ICONDATA

INTERNATIONAL CONFERENCE ON DATA SCIENCE & APPLICATIONS

PROCEEDINGS BOOK

e-ISBN: 978-625-00-9715-1

VOLUME 1
FULL-TEXT BOOK

June 4-6, 2021

EDITOR
Dr. Murat GÖK

www.icondata.org

PREFACE

In the current information age, data is the basis of all intelligent systems. From the agricultural society to the industrial society, from there to the information society, the transformation process is moving towards Industry 4.0.The ability to store and process large amounts of data on computers has led to an increase in the capabilities of the products and services produced.The statistical and artificial learning studies based on meaning deriving from data have paved the way for intelligent systems in all sciences.

4 th International Conference on Data Science and Applications (ICONDATA'21) has been organized on June 4 - 6, 2021 as online.

The main objective of ICONDATA'21 is to present the latest data based researches from all disciplines. This conference provides opportunities for the different areas delegates to exchange new ideas and application experiences face to face, to cooperate between different disciplines from both natural and social sciences and to find global partners for future collaboration.

All paper submissions have been blind and peer reviewed and evaluated based on originality, technical and/or research content/depth, correctness, relevance to conference, contributions, and readability.

20 selected papers presented in the conference that match with the topics of the journals will be published in Data Science and Applications and Veri Bilimi Dergisi.

Looking forward to see you in ICONDATA 2022,
Dr. Murat GÖK
Editor

COMMITTEES

Honorable Committee

Prof. Dr. Suat Cebeci	Rector of Yalova University
Prof. Dr. H. Tamer Dodurka	Rector of Istanbul Rumeli University
Prof. Dr. Şükrü Beydemir	Rector of Bilecik Şeyh Edebali University
Prof. Dr. Hüseyin Çiçek	Rector of Muğla Sıtkı Koçman University

Conference Chair

Prof. Dr. Murat Gök	Yalova University

Organizing Board

Assoc. Prof. Dr. Emre Dandıl	Bilecik Şeyh Edebali University
Assoc. Prof. Dr. Hüseyin Gürüler	Muğla Sıtkı Koçman University
Asist. Prof. Dr. Faruk Bulut	Istanbul Rumeli University
Hasibe Candan	Yalova University
Melike Bektaş	Istanbul Rumeli University
Aykut Durgut	Balıkesir University
Abdullah Yavuz	Istanbul Rumeli University

Science Board

Prof. Dr. Abderrahmane Bouda	National Maritime Superior Institute, Algeria
Prof. Dr. Abdullah Uz Tansel	Baruch College, New York, USA
Prof. Dr. Ahmet Sabri Öğütlü	Harran University, Turkey
Prof. Dr. Ayhan İstanbullu	Balıkesir University, Turkey
Prof. Dr. Ayşe Çetin	Yalova University, Turkey
Prof. Dr. Dursun Aydın	Muğla Sıtkı Koçman University, Turkey
Prof. Dr. Latif Taşkaya	Muğla Sıtkı Koçman University, Turkey
Prof. Dr. İlhan Tarımer	Muğla Sıtkı Koçman University, Turkey
Prof. Dr. Ecir Uğur Küçüksille	Süleyman Demirel University, Turkey
Prof. Dr. Erhan Akyazı	Marmara University, Turkey
Prof. Dr. Eray Can	Yalova University, Turkey
Prof. Dr. Erman Coşkun	Bakırçay University, Turkey
Prof. Dr. Gufran Ahmad Ansari	Crescent Institute of Science & Technology, India
Prof. Dr. Hacer Gümüş	Kocaeli University, Turkey
Prof. Dr. Kaka Shahedi	Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Iran
Prof. Dr. Kamel Harchouche	University of Sciences and Technology of Houari Boumédiene, Algeria
Prof. Dr. Mustafa Öztaş	Yalova University, Turkey
Prof. Dr. Müfit Çetin	Yalova University, Turkey
Prof. Dr. Nour El Islam Bachari	University of Sciences and Technology of Houari Boumédiene, Algeria
Prof. Dr. Ramazan Bayındır	Gazi University, Turkey
Prof. Dr. Sinan Şen	Yalova University, Turkey
Prof. Dr .Osman Çakmak	Istanbul Rumeli University, Turkey
Prof. Dr. Mine Aksoy Kavalcı	Yalova University, Turkey
Prof. Dr. Şakir Taşdemir	Selçuk University, Turkey
Prof. Dr. Tamer Kahveci	University of Florida, Florida, USA
Prof. Dr. Vilda Purutçuoğlu	Middle East Teknik University, Turkey
Prof. Dr. Naci Genç	Yalova University, Turkey
Prof. Dr. Kadriye Tuzlakoğlu	Yalova University, Turkey
Prof. Dr. Zuhal Oktay Coşkun	Izmir Democracy University, Turkey
Assoc. Prof. Dr. Demet Aydınoğlu	Yalova University, Turkey
Assoc. Prof. Dr. Can Coşkun	Izmir Democracy University, Turkey
Assoc. Prof. Dr. Murat Yabanlı	Muğla Sıtkı Koçman University, Turkey

Assoc. Prof. Dr. Abdülkadir Tepecik	Yalova University, Turkey
Assoc. Prof. Dr. Ferhat Sayım	Yalova University, Turkey
Assoc. Prof. Dr. Mehmet Selçuk Mert	Yalova University, Turkey
Assoc. Prof. Dr. Akın Özçift	Celal Bayar University, Turkey
Assoc. Prof. Dr. Deniz Kılınç	Celal Bayar University, Turkey
Assoc. Prof. Dr. Demet Aydınoğlu	Yalova University, Turkey
Assoc. Prof. Dr. Eyüp Akçetin	Muğla Sıtkı Koçman University, Turkey
Assoc. Prof. Dr. Hasan Erdinç Koçer	Selçuk University, Turkey
Assoc. Prof. Dr.M. Gökhan Genel	Yalova University, Turkey
Assoc. Prof. Dr. Nevin Güler Dinçer	Muğla Sıtkı Koçman University, Turkey
Assoc. Prof. Dr. Orhan Kesemen	Karadeniz Teknik University, Turkey
Assoc. Prof. Dr. Ali Hakan Işık	Mehmet Akif Ersoy University, Turkey
Assoc.Prof. Dr. Hamir Erdemi	Yalova University, Turkey
Assoc. Prof. Dr. Ufuk Bal	Muğla Sıtkı Koçman University, Turkey
Assoc. Prof. Dr. Gamze Yüksel	Muğla Sıtkı Koçman University, Turkey
Assoc. Prof. Dr. Ümit Ünver	Yalova University, Turkey
Assoc. Prof. Dr. Adnan Taşgın	Atatürk University, Turkey
Assoc. Prof. Dr. Züleyha Özer	Balikesir University, Turkey
Senior Assist. Prof. Dr. J. Amudhavel	VIT Bhopal University, India
Assist. Prof. Dr. Serhan Mantoğlu	Yalova University, Turkey
Assist. Prof. Dr. Abit Balin	Istanbul University, Turkey
Assist. Prof. Dr. Levent Civcik	Konya Technical University, Turkey
Assist. Prof. Dr. Adem Tuncer	Yalova University, Turkey
Assist. Prof. Dr. Uğur Bekir Dilek	Yalova University, Turkey
Assist. Prof. Dr. Nida Gökçe Narin	Muğla Sıtkı Koçman University, Turkey
Assist. Prof. Dr. Alper Kürşat Uysal	Eskişehir Teknik University
Assist. Prof. Dr. Aytaç Pekmezci	Muğla Sıtkı Koçman University, Turkey
Assist. Prof. Dr. Ayşe Özlem Mestçioğlu	Istanbul Okan University, Turkey
Assist. Prof. Dr. Kubilay Ovacıklı	Istanbul Rumeli University, Turkey
Assist. Prof. Dr. İrfan Kösesoy	Kocaeli University, Turkey
Assist. Prof. Dr.Enis Karaaslan	Muğla Sıtkı Koçman University, Turkey
Assist. Prof. Dr. Mithat Çelebi	Yalova University, Turkey
Assist. Prof. Dr. Beste Hamiye Beyaztas	Bartın University, Turkey
Assist. Prof. Dr. Burcu Okkalıoğlu	Yalova University, Turkey
Assist. Prof. Dr. Duygu Yıldırım Peksen	Yalova University, Turkey
Assist. Prof. Dr. Erdoğan Camcıoğlu	Istanbul Rumeli University, Turkey
Assist. Prof. Dr. Eyüp Çalık	Yalova University, Turkey
Assist. Prof. Dr. Fahriye Zemheri Navruz	Bartın University, Turkey
Assist. Prof. Dr. Gözde Mert	Nişantaşı University, Turkey
Assist. Prof. Dr. Gül Yücel	Yalova University, Turkey
Assist. Prof. Dr. Güncel Sarıman	Muğla Sıtkı Koçman University, Turkey
Assist. Prof. Dr. Güneş Harman	Yalova University, Turkey
Assist. Prof. Dr. Gürcan Çetin	Muğla Sıtkı Koçman University, Turkey
Assist. Prof. Dr. Halit Karalar	Muğla Sıtkı Koçman University, Turkey
Assist. Prof. Dr. İsmail Kırbaş	Mehmet Akif Ersoy University, Turkey
Assist. Prof. Dr. M.Bahar Başkır	Bartın University, Turkey
Assist. Prof. Dr. Melih Ağraz	Middle East Teknik University, Turkey
Assist. Prof. Dr. Muhammed Kürşad Uçar	Sakarya University, Turkey
Assist. Prof. Dr. Murat Okkalıoğlu	Yalova University, Turkey
Assist. Prof. Dr. Naveed Islam	Islamia College University, Pakistan
Assist. Prof. Dr. Nazlı Güney	Istanbul Rumeli University, Turkey
Assist. Prof. Dr. Osman H. Koçal	Yalova University, Turkey
Assist. Prof. Dr.Ali İmran Vaizoğlu	Muğla Sıtkı Koçman University, Turkey

Assist. Prof. Dr. Sait Ali Uymaz	Selçuk University, Turkey
Assist. Prof. Dr. Salih Ergüt	Istanbul Rumeli University, Turkey
Assist. Prof. Dr. Serdar Neslihanoğlu	Eskişehir Osmangazi University, Turkey
Assist. Prof. Dr. Serdar Birogul	Düzce University, Turkey
Assist. Prof. Dr. Süleyman Uzun	Sakarya Uygulamal Bilimler University, Turkey

CONTENT

FUTBOLDA MAÇ SONUCUNA VE GOL SAYILARINA ETKİ EDEN FAKTÖRLERİN RASSAL ORMAN VE POİSSON REGRESYON YÖNTEMLERİYLE BELİRLENMESİ 1

3D MEDİKAL GÖRÜNTÜLERİN BÖLÜTLENMESİ ÜZERİNE BİR İNCELEME 5

XGBOOST FEATURE SELECTION ON CHRONIC KIDNEY DISEASE DIAGNOSIS 11

APPLYING MACHINE LEARNING TECHNIQUES TO PREDICT CHRONIC KIDNEY DISEASE IN HUMANS 17

GİRİŞİMCİ ADAYLARININ PSİKOLOJİK SERMAYELERİNİN GİRİŞİMCİLİK EĞİLİMLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ 24

BENZERLİK KATSAYILI MAKSİMAL AKIŞ AĞI İLE İMALAT HÜCRESİ TASARIMI 39

VERİLERİN ARDUİNO İLE İŞLENEREK DATA STREAMER EKLENTİLİ MİCROSOFT EXCEL PROGRAMINDA ANLIK VE GRAFİKSEL OLARAK GÖSTERİMİ 45

DAVRANIŞSAL, SİYASİ VE DİNİ FAKTÖRLERİN BANKA TERCİHİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ 51

BÜYÜK VERİ VE DİJİTAL DÖNÜŞÜMÜN AKILLI TURİZM ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ: GÜNCEL EĞİLİMLER VE UYGULAMALAR 63

GLUTATYON REDÜKTAZ ENZİMİ ÜZERİNE PİRİMİDİN VE BAZI TÜREVLERİNİN İNHİBİSYON ETKİLERİNİN İNCELENMESİ 74

METİN SINIFLANDIRMA PROBLEMLERİNDE ÖZNİTELİK SEÇİMİ: LİTERATÜR ARAŞTIRMASI VE OLASI YÖNELİMLER 80

SEZGİSEL BULANIK PARAMETRELİ KARMAŞIK ÇOKLU-BULANIK ESNEK KÜMELER 90

MANYETİK REZONANS GÖRÜNTÜLERİNDEN BEYİN TÜMÖRÜNÜN MOBİLENETV2 TABANLI DERİN ÖĞRENME YAKLAŞIMI İLE SINIFLANDIRILMASI 96

ELEKTRİKLİ ARAÇ ROTALAMA PROBLEMİNİN GENETİK ALGORİTMA İLE OPTİMİZASYONU 102

KURUMSAL MİMARİ VE SCRUM 107

ÖDÜL TABANLI KİTLE FONLAMASI PLATFORMLARINDA BAŞARIYA ETKİ EDEN FAKTÖRLERİN BELİRLENMESİ: FONGOGO ÖRNEĞİ 113

KATI FAZ EKSTRAKSİYONU İLE SULU ÇÖZELTİLERDE HG (II) İYONLARININ TAYİNİ 122

ÇOCUKLUK ÇAĞI AKUT LENFOBLASTİK LÖSEMİDE CBS GENİNİN IN SİLİCO ANALİZİ 127

COMPARING DIFFERENT CORRELATION COEFFICIENTS OVER LARGE SAMPLES 134

SÜPER GENİŞ BANTLI ANTENİN UYGUN MALİYETLİ MLP TABANLI MODELLENMESİ 138

THE EFFECT OF RECURSIVE FEATURE ELIMINATION WITH CROSS-VALIDATION METHOD ON CLASSIFICATION PERFORMANCE WITH DIFFERENT SIZES OF DATASETS 142

RECENT STATE-OF-THE-ART ARTIFICIAL INTELLIGENCE APPLICATIONS OF IMAGE PROCESSING METHODS IN MEDICAL DIAGNOSIS 153

FUNGUSİT TOKSİSİTESİNE MARUZ KALAN ALBURNUS TARİCHİ BALIĞININ GONAD DOKUSU 8- OHDG DEĞİŞİMİ 158

TOPLAM EKİPMAN ETKİNLİĞİ PUANININ LOJİSTİK VE KARAR AĞACI ALGORİTMALARI İLE MODELLENMESİ 162

MAKİNE ÖĞRENMESİ YÖNTEMLERİYLE MÜŞTERİ KAYIP ANALİZİ 171

MAKİNE ÖĞRENİMİ YAKLAŞIMI İLE PARÇACIK ÇİFTİ TANIMLAMA 178

DISCOVERING STUDENTS' GENERAL STUDY HABITS AT DISTANCE EDUCATION ENVIRONMENTS WITH DATA MINING TECHNIQUES 183

EKSTREM ÖĞRENME MAKİNESİ YÖNTEMLERİYLE SAĞKALIM ANALİZİ VE BİR UYGULAMA 186

ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK KÜTÜPHANELERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI 191

DETERMINANTS OF FOREIGN DIRECT INVESTMENT: A BAYESIAN MODEL AVERAGING APPROACH FROM 55 COUNTRIES 200

SÜRDÜRÜLEBİLİR MÜŞTERİ İLİŞKİLERİ YÖNETİMİ İÇİN MÜŞTERİ BİLDİRİM PORTALININ (MBP) GELİŞTİRİLMESİ 213

SES DOSYALARINI METNE ÇEVİRME VE KONUSUNA GÖRE SINIFLANDIRMA 220

PARASETAMOL İÇEREN AĞRI KESİCİ İLAÇLARIN BULANIK AHP VE BULANIK COPRAS BÜTÜNLEŞİK MODELİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ 224

DERİN ÖĞRENME İLE YAZILIM HATA TESPİTİ 230

VERGİ KAÇAKÇILIĞI TESPİTİNDE BÜYÜK VERİ ANALİTİĞİ 235

SMALL PELAGIC FISHERY STATISTICS ON THE CENTRAL ALGERIAN COAST (SW MEDITERRANEAN) COMBINED WITH SATELLITE ABIOTIC DATA 255

SOSYAL MEDYA ANALİTİĞİ: TWİTTER VERİLERİ KULLANILARAK BİLİŞİM ŞİRKETLERİNİN TEKNOLOJİ VE İŞ TERİMLERİNİN KATEGORİZE EDİLEREK KARŞILAŞTIRILMASI 264

TWİTTER VERİLERİ İLE DUYGU ANALİZİ: BİR E-TİCARET FİRMASI HAKKINDA ATILAN TWEETLERİN ANALİZİ VE MODEL KARŞILAŞTIRMASI 269

FORECASTING OF LABOR REQUIREMENT FOR FAULTY PARTS OF THE VEHICLES VISITING THE SERVICE STATIONS 276

VERİ ANALİZİ VE OPTİMİZASYON YÖNTEMLERİ KULLANILARAK TAM ZAMANINDA AĞ TASARIM MODEL ÖNERİSİ VE ÇÖZÜM YÖNTEMİ 280

A COMPARATIVE STUDY OF WEKA CLUSTERING ALGORITHMS ON EVALUATION OF STUDENTS' PERFORMANCE 289

YAPAY SİNİR AĞI MODELİ İLE DÖVİZ KURU TAHMİNLEMESİ 297

İZMİR BÖLGESİNDEKİ GEMİ KAZALARININ VERİ MADENCİLİĞİ YÖNTEMLERİYLE ANALİZİ 305

A NEW STUDENT ATTENDANCE SYSTEM USING FACE RECOGNITION INTO CLASSROOM 312

GÖRME ENGELLİLER İÇİN GÖRÜNTÜ İŞLEME TABANLI BİR PARA TANIMA UYGULAMASI GELİŞTİRİLMESİ 315

ON SOME SPECIAL CORRELATION COEFFICIENTS 320

FİNANSAL GELİŞME VE EKONOMİK BÜYÜME: TÜRKİYE İÇİN NEDENSELLİK ANALİZİ 325

COMPARISON OF FEATURE SELECTION AND CLASSIFICATION METHODS PERFORMANCES FOR MICROARRAY DATA OF LEUKEMIA, CERVICAL AND PROSTATE CANCER 335

MAKİNE ÖĞRENMESİ YÖNTEMLERİ KULLANARAK MÜŞTERİ TAHSİLATI TAHMİNİ 346

YSA İLE BORSA ENDEKSLERİNİ KULLANARAK HAM PETROL FİYATLARINI TAHMİNLEME 352

TOPLULUK ÖĞRENMESİ YÖNTEMLERİ İLE RESTORANLARDA İŞ GÜCÜ PLANLAMASI 357

SLEEP APNEA DETECTION ON ECG SIGNALS 362

MÜŞTERİ GÖRÜŞMELERİ KAYITLARINDA METİN MADENCİLİĞİ TEKNİKLERİ İLE ETİKETLENDİRME, SINIFLANDIRMA VE PERSONEL PERFORMANSINI DEĞERLENDİRMEYE YÖNELİK VERİ OLUŞTURMA SİSTEMİ 366

EVALUATION OF MACHINE LEARNING BASED TARGET DETECTION ON HYPERSPECTRAL IMAGES 377

TGFB'NIN EPİTHELYAL-MEZENKİMAL DÖNÜŞÜM ÜZERİNDEKİ TRANSKRİPSİYONEL ETKİLERİ 382

UYARLAMALI AĞ TABANLI BULANIK MANTIK ÇIKARIM SİSTEMİ İLE ZEMİN ÖZELLİKLERİNİN TAHMİNİ 390

ÖĞRENCİLERİN FEN OKUR YAZARLIĞI YETERLİLİK SEVİYELERİNİN BİLİŞİM TEKNOLOJİLERİNE YÖNELİK GÖRÜŞLERİ KULLANILARAK TESPİTİ 397

ÖN YÜZ TABANLI GELİŞTİRMEDE TASARIM ODAKLI DÜŞÜNME YAKLAŞIMI 402

FACE MASK DETECTION USING YOLOV4 411

RASTGELE ORMANLAR YÖNTEMİ İLE ÖZELLİK SEÇİMİ KULLANILARAK VAN İLİNDE YAŞAYANLARIN TRAFİKTE ALGI VE TUTUMLARININ BELİRLENMESİ 417
DEVELOPMENT OF ANDROID BASED MOBILE VIDEO CONFERENCE APPLICATION USING JITSI MEET PLATFORM 427
PREDICTION OF BENIGN AND MALIGNANT OF CANCER USING CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS BASED APPROACH 434
LABVIEW İLE ROS TABANLI MOBİL ROBOT KONTROLÜ VE DİNAMİK ENGEL TESPİTİ 442
USING ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS FOR CAREER PATH 447
ZONGULDAK İLİ RÜZGAR ENERJİSİ SANTRAL YERLERİNİN CBS DAYALI AHP YÖNTEMİ İLE BELİRLENMESİ 451
A REVIEW ON CLASSIFICATION OF TISSUES USING CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS 459
MUTLULUĞUN SENARYOSUNU YAZABİLİR MİSİN YAPAY ZEKÂ?: ARTIRILMIŞ SENARİST VE SENARYO YAZARLIĞININ DEĞİŞEN PSİKOLOJİSİ 464
MESAFE ÖLÇÜMÜNDE IMAGE-METRE: GÖRÜNTÜ İŞLEME İLE MESAFE TESPİT YÖNTEMLERİNDE EKSİK NE? 474
ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK TEKNOLOJİSİNİN NAVİGASYON SİSTEMLERİNDE KULLANIMI 481
ÇEŞİTLİ KANAL TAHMİN TEKNİKLERİ İÇİN FBMC VE OFDM SİSTEMLERİNİN İNCELENMESİ 489
ARA BELLEK TABANLI YÖNTEM İLE AKAN MEKÂNSAL VERİLERİN ÖN İŞLEMDEN GEÇİRİLEREK KAYDEDİLMESİ 495
E-TİCARET ALANINDAKİ YAPAY ZEKÂ ÇÖZÜMLERİ ÜZERİNE BİR İNCELEME 500
ESTIMATING THE NEXT MAINTENANCE DATES OF PASSENGER VEHICLES 509
İNSANSI ROBOT PARMAĞININ FLEKSİYONUN ARTIRILMASI 519
TÜRKİYE'DE ORTA VADELİ ELEKTRİK TÜKETİMİNİN AYLIK TAHMİNİ 524
BETON GÖRÜNTÜLERİ ÜZERİNDE UYGULANAN GÖRÜNTÜ İŞLEME TEKNİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI 530
DENETİMLİ MAKİNA ÖĞRENMESİ YÖNTEMLERİYLE İSKEMİK KALP HASTALIĞININ BELİRLENMESİ 539
THE EFFECT OF DIFFERENT ENTROPY VALUES ON THE SUCCESS OF THE KNEAREST NEIGHBORS ALGORITHM FOR CLASSIFICATION OF POWER QUALITY DISTURBANCES 548
IMPACT OF UTILISING ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR JOB DESCRIPTION: A CASE STUDY OF EMPLOYEES OF HUMAN RESOURCES IN SAUDI ARABIA 552
ARTIFICIAL INTELLIGENCE-BASED E-RECRUITMENTS SYSTEM 559
ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİNİN DONDURULMUŞ GIDA TÜKETİM SIKLIĞININ BELİRLENMESİNE ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA: TEKİRDAĞ NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ VE BİLECİK ŞEYH EDEBALİ ÜNİVERSİTESİ ÖRNEĞİ 566
ELLE ÇİZİLMİŞ TASLAK ÇİZİMLERDE KULLANICI ARABİRİMİ ÖĞELERİNİN DERİN ÖRNEK SEGMENTASYONU 571
ANALYSIS OF USAGE AREAS AND EFFECTS OF IOT 580
Ti6Al4V ALAŞIMININ ATMOSFERİK ORTAMDA BORLANMASI İÇİN FARKLI SICAKLIK VE SÜRELERİN ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI 587
PERAKENDE SEKTÖRÜNDE KAYDİ STOK HATALARI HAKKINDA SİSTEMATİK YAYIN TARAMASI 592
VERİ MADENCİLİĞİ YAZILIMLARI İLE OTİZM VERİ GÖRSELLEŞTİRME VERİ SETİ ÜZERİNDE UYGULANMASI 598
SONAR VERİ SETİNİN FARKLI VERİ MADENCİLİĞİ YÖNTEMLERİYLE ANALİZ EDİLMESİ VE DOĞRULUK DEĞERLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI 605
AMPİRİK VE MEKANİK BİTKİ MODELİ SİMÜLASYON İLE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ KOŞULLARINDA MAHSUL VERİM TAHMİNİ 611
ASMA FENOLOJİK MODELLEMELERİNİN İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNE UYUM İÇİN ÖNEMİ 617
HİSSE SENEDİ FİYATLARI VE DÖVİZ KURU ARASINDAKİ İLİŞKİ: DERİN 624

ÇBAG TABANLI RÜZGÂR TÜRBİNİ SİSTEMİNİN ANFIS VE YSA İLE KONTROLÜ 630

EĞRİCİK DÖNÜŞÜMÜ KULLANARAK EL YAZISI İMZA İMGELERİNİN ERİŞİMİNDE MESAFE YÖNTEMLERİNİN ANALİZİ 638

GELİŞTİRİLMİŞ EĞRİCİK DÖNÜŞÜMÜ TABANLI YÖNELİM BAĞIMSIZ GÖRÜNTÜ ERİŞİMİ VE SINIFLANDIRMA ... 644

TERİM FREKANSI İLE MESAJLAŞMA VERİLERİNİ KULLANARAK ÇAĞRI MERKEZİ YOĞUNLUĞUNUN TESPİTİ 648

AŞIRI ÖĞRENME MAKİNASI İLE PETROL TAHMİNİ 654

AŞIRI MAKİNE ÖĞRENMESİ İLE HAVA KİRLİLİĞİNİN TAHMİNİ 659

MB-COMT VE DRD2 GENİNİN GEN VARYANTLARI VE METİLASYON DURUMUNA İLİŞKİN MADDE KULLANIM BOZUKLUKLARININ EĞİLİMİNİ ÖNGÖRMEDE BİLGİ KAZANIM SINIFLANDIRMASI 663

NOS3 (İNTRON 4 A / B VNTR VE RS1799983) VE PER3 (RS57875989) GEN VARYANTLARINA İLİŞKİN MADDE KULLANIM BOZUKLUKLARININ ÖNGÖRÜLMESİNE İLİŞKİN GİNİ İNDEKSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE BİLGİ KAZANIMI SINIFLANDIRMASI 669

Futbolda Maç Sonucuna ve Gol Sayılarına Etki Eden Faktörlerin Rassal Orman ve Poisson Regresyon Yöntemleriyle Belirlenmesi

Günal BİLEK[1*], Efehan ULAŞ[2]

[1] *İzmir Demokrasi Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, İzmir, Türkiye*

[2] *Çankırı Karatekin Üniversitesi, Fen Fakültesi, İstatistik Bölümü, Çankırı, Türkiye*

Özet

Bu çalışmanın iki amacı vardır. Birincisi futbolda maç sonucunu etkileyen faktörlerin belirlenmesidir. İkincisi ise atılan ve yenilen gol sayılarına etki eden faktörlerin belirlenmesidir. Çalışmanın verisi İngiliz Premier Lig'de 2019-2020 sezonunda oynanan 288 maçtan oluşmaktadır. Maç sonucunu tahmin etmek için rassal orman (RO), atılan ve yenilen gol sayılarını tahmin etmek için ise Poisson regresyon (PR) modelleri kullanılmıştır. Maç sonucuna en fazla etki eden değişkenler maçın konumu ve kaleyi bulan şut sayısı olarak tespit edilmiştir. Diğer taraftan, derinliğin atılan gol sayısı üzerinde pozitif etkisi varken, yenilen gol sayısının negatif bir etkisinin olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, PPDA (Passes Allowed Per Defensive Action) değişkeninin yenilen gol sayısı üzerinde pozitif bir katkısı varken, atılan gol sayısının negatif bir etkisi vardır. RO ve PR modellerin doğru sınıflandırma oranları sırasıyla %57 ve %61 olarak tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Poisson regresyonu, rassal orman, maç sonucu, gol sayısı*

Determining the Factors Affecting Match Result and Number of Goals in Football by Random Forest and Poisson Regression Methods

Abstract

This study has two purposes. The first is to determine the factors that affect the outcome of the match in football. The second is to determine the factors affecting the number of goals scored and conceded. The data of the study consists of 288 matches played in the English Premier League in the 2019-2020 season. Random forest (RO) models were used to predict the match result, and Poisson regression (PR) models were used to predict the number of goals scored and conceded. The variables that affect most the outcome of the match were determined as the location of the match and the number of shots on target. On the other hand, it was determined that while deep had a positive effect on the number of goals scored, the number of goals scored had a negative effect. Also, while the PPDA (Passes Allowed Per Defensive Action) variable had a positive effect on the number of conceded goals, the number of goals scored had a negative effect. The correct classification rates of the RO and PR models were found 57% and 61%, respectively.

Keywords: *Poisson regression, random forest, match result, number of goals*

1 Giriş

Futbol dünyadaki en popüler spordur ve bahis pazarının büyük bir kısmını oluşturmaktadır. Ayrıca, bir takımın değeri takımın liglerdeki başarısı ile belirlenmektedir [1]. Bu ikisinin bir sonucu olarak, son yıllarda teknolojinin de hızla gelişmesiyle beraber futbol ile ilgili tahminler yapmayı amaçlayan çalışmaların sayısı hızla artmaktadır.

Literatürde maç sonuçlarını modellemeyi amaçlayan çalışmalar ikiye ayrılır. Bunlardan ilki direk maç sonuçlarını (kazandı, berabere ve kaybetti) tahmin etmeyi amaçlar. Bu alanda [2] ve [3] Bayes ağlarını, [1], [4] karar ağaçlarını, [5] log-doğrusal modelleri,

[6] tek yönlü varyans analizini ve diskiriminant analizini, [7] multinominal lojistik regresyonu uyguladı. Atılan ve yenilen gol sayısını tahmin etmek için ise [8]–[11] Poisson regresyon modelini uyguladı.

Bu çalışmanın ise iki amacı vardır. Birincisi, Poisson regresyonunu kullanarak atılan ve yenilen gol sayısını tahmin etmek, bu sayıları etkileyen göstergeleri tespit etmek ve bu sayılardan maç sonucunu hesaplamak. İkinci amacı ise, Rassal Orman yöntemini kullanarak doğrudan maç sonucunu tahmin etmek ve maç sonucunu etkileyen göstergeleri tahmin etmek.

2 Materyal ve Metot

2.1 Veri

Bu çalışmadaki veri English Premier League (EPL)'deki takımların 09.08.2019 ile 09.03.2020 (COVID-19 nedeniyle maçlara ara verildiği tarih) arasındaki maç istatistiklerinden oluşmaktadır. Bu iki tarih arasında toplamda 288 maç oynanmıştır ve bu maçların tamamına ilişkin bütün veriyi kapsamaktadır. Her takıma ilişkin veri ayrı ayrı analiz edilecektir. Dolayısıyla toplamda 576 gözlem bulunmaktadır. Bu çalışmada kullanılan değişkenler Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Değişkenler ve tanımları

Değişkenler	Tanımları
Sonuc	Maçın sonucu – *kazandı, berabere, kaybetti*
Saha	Maçın nerde oynandığı – *ev, deplasman*
D	Derinlik
PPDA	Futbolda kullanılan teknik bir ölçü
Şut	Takımın şut sayısı
K_Şut	Takımın kaleyi bulan şut sayısı
AG	Atılan gol sayısı
YG	Yenilen gol sayısı
K	Korner sayısı
F	Faul sayısı
HTRGP	Futbolda kullanılan teknik bir ölçü

PPDA: Passes Allowed Per Defensive Action, HTRGP: Home target percentage

2.1.1 Poisson Regresyonu (PR)

PR hata terimlerinin Poisson dağılımına uyduğu ve doğal logaritma (ln) fonksiyonunun link fonksiyonu olarak kullanıldığı bir regresyon çeşididir ve şu şekilde gösterilir:

$$\ln(\hat{\lambda}) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \cdots + \beta_n X_n.$$

Burada λˆ cevap değişkeninin tahmini değerini, X'ler bağımsız değişkenleri ve β'lar ise regresyon katsayılarını temsil etmektedir [12].

Bu yöntemle, doğrudan maç sonucu tahmin edilemez çünkü maç sonucu kategorik bir değişkendir. Onun yerine, atılan ve yenilen gol sayısı ve sonrasında maç sonucu tahmin edilebilir. Bu çalışmada, PR analizi R'de bulunan stats paketi ile yapılacaktır.

2.1.2 Rassal Orman (RO)

RO, rassal M tane regresyon ağaçları toplamından tahminler yapan bir yöntemdir. Dağılım varsayımı gerektirmemesi, küçük ve büyük veriler üzerinde çalışabiliyor olması, yorumlanmasının kolay olması, verimli olması ve yüksek tahmin doğruluğu nedenleriyle kullanımı günden güne artmaktadır. RO, popüler makine öğrenimi yöntemleri arasında benzersiz bir tahmin doğruluğu ve model yorumlanabilirliği kombinasyonu sağlar. RO'da kullanılan rastgele örnekleme stratejileri, daha iyi genellemelerin yanı sıra doğru tahminler elde etmesini sağlar. Ayrıca, eksik değerleri (missing values), çeşitli değişkenleri (sürekli, ikili, kategorik) ve yüksek boyutlu veri modellemeye çok uygundur [13]. Bu genelleme özelliği, varyansı azaltarak genellemeyi geliştiren torbalama (bagging) şemasından gelirken, artırma (boosting) gibi benzer yöntemler yanlılığı azaltarak bunu başarır [14]. Bu çalışmada, RO 3 kategorisi olan (kazandı, beraberi, kaybetti) olan maç sonucunu tahmin etmede kullanılacaktır ve RO analizi R'de bulunan randomforest kütüphanesi ile yapılacaktır.

3 Sonuçlar

Tablo 2 atılan ve yenilen gol sayıları için PR sonuçlarını göstermektedir. Buna göre, atılan gol sayısını etkileyen faktörler D ve YG değişkenleridir. Derinliğin katsayısının pozitif olmasından dolayı, atılan gol sayını üzerinde pozitif bir etkisi olduğu görülmektedir. Derinlikteki 1 birimlik bir artış atılan gol sayısını %4 artmasına neden olmaktadır ((1.04-1)*100%). Bunun tersine, yenilen gol sayısının atılan gol sayısı üzerinde negatif bir etkisi vardır. Yenilen her bir gol, atılan gol sayısını %17.2 azaltmaktadır.

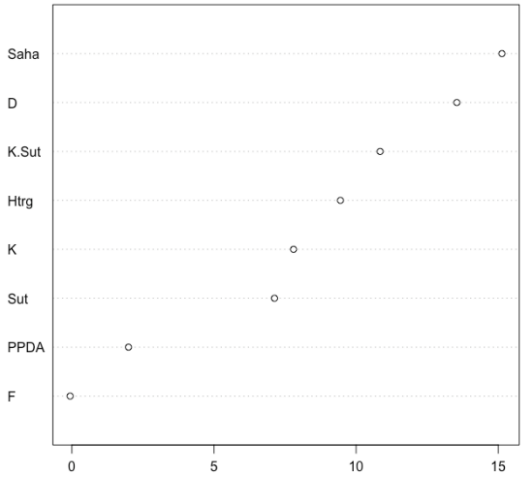
Diğer taraftan, yenilen gol sayısına etki eden 2 faktör bulunmaktadır. Bunlardan ilki PPDA'dır ve ondaki bir birimlik bir artış, yenilen gol sayısını %1.6 arttırmaktadır. Atılan gol sayısının ise yenilen gol sayısı üzerinde negatif bir etkisinin olduğu görülmektedir. Atılan her bir gol, yenilen gol sayısında %17.7'lik bir azalmaya neden olmaktadır.

Tablo 2. Atılan ve yenilen gol sayıları için Poisson regresyon sonuçları

Atılan gol sayısı				Yenilen gol sayısı			
Değişken	**Katsayı**	**OO**	***p***	**Değişken**	**Katsayı**	**OO**	***p***
Kesişim	-0.323	0.724	0.219	***Kesişim***	0.054	1.056	0.831
Saha	0.118	1.125	0.110	***Saha***	-0.123	0.884	0.092
D	0.040	1.040	0.000***	***Derinlik***	-0.006	0.994	0.520
PPDA	-0.001	0.998	0.854	***PPDA***	0.016	1.016	0.000***
Şut	0.019	1.019	0.254	***Şut***	0.009	1.009	0.562
K.Şut	0.042	1.042	0.269	***K.Şut***	0.059	1.061	0.123
YG	-0.188	0.828	0.000***	***AG***	-0.194	0.823	0.000***
K	-0.042	0.959	0.09	***K***	-0.034	0.966	0.08
F	-0.001	1.001	0.931	***F***	-0.002	0.998	0.883
HTRG	0.823	2.278	0.079	***HTRG***	0.500	1.649	0.289

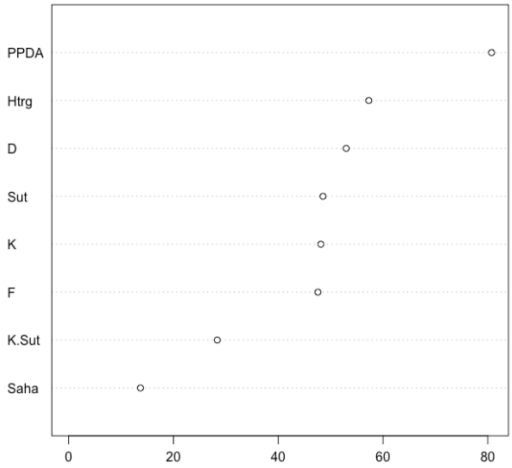
OO: odds oranı; *: 0.05 seviyesinde anlamlı farklılık; ***: 0.001 seviyesinde anlamlı farklılık

Maç sonucuna etki eden faktörleri tespit etmek amacıyla RO modeli uygulandı. Atılan ve yenilen gol sayısı maç sonucunu doğrudan etkilediği için bu değişkenler modele dahil edilmemiştir. Şekil 1 değişkenlerin modele olan katkılarını göstermektedir. Buna göre, maç sonucu üzerinde en fazla etkisi olan değişken Saha değişkenidir. Yani, maç sonucunu en fazla etkileyen değişken takımın maçı kendi evinde ya da deplasmanda oynamasıdır. Ondan sonra ise derinlik gelmektedir. Faul sayısının ise hiç etkilemediği görünmektedir.



Şekil 1. Değişkenlerin doğruluğa olan katkıları

Şekil 2 ise değişkenlerin Gini indeksine olan katkılarını göstermektedir. Bu indeks ne kadar küçük olursa, modelin o kadar iyi olduğu söylenir [15], [16]. Şekil 2'ye göre, Gini indeksi en az olan değişken yine Saha değişkenidir. Şekil 1'deki sonuçlar ile Şekil 2'deki sonuçlar tam olarak örtüşmemektedir fakat bire bir aynı sonuçları vermeleri de beklenemez çünkü bunlar farklı şekilde hesaplanan göstergelerdir. İki grafiği de göz önünde bulundurursak, maç sonucuna en fazla etki eden değişkenlerin Saha ve K.sut değişkenleri olduğu görülmektedir.



Şekil 2. Değişkenlerin doğruluğa olan katkıları

Modellerin performanslarını ölçmek amacıyla tahmin edilen maç sonuçları ile gözlemlenen maç sonuçları karşılaştırılmıştır. RO modeli direk maç sonucunu tahmin etmektedir. PR modeli ise atılan ve yenilen gol sayılarını tahmin etmektedir. Bu gol sayıları arasındaki fark alınarak ise, maç sonuçları tahmin edilmiştir. Ayrıca tahmin yapılırken verinin rasgele seçilen %70'lık kısmı kullanılmış, kalan %30'luk kısmına ilişkin tahminler yapılmıştır. RO modeli sonuçların %57'sini, PR modeli ise %61'ini doğru tahmin etmiştir.

4 Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada futbolda maç sonucuna ve atılan ve yenilen gol sayılarına etki eden faktörlerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Kullanılan değişkenler arasından, maç sonucunu en fazla etkileyen değişken saha değişkenidir. Atılan gol sayısına etki eden faktörler derinlik ve yenilen gol sayısı iken yenilen gol sayılarına etki eden faktörler atılan gol sayısı ve PPDA değişkenidir.

Modellerin ikisinin de doğru tahmin etme yüzdeleri oldukça düşük çıkmıştır. Bunun 3 nedeninin olduğunu düşünmekteyiz. Birincisi, futbolun doğası gereği, maç sonuçlarını tahmin etmenin çok zor olmasıdır. İkincisi ise seçilen değişkenlerin maç sonucu üzerine etkisi az olan değişkenler olmasıdır. Üçüncüsü ise maç sonucunun 3 kategorisinin olmasıdır.

Kaynaklar

[1] G. Bilek and E. Ulas, "Predicting match outcome according to the quality of opponent in the English premier league using situational variables and team performance indicators," Int. J. Perform. Anal. Sport, vol. 19, no. 6, pp. 930–941, Nov. 2019.

[2] A. C. Constantinou, N. E. Fenton, and M. Neil, "pi-football: A Bayesian network model for forecasting Association Football match outcomes," Knowledge-Based Syst., vol. 36, pp. 322–339, Dec. 2012.

[3] N. Razali, A. Mustapha, F. A. Yatim, and R. Ab Aziz, "Predicting Football Matches Results using Bayesian Networks for English Premier League (EPL)," IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng., vol. 226, no. 1, p. 012099, Aug. 2017.

[4] C. Lago-Peñas, M. Gómez-Ruano, D. Megías-Navarro, and R. Pollard, "Home advantage in football: Examining the effect of scoring first on match outcome in the five major European leagues," Int. J. Perform. Anal. Sport, vol. 16, no. 2, pp. 411–421, Aug. 2016.

[5] J. B. Taylor, S. D. Mellalieu, N. James, and D. A. Shearer, "The influence of match location, quality of opposition, and match status on technical performance in professional association football," J. Sports Sci., vol. 26, no. 9, pp. 885–895, Jul. 2008.

[6] C. Lago-Peñas, J. Lago-Ballesteros, and E. Rey, "Differences in performance indicators between winning and losing teams in the UEFA Champions League," J. Hum. Kinet., vol. 27, no. 1, 2011.

[7] C. H. Almeida, A. P. Ferreira, and A. Volossovitch, "Effects of match location, match status and quality of opposition on regaining possession in UEFA champions league," J. Hum. Kinet., vol. 41, no. 1, 2014.

[8] M. J. Dixon and S. G. Coles, "Modelling association football scores and inefficiencies in the football betting market," J. R. Stat. Soc. Ser. C (Applied Stat., vol. 46, no. 2, pp. 265–280, Jan. 1997.

[9] D. Karlis and I. Ntzoufras, "Analysis of sports data by using bivariate Poisson models," J. R. Stat. Soc. Ser. D (The Stat., vol. 52, no. 3, pp. 381–393, Oct. 2003.

[10] A. J. Lee, "Modeling scores in the Premier League: Is Manchester United really the best?," CHANCE, vol. 10, no. 1, pp. 15–19, 1997.

[11] M. J. Maher, "Modelling association football scores," Stat. Neerl., vol. 36, no. 3, pp. 109–118, Sep. 1982.

[12] S. Coxe, S. G. West, and L. S. Aiken, "The analysis of count data: A gentle introduction to Poisson regression and its alternatives," J. Pers. Assess., vol. 91, no. 2, pp. 121–136, Feb. 2009.

[13] Y. Qi, "Random forest for bioinformatics," in Ensemble Machine Learning: Methods and ApplicatiOns, 2012.

[14] P. Yang, Y. Hwa Yang, B. B. Zhou, and A. Y. Zomaya, "A Review of Ensemble Methods in Bioinformatics," Curr. Bioinform., vol. 5, no. 4, 2010.

[15] D. Korkmaz, H. E. Çelik, and M. Kapar, "Sınıflandırma ve Regresyon Ağaçları ile Rastgele Orman Algoritması Kullanarak Botnet Tespiti: Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Örneği," Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilim. Enstitüsü Derg., vol. 23, no. 3, pp. 297–307, Dec. 2018.

[16] J. D. Watts, S. L. Powell, R. L. Lawrence, and T. Hilker, "Improved classification of conservation tillage adoption using high temporal and synthetic satellite imagery," Remote Sens. Environ., vol. 115, no. 1, pp. 66–75, Jan. 2011

3D Medikal Görüntülerin Bölütlenmesi Üzerine Bir İnceleme

Saadin OYUCU[1]*

[1]*Adıyaman Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Adıyaman, Türkiye*

Özet

Daha fazla ayrıntı sunmasından dolayı sıklıkla tercih edilen 3D medikal görüntülerin bölütlenmesi daha düşük boyutlu görüntülerin bölütlenmesine göre daha zorlu bir görevdir. 3D görüntü bölütleme işleminden önce ilgilenilen görüntü dilimini tanımlamak için 3D medikal görüntünün belirli aralıklarla kaydırılması gerekir. Diğer bir zorlu görev ise büyük miktarda fazla görüntünün niceliksel analizinin zorluğudur. Bu zorlukları aşabilmek için literatürde önerilen çözümler incelenmiştir. Önerilen çözümlerin 3D medikal görüntü bölütleme işlemi üzerine başarımları ve etkileri değerlendirilmiştir. Önerilen çözümler ve başarım oranları değerlendirilerek gelecekteki çalışmalar için detaylı bilgiler sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: *Görüntü Bölütleme, medikal görüntü bölütleme, derin öğrenme, CNN.*

A Review on Segmentation of 3D Medical Images

Abstract

Segmentation of 3D medical images is a more challenging task than segmentation of lower-dimensional images. Before 3D image segmentation, the 3D medical image must be shifted at specific intervals to define the image segment of interest. Another challenging task is the difficulty of quantitative analysis of large images in large quantities. To overcome these difficulties, the solutions proposed in the literature have been examined. The performance of the proposed solutions on 3D medical image segmentation was evaluated. Detailed information was presented for future studies by evaluating the proposed solutions and success rates.

Keywords: *Image Segmentation, Medical Image Segmentation, Deep Learning, CNN.*

1 Giriş

Medikal görüntüyü belirli açılardan ve benzer piksellerden oluşan bölümlere ayıran görüntü bölütleme işlemi medikal görüntü işleme uygulamaları için oldukça önemli bir aşamadır. Görüntü bölütleme işlemi incelemenin güvenilirliğini arttırmanın yanı sıra görüntüyü analiz edecek uzmanlar üzerindeki yükü de azaltmaktadır[1].

Medikal görüntülerin elde edilmesinde sıklıkla kullanılan bilgisayarlı tomografi (CT: Computed Tomography) ve manyetik rezonans görüntüleme (MRI: Magnetic Resonance imaging) medikal görüntüleme teknolojileri ile 3D görüntüler elde edilebilmektedir. CT çok sayıda X-ışını yansımalarını birleştiren tıbbi bir görüntüleme yöntemidir[2]. CT görüntüleri ile yumuşak dokular, kan damarları, akciğerler, beyin, kalp, karın ve kemik gibi vücudun belirli kısımlarının 3D görünümleri elde edilebilir. MRI, organların ve dokuların ayrıntılı görüntülerini oluşturmak için radyo dalgaları ve manyetik alan teknolojisi kullanmaktadır. Bu teknolojiler ile elde edilen 3D görüntülerin bölütlenmesi daha düşük boyutlu görüntü bölütlenmesi işlemine göre daha zorlu bir görevdir. 3D görüntü bölütleme işleminden önce ilgilenilen görüntü dilimini tanımlamak gerekir. Bu zorluğu aşabilmek için literatürde otomatik dilimleme yöntemi önerilmiştir[3]. Diğer bir zorlu görev ise büyük miktarda görüntünün niceliksel analizinin zorluğudur. 3D medikal görüntülerin

bölütlenmesi işlemi için türler arasındaki farklılıkları göstermeye çalışan modeller ve alt piksel doğruluğu yaklaşımı ile nesne sınırını çizebilen yöntemler, görüntü analiz problemlerinde başarıyla kullanılmıştır[4],[5]. Geleneksel türler arasındaki farklılık gösteren yaklaşımlar; kenarlar, bölge yoğunluğu ve doku gibi yerel görüntü özelliklerine dayanmaktadır.

Yapay sinir ağları kullanılarak gerçekleştirilen görüntü bölütleme uygulamalarında ise çok katmanlı yapay sinir ağları kullanmıştır. Yapay sinir ağında yer alan giriş katmanındaki sinir hücresi sayısı, her piksel için giriş özelliği sayısına bağlı olarak işlem yapmaktadır. Yapay sinir ağlarının kısıtlarından dolayı görüntü bölütleme işlemlerinde Konvolüsyonel Sinir Ağları (CNN: Convolutional Neural Network) modellerini kullanan derin öğrenme yaklaşımları kullanılmaya başlamıştır.

Bu çalışmada 3D medikal görüntüler üzerinde gerçekleştirilen bölütleme işleminde ortaya çıkan farklı sorunlar ele alınmıştır. Ana sorun 3D medikal görüntülerin birbirinden farklı teknolojiler ile elde edilmesinden dolayı (örneğin; CT, MRI vb.), farklı bölütleme yaklaşımlarının uygulanmasıdır. İkinci sorun performans ve karmaşıklıktır. Üçüncü sorun ise uygulanabilirlik ve esneklik olarak karşımıza çıkmaktadır. Belirtilen sorunları çözebilmek için kapsamlı bir literatür incelemesi gerçekleştirilmiştir. Literatürde gerçekleştirilen çalışmalarda hangi veri setlerinin kullanıldığı ve veri setlerinin bölütleme işlemi üzerindeki etkisi açıklanmıştır. Ayrıca 3D CNN yöntemlerinin yumrucuk, lezyon veya sıvı doku algılama işlemleri için kullanılmasının klasik yöntemlere göre performans bakımından nasıl bir sonuç verdiği araştırılmıştır.

2 İlgili çalışmalar

3D medikal görüntü bölütleme işlemi için geliştirilen yöntemler genel olarak iki sınıfa ayrılmaktadır. Klasik makine öğrenmesine dayalı yöntemler. Bu tür yöntemler, destek vektör makineleri [6] ve Gauss karışım modelleri gibi el ile yapılandırılmış özelliklere sahip farklı sınıflandırıcılar kullanmaktadır. Otomatik öğrenilen özelliklerin kullanıldığı yaklaşımlar ve derin öğrenme yöntemleri. Bu yöntemler, paralel kısa süreli hafıza, çok katlamalı yapay sinir ağları, birden fazla katman ve nöron boyutuna sahip yöntemlerdir.

CNN'lerin ise iki ana türü bulunmaktadır. Birinci tipte tek dilim, bir araya getirilmiş bitişik dilimler veya 3D dik düzlemler olarak hazırlanmış 2D CNN'lerin versiyonları kullanılmıştır. Diğer yöntemde ise nesneleri görüntü verilerden saptamak veya bölütlemek için gerçek 3D CNN'ler kullanılmıştır.

3D medikal görüntü bölütleme üzerine yapılan benzer çalışmalarda kullanılan yöntemler aynı olsa da kullanılan veri setleri çalışmalar arasında farlılık göstermektedir. Örneğin kalp sağ ventrikülleri bölütlemek için 3D çok ölçekli CNN kullanan bir çalışmada kardiyak MRI verileri [7] kullanılırken aynı CNN mimarisi ve yöntemi prostat durumunu belirlemek için alt karın bölgesi MRI görüntüleri üzerinde kullanılmıştır [8]. Farklı bir çalışmada ise benzer veriler üzerinde 3D CNN ile grafik modelli bölütleme işlemi birlikte uygulanmıştır [9]. Beyin lezyonlarının bölütlenmesi ve tümör gibi zararlı yapıların tespiti için birçok çalışmada CNN'e dayalı ve aynı yöntemler kullanılmıştır [10],[11]. Beyin lezyonlarının tespiti için benzer çalışmalar MRI görüntüleri yerine CT görüntüleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir [12].

Farklı 3D medikal görüntüler üzerine gerçekleştirilen çalışmalardan biri de distal femur kemiği üzerinde gerçekleştirilen bölütleme işlemidir. Bu çalışmada 3D CNN kullanılmıştır [13]. Fakat bölütleme işlemi bir dizi işlemin sonucuna uygulanarak bölütleme başarımı arttırılmıştır. Katı dönüşümleri hesaplamak için yüzey eğriliği olan birkaç yer işareti tespit edilmiştir.

Literatürdkeki çalışmaların bir kısmı 3D MRI görüntüleri üzerinden CT görüntülerini elde edilmesi üzerine yoğunlaşmıştır. MRI'dan CT elde edilmesi için CNN kullanılarak görüntü iyileştirilmesi yapılmış ve ardından elde edilen medikal görüntü üzerine bölütleme işlemi uygulanmıştır [14]. Bu tür çalışmalarda genellikle CNN veya FCN kullanımı tercih edilmiştir. Fakat bazı çalışmalarda oylama tabanlı [15], snake tabanlı [16] veya rastgele orman tabanlı [17] yaklaşımlar ile hibrid bir uygulama sunmaya çalışılmıştır.

Sonuç olarak, daha önceleri CT ve MRI taramalarından elde edilen 3D medikal görüntüleri bölütlemek için boyutlandırılmış bir girdi üzerinde 3D CNN kullanıldığı görülmüştür. En iyi performans gösteren değerleri seçmek için bir dizi ağ mimarisi ve öğrenme parametresinin hazırlanması gerektiği belirtilmiştir. Yapılan birçok çalışma halka açık beyin MRI görüntüleri [18] veya kanser görüntü arşivi [19] üzerinden sunulan veri setleri üzerine gerçekleştirilmiştir. Akciğer görüntü veri seti

mevcut en büyük veri kümelerinden biridir [19]. Ancak çok azının tanımlı olmasından dolayı gerçekleştirilecek işlemlerin başarımı için küçüktür.

3 Geleneksel yapay sinir ağları

Geleneksel bir yapay sinir ağında nöronlar katmanlara yerleştirilmektedir. İşlem elemanları birbirlerine paralel olarak bağlı 3 katman halinde bir araya gelerek yapay sinir ağını oluştururlar. Bunlar girdi katmanı, ara katmanlar ve çıktı katmanlarıdır. Bilgiler yapay sinir ağına girdi katmanından iletilir. Ara katmanlarda işlenerek çıktı katmanına gönderilir. Bilgi işlemeden kasıt ağa gelen bilgilerin ağın ağırlık değerleri kullanılarak çıktıya dönüştürülmesidir. Yapay sinir ağının doğru çıktıları üretebilmesi için ağırlıklarında doğru değerlerin olması gerekmektedir. Ağın bir olayı öğrenmesi o olay için en doğru Yapay Sinir Ağı (ANN: Artificial Neural Network) modelini seçmekle mümkündür. Literatürde birçok ANN modeli geliştirildiği görülmektedir. ANN'ler, Biyolojik Sinir Ağlarından (BNN: Biological Neural Network) esinlenen bir makine öğrenme tekniğidir.

Klasik ANN mimarilerinin dışında büyük bir yapay sinir ağının yinelemeli bir süreç vasıtasıyla en az bir ağ ile başlayarak gelişen basamaklı ağlar gibi otomatik değişken parametre ayarı içeren yöntemler de önerilmektedir [39]. Bu yöntemlerde en iyi seçimler için her yinelemede farklı katmanlarda daha fazla nörona sahip olunacaktır. Nöronlar arasındaki her bağın birim veya sayı olarak bir ağırlığı bulunmaktadır. Her nöron, aktivasyon noktasını kaydırmak için bir aktivasyon fonksiyonuna sahiptir. Gizli nöronlar için ise geleneksel seçenekler hiperbolik teğet ve lojistik fonksiyonlarının belirlenmesi gerekmektedir. Yapay sinir ağlarının öğrenmesi için ise iki yaklaşım bulunmaktadır. Danışmanlı ve danışmansız öğrenmedir[21]. Yapay sinir ağlarında en fazla kullanılan öğrenme metodu olan danışmanlı öğrenmede, yapay sinir ağına örnek olarak bir çıktı verilir ve bu çıktıyla ağın ürettiği çıktı karşılaştırılır[21].

3.1 Geleneksel yapay sinir ağlarının kısıtları

Yapay sinir ağlarının kısıtları aşağıdaki belirtildiği gibi dört maddede açıklanmıştır[22];

- ✓ Yapay sinir ağları bir kara kutu gibi çalışmaktadır. Dolayısıyla nedensel ilişkileri tanımlayabilmek için sınırlı bir kabiliyete sahiptir. Model geliştiricisi, öncelikle ağ için eğitim verilerini hazırlar, ardından ağın kendini eğitmesine ve hangi girdi değişkenlerinin önemli olduğunun belirlemesine izin verir. Belli bir çıktıya, en çok katkıda bulunan değişkenlerin hangi değişkenler olduğu kolayca belirlenemez ve bir yapay sinir ağı modeli, geliştiricinin istemediği çok sayıda önemsiz öngörücü değişken içerebilir. Sinir ağlarının kara kutu özelliği azaltılmaya çalışılırken zaman kaybı bir kısıt olarak karşımıza çıkmaktadır.
- ✓ Yapay Sinir ağı modellerinin paylaşımı oldukça zor bir süreçtir. Eğitilmiş bir sinir ağı modelini farklı kullanıcıların kullanabilmeleri için eğitimli yapar sinir ağı yazılımının bir kopyasının her bir son kullanıcıya sunulması gerekmektedir.
- ✓ Yapay Sinir ağı modellemesi çok fazla hesaplama kaynağı gerektirmektedir. Yapay sinir ağı modeli geliştirme, çok daha fazla hesaplama zamanı gerektiren ve hesaplama açısından yoğun işlemlerin yapıldığı işlemler bütünüdür. Standart kişisel bilgisayar donanımı ile bir yapay sinir ağının en düşük hata ile en iyi öğrenme durumuna yaklaşması genellikle haftalar alabilmektedir. Bazı durumlarda yapay sinir ağı modelleri aşırı uyumluluk eğilimi gösterebilmektedir. Bir sinir ağı modelinin etkileşimleri ve doğrusal olmayan modellemeye sahip olması bazı durumlarda dezavantaj sağlamaktadır. Bu durum düşük performansa sahip bir eğitim veri setinde aşırı uyuma neden olabilmektedir. Genel olarak aşırı uyum üç ana yolla engellenir. Gizli düğümlerin sayısını sınırlayarak, büyük ağırlıklar için hedef fonksiyona bir ceza terimi ekleyerek veya çapraz doğrulama kullanıp eğitim veri miktarını sınırlayarak engellenir.
- ✓ Yapay sinir ağı modelinin gelişimi deneye dayalı ve disiplinler arası bir süreçtir. Elde edilen çoklu eğitim algoritmaları ve model gelişiminin deneye dayalı niteliği göz önüne alındığında, belirli bir uygulama için en iyi çözüm veren yapay sinir ağı geliştirildiğine karar vermek zordur. Bu nedenle model geliştiricilerin öğrenme oranları, momentum terimleri ve gizli düğüm sayısı gibi eğitim parametreleri üzerine hassasiyet analizleri gerçekleştirmesi gerekmektedir.

Sonuç olarak probleme uygun yapay sinir ağı yapısının belirlenmesi genellikle deneme yanılma yolu ile yapılmaktadır. Uygun yapay sinir ağının oluşturulamaması, düşük performanslı çözümlere neden olabilmektedir. Uygun ağ oluşturulduğunda ise iyi bir çözüm bulunabilir fakat yapay sinir ağı bu

çözümün en iyi çözüm olduğunu garanti etmemektedir. Yapay sinir ağındaki öğrenme katsayısını, gizli katman sayısını ve gizli katmanlardaki nöron sayılarını belirlemek için genel geçer bir kural yoktur. Yapay sinir ağlarındaki en iyi çözüm ucu açık ve sürekli araştırılan bir konudur. Bütün bu dezavantajlarına rağmen, yapay sinir ağları kullanılarak farklı problemlere değişik şekilde çözümler üretilmekte ve uygulamalarda başarılı şekilde kullanılmaktadır.

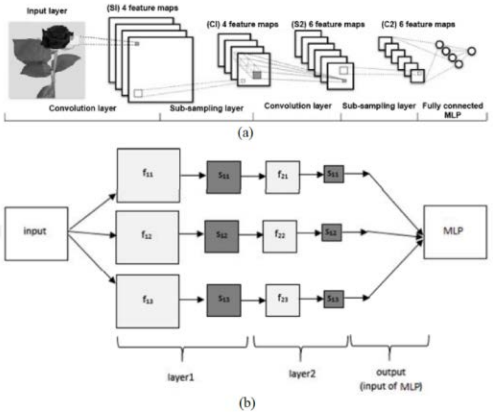
4 Derin Öğrenme

Derin öğrenme yaklaşımlarının temelinde geleneksel yapay sinir ağları yatmaktadır. Derin öğrenme yaklaşımındaki derin ifadesi birbirinin üzerine yığılan birden fazla katmanı temsil etmektedir. Derin öğrenme mimarisi her biri üst düzey temsilleri, yani özellikleri çıkartması beklenen katmanlar tarafından oluşturulmaktadır [23]. Çok katmanlı yapay sinir ağları, bir giriş katmanı, birden fazla gizli katman ve bir çıkış katmanı içermektedir [24]. Derin sinir ağlarının örüntü tanıma işleminde başarımı arttıran gizli katmanların sayısı arttıkça başarım oranını daha da yükselmektedir. Her tabaka bir ağırlık vektörü, önyargı vektörü ve bir çıktı vektörüne sahiptir.

Mevcutta üç ana derin öğrenme yaklaşımını bulunmaktadır. Bunlar DBN, Tekrarlayan Sinir Ağları (RNN: Recurrent Neural Networks) ve CNN olarak bilinmektedir. Her yaklaşımın diğer yaklaşımlara göre avantajları ve kullanım alanları bulunmaktadır. DBN, bir defada gizli özelliklerin bir katmanını öğrenmek için RBM kullanılarak eğitilmiş olasılık üreten modeldir [25]. DBN, RBM katmanlarının birbiri üzerine yerleştirilmesinden elde edilmektedir. CNN, veri boyutu azaltma avantajına sahip özel bir yapay sinir ağı türüdür. Modelin "derinliği", fonksiyonları bir seri dönüşüme dönüştürmektir. RNN ise temel olarak ileri beslemeli çok katmanlı algılayıcı kavramına dayanan bir derin öğrenme yaklaşımdır.

Birçok alanda uygulanan CNN, görüntüler ve videolar gibi iki boyutlu verilerle üzerinde kullanıldığında diğer yöntemlere göre üstünlük göstermiştir[26]. Bu dönüşümler, girdileri ara temsillere dönüştürmek ve sonunda çıktıya ulaşmak için kullanılmaktadır. CNN'de, gizli katmandaki her bir nöron, filtrenin boyutuyla görüntünün bölgelerini almaktadır. Şekil 1'de CNN mimarisinin hem ağdaki yayılımı hem de katmanlar ile gösterimi verilmiştir.

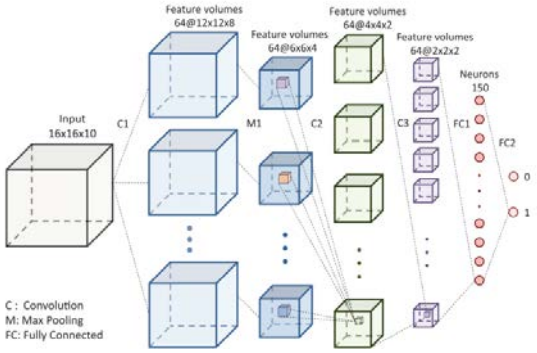
Şekil 1'de görüldüğü gibi alt örnekleme aşamaları ve konvolüsyonel katmanlar bir CNN'in mimarisini oluşturmaktadır. Konvolüsyonel katmanlarda filtreler görev almaktadır. Filtreler görsel boyunca kaydırılır ve bu kaydırma sırasında görselin değerleri ile filtredeki değerler çarpılır. Elde edilen değerler toplanır ve net sonuç bulunur. Bu işlemi tüm görsellere uygulanarak yeni bir görsel elde edilmiş olur. CNN modelleri öznitelik etiketi bilgisine sahip girdi resmi modeli beslenmektedir.



Şekil 1. CNN'nin iki farklı gösterimi: (a) ağdaki girdinin yayılımı (b) katmanla ilgili temsil görünümü[24]

4.1 3D konvolüsyonel sinir ağları

3D CNN üzerine ilk mimari 2013 yılında önerilmiş ve gerçek dünyadaki insan eylemlerinin tanımlanmasında kullanılmıştır [27]. Sadece mekâna dayalı boyutlardan değil aynı zamanda zamansal boyutları da hesaplamak için CNN'lerin konvolüsyon katmanlarına 3D katmanlar eklenmesi önerildi. 3D konvolüsyon da bir 3D nöronu, birden fazla bitişik çerçeveyi birbirine ekleyerek oluşturulan küp şekline dönüştürülerek elde edilmektedir. Bu yapıyla, konvolüsyon tabakasındaki özellik haritaları bir önceki katmandaki çok sayıda bitişik çerçeveye bağlanmaktadır. Böylece bir önceki katmandaki bölütleme bilgisi yakalanmaktadır. 3D konvolüsyon katmanları belirledikten sonra, şekil 2'de gösterildiği gibi konvolüsyon, maksimum havuzlama katmanlarını birbirine ekleyerek 3D CNN modelini oluşturmaktadır.



Şekil 2. Hiyerarşik 3D CNN modeli [28]

Konvolüsyon katmanında birden fazla 3D özellik hacimleri üretilmektedir. Maksimum havuzlama katmanında, özellik hacimleri bir kübik komşuluk ilişkilerine dayalı olarak alt örneklenmektedir. Tam bağlı katmanda ise 3D özellik hacimleri giriş olarak bir özellik vektörüne verilmekte ve düzleştirilmektedir. Son olarak çıktı katmanı, tahmin olasılıklarını vermek için softmax aktivasyonunu kullanmaktadır. 3D CNN'de önemli konu bir görüntü imgesinin 3 boyutlu olarak tutulması ve öğrenilmesidir. Bu nedenle 3D CNN işlemi hesaplama açısından zorlu bir görevdir.

5 Sonuçlar

Derin öğrenme yaklaşımlarının medikal görüntü bölütleme işlemlerinde popüler olmasının nedenlerini şu şekilde sıralanmıştır; medikal görüntüleme cihazlarının gelişmesi ve yaygınlaşması sayesinde daha fazla medikal görüntü elde edilebilmiştir. Bu görüntüler derin öğrenme uygulamalarının eğitilmesinde kullanılarak medikal görüntü bölütleme işleminin başarımının artmasını sağlamıştır. GPU'lar sayesinde CPU'nun yavaş kaldığı hesaplama işlemleri artık çok daha hızlı yapılabilmektedir. Derin öğrenme yaklaşımları için gerekli eğitim ve hesaplama işlemleri GPU'lar üzerinde yapılarak yüksek işlem gücünden yararlanılmıştır. İşlem gücünün artması ile daha derin mimariler oluşturulmuş ve medikal görüntü bölütleme işlemlerinin başarımı arttırmıştır. Belirtilen nedenlerden dolayı medikal görüntü bölütleme işleminde daha fazla medikal görüntü daha kısa sürede analiz edilebilmektedir.

Derin öğrenme yaklaşımını kullanan birçok 3D medikal bölütleme uygulamasında 3D CNN yöntemi kullanılmıştır. 3D CNN'in başlıca dezavantajı zaman performansıdır. Geleneksel kayan pencere stratejisini kullanarak bölütleme işlemi için doğrudan 3D CNN'leri uygulamak, özellikle girdi görüntüleri yüksek çözünürlüklerle elde edildiğinde binlerce, hatta milyonlarca 3D blok örneğinin analiz edilmesi gerektirdiği için uygulanamamaktadır.

Sonuç olarak medikal görüntü bölütleme işlemi üzerine birçok ön işleme, farklı katman ve her katmanda farklı nöron sayısına sahip CNN modellerinin geliştirildiği görülmüştür. Bu modellerin birbirlerine göre avantaj ve dezavantajları mevcuttur. 3D medikal görüntü bölütleme işlemini gerçekleştirecek bir 3D CNN'nin kullanılması diğer yöntemlere göre daha fazla başarım sağlayacaktır. Ancak, 3D medikal görüntüleri çok boyutlu pikseller ile temsil eden 3D CNN yaklaşımı kullanarak bölütleme işlemi yapılırken zaman performansı sorunuyla karşılaşılmaktadır. Bu nedenle, 3D medikal görüntülerin başarılı bir şekilde bölütlenmesi için çalışmalar yapılırken aynı zamanda işlem/zaman performansının arttırılması için farklı özelliklere sahip çalışmalar da gerçekleştirilmelidir.

Teşekkür

Bu çalışmaya verdiği değerli katkılardan dolayı Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği öğretim üyesi Doç. Dr. Hüseyin POLAT'a teşekkür ederim.

Kaynaklar

[1] Zhou X, Takayama R, Wang S. Hara T, Fujita H. "Deep learning of the sectional appearances of 3D CT images for anatomical structure segmentation based on an FCN voting method". *Med. Phys.,* 2017.

[2] Boyd DP. "Instrumentation and Principles of CT. Cardiac PET and PET/CT Imaging". Springer New York, 19–33, 2007.

[3] Vos BD, Viergever MA, Jong PA, Išgum I. "Automatic Slice Identification in 3D Medical Images with a ConvNet Regressor". *Springer*, Cham, 161–169, 2016.

[4] Mukherjee S, Acton ST. "Region Based Segmentation in Presence of Intensity Inhomogeneity Using Legendre Polynomials". *IEEE Signal Process. Lett.,* vol. 22(3), 298–302, Mar. 2015.

[5] Cremers D. "Dynamical statistical shape priors for level set-based tracking," IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell., vol. 28(8), 1262–1273, 2006.

[6] Chen H, Dou Q, Yu L, Qin J, Heng P. A. "VoxResNet: Deep voxelwise residual networks for brain segmentation from 3D MR images". *NeuroImage*, 170(2018), 446-455, 2018.

[7] Giannakidis A. "Fast Fully Automatic Segmentation of the Severely Abnormal Human Right Ventricle from Cardiovascular Magnetic Resonance Images Using a Multi-Scale 3D Convolutional Neural

Network". Conference Signal-Image Technology Internet-Based System, 42–46, 2016.

[8] Milletari F, Navab N, Ahmadi S.A. "V-Net: Fully convolutional neural networks for volumetric medical image segmentation". 4th International Conference 3D Vision, 3DV, 565–571, 2016.

[9] Yan K. "Automatic prostate segmentation on MR images with deep network and graph model". Annual International Conference IEEE Engineering Medical Biology Socical EMBS, 635–638, 2016.

[10] Brosch T, Tang L, Yoo Y, Li D. K. B, Traboulsee A, Tam R. "Deep 3D Convolutional Encoder Networks With Shortcuts for Multiscale Feature Integration Applied to Multiple Sclerosis Lesion Segmentation". *IEEE Transaction Medical Imaging,* 35(5), 1229–1239, 2016.

[11] Zhao L, Jia K. "Deep Feature Learning with Discrimination Mechanism for Brain Tumor Segmentation and Diagnosis". Intelligence Information Hiding Multimed. Signal Process. IIH-MSP, 306–309, 2016.

[12] Gao X. W, Hui R. "A deep learning based approach to classification of CT brain images". SAI Computer Conference, 28–31, 2016.

[13] Yang D, Zhang S, Yan Z, Tan C, Li K, Metaxas D. "Automated Anatomical Landmark Detection on Distal Femur Surface Using Convolutional Neural Network". Biomedecial Imaginging IEEE, 17–21, 2015.

[14] Oktay O. "Anatomically Constrained Neural Networks (ACNN): Application to Cardiac Image Enhancement and Segmentation". *IEEE Transactions on Medical Imaging,* 1–12, 2017.

[15] Zhou X, Ito T, Takayama R, Wang S, Hara T, Fujita, H. "Three-dimensional CT image segmentation by combining 2D fully convolutional network with 3D majority voting". Lecture Notes in Computer Science, 10008 LNCS, Springer, 111–120, 2016.

[16] Singhal N, Mukherjee S, Perrey C. "Automated Assessment of Endometrium from Transvaginal Ultrasound Usıng Deep Learned Snake Nitin Singhal Suvadip Mukherjee". 283–286, 2017.

[17] Dong S, Luo G, Sun G, Wang, K, Zhang H. "A Left Ventricular Segmentation Method on 3D Echocardiography Using Deep Learning and Snake" 473–476, 2016.

[18] Mendrik A. M. "MRBrainS Challenge: Online Evaluation Framework for Brain Image Segmentation in 3T MRI Scans". Computer Intelligence Neuroscience, 1–16, 2015.

[19] Brahim A.S, Abdelhamid H, Aicha M. "Lung CT Image Segmentation Using Deep Neural Networks". *Procedia Computer Science*, 127(2018), 109-113, 2018.

[20] Lai M. "Deep Learning for Medical Image Segmentation". arXiv:1505.02000, 2015.

[21] Ataseven B. "Yapay sinir ağlari ile öngörü modellemesi". *Öneri Dergisi*, 10(39), 101–115, 2013.

[22] Tu JV. "Advantages and disadvantages of using artificial neural networks versus logistic regression for predicting medical outcomes". *Journal Clinical Epidemiology*, 49(11), 1225–1231, 1996.

[23] Rasmussen C, Bisanz J. "Executive functioning in children with fetal alcohol spectrum disorders: Profiles and age-related differences". *Child Neuropsychology*, 15(3), 201–215, 2009.

[24] Pierre B. "Deep Learning in Biomedical Data Science". *Annual Review of Biomedical Data Science*, 1(1), 181-205, 2018.

[25] Hinton G.E, Osindero S, The Y.W. "A Fast Learning Algorithm for Deep Belief Nets". *Neural Computing*, 18(7), 1527–1554, 2006.

[26] Cireşan D.C, Meier U, Masci J, Gambardella L.M, Schmidhuber J. "Flexible, high performance convolutional neural networks for image classification". International Conference Artificial Intelligence, 1237–1242, 2011.

[27] Ji S, Xu W, Yang M, Yu K. "3D Convolutional Neural Networks for Human Action Recognition". *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 35(1), 221–231, 2013.

[28] Dou Q. "Automatic Detection of Cerebral Microbleeds from MR Images via 3D Convolutional Neural Networks". *IEEE Transaction Medical Imaging*, 35(5), 1182–1195, 2016.

XGBoost Feature Selection on Chronic Kidney Disease Diagnosis

Zeliha Ergul Aydin[1]*, Zehra Kamisli Ozturk[1]

[1] *Eskisehir Technical University, Department of Industrial Engineering, Eskisehir, Turkey*

Abstract

Chronic Kidney Disease (CKD) is one of the top ten leading causes of death globally. Machine learning classification algorithms can diagnosis CKD in the early-stage which reduces treatment cost, mortality risk, need for kidney transplantation, and need for dialyzing. Feature selection methods can improve the classification algorithms performance by eliminating the redundant and noisy features. In this study, we aim to perform XGBoost feature selection to increase classification algorithms' diagnosis performance. For this purpose, we use a CKD dataset consisting of 400 samples in the UCI machine learning database and perform XGBoost feature selection. After feature selection, we impute missing data with mean imputation and train SVM, KNN, XGBoost classifiers on the selected feature. Experiments show that the XGBoost classifier trained on 12 features selected with XGBoost feature selection gives the highest classifier accuracy with 99.75%.

Keywords: Feature Selection, Disease Diagnosis, Machine Learning, XGBoost, Missing Data

1 Introduction

The growing availability and volume of electronic health records (EHR) create the opportunity to use machine learning algorithms to diagnose chronic diseases. Chronic disease diagnosis with machine learning provides medical professionals time to academic research, reduces diagnosis time and cost. It is advantageous to use machine learning algorithms for chronic diseases whose early diagnosis saves lives. Machine learning gave satisfactory results in chronic disease diagnosis such as hypothyroidism [1], diabetes mellitus [2], and Alzheimer [3] . One of the most common chronic diseases, Chronic Kidney Disease (CKD), gradually damages kidney structure and functions over time. According to the World Health Organization, CKD is one of the top ten leading causes of death worldwide [4]. CKD is asymptomatic in the early stages; therefore, the early diagnosis is challenging. Besides, early-stage detection of CKD can reduce treatment cost, mortality risk, need for kidney transplantation, and need for dialyzing. Machine learning algorithms such as support vector machine (SVM) [5], K-nearest neighbor (KNN) [6], eXtreme gradient boosting (XGBoost) [7], Random Forest [8] can help early diagnosis of CKD.

EHR including patients' all health records, may contain missing values, redundant and noisy features for CKD prediction. As it can affect the success of the machine learning diagnosis model, it is essential data reduction before applying machine learning algorithms [9]. Feature selection methods reduce the dimensionality of data by selecting the most informative features. Reducing the number of the features used in CKD diagnosis can increase diagnosis performance and decrease the diagnosis time and cost. Most CKD diagnosis studies with machine learning have performed feature selection after the missing data imputation. However, imputing missing data before feature selection may result in biased prediction [10]. Accordingly, we aim to perform feature selection without missing data imputation for CKD diagnosis in this study. We use the XGBoost classifier that works with missing data as a feature selection method and SVM, KNN, and XGBoost classifiers for CKD prediction to achieve this aim.

The rest of the paper is divided into four sections. In Section 2, we give a review of existing studies. Section 3 present the dataset description and XGBoost feature selection method used in this study. In Section 4, we present our experimental design, results, and discussions. Finally, the conclusion and future works are given in Section 5.

* İletişim e-posta: zergul@eskisehir.edu.tr

Tablo 1. CKD Dataset Features' Characteristics

Feature	Description	Missing Ratio %
Age	a numeric value in range [4 -90] year	2.25
Blood Pressure	a numeric value in range [50 -180] mm/Hg	3.00
Specific Gravity	a nominal value in {1.005,1.010,1.015,1.020,1.025}	11.75
Albumin	a nominal value in {0,1,2,3,4,5}	11.50
Sugar	a nominal value in {0,1,2,3,4,5}	12.25
Red Blood Cells	a nominal value {normal,abnormal}	38.00
Pus Cell	a nominal value {normal,abnormal}	16.25
Pus Cell clumps	a nominal value {present,notpresent}	1.00
Bacteria	a nominal value {present,notpresent}	1.00
Blood Glucose Random	a numeric value in range [22 -490] mgs/dl	11.00
Blood Urea	a numeric value in range [1.5 -391] mgs/dl	4.75
Serum Creatinine	a numeric value in range [0.4 -76] mgs/dl	4.25
Sodium	a numeric value in range [4.5 -163] mEq/L	21.75
Potassium	a numeric value in range [2.5 -47] mEq/L	22.00
Hemoglobin	a numeric value in range [3.1 -17.8] gms	13.00
Packed Cell Volume	a numeric value in range [9 -54]	17.75
White Blood Cell Count	a numeric value in range [2200-26400] cells/cumm	26.50
Red Blood Cell Count	a numeric value in range [2.1-8.0] millions/cmm	32.75
Hypertension	a nominal value in {yes,no}	0.50
Diabetes Mellitus	a nominal value in {yes,no}	0.50
Coronary Artery Disease	a nominal value in {yes,no}	0.50
Appetite	a nominal value in {good,poor}	0.25
Pedal Edema	a nominal value in {yes,no}	0.25
Anemia	a nominal value in {yes,no}	0.25

2 Literature Review

In this section, we focus on studies that used feature selection methods in CKD diagnosis. CKD datasets discussed in the literature include a high rate of missing data like other medical datasets. Elhoseny et al. [11] imputed missing data and then obtained feature subset by Density based Feature Selection (DFS) and Ant Colony based Optimization (D-ACO) algorithm. They got a significant improvement in CKD prediction performance using fewer features with this wrapper feature selection method. Ogunleye and Wang [12] combined recursive feature elimination, extra tree classifier, and univariate feature selection method for feature selection and reached 100% accuracy with XGBoost classifier in CKD prediction. They used imputed dataset with median before feature selection step. Polat et al. [13] applied both filter and wrapper feature selection methods and reached 98.5% accuracy with SVM classifier. Almansour et al. [14] imputed missing data with mean of features and then performed recursive feature elimination and 99.75% accuracy with ANN. Manonmani and Sarojini Balakrishnan [15] applied teaching learning based algorithm for feature selection after missing data imputation with KNN and obtained 95.25% accuracy by using the CNN classifier. Tazin and et al. [16] used information gain score, selected the highest ten features, and got 99% accuracy with decision tree algorithms. Most of these studies have performed feature selection after the missing data imputation. XGboost can select features from incomplete datasets without missing data imputation. XGBoost feature selection was applied and successfully resulted in protein-protein interactions prediction [17], driving assessment and risk prediction [18].

To the best of our knowledge, the XGBoost feature selection has not been applied in CKD diagnosis. This study aims to perform XGBoost feature selection in CKD diagnosis with classification algorithms.

3 Materials and Methods

3.1 Dataset

We took the CKD dataset from UCI machine learning repository to perform feature selection and CKD diagnosis [19]. The CKD dataset includes 400

instances, of which 250 have CKD and 150 don't have CKD. Each instance has 24 features detailed in Table 1. As shown in Table 1, the CKD data set suffers from high rates of missing data, like other medical datasets.

3.2 Feature Selection with XGBoost

Feature selection methods can be categorized as filter, embedded, and wrapper methods. Filter methods calculate the statistical measure for each feature and choose the best *n* of them. Information gain, Pearson correlation, Fisher score, and chi-square are examples of filter methods. Wrapper methods use the machine learning model performance to evaluate the feature subset. Wrapper methods often used are forward feature elimination, backward feature elimination, and metaheuristic methods such as particle swarm optimization algorithm, genetic algorithm, differential evolution algorithm. On the other side embedded methods perform the feature selection as part of the machine learning model training step. Decision tree-based algorithms such as Random Forest, CART, C4.5, and recently XGBoost can be considered embedded methods.

The XGBoost algorithm proposed by Chen and Guestrin [20] in 2016 has attracted attention with its success in machine learning competitions. XGBoost is a boosting decision tree ensemble machine learning algorithm using gradient boosting. XGboost trains a new decision tree at each iteration to improve the performance of the current decision tree. Performance of the decision tree is obtained by the objective function given in Equation 1. Here l is a loss function that computes the fitness between prediction ($\hat{y}_i$), and the actual value (y_i), Ω represents the penalty term for the complexity of tree (f_k) structure.

$$Objective = \sum_i l(\hat{y}_i, y_i) + \sum_k \Omega(f_k) \quad (1)$$

XGBoost classifier returns the feature importance score based on the gain score in the training step. Equation 2 reveals the gain score for each split of the tree where IR represents right nodes, IL represents left nodes, g_i represents the first order gradient on the loss function, h_i represents the second order gradient on the loss, γ and λ are regularization parameters.

$$gain = \frac{1}{2}\left[\frac{(\sum_{i\in I_L} g_i)^2}{\sum_{i\in I_L} h_i + \lambda} + \frac{(\sum_{i\in I_R} g_i)^2}{\sum_{i\in I_R} h_i + \lambda} - \frac{(\sum_{i\in I} g_i)^2}{\sum_{i\in I} h_i + \lambda}\right] - \gamma \quad (2)$$

Feature importance is the average gain of all trees. The more meaningful and effective a feature is for the XGBoost classifier model, the higher the feature importance score. We chose *n* percent of the features with the highest feature importance score based on XGBoost.

3.3 Classifiers

We used support vector machine (SVM), K-nearest neighbor (KNN), and XGBoost as a classifier to validate XGBoost feature selection on the CKD dataset. SVM, develop by Cortes and Vapnik [21] is a commonly used effective classification algorithm. SVM separates classes with hyperplane by maximizing the margin between support vectors. Kernel functions are used to transform the dataset to linearly separable when a dataset is not linearly separable. KNN is a non-parametric lazy learning-based classifier. In a nutshell, the KNN algorithm predicts the class of new instances using k nearest neighbors' class information in training data. We already gave details about the XGBoost classifier in the previous section.

4 Experiments and Results

4.1 Experimental design

To apply 10-fold cross-validation, we split the CKD dataset into ten folds, in which nine folds are training dataset, and the remaining one is test dataset and repeated this process ten times. We applied the proposed CKD diagnosis process illustrated in Figure 1 for each time and reported average classifier performance. We selected 20%, 30%, 40%, and 50% of the features with the highest feature importance score based on XGBoost as a feature subset. Missing values were imputed with mean imputation, and classifiers were trained for each feature subset.

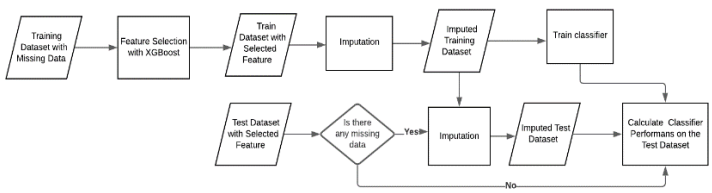


Figure 1. Proposed CKD diagnosis process

4.2 Evaluation metrics

Classification accuracy, sensitivity, specificity, Kappa statistic that were calculated by 10-fold cross-validation is used to evaluate the proposed model. These metrics' calculations are shown in Equation 3,4, and 5 respectively.

$$Accuracy = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \quad (3)$$

$$Sensitivity = \frac{TP}{TP + FN} \quad (4)$$

$$Specificity = \frac{TP}{TP + FP} \quad (5)$$

$$Kappa\ Statistic = \frac{OA - EA}{100 - EA} \quad (6)$$

Accuracy, sensitivity and specificity scores are between 0 and 1, while kappa statistic is between -1 and 1. The confusion matrix given in Table 1 shows the TP, TN, FP, and FN values explanation. In Equation 4, OA represents observed agreement and EA represents the expected agreement where Observed Agreement = %(Overall Accuracy) and Expected Agreement = (%(TP+FP)* %(TP+FN)) + (%(FN+TN)* %(FP+TN)).

Tablo 2. Confusion Matrix

		Actual	
		CKD	Not CKD
Prediction	CKD	TP	FP
	Not CKD	FN	TN

4.3 Parameter settings

We used XGBoost default parameters to calculate feature importance in the feature selection step and selected 50% of these features with the highest importance score. We tuned classifiers' hyperparameters by performing grid search with nested 10-fold.

4.4 Results

We provide the CKD classification results based on different classifiers and the percentage of the selected features with proposed XGBoost feature selection in Table 3. It is obviously seen that the XGBoost classifier, which trained on selected 50% and 60% of features, outperforms the other classifier for all performance metrics. Since we aim to reduce the number of features, we chose the XGBoost classifier trained on selected 50% of the features as the best CKD diagnosis model.

Tablo 3. Experimental results of proposed model

Classifier	Percentage of Selected Feature	Accuracy	Sensitivity	Specificity	Kappa statistic
KNN	30%	0.9875	0.993	0.976	0.974
	40%	0.995	0.993	0.994	0.989
	50%	0.995	**1.000**	0.988	0.989
	60%	0.99	0.993	0.981	0.979
SVM	30%	0.9825	0.993	0.962	0.963
	40%	0.9875	0.993	0.975	0.974
	50%	0.99	0.993	0.981	0.979
	60%	0.99	0.993	0.981	0.979
XGBoost	30%	0.995	**1.000**	0.988	0.989
	40%	0.9925	**1.000**	0.982	0.984
	50%	**0.9975**	**1.000**	**0.994**	**0.995**
	60%	**0.9975**	**1.000**	**0.994**	**0.995**

We also visualize the proposed model's performance metrics according to the percentage of the selected feature in Figure 2. In Figure 2, the superiority of the XGBoost classifier appears more clearly.

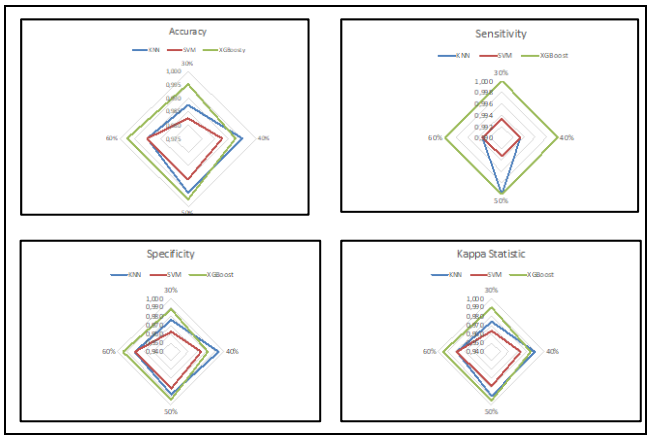


Figure 2. Performance metrics of the proposed model according to the percentage of the selected feature

Table 4 compares the results of the proposed model with the existing studies using the same dataset as this paper according to accuracy and the number of the selected features. The proposed model in this study yields higher accuracy with less feature than [16], [13]and [11]. Moreover, the proposed model yields the same accuracy as [14] with the same selected feature number. We can also say the proposed model can be competitive with [12].

Tablo 4. Comparison of the proposed model with the existing works

Model	Number of Feature	Accuracy
Ogunleye and Wang [12]	13	100%
Almansour et al. [14]	12	99.75%
Tazin and et al. [16]	15	99%
Polat et al. [13]	13	98.5%
Elhoseny et al. [11]	14	95%
Proposed Model	12	99.75%

5 Conclusion

In this study, we performed XGBoost feature selection without missing data imputation in CKD diagnosis. We selected 20%, 30%, 40%, and 50% of the features with the highest feature importance score based on XGBoost as a feature subset. We trained SVM, KNN and XGBoost classifiers with these subsets. XGBoost classifier trained on selected 50% of the selected features gives the highest classifier accuracy with 99.75%. When we compared these results with the literature, we conclude that XGBoost feature selection without missing data imputation can compete with the existing studies using different feature selection methods with missing data imputation. Future works can perform feature selection with XGBoost on large volume CDK datasets to evaluate the ability to produce a similar performance.

Acknowledgements

This study is supported by Eskisehir Technical University Scientific Research Projects Committee (ESTUBAP-20DRP025).

References

[1] Akgül G, Çelik A, Ergül Aydın Z, Kamışlı Öztürk Z., "Hipotiroidi Hastalığı Teşhisinde Sınıflandırma Algoritmalarının Kullanımı". Bilişim Teknolojileri Dergisi, 13(3), 255-268, 2020.

[2] Kavakiotis I, Tsave O, Salifoglou A, Maglaveras N, Vlahavas I, Chouvarda I. "Machine Learning and Data Mining Methods in Diabetes Research". Computational and Structural Biotechnology Journal, 15,104-116, 2017.

[3] Moradi E,Pepe A, Gaser C, Huttunen H, Tohka J. "Machine learning framework for early MRI-based Alzheimer's conversion prediction in MCI subjects". NeuroImage, 104, 398-412, 2015.

[4] "The top 10 causes of death, World Health Organization". https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death (30.01.2020)

[5] Amirgaliyev Y, Shamiluulu S, Serek A. "Analysis of Chronic Kidney Disease Dataset by Applying Machine Learning Methods". 2018 IEEE 12th International Conference on Application of Information and Communication Technologies (AICT), Almaty, 2018.

[6] Tikariha P, Richhariya P. "Comparative Study of Chronic Kidney Disease Prediction Using Different Classification Techniques". Proceedings of International Conference on Recent Advancement on Computer and Communication, Singapore, 2018.

[7] Wang W,Chakraborty G, Chakraborty B. "Predicting the Risk of Chronic Kidney Disease (CKD) Using Machine Learning Algorithm". Applied Sciences, 11, 202, 2021.

[8] Subasi A, Alickovic E, Kevric J. "Diagnosis of Chronic Kidney Disease by Using Random Forest". CMBEBIH 2017, Singapore, 2017.

[9] Jain D, Singh V. "Feature selection and classification systems for chronic disease prediction: A review". Egyptian Informatics Journal, 19(3), 179-189, 2018.

[10] Seijo-Pardo B, Alonso-Betanzos A, Bennett KP, Bolón-Canedo V, Josse J, Saeed M, Guyon I." Biases in feature selection with missing data". Neurocomputing, 342,97-112, 2019.

[11] Elhoseny M, Shankar K, Uthayakumar J. "Intelligent Diagnostic Prediction and Classification System for Chronic Kidney Disease" Sci Rep, 9, 9583, 2019.

[12] Ogunleye A, Wang QG. "XGBoost Model for Chronic Kidney Disease Diagnosis" IEEE/ACM Transactions on Computational Biology and Bioinformatics, vol 17(6), 2131-2140, 2020.

[13] Polat H, Danaei Mehr H, Cetin A. "Diagnosis of Chronic Kidney Disease Based on Support Vector Machine by Feature Selection Methods" J Med Syst, 41,55, 2017.

[14] Almansour NA, Syed HF, Khayat NR, Altheeb RK, Juri RE, Alhiyafi J, Alrashed S, Olatunji SO. "Neural network and support vector machine for the prediction of chronic kidney disease: A comparative study" Computers in Biology and Medicine, 109, 101-111, 2019.

[15] Manonmani M, Balakrishnan S. "Feature Selection Using Improved Teaching Learning Based Algorithm on Chronic Kidney Disease Dataset". Procedia Computer Science, 171, 1660-1669, 2020.

[16] Tazin N, Sabab SA, Chowdhury MT. "Diagnosis of Chronic Kidney Disease using effective classification and feature selection technique". 2016 International Conference on Medical Engineering, Health Informatics and Technology (MediTec), Dhaka, 2016.

[17] Chen C, Zhang Q, Yu B, Yu Z, Lawrence PJ, Ma Q, Zhang Y. "Improving protein-protein interactions prediction accuracy using XGBoost feature selection and stacked ensemble classifier". Computers in Biology and Medicine, 123, 103899, 2020.

[18] Shi X, Wong YD, Li MZF, Palanisamy C, Chai C."A feature learning approach based on XGBoost for driving assessment and risk prediction". Accident Analysis & Prevention, 129,170-179, 2019.
[19] "Chronic kidney disease dataset". https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/chronic_kidney_disease. (30.01.2020)
[20] Chen T, Guestrin C. "XGBoost: A Scalable Tree Boosting System", KDD '16: Proceedings of the 22nd ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining, 2016, New York.
[21] Cortes C, Vapnik V. "Support-vector network", Mach Learn, 20, 273–297, 1995.

Applying Machine Learning Techniques to Predict Chronic Kidney Disease in Humans

Maad M. Mijwil[1]*, Ayser Shamil Alsaadi[2]

[1]*Computer Techniques Engineering Department, Baghdad College of Economic Sciences University, Baghdad, IRAQ*
[2] *Ministry of Education, Baghdad, IRAQ*

Abstract

The kidneys are of the most critical parts of human body. They are responsible for excreting urine and disposing of excess water and toxins resulting from metabolism with urine. This part may become infected with a disease called Chronic Kidney Disease or Kidney Failure. Chronic Kidney Disease (CKD) is a serious disease that lasts for a long time and gets worse over time. The kidneys may stop doing their job. If the kidneys stop, then the patient must undergo haemodialysis stage (dialysis) or have a kidney transplantation to survive another period. In this regard, the authors decide to apply machine learning techniques (Naïve Bayes, Random Forest, Logistic Regression, and Support Vector Machine) to predict kidney failure in the early stages. The study database includes 316 patients, as the prediction process relied on blood specimens from patients obtained from a laboratory. A comparison is made between the techniques used to determine which technique gives the best results in analysing patients data through the predicting process results. Experimental results prove that Logistic Regression technique has achieved a high accuracy of 97.8% in predicting this disease.

Keywords: *Machine Learning techniques, Chronic Kidney Disease, Medical Data Mining, Predict.*

1 Introduction

As long as the kidneys have a normal purifying function in the body and no signs of blood or protein in the urine, the kidneys are considered healthy and normal [1]. Predominantly, the filtration level depends on the person's age and many other circumstances that may affect the kidneys [2]. If kidney function is forever damaged, it means that the person has chronic kidney disease [3]. The kidneys may gradually lose their ability to remove waste from the body [4]. The rule of chronic kidney disease is divided into five steps: In steps 1→ 4, the focus is on maintaining kidney function, while in step 5, people with the condition have no choice but to dialysis or kidney transplantation [5]. The question people are currently asking is how a person can contract this dangerous disease. The answers are as follows: Heart Disease, Diabetes, Race/Ethnicity, Obesity, Hypertension, Alcohol Intake, Smoking, High Blood Pressure, Age, and the individuals who have kinsfolks with CKD. Figure 1 shows the causes and risk factors for CKD [6].

With the rapid growth of the world of technology and applications, many information and data are recorded in the digital environment, so the term Bigdata appeared. Therefore, the use of data mining technique, through which analyses are carried out to uncover useful data or information from Bigdata [7]. Nevertheless, the problem is that classic analysis methods are not enough to analyse Bigdata, which leads to the use of data mining [8]. In recent years, analysing medical data has become an urgent need to correct patient data analysis and early detection of diseases [9]. These data sometimes seem to have no real meaning. Still, when analysed accurately with other data, it is possible to obtain important information for detecting diseases and help doctors more accurately determine the type of illness.

Artificial intelligence is an integral part of our lives [10][11]. We have reached the stage where we cannot survive without artificial intelligence, because it has understood us and met our needs. We do not know what will occur in the future with the

* Corresponding author: mr.maad.alnaimiy@baghdadcollege.edu.iq

rapid and outstanding development of artificial intelligence technology. Now, this technology has played an essential role in strengthening the medical field and keeping many patients [12].

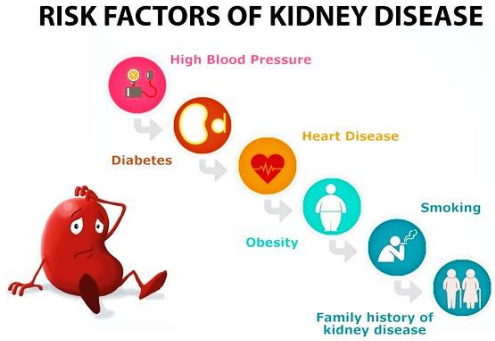


Figure 1. The causes and risk factors for CKD.

At present times, machine learning techniques can be used to search for medical data because they can accurately detect diseases and their scenes [13][14]. Usually, the data organisation is bad, so, we need this kind of smart techniques to organise this data and determine the type of disease correctly. The traditional method used by doctors has become useless and insufficient in determining the accuracy of human disease. These techniques have been used in a lot of research in analysing medical data in many countries, which will be covered in the second section (Literature Survey). On the other hand, these technologies are used at present to detect COVID-19 by analysing lungs images of the infected person [15]. Figure 2 exhibits a set of images downloaded from the Google website, showing the kidney transplantation process and the shape of the body's rotten or damaged kidneys.

(a) (b)

Figure 2. Images from Google about CKD. (a) Kidney transplantation process and (b) Rotten or damaged Kidneys

To sum up, our main contribution in this article is the application of machine learning techniques in predicting chronic kidney disease and determining the optimum technique with higher accuracy result to assist clinicians and specialists in determining disease stages. The dataset for this study includes 31 variables and 316 patients (189 males and 127 females). This data is collected from a laboratory for the year 2017 and 2018. The data analysis process is performed using the Rapid Miner program. This program helped us to find accurate predictions of this disease with best outcomes.

The upcoming sections of this article are planned as follows: Section two reviews a set of recent studies that apply machine learning techniques to predict Chronic Kidney Disease. Section three discusses the techniques and materials used in this research. Section four covers the results obtained through experiments as well as the comparison between these techniques. At the end of this article conclusion and future works are advised in Section five.

2 Literature survey

Contributions in this section, the authors will explain some recent studies on applying machine learning techniques in predicting chronic kidney disease and these studies' results. Starting from the research conducted by Wickramasinghe et al. [16], have developed machine learning techniques (Multiclass Decision Jungle, Multiclass Decision Forest, Multiclass Neural Network and Multiclass Logistic Regression) to predict CKD according to the level of potassium in the blood. The researchers observe that the Multiclass Decision Forest technique is the most useful. It has achieved an incredible accuracy of more than 99%, which is an imposing result in this investigation. In another investigation by Amirgaliyev et al. from Kazakhstan [17], they propose the application of the support vector machines technique to predict chronic kidney disease. This study's dataset is based on clinical history, physical examinations, and laboratory results for each patient. The researchers reached a result of the accuracy of 93% in detecting this disease. In a study conducted by Xiao et al. [18], regarding the application of machine learning techniques (Logistic Regression, Support Vector Machine, Elastic Net, Lasso Regression, Neural Network, XGBoost, Ridge Regression, Random Forest, and K-Nearest Neighbour) to predict CKD, their study relies on 551 patients. Also, it used 13 derived tests and five demographic features as clinical non-urinary variables to predict the response to 24-hour urinary protein results in the patient's body. The researchers' findings that the Logistic Regression technique is the best, as the accuracy has reached more than 80% with a sensitivity and specificity of 83% and 82%, respectively, and obtained other results that the reader can view from the article file. In the year 2020, Hosseinzadeh et al. [19] have implemented a diagnostic prediction model for CKD that uses IoT

multimedia data. Different feature selection is performed based on clinicians' and specialists' clinical observations and experiences and some previous CKD studies in different multimedia datasets to evaluate performance measures of CKD prediction and level determination across other classification techniques. Their paper proves that the best practice is the decision tree (J48) classifier, achieving an accuracy of 97%, 99% sensitivity, and 95% specificity. In another study is conducted by Khan et al. from Pakistan and published at IEEE Access [20], They succeeded in applying seven techniques (Logistic Regression, NB-Tree, Support Vector Machine, Multilayer Perceptron, J48, Naïve Bayes, and Composite Hypercube on Iterated Random Projection (CHIRP)) related to machine learning in early detection of chronic kidney disease. Their study has found the best technique among the seven technologies, which is CHIRP technique, with an accuracy of more than 98%. In fact, authors excelled in their work.

3 Materials and techniques

This section focuses on the collected data and the techniques applied in predicting Chronic Kidney disease. This paper is performed on data obtained from a medical laboratory, where the database consists of 316 patients (males: 189 and females: 127). According to the theories of laboratory experts, the variables are blood urea nitrogen (BUN), creatinine (Cr) and glomerular filtration rate (GFR), which are the essential variables for diagnosing patients. Other variables are Smoking, Age, Ferritin, PTH (Parathyroid Hormone), Systolic Blood Pressure (High Blood Pressure), Diastolic Blood Pressure (Small Blood Pressure), Potassium (K), Calcium (Ca), Hemoglobin (Hb), Hematocrit (HTC), Bicarbonate (HCO3), Uric Acid, Phosphorus, Sodium (Na), Albumin, C-reactive protein (CRP), Glucose, Body Mass Index (BMI), Diabetes Mellitus (DM), and Coronary Artery Disease (CAD). Meanwhile, 70% of the data in the dataset is applied to train the model and 30% to test it. The dataset covers 31 variables and 316 patients. The group variable is the target variable, which gets the values of the patient =one and the control group = zero. After obtaining expert opinions, three of the remaining 30 variables have been identified as the most important disease characteristics, and in this work, the disease is estimated applying the remaining 27 variables.

In the second part of this section, machine learning techniques for data classification will be explained in a simple way, as illustrated below.

3.1 Naïve Bayes classifier

Naïve Bayes (NB) [21] [22] classification is mainly based on the Bayesian's theorem, and predictors have autonomy. The classifier is straightforward to configure and can be used for large datasets. NB classifier often achieve exceptional success through continuous growth of classification strategies. It is a statistical classifier that believes that there is no relationship between the features in the data. Figure 3 shows a simple example of the NB classifier and the Bayes equation in a building in a city in Britain.

(a) (b)

Figure 3. (a) Example of NB classifiers [23] and (b) Bayes math at Autonomy in Cambridge this photo by Matt Buck [24].

Formula 1 represents Bayer's theorem, using this theorem, we can observe the probability of ***A*** occurrence (likelihood), given that ***B*** (evidence) occurs. The assumption made in this formula is for predictors and features are independent. That is, the presence of one feature does not affect the other.

$$P(A|B) = \frac{P(B|A)P(A)}{P(B)} \quad (1)$$

Where:
$P(A|B)$ is posterior, and $P(B|A)$ is prior.
$P(A)$is likelihood, and $P(B)$ is evidence.

3.2 Random Forest classifier

Random forest (RF) [25] is one of the most supervised machine learning classifiers when determining the tree's solution path. It also has mathematical methods that are easy to apply. This algorithm's advantage is that it can collect hundreds of decision trees and then train each decision tree on a different task. Besides, the classifier has the ability to calculate the final prediction by averaging each tree separately. Figure 4 shows an example of how the random forest classifier runs.

This classifier runs like this:
Step-1: Choose random samples
Step-2: Create a decision tree for each sample and then get the forecast result.
Step-3: Each expected outcome is voted on.
Step-4: Determine the most voted result (final prediction)

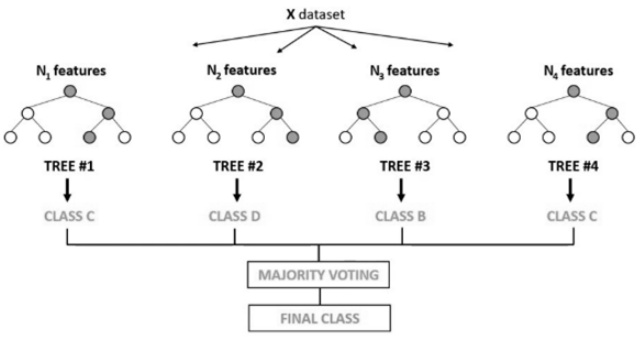


Figure 4. Example of Random forest [26].

3.3 *Support Vector Machine classifier*

The support vector machine SVM [27] classifier can solve the problem of controlled binary classification. This technique can divide new unknown (obscure) data into two separate parts based on its attributes and a set of already classified instances. Email is the best example of this technology. We can classify spam or unwanted mail (advertising messages) based on many documents in an email. These documents are selected as spam by well-known individuals or by advertising companies. This technique aims to analyse large amounts of data to identify a new type of data available. SVMs are created to find the separator that divides a dataset into two classes. Figure 5 shows an example of how the support vector machine classifier runs.

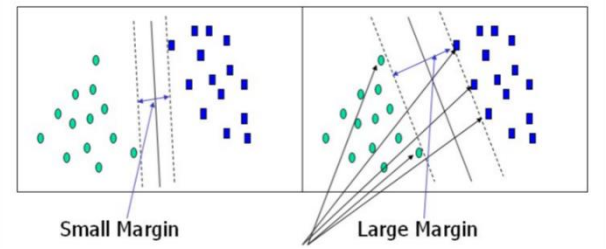


Figure 5. Example of SVM [28].

3.4 *Logistic Regression classifier*

Logistic regression (LR) [29] is a robust and well-established method in the field of statistics and biomedicine. This classifier has the ability to analyse a regression suitable for a procedure when the dependent variable is dichotomous. It is also characterised by being somewhat quick compared to the classifications as mentioned above in finding accurate results. It also has the same problems with linear regression, as both methods are very simplified for the complex relationships between the variables defined. Logistic regression tends to perform poorly when decision boundaries are non-linear. Figure 6 presents a difference between the central equation for logistic regression and linear regression.

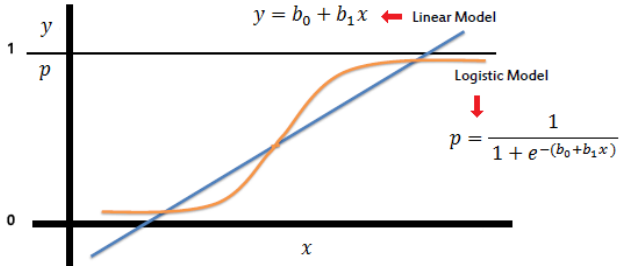


Figure 6. Difference between logistic regression and linear regression. [30].

4 Experimental results

First of all, before understanding the results of this work, we must understand what classification is. Classification is part of the functions of data mining. Its task is to accurately predict the target category for each situation in the data. The experiments carried out in this work depend on the accuracy of the classifier performance ($Acc.$), Sensitivity ($Sen.$), Specificity ($Spe.$), and $F1 - score$ as in scientific formulas (2), (3), (4), and (5), respectively. These measurements are defined by true positive (TP), true negative (TN), false positive (FP), and false negative (FN). Figure 7 illustrates the practical system of this study.

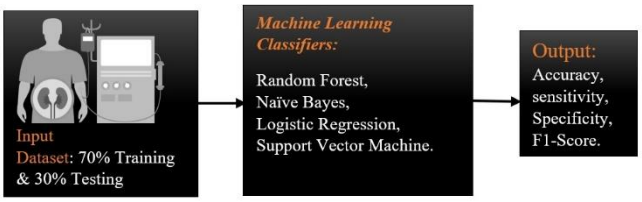


Figure 7. The practical system of this study (input, processing, and output), this figure is designed by the authors.

The PC software/hardware employed for experimentation plans have the following main specification: Intel Core i7-7800X 6 cores CPU @ 3.50 GHz, 128GB RAM, NVIDIA Quadro p4000/ 8GB GDDR5, 64-bit OS Ubuntu 18.04.4 LTS, and RapidMiner studio v.9. Accuracy is a ratio of total perfectly predictions divided by the total number of incidents. Specificity is the ratio of perfectly predicted positive points of the total predicted positive points. Sensitivity is the ratio of perfectly predicted positive points to all points in actual class (true value). F1-score is the weighted average of Specificity and Sensitivity. Hence, this indicator practices both false positives and false negatives into a report.

$$Acc. = \frac{TP+TN}{TP+FN+FP+TN} \quad (2)$$

$$Sen. = \frac{TP}{TP+FN} \quad (3)$$

$$Spe. = \frac{TN}{TN+FP} \quad (4)$$

$$F1 - score = \frac{2*TP}{2*TP+FP+FN} \quad (5)$$

where:
True Positives (TP) are the perfectly predicted positive values (the actual class = true value and the predicted class = true value). True Negatives (TN) are the perfectly predicted negative values (the actual class = false value and the predicted class = false value). False Positives (FP) indicate that the actual class = false value and the predicted class = true value. False Negatives (FN) indicate that the actual class = true value and the predicted class = false value. Now, the result of the current article is described. Starting with Table 1, it gives the effects of machine learning techniques in predicting chronic kidney disease of 316 sufferers in this investigation. In addition, Tables 2, 3, 4 and 5 explain the confusion matrix for each classifier. The confusion matrix gives the classifier the correct and incorrect predictions compared to the actual classification in the test data. Figure 8 exhibits a comparison between the classifiers through the accuracy of the effects and the AUC.

Table 2. Confusion matrix for LR

Actual Class	Predicated Class		
		Correct 0	Correct 1
	Prediction 0	28	2
	Prediction 1	0	35

Table 3. Confusion matrix for SVM

Actual Class	Predicated Class		
		Correct 0	Correct 1
	Prediction 0	28	1
	Prediction 1	0	36

Table 4. Confusion matrix for RF

Actual Class	Predicated Class		
		Correct 0	Correct 1
	Prediction 0	28	4
	Prediction 1	0	33

Table 5. Confusion matrix for NB

Actual Class	Predicated Class		
		Correct 0	Correct 1
	Prediction 0	21	2
	Prediction 1	2	40

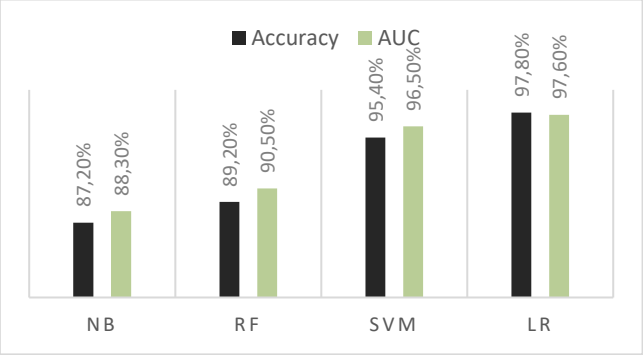


Figure 8. Comparison between the classifiers through the accuracy and the AUC.

Table 1. Effects of ML techniques in predicting chronic kidney disease.

ML Techniques	Classifiers	Effects Metrics				
		Accuracy	Sensitivity	Specificity	F1-score	AUC
	NB	87.2%	87.2%	84.1%	84.2%	88.3%
	RF	89.2%	89.2%	85.3%	89.1%	90.5%
	SVM	95.4%	95.4%	94.7%	94.5%	96.5%
	LR	97.8%	97.7%	96.9%	94.8%	97.6%

5 Conclusions and future directions

According to the author's expectation, artificial intelligence is the way to successfully surpass humans in various fields in the next 50 years, and it will be able to assume all human roles. The authors expect that machines will surpass humans in translating languages, writing school articles, driving vehicles and making business. Today his techniques have become an inseparable part of the world of medicine. In this study, the authors have applied four machine learning techniques (LR, SVM, RF, NB) to predict chronic kidney disease in 316 patients. This study has found that the best classifier among the four classifiers is LR, with an accuracy greater than 97%. The SVM classifier has an accuracy rate of over 95%, ranking second, while the RF classifier has satisfactory performance, ranking third. It is clear from the results that the worst classifier in this study is NB, because it

achieves an accuracy of more than 88%. This classifier ranks fourth and has the lowest accuracy among the results of this work. In the Future, this work will be applied through the samples used to detect the COVID-19 pandemic. We also hope that this paper will contribute to detecting the vaccine and treatment to get rid of this pandemic.

References

[1] Ding X., Cheng Z., and Qian Q., "Intravenous Fluids and Acute Kidney Injury," *Blood Purification*, vol.43, no. 1, pp:163-172, March 2017. https://doi.org/10.1159/000452702

[2] Weinstein J. R., and Anderson S., "The Aging Kidney: Physiological Changes," *Advances in Chronic Kidney Disease*, vol.17, no.4, pp:302–307, July 2010. https://doi.org/10.1053/j.ackd.2010.05.002

[3] Van Harrison R., Jimbo M., Mahallat A., Saran R., and Sy A. Z., "Management of Chronic Kidney Disease," *Michigan Medicine-University of Michigan*, pp:1-27, July 2019.

[4] Pati P. and Rathore SK., "The Necessity of Human Kidney and Artificial Kidneys for the Human Health," *Journal of Kidney,* vol.4, no.2, pp: 1-3, 2018. https://doi.org/10.4172/2472-1220.1000166

[5] Levey A. S., Eckardt K., Tsukamoto Y., Levin A., Coresh J., Rossert J., De Zeeuw D., Hostetter T. H., Lameire N., and Eknoyan G., "Definition and classification of chronic kidney disease: A position statement from Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO)," *Kidney International*, vol.67, pp. 2089–2100, February 2005. https://doi.org/10.1111/j.1523-1755.2005.00365.x

[6] Huntley L., "Risk Factors of Kidney Disease," Retrieved from Almawi Clinic website, November 2019. http://almawiclinic.com/2019/11/11/diabetes-kidneys-and-foot-problems/risk-factors-of-kidney-disease/

[7] Maksood F. M. and Achuthan G., "Analysis of Data Mining Techniques and its Applications," *International Journal of Computer Applications*, vol.140, Nno.3, pp:6-14, April 2016. https://doi.org/10.5120/ijca2016909249

[8] Begum A. U., Hussain M. A., and Shaik M., "Data Mining Techniques for Big Data," *International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology*, Vol. 6, Special Issue, August 2019.

[9] Dash S., Shakyawar S. K., Mohit Sharma M., and Kaushik S., "Big data in healthcare: management, analysis and future prospects," *Journal of Big Data*, vol.6, no.1, pp:1-25, June 2019. https://doi.org/10.1186/s40537-019-0217-0

[10] Abbass H. A., "Social Integration of Artificial Intelligence: Functions, Automation Allocation Logic and Human-Autonomy Trust," *Cognitive Computation*, vol.11, no.2, pp:159-71, January 2019. https://doi.org/10.1007/s12559-018-9619-0

[11] Yigitcanlar T., and Cugurullo F., "The Sustainability of Artificial Intelligence: An Urbanistic Viewpoint from the Lens of Smart and Sustainable Cities," *Sustainability*, vol.12, no.20, pp:8548, October 2020. https://doi.org/10.3390/su12208548

[12] Amisha, Malik P., Pathania M., and Rathaur V. K., "Overview of artificial intelligence in medicine," *Journal of family medicine and primary care*, vol.8, no.7, pp: 2328–2331, July 2019. https://doi.org/10.4103/jfmpc.jfmpc_440_19

[13] Meyfroidt G., Güiza F., Ramon J. and Bruynooghe M., "Machine Learning Techniques to Examine Large Patient Databases," *Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology*, vol.23, no.1, pp: 127-143, March 2009. https://doi.org/10.1016/j.bpa.2008.09.003

[14] Sidey-Gibbons, J. A., and Sidey-Gibbons, C. J., "Machine learning in medicine: a practical introduction," *BMC Medical Research Methodology*, vol.19, no.64, pp: 1-18, March 2019. https://doi.org/10.1186/s12874-019-0681-4

[15] Khanday A. M. U. D., Rabani S. T., Khan Q. R., Rouf N. and Din M. M. U., "Machine Learning Based Approaches for Detecting COVID-19 Using Clinical Text Data," *International Journal of Information Technology,* vol.12, no.3, pp:731-739, June 2020. https://doi.org/10.1007/s41870-020-00495-9

[16] Wickramasinghe M. P. N. M., Perera D. M., and Kahandawaarachchi K. A. D. C. P., "Dietary Prediction for Patients with Chronic Kidney Disease (CKD) By Considering Blood Potassium Level Using Machine Learning Algorithms," *In Proceedings of International Conference on IEEE Life Sciences Conference (LSC),* pp:1-6, Sydney, Australia, 13-15 December 2017. https://doi.org/10.1109/LSC.2017.8268202

[17] Amirgaliyev Y., Shamiluulu S., and Serek A., "Analysis of Chronic Kidney Disease Dataset by Applying Machine Learning Methods," *In Proceedings of International Conference on Application of Information and Communication Technologies (AICT)-IEEE*, pp:1-6, Almaty, Kazakhstan, 17-19 October 2018. https://doi.org/10.1109/ICAICT.2018.8747140

[18] Xiao J., Ding R., Xu X., Guan H., Feng X., Sun T., Zhu S., and Ye Z., "Comparison and Development of Machine Learning Tools in The Prediction of Chronic Kidney Disease Progression," *Journal of Translational Medicine*, vol.17, no.119, pp:1-13, April 2019. https://doi.org/10.1186/s12967-019-1860-0

[19] Hosseinzadeh M., Koohpayehzadeh J., Bali A. O., Asghari P. A., Souri A., Mazaherinezhad A., Bohlouli M., and Rawassizadeh R., "A Diagnostic Prediction Model for Chronic Kidney Disease in Internet of Things Platform," *Multimedia Tools and Applications*, pp:1-18, May 2020. https://doi.org/10.1007/s11042-020-09049-4

[20] Khan B., Naseem R., Muhammad F., Abbas G., and Kim S., "An Empirical Evaluation of Machine Learning Techniques for Chronic Kidney Disease Prophecy," *IEEE Access*, vol.8, pp:55012-55022, March 2020. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2981689

[21] Mijwil, M. M. and Salem I. E., "Credit Card Fraud Detection in Payment Using Machine Learning Classifiers," *Asian Journal of Computer and Information Systems*, vol.8, no.4, pp:50-53, 29 December 2020, https://doi.org/10.24203/ajcis.v8i4.6449

[22] Dai W., Xue G., Yang Q., and Yu Y., "Transferring Naive Bayes Classifiers for Text Classification," *In Proceedings of the Twenty-Second AAAI Conference on Artificial Intelligence,* Vancouver, British Columbia, Canada pp:540-545, 22-26 July 2007.

[23] Tiwari S., "Naive Bayes Classifier using python with example," Retrieved from Coders hood website, January 14, 2019, https://www.codershood.info/2019/01/14/naive-bayes-classifier-using-python-with-example/

[24] Buck M., "Maths in neon at Autonomy in Cambridge-Photo," Retrieved from Flickr website, Taken on June 17, 2009. https://www.flickr.com/photos/mattbuck007/3676624894.

[25] Belgiu M. and Drăguţ L., "Random Forest in Remote Sensing: A Review of Applications and Future Directions," *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, vol.114, pp:24-31, April 2016. https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2016.01.011

[26] David D., "Random Forest Classifier Tutorial: How to Use Tree-Based Algorithms for Machine Learning," Retrieved from Freecodecamp website, August 2020. https://www.freecodecamp.org/news/how-to-use-the-tree-based-algorithm-for-machine-learning/

[27] Tharwat A., "Parameter investigation of support vector machine classifier with kernel functions," *Knowledge and Information Systems,* vol.61, pp: 1269–1302, February 2019. https://doi.org/10.1007/s10115-019-01335-4

[28] Chakure A., "Support Vector Machines (SVMs)," Retrieved from Medium website, July 2019. https://aaaanchakure.medium.com/support-vector-machines svms-4bcccbd78369

[29] Tsangaratos P., and Ilia L., "Comparison of a Logistic Regression and Naïve Bayes Classifier in Landslide Susceptibility Assessments: The Influence of Models Complexity and Training Dataset Size," *CATENA*, vol. 145, pp: 164-179, October 2016. https://doi.org/10.1016/j.catena.2016.06.004

[30] Article about Logistic Regression, Retrieved from saedsayad website. https://saedsayad.com/categorical_categorical.htm

Girişimci Adaylarının Psikolojik Sermayelerinin Girişimcilik Eğilimleri Üzerindeki Etkisi

Seda Nur BASTAK[1]*, Bilgehan TEKİN[2]

[1] *Yüksek Lisans Öğrencisi, Çankırı Karatekin Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Çankırı, TÜRKİYE*

[2] *Doç. Dr., Çankırı Karatekin Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, Çankırı, TÜRKİYE*

Özet

Bu çalışmada potansiyel girişimcilerin girişimcilik eğilimleri üzerinde psikolojik sermayenin önemi ve etkisi tespit edilmeye çalışılmıştır. Bu amaç doğrultusunda oluşturulan anketler, üniversitelerin herhangi bir bölümünde okuyan ve yeni mezun olup bir işletme kurmayı planlayan kişiler üzerine uygulanmıştır. Toplanan veriler üzerinden frekans, faktör, regresyon ve bağımsız gruplar t testi gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda, psikolojik sermaye ve alt unsurlarından öz yeterlilik ve dayanıklılığın girişimcilik eğilimini pozitif etkilediği tespit edilmiştir. Çalışmada ayrıca girişimcilik eğiliminin ve psikolojik sermayenin alt boyutlarından dayanıklılık alt boyutunun kadın ve erkek girişimci adayları arasında anlamlı bir şekilde farklılaştığı; umut, özyeterlilik ve iyimserlik alt boyutlarının ise farklılaşmadığı görülmüştür. Buna göre erkek girişimci adaylarının kadın adaylardan daha fazla girişimcilik eğilimine sahip oldukları tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Psikolojik Sermaye, Girişimcilik, Girişimcilik Eğilimi*

The Effect Of Psychological Capitals Of Entrepreneur Candidates On Their Entrepreneurship Tendencies

Abstract

In this study, it has been tried to determine the importance and effect of psychological capital on the entrepreneurial tendencies of potential entrepreneurs. Questionnaires created for this purpose were applied to people studying in any department of universities and newly graduated and planning to establish a business. Frequency, factor, regression and independent groups t test were performed on the collected data. As a result of the study, it was determined that self-efficacy and resilience, which are among the psychological capital and its sub-elements, positively affect the entrepreneurial tendency. In the study, it was also found that the resilience sub-dimension, which is one of the sub-dimensions of entrepreneurial tendency and psychological capital, differed significantly between female and male entrepreneurial candidates; hope, self-efficacy and optimism sub-dimensions did not differ. Accordingly, it has been determined that male entrepreneurial candidates have more entrepreneurial tendencies than female candidates.

Keywords: *Psychological Capital, Entrepreneurship, Entrepreneurial Tendency*

1 Giriş

İnsanoğlunun merakı sayesinde geçmişten günümüze kadar insan hayatını kolaylaştıran ona fayda sağlayan sayısız gelişme yaşanmış ve insanın başarma içgüdüsü ve azmiyle bu unsurlar daha da geliştirilerek günümüze kadar gelmeyi başarmıştır. İnsanoğlu, sahip olduklarını geliştirme ya da daha iyisine sahip olma eğiliminde olduğundan dünyayı da sürekli olarak değiştirip, geliştirmektedir. Değişimden en çok etkilenen faktör ise yine insanın kendisidir. Birçok bilim dalı altında bu değişim ve dönüşüm süreçleri araştırılmakta, incelenmekte ve tahlil edilmeye çalışılmaktadır. Sosyal bilimler alanından bakıldığında, insan psikolojisinin yeni ve farklı yönleri keşfedilmeye çalışılırken iş dünyasına

da yeni kavramlar kazandırılıp, yeni iş modelleri geliştirilmekte ve farklı girişim modelleri ortaya konulmaktadır [1].

Teknolojide ve bilgi birikiminde yaşanan hızlı gelişmeler ve dönüşümler ile birlikte dünyada ülkeler arasındaki sınırların nispeten kalkmış olması işletmelerin rekabet zeminlerinin genişlemesine ve rekabet düzeyinin güçleşmesine neden olmaktadır. Böyle bir ortamda yeni kurulan işletmelerin hedeflerine ulaşabilmesi ve aynı zamanda verimliliği, etkinliği ve sürdürülebilirliği tesis edebilmeleri ve hayatta kalabilmeleri diğer faktörlerin yanı sıra insan unsurunun sahip olduğu özelliklerin incelenmesini de gerekli kılmaktadır. Bu bağlamda Martin Seligman (1999) tarafından öne sürülen pozitif sermaye ve bununla bağlantılı olarak ortaya çıkan psikolojik sermaye, zaman içerisinde örgütlerde rekabetin ve etkinliğin bir gücü olarak dikkate alınmaya başlamıştır. Psikolojik sermaye, bireylerin psikolojik kaynaklarını ve psikolojik gelişimsel durumlarını ifade eder ve çalışanların performansı üzerinde etkilidir. İşletmelerin sürdürülebilir rekabet avantajı sağlamalarında, bireylerin girişimlerinin başarıya ulaşmasında ve başarılı birer girişimci olmalarında psikolojik sermayenin önemi gün geçtikçe daha iyi anlaşılmaktadır. Bireylerinin girişimlerinin başlamasında, sürdürülmesinde ve başarılı olmasında sosyal, kültürel ve duygusal sermayenin yanı sıra psikolojik sermayenin de etkisi son derece önemlidir. Psikolojik sermayenin "iyimserlik, dayanıklılık, öz-yeterlilik ve umut" olmak üzere dört alt boyutu vardır.

Pozitif psikolojiden doğan psikolojik sermaye kavramı insan doğasının iş dünyasına yansımalarının araştırılması bağlamında önemli bir konu başlığıdır. Psikolojik sermaye, bireyin (1) zorlu görevleri başarıyla yerine getirmek için gerekli çabayı göstermede kendine güvenmesi (öz yeterlilik) (2) mevcut durumda ve gelecekte başarılı olacağına inanması (iyimserlik) (3) başarılı olmak için yolunda devam etmek ve gerektiği durumlarda yeni yollara başvurması (umut) (4) problemlerle karşılaştığında başarıya ulaşmak için ayakta kalması (dayanıklılık) gibi özelliklerle nitelendirilen psikolojik durumudur." şeklinde tanımlanmaktadır [2].

Literatür incelendiğinde pozitif psikolojik sermayenin birçok iş çıktısına, olumlu tutumlara ve davranışlara yol açtığı ve çalışanların olumlu yönlerini vurgulayarak çalışanların işletmeye karşı güvenlerini arttırdığı görülmektedir. İşletmelerin ve bireylerin başarısına etki eden faktörlerin araştırıldığı çalışmalar da başarı faktörü genel olarak beşeri, sosyal, kültürel ve duygusal sermaye başlıklarında toplanmaktadır. Psikolojik sermaye bu unsurlardan bir diğeridir. Pozitif psikolojik sermaye işletme açısından birçok olumlu çıktıya yol açtığı gibi birey açısından bakıldığında kişilerin psikolojik sermaye düzeylerinin artmasının bireysel performansı arttırdığı yapılan çalışmalar ile kanıtlanmıştır. Psikolojik sermayenin insanın potansiyelini en üst düzeye çıkararak diğer sermaye türlerinin en optimum düzeyde kullanılmasına yardımcı olduğu görülmektedir.

Küreselleşen dünya ile birlikte yenilikçi ve yaratıcı özelliklere sahip ekonomik birimlerin artması girişimciliğin önemini arttırmaktadır [3]. Günümüz iş dünyasında işletmeler ve kullandıkları kaynaklar birbirlerine oldukça benzer bir hale gelmiştir. İşletmenin çalışanları işletmeyi hedefine ulaştıran ve başarı elde etmesine yardımcı olan üretim faktörü olarak ele alınmaktadır. Çünkü örgüt içindeki çalışanların yaratıcılık, yeni fikir üretme ve mevcut iş ile süreçlerde değişim yaratarak katkı sağlama kapasitesine sahip olmaları bireylerin girişimci olma ve girişimcilik eğilimleri ile doğru orantılıdır [4].

Literatürde iki farklı girişimcilik okulu bulunmakta ve girişimcilik tanımı bu okullara göre farklılık göstermektedir. Birinci okul ekonomi okuludur ve girişimciliği yeni işletmeler kurarak değer yaratma olarak tanımlar. İkinci okul ise eğitim okuludur ve burada girişimciliği bireylerin davranışları ele alınarak yenilikçi, üretken, risk üstlenen kişilerin işletmelere değer yaratması olarak ele alır [5]. Bu tanımlardan yola çıkıldığında girişimcilik her ne kadar avantajlı görülse de bu sürecin birçok maddi ve manevi zorluğu vardır. Bireyler girişimcilik sürecinde zamanından, ailesinden, parasından, sosyal hayatından ödün vermek zorundadır ve sermayesini riske atmaktadır. Yapılan çalışmalarda sosyal, beşeri, ekonomik ve duygusal sermayenin rolü birçok kez ispatlanmıştır. Bununla birlikte, girişimcilik eğiliminde psikolojik sermayenin pozitif etkisinin olduğunu ve pozitif psikolojik sermayenin girişimcilerin daha başarılı olmalarına zemin hazırladığını öne süren çalışmalara da rastlanmaktadır.

Çalışmanın takip eden bölümlerinde öncelikle psikolojik sermaye, girişimcilik ve girişimcilik eğilimi kavramları üzerinde durulmuştur. Sonrasında ise bu kavramlardan yararlanılarak oluşturulan araştırma modeli ve hipotezler sunulmuştur. Çalışmanın sonuncunda elde edilen uygulama sonuçları ve bulgular paylaşılarak, çalışmanın sonuç bölümünde araştırmaya ilişkin neticeler, kısıtlar ve ileride yapılacak çalışmalara yönelik önerilere yer verilecektir.

Bu çalışmada psikolojik sermayenin "iyimserlik, dayanıklılık, öz-yeterlilik ve umut" olmak üzere dört alt boyutu bağlamında potansiyel girişimcilerin girişimcilik eğilimleri üzerinde psikolojik sermayenin önemi ve etkisi tespit edilmeye çalışılmıştır. Online anket uygulaması ile toplanan veriler üzerinde öncelikle tanımlayıcı istatistiklere ve frekanslara bakılmıştır. Daha sonra faktör analizi, bağımsız gruplar t testi ve regresyon analizi gerçekleştirilmiştir. Anket uygulamasında, üniversitelerin herhangi bir bölümünde okuyan veya yeni mezun olmuş olup bir işletme kurmayı planlayan kişiler dikkate alınmıştır. Çalışma sonucunda, psikolojik sermayenin alt unsurları olan girişimci öz yeterliliği ve dayanıklılığın girişimcilik eğilimini pozitif etkilediği tespit edilmiştir. Çalışmada ayrıca erkek girişimci adaylarının kadın adaylardan daha fazla girişimcilik eğilimine sahip oldukları tespit edilmiştir.

2 Literatür taraması ve kavramsal çerçeve

Psikolojik sermaye ile girişimcilik eğilimi/niyetini konu alan çalışmalar incelendiğinde söz konusu çalışmalarda psikolojik sermayenin dört alt boyutu olan iyimserlik, umut, öz-yeterlilik ve dayanıklılık ile girişimcilik eğilimleri/niyeti ilişkilendirilmiştir. Bu çalışmalar şu şekilde gösterilebilir;

Önay vd. (2017) tarafından yapılan çalışma, psikolojik sermaye ile girişimcilik niyeti arasındaki ilişkiyi ortaya koymak amacıyla üretim sektöründe faal olan 37 firmanın 143 çalışanı üzerine uygulanmıştır. Söz konusu çalışmada psikolojik sermayenin alt boyutları olan umut, iyimserlik, öz-yeterlilik ve dayanıklılık ele alınmış olup çalışmanın sonucunda öz-yeterlilik ve umut ile girişimcilik niyeti arasında pozitif ve anlamlı bir ilişki tespit edilmişken iyimserlik ve dayanıklılık ile girişimcilik niyeti arasında anlamlı bir ilişki tespit edilememiştir.

Akyön (2020) tarafından yapılan çalışmada girişimcilik niyeti, öz-yeterlilik ve girişimcilik potansiyeli üzerinde çevrenin etkisi araştırılmıştır. Bu bağlamda oluşturulan 4 boyut üzerinde doğrulayıcı faktör analizi uygulayarak çevrenin sağlık öğrencilerinin girişimcilik niyeti üzerine etkisi, öğrencilerin girişimcilik potansiyeli ve girişimcilik öz yeterliliği aracılığıyla etkili olduğu ortaya koymuştur.

Kahya (2019), KOSGEB girişimcilik eğitimine katılan kursiyerlerin psikolojik sermayelerini tespit ederek belirlediği değişkenlerin girişimci olmaya etkisini araştırmıştır. Çalışmada psikolojik sermaye 4 alt boyutu (iyimserlik, umut, öz-yeterlilik ve dayanıklılık) ile ele alınarak regresyon analizi uygulanmıştır. Çalışmanın sonucunda öz-yeterlilik ve umudun kursiyerlerin girişimci olma eğilimini etkilediğini fakat dayanıklılık ve iyimserliğin girişimcilik niyetini anlamlı olarak etkilemediğini tespit etmiştir.

Öge ve Kaplan (2017), girişimcilik eğitiminde pozitif psikolojik sermayenin rolünü tespit etmek istemişlerdir. Bu bağlamda girişimcilik eğitiminin girişimcilik niyeti üzerinde önemli bir etkisi olduğunu vurgulamışlardır.

Kılınç ve Kanayıran (2020) tarafından yapılmış olan çalışmada İşletme fakültesi öğrencilerinin girişimcilik eğilimleri üzerinde psikolojik sermayenin etkili olup olmadığı araştırılmıştır. Söz konusu çalışmada 182 öğrenciye anket uygulayarak veriler toplanmıştır. Çalışmanın sonucunda öğrencilerin psikolojik sermaye düzeyi ile girişimcilik eğilimleri arasında pozitif yönde düşük düzeyli bir ilişki olduğu tespit edilmiştir.

Özdemir ve Özgüner (2016), psikolojik sermaye ölçeğinin 4 alt boyunun girişimcilik eğilimi üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Söz konusu çalışma Adıyaman Üniversitesi Besni MYO öğrenim gören ve girişimcilik dersi alıp başarılı olan 300 öğrenci üzerinde yapılmıştır. Çoklu Regresyon Analizi sonuçlarına göre; psikolojik sermayenin umut ve öz-yeterlilik alt boyutlarının girişimcilik eğilimi üzerinde etkili olduğu tespit edilmiştir.

Akduru (2020, yapmış olduğu çalışmada işgörenlerin iyimserlik, umut, dayanıklılık ve öz-yeterlilik düzeylerinin iç girişimcilik eğilimlerine etkisini tespit etmek amacıyla Uşak ilinde özel sektörde çalışan 109 kişi üzerinde anket çalışması yapmıştır. Araştırmanın sonucunda iyimserlik, dayanıklılık, öz yeterlilik ve umudun iç girişimciliği pozitif şekilde etkilediği ve ayrıca iç girişimcilik eğiliminin yaş, gelir düzeyi ve iş tecrübesi parametrelerine göre farklılaştığı sonuçlarına ulaşılmıştır.

Margaça vd. (2021) tarafından yapılan çalışma ile üniversite öğrencilerinin girişimcilik eğilimleri üzerindeki psikolojik sermaye ve cinsiyet rolünü belirlemek istemişlerdir. Çalışma 644 Portekizli öğrenci üzerinde yapılmıştır. Girişimcilik eğilimini etkileyen faktörlerden birinin iş deneyimi olup olmadığının tespit edilmesi amacıyla iş deneyimi faktörü kontrol değişkeni olarak ele alınmıştır. Ayrıca cinsiyet değişkeninin girişimcilik eğilimi üzerinde bir etkiye sahip olduğu ve kadınlarda erkeklere göre daha fazla etkili olduğu tespit edilmiştir.

Rasyid ve Bangun (2015) tarafından yapılan çalışma psikolojik sermaye ile girişimcilik özellikleri arasındaki ilişkiyi tespit etmek amacıyla İşletme Yönetimi Yüksek Lisansı (MBA) öğrencileri üzerinde uygulanmıştır. Söz konusu çalışmada psikolojik sermaye ile girişimcilik arasındaki ilişkinin tespiti için SEM analizi ve tanımlayıcı istatistikler kullanılmış ve sonucunda iyimserlik ve dayanıklılık ile girişimci olma eğilimi arasında anlamlı bir ilişki

olduğu ve öğrencilerin girişimcilik özelliklerini olumlu yönde etkilediği ortaya konulmuştur.

Yalap vd. (2020) öğrencilerin psikolojik sermaye algısının ve iletişim becerilerinin girişimcilik niyetleri üzerinde bir etkisi olup olmadığını tespit etmek amacıyla Türkiye'de bir devlet üniversitesinde okuyan 369 lisans öğrencisine anket uygulamışlardır. Çalışmanın sonuçlarına göre iletişim becerileri, psikolojik sermaye ve girişimcilik niyetleri arasında olumlu bir ilişki tespit edilmiştir. Buna ek olarak psikolojik sermayenin iletişim becerilerine göre girişimciliği daha fazla etkilediği ve psikolojik sermayenin alt boyutlarından sadece öz-yeterlilik boyutunun girişimciliği olumlu yönde etkilediğini ortaya koymuşlardır.

Mahfud vd. (2020), Endonezya'daki 215 politeknik öğrencisi üzerinde uyguladığı çevrimiçi anket uygulaması ile öğrencilerin girişimcilik niyeti ölçmek amacıyla girişimci tutum yönelimi, sosyal sermaye ve psikolojik sermaye etkileşimini içeren bir model geliştirmeyi amaçlamaktadırlar. Yapılan analizler sonucunda girişimci tutum yönelimini sosyal ve psikolojik sermayenin etkileşimli olarak aynı düzeyde etkilediğini ve psikolojik sermaye ile girişimcilik niyeti arasında pozitif düşük düzeyde bir ilişki olduğunu ortaya koymuşlardır.

Zhao vd. (2020) tarafından yapılan çalışma, Çin üniversitelerinde psikolojik sermayenin öğrencililerin girişimcilik niyetleri üzerindeki etkisini belirlemeye yöneliktir. Çalışma Çin üniversitelerindeki 1914 öğrenci üzerine uygulanarak SEM yaklaşımı ile analiz edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre geleneksel sermayenin girişimcilik davranışını doğrudan yönlendirdiğini psikolojik sermayenin ise geleneksel sermayeyi iyileştirerek girişimcilik niyetini dolaylı bir şekilde etkilediği tespit edilmiştir.

2.1 Psikolojik sermaye

Günümüzde çoğu alanda yaşanan değişim örgütlerde rekabet üstünlüğü sağlayan sermaye türlerine yansımıştır. Geleneksel olarak kabul edilen fiziksel, finansal ve teknolojik sermaye türleri rekabet üstünlüğü için gerekli olsalar da artık yeterli olmamaktadırlar. İnsan faktörünü ön plana çıkaran ve sürdürülebilir rekabet üstünlüğü sağlayan beşeri, sosyal ve psikolojik sermaye gibi yeni sermaye türlerinin önemi giderek artmaktadır [6].

Psikolojik sermaye, pozitif örgütsel davranış akımı doğrultusunda şekillenmektedir. Pozitif örgütsel davranış alanında yapılan çalışmalardan en önemli ve etkili sonuçlarından biri, Luthans vd. 2000'li yıllarda ortaya koydukları ve "öz-yeterlilik", "iyimserlik", "umut" ve "dayanıklılığa" bağlı olarak gelişen, kişilerin pozitif psikolojik durumlarına odaklanan "Psikolojik Sermaye" çalışmaları olmuştur [7].

Psikolojik sermayenin tanımı yapılırken şu hususlar göz önünde tutulmalıdır: (1) Zorlu işleri başarmak için gerekli çabayı gösterebileceğine güvenme (öz-yeterlilik); (2) şimdi ve gelecekte başarılı olmaya dair olumlu beklenti (iyimserlik); (3) hedeflere ulaşmak için azim gösterme (umut); (4) zorluklar ve sıkıntılar karşısında ayakta kalabilme ve her şeye rağmen başarıya ulaşma (dayanıklılık) [8]. Psikolojik sermaye içerisinde bu hususları barındıran ve bireyin gelişimine dair olumlu psikolojik durumu olarak tanımlanmaktadır.

Genel olarak ifade edecek olursak psikolojik sermaye, kim olduğumuz ve pozitif gelişim yolu ile ne olabileceğimizdir. Durumsal bir yapıya sahip olan psikolojik sermaye karakter gibi sabit özelliklere göre değişmeye ve gelişmeye açıktır. Bu sayede insan kaynaklarını eğitim ile geliştirme imkanı doğar. İnsan kaynağını anlama ve idare etme açısından önemli bir role sahip olan psikolojik sermaye yeni bir bakış açısı kazandırmıştır. Bu bakış açısını daha iyi anlayabilmemiz ve diğerlerinden ayırt etmemiz için psikolojik sermayenin belirgin bazı özelliklerini incelememiz gerekmektedir. Bu özellikler şöyle sıralanabilir [9]:

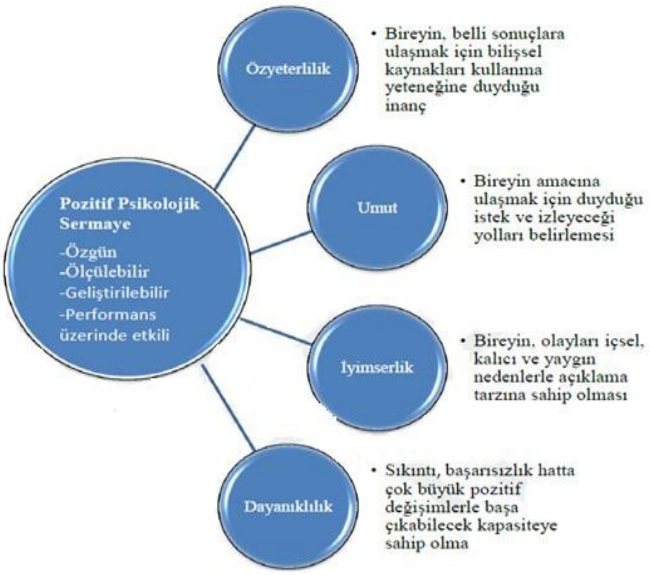
- ✓ Beşeri sermayeye göre psikolojik sermaye daha kapsamlıdır.
- ✓ Sosyal sermayeye kıyasla psikolojik sermayenin daha geniş bir kapsamı vardır.
- ✓ Psikolojik sermayenin yönü pozitiftir.
- ✓ Psikolojik sermayeyle eşdeğer veya benzeyen bir kavram yoktur yani emsalsizdir.
- ✓ Psikolojik sermaye teori ve araştırmayı temel alır.

  Psikolojik sermaye ölçülebilir nitelikler taşır.
- ✓ Psikolojik sermaye durumsaldır ve bu nedenle geliştirilebilir.
- ✓ Psikolojik sermayenin iş performansı üzerinde kayda değer bir etkisi mevcuttur.

Bu özellikler göz önüne alındığında psikolojik sermayenin diğer kavramlardan farklı ve emsalsiz olduğu anlaşılmaktadır. Psikolojik sermayenin üzerinde pozitif psikoloji önemli derecede etkilidir. Sürdürülebilir rekabet ve rekabet üstünlüğü sağlamada da son derece önemli olan psikolojik sermaye iş performansının artmasına yardımcı olarak rekabet üstünlüğünü elde etmemizi sağlamaktadır.

2.1.1 Psikolojik sermayenin boyutları

Psikolojik sermaye öz-yeterlilik, umut, iyimserlik ve dayanıklılık boyutlarından oluşmaktadır. Bütüncül bir bakış açısına dayalı olan psikolojik sermaye bu boyutların bir arada olmasıyla birlikte belirli pozitif katkılar ve sinerjinin ortaya çıkmasını sağlamaktadır. Şekil- 1'de psikolojik sermayenin boyutları gösterilmiştir [10].



Şekil 1. Psikolojik sermayenin boyutları

2.1.1.1 İyimserlik (Optimism)

İyimserlik bireylerin olumlu olayları içsel, kalıcı ve yaygın; olumsuz olayları ise dışsal, geçici ve sadece o duruma göre nitelendirmeleridir. İyimserlik en basit anlamı ile kişilerin olumsuz ve istenmeyen durumlar karşısında dayanıklı kalabilmesidir. Aynı zamanda insanların zor durumda kaldığında neler yaptığı ile zorlukların üstesinden gelebilme yeteneğini doğrudan etkilemektedir [12]. İyimser insanlar iyi şeylerle karşılaşacağını düşünürken kötümser insanlar kötü şeylerle karşılaşacağını düşünürler. İkisi arasında önemli derecede fark vardır çünkü iyimserler sorunlar ve zorluklarla uğraşırken sergiledikleri başarı ve tavırlar açısından farklılık gösterirler [13].

İyimserlik, bireylerin genel bakış açısı olarak olumlu ve olumsuz olayları açıklayan bir kişilik özelliği olarak tanımlayabiliriz. İyimser kişiler olumsuz olayları dışsal, geçici ve duruma özgü; kötümser kişi ise içsel, sürekli ve genel olarak açıklamaktadır. Başarıya ulaşan iyimser bir birey başarısını evrensel, sabit ve içsel gibi atıflarda bulunarak açıklamaktadır. İyimserler olumsuz olayların geçici aksilikler olduğunu düşünürken kötümserler bu olayın uzun süreceğine ve kalıcılığına inanmaktadırlar. Pozitif olaylar karşısında ise iyimserler başarıyı devamlı ve kalıcı etkenlere bağlarken kötümserler tesadüf ve şansa bağlamaktadırlar [13].

İyimserlik kavramına örgüt düzeyinde bakacak olursak iş yerinde iyimserlik üç şekilde kullanılmaktadır. Birincisi, örgütler baskı altındayken daha fazla çalışan ve performans gösteren çalışanları seçmek. İkinci kullanım alanında iyimserlik, seçilen çalışanın doğru işlere yerleştirilmesine yardımcı olmak. Mesela stres düzeyinin çok yoğun olduğu halkla ilişkiler, satış ve pazarlama gibi işlere iyimser çalışanları yerleştirmek doğru olacaktır. Son kullanım alanı ise örgütlerde çalışan bireylere iyimserliği sonradan öğretmektir. Çünkü iyimserlik herkeste bulunan ve eşit derecede dağıtılmış bir özellik değildir. Bazı bireyler doğuştan iyimserken bazılarına eğitim ile öğretilebilir. İyimserliği öğrenen bireyler daha fazla motivasyona sahip ve işte daha çok başarı sağlayacaklardır [14].

Schulman psikolojik sermayenin gelişmesi için iyimserliği oluşturan bazı önerilerde bulunmuştur: Bir sorunla karşılaşıldığında, kendi kendini baltalayan inanışları tanımlamak, inanışların doğruluğunu değerlendirmek, yanlış inanış saptanırsa onun yerine daha yapıcı ve doğru bir inanış koymak. Ayrıca iş yerinde iyimserliği geliştirmek için geçmişe hoşgörü ile bakmak, şu andan memnun olmak ve gelecekteki fırsatları değerlendirmek gerekmektedir [15].

Psikolojik sermayenin alt boyutlarından olan iyimserlik incelendiğinde girişimcilik eğilimi üzerinde etkisi olan bir değişken olarak kabul edilir. Çünkü iyimserlik bireylerin girişimcilik faaliyetlerinin sürekliliğini ve bağlılıklarını etkilemektedir. İyimser kişiler gelecekle ilgili bardağın dolu tarafını gören kişilerdir. Girişimciler de iyimser olduklarında olumsuzlukları göz ardı ederek olumluya odaklanırlar. Bu bağlamda çalışmanın ilk hipotezi aşağıdaki gibidir;

H_1: *Girişimcilik eğilimi üzerinde iyimserliğin pozitif bir etkisi vardır.*

2.1.1.2 Dayanıklılık (Resilience)

Psikolojik dayanıklılık, kişinin engel, belirsizlik vb. gibi birçok olumsuz durumla baş etme ve başarılı olma yeteneği olarak görülmektedir. Pozitif örgütsel davranış bağlamında ise kişisel pozitif psikolojik kapasite olarak tanımlanan dayanıklılık kavramı bu bağlamda terslikten, çatışmadan, belirsizlikten, hatadan ve artan sorumluluktan tekrar kendini toparlama olarak ifade edilebilir [16].

Psikolojik dayanıklılık aynı zamanda esneklik olarak da bilinmektedir. Bireyler önemli bir değişim, sıkıntı

ve risk ile karşılaştıklarında bununla baş edebilme yeteneğidir ve zorluklar karşısında uyum halidir. Dayanıklılık söz konusu zorluklarla karşılaşıldığı zaman hareket kabiliyetinin yüksek olmasını, kendini ayarlayabilmeyi, sürekli ve hızlı bir şekilde çözüm üretmeyi kapsar. Dayanıklılığın işten ayrılma, işsizlik, stres vb. durumlar ile başa çıkmada etkili olduğu görülmüştür. Kısaca hem olumlu durumlarla hem de olumsuz durumlarla baş etmeyi sağlar [10].

Dayanıklılık düzeyi yüksek bireyler şu özellikleri taşırlar: (1) Bireyler herhangi bir zorluk ile karşılamaya hazır olup, gerçeği olduğu gibi kabul ederler. (2) İnançları güçlüdür ve yaşamlarını anlamlı kılan değerleri desteklerler. (3) Bireyler karşı karşıya kaldıkları bir değişime çabucak uyum sağlar ve doğaçlama davranabilirler [17].

Bu özelliklerin yanı sıra psikolojik dayanıklılığı yüksek olan bireyler iyimser, dışa dönük ve tecrübelidirler. Kendileri için riskli bir durumla karşı karşıya kaldıklarında pozitif tepki verip direnç gösterirler. Dayanıklılığı yüksek bir birey kriz ortamında bile önceliklerini gözden geçirip gücünü ve cesaretini arttırarak problemin merkez noktasına odaklanıp bu problemi çözebileceği bir strateji geliştirirler [17]. Bu bireyler zorlukları ve aksilikleri yaşamın bir parçası olarak görürler ve çözüm odaklı yaşarlar. Kişinin başarı veya başarısızlığını belirleyecek olan husus eğitim ve deneyiminden ziyade dayanıklılığıdır. Çünkü, yoğun bir baskı ve kaos ortamında soğuk kanlı davranıp, hızlı ve doğru kararlar almak ancak dayanıklılık sayesinde olur. Kişilerin dayanıklılık özelliğini geliştirmek için risk, varlık ve süreç odaklı stratejilerin izlenmesi önemlidir. Risk odaklı strateji uygulandığı takdirde, risk yaratan faktörler engellenmekte veya azaltılmaktadır. Varlık odaklı strateji uygulandığı takdirde, sosyal sermaye ve diğer kaynakların kalitesi ve sayısı geliştirilmektedir. Süreç odaklı strateji uygulandığında ise, insan odaklı sistemlerin gücü harekete geçirilmektedir [18].

Psikolojik sermayenin bir diğer boyutu olan dayanıklılık, zorluk ve sıkıntı durumunda yaşama devam edebilmektir. Dayanıklılık beklenmeyen olaylar karşısında kendisini gösterir. Dayanıklılık düzeyi yüksek olan bireyler zor zamanlarının üstesinden gelebilecek güce sahiptirler. Dolayısıyla girişimcilik faaliyetlerinde de sıkça görülen belirsizlik ve zorluklarla dayanıklılık düzeyi yüksek olan bireyler başa çıkacaktırlar. Bu da bize dayanıklılık ile girişimcilik eğilimi arasında pozitif bir ilişki olduğunu göstermektedir. Bu bağlamda çalışmanın ikinci hipotezi aşağıdaki gibidir;

H_2: *Girişimcilik eğilimi üzerinde dayanıklılığın pozitif bir etkisi vardır.*

2.1.1.3 Umut (Hope)

Umut kavramı Snyder'in çalışmaları ile birlikte pozitif psikoloji alanında kullanılmaya başlanmıştır. Umut, değerli hedefler belirleyebilme ve bu hedeflere ulaşmada bireylerin karşılaşılan engellerin üstesinden gelebilme inancı yanı başarma gücünü kapsayan motivasyonel bir durumdur. Snyder umut kavramını, etkileşimli temsil ile metotlardan ortaya çıkan ve başarıya dayanan pozitif bir durum olarak açıklamaktadır. Bu açıdan bakıldığında umut sadece amaca odaklı enerji olarak istemeyi değil bununla beraber amacın başarılması için bir yol olan metodu da içermektedir [16].

Kısaca açıklayacak olursak Snyder'e göre umut; araç, yollar ve amaçlardan oluşan üç boyutlu bir süreçtir. Yani bireylerin amaçları, bu amaçlar için harekete geçme (araç) ve hedeflere ulaşmak için alternatif yollar bulma konusundaki düşünce sürecidir [10]. Bahsedilen bu üç boyut bireylerin hedeflerine ulaşmada ne derece başarılı olacağının bir göstergesidir. Ancak Umut Teorisi'ne göre amaç ve aracın bulunduğu her yerde alternatif yolların kendiliğinden oluşacağı söylenir. Bu teoriye göre bireyler, çıkmaza girip alternatif bir yol bulamadıklarında sadece amacına ulaşamamış kişiler olarak değil, aynı zamanda öğrenilmiş çaresizliğin ilk aşamasında olan kişiler olarak tanımlanmaktadırlar. Buna göre umut, kişileri öğrenilmiş çaresizliğe değil alternatif yollara yönlendirmektedir. Bu bağlamda umut düzeyi yüksek bireyler ile düşük bireyler arasındaki fark tartışılmayacak kadar açıktır. Bu nedenle örgütlerde umut düzeyleri yüksek bireylerin olması örgüte değer kazandıracaktır [7]. Umut düzeyi yüksek olan bir birey hedefe giden birinci yolu tıkandığında, alternatif yollar üreterek "Bunu yapmak için bir yol bulacağım" şeklinde olumlamalarda bulunur. Ayrıca "Bunu yapabilirim", "Durmayacağım", "Bunu bitireceğim" gibi içsel konuşma kalıpları kullanmaktadır [19].

Bireysel ve örgütsel düzeyde umut seviyesini arttırmak için kullanılacak yöntemleri şu şekilde sıralayabiliriz; Hedef saptama, zorlayıcı hedefler, sıralama, katılım, ödül, kaynaklar, stratejik uyum ve eğitimdir [20]. Bu yöntemler sayesinde daha başarılı, umutlu, olumlu beklentileri olan, sağlıklı çalışanlara sahip olunabileceği düşünülmektedir.

Psikolojik sermayenin bir diğer alt boyutu olan umut girişimcilik eğilimi üzerinde etkile olan değişkenler arasında yer almaktadır. Çünkü umut düzeyi yüksek

olan bireyler karşılaştıkları bir zorluk durumunda kendilerine birçok çözüm yolu üretebilirler. Umut genel anlamda kişinin kendi yapmış olduğu faaliyetleriyle alakalıdır. Dolayısıyla kişinin umut düzeyi ne kadar yüksek ise girişimcilik eğilimi de o kadar yüksek olacaktır. Bu bağlamda çalışmanın üçüncü hipotezi aşağıdaki gibidir;

***H_3**: Girişimcilik eğilimi üzerinde umudun pozitif bir etkisi vardır.*

2.1.2 Öz-yeterlilik(Self-efficacy)

Albert Bandura'nın geliştirdiği Sosyal Bilişsel Teori'ye dayanan öz-yeterlilik kavramı davranışçı ve sosyal öğrenme çatısının kullanılması ile oluşturulmuştur. Söz konusu bu teori hem psikoloji hem de örgütsel davranış açısından büyük bir öneme sahiptir. Bunun ilk neden hem davranışçılıktan hem de sosyal öğrenmeden daha kapsamlı olmasıdır. Teoriye göre öğrenme verileri bilişimsel süreçler ile elde edilmektedir. Teoride geçen "sosyal" kavramında bireyler öğrendiklerini toplumun bir parçası olarak ifade ederken, "bilişimsel" kavramında ise öğrenilen bu bilgilerin motivasyon, tutum ve davranış süreçleri ile işlenmesini ifade eder. Çalışan bireylerin bilgi ve davranışları bulundukları örgütten etkilenir ve bireylerin kişilik özelliklerine göre şekillenir. Bu teori üzerine kurulmuş olan öz-yeterlilik kavramı, bireylerin davranışlarının, bulundukları çevreyi etkileyebileceğine dair inançlarından ne ölçüde etkilendiğiyle ilgilenen bu kavramı ortaya çıkarmıştır [21].

Öz-yeterlilik, bireyin belli koşullarda, mevcut görevini başarıyla yapmak için gereksinim duyduğu bilişsel kaynak, davranış biçimleri ve motivasyonu konusunda kendine duyduğu güven ve kendisi hakkında ki kanaatidir. Kısaca bireyin davranışlarının istenilen sonuca ulaşması ve bu davranışta başarılı olacağına dair kanaati olarak tanımlanabilir. O halde bireyin herhangi bir alanda veya görevde öz-yeterlilik kazanması; o görevi başarılı bir şekilde yapmayı denemesi, başkalarının deneyimlerinden öğrenmesine, teşvik edilmesi ve pozitif yönde geribildirim alınmasına bağlıdır. Bunların yanında çalışanın görevi bir parça olarak değil de küçük ve yapılması daha kolay alt bileşenlere ayırarak yapması ve başardığı taktirde bunları birleştirerek görevinde öz-yeterlilik kazanması sağlanabilir. Ayrıca senaryo uygulamaları, örnek olay çalışmaları yapmak, yöneticinin çalışanı taktir etmesi, destek programları, çalışanlara birtakım olanaklar sunarak daha elverişli fiziksel ve psikolojik çalışma ortamının sağlanması ile öz-yeterlilik kazanmalarını sağlayan yöntemler olarak belirlenmiştir [22].

Öz-yeterlilik, bireyleri güçlükler karşısında yeteneklerini kullanmayı ve bu güçlüklerle yüzleşmeye yöneltir. Hedeflere ulaşmak için çaba sarf etmelerini sağlar ve enerji verir. Bireyin hedefine ulaşma noktasında karşı karşıya kalacağı sorunlarda kararlı olmalarını sağlar. Öz-yeterlilik bireylerin kendine dair öğrendiği ve zaman içerisinde geliştirebildiği bir niteliğidir. Benliğimize dair bir özellik ve kimliğimizin farkında olmamız demektir. Öz-yeterliliği olan bireylerde zor görevler seçip yüksek hedefler belirleme, güçlüklerden ve mücadele etmekten mutlu olma, motivasyon düzeyi yüksek, amaçlara ulaşmak için gerektiğinden fazla çaba gösterme, herhangi bir sorun karşısında kararlı ve emin olma gibi özellikler görülür [9].

Yukarıda sayılan bu özelliklere göre öz-yeterlilik sahibi bireyler az girdi ile daha uzun süre verimli çalışırlar, hedeflerin onlara tayin edilmesini beklemez kendileri seçerler, öz-yeterliliğe düşük insanlara çok ağır gelen sorunlar onları çok az etkiler [9].

Psikolojik sermayenin son alt boyutu olan öz-yeterlilik, belirlenen amaca ulaşmak için gerekli olan eylemleri belli bir düzen içerisinde organize etme ve sürdürme kabiliyetine olan inançtır. Bu nedenle girişimcilik ile bağdaşmaktadır ve öz-yeterliliğin girişimcilik eğilimi üzerinde pozitif bir etkisi vardır denilebilir. Çünkü öz-yeterliliği yüksek olan bireyler girişimci olarak yapılacak işleri gerçekleştirmede başarıdırlar. Bu bağlamda çalışmanın son hipotezi aşağıdaki gibidir;

***H_4**: Girişimcilik eğilimi üzerinde öz- yeterliliğin pozitif bir etkisi vardır.*

2.2 Girişimcilik

Girişim kavramı, sözlük anlamıyla "teşebbüs" ve "bir işe girişme" şeklinde tanımlanmaktadır. Girişimcilik kavramı ise sanayi toplumundan bilgi toplumuna geçiş ile ülkelerin gelişim düzeylerine dikkat çeken bir kavram haline gelmiştir. Bu sayede işletmeler açısından önem arz etmektedir. Bu önem sayesinde girişimcilik üretim faktörleri arasında yerini almıştır [23].Fakat girişimcilik kavramı geçmişten günümüze birçok çalışmada konu edilmiş olmasına rağmen evrensel bir tanımı yapılmamıştır. Girişimcilik, bir fikir veya düşüncenin katma değer yaratacak şekilde mal veya hizmete dönüştürülme süreci olarak tanımlanabilir [1].

Girişimcilik kişinin zihninde oluşturduğu fikri geliştirmesi ve uygulamasıdır. Yani girişimci olan

kişinin risk üstlenmesi, çevreyi analiz edebilmesi bu sayede fırsatları gözden geçirmesi, bu fırsatları uygulamaya geçirip yenilik yapma süreci olarak tanımlanabilir [24]. Bu süreç dinamiktir ve bu süreç dönüşümlü olarak tekrarlanmaktadır. Çünkü bireyler fikirlerini uygulamaya döküp başarı elde ettiklerinde sürekli yeni bir şey ekleme çabası içerisine girmektedirler.

Girişimcilik ve girişimcilik faaliyetlerinin ülke ekonomisine birçok katkısı bulunmaktadır. Yapılan girişimcilik faaliyetleri yeni istihdam alanları sağlayarak mal ve hizmet üretimini arttırmaktadır. Ülkelerin büyümesini ve gelişmesini sağlar ve başarılı girişimcilik faaliyetleri diğer bireylere örnek olmaktadır. Bunlardan en önemlisi ise ülkelerin rekabet gücünü arttırmaktadır [24]. Bunların yanı sıra girişimciliğin ekonomiye katkıları şu şekilde sıralanabilir [25].

- ✓ Sosyal Çevre: Bireyin girişimciliğini etkileyen en önemli faktör bulunduğu çevredir. Baskıcı, gelişime açık olmayan, kültürel gelişimi zayıf bir çevre ve aile içinde büyüyen birey kendi kararlarını kendi veremez. Hayatı başkaları tarafından yönetilmektedir. Bu nedenle ne özgür düşüne bilir ne de kendisini özgürce ifade edebilirler. Bireylerin girişimci bir ruha sahip olmaları için bu tür engelleyici faktörlerin ortadan kalması gerekmektedir.
- ✓ İşletme Sahiplerinin Teknik Kökeni: Üretim konusunda başarılı olsalar bile fırsatları düşünme, finansman sağlama ve piyasayı değerlendirme konusunda yeterince başarılı değillerdir.
- ✓ Fizibilite Çalışmaları: Fizibilite, girişimcinin kendi koyduğu yatırımı ihracata yönelik olup olmadığını ve gelişmemiş bölgelere katkı sağlamak amacıyla yapılır. Bu analizi girişimcini kendisi yapması gerekmektedir. Aksi taktirde yanlış bir değerlendirme yapılmış olur.
- ✓ Piyasa Araştırması: Girişimcilerin faaliyet göstereceği alan dikkatle seçilmelidir. Yanlış seçildiğinde yapılan girişim faaliyeti olumsuz sonuçlanmaktadır.
- ✓ Yenilik: Ar-Ge çalışmaları yenilik ve inovasyon için büyük bir önem arz etmektedir. Fakat çoğu girişimci bunu zaman kaybı ve masraf olarak gördüğü için sürdürülebilirlik sağlayamamaktadır.
- ✓ Bilgi Eksikliği: Bilgiye ulaşma, bilgiyi işleme ve mevcut bilgiyi kullanamama girişimcilik faaliyetini olumsuz etkilemektedir.
- ✓ Devletin Girişimciye Bakış Açısı: Devletin girişimciyi yeteri kadar desteklememesi, kamu görevlilerinin girişimcilere olan olumsuz tavrı ve yapılan işlemlerin savsaklanması girişimcilerin şevkini kırmaktadır.
- ✓ Toplumun Girişimciye Bakış Açısı: Bireyler girişimcileri "zengin ve kötü adam" olarak algılamaları yapılan faaliyetleri etkilemektedir.

Girişimciliği etkileyen faktörler ve girişimciliğin ekonomiye katkıları dikkate alındığında bu faaliyetlerin gelişmesi ve ilerlemesi için girişimcilere destek olunmalıdır. Türkiye'de girişimciliğin gelişmesine katkı sağlayan bazı kurum ve kuruluşlar şöyledir; Ticaret ve Sanayi Odaları, Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği (TOBB), KOSGEB, Küçük Sanayi Geliştirme Teşkilatı, TÜBİTAK, Türkiye Sınai Kalkınma Bankası, Mesleki Eğitim ve Küçük Sanayii Destekleme Vakfı, Türkiye Kadın Girişimciler Derneği [26].

2.3 Girişimcilik Eğilimi

Girişimcilik eğilimi, bireysel faktörler ile çevresel faktörlerin birleşimiyle kişinin içinde uyanan kendi işini yapma arzusu ve kararıdır. Bu eğilim girişimcilik faaliyeti yolundaki süreçlerin tümünü ifade eder. Girişimdeki yenilikçilik, risk alma, hırs, özgün olma, rekabetçilik bunun bir göstergesidir [23]. Bunlara ek olarak girişimcilik eğilimi, olay ve olgulara farklı bakış açısıyla bakabilme ve bu sayede ele geçirilecek fırsatları yakalama, toplum için bir katma değer yaratan, kendine güveni son derece üst düzeyde olan bireylerin çevrelerine karşı cesaret, zeka ve şans gibi bireysel yetenek ve özellikleriyle bir işe girişme niyeti olarak tanımlanabilir [1].

3 Araştırma Hipotezlerin Geliştirilmesi

Bu araştırmanın amacı üniversite öğrencilerinin psikolojik sermayelerinin girişimcilik eğilimleri üzerindeki etkisini belirlemektedir. Araştırma amacı çerçevesinde test edilmek üzere geliştirilen hipotezler aşağıdaki gibidir;

H1: Girişimcilik eğilimi üzerinde iyimserliğin pozitif bir etkisi vardır.

H2: Girişimcilik eğilimi üzerinde dayanıklılığın pozitif bir etkisi vardır.

H3: Girişimcilik eğilimi üzerinde umudun pozitif bir etkisi varıdır.

H4: Girişimcilik eğilimi üzerinde öz yeterliliğin pozitif bir etkisi vardır.

H5: Girişimcilik eğilimi üzerinde psikolojik sermayenin pozitif bir etkisi vardır.

4 Araştırma Yöntemi

4.1 Örneklem ve verilerin analiz yöntemi

Araştırmanın ana kitlesi üniversitelerin herhangi bir bölümünde okuyan ve yeni mezun olup bir işletme kurmayı planlayan kişilerden oluşmaktadır. Veri toplamak amacıyla anket uygulaması çevrimiçi yöntem ile uygulanmış olup toplam 330 kişiye ulaşılmıştır.

Araştırma verileri SPSS 22 paket programı kullanılarak, psikolojik sermaye ile girişimcilik eğilimi arasındaki ilişkinin ortaya konulması için frekans, faktör, güvenilirlik, regresyon ve bağımsız gruplar t testi yapılmıştır.

4.2 Ölçekler ve Anket Formunun Oluşturulması

Bu çalışma üniversite öğrencileri üzerinde yapılarak veriler anket yöntemi ile toplanmıştır. Araştırmada kullanılan anket üç bölümden oluşmaktadır. Anketin ilk bölümünde ankete katılan öğrencilerin cinsiyeti, yaşı ve eğitim düzeyi gibi demografik özellikler belirlenmiştir. Anketin ikinci bölümünde Thompson'un(2009) geliştirdiği 10 ifadeden oluşan 'Girişimcilik Eğilimi Ölçeği' kullanılmıştır. Son bölümde ise, Luthans ve arkadaşlarının (2007) geliştirdiği 'Psikolojik Sermaye Ölçeği' kullanılarak bu bölümde 24 ifade katılımcılara yöneltilerek psikolojik sermayenin dört alt boyutu ölçülmektedir. Bu 24 ifadenin ilk altı sorusu dayanıklılık boyutunu, 7, 8, 9, 10, 11, 12. sorular umut boyutunu, 13, 14, 15, 16, 17 ve 18. sorular öz- yeterlilik boyutunu, son altı soru ise iyimserlik boyutunu ifade etmektedir. Kullanılan her iki ölçekte Likert tipinde hazırlanmış olup ölçeklerdeki maddelerin puanlanması, "kesinlikle katılmıyorum" (1 puan), "katılmıyorum" (2 puan), "kararsızım" (3 puan), "katılıyorum" (4 puan), "kesinlikle katılıyorum" (5 puan) şeklinde yapılmaktadır. Ankete katılan öğrencilerin demografik özellikleri ile ölçekler arasındaki istatistiksel farklılıklar araştırılmıştır.

5 Analiz ve Bulgular

Çalışmada ilk olarak frekans analizi gerçekleştirilmiştir. Analiz sonuçları Tablo 1'de görüldüğü gibidir. Ankete katılım sağlayan kişilerin demografik özellikleri yukarıdaki tablolarda gösterilmiştir. Bu tablolar incelendiğinde, katılımcıların %69,7'si kadın, %30,3'ü erkektir. Ayrıca katılımcıların %3'ü 18 yaşından küçük, %82,7'si 19-29 yaş aralığında, %14,2'si 30-39 yaş aralığında olduğu görülmektedir. Katılımcıların büyük bir bölümü gençlerden oluşmaktadır. Eğitim durumlarına göre katılımcıların dağılımı ise, %8,7'si lisans mezunu, %15,5'i Yüksek lisans mezunu ve %1,8'inin Doktora eğitimi almış olduğu görülmektedir. Analizlerde yeterli birim sayısına ulaşmak ve grup ortalamaları arasındaki farklılıkları doğru bir şekilde tespit edebilmek için birim sayısı yeterli düzeyde olmayan gruplar birleştirilmiştir.

Tablo 1. Frekans analizi sonuçları

Cinsiyetiniz?		
	Frequency	Percent
Kadın	230	69,7
Erkek	100	30,3
Total	330	100,0
Eğitim Durumunuz?		
	Frequency	Percent
Lisans	273	82,7
Yüksek Lisans	51	15,5
Doktora	6	1,8
Total	330	100,0
Yaşınız?		
	Frequency	Percent
18'den Küçük	10	3,0
19-29	273	82,7
30-39	47	14,2
Total	330	100,0

5.1 Faktör analizi sonuçları

Çalışmanın devamında faktör analizi gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen analiz sonucunda verilerin faktör analizine uygunluğu KMO ve Barlett küresellik testi sonuçlarına bakılarak tespit edilmiştir. Tablo 2'de KMO örneklem yeterlilik indeksi değerinin ,872>,60 olması ve Barlett küresellik testi sonucunda anlamlılık değerinin (Sig.) 0,00<0.05 olması çalışmada toplanan verilerin faktör analizinde kullanılabileceğini ortaya koymaktadır.

Tablo 2. Frekans analizi sonuçları

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		,872
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	4710,123
	df	561
	Sig.	,000

Anket yöntemi ile toplanan verilerin kullanıldığı çalışmalarda analizlere geçmeden önce, faktör analizi sonuçlarını önemli derecede olumsuz etkileyebilecek maddelerin veya değişkenlerin tespit edilebilmesi ve analizden çıkartılıp çıkartılmayacağına karar verilebilmesi amacıyla anti image korelasyon tablosundan yararlanılabilir. Tabloda köşegenlerde yer alan örneklem yeterlik ölçütlerinin (değerlerinin) 0.5'ten büyük olması ölçekteki söz konusu maddenin faktör analizine uygun olduğunu ifade eder (Altunışık, Coşkun, Bayraktaroğlu & Yıldırım, 2005). Ek 2'de yer alan anti-image korelasyon matrisinde tüm değerlerin 0,50'den büyük olduğu görülmektedir.

Tablo 3'de ise açıklanan toplam varyanslar yer almaktadır. Toplam varyansın %61.393'ü ölçek tarafından açıklanabilmektedir. Açıklanan varyans değerlerinin 8 faktörlü bir ölçek yeterli olduğu söylenebilir (Büyüköztürk, 2008).

Tablo 3. Açıklanan toplam varyans

Faktörler	Faktör Özdeğeri	Varyans Yüzdesi %	Toplam Varyans %
Faktör 1: Umut	8,674	25,511	25,511
Faktör 2:Girişimcilik Eğilimi	3,669	10,791	36,302
Faktör 3: Özyeterlilik	2,025	5,956	42,258
Faktör 4: Dayanak	1,753	5,157	47,415
Faktör 5: Kötümserlik	1,421	4,178	51,593
Faktör 6:İyimserlik	1,215	3,573	55,166
7	1,102	3,240	58,406
8	1,016	2,987	61,393

Tablo 4'te görüldüğü gibi, 34 maddeye ilişkin faktör yükleri 0.41 ile 0.82 arasında değişmektedir. Yapılan çözümleme sonucunda maddelerin 8 faktörde toplandığı görülmüş ancak faktör 7 ve 8 yorumlanabilir (anlamlı) faktörler olmadığı için analizlerden çıkartılmıştır. Yapılan analiz sonucunda 34 maddenin 30'unun ölçekte yer almaya uygun olduğu görülmüştür.

Araştırmada kullanılan ölçeklerin iç tutarlılığı (güvenirliği) Cronbach alpha (α) modeli ile tespit edilmiştir. Tablo 5'den de görülebileceği gibi alpha modeline göre yapılan güvenirlik analizi sonucuna göre, 34 maddesi olan (N=34) psikolojik sermaye ve girişimcilik eğilimi ölçeğinin Cronbach's Alpha (α) değeri 0.887, 30 maddesi olan genel ölçeğin 0.881, girişimcilik eğilimi ölçeğinin 0,805 ve psikolojik sermaye ölçeğinin ise 0,905 çıkmıştır. Bu değer Hair vd. (2005) tarafından önerilen 0.70 değerinin üzerinde olduğundan, kullanılan ölçeğin iç tutarlılık ve güvenilirlik düzeyinin yeterli olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Tablo 4. Ölçeklerin genel güvenilirliği

Ölçek	**Cronbach's Alpha**	**Madde Sayısı**
Ölçeğin Geneli	,887	34
30 Maddeli Ölçek	,881	30
Girişimcilik Eğilimi	,805	10
Psikolojik Sermaye	,905	24

Tablo 5. Ölçekte yer alan maddelerin faktör yükleri

Maddeler	Faktörler ve Faktör Yükleri							
	Umut	GEğilim	ÖYeter.	Dayanık.	Kötümserlik	İyimserlik	7	8
Eğitim dönemindeki stresli olayların üstesinden gelebilirim.	,805	,060	,225	,139	,183	,006	-,040	,111
Daha önce de zorluklarla karşılaştığım için eğitim hayatımda karşıma çıkan zorlukların üstesinden gelebilirim.	,764	-,084	,268	-,001	,087	,030	,003	,041
Eğitim döneminde aynı anda birçok meselenin üstesinden gelebileceğimi hissediyorum.	,737	,030	,218	,197	,162	-,001	-,037	-,041
Mecbur kalırsam, derslerime kendi başıma çalışabilir ve sorunlarımı kendi başıma halledebilirim.	,711	-,069	,052	,222	,071	,123	,107	,143
Öğrencilik dönemindeki zorluklarla bir şekilde başa çıkarım.	,695	,076	,278	,195	,217	,089	-,093	,043
Herhangi bir sorunla karşılaştığımda farklı çözüm yolları bulabilirim.	,609	,096	,241	,340	-,057	,060	,146	-,086
Uzun vadede çözülebilecek sorunları analiz edip çözüm bulmakta kendime güvenirim	,507	,001	,449	,224	,146	,061	,098	-,085
Öğrencilik döneminde problemlerle karşılaştığımda kendimi hemen toplayamam.(t)	,477	-,104	-,300	,103	-,459	,019	-,059	,062
Nasıl yeni bir iş kurulacağını öğrenmek için zaman harcıyorum.	,093	,816	,118	,120	-,087	,054	,058	,164
Kendi işimi kurmaya dair hiçbir planım yok.(t)	-,035	,814	-,027	,044	-,025	,009	-,116	,030
İlerde kendi işimi kurmayı planlıyorum.	,075	,804	-,011	-,007	-,019	,056	-,032	-,062
Bir iş kurabilmek için para biriktiriyorum	-,057	,709	,180	,023	-,088	,148	,075	,139
Nasıl iş kurulacağına dair kitaplar okumam.(t)	,152	,680	-,090	-,067	-,192	-,034	,042	,110
Yeni iş kurma fırsatları ile ilgili hiç araştırma yapmadım.(t)	-,103	,588	,142	-,065	-,020	,217	-,115	,004
Ders yöntemleri tartışılırken fikirlerimi kendimden emin şekilde söylerim.	,191	,030	,729	,067	-,078	,036	,188	,052
Ders amaç ve hedeflerinin belirlenmesine katkıda bulunurken kendimden eminimdir.	,251	,052	,702	,146	,023	,028	,116	-,051
Sınıfta sunum yaparken kendimden eminimdir.	,212	,086	,632	,056	,181	,118	-,114	,153
Okul ile ilgili sorunlar hakkında okul dışındaki kişilerle (ailem, arkadaşlarım, akrabalarım vs.) konuşurken kendimden eminimdir.	,336	,018	,618	,182	-,142	,083	,025	-,132

Eğitim döneminde belirsizliğin olduğu zamanlarda, genellikle en iyi ihtimalin gerçekleşeceğini düşünürüm.	,143	-,009	,560	,054	,002	-,016	-,042	,501
Hocalarımla derslerim hakkında konuşurken kendimden eminimdir.	,340	,154	,558	,255	,184	,009	-,131	,108
Gelecekteki eğitim hedeflerime ulaşmak için azimle çalışıyorum.	,147	,091	,123	,742	,136	,063	,064	-,011
Kendimi başarılı bir öğrenci olarak görüyorum.	,182	,000	,204	,669	,262	,077	-,042	,034
Eğitimim ile ilgili hedeflerime ulaşmak için farklı yollar düşünebilirim.	,401	-,015	,266	,643	-,041	,115	-,065	-,004
Eğitimim ile alakalı kendimi bir çıkmazda bulursam, kurtulmak için çeşitli yollar düşünebilirim.	,273	,052	,008	,606	-,218	-,026	,161	,230
Geleceğe dair işlerimi dikkatle planlarım.	,051	,190	,063	,470	,256	,250	,322	,005
Eğitim hayatımda işler hiç istediğim gibi gitmez.(t)	-,139	,038	,105	-,109	,747	,015	-,046	-,015
Eğitimim ile alakalı bir şeylerin kötü gitme ihtimali varsa, zaten kötü gideceğini düşünürüm.(t)	-,241	-,006	-,043	-,043	,602	-,031	-,041	-,111
Eğitim hayatımda daha önce önüme koyduğum hedeflerime ulaştığımı düşünüyorum.	,087	,036	,155	,365	,471	,020	,110	-,394
" Her işte bir hayır vardır" anlayışını benimserim.	,059	,018	,051	,113	-,014	,820	,014	-,021
Eğitim geleceğim hakkında iyimserimdir	,181	,036	,184	,255	,421	,509	,013	,413
~~İş dünyasına dair dergi, gazete ve internet kaynaklarını takip ederim.~~	~~-,044~~	~~,218~~	~~,046~~	~~,083~~	~~,305~~	~~-,120~~	~~,709~~	~~,109~~
~~Kişisel bütçemi dikkatlice planlarım.~~	~~,185~~	~~,085~~	~~,146~~	~~,116~~	~~-,217~~	~~,447~~	~~,632~~	~~-,134~~
~~Eğitim hayatım ile ilgili daima bardağın dolu tarafından bakmaya çalışırım~~	~~,395~~	~~,027~~	~~,203~~	~~,165~~	~~,258~~	~~,391~~	~~,058~~	~~,502~~
~~Finansal planlama kitapları okurum.~~	~~-,129~~	~~,386~~	~~-,004~~	~~,183~~	~~,093~~	~~-,235~~	~~,292~~	~~,414~~

Extraction Method: Principal Component Analysis.
Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.
a. Rotation converged in 14 iterations.

5.2 Hipotezlerin test edilmesi

5.2.1 Regresyon analizi sonuçları (Bağımlı değişken: Eğilim, bağımsız değişken psikolojik sermaye unsurları)

Çalışmada ilk olarak bağımlı değişkenin girişimcilik eğilimi olduğu regresyon analizi gerçekleştirilmiştir. Tablo 6'da psikolojik sermaye unsurlarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler ve korelasyon ilişkileri görülmektedir. Tablo 7'de yer alan ANOVA sonuçlarına göre ise model anlamlıdır (sig. Değeri 0,05'ten küçük). "Model Özeti" tablosuna bakıldığında, bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkendeki değişimin yaklaşık %4'ünü açıkladığı görülmektedir (R2 değeri 0,039). Durbin Watson değerinin 2'ye yakın olması ciddi bir otokorelasyon probleminin olmadığı göstermektedir. Katsayılar tablosunda "Collinearity İstatistikleri" sütunundaki VIF ve tolerans değerlerine bakıldığında modelde bağımlı ve bağımsız değişkenler arasında çoklu doğrusal bağlılığın olmadığı görülmektedir. VIF değeri açıklayıcı değişken sayısı az olduğunda 5'ten büyükse, ciddi çoklu doğrusal bağlantı olduğu anlamına gelir. Katsayılar tablosuna göre psikolojik sermaye unsurlarından girişimci özyeterliliği ve dayanıklılık, girişimcilik eğilimini pozitif ve anlamlı etkilemektedir.

Tablo 6. Tanımlayıcı İstatistikler

	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	Skewness	Kurtosis
Umut	8,00	40,00	31,6929	5,27309	-,740	1,325
Eğilim	6,00	30,00	18,4636	5,38941	-,243	-,398
Yeterlilik	6,00	30,00	22,5303	4,02734	-,369	1,126
Dayanıklılık	5,00	25,00	19,5788	3,08169	-,777	2,037
İyimserlik	5,00	25,00	17,9758	3,14677	-,595	,969

Korelasyonlar		**Eğilim**	**Umut**	**Yeterlilik**	**Dayanıklılık**	**İyimserlik**
Pearson Correlation	**Eğilim**	1,000	,085(,063)	,153(,003)	,168(,001)	,069(,105)
	Umut	,085 (,063)	1,000	,630(,000)	,525(,000)	,467(,000)
	Yeterlilik	,153 (,003)	,630 (,000)	1,000	,445(,000)	,304(,000)
	Dayanıklılık	,168 (,001)	,525(,000)	,445(,000)	1,000	,467(,000)
	İyimserlik	,069 (,105)	,467(,000)	,304(,000)	,467(,000)	1,000

Parantez içerisindekiler olasılık değerleridir

Tablo 7. Regresyon analizi sonuçları

Model Özeti					
Model	R	R Kare	Düzeltilmiş R Kare	Tahminin Standart Hatası	Durbin-Watson
1	,198	,039	,027	5,32146	1,890

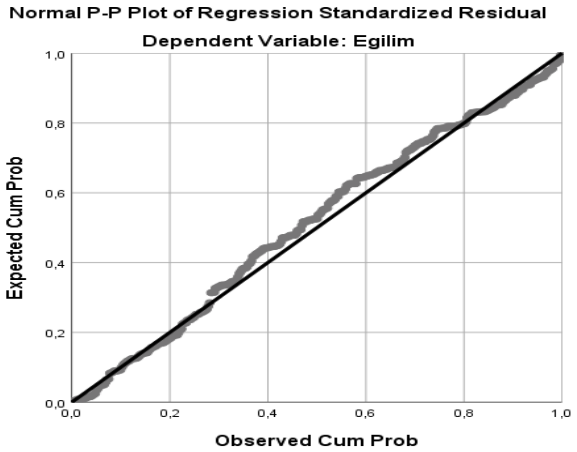
ANOVA						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	374,963	4	93,741	3,310	,011**
	Residual	9175,013	324	28,318		
	Total	9549,976	328			

Katsayılar								
Model		Standartlaştırılmamış Katsayılar		Standartlaştırılmış Katsayılar	t	Sig.	Collinearity İstatistikleri	
		B	Std. Error	Beta			Tolerance	VIF
1	(Constant)	11,892	2,267		5,245	,000		
	Umut	-,080	,080	-,078	-1,002	,317	,489	2,045
	Yeterlilik	,184	,095	,137	1,930	,054***	,585	1,710
	Dayanıklılık	,263	,119	,150	2,211	,028**	,641	1,561
	İyimserlik	-,011	,110	-,006	-,096	,924	,713	1,403

** ve *** sırasıyla %5 ve %10 anlamlılık düzeylerini ifade etmektedir.

Grafik 1 incelendiğinde ise bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki beklenen ve gözlenen değerler arasında pozitif yönlü bir ilişkinin olduğu görülmektedir. Ayrıca beklenen ve gözlenen değerlerin pozitif yönlü bir doğru etrafında toplanması psikolojik sermaye unsurlarının girişimciliği pozitif yönde etkilediğini göstermektedir.

Grafik 2. Doğrusallık Grafiği



5.2.2 Regresyon Analizi sonuçları (Bağımlı değişken: Eğilim, bağımsız değişken psikolojik sermaye)

Çalışmada daha sonra psikolojik sermaye ile girişimcilik eğilimi arasındaki doğrudan ilişkiye bakılmış ve bu amaçla iki değişkenli regresyon analizi gerçekleştirilmiştir. Tablo 8'de yer alan ANOVA sonuçlarına göre model anlamlıdır (sig. Değeri 0,05'ten küçük). Model Özeti tablosuna bakıldığında, bağımsız değişken olan psikolojik sermaye bağımlı değişkendeki değişimin yaklaşık %5'ini açıkladığı görülmektedir (R kare değeri 0,053). Durbin Watson değerinin 2'ye oldukça yakın olması herhangi bir otokorelasyon probleminin olmadığını göstermektedir (2,007). Katsayılar tablosunda Collinearity İstatistikleri sütunundaki VIF ve tolerans değerlerine bakıldığında modelde bağımlı ve bağımsız değişkenler arasında çoklu doğrusal bağlılığın olmadığı görülmektedir. Katsayılar tablosuna göre psikolojik sermayenin girişimcilik eğilimini pozitif ve anlamlı etkilemektedir.

Tablo 8. Regresyon Analizi Sonuçları

Model Özeti					
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	,230[a]	,053	,050	6,68384	2,007

ANOVA[a]						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	813,100	1	813,100	18,201	,000[b]
	Residual	14608,293	327	44,674		
	Total	15421,392	328			

Katsayılar								
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity İsttatistikleri	
		B	Std. Error	Beta			Tolerance	VIF
1	(Constant)	20,820	2,729		7,630	,000		
	Psermaye	,126	,030	,230	4,266	,000	1,000	1,000

Gerçekleştirilen analizler sonucunda H2, H4 ve H5 hipotezleri doğrulanmıştır.

5.2.3 Girişimcilik eğilimi ve psikolojik sermaye unsurlarının cinsiyet gruplarına göre t testi sonuçları

Çalışmada daha sonra bireylerin cinsiyetlerine göre girişimcilik eğilimlerinin ve psikolojik önyargı unsurlarının farklılaşıp farklılaşmadığı bağımsız gruplar t testi ile incelenmiştir. Tablo 9'da yer verilen analiz sonuçlarına göre girişimcilik eğiliminin ve psikolojik sermayenin alt boyutlarından dayanıklılık alt boyutunun kadın ve erkek girişimci adayları arasında anlamlı bir şekilde farklılaştığı; umut, özyeterlilik ve iyimserlik alt boyutlarının ise farklılaşmadığı görülmektedir. Buna göre, erkek girişimci adaylarının kadın adaylardan daha fazla girişimcilik eğilimine sahip oldukları ve kadın girişimci adaylarının psikolojik sermaye unsurlarından biri olan dayanıklılığının daha yüksek olduğu görülmüştür.

Tablo 9. Bağımsız Gruplar t Testi Sonuçları

Grup İstatistikleri

	Cinsiyetiniz?	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Girisimcilik	Kadın	230	31,4870	6,88821	,45420
	Erkek	100	34,3000	6,38258	,63826
Dayanik	Kadın	230	23,6783	3,37742	,22270
	Erkek	100	22,5700	3,73965	,37396
umutt	Kadın	229	23,6856	3,94777	,26088
	Erkek	100	23,0200	4,92772	,49277
ozyeter	Kadın	230	23,3435	3,62058	,23873
	Erkek	100	22,7700	4,44689	,44469
iyim	Kadın	230	21,5826	3,29743	,21743
	Erkek	100	21,4500	4,53355	,45335

	t	df	Sig. (2-tailed)
Girisimcilik	-3,485	328	,001*
Dayanik	2,651	328	,008*
umutt	1,301	327	,194
ozyeter	1,231	328	,219
iyim	,298	328	,766

* %1 anlamlılık düzeyini ifade etmektedir.

6 Sonuç ve öneriler

Bu araştırmanın örneklemini üniversitelerin herhangi bir bölümünde okuyan ve yeni mezun olup bir işletme kurmayı planlayan oluşturmaktadır. Araştırmanın temel amacı üniversite öğrencilerinin psikolojik sermayelerinin girişimcilik eğilimi üzerindeki etkisini tespit etmektir. Araştırma sonucunda elde edilen bulgular geleceğin girişimcileri, girişimcilik eğitimi veren eğitimciler ve işletmeler açısından öneri niteliği taşımaktadır. Ayrıca bireyler psikolojik sermayenin önemini kavrayarak kendi içlerindeki girişimcilik potansiyelini, psikolojik sermayenin boyutlarından hangisini geliştirerek ortaya çıkarabilecekleri konusunda bir fikir sahibi olacaklardır. Yapılan bu çalışmanın bu nedenlerden ötürü önemli olduğu düşünülmektedir.

Çalışmada psikolojik sermayenin alt boyutlarının girişimcilik eğilimine etkisi incelenmiş ve psikolojik sermaye olgusu ile dört alt boyutundan (umut, iyimserlik, dayanıklılık ve öz-yeterlilik) ikisinin (girişimci öz yeterliliği ve dayanıklılık) girişimcilik eğilimini pozitif etkilediği tespit edilmiştir.

Çalışmada ayrıca erkek girişimci adaylarının kadın adaylardan daha fazla girişimcilik eğilimine sahip oldukları ve kadın girişimci adaylarının psikolojik sermaye unsurlarından biri olan dayanıklılığının daha yüksek olduğu görülmüştür. Literatür incelendiğinde Şeşen ve Basım (2012) üniversite öğrencilerinin girişimcilik eğilimi üzerinde öz-yeterliliğin pozitif yönlü bir etkisi olduğu ortaya koymuştur. Özdemir ve Özgüner (2016) psikolojik sermayenin girişimcilik eğilimi üzerinde etkili olduğunu tespit etmişlerdir. Önay ve diğerleri (2017) çalışanların girişimcilik niyetini umut ve öz-yeterlilik pozitif yönde etkilerken, iyimserlik ve dayanıklılık anlamlı olarak etkilemediğini saptanmışlardır. Diğer ülkelerde yapılan çalışmalar incelendiğinde; Bangun ve Al Raysid (2015)'in yüksek lisans öğrencileri üzerinde yaptığı çalışmada, Torres vd. (2017) tarafından üniversite öğrencileri üzerinde yapılan çalışmada, Chang-Hyun Jin (2017) tarafından yapılan çalışmada ve Sebora ve Tantiukoskula (2011) tarafınfan yapılan çalışmada psikolojik sermayenin girişimcilik eğilimi üzerinde pozitif bir etkiye sahip olduğu ve psikolojik sermayenin alt boyutlarının da ayrı ayrı girişimcilik eğilimine pozitif yönde ve anlamlı bir etkisi olduğu saptanmıştır [1]. Literatür de incelenen çalışmalara bakıldığında bu çalışma ile aynı doğrultuda olduğu ve aynı sonuçlara rastlandığı görülmektedir.

Bu bilgiler ışığında bireylerin psikolojik sermaye düzeyleri ne kadar yüksek ise işletme yatırımı yapma, girişimci olma veya bir işletme sahibi olma eğilimlerinin o kadar yüksek olduğu söylenebilir. Girişimci bireylerin sayısı ve bu yatırımların düzeyi arttırılmak isteniyor ise gençlerin psikolojik sermayelerini arttıracak politikalar geliştirilmesi gerektiği söylenebilir. Bu amaçla çeşitli eğitimler, destekler ve yönlendirmeler yapılabilir.

Bu çalışma, üniversite öğrencilerinin psikolojik sermayelerinin ve alt boyutlarının girişimcilik

eğilimi üzerindeki etkisini ölçen sayılı çalışmalardandır. Literatüre bakıldığında umut, öz-yeterlilik, dayanıklılık ve iyimserlik ayrı ayrı ele alınmıştır. Örneklem büyüklüğü sınırlı olsa da psikolojik sermaye ve girişimcilik kavramları günümüz dünyasında hem iş hem de akademik dünya da çok fazla ilgi görmektedir. Bu çalışmanın bu sebeplerden ötürü önemli olduğu düşünülmektedir.

Bu çalışmanın bulgularından hareketle gelecekte yapılacak olan çalışmalara yönelik birtakım öneriler şu şekilde sıralanabilir:

- ✓ Sonraki çalışmalarda örneklem sayısı arttırılarak daha tutarlı sonuçlara ulaşılabilir.
- ✓ Türk öğrenciler ile yabancı uyruklu öğrencilerin girişimcilik niyetlerini ve psikolojik sermaye düzeyleri arasındaki farklılıklar ortaya konulabilir.
- ✓ Bu çalışmada veri toplama aracı olarak anket yöntemi kullanılmıştır. Gelecekte yapılacak olan çalışmalar mülakat yöntemi veya diğer yöntemlerle desteklenerek daha anlamlı bilgilere ulaşılabilir.
- ✓ Psikolojik sermayenin yanı sıra entelektüel, duygusal, sosyal ve beşeri sermayeler baz alınarak ilişkiler, benzerlikler ve farklılıklar ortaya konulabilir.
- ✓ Bu çalışma girişimci adayları üzerinde yapılmıştır. Sonraki çalışmalarda toplumun farklı kesimleri dikkate alınabilir. Farklı kesimler üzerinde farklılıklar ortaya konulabilir.

Kaynaklar

[1] Yalçın, F. (2018). Üniversite öğrencilerinin psikolojik sermayelerinin girişimcilik eğilimleri Üzerindeki etkisi (Yüksek lisans tezi). Erciyes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kayseri.

[2] Luthans, F., Youssef, C. M., & Avolio, B. J. (2007). Psychological capital: Developing the human competitive edge.

[3] Ulucan, S. (2015). Girişimcilik eğiliminin ve girişimcilik eğilimini etkileyen faktörlerin analizi: Ortaöğretimde lise 3. ve 4. sınıf öğrencileri üzerinde bir uygulama (Yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.

[4] Akduru, H. E. (2020). İşgörenlerin umut, iyimserlik, dayanıklılık ve öz yeterlilik düzeylerinin iç girişimcilik eğilimlerine etkisine dair özel sağlık sektöründe bir çalışma. Business and management studies: An ınternational journal, 8(2), 1167-1192.

[5] Balaban, Ö., Özdemir, Y. (2008). Girişimcilik eğitiminin girişimcilik eğilimi üzerindeki etkisi: Sakarya üniversitesi İİBF örneği. Girişimcilik ve Kalkınma Dergisi. 3 (2), 133- 147.

[6] Keleş, N. H. (2011). Pozitif psikolojik sermaye: Tanımı, bileşenleri ve örgüt yönetimine etkileri. Organizasyon ve Yönetim Bilimleri Dergisi, 3 (2), 345-350.

[7] Yıldırım B. H. (2014). Örgütsel güven ile psikolojik sermaye arasındaki ilişkiyi belirlemeye yönelik bir araştırma. (Yüksek lisans tezi). Dumlupınar Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kütahya.

[8] Kalman, M. (2017). Ortaokul öğretmenlerinin psikolojik sermayelerinin geliştirilmesine yönelik bir uygulama (Doktora tezi). Gaziantep Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Gaziantep.

[9] Uğur, D. (2017). Psikolojik sermaye ve örgütsel adaletin iş performansı üzerindeki etkisi (Yüksek lisans tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

[10] Özcalık, F. (2017). Pozitif ve negatif duygusallığın örgütsel sinizm üzerindeki etkisinde psikolojik sermayenin rolü (Doktora tezi). Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Tokat.

[11] Luthans, F. Ve Youssef, C. M. (2004). Human, social and now positive psychological capital management: Investingin people for competitive advantage. Organizational Dynamics, 33(2), 143-160.

[12] Yaşin, T. (2016). Kişilik özellikleri ve psikolojik sermayenin psikolojik iyi oluş, akış deneyimi, iş tatmini ve çalışan performansına etkileri (Doktora tezi). Başkent Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.

[13] Güler, G. (2016). Pozitif psikolojik sermaye ile örgütsel bağlılık ilişkisi: Mersin ili perakende sektörü çalışanları üzerine bir araştırma (Yüksek lisans tezi). Toros Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Mersin.

[14] Bıyıkbeyi, T. (2015). Çalışanların örgütsel adalet algıları ile psikolojik sermaye düzeyleri arasındaki ilişki: Doğu Akdeniz bölgesinde bir ilde bir alan araştırması (Yüksek lisans tezi). Sütçü İmam Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kahramanmaraş.

[15] Berberoğlu, N. (2013). Psikolojik sermayenin örgütsel vatandaşlık üzerine etkisi: Bir alan araştırması (Yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.

[16] Çetin, F., Basım, N. (2012). Örgütsel psikolojik sermaye: bir ölçek uyarlama çalışması. Amme İdaresi Dergisi, 45 (1), 121-137.

[17] Aslan, İ. (2017). Öğretmenlerin pozitif psikolojik sermaye algıları ile örgütsel bağlılıkları asındaki ilişkinin incelenmesi (Yüksek lisans tezi). Siirt Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Siirt.

[18] Yıldız, H. (2015). Pozitif psikolojik sermaye, örgütsel güven ve örgütsel vatandaşlık davranışı arasındaki ilişkinin incelenmesi: Bir alan araştırması (Doktora

tezi). Balıkesir Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Balıkesir.
[19] Topaloğlu, T. (2013). Psikolojik sermaye: Psikolojik sermaye ile iş performansı arasındaki ilişkiye otantik liderliğin düzenleyici etkisi. (Doktora tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.
[20] Korkmaz, O. (2014). Öğretmenlerin psikolojik sermaye algıları ile örgütsel bağlılık düzeyleri arasındaki ilişki (Kahramanmaraş örneği), (Yüksek lisans tezi). Zirve Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kahramanmaraş.
[21] Çınar, E. (2011). Pozitif psikolojik sermayenin örgütsel bağlılıkla ilişkisi (Yüksek lisans tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.
[22] Akçay, V. H. (2011). Pozitif psikolojik sermayenin kişisel değerler bakımından iş tatminine etkisi ve bir araştırma (Doktora tezi). İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
[23] Mungan, S. (2013). Kadın girişimcilik değerleri ile kadın girişimcilik algısı arasındaki ilişkide girişimcilik eğitimlerinin rolü (Yüksek lisans tezi). Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
[24] Ekici, E. (2016). Üniversite öğrencilerinin girişimcilik eğilimini belirlemede planlanmış davranışlar teorisi ve girişimcilik eğitiminin rolü (Yüksek lisans tezi). Çukurova Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana.
[25] Uzungil, S. (2014). Kobi'lerde iç girişimciliği etkileyen faktörler üzerine yapılan ampirik bir çalışma: Konya örneği (Yüksek lisans tezi). Dumlupınar Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kütahya.
[26] Doğan, N. (2013). Türkiye' de girişimcilik eğilimi: Üniversite öğrencilerine yönelik bir araştırma (Doktora tezi). İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
[27] Akyön, F. V. (2020). Girişimcilik niyeti, öz-yeterlilik ve girişimcilik potansiyeline çevrenin etkisi: Sağlık yönetimi lisansüstü öğrencileri üzerine bir araştırma. Girişimcilik ve Kalkınma Dergisi, 15(2), 78-94.
[28] Kahya, V. (2019). Psikolojik sermayenin girişimci olma eğilimine etkisi: KOSGEB girişimcilik eğitimine katılan kursiyerler üzerine bir araştırma. Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi, 12(18), 634-657.
[29] Kılınç, E., ve Kanayıran, B. (2020). İşletme fakültesi öğrencilerinin psikolojik sermaye düzeylerinin girişimcilik eğilimleri üzerindeki etkisinin incelenmesi. International Journal of Management and Administration, 4(7), 34-53.
[30] Önay, I., Ayas, S., Uğurlu, Ö. Y. ve Önay, M. B. (2017). Psikolojik sermaye ile girişimcilik niyeti ilişkisi. Gazi İktisat ve İşletme Dergisi, 3(3), 55-66.
[31] Öge, S. ve Kaplan, M. (2017). Girişimcilik eğitiminde pozitif psikolojik sermayenin rolü üzerine bir değerlendirme. Balkan ve Yakın Doğu Sosyal Bilimler Dergisi, 3(4), 28-33.
[32] Şeşen, H., Basım, N. (2012). Demografik faktörler ve kişiliğin girişimcilik niyetine etkisi: Spor bilimleri alanında öğrenim gören üniversite öğrencileri üzerine bir araştırma. Ege Akademik Bakış, 12, 21-28.
[33] Rasyid, A. A., ve Bangun, Y. R. (2015). The relationship between psychological capital and entrepreneurial traits: A case study of MBA SBM ITB students in Bandung. Journal of Business and Management, 4(3), 297-316.
[34] Zhao, J., Wei, G., Chen, K., ve Yien, J. (2020). Psychological capital and university students' entrepreneurial intention in China: Mediation effect of entrepreneurial capitals. Frontiers in Psychology. 10, 2984.
[35] Yalap, O., Polatçı, S. ve Yılmaz, H. (2020). Do psychological capital and communication skills affect entrepreneurial intention? A study on students studying at a university in Turkey. Global Journal of Business, Economics and Management: Güncel Sorunlar, 10 (1), 21-30.
[36] Margaça C, Hernández-Sánchez B, Sánchez-García JC ve Cardella GM (2021). The roles of psychological capital and gender in university students' entrepreneurial intentions. Frontiers in Psychology. 11:615910, 1-16.
[37] Mahfud, T., Triyono, M. B., ve Mulyani, Y. (2020). The influence of social capital and entrepreneurial attitude orientation on entrepreneurial intentions: The mediating role of psychological capital. European Research on Management and Business Economics. 26(1), 33-39.
[38] Özdemir, A. ve Özgüner, M. (2016). Psikolojik sermayenin girişimcilik eğilimine etkisi: Üniversite öğrencileri üzerinde bir araştırma. Journal of Human Sciences, 13(3), 5107- 5121.

Benzerlik Katsayılı Maksimal Akış Ağı ile İmalat Hücresi Tasarımı

Sabahattin Kerem AYTULUN[1]*, Selin YALÇIN[2]

[1]*Beykent Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Endüstri Mühendisliği, İstanbul, TÜRKİYE*

[2]*Beykent Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Endüstri Mühendisliği, İstanbul, TÜRKİYE*

Özet

Bu çalışmada, hücresel imalat kapsamında benzerlik katsayısı içeren bir maksimal akış ağı yardımıyla makine hücrelerinin oluşturulmasına çalışılmıştır. Öncelikle parça işlem rotaları kullanılarak parça-makine gösterge matrisi kurulmuştur. Ayrıca literatürde hücre tasarımı için kullanılan benzerlik hesaplamaları ile veri madenciliği benzerlik hesaplamaları incelenmiş, bu amaçla kullanılan benzerlik ölçüleri karşılaştırılarak en iyi sonucu veren katsayı seçilerek makinelerin birbirlerine olan benzerlikleri ifade edilmiştir. Düğümleri makineler, dalları ise makineler arası benzerlik katsayıları olan bir maksimal akış ağı kurulmuş, söz konusu ağ IBM ILOG CPLEX ortamında Optimization Programming Language ile kodlanarak makine hücrelerine esas teşkil eden makine kümeleri hesaplanmıştır. Bu yaklaşımın genel olarak en iyileme temelli bir kümeleme yöntemi olabileceği sonucuna da varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Benzerlik Katsayısı, Maksimal Akış Ağı, Hücresel İmalat, Makine Gruplama, Veri Madenciliği Uygulamaları*

Manufacturing Cell Design with Maximal Flow Network Using Similarity Coefficient

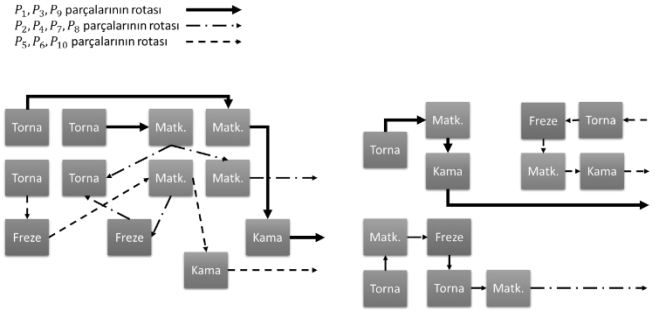
Abstract

In this study, it has been created machine cells with a maximal flow network using similarity coefficient within the scope of cellular manufacturing. First, part-machine indicator matrix was established by using part process routes. In addition, similarity calculations used for cell design and data mining similarity calculations in the literature were examined, and the similarity measures used for this purpose were compared and the best similarity coefficient was selected and the similarities of the machines to each other were expressed. A maximal flow network with nodes of machines and branches with similarity coefficients between machines was established, the network was coded with Optimization Programming Language in IBM ILOG CPLEX environment and machine clusters that form the basis of machine cells were calculated. It is also concluded that this approach may be an optimization-based clustering method in general.

Keywords: *Similarity Coefficient, Maximal Flow Network, Cellular Manufacturing, Machine Grouping, Data Mining Applications*

1 Giriş

Tesis planlama konusunda sıklıkla ele alınan konulardan biri de imalat hücresi tasarımında makine grupları ve ürün ailelerinin oluşturulması problemidir. Bu problemde amaç, adına imalat hücresi denilen makine grupları oluşturarak, üretim hattındaki çevrim zamanlarını düşürmek, yarı mamul stok düzeyini azaltmak, malzeme taşıma faaliyetinin basitleştirerek taşıma maliyetlerinin düşürülmesidir. Şekil 1'de bir atölye tipi yerleşimde farklı parçaların belirli makineler arasındaki rotaları verilmiş olup aynı parça ve makinelere uygulanan hücresel imalat çözümü de görülmektedir. Hücresel imalat tasarımı ile parça hareketlerinin sadeleştiği açıkça görülmektedir.



Şekil 1. Atölye tipi yerleşimden, hücresel yapıya geçiş [1]

Makine gruplaması problemin çözümü için farklı yollar önerilmiştir. Kullanılan yöntemlerden biri de üretilen parçaların hangi makinelerde işlem gördüğünü gösteren parça-makine gösterge matrislerinden faydalanarak, makineler ve/veya parçaların birbirlerine olan benzerliklerinin hesaplanması ve elde edilen bu benzerlik değerine göre grupların oluşturulmasıdır. Parçaların uğradığı makineler ne kadar ortaksa bu parçaların arasındaki benzerlik de o kadar yüksek olmaktadır. Bu durum makineler için de geçerlidir. İdeal durumda, bu parçaları işleyen makineler bir araya getirilmekte ve hiçbir makinenin aynı anda farklı hücrelerde bulunmasına müsaade edilmemektedir. Bazı durumlarda ise bazı parça/makine eşleşmelerinin oluşturulan gruplar dışında kaldığı da görülmektedir.

Bu çalışmanın temel amacı mevcut kümeleme algoritmalarına bir alternatif olarak maksimal akış ağı yapısı kullanılarak makine gruplarının elde edilmesidir. Öncelikle parça rotaları kullanılarak parça-makine gösterge matrisi elde edilecek, bu matris yardımıyla makinelerin birbirine olan benzerlikleri seçilen bir benzerlik katsayısı ile belirlenerek, bu benzerlik değerleri ile maksimal akış ağı oluşturulacak ve kümeleme gerçekleştirilecektir. Elde edilen sonuçlar literatürde kabul görmüş yöntemlerle karşılaştırılacaktır. Son bölümde ise elde edilen bulgulara yer verilecektir.

2 Literatür Araştırması

Makine hücrelerinin oluşturulmasında benzerlik katsayısı kullanımı konusunda kapsamlı bir inceleme Yin ve Yasuda tarafından yapılmıştır [2]. Bu çalışmada hücre formasyonu problemini çözmek amacıyla kullanılan yöntemlerin araştırılmasına yönelik olarak 160'tan fazla bilimsel yayın taranmış, yöntemlere ilişkin genel bir taksonomi ve sınıflandırma çalışması yapılmış, özellikle benzerlik katsayısı tabanlı yöntemlerin diğer yöntemlere göre daha esnek olmasının nedenleri açıklanmıştır. Literatürde yaygın olarak kullanılan Jaccard benzerliğinin diğer yöntemlerle karşılaştırılmasının, alternatif rotaların da aynı anda hesaba katıldığı benzerlik katsayısı hesaplamasının, hiyerarşik olmayan kümeleme algoritmalarının daha çok geliştirilmesinin ve son olarak üretim hacmi ve operasyon süreleri ile makine kapasitelerinin de hesaba katıldığı bir benzerlik katsayısı hesabının yapılması önerilmiştir. Makine hücrelerinin gruplandırılmasında parça rota bilgileri dışında, operasyon sırası, üretim hacmi, parça öncelikleri vb. ek bilgiler de kullanılmaktadır [3]. Makine grupları belirlendikten sonra, hücre içi makine yerleşimleri de ele alınmaktadır. Askin ve Zhou [4] tarafından yapılan çalışmada benzerlik katsayısı ile bulunan en iyi parça grupları parça ailelerine dönüştürülmüş ve genişletilmiş en kısa yol ağı yardımıyla her hücredeki makine sıraları ve hücre kapasiteleri hesaplanmıştır. Çalışmada hem benzerlik katsayısı hem de ağ yapısı kullanılarak problem çözülmüştür. Wu ve diğerleri [5] tarafından yapılan çalışmada ise genel benzerlik katsayısı (GSC) hesaplamaları derlenmiş ve daha uygun olduğu düşünülen yeni bir benzerlik değerleri hesaplanmıştır. Yöntemin performansını ölçmek için ise parça makine gösterge matrisine benzer bir yapıda olan blok diyagonal matristen hesaplanan değerler kullanılmıştır. Bu sayede oluşan diyagonal matrisin durumuna göre elde edilen sonucun performansı, diğer yöntemlerle karşılaştırılabilmektedir. Rajesh ve diğerleri [6] hem benzerlik hem de benzemezlik katsayıları kullanılan hibrit bir model geliştirerek makine gruplama performansını artıran bir algoritma önerisinde bulunmuşlardır. Benzerlik katsayısı kullanılmadan makine gruplama probleminin çözümünü sağlayan algoritmaların başında sıralı kümeleme algoritması gelmektedir (ROC: Rank-Order Clustering) [9]. Bu algoritma satır ve sütunları ikilik (binary) sistem olarak düşünerek önce her bir satır ve sütun için ikilik değer hesaplamaktadır. Daha sonra bu değerleri azalan sırada sıralayarak kümeleri oluşturmaktadır. Her bir küme, makine gruplarını ve ilgili ürün ailelerini belirlemektedir.

3 Kullanılan Yöntem

Bu çalışmada, parça rota bilgilerinden elde edilen parça-makine gösterge matrisleri yardımıyla benzerlik katsayısı hesaplanacaktır. Üç parça ve üç makineden oluşan tipik bir gösterge matrisi Tablo 1'de verilmiştir. Burada parçalar P_i ile makineler ise M_j ile gösterilmiştir.

Tablo 1. Parça-Makine gösterge matrisi

a_{ij}	M_1	M_2	M_3	M_4
P_1	1			1
P_2	1	1	1	
P_3			1	

Bu matriste a_{ij} değeri 0 veya 1 değerini alarak parça makine ilişkisini yansıtmaktadır. a_{ij} 'nin tanımı denklem (1)'de gösterildiği şekildedir.

$$a_{ij} = \begin{cases} 1 \; eğer \; i \; parçası \; j \; makinesine \; uğruyor \; ise \\ 0 \; aksi \; taktirde \end{cases} \quad (1)$$

Sıfır değerleri, kullanım amacına uygun olarak matristen silinmektedir. Matristen de anlaşıldığı gibi P_1 parçası M_1 ve M_4 makinelerine, P_2 parçası M_1, M_2ve M_3 makinelerine P_3 parçası da M_3 makinesine ihtiyaç duymaktadır.

3.1 Benzerlik Katsayısı

Yin ve Yasuda tarafından genel amaçlı seçilmiş 17 adet ve ikilik veri tabanlı seçilmiş 6 adet benzerlik katsayısı derlenmiştir [2]. Bu katsayılardan bazıları Tablo 2'de verilmiştir. Tablo 2'deki indisler,

a: Her iki makineye uğrayan parça sayısı

b: i. makineye uğrayan ancak j. makineye uğramayan parça sayısı

c: j. makineye uğrayan ancak i. makineye uğramayan parça sayısı

d: Her iki makineye de uğramayan parça sayısı anlamına gelmektedir.

Tablo 2'de sunulan benzerlik katsayılarına ilave olarak bu çalışmada kullanılan cosine benzerliği ise aslında doküman ve metin benzerliklerinin anlaşılmasında kullanılan metrik olmayan bir yöntemdir [7]. Cosine benzerlik katsayısı, x ve y olmak üzere tanımlanmış iki vektör arasındaki açının kosinüsü olarak tanımlanır ve denklem (2)'de gösterildiği şekilde hesaplanır [7].

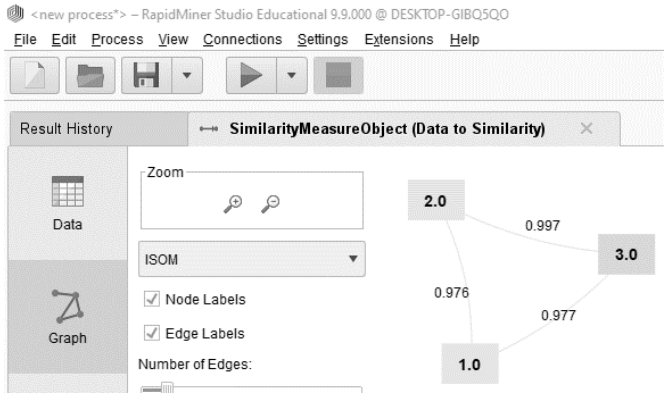
$$sim(x, y) = \frac{x.y}{\|x\|.\|y\|} \quad (2)$$

Burada $\|x\|$ ve $\|y\|$ değerleri ilgili vektörlerin Öklid normlarını ifade eder ve vektör uzunluğu olarak bilinir. Örneğin $x = (x_1, x_2, \dots, x_p)$ ise $\|x\| = \sqrt{x_1^2 + x_2^2 \dots + x_p^2}$ olur. 0-1 aralığında değişen bu benzerlik katsayısı ne kadar büyük olursa iki vektörün o kadar benzer olduğu sonucuna varır. Bu tür hesaplamalar yazılımlar aracılığıyla kolaylıkla yapılabilmektedir. Bu çalışmada RapidMiner Studio v9.9 kullanılarak cosine benzerlik katsayısı hesaplanmıştır.

Tablo 3. Örnek nesneler ve özellikleri

	A_1	A_2	A_3	A_4
N_1	56.6	78.9	68.7	57.9
N_2	79.1	63.0	71.6	76.0
N_3	74.3	57.0	70.9	60.1

Örnek vermek gerekirse Tablo 3'de N_1, N_2 ve N_3 nesnelerine ait A_1, A_2, A_3 ve A_4 özellikleri gösterilmiş olsun. RapidMiner'a veri girişi sağlandıktan sonra cosine benzerlik katsayıları hesaplandığında aşağıdaki sonuçlara ulaşılmaktadır.



Şekil 2. RapidMiner örnek çıktıları

Şekil 2'de görüldüğü gibi örnek olarak verilen üç nesnenin cosine benzerlik katsayıları birinci ve ikinci nesne için 0.976, birinci ve üçüncü nesne için 0.977, ikinci ve üçüncü nesne için ise 0.997 olarak bulunmuştur. Bu sonuçlara göre N_2 ve N_3 nesneleri birbirine en çok benzeyen nesnelerdir.

3.2 Maksimal Akış Problemi

Maksimal akış probleminde m düğüm ve n daldan oluşan bir şebeke yapısında alt sınırı $l_{ij} = 0$ ve üst sınırı sonlu bir tamsayı, u_{ij} olan (i, j) dalları tanımlanmaktadır. Amaç ilk düğümden m'inci düğüme olabilecek en büyük akış miktarını bulabilmektir. f ile akış miktarı gösterilirse problemin doğrusal modeli aşağıdaki şekilde olur [8].

$$maks \; f \quad (3)$$

$$\sum_{j=1}^{m} x_{ij} - \sum_{k=1}^{m} x_{ki} = \begin{cases} f \; eğer \; i = 1 \\ 0 \; eğer \; i \neq 1 \; veya \; eğer \; i \neq m \\ -f \quad eğer \; i = m \end{cases} \quad (4)$$

$$x_{ij} \leq u_{ij} \qquad i, j = 1, \dots, m \quad (5)$$

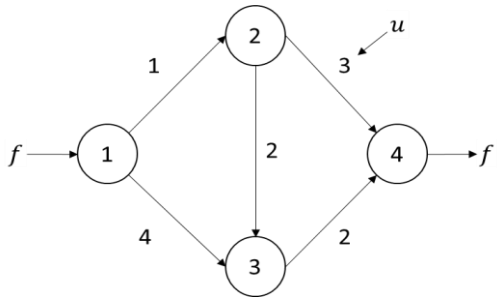
$$x_{ij} \geq 0 \qquad i, j = 1, \dots, m \quad (6)$$

Tablo 2. Bazı genel ve ikilik veri tabanlı benzerlik katsayıları [2]

S/N	Benzerlik Katsayısı	Tanım	Aralık	Kategori
1	Jaccard	$a/(a+b+c)$	0 ile 1	Genel Amaçlı
2	Hamann	$[(a+d)-(b+c)]/[(a+d)+(b+c)]$	-1 ile 1	Genel Amaçlı
3	Yule	$(ad-bc)/(ad+bc)$	-1 ile 1	Genel Amaçlı
4	MaxSC	$\max[a/(a+b), a/(a+c)]$	0 ile 1	İkilik Veri Tabanlı

Problemin amaç fonksiyonu denklem (3) ile gösterilmiş olup akış miktarı f in en büyüklenmesi hedeflenmiştir. Denklem (4) ise herhangi bir düğüme giren akışın, çıkan akışa eşit olması gerektiğini garanti eder. Bir kapasite kısıtı vermek gerekirse denklem (5) bunu sağlamakta olup, denklem (6) ise negatif olmama kısıtıdır.

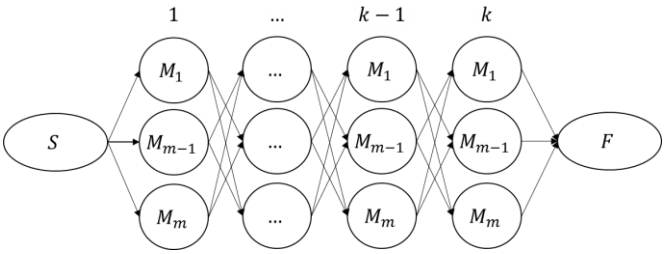
Doğrusal modelin ait olduğu örnek ağ yapısı ise aşağıdaki şekilde gösterilmiştir. Bu ağa gönderilen f akışı dallar ile gösterilen akış yollarının kapasitesini aşmamak kaydı ile son düğümden dışarı çıkmaktadır. Amaç olabildiğince yüksek miktarda akışı elde etmektir. Problem söz konusu f değerinin belirlenmesine çalışmaktadır.



Şekil 3. Maksimal akış ağı örneği

3.3 Maksimal Akış Ağının Makine Gruplamada Kullanılması

Maksimal akış probleminin makine gruplarının oluşturulması için kullanımı söz konusu olduğunda Şekil 4'de gösterildiği gibi k katmanlı bir yapı ortaya çıkmaktadır.



Şekil 4. Makine gruplamada maksimal akış ağı yapısı

Bu yapıda S ve F düğümleri sırasıyla başlangıç ve bitiş düğümlerini göstermektedir. S ve F düğümleri haricinde her bir düğüm makineleri temsil etmektedir. Her bir k'ıncı katmanda m adet makine yer almaktadır. Katmanlar sağa doğru giderken k değeri bir birim artmaktadır. Birinci katmandan itibaren katmanlarda makineler ardışık katmanlardaki bütün makineler ile tek yönlü olarak dallar aracılığı ile bağlanmaktadır. Dalların değerleri ise parça-makine gösterge matrisinden elde edilen cosine benzerlik katsayısı değerleri ile temsil edilmektedir. Ancak farklı katmanlarda bulunan aynı makineleri birbirine bağlayan dalların benzerlik katsayısı "1" olmasına rağmen "0" girilmelidir. Bunun sebebi farklı makinelerin birbirine benzerliklerinin geri planda kalmasını engellemektir. Eğer aynı makinenin benzerlik katsayısı değeri olan "1" değeri girilecek olursa, maksimal akış algoritması örneğin 0.85 düzeyinde benzerliğe sahip iki makineyi birleştirmek yerine benzerlik katsayısı "1" olan makineleri (bu durumda aynı makineleri) birleştirecektir. Ayrıca, bir katmandan ardışık diğer bir katmana akışlar planlanırken daha önceki dallarda i'inci makineden j'inci makineye geçiş sağlandığından M_m makinesi haricinde j'den i'ye akış değeri "0" olarak girilmelidir. M_m makinesinde ise diğer makineler ile olan benzerlik katsayısı değerleri bu makineden çıkan bütün dallara atanmalıdır. Çünkü bu dala da bir birim akış gönderilmekte, algoritmanın bu makineden hangi makineye geçiş yapılacağını seçmesi için buna gerek duyulmaktadır. S düğümünden birinci katmandaki bütün makinelere bir birimlik akış gönderilmelidir. Ayrıca k değeri de her grupta olması öngörülen en küçük makine sayısı ile ilgilidir. Örneğin $k = 3$ yapıldığında bir grup makinede minimum üç makine bulunabileceği ifade edilmektedir. Söz konusu ağ yapısına yönelik bir çözüm oluşturulduğunda, gönderilen f akışı, ağ boyunca benzerlik katsayısının aldığı değerler toplamını maksimum yapacak şekilde ilerler. S düğümünden F düğümüne giden yol üzerindeki makinelerin birbirlerine benzerlikleri maksimum olacak şekilde ağ üzerindeki yollar böylelikle tanımlanmış olmakta ve söz konusu yol üzerindeki makineler de makine gruplarını oluşturmaktadır.

Ayrıca her dalın akış kapasitesi "1" olarak girilmektedir. Burada amaç birbirine benzerliği maksimize olduğundan "1" değerinden büyük bir akış gereksizdir.

4 Önerilen Yöntemin Uygulanması

Yukarıda açıklanan yaklaşımı uygulamak için öncelikle Tablo 4'deki parça-makine gösterge matrisini göz önüne alalım. Matristen de anlaşılacağı gibi uygulama için oluşturulan senaryoda altı parça ve yedi makine bulunmaktadır.

Tablo 2. Uygulamaya esas olan parça-makine gösterge matrisi

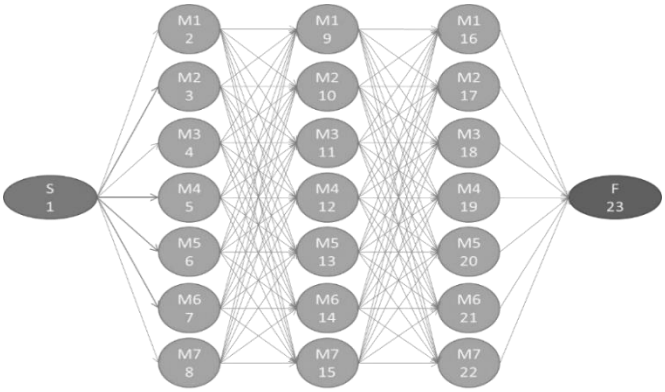
	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5	M_6	M_7
P_1			1	1			
P_2						1	1
P_3	1	1					
P_4		1			1		
P_5			1				
P_6			1	1			1

Cosine benzerlik katsayısı hesaplamak amacıyla, makinelerin hangi parçaları işlediklerine yönelik vektörler Tablo 4'de verilen bilgiler kullanılarak oluşturulur. Örneğin M_1 makinesine ait vektör $\vec{M}_1 = (0,0,1,0,0,0)$ şeklindedir. Makine vektörleri arasındaki cosine benzerlik katsayısı ise RapidMiner ile hesaplanarak Tablo 5'de gösterilmiştir.

Tablo 3. RapidMiner cosine benzerlik hesaplaması

	M_2	M_3	M_4	M_5	M_6	M_7
M_1	0.707	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
M_2		0.000	0.000	0.707	0.000	0.000
M_3			0.816	0.000	0.000	0.408
M_4				0.000	0.000	0.500
M_5					0.000	0.000
M_6						0.707

Bu benzerlik katsayıları daha önceki bölümde tanımlandığı gibi maksimal akış ağında dalların değeri olarak kullanılmaktadır. Uygulamada bir makine grubunun en az üç makineden oluşmasının istendiği varsayımı ile istediğimizden $k = 3$ alınmıştır. Oluşan maksimal akış ağı Şekil 5'te gösterilmiştir.



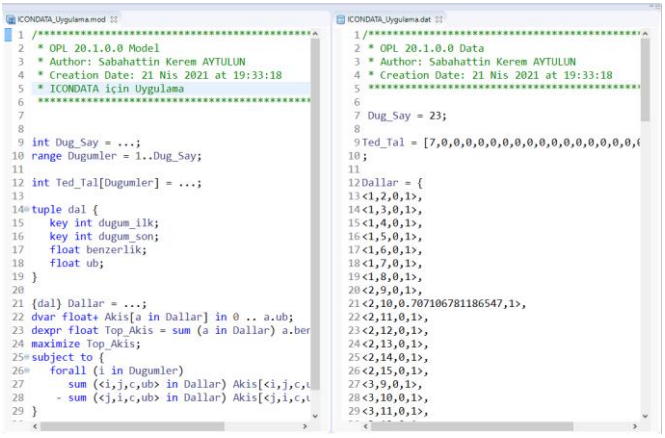
Şekil 5. Uygulama için oluşturulan ağ yapısı

Şekil 5'da görülen ağ yapısında S ve F düğümleri sırasıyla "1" ve "23" numaralı düğümler olarak tanımlanmıştır. $f = 7$ yapılarak S düğümünden bütün makinelere birer birimlik akış gönderilmiş, bu akışlar F düğümünde toplanmıştır. Akış ağına ait (i, j) dalları ve bu dallara atanan benzerlik katsayıları, verinin çok olması sebebiyle sadece 2, 3 ve 4'üncü düğümler için Tablo 6'da gösterilmiştir.

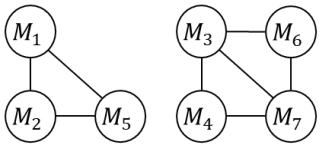
Tablo 4. 2, 3 ve 4'üncü düğümler için atanan dal değerleri

i	j	Cosine	i	j	Cosine	i	j	Cosine
2	9	0.000	3	9	0.000	4	9	0.000
2	10	0.707	3	10	0.000	4	10	0.000
2	11	0.000	3	11	0.000	4	11	0.000
2	12	0.000	3	12	0.000	4	12	0.816
2	13	0.000	3	13	0.707	4	13	0.000
2	14	0.000	3	14	0.000	4	14	0.000
2	15	0.000	3	15	0.000	4	15	0.408

Söz konusu maksimal akış ağı OPL (optimization language) kodu, IBM ILOG CPLEX Optimization Studio (Sürüm: 20.1.0.0) kütüphanesinde bulunan Network Flows örneğinden uyarlayarak gerçekleştirilmiştir. Kodlama dili olarak OPL kullanılmış olup, modelin OPL kodu ve veri dosyası ekran görüntüsü Şekil 6'da gösterilmiştir.


ICONDATA_Uygulama.mod
/*********
* OPL 20.1.0.0 Model
* Author: Sabahattin Kerem AYTULUN
* Creation Date: 21 Nis 2021 at 19:33:18
* ICONDATA için Uygulama
****
int Dug_Say = ...;
range Dugumler = 1..Dug_Say;
int Ted_Tal[Dugumler] = ...;
tuple dal {
key int dugum_ilk;
key int dugum_son;
float benzerlik;
float ub;
}
{dal} Dallar = ...;
dvar float+ Akis[a in Dallar] in 0 .. a.ub;
dexpr float Top_Akis = sum (a in Dallar) a.ber
maximize Top_Akis;
subject to {
forall (i in Dugumler)
sum (<i,j,c,ub> in Dallar) Akis[<i,j,c,
- sum (<j,i,c,ub> in Dallar) Akis[<j,i,c,
}
ICONDATA_Uygulama.dat
/*********
* OPL 20.1.0.0 Data
* Author: Sabahattin Kerem AYTULUN
* Creation Date: 21 Nis 2021 at 19:33:18
****
Dug_Say = 23;
Ted_Tal = [7,0,0,0

Bu sonuçlara göre oluşan makine grupları Şekil 7'de gösterilmiştir. Bu duruma göre M_1, M_2 ve M_5 bir grup oluştururken, M_3, M_4, M_6 ve M_7 diğer makine grubunu oluşturmaktadır. Uyarlanmış parça-makine gösterge matrisi de hemen yanında sunulmuştur.



	M1	M2	M5	M7	M3	M4	M6
P3	1	1					
P4		1	1				
P1					1	1	
P2				1			1
P5					1		
P6				1	1	1	

Şekil 7. Çözümün temsil ettiği makine grupları ve matris gösterimi

Aynı problem, ROC algoritması ile çözümü Şekil 8'de verilmiştir. Sağdaki matris algoritmanın önerdiği çözümdür ve cosine benzerlik katsayısı ile elde edilen çözüm ile aynıdır. Sadece satır ve sütunlar rank istatistiğine göre sıralandığından sıraları değişik görülmektedir.

5 Sonuçlar

Bu çalışmada, bir parça-makine gösterge matrisindeki bilgiden faydalanılarak hesaplanan cosine benzerlik katsayısını dal değerleri olarak kullanan bir maksimal akış probleminin, makine gruplama problemini çözmek için nasıl kullanılabileceği gösterilmiştir. Bu konuda daha önce yapılan çalışmalardan farklı olarak vektör benzerlikleri için kullanılan cosine benzerlik katsayısından faydalanılmış, yine bu tip problemlerde daha önce kullanılan en kısa yol ağı yerine maksimal akış ağı söz konusu problem için uyarlanmıştır. Geliştirilen çözüm yaklaşımının literatürde sıklıkla öne çıkan ROC algoritması ile aynı sonucu vermiş olması, bu yöntemin makine gruplama problemlerinin çözümünde kullanılabileceğini de göstermiştir. İleriki çalışmalarda parça-makine gösterge matrisinde işlem sıralarının da gösterildiği bir durum için benzerlik katsayısı yaklaşımının nasıl kullanılabileceği hatta elde edilen çözüm ile bir tesis yerleşimi problemi ile entegre edilebileceği değerlendirilmektedir.

Kaynaklar

[1] Heragu SS. *Facilities Design*. 3rd ed. CRC Press, 2008.

[2] Yin Y, Yasuda K. "Similarity coefficient methods applied to the cell formation problem: A taxonomy and review". *Journal of Production Economics*, 101, 329-352, 2006.

[3] Heragu SS, Kakuturi SR. "Grouping and placement of machine cells". *IIE Transactions*, 29(7), 561-571, 1997.

[4] Askin RG, Zhou M. "Formation of independent flowline cells based on operation requirements and machine capabilities", *IIE Transactions*, 30(4), 319-329, 1998.

[5] Wu l, Li L, Tan L, Niu B, Wang R, Feng Y. "Improved similarity coefficient and clustering algorithm for cell formation in cellular manufacturing systems". *Engineering Optimization*, 52(11), 1923-1939, 2020.

[6] Rajesh KVD, Krishna MM, Ali MdAbid, Chalapathi PV. "A Modified Hybrid Similarity Coefficient Based Method for Solving the Cell Formation Problem in Cellular Manufacturing System". *ICMPC 2016, 5th International Conference of Materials Processing and Characterization*, 2016.

[7] Han J, Kamber M, Pei J. *Data Mining Concepts and Techniques*. 3rd ed. Morgan-Kauffman, USA, 2012.

[8] Bazaraa MS, Jarvis JJ, Sheralii HD. *Linear Programming and Network Flows*. 4th ed. Wiley, USA, 2010.

[9] King, JR. "Machine-component grouping in production flow analysis: An approach using a rank order clustering algorithm". *International Journal of Production Research*, 18, 213–219, 1980.

BW_j-->	64	32	16	8	4	2	1	DE_i	Rank
P1			1	1				24	4
P2						1	1	3	6
P3	1	1						96	1
P4		1			1			36	2
P5			1					16	5
P6			1	1			1	25	3

Rank -->	2	1	4	5	3	7	6	
	32	48	14	12	16	1	9	
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	Bwj_i
P3	1	1						32
P4		1			1			16
P6			1	1			1	8
P1			1	1				4
P5			1					2
P2						1	1	1

	48	32	16	11	10	12	4	
	M2	M1	M5	M3	M4	M7	M6	
P3	1	1						32
P4	1		1					16
P6				1	1	1		8
P2						1	1	4
P1				1	1			2
P5				1				1

Şekil 8. Problemin ROC çözümü

Verilerin Arduino ile İşlenerek Data Streamer Eklentili Microsoft Excel Programında Anlık ve Grafiksel Olarak Gösterimi

Ahmet Raşit PETEKCİ [1]*, Fatih ÖZDİNÇ [2]

[1] *Afyon Kocatepe Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Bölümü, Afyonkarahisar, Türkiye*

[2] *Afyon Kocatepe Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Bölümü, Afyonkarahisar, Türkiye*

Özet

Bu araştırmanın amacı bir potansiyometreden Arduino geliştirme kartına gönderilen verilerin Microsoft Excel programının Data Streamer eklentisi ile program üzerinde anlık ve grafiksel olarak gösterimidir. Araştırmada deneysel metot kullanılmıştır. Fiziksel dünyadaki verilerin kaydedilme ve grafiksel olarak gösterilme ihtiyacı Arduino ile Excel arasındaki bağı gün geçtikçe artırmaktadır. Tasarımcılar açısından Arduino verilerinin Excel programına gönderimi ayrı bir kodlama işlemi gerektirdiği için harcanan iş gücünün azaltılması amacıyla üçüncü parti yazılım araçları üretilmiştir. Çalışmada incelenen Data Streamer eklentisi Microsoft firması tarafından bizzat Excel programı için tasarlanmıştır. Bu sayede tasarımcılar ayrı bir kodlama yapmadan anlık olarak verileri Excel programına aktarabilmektedir. Araştırma sonucunda seri iletişim protokolü ile Arduino'dan alınan veriler Excel programında anlık ve grafiksel olarak gösterilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Veri Bilimi, Arduino, Excel, Data Streamer*

Instant and Graphical Display of Data by Processing with Arduino in Microsoft Excel Program with Data Streamer Extension

Abstract

The aim of this research is to display the data sent from a potentiometer to the Arduino development card, instantly and graphically on the program with the Data Streamer add-on of Microsoft Excel program. Experimental method was used in the research. The need to record and graphically display data in the physical world increases the connection between Arduino and Excel day by day. Third-party software tools have been produced in order to reduce the workforce spent, as sending Arduino data to the Excel program requires a separate coding process for the designers. The Data Streamer plug-in examined in the study was designed by Microsoft company for the Excel program itself. In this way, designers can instantly transfer data to the Excel program without any separate coding. As a result of the research, the data received from Arduino with serial communication protocol were shown instantly and graphically in the Excel program.

Keywords: *Data Science, Arduino, Excel, Data Streamer*

1 Giriş

Veri bilimi, popülerliği gittikçe artan araştırma ve uygulama alanlarından bir tanesidir [1]. Özerk bir çalışma alanından ziyade disiplinlerarası bir yaklaşım ile gün geçtikçe bireysel kullanıcılar için daha ulaşılabilir olmaktadır [2]. Veriler araştırmacıya geçmiş, gelecek ve şimdiki zaman için bilgiler sağlar [3]. Elde edilen bilgilerle daha önce tanınmayan, bilinmeyen veya kestirilemeyen bilgiler yorumlanır [4]. Verilerin anlamlandırılması, uygulama alanı kullanımına faydalı olanların alınması ve elde olan veriler üzerinden çıkarım yapılması için veri bilimi istatistikten yararlanır [5]. Günümüzde bilgisayar ve buna bağlı teknolojilerin gelişmesi ile istatistiki işlemler daha kolay yapılır hale gelmiştir [6]. Hem bilgiye verilen değerin, hem bilgisayar olanaklarının hem de istatistiki

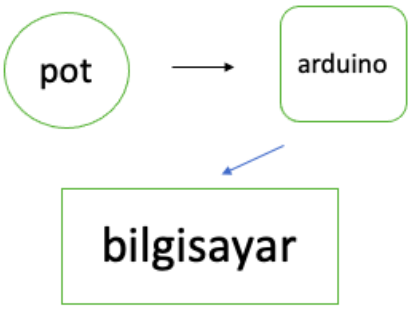
işlemlerin artması bilgisayar bilimlerine dayanan veri bilimini pozitif yönde etkilemiştir [7]. Kompleks bilgisayarların yanında mini bilgisayarında veri bilimi ile olan ilişkisi artmıştır [8]. Bu mini bilgisayardan bir tanesi de Arduino açık kaynak platformudur. Arduino; mikrodenetleyici temelli, programlanabilen ve çeşitli sensörler ile çalışma alanı genişletilebilen akıllı geliştirme kartlarına sahip bir yapıdır [9]. Bu çalışmada Arduino Uno kartına bağlı bir potansiyometreden veriler alınarak Windows 10 işletim sistemi üzerinde Microsoft Excel 365 programında anlık ve grafiksel olarak gösterimi amaçlanmıştır.

2 Materyal ve Yöntem

Dış ortamdan bir sensör/ elektronik eleman ile alınan veriler, Arduino Uno ile işlenerek USB kablo vasıtasıyla seri iletişim protokolü kullanılarak Microsoft Excel programına ait Data Streamer eklentisi ile aynı program üzerinde anlık ve grafiksel olarak gösterilebilmektedir. Arduino Uno; elektronik projeler geliştirmek için tasarlanmış, üzerinde ATmega328 mikrodenetleyicisi olan ve çeşitli giriş çıkış pinlerine sahip bir fiziksel programlama kartıdır. Arduino kartlarını kodlamak için Arduino IDE editörü kullanılmaktadır [10]. Çalışmada kullanılan USB kablo Arduino Uno ile bilgisayar arasında seri iletişimi sağlayan bir iletişim aracıdır [11]. Data Streamer, verileri fiziksel dünyadan Excel'e taşımanın bir yoludur. Veri aktarıcısı olan bu eklenti anlık verileri bir mikrodenetleyiciden Excel'e aktaran ve verileri Excel'den mikrodenetleyiciye geri gönderebilen, Excel programı için oluşturulmuş iki yönlü veri aktarım aracıdır. Data Streamer eklentisi çalışmanın yapıldığı tarihte sadece Windows 10 işletim sisteminde ve Microsoft Excel 365 programında çalışmaktadır [12].

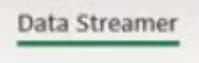
2.1 Data Streamer - Arduino Bağlantısı

Bir adet potansiyometre Arduino Uno kartına bağlandıktan sonra kart ile PC arasında USB kablo ile iletişim kurulur.



Şekil 1. Potansiyometre, Arduino, PC bağlantı şeması

Data Streamer eklentisinin yüklenmiş olduğu Microsoft Excel 365 programı açılır. Programda "Data Streamer" sekmesine tıklanır.



Şekil 2. Data Streamer sekmesi

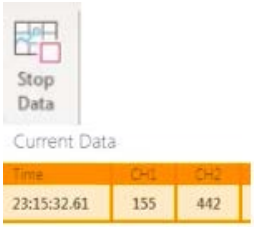
İlgili sekmenin altında tasarım için üç ana alan bulunmaktadır. Bunlar; "Connect a Device", "Import Data File" ve "Advenced" alanlarıdır.

Şekil 3. Bağlantı ve veri işleme alanları

"Connect a Device" alanı Uno kartının bağlı olduğu COM Portun seçimi için kullanılır. Portun seçilmesi ile birlikte üç ayrı çalışma şablonu Excel programında açılmaktadır. Bunlar; "Data In", "Data Out" ve "Settings" şablonlarıdır.

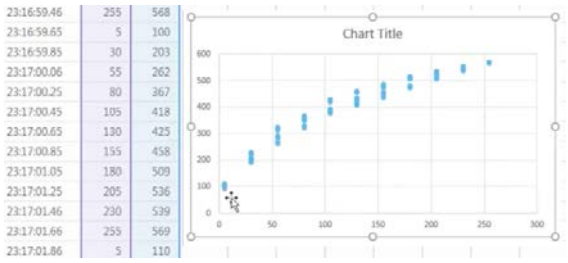
Şekil 4. Cihaz bağlantısı ile aktif hale gelen şablonlar

"Data In" şablonunda Uno kartından gelen anlık veriler ile veri geçmişi yer almaktadır. "Settings" şablonunda gelen verilerin hangi aralık ve satırlarda gösterileceği tanımlanır. "Settings" şablonunda ilgili veri ayarları yapıldığında "Data In" şablonunda "Start Data" alanı aktif hale gelir ve bu alana basıldığında Uno kartından gelen veriler ekranda gösterilmeye başlanır.



Şekil 5. Veri alım ve gönderim ekranı

Anlık verilerin gelmesiyle birlikte bunların yine anlık bir şekilde grafiksel olarak gösterimi için " Insert" üst alan sekmesinde yer alan menüden veri tipine uygun grafik seçimi yapılarak gösterim yapılır.

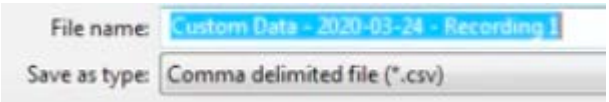


Şekil 6. Verilerin sayısal ve grafiksel olarak gösterimi

Bilgisayardan Uno kartına veri gönderimi yapılmak ve Excel programında grafiksel olarak gösterilmek istenildiğinde "Data Out" şablonu kullanılabilir. Bu çalışmada sadece Uno kartından bilgisayara gelen verilerin gösterimi yapıldığı için ilgili şablon kullanılmamıştır. Excel programında anlık verilerin ve grafiksel gösterimin kaydedilmesi için program .csv uzantı formatında bir dosya tipi sunmaktadır. Verilerin kaydedilmesi klasik "File - Save" bağlantı yolu ile değil "Data Streamer - Record Data - Stop Recording" bağlantısı ile yapılmaktadır.

Şekil 7. Verilerin canlı kayıt edilmesi ve kaydın durdurulması

Kaydedilmek istenen veriler "Record Data" ile aktif hale getirilir. Veri aralığı tamamlanınca "Stop Recording" butonuna basılır. Bu butona basılması ile .csv formatında kayıt alanı ortaya çıkar.



Şekil 8. Kayıt diyalog ekranı

2.2 Yazılım

Yazılım kısmında Arduino Uno karta bağlı led parlaklığının potansiyometre ile ayarlandığı bir devre ve ona bağlı bir kodlama tercih edilmiştir. Potansiyometrenin Uno karta bağlantısı analog pinlerden sıfırıncı pin (A0), led'in ise onuncu (10) pin üzerinden sağlanmıştır. On numaralı pin Uno kartı için PWM pinidir [13]. PWM, elektrik gücünün kontrol edilmesidir. Dijital 1 ve 0 haricinde, bir devre elemanında farklı aralıklarda değer göstermek, değer göndermek veya değer almak için PWM adı verilen sinyal genişlik modülasyonu kullanılır [14]. Bu devrede Arduino üzerinde PWM pininin kullanılmasının sebebi led elemanının aç kapa mantığı ile kullanılması değil varlığın ne kadar var olduğunun bilinmesi ile alakalıdır.

```
int pot = A0;
int led_pin = 10;
```

Karta enerji verildiğinde çalışacak kodlar kısmında; seri iletişim hızı ve tanımlanan pinlerin giriş ve çıkış görevleri belirtilmiştir.

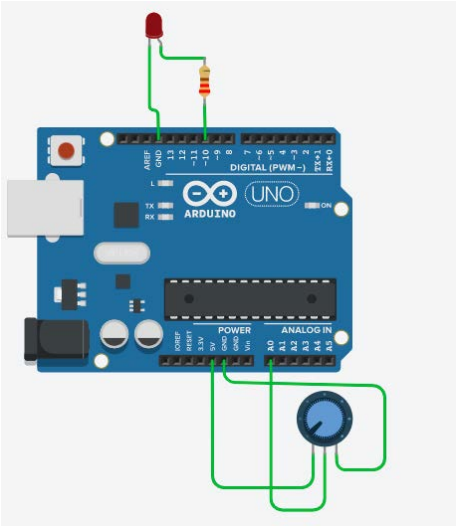
```
void Setup()
{
Serial.begin(9600);
pinMode(pot, INPUT);
pinMode(led_pin, OUTPUT);
}
```

Sistem çalışırken işleyecek kodlar; parlaklık değeri, değere göre analog pinde yer alan led'in parlaklığının değiştirilme verisi ve parlaklık bilgisinin seri iletişim yolu ile sensörden Uno karta; karttan Data Streamer eklentili Excel programına aktarıldığı satırlardır.

```
void loop()
{
int parlaklik = 0;
for ( parlaklik=5; parlaklik>=255; parlaklik +=10)
{
analogWrite(led_pin, parlaklik);
delay(200);
int okunan_deger = analogRead(pot);
Serial.print(parlaklik);
Serial.print(",");
Serial.println(okunan_deger);
}
```

2.3 Devre Tasarımı

Devre tasarımı; Uno akıllı geliştirme kartı, potansiyometre, led ve 220 ohm dirençten oluşmaktadır.



Şekil 9. Devre tasarımı

Potansiyometre ile değeri değişen direnç verileri oluşturularak bilgiler Uno karta gönderilir. Uno kart içine yazılan kodlar ile gelen veri işlenir, bilgi lede çıktı olarak verilir. Bu bilgiler aynı şekilde seri iletişim protokolü kullanılarak Excel programına aktarılır.

3 Tartışma ve Sonuç

Arduino tabanlı projeler arttıkça ilişkili alanlardaki çalışmalarda önemli oranda artmaktadır [15]. Excel, MATLAB, LabView gibi programlarla Arduino üzerinden aktarılan verilerin yönetimi gün geçtikçe daha kolay hale gelmektedir. Bunun sebebi veri aktarımının tek tek kodlama şeklinden kurtarılıp programlara kurulan küçük bir eklenti ile basite indirgenilmesidir [16]. Gerçek verilerin gerçek ortamlarda denenmesi büyük maliyetlere sebep olmaktadır [17]. Tasarımcılar bu büyük maliyetleri düşürmek için sanal ortamlar geliştirmektedir [18]. Arduino ile Excel arasındaki bağın güçlenmesi hem maliyeti düşürmekte hem de anlık verilerin izlenilmesini sağlamaktadır [19]. Hammoumi, Motahhir, Chalh, Ghzizal ve Derouich (2018) yaptıkları çalışmada voltaj, akım ve güç gibi panellerde izlenmesi gereken elektrik kavramlarını gerçek zamanlı koşullar altında PLX-DAQ eklentisini kullanarak Arduino ve Excel üzerinde incelemişlerdir [20].

Osilatörler, elektronik devrelerde sinyal üretmek için kullanılırlar [21]. Salınımlarına göre harmonik ve gevşemeli olarak isim alırlar [22]. Rinaldi ve Faurizi (2019) osilatörler üzerinde harmonik salınımı incelemek için Arduino sistemini kullanmış, verileri Excel programı ile analiz etmişlerdir. Çalışmanın sonucunda bu türlü bir gerçek zamanlı görselleştirmenin sınıflarda uygulanmasının ve öğrenciler tarafından algılanmasının daha pratik olduğunu saptamışlardır [23].

Kuruluşlar, şirketler, kurumlar çeşitli şekillerde çalışanlarının, paydaşlarının varlığını kontrol etmek isterler. Bu durum okullarda öğrenciler için düşünülmüş ve zaman içinde adına yoklama denilen bir kavram ortaya çıkmıştır. Myint ve Nyein (2018) katılımcının varlığını elektronik olarak tespit etmek amacıyla parmak izi alımına dayanan bir Arduino temelli sistem geliştirmişlerdir. Sistemden gelen veriler PLX DAQ eklentisi ile Excel programında kayıt edilmiştir [24].

Moya (2018) fizik eğitimde cisimlerin serbest düşüşlerini incelemek için Arduino tabanlı bir deney tasarlamıştır. Pirinç bir tabağın yatay ve düşey düşme verileri ultrasonik mesafe sensörü ile okunmuştur. Farklı başlangıç yüksekliklerinden elde edilen konum-zaman eğrileri ve yerçekiminin ivme bilgileri Excel programında grafiksel olarak gösterilmiştir [25]. Yine aynı şekilde Hadi ve arkadaşları (2020) nesnelerin serbest düşüşünü incelemek için bir platform oluşturmuşlardır. Verileri bu araştırmanın konusu olan Data Streamer eklentisi ile Excel programına aktarmışlardır. Çalışma sonucunda öğrenme aracının kullanışlı olduğu ortaya çıkmıştır [26]. Vallejo ve arkadaşları (2020)

Okul kimya laboratuvarlarında yapılan kalorimetre çalışmalarına ait veri toplama işlemleri için öğrencilere Data Steamer eklentisini önermişlerdir. Bu önerinin ana sebebi olarak da eklenti ile verilerin anlık ve grafiksel izlenimi olduğunu belirtmişlerdir [27].

Hindistan'da tarım sektörü ile ilgili yapılan bir çalışmada araştırmacılar tarafından geliştirilen bir sistem, toprak tipini algılayıp toprağın özelliğine göre ürün yetiştirme hakkında çiftçilere sesli bilgi vermektedir. Toprağa ait parametrelerin Arduino karta bağlı sensörler vasıtasıyla alındığı sistemde, karttan bilgisayara veri aktarımı için kullanılan araçlardan bir tanesi de Data Streamer eklentisidir [28].

BBC Micro kullanarak öğrencilerin fizik ve bilgisayar bilimlerindeki becerilerini geliştirmek amacıyla yapılan bir çalışmada, bir ivmeölçer

tasarlanmıştır. İvmeölçer hareketli bir nesneyi gerçek zamanlı olarak gözlemlemiş ve hareketin sayısal verilerini toplamıştır. Micro'nun bu verileri saklayacak kadar hafızası olmadığı için geliştiriciler Excel programını ve Data Streamer eklentisini kullanmışlardır [29]. Aynı yöntemi Meitiner ve arkadaşları (2020) makine öğrenimi ve yapay zekaya giriş alanında işlemişlerdir [30].

Arduino ile Excel iletişimin artması kodlayıcılar için daha pratik ve kullanışlı yapıların ortaya çıkmasını sağlamaktadır. Data Streamer eklentisi de bu mantık ile üretilmiş bir yazılım aracıdır. Data Streamer sayesinde tasarımcılar, kodlayıcılar Arduino içinde ve Excel makrolarında fazla iş gücü harcamadan verileri işleyebilmektedir. Bu çalışmada da Data Streamer eklentisinin bu özelliğine vurgu yapılmak istenmiştir.

Kaynaklar

[1] Kelleher, J. D., & Tierney, B. (2018). Data science. MIT Press.

[2] Sanchez-Pinto, L. N., Luo, Y., & Churpek, M. M. (2018). Big data and data science in critical care. Chest, 154(5), 1239-1248.

[3] Peyré, G., & Cuturi, M. (2019). Computational optimal transport: With applications to data science. Foundations and Trends® in Machine Learning, 11(5-6), 355-607.

[4] Caicedo, J. C., Goodman, A., Karhohs, K. W., Cimini, B. A., Ackerman, J., Haghighi, M., ... & Carpenter, A. E. (2019). Nucleus segmentation across imaging experiments: the 2018 Data Science Bowl. Nature methods, 16(12), 1247-1253.

[5] National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. (2018). Data science for undergraduates: Opportunities and options. National Academies Press.

[6] Sagala, G. H., Zainal, A., & Effiyanti, T. (2017). Attitude Toward Computer-Based Statistics Among Pre-Service Teacher Candidates. Proceedings of MAC, 366.

[7] Jenkins, P. (2020). Computer Intensive Statistics.

[8] Berger-Wolf, T. Y., Rubenstein, D. I., Stewart, C. V., Holmberg, J. A., Parham, J., Menon, S., ... & Joppa, L. (2017). Wildbook: Crowdsourcing, computer vision, and data science for conservation. arXiv preprint arXiv:1710.08880.

[9] Rev, A. U. (2019). Arduino.

[10] Albatish, I., Mosa, M. J., & Abu-Naser, S. S. (2018). ARDUINO Tutor: An Intelligent Tutoring System for Training on ARDUINO.

[11] Siahaan, A. P. U., Aryza, S., & Nasution, M. D. T. P. (2018). Arduino Uno-based water turbidity meter using LDR and LED sensors.

[12] Microsoft, 2020. What is Data Streamer? Erişim adresi : https://support.microsoft.com/en-us/office/what-is-data-streamer-1d52ffce-261c-4d7b-8017-89e8ee2b806f

[13] Rani, S., Syed, S. N., & Tummala, S. K. (2019). Gate driver circuit design, PWM signal generation using FEZ Panda III and Arduino for inverter. In E3S Web of Conferences (Vol. 87, p. 01003). EDP Sciences.

[14] Salim, N. A., Kaprowi, M. A., & Abd Samat, A. A. (2017). Generation of space vector PWM by using arduino uno. Pertanika J. Sci. Technol, 25, 171-180.

[15] Martinez-Santos, J. C., Acevedo-Patino, O., & Contreras-Ortiz, S. H. (2017). Influence of Arduino on the development of advanced microcontrollers courses. IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologias del Aprendizaje, 12(4), 208-217.

[16] Nichols, D. (2017). Arduino-based data acquisition into Excel, LabVIEW, and MATLAB. The Physics Teacher, 55(4), 226-227.

[17] Wang, J., Shao, Y., Ge, Y., & Yu, R. (2019). A survey of vehicle to everything (V2X) testing. Sensors, 19(2), 334.

[18] Coburn, J. Q., Freeman, I., & Salmon, J. L. (2017). A review of the capabilities of current low-cost virtual reality technology and its potential to enhance the design process. Journal of computing and Information Science in Engineering, 17(3).

[19] Goncalves, A. M. B., Cena, C. R., & Bozano, D. F. (2017). Driven damped harmonic oscillator resonance with an Arduino. Physics Education, 52(4), 043002.

[20] El Hammoumi, A., Motahhir, S., Chalh, A., El Ghzizal, A., & Derouich, A. (2018). Low-cost virtual instrumentation of PV panel characteristics using Excel and Arduino in comparison with traditional instrumentation. Renewables: Wind, Water, and Solar, 5(1), 1-16.

[21] Quiroz-Juárez, M. A., Jiménez-Ramírez, O., Aragón, J. L., Del Río-Correa, J. L., & Vázquez-Medina, R. (2019). Periodically kicked network of RLC oscillators to produce ECG signals. Computers in biology and medicine, 104, 87-96.

[22] Carbajal-Gomez, V. H., Tlelo-Cuautle, E., Muñoz-Pacheco, J. M., de la Fraga, L. G., Sanchez-Lopez, C., & Fernandez-Fernandez, F. V. (2019). Optimization and CMOS design of chaotic oscillators robust to PVT variations. Integration, 65, 32-42.

[23] Rinaldi, R. G., & Fauzi, A. (2019). A complete damped harmonic oscillator using an Arduino and an Excel spreadsheet. Physics Education, 55(1), 015024.

[24] San Myint, K., & Nyein, C. M. M. (2018). Fingerprint based attendance system using arduino. International Journal of Scientific and Research Publications, 8(7), 422-426.

[25] Moya, A. A. (2018). An Arduino experiment to study free fall at schools. Physics Education, 53(5), 055020.

[26] El Hadi, M., El Moussaouy, A., Ouariach, A., Essaadaoui, R., Hachmi, A., Laabidi, K., ... & Meziani, Y. M. (2020). Real time free fall investigation for

educational purposes using Arduino Uno board. Physics Education, 55(5), 055027.

[27] Vallejo, W., Diaz-Uribe, C., & Fajardo, C. (2020). Do-it-yourself methodology for calorimeter construction based in Arduino data acquisition device for introductory chemical laboratories. Heliyon, 6(3), e03591.

[28] Mohapatra, S., Mohapatra, A., & Patil, A. (2020, December). Soil Analysis and its Type Prediction with Speech Enabled Output using IoT and AWS. In 2020 IEEE 17th India Council International Conference (INDICON) (pp. 1-4). IEEE.

[29] Teiermayer, A. (2019). Improving students' skills in physics and computer science using BBC Micro: bit. Physics Education, 54(6), 065021.

[30] Meitiner, P., & Seneviratne, P. (2020). Introducing Data Science. In Beginning Data Science, IoT, and AI on Single Board Computers (pp. 1-21). Apress, Berkeley, CA.

Davranışsal, siyasi ve dini faktörlerin banka tercihi üzerindeki etkisi

Bilgehan *TEKİN*[1]*, Seda Nur *BASTAK*[2]

[1,2]*Çankırı Karatekin Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, Çankırı, TÜRKİYE*

Özet

Literatürde yer alan çalışmalara bakıldığında, bireylerin bankacılık sistemi içerisinden yaptıkları tercihler üzerinde çok çeşitli faktörlerin etkili olduğu görülmektedir. Söz konusu faktörler kimi zaman finansal bilgi ve algı düzeyleri ve dini hassasiyetler olabildiği gibi kimi zaman fayda-maliyet unsuru, kimi zaman hizmet kalitesi, kimi zaman da bireylerin davranışsal özellikleri ve siyasi tercihleri olabilmektedir. Bu çalışmada bireylerin İslami bankacılık hakkındaki bilgi ve algı düzeylerinin yanı sıra, dini hassasiyetlerinin, davranışsal önyargılarının (kendine aşırı güven ve kayıptan kaçınma) ve siyasi bakışlarının çift bankacılık sisteminin söz konusu olduğu Türkiye'de banka tercihleri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Çalışmada, veri toplanması amacıyla anket yöntemi kullanılmıştır. Toplanan veriler çalışmada belirlenen hipotezlerin test edilmesi amacıyla kullanılmıştır. Çalışma sonucunda kişilerin davranışsal önyargıları, siyasi tercihleri ve dini yaşantılarının yaptıkları tercihler üzerinde etkilerinin olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: *İslami Bankacılık, Konvansiyonel Bankacılık, Banka Tercihi*

The effect of behavioral, political and religious factors on bank choice

Abstract

Considering the studies in the literature, it is seen that various factors are influential on the choices of individuals within the banking system. These factors may be financial knowledge and perception levels and religious sensitivities, cost-benefit factors, sometimes service quality, and sometimes behavioral characteristics and individuals' political preferences. In this study, besides the knowledge and perception levels of individuals about Islamic banking, the effect of their religious sensibilities, behavioral biases (self-reliance and avoidance of excessive losses), and political preferences, on the bank preferences in Turkey where the dual banking system is carried out, is investigated. In the study, the survey method was used to collect data. The collected data were used to test the hypotheses determined in the study. As a result of the study, it was noticed that the behavioral prejudices, political preferences, and religious experiences of the people have significant effects on their choices.

Keywords: *Islamic Banking, Conventional Banking, Bank Choice*

1 Giriş

Bireyler ihtiyaçlarını gidermek amacıyla üretim ve yatırım faaliyetlerinde bulunurlar. Söz konusu üretim ve yatırım işlemleri yaşamsal ihtiyaçları karşılamak amacıyla yapılabileceği gibi kar elde etme amacıyla da yapılabilmektedir. Bu noktada bireyler finansal piyasaların temel hareket noktası olan kaynak arayışı içerisine girmektedirler. Finansal piyasalar fon arz edenlerden fon talep edenlere fon aktarımını sağlayan mekanizmalardır. Üretim ve yatırım yapmak amacıyla fon aktarımını gerçekleştirmenin bir bedeli olmaktadır. Bu bedel konvansiyonel finans piyasalarında faiz olarak adlandırılmaktadır [1]. Bununla birlikte İslam dininin faizli işlemleri yasaklaması toplumun önemli bir kesiminin kolay bir şekilde finansman kaynaklarına erişimini ve ellerindeki atıl fonları finansal piyasalara yönlendirerek kazanç elde etmelerini engellemektedir. Faizsiz/İslami bankacılık veya ülkemizde kullanılan ismiyle Katılım bankacılığı; dini hassasiyet nedeniyle faizden uzak duran bireylerin geleneksel bankalara yatırılmayan fonlarını faizsiz yöntemler ile toplaması ve fon

ihtiyacı olan bireylere faizsiz bir şekilde kullandırılması şeklinde ortaya çıkmış olan kurumlardır. Bu bağlamda katılım bankalarının en önemli katkılarından biri bireylerin faizden sakınması nedeniyle atıl kalıp değerlendirilmeyen fonlarını ekonomik hayata kazandırmış olmasıdır [2].

Konu ile ilgili olarak yapılan çalışmalara bakıldığında bireylerin banka tercihlerinde çoğunlukla dini hassasiyetlerin, hizmet kalitesinin, güven unsurunun ve bireylerin finansal bilgi, algı ve farkındalık düzeylerinin etkisinin incelendiği görülmektedir.

İkili bankacılık sistemlerinin (Faizli ve Faizsiz) görüldüğü ülkelerde banka tercihlerinde dini hassasiyetlerin yanı sıra bireylerin dünyaya bakış açılarının, yaşam biçimlerinin, siyasi tercihlerinin ve davranışsal özelliklerinin de yaptıkları tercihler üzerinde etkili olabileceği düşünülmektedir.

Bu bağlamda, ikili bankacılık sistemi olarak adlandırılabilecek sistem içerisinde bireylerin katılım ve konvansiyonel bankalar arasından yaptıkları tercihlerde hangi faktörlerin etkili olduğu önemli bir araştırma konusu olmaya devam etmektedir. Bu çalışmada Türkiye'de bireysel banka müşterilerinin dini yaşantılarının yanı sıra siyasi tercihlerinin ve davranışsal özelliklerinin yaptıkları tercihler üzerindeki etkisi tespit edilmeye çalışılmıştır. Bu amaçla çalışmada anket yöntemi ile toplanan veriler kullanılarak parametrik analizler gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışma, Tekin ve Bastak (2021) tarafından daha önce gerçekleştirilmiş olan çalışmanın örnekleminin tamamen değiştirilip yeni değişkenler eklenerek geliştirilmiş halidir.

2.Literatür taraması

Bireylerin konvansiyonel ve İslami bankalar arasından yaptıkları tercihlerin tespit edilmesine yönelik literatürde farklı çalışmalar bulunmaktadır. Genel anlamda bakıldığında, bireylerin bu yöndeki tercihlerini etkileyen faktörlerin; bankaların güvenilirliği, işlem hızları, banka imajı, bankaların konumu ve şube sayısı, banka personelinin bilgi düzeyi ve müşteriler ile iletişim becerileri dini hassasiyetler ve bireylerin finansal bilgi düzeyleri olduğu görülmektedir.

Tekin ve Bastak (2021) tarafından yapılmış olan çalışmada bireylerin katılım bankacılığı (İslami finans) tercihlerini etkileyen faktörler araştırılmıştır. Bu bağlamda 242 ticari ve İslami banka müşterisi üzerine anket uygulanmış olup bireylerin çeşitli demografik özelliklerinin yanı sıra özellikle dini hassasiyetleri ve siyasi tercihlerinin yaptıkları tercihler üzerindeki etkisi tespit edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre demografik özellikler ile banka tercihleri arasında belirli düzeyde bir ilişki olduğu ve katılımcıların dini hassasiyetlerinin İslami finans tercihlerini olumlu yönde etkilediği, katılımcıların siyasi parti tercihlerinin de katılım bankacılığının tercih edilmesinde etkili olduğunu ortaya konulmuştur.

Bilman (2020), Türkiye'de İslami bankacılık, finansal gelişme ve ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkilerini ortaya koymak amacıyla 2005:4 ve 2020:1 dönemine ilişkin verileri kullanarak doğrusal ve doğrusal olmayan birim kök testleri ve Granger nedensellik analizleri yapmıştır. Doğrusal olmayan Granger analizlerin sonucuna göre İslami bankacılık ile ekonomik büyüme arasında herhangi bir yönde nedensellik ilişkisi bulunmadığını ve finansal gelişme ile ekonomik büyüme arasında herhangi bir yönde nedensellik ilişkisi bulunmadığını tespit etmiş iken doğrusal olmayan yöntem, bu iki değişken arasında her iki yönde Granger nedensellik bulunduğu sonucuna ulaşmıştır.

Bilal vd. (2020) tarafından yapılan çalışma Pakistan'daki KOBİ'ler arasında İslami bankacılığın benimsenmesini etkileyen faktörleri analiz etmek amacıyla 400 iş biri seçerek elde edilen verileri analiz etmişlerdir. Yapılan analizler neticesinde bankaların kurumsal yönetim imajının, devlet desteğinin, göreceli avantajın, algılanan davranış kontrolünün ve öznel normların Pakistan'daki İslami bankacılık tercihlerini önemli ölçüde etkilediğini ortaya koymuşlardır.

Altundere Doğan (2020), Türkiye'de İslami finans okuryazarlığını üniversite öğrencileri açısından incelemek amacıyla öğrenciler üzerinde anket uygulayarak öğrencilerin İslami finans okuryazarlık düzeyini ölçerek doğrusal regresyon yöntemi ile değişkenler arasındaki ilişki tespit edilmiştir. Ayrıca ikili lojistik regresyon analizi ile İslami finans okuryazarlık düzeyindeki artışın öğrencilerin katılım bankacılığı tercihlerini olumlu yönde etkilediğini ortaya koymuştur.

Yıldız (2020), bireylerin İslami finans okuryazarlık düzeyi ile katılım bankası tercihleri arasındaki ilişkiyi tespit etmek amacıyla Türkiye'de yaşayan ve tesadüfi olarak seçilen 18 yaş ve üzerindeki bireylere çevrimiçi anket uygulayarak 479 anket verisini analize tabii tutmuştur. Söz konusu çalışmada bireylerin İslami finans okuryazarlık

düzeyi; temel finans ve ekonomi, katılım bankacılığı, İslami finans prensipleri ve İslami finans ürünleri hakkında bilgi düzeyi olarak dört boyutta incelemiştir. Analiz sonuçlarına göre katılım bankacılığı ve İslami finans prensipleri genel bilgi düzeyinin demografik özelliklere göre farklılık gösterdiğini ve İslami finans okuryazarlık boyutlarından herhangi birinin artması durumunda diğer boyutlarında artacağını ortaya koymuştur.

Tekin (2019) tarafından yapılan çalışmada, üniversite öğrencilerinin katılım bankacılığına yönelik bilgi, algı ve farkındalık düzeyleri ve tercihlerine etkisi tespit edilmek amacıyla öğrencilerin çeşitli demografik özellikleri ile aldıkları eğitimin ve bilgi düzeyine etkisi incelenmiştir. Çalışmada 324 öğrenciye anket uygulanarak sonucunda İslami Bankacılık ve uygulamalarının Çankırı Karatekin Üniversitesi öğrencileri arasında bilgi ve farkındalık düzeylerinin oldukça düşük olduğu gözlenmiştir. Ayrıca katılım bankası tercihinde din faktörünün etkili bir faktör olduğunu ve İslami bankacılığa yönelik olumlu algı ile tercih edilme arasında pozitif bir ilişki olduğunu ortaya koymuştur.

Duramaz ve Erol (2018), Ege Bölgesi'ndeki katılım bankası müşterilerin demografik farklılıklara göre (yaş, cinsiyet, gelir) katılım bankası tercihlerine etki eden faktörleri belirlemeyi ve katılım bankalarının hedef olarak seçmesi gerekli bir bölgenin Pazar yapısını daha iyi tanımasına katkı sağlamayı hedeflemişlerdir. Bu bağlamda yapılan t-test, varyans ve korelasyon analizlerine göre katılım bankası müşterilerinin yaş seviyelerine göre katılım bankası tercihlerinde farklılıklar tespit edilmiştir.

Anaç ve Kaya (2017), Türkiye'deki bankaların neden tercih edildiğini tespit etmek amacıyla İstanbul ilinde faaliyet gösteren dört katılım bankasının 423 adet müşterisine anket uygulamışlardır. Toplanan verilere açıklayıcı faktör analizi uygulayarak katılım bankası tercihini etkileyen en önemli faktörün "Katılım bankası ve faizsiz kurum olarak imaj ve popülaritesi" olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca "Dini hassasiyet yönlendirmesi" ve "Banka çalışanlarının müşterilere karşı yaklaşımı" faktörlerinin de etkili olduğunu ortaya koymuşlardır.

Durak vd. (2017) tarafından yapılan çalışmada banka seçiminde müşteri tercihlerini belirlemek amacıyla, Düzce, Bolu ve Zonguldak'ta faaliyet gösteren katılım bankalarının müşteriler tarafından neden tercih edildiği araştırılmıştır. Bu bağlamda anket yolu ile veri toplanarak veriler analiz edilmiştir. Araştırmanın sonucunda müşterilerin katılım bankalarını tercih etmesinde iki faktörün önemli olduğunu ve en etkili faktörün şube personeli ile yakın ilişkiler olduğu ortaya konulmuştur.

Tatlı vd. (2017), katılım bankacılığı konusunda tüketicilerin bilgi düzeyini ortaya koymak be bankacılık hizmetlerinin tercihini etkileyen faktörleri incelemek amacıyla Bingöl kent merkezinde 1 Kasım- 25 Aralık 2016 döneminde 400 hane halkı reisi ile yüz yüze anket uygulamışlardır. Elde edilen verilere faktör analizi uygulanarak 26 değişkenin 5 faktörde toplanmasıyla faktörler önem sırasına şu sekil de konulmuştur; "güven", "iletişim", "memnuniyet", "yenilikçilik" ve "sadakat".

Latifi vd. (2016), Tunus'ta faaliyet gösteren İslami bankaların tercih edilme sebeplerini belirlemeye yönelik olarak açıklayıcı faktörleri belirlemek ve demografik özelliklerin rolünü tespit etmeyi amaçlamışlardır. Bu amaç doğrultusunda Tunus'ta faaliyet gösteren İslami bankaların 180 müşterisine anket ve görüşme yöntemi ile veri toplamışlardır. Elde edilen verilere faktör analizi, regresyon analizi ve demografik özellik analiz yapılarak İslami bankacılığı tercih etme nedenlerini belirlemişlerdir. Sunulan hizmet kalitesi, güven ve (özellikle) şeriat yasalarına uygunluk, cinsiyet ve yaş İslami bir bankanın seçimini etkileyen faktörler olarak tespit edilmiştir.

Rahim vd. (2016), İslami finans okuryazarlığının umutsuzluk, dindarlık ve finansal tatmin gibi belirleyicilerinin geçerlilik ve güvenirliğini tespit etmeyi amaçlamışlardır. Çalışmanın verileri Utara Malezya Üniversitesinde öğrenim gören 200 öğrenciye anket uygulanarak elde edilmiştir ve faktör analizi uygulanmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre dindarlığın en önemli etken olduğu ardından umutsuzluk ve finansal tatminin takip ettiği tespit edilmiştir.

Toraman vd. (2015), mevcut ve potansiyel banka müşterilerinin İslami bankacılık faaliyetlerine yönelik müşteri algısı anket yöntemi ile belirlenmiştir. Anket sonuçlarına göre, İslami bir banka ile çalışmayı tercih eden, etmeyen ve kararsız olan katılımcıların tüm sorulara vermiş oldukları cevaplar arasında anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir. Bu çalışmanın sonuçlarına göre İslami bankacılık faaliyetlerinin müşteriler tarafından yeterince bilinmediği ve potansiyel müşterilerin İslami finans algısının çok zayıf olduğu tespit edilmiştir.

Özsoy vd. (2013), Türkiye'deki katılım bankalarının niçin tercih edildiğini saptamak amacıyla Bolu ilindeki üç ayrı katılım bankasının 217 müşterisine anket uygulayarak veri toplamışlardır. Elde edilen verilere açıklayıcı faktör analizi uygulamış olup sonucunda katılımcıların katılım bankası tercihlerini etkileyen en önemli faktörün "hizmet/ürün kalitesi" olduğunu ardından "imaj ve güven", "personel kalitesi" ve "dini/çevresel motivasyon" faktörlerinin nemli olduğunu ortaya koymuşlardır.

Mokhlis, (2009), Malezya'da cinsiyet farklılıklarının banka tercihini etkileyip etkilemediğini araştırmıştır. Çalışmasının sonuçlarına göre kadın ve erkek öğrenciler arasında banka tercihinde bazı farklılıklar saptanmıştır.

Bley ve Kuehn (2004), tarafından yapılan çalışma, üniversite öğrencilerinin geleneksel ve İslami bankacılıkta ilgili finansal kavram ve terimlerin bilgisi, din ve dilin etkisi ve diğer bireysel değişkenler arasındaki finansal hizmetler tercihleri arasındaki ilişkiyi araştırmaktadır. Bu amaç doğrultusunda Amerika Birleşik Devletleri'nde bir üniversite mezunu ve lisans işletme öğrencilerinden (n = 667) elde edilen veriler İslami finans tercihlerini belirlemek amacıyla kullanılmıştır. Araştırmanın sonuçlarına göre öğrenciler arasında geleneksek bankacılık terimleri İslami bankacılığa göre daha yüksek olduğu, Arapça dilinin İslami finans bilgisinin belirleyici olduğu ve eğitim seviyesi arttıkça hem geleneksel hem de İslami bankacılık bilgisinin gelişiminde olumlu bir etkiye sahip olduğunu ayrıca İslami bankacılık tercihinde en önemli belirleyicinin samimiyet olduğunu tespit etmişlerdir.

İslami finans literatüründe ilk çalışmalardan olan Erol & El-Bdour (1989) ve Erol, Kaynak & El-Bdour (1990) tarafından yapılan İslami finans tercihine etki eden faktörlerin belirlenmesine yönelik olan çalışmalara göre bireylerin katılım bankacılığını tercih nedenleri hızlı ve verimli hizmet sunumu, itibar ve gizliliktir.

Yapılan çalışmalar genel olarak ele alındığında İslami bankacılığın tercih edilmesinde dini faktörlerin, ekonomik faktörlerin, çevresel ve demeografik faktörlerin etkili olduğu görülmektedir. Fakat İslami bankacılığın tercih edilmesinde politik/siyasi faktörlerde etki edebilmektedir. Örneğin Pakistan ve İran'da hem sosyal adalet hem de dini kurallar baz alınarak İslami Bankacılık zorunlu hale getirilmiştir. Ayrıca uluslararası alanda güç elde etmek adına İslam ülkelerinin büyümesi ve kalkınmasını sağlamak adına ve ülkeler arasında politik güce sahip olabilmek için faizsiz bankacılığın avantajları kullanılmaktadır. Örneğin İslam Kalkınma Bankası'nın kuruluş amaçlarından bir tanesi, İslam ülkeleri arasında iş birliği, ekonomik etkinliği arttırmak ve uluslararası alanda politik bir güce sahip olmaktır [3].

Bununla birlikte banka tercihinde bireylerin davranışsal önyargılarının etkili olabileceği düşünülmektedir. Nitekim davranışsal finans alanında gerçekleştirilen çalışmalar incelendiğinde bireylerin finansal kararları üzerinde davranışsal önyargıların oldukça geniş bir literatürü kapsayacak şekilde etkili olabildiği görülmektedir.

Yukarıda bir özeti verilen literatürde konu ile ilgili yapılmış çalışmalar dikkate alınarak bu çalışmada test edilecek hipotezler aşağıdaki gibi belirlenmiştir:

H_1: Bireylerin faizli ve faizsiz bankalar arasından yaptıkları tercihte siyasi tercihlerinin etkisi vardır.

H_2: Bireylerin faizli ve faizsiz bankalar arasından yaptıkları tercihte cinsiyetlerinin etkisi vardır.

H_3: Bireylerin faizli ve faizsiz bankalar arasından yaptıkları tercihte davranışsal faktörlerin etkisi vardır.

H_4: Bireylerin faizli ve faizsiz bankalar arasından yaptıkları tercihte dini yaşantılarının etkisi vardır

3.Metodoloji

Çalışmada kolayda örnekleme yoluyla anket yardımıyla toplanan veriler üzerinden frekans analizi, bağımsız gruplar t testi, ANOVA analizi, faktör analizi gerçekleştirilmiştir. Anketler 362 bireysel banka müşterisine gönderilmiş ve 324 adetinin analize uygun olduğuna karar verilmiştir. Ankette bireylerin demografik özelliklerine, dini hassasiyetlerine, siyasi tercihlerine, davranışsal önyargılarının ölçülmesine ve İslami bankacılık ile ilgili bilgi ve algı düzeylerinin ölçülmesine yönelik ölçekler yer almıştır. Ankette toplam 41 adet madde yer almış ve ölçekler literatürde daha önce gerçekleştirilmiş çalışmalar örnek alınarak hazırlanmıştır. Çalışmada kullanılan ölçekler Alrabadi, ALGharaibeh ve Zurigat (2011), Arif ve Khan (2013), El Massah ve Al-Sayed (2013), Toraman, Ata ve Buğan (2015) tarafından daha önce yapılan çalışmalardan derlenmiştir.

4.Bulgular

Çalışmada öncelikle frekans analizi gerçekleştirilmiştir. Analize ilişkin sonuçlar Tablo 1'de görüldüğü gibidir. Frekans analizinde

katılımcıların demografik bilgilerine, banka tercihlerine, davranışsal önyargılarına, siyasi parti tercihlerine ve dini yaşantı tercihlerine ilişkin soru ve ifadelere verilen cevaplar yer almaktadır.

Tablo 1. Frekans Analizi Sonuçları

Cinsiyetiniz?			
		f	^p
	Kadın	122	37,7
	Erkek	202	62,3
	Toplam	324	100,0
Yaşınız?			
		f	^p
	18-30	148	45,7
	31-40	113	34,9
	41-50	44	13,6
	51-60	16	4,9
	60 Ve Üzeri	2	,6
	Toplam	323	99,7
	Cevapsız	1	,3
	Toplam	324	100,0
Hangi İlde İkamet Ediyorsunuz?			
		f	^p
	BOŞ	1	,3
	Ankara	71	21,9
	Antalya	3	,9
	Aydın	1	,3
	Bitlis	3	,9
	Bolu	1	,3
	Bursa	3	,9
	Çankırı	136	42
	Denizli	5	1,5
	Erzurum	4	1,2
	Gümüşhane	1	,3
	Hakkari	1	,3
	Hatay	2	,6
	Iğdır	1	,3
	İstanbul	20	6,2
	İzmir	2	,6
	Kahramanmaraş	1	,3
	Karaman	1	,3
	Kars	1	,3
	Kastamonu	2	,6
	Kayseri	1	,3
	Kilis	1	,3
	Kocaeli	2	,6
	Konya	9	2,8
	Kütahya	1	,3
	Mersin	1	,3
	Muğla	1	,3
	Ordu	1	,3
	Osmaniye	2	,6
	Sivas	1	,3
	Şırnak	36	11,1
	Tokat	1	,3
	Trabzon	1	,3
	Van	1	,3
	Yozgat	4	1,2
	Zonguldak	1	,3
	Toplam	324	100,0
Eğitim Durumunuz?			
		f	^p
	İlkokul	3	,9
	Ortaokul	8	2,5
	Lise	33	10,2
	Üniversite (Önlisans-Lisans)	228	70,4
	Lisansüstü (Yüksek lisans-Doktora)	50	15,4
	Toplam	322	99,4
	Cevapsız	2	,6
	Toplam	324	100,0
Herhangi Bir İşte Çalışma Durumunuz?			
		f	^p

	Çalışıyorum	257	79,3
	Çalışmıyorum	67	20,7
	Toplam	324	100,0
Çalışıyorsanız Aşağıdaki Alanların Hangisinde Çalışmaktasınız?			
		f	^p
	Kamu (Devlet)	209	64,5
	Özel Sektör	33	10,2
	İşçiyim	8	2,5
	Girişimciyim (Kendi İşimi Kurdum)	9	2,8
	Serbest Meslek Sahibiyim	2	,6
	Diğer	26	8,0
	Toplam	287	88,6
	Cevapsız	37	11,4
	Toplam	324	100,0
Dünya Görüşünüzü Diğerlerine Göre Daha Çok Yansıttığınızı Düşündüğünüz Siyasi Partiler Hangi Grupta Yer Alır?			
		f	^p
	Sol Partiler	50	15,5
	Sağ Partiler	104	32,1
	Hiçbirisi	92	28,4
	Cevapsız	78	24,0
	Toplam	324	100,0
İnandığınız Dinin Yükümlülüklerini Hangi Sıklıkla Yerine Getirirsiniz?			
		f	^p
	Düzenli Olarak, Aksatmamaya Dikkat Ederek	185	57,1
	Sadece Dini Açıdan Önemli Günlerde	67	20,7
	Aklıma Geldiği Zamanlarda	71	21,9
	Toplam	323	99,7
	Cevapsız	1	,3
	Toplam	324	100,0
Tasarruflarınızı Bir Finans Kurumunda Saklamak İstediğinizde Size Göre En Doğru Seçenek Hangisi Olur?			
		f	^p
	Ticari (Faizli) Bankalar	192	59,3
	İslami Finans (Faizsiz) Kurumları	131	40,4
	Toplam	323	99,7
	Cevapsız	1	,3
	Toplam	324	100,0
Elimdeki Parayı Kaybetme Korkusu Beni Tedirgin Eder, Bu Nedenle Çoğu Zaman Yatırım Yapmaktan Çekinirim.		f	^p
	Kesinlikle Katılmıyorum	21	6,5
	Katılmıyorum	90	27,8
	Kararsızım	68	21,0
	Katılıyorum	118	36,4
	Kesinlikle Katılıyorum	27	8,3
	Toplam	324	100,0
Genel Olarak, Doğuştan Sahip Olduğum Yeteneklerime Ve Hislerime Güvendiğim İçin Risk Almaktan Korkmam.		f	^p
	Kesinlikle Katılmıyorum	29	9,0
	Katılmıyorum	102	31,5
	Kararsızım	76	23,5
	Katılıyorum	95	29,3
	Kesinlikle Katılıyorum	22	6,8
	Toplam	324	100,0
Genel Olarak, Aldığım Eğitime ve Bilgi Birikimime Güvendiğim İçin Risk Almaktan Korkmam.		f	^p
	Kesinlikle Katılmıyorum	23	7,1
	Katılmıyorum	97	29,9
	Kararsızım	69	21,3
	Katılıyorum	113	34,9
	Kesinlikle Katılıyorum	22	6,8
	Toplam	324	100,0
Çevremdeki İnsanlara Sürekli Olarak Tavsiyelerde Bulunurum.		f	^p
	Kesinlikle Katılmıyorum	14	4,3
	Katılmıyorum	79	24,4
	Kararsızım	67	20,7
	Katılıyorum	136	42,0
	Kesinlikle Katılıyorum	28	8,6
	Toplam	324	100,0
Genel Olarak, Bir Grup İçerisinde Benim Verdiğim Kararlar veya Fikirler En Doğru Kararlar Veya Fikirlerdir.		f	^p
	Kesinlikle Katılmıyorum	16	4,9
	Katılmıyorum	57	17,6
	Kararsızım	125	38,6
	Katılıyorum	108	33,3
	Kesinlikle Katılıyorum	18	5,6

	Toplam	324	100,0

4.1. Siyasi parti ve banka tercihi ilişkisi

Çalışmada daha sonra katılımcıların siyasi tercihlerine göre banka tercihlerinin farklılaşıp farklılaşmadığı incelenmiştir. Bu analiz gerçekleştirilirken sadece siyasi parti tercihlerini anket formunda işaretleyen katılımcılar (246 adet: Tablo 2) dikkate alınmıştır.

Tablo 2. Dünya görüşünüzü diğerlerine göre daha çok yansıttığınızı düşündüğünüz siyasi partiler hangi grupta yer alır?

Tercih	f	^p
Sol Partiler	50	20,2
Sağ Partiler	104	42,5
Hiçbirisi	92	37,2
Toplam	246	100,0

Tablo 3. ANOVA analizi sonuçları

		n	$\bar{x}$	s	*Std. Hata*
Tasarruflarınızı bir finans kurumunda saklamak istediğinizde size göre en doğru seçenek hangisi olur?	Sol Partiler	50	1,7800	,86402	,12219
	Sağ Partiler	104	2,1538	,69351	,06800
	Hiçbirisi	92	2,0761	,85464	,08910
	Toplam	246	2,0488	,80157	,05111
İslami (katılım) bankaları diğer bankalara tercih ederim.	Sol Partiler	50	2,1800	1,18992	,16828
	Sağ Partiler	104	3,3238	1,11368	,10868
	Hiçbirisi	92	2,6522	1,02104	,10645
	Toplam	246	2,8421	1,18054	,07512
İslami (katılım) bankacılık ürünlerini inançlarımdan dolayı tercih ederim.	Sol Partiler	50	2,0600	1,09563	,15495
	Sağ Partiler	105	3,1714	1,04198	,10169
	Hiçbirisi	91	2,6593	1,07724	,11293
	Toplam	246	2,7561	1,14172	,07279

	F	*p*
Tasarruflarınızı bir finans kurumunda saklamak istediğinizde size göre en doğru seçenek hangisi olur?	3,845	,023
İslami (katılım) bankaları diğer bankalara tercih ederim.	20,637	,000
İslami (katılım) bankacılık ürünlerini inançlarımdan dolayı tercih ederim.	19,002	,000

Tablo 4. Tukey testi sonuçları

Bağımlı Değişken	*(I) Dünya görüşünüzü diğerlerine göre daha çok yansıttığınızı düşündüğünüz siyasi partiler hangi grupta yer alır?*	*(J) Dünya görüşünüzü diğerlerine göre daha çok yansıttığınızı düşündüğünüz siyasi partiler hangi grupta yer alır?*	*Ort. Fark (I-J)*	*Std. Hata*	*p*
Tasarruflarınızı bir finans kurumunda saklamak istediğinizde size göre en doğru seçenek hangisi olur?	Sol Partiler	Sağ Partiler	-,37385*	,13637	,018
		Hiçbirisi	-,29609	,13923	,087
	Sağ Partiler	Sol Partiler	,37385*	,13637	,018
		Hiçbirisi	,07776	,11342	,772
	Hiçbirisi	Sol Partiler	,29609	,13923	,087
		Sağ Partiler	-,07776	,11342	,772
İslami (katılım) bankaları diğer bankalara tercih ederim.	Sol Partiler	Sağ Partiler	-1,14381*	,18837	,000
		Hiçbirisi	-,47217*	,19261	,039
	Sağ Partiler	Sol Partiler	1,14381*	,18837	,000
		Hiçbirisi	,67164*	,15655	,000
	Hiçbirisi	Sol Partiler	,47217*	,19261	,039
		Sağ Partiler	-,67164*	,15655	,000
İslami (katılım) bankacılık ürünlerini inançlarımdan dolayı tercih ederim.	Sol Partiler	Sağ Partiler	-1,11143*	,18318	,000
		Hiçbirisi	-,59934*	,18767	,005
	Sağ Partiler	Sol Partiler	1,11143*	,18318	,000
		Hiçbirisi	,51209*	,15269	,003
	Hiçbirisi	Sol Partiler	,59934*	,18767	,005

	Sağ Partiler	-,51209*	,15269	,003

Tablo 3'te yer alan ANOVA analizi sonuçlarına göre *F* ve *p* değerlerinin "Tasarruflarınızı bir finans kurumunda saklamak istediğinizde size göre en doğru seçenek hangisi olur?", "İslami (katılım) bankaları diğer bankalara tercih ederim" ve "İslami (katılım) bankacılık ürünlerini inançlarımdan dolayı tercih ederim." ifade ve sorularına verilen cevapların katılımcıların siyasi parti tercihlerine göre farklılaştıklarını gösterdiği görülmüştür.

Söz konusu farklılıkların hangi gruplar arasında gerçekleştiğini tespit edebilmek için Tukey testi gerçekleştirilmiştir. Tablo 4'te yer alan sonuçlara göre "Tasarruflarınızı bir finans kurumunda saklamak istediğinizde size göre en doğru seçenek hangisi olur?" sorusuna verilen cevaplar sol ve sağ partiler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde farklılaşmaktadır. Buna göre soruya sağ partiler şeklinde cevap veren katılımcıların katılım bankalarını daha fazla tercih ettikleri görülmektedir. Aynı durum "İslami (katılım) bankaları diğer bankalara tercih ederim." ve "İslami (katılım) bankacılık ürünlerini inançlarımdan dolayı tercih ederim." İfadelerine katılım dereceleri arasında da tespit edilmiştir. Buna göre ifadelere katılım düzeyi sağ partileri tercih eden katılımcılarda daha yüksektir.

4.2. Davranışsal önyargı banka tercihi ilişkisi

Çalışmanın analiz kısmının bu bölümünde ise davranışsal önyargılar ile banka tercihi arasındaki ilişkiye bakılmıştır. Bu amaçla öncelikle açımlayıcı faktör analizi gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen analiz sonucunda verilerin faktör analizine uygunluğu KMO ve Barlett küresellik testi sonuçlarına bakılarak tespit edilmiştir. Tablo 5'de KMO örneklem yeterlilik indeksi değerinin ,698>,60 olması ve Barlett küresellik testi sonucunda anlamlılık değerinin (Sig.) 0,00<0.05 olması çalışmada toplanan verilerin faktör analizinde kullanılabileceğini ortaya koymaktadır.

Tablo 5. KMO örneklem yeterliliği ve Barlett küresellik testi sonuçları

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		,698
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	625,241
	df	55
	Sig.	,000

Tablo 6'de ise açıklanan toplam varyanslar yer almaktadır. Toplam varyansın %67.497'si ölçek tarafından açıklanabilmektedir. Açıklanan varyans değerlerinin 2 faktörlü bir ölçek için oldukça yeterli olduğu söylenebilir [4].

Tablo 6. Açıklanan toplam varyans tablosu

Faktörler	*Faktör Özdeğeri*	*Varyans Yüzdesi %*	*Toplam Varyans %*
Faktör 1: Risk Seven	2,146	42,916	42,916
Faktör 2: Kendine Güven	1,229	24,581	67,497

Faktör analizi sonucunda Risk Seven ve Kendine Güven olmak üzere iki faktör ortaya çıkmış ve sonraki analizler bu faktörler temel alınarak gerçekleştirilmiştir.

Tablo 7. Oluşan faktörler

	Risk Seven	*Kendine Güven*
Genel olarak, aldığım eğitime ve bilgi birikimime güvendiğim için risk almaktan korkmam.	,749	,308
Genel olarak, doğuştan sahip olduğum yeteneklerime ve hislerime güvendiğim için risk almaktan korkmam.	,747	,174
Elimdeki parayı kaybetme korkusu beni tedirgin eder, bu nedenle çoğu zaman yatırım yapmaktan çekinirim.	,708	-,100
Genel olarak, bir grup içerisinde benim verdiğim kararlar veya fikirler en doğru kararlar veya fikirlerdir.	,028	,812
Çevremdeki insanlara sürekli olarak tavsiyelerde bulunurum.	,013	,803

Araştırmada kullanılan davranışsal önyargı ölçeğinin iç tutarlılığı (güvenirliği) Cronbach alpha (α) modeli ile tespit edilmiştir. Tablo 8'den de görülebileceği gibi alpha modeline göre yapılan güvenirlik analizi sonucuna göre, 5 maddesi olan (N=5) davranışsal önyargı eğilimi ölçeğinin Cronbach's Alpha (α) değeri 0.651'dir. 0,60 ≤ α < 0,80 olduğundan ölçeğin oldukça güvenilir ve iç tutarlılığının yeterli olduğu sonucuna ulaşılmıştır [5, 6].

Tablo 8. Güvenilirlik analizi sonuçları

Cronbach's Alpha	*N of Items*
,651	5

Tablo 9. Bağımsız gruplar *t* testi

Grup İstatistikleri					
	Tasarruflarınızı bir finans kurumunda saklamak istediğinizde size göre en doğru seçenek hangisi olur?	***n***	$\bar{x}$	***s***	***Std. Hata***
Riskseven	Geleneksel (Faizli) Bankalar	192	8,8438	2,39033	,17251
	İslami Finans (Faizsiz) Kurumları	131	9,9924	2,74421	,23976
Kendinegüven	Geleneksel (Faizli) Bankalar	192	6,2500	1,74860	,12619
	İslami Finans (Faizsiz) Kurumları	131	6,7023	1,65341	,14446

	df	***p***
Riskseven	321	,000
Kendineguven	321	,020

Çalışmanın bu bölümünde katılımcıların riske karşı tutumlarına göre ve kendine aşırı güven düzeylerine göre banka tercihlerinin değişip değişmediği araştırılmıştır. Bu amaçla bağımsız gruplar *t* testinden yararlanılmıştır. Tablo 9'da verilen sonuçlara göre katılımcıların riske karşı tutumlarına ve kendine aşırı güven düzeylerine göre faizli ve faizsiz bankacılık tercihlerinin değiştiği görülmektedir.

4.3. Dini yaşantı banka tercihi ilişkisi

Çalışmanın analiz kısmının bu bölümünde ise katılımcıların dini yaşantıları ve hassasiyetleri ile faizli ve faizsiz bankalar arasından yaptıkları tercihlerin ilişkisine bakılmıştır. Bu amaçla ANOVA analizinden ve Tukey testinden yararlanılmıştır. Çalışmada finans kurumu tercihi ölçekte yer alan üç farklı soru ve ifade ile ölçülmüştür. Dini yaşantı düzeyi ise "İnandığınız dinin yükümlülüklerini hangi sıklıkla yerine getirirsiniz?" sorusu ile ölçülmüştür. Analiz sonuçları Tablo 10 ile özetlenmiştir. Tanımlayıcı istatistiklere bakıldığında "Tasarruflarınızı bir finans kurumunda saklamak istediğinizde size göre en doğru seçenek hangisi olur?" sorusuna, "İnandığınız dinin yükümlülüklerini hangi sıklıkla yerine getirirsiniz?" sorusuna "Düzenli olarak, aksatmamaya dikkat ederek" şeklinde cevap verenlerin büyük çoğunluğunun (Ortalama değer 1,5326) İslami bankalar şeklinde cevap verdikleri görülmektedir (SPSS'te 1: Ticari Bankalar, 2: İslami Bankalar olarak kodlanmıştır). Aynı durum "İslami (katılım) bankaları diğer bankalara tercih ederim.", "İslami (katılım) bankacılık ürünlerini inançlarımdan dolayı tercih ederim" ifadelerine katılım düzeyleri açısından da geçerlidir. ANOVA sonuçlarına bakıldığında finans kurumu tercihinin dini yaşantı düzeyi grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde farklılaştığı görülmektedir. Söz konusu farklılığın hangi gruplar arasında anlamlı bir şekilde gerçekleştiğini tespit etmek amacıyla Tukey testi gerçekleştirilmiştir. Tukey testi sonuçları incelendiğinde dini yaşantı düzeyi gruplarının tümünün ortalamaları arasında istatistiksel olarak bir farklılık söz konusudur. Bu sonuçlara göre dini hassasiyetleri yüksek olan (ibadetlerini düzenli olarak, aksatmamaya dikkat ederek yerine getirdiklerini belirten katılımcılar) bireylerin daha çok İslami bankaları tercih ettikleri görülmektedir.

Tablo 10. Dini yaşantı banka tercihi

Tanımlayıcı İstatistikler

		n	$\bar{x}$	s	Std. Hata	Min.	Maks.
Tasarruflarınızı bir finans kurumunda saklamak istediğinizde size göre en doğru seçenek hangisi olur?	Düzenli olarak, aksatmamaya dikkat ederek	185	1,5326	,50030	,03688	1,00	2,00
	Sadece dini açıdan önemli günlerde	67	1,2836	,45414	,05548	1,00	2,00
	Aklıma geldiği zamanlarda	71	1,1972	,40070	,04755	1,00	2,00
	Total	323	1,4068	,49201	,02742	1,00	2,00
İslami (katılım) bankaları diğer bankalara tercih ederim.	Düzenli olarak, aksatmamaya dikkat ederek	185	3,1622	1,18215	,08691	1,00	5,00
	Sadece dini açıdan önemli günlerde	67	2,6716	1,19833	,14640	1,00	5,00
	Aklıma geldiği zamanlarda	71	2,5493	1,13123	,13425	1,00	5,00
	Total	323	2,9257	1,20328	,06695	1,00	5,00
	Düzenli olarak, aksatmamaya dikkat ederek	185	3,0272	1,12804	,08316	1,00	5,00

İslami (katılım) bankacılık ürünlerini inançlarımdan dolayı tercih ederim.	Sadece dini açıdan önemli günlerde	67	2,7164	1,19095	,14550	1,00	5,00
	Aklıma geldiği zamanlarda	71	2,4366	1,07879	,12803	1,00	5,00
	Total	323	2,8323	1,15328	,06427	1,00	5,00

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Tasarruflarınızı bir finans kurumunda saklamak istediğinizde size göre en doğru seçenek hangisi olur?	Between Groups	15,156	2	7,578	13,855	,000
	Within Groups	174,474	319	,547		
	Total	189,630	321			
İslami (katılım) bankaları diğer bankalara tercih ederim.	Between Groups	24,728	2	12,364	8,962	,000
	Within Groups	441,489	320	1,380		
	Total	466,217	322			
İslami (katılım) bankacılık ürünlerini inançlarımdan dolayı tercih ederim.	Between Groups	19,003	2	9,502	7,430	,001
	Within Groups	407,941	319	1,279		
	Total	426,944	321			

Tukey Testi Sonuçları

Dependent Variable	(I) İnandığınız dinin yükümlülüklerini hangi sıklıkla yerine getirirsiniz?	(J) İnandığınız dinin yükümlülüklerini hangi sıklıkla yerine getirirsiniz?	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.
Tasarruflarınızı bir finans kurumunda saklamak istediğinizde size göre en doğru seçenek hangisi olur?	Düzenli olarak, aksatmamaya dikkat ederek	Sadece dini açıdan önemli günlerde	,48944*	,10332	,000
		Aklıma geldiği zamanlarda	,36940*	,10553	,002
	Sadece dini açıdan önemli günlerde	Düzenli olarak, aksatmamaya dikkat ederek	-,48944*	,10332	,000
		Aklıma geldiği zamanlarda	-,12003	,12596	,607
	Aklıma geldiği zamanlarda	Düzenli olarak, aksatmamaya dikkat ederek	-,36940*	,10553	,002
		Sadece dini açıdan önemli günlerde	,12003	,12596	,607
İslami (katılım) bankaları diğer bankalara tercih ederim.	Düzenli olarak, aksatmamaya dikkat ederek	Sadece dini açıdan önemli günlerde	,61287*	,16398	,001
		Aklıma geldiği zamanlarda	,49052*	,16748	,010
	Sadece dini açıdan önemli günlerde	Düzenli olarak, aksatmamaya dikkat ederek	-,61287*	,16398	,001
		Aklıma geldiği zamanlarda	-,12235	,20006	,814
	Aklıma geldiği zamanlarda	Düzenli olarak, aksatmamaya dikkat ederek	-,49052*	,16748	,010
		Sadece dini açıdan önemli günlerde	,12235	,20006	,814
İslami (katılım) bankacılık ürünlerini inançlarımdan dolayı tercih ederim.	Düzenli olarak, aksatmamaya dikkat ederek	Sadece dini açıdan önemli günlerde	,59055*	,15799	,001
		Aklıma geldiği zamanlarda	,31076	,16136	,133
	Sadece dini açıdan önemli günlerde	Düzenli olarak, aksatmamaya dikkat ederek	-,59055*	,15799	,001
		Aklıma geldiği zamanlarda	-,27980	,19261	,315
	Aklıma geldiği zamanlarda	Düzenli olarak, aksatmamaya dikkat ederek	-,31076	,16136	,133
		Sadece dini açıdan önemli günlerde	,27980	,19261	,315

Çalışmanın devamında cinsiyetin banka tercihinde önemli olup olmadığı araştırılmış ancak bağımsız gruplar t-testi sonuçlarına göre banka tercihinde erkek ve kadın grup ortalamaları arasında herhangi bir farklılık tespit edilememiştir.

5. Sonuç ve değerlendirme

Geleneksel bankacılık sistemi genel anlamda borçlu ve alacaklı arasındaki ilişkiye dayanmaktadır. Geleneksel finans sisteminde faiz, paranın fırsat maliyetini yansıtan kredinin fiyatı olarak kabul edilir. Geleneksel bankacılıkta, temerrüt durumunda ek ücret (ceza veya bileşik faiz) talep edilmektedir. İslami bankacılıkta ise müşterilere doğrudan para aktarılması söz konusu olmayıp, bireylerin veya kurumların ihtiyaçlarının karşılanması amacıyla yatırım yapılması esası söz konusudur. Bu yönüyle İslami bankacılık sistemi, geleneksel faiz tabanlı borç verme sisteminden farklılaşmaktadır. İslami bankacılığın temeli İslam inancına dayanmaktadır. İslami bankacılık sistemi çerçevesinde faaliyet gösteren bankalar tüm eylemlerinde ve işlemlerinde İslam Hukuku veya Şeriat prensiplerini gözetmektedir. Uluslararası piyasalarda konvansiyonel bankaların hakim bir görüntü sergilemelerine karşın dünya finans sistemi içerisinde İslami bankacılık sisteminin giderek

yaygınlaştığı görülmektedir. Öyle ki, Türkiye'de olduğu gibi diğer bazı ülkelerde esasen konvansiyonel bankacılık faaliyetleri gerçekleştiren bazı bankalar İslami bankacılık esaslarına göre faaliyet gösteren yan kuruluşlarını faaliyete geçirmektedirler. Bu nedenlerle İslami bankacılık sistemi kendi içerisinde olduğu kadar geleneksel bankalarla da rekabet eder konuma gelmeye başlamıştır. İslami bankacılık sistemi, zaman içerisinde önemli gelişimler göstererek bugün tüm dünyada geniş bir şekilde kabul gören ve hem Müslümanlar hem de gayrimüslimler tarafından tercih edilen bir konumdadır. İslami bankacılık sistemi artık dini yükümlülükleri yerine getirmek için kurulmuş ticari kuruluşlar olmalarının ötesinde müşteri çekmek ve elde tutmak için geleneksel bankalarla ciddi rekabete girebilmektedirler.

Bu çalışmada ikili bankacılık ortamının söz konusu olduğu Türkiye'de banka müşterilerinin banka, seçimlerinin belirleyicilerini anlamak amaçlanmıştır. Türkiye'de olduğu kadar farklı ülkelerde de gerçekleştirilen çalışmalar ile müşterilerin konvansiyonel bankalar ile İslami bankalar arasında yaptıkları tercihlerde etkili faktörlerin neler olduğu konusu dönem dönem araştırılmaktadır. Gerçekleştirilen çalışmaların genelinde ise benzer sonuçlar elde edilmiştir. Bu çalışmada konuya biraz daha farklı bir açıdan yaklaşılmış ve gerçekleştirilen çalışmalarda genel anlamda yer verilen faktörlerin yanı sıra literatürde benzerine rastlanmayan faktörlerin de banka tercihi üzerindeki etkisi araştırılmıştır.

Bu çalışma Tekin ve Bastak (2021) tarafından daha önce gerçekleştirilmiş olan çalışmanın, yeni örneklem ve değişkenler bağlamlarında geliştirilmiş halidir. Bununla birlikte elde edilen sonuçlar arasında önemli benzerlikler söz konusudur.

Bu çalışmanın sonucunda bireylerin geleneksel ve İslami banka arasında yaptıkları tercihte siyasi tercihlerinin, dini yaşantılarının ve davranışsal önyargılarının etkisi olduğu bununla birlikte cinsiyetlerinin etkisi olmadığı ortaya konulmuştur. Bankaların bu çalışmanın sonuçlarından yararlanarak veya benzer araştırmalar yaparak etkin pazarlama stratejileri geliştirebilecekleri veya mevcut stratejilerini gözden geçirebilecekleri düşünülmektedir. Hazırlanan stratejiler ile hem geleneksel bankalar hem de İslami bankalar aynı finansal sistem içerisinde aynı etkinlikte faaliyette bulunabilirler.

Sonraki çalışmalarda bu çalışmanın bulgularının daha da geliştirilebilmesi için eğitim düzeyinin, çalışanların çalıştıkları sektörün, yaş gruplarının gruplar arasında dengeli dağıldığı daha geniş örneklemler kullanılabilir ve bu yönde ilişkilere bakılabilir. Bu amaçlarla farklı örnekleme yöntemleri tercih edilebilir. Ayrıca farklı davranışsal önyargıların daha kapsamlı ölçeklerle ölçülerek banka tercihi ile ilişkilerinin araştırılması söz konusu olabilir.

Kaynaklar

[1] Erdem, M., ve Tatlı, H. (2020). Teorik ve pratik bakımdan Dünya'da ve Türkiye'de İslami finans. Gazi Kitapevi: Ankara.

[2] Özsoy, İ., Görmez, B., ve Mekik, S. (2013). Türkiye'de katılım bankalarının tercih edilme sebepleri: Ampirik bir tetkik. Yönetim ve Ekonomi Dergisi, 20(1), 187-206.

[3] İşcan Karakaş, H. (2019). Bireysel müşterilerin kredi kullanımlarında katılım bankalarını tercih etme sebepleri (Yüksek lisans tezi), Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bolu.

[4] Büyüköztürş, Ş. (2008). Veri analizi el kitabı: İstatistik, araştırma deseni, SPSS uygulamaları ve yorumları. Ankara: Pegem Yayıncılık.

[5] Özdamar, K. (2004). Paket programlar ile istatistiksel veri analizi. 5. Baskı. Eskişehir: Kaan Kitabevi.

[6] Tavşancıl, E. (2006). Tutumların ölçülmesi ve SPSS ile veri analizi. 3. Baskı. Ankara. Nobel Yayın Dağıtım.

[7] Alrabadi, D. W., AL-Gharaibeh, M. A., & Ziad, M. Z. (2011). What Makes Investors Overconfident? Evidence from Amman Stock Exchange. *European Journal of Economics, Finance and Administrative Sciences*, *43*(1), 28-34.

[8] Tekin, B., ve Bastak, S. N. (2021). Bireylerin katılım bankacılığı (İslami bankacılık) tercihlerini etkileyen faktörler. Karabulut, Ş. (Ed.), Ulusal, Uluslararası ve Küresel Ölçekte Finans Uygulamaları içinde (175-203. ss.). Gazi Kitapevi: Ankara.

[9] Altundere Doğan, M. B. (2020). İslami Finans Okuryazarlığı ve Finansal Tercihlere Etkisi, *BDDK Bankacılık ve Finans Dergisi, 14*(1),69-98.

[10] Anaç, T., ve Kaya, F. (2017). Bireysel müşterilerin katılım bankacılığını tercih etmesini etkileyen faktörler. Bartın Üniversitesi İİBF Dergisi, 8(15), 145-182.

[11] Arif, M., & Khan, M. Z. (2013). Stock Investors' Overconfidence: Evidence from Islamabad Stock Exchange. *Journal of Applied and Emerging Sciences*, *4*(1), pp70-74.

[12] Avcı, T. (2020). Katılım bankacılığı sektörünün gelişimi ve işleyişi: Ülkeler bazında finansal analizler. Gazi Kitapevi: Ankara.

[13] Bafra, E. (2015). Katılım bankacılığı uygulamasında İslami bankacılık sözleşmelerinin temelleri. Gazi Kitapevi: Ankara.

[14] Bilal, M., Fatima, S., Ishtiaq, M. ve Azeem, H.M. (2020). Factors affecting the choice of Islamic banking by SMEs in Pakistan: Implications for Islamic banks' corporate governance. *Pakistan Journal of Commerce and Social Sciences (PJCSS), 14* (1), 255-272.

[15] Bilman, E. (2020). Türkiye'de İslami bankacılık, finansal gelişme ve ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkilerinin doğrusal ve doğrusal olmayan yöntemlerle analizi. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, Özel Sayı*, 353-369.

[16] Bley, J., & Kuehn, K. (2004). Conventional versus Islamic finance: student knowledge and perception in the United Arab Emirates. *International journal of Islamic financial services*, *5*(4), 17-30.

[17] Durak, İ., Bayat, M., ve Arslan, H. M. (2017). Banka seçiminde müşteri tercihleri: Katılım bankaları üzerine amprik bir inceleme. The *Journal of Social Science, 1*(2), 60-70.

[18] Duramaz, S. ve Erol, İ. (2018). Banka müşterilerinin katılım bankası tercihlerine yönelik bir araştırma: Ege bölgesi örneği. *Yönetim ve Ekonomi Dergisi, 25*(1), 251-267.

[19] El Massah, S., & Al-Sayed, O. (2013). Risk aversion and Islamic finance: an experimental approach. *International Journal of Information Technology and Business Management, 16*(1), 49-77.

[20] El-Gamal, M. A. (2006). Islamic finance: Law, economics, and practice. Cambridge: Cambridge University Press.

[21] Erol, C. ve El-Bdour, R. (1989). Attitudes, behaviour, and patronage factors of bank customers towards Islamic banks. International Journal of Bank Marketing, 7(6), 31-37.

[22] Erol, C., Kaynak, E. ve Radi, E. B. (1990). Conventional and Islamic banks: Patronage behaviour of Jordanian customers. International Journal of Bank Marketing, 8(4), 25-35.

[23] Etab, M. (2016). The internal and external contingent factors that affect the determination of profitability in İslamic banks in comparison to conventional banks in Egypt. Doktorial Dissertation , De Montfort University.

[24] Güçlü, F., ve Kılıç, M. (2020). İslami finansın dünyadaki gelişimi ve İslami finansa yön veren uluslararası kuruluşlar üzerine bir inceleme. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi, 16*(1), 75-91.

[25] Iqbal, Z. and Mirakhor, A. (2011). An introduction to islamic finance: Theory and practice. Singapore: Wiley.

[26] Ltifi, M., Hikkerova, L., Aliouat, B., ve Gharbi, J. (2016). The determinants of the choice of Islamic banks in Tunisia. International Journal of Bank Marketing, 34(5), 710-730.

[27] Mokhlis, S. (2009), "Determinants of Choice Criteria in Malaysia's Retail Banking: An Analysis of Gender-Based Choice Decisions", *European Journal of Economics, Finance and Administrative Sciences, 16*, 18-30.

[28] Rahim, S. H. A., Rashid, R. A., and Hamed, A. B. (2016). Islamic financial literacy and its determinants among university students: An exploratory factor analysis. *International Journal of Economics and Financial Issues, 6*(7S).

[29] Sarı, B. (2010). Türkiye'de faizsiz bankacılık sektöründe müşteri memnuniyeti ve banka tercihleri üzerine bir uygulama (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Ticaret Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

[30] Tatlı, H., Varol, A. ve Alakuştekin, A. (2017). Katılım bankacılık hizmetlerinde tüketici tercihlerini etkileyen faktörler: Bingöl'de bir uygulama. *Sosyal ve Beşeri Bilimler Dergisi, 9*(2), 1309- 8012.

[31] Tekin, B. (2019). Üniversite öğrencilerinin katılım bankacılığına yönelik bilgi, algı ve farkındalık düzeyleri ve tercihlerine etkisi. *Uluslararası Bilimsel Araştırmalar Dergisi, 4*(1), 135-150.

[32] Toraman, C., Ata, H.A., ve Buğan, M. F. (2015). İslami bankacılık faaliyetlerine yönelik müşteri algısı üzerine bir araştırma. *Gaziantep University Journal of Social Sciences, 14*(4), 761-779.

[33] Yıldız, M. (2020). Bireylerin İslami finans okuryazarlık düzeyi ve katılım bankası tercihi: Türkiye değerlendirmesi. *Finans Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi, 5*(4), 2602-2486.

Büyük Veri ve Dijital Dönüşümün Akıllı Turizm Üzerindeki Etkileri: Güncel Eğilimler ve Uygulamalar

Gizem GÜREL DÖNÜK [1]*, Fisun YÜKSEL [2]*

[1] *Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın MYO, Bilgisayar Programcılığı, Aydın, TÜRKİYE*

[2] *Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın MYO, Pazarlama ve Reklamcılık, Aydın, TÜRKİYE*

Özet

Endüstri 4.0 ile hayatımıza giren dijital dönüşüm süreçleri üretim sektörünü olduğu gibi turizm sektörünü de derinden etkilemektedir. Günümüzde turizm sektörü, büyük veri, yapay zekâ, nesnelerin interneti (IoT), sanal ve artırılmış gerçeklik gibi yeni teknolojilerin etkisiyle önemli değişimler geçirmekte ve sektörde teknoloji tabanlı yeni iş modelleri ortaya çıkmaktadır. Mobil teknolojiler, sosyal medya ve İnternet'in yaygın kullanımı turizm sektörünün de dijital dönüşüm sürecine uyumunu zorunlu kılmış, bu kanallar üzerinden elde edilen büyük verinin analizi ve yorumlanması "Akıllı turizm" alanında yaratıcı ve yenilikçi çözümler üretilmesine olanak sağlamıştır. Bu çalışmanın amacı, büyük veri kullanımı ve analizinin "Akıllı Turizm" üzerindeki etkilerini, güncel eğilimleri ve uygulamaları kavramsal analiz üzerinden inceleyerek; olası sorun ve çözüm önerilerini tartışmaktır. Çalışma yönetsel bir perspektiften sunduğu önerileriyle düşünsel ve teorik çerçevede, sınırlı düzeyde var olan bilgiyi genişleterek katkı yaparken, işletme yöneticilerine de dijital dönüşüm sürecine uyum sağlamaları ve büyük veriden nasıl yarar sağlayacakları noktasında yenilikçi öneriler sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: *Akıllı Turizm, Büyük Veri, Dijital Dönüşüm, Turizmde Güncel Eğilimler*

The Effects of Big Data and Digital Transformation on Smart Tourism: Current Trends and Practices

Abstract

The digital transformation processes that came into our lives with Industry 4.0 deeply affect the tourism sector as well as the production sector. Today, the tourism sector is undergoing significant changes due to new technologies such as big data, artificial intelligence, Internet of Things (IoT), virtual and augmented reality and new technology-based business models are emerging in the sector. The widespread use of mobile technologies, social media and the Internet has also made it imperative to act compliance with the digital transformation process in the tourism sector. Analysis and interpretation of the big data obtained through these channels have enabled creative and innovative solutions to be created in the field of "Smart Tourism". The aim of this study is to examine the effects of Big Data Use and analysis on "Smart Tourism", current trends and applications through conceptual analysis and to discuss possible problems and solutions. While the study contributes to its proposals from a managerial perspective by expanding existing limited knowledge within the intellectual and theoretical framework, it also offers business managers innovative suggestions on how to adapt to the digital transformation process and how to benefit from big data.

Keywords: *Smart Tourism, Big Data, Digital Transformation, Current Trends in Tourism*

* İletişim e-posta: gizem.gurel.donuk@adu.edu.tr ORCID:0000-0002-4171-999X

* İletişim e-posta: fisun.yuksel@adu.edu.tr ORCID:0000-0002-4147-3889

1 Giriş

Endüstri 4.0 çağı ve bilgi ve iletişim teknolojilerinde yaşanan hızlı değişim ve ilerlemeler, son yıllarda yenilikçi teknolojilerin ve bu teknolojiler sayesinde geliştirilmiş uygulamaların, ürün ve hizmetlerin hayatın her alanına girmesine sebep olmaktadır. Yaşadığımız dijitalleşme sürecinde İnternet, akıllı telefonlar ve sosyal medya uygulamalarının yaygın kullanımı sonucu ortaya çıkan büyük veri analiz edilerek anlamlandırılmaya sonrasında da karar verme süreçlerinde kullanılmaya çalışılmaktadır [1]. Turizm sektörü de bu hızlı değişime ayak uydurmaya çalışan ve büyük veri ve veri analitiğinin sunduğu imkânlardan yararlanmaya başlayan alanlardan biridir[2].

Veri odaklı yaklaşımla değişen turizm sektörü, farklı alanlarda sıkça duymaya başladığımız "akıllı" kelimesini benimseyerek Akıllı Şehir ve Akıllı Turizm kavramının kullanılmasına ve sonuç olarak alanda dijitalleşmenin tetiklediği bir paradigma değişiminin yaşandığına işaret etmektedir [3,4]. Literatürde, akıllı şehir kavramının alt bileşenlerinden biri olarak ifade edilen akıllı turizmin yıllar içinde değişen ve gelişen farklı tanımları bulunmaktadır. Gretzel akıllı turizmin gidilecek yerler ile ilgili verileri toplayan, birleştiren ve işleyen; mobil teknoloji desteğiyle kullanıcılara zengin ve yerinde deneyimler sağlayan, karşılıklı veri alış verişi ile iş açısından değer yaratan turizm olduğunu ve bu süreç boyunca verimlilik ve sürdürülebilirliğin hedeflendiğini belirtmektedir [4].

Bu çalışmanın amacı, büyük veri kullanımı ve analizinin "Akıllı Turizm" üzerindeki etkilerini, güncel eğilimleri ve uygulamaları kavramsal analiz üzerinden inceleyerek; olası sorun ve çözüm önerilerini tartışmaktır. Bu amaçla çalışmanın teorik çerçevesi teknoloji ve turizm ilişkisini geçmişten günümüze inceleyerek, dijital dönüşümün akıllı turizm kavramı üzerindeki etkilerini büyük veri ve analizi kapsamında irdeleyerek turizm sektörü için potansiyelini ve olası sorunları ortaya koymaktadır. İkinci bölümde alanyazın; büyük veri ve analizleri içeren farklı akıllı turizm uygulamaları örnekleri açısından incelenmiş ve mevcut durumun belirlenmesi için iyi örnekler ve avantajlı uygulamalar göz önüne serilmiştir. Araştırma yönteminin detaylandırıldığı dördüncü bölümü takip eden beşinci bölümde büyük verinin alandaki mevcut gelişmelere sürdürülebilirlik, verimlilik gibi boyutlar çerçevesinde etkileri tartışılacaktır. Sonuç ve öneriler bölümünde ise çalışma yönetsel bir perspektiften sunduğu önerileriyle düşünsel ve teorik çerçevede, sınırlı düzeyde var olan bilgiyi genişleterek katkı yaparken, işletme yöneticilerine de dijital dönüşüm sürecine uyum sağlamaları ve büyük veriden nasıl yarar sağlayacakları noktasında yenilikçi öneriler sunmaktadır.

2 Teorik Çerçeve

2.1 Teknoloji ve turizm ilişkisi

Geçmişten günümüze teknolojik gelişmeler, turizm sektörünü yakından etkileyen ve gelişimine katkıda bulunan sebepler olarak karşımıza gelmektedir. İlkçağlarda insanlar hayatlarını sürdürmek için avlanma, barınma ve korunma gibi sebeplerle seyahat ederken; zamanla seyahatlerin sebepleri değişmiş ve dönüşmüş keşif, olimpiyatlar ve sağlık sonrasında ise eğlence, dini, ticari, kültürel ve askeri konular için gerçekleştirilmeye başlanmıştır [5]. Bu süreçlerin tamamında sanayi devrimlerinin etkisi, ulaşım için yeni teknolojiler geliştirilmesi, toplu taşımanın ve beraberinde kitle turizminin öncü hareketleri görülmeye başlanmıştır.

Birinci sanayi devrimi ile buharlı motorlar ile çalışan ulaşım sistemlerinin geliştirilmesi ve ikinci sanayi devrimi ile de buharlı ve elektrikli trenler, gemiler, araba ve uçakların yaygınlaşması ayrıca radyo televizyon gibi kitle iletişim araçları toplu seyahat olanaklarını haber alma ve gerçekleştirme şansını artırmıştır [6]. Üçüncü sanayi devrimi sonrası bilgisayarlar, İnternet, mobil teknolojiler ve yüksek hızlı tren gibi ulaşım ve iletişim alanındaki gelişmeler ve küreselleşmenin itici gücüyle turizm sektörü dünya çapında modern yaşamın vazgeçilmez bir parçası haline gelmiştir [7].

Endüstri 4.0 olarak kısaltılan dördüncü sanayi devrimi ise bulut bilişim, artırılmış gerçeklik, nesnelerin interneti, robotik, siber güvenlik, büyük veri ve analitiği, makine öğrenmesi gibi teknolojilerin tek başına değil tümleşik yapılarda, eş ve gerçek zamanlı şekilde bileşimlerini içeren daha karmaşık bir vizyonu ortaya koymuştur [8,9]. Endüstri 4.0 önceki devrimlerden farklı olarak daha fazla otomasyon içerme, nesnelerin interneti ile fiziksel ve dijital ortam arasında köprü oluşturma, akıllı ürünlerin üretim aşamasını belirlediği, daha kişiselleştirilmiş ürünler ortaya konmasını sağlama gibi özelliklere sahiptir [8]. Bu özellikler ile Endüstri 4.0 veriyi; verimliliği artırmak, üretim süreçlerini dönüştürmek, değer zinciri boyunca bilgi yayılımı sağlamak ve yeni hizmetler, ürün ve iş modelleri oluşturmak için kullanır.

Endüstri 4.0 teknolojilerinin sunduğu imkânlarla temelde verilerin işlenmesi, analizi ve karar verme süreçleri için iş zekâsına dönüşümü olarak tanımlanan "akıllı" kavramı fabrikalardan, enerjiye, imalattan, binalara, hizmetlerden şehirlere ve turizm sektörüne eklenmeye başlamıştır [10,11]. Gretzel'e göre akıllı olma durumu da, tek başına bir teknolojinin özelliği olmadan öte çeşitli teknolojilerin karşılıklı etkileşimle birbiriyle ilişkilendirilmesi, eş zamanlı olarak ve ahenkle çalışabilmesinden kaynaklanmaktadır [4]. Bu ahengin yakalanabilmesi ve doğru karar verme mekanizmaları için teknolojiler bağlantılar için araç, büyük veri ve analitiği ise farklı kanallardan gelen verilerin harmanlanıp iş zekâsına dönüşmesini sağlayan kaynaktır.

2.2 Akıllı şehir ve akıllı turizm kavramı

Akıllı şehir kavramının alanyazında yıllara göre değişen ve gelişen tanımları yapılmıştır. Bu tanımlardaki ortak özellikler ve kilit kavramlar; şehir işleyişine etki eden tüm dinamikler için yeni nesil (dijital) bilgi ve iletişim teknolojileri kullanılması, tüm paydaş ve akıllı sistemlerden gelen bağlantılı bilgiyi doğru kullanma, sorunlara esnek çözümler bulma, daha iyi bir gelecek için sürdürülebilirlik, yaşam ve çalışma kalitesinin artırılması, çevreye ve insanlara duyarlı olma ve ekonomik gelişme olarak sıralanabilir [12,13]. Cohen akıllı şehirleri altı akıllı ana bileşene ayırır ve akıllı turizm, ekonomi, insan, hareketlilik ve yaşam alt bileşenleriyle doğrudan, yönetim ve çevre ile ise dolaylı olarak ilgilidir [11,14].

Gretzel'e göre akıllı turizm kavramı, akıllı şehir kavramına benzer şekilde birbiriyle veri alışverişi yapan ve sürekli bağlantı halinde işleyen akıllı deneyim, akıllı iş ekosistemi ve akıllı destinasyon alt bileşenlerinden oluşan çok boyutlu bir yapıdır [4]. Akıllı deneyim bileşeni için turistler ana aktörlerdir ve akıllı turizm ekosisteminde diğer bileşenlerden farklı teknolojiler (RFID, NFC, bulut bilişim, nesnelerin interneti, yapay zekâ, AR, VR, QR kodları, konuma dayalı hizmetler, coğrafi etiket, beacon teknolojisi, sosyal medya uygulamaları vb.) yardımı ile gelen bilgi akışını yaşadıkları kişisel turizm deneyimleri ile büyütmeye yardımcı olurlar [4,15,16]. Akıllı iş ekosistemi; temel iş basamaklarının teknoloji ile desteklendiği, tüm paydaşların (hükümet, yönetim, kamu ve özel şirketler) işbirliği içinde olduğu, açık veri odaklı ve paylaşımcı bir yapıdır [4,12]. Akıllı destinasyon bileşeni ise akıllı şehirlerin daha küçük bileşenleri olarak da düşünülebilecek, kentsel ve kırsal alanlara uygulanmış akıllı şehir hizmetleri ile şehir halkı kadar ziyaretçilerin de dikkate alındığı ve önemsendiği bir yapıdır [4,12,16].

Akıllı turizm kavramı alanyazında akıllı destinasyon ile eş anlamlı olarak da kullanılmakta [17] ve Dünya Turizm Örgütü 2017'deki tanımı da bu doğrultuda iki kavramı bir tutmaktadır [18]. Akıllı şehir, akıllı turizm ve akıllı destinasyon kavramlarındaki ortak temel, bu ekosistemlerin yaşam döngülerini sağlıklı şekilde devam ettirebilmeleri için ihtiyaç duydukları teknolojik altyapı ile diğer bileşenlerden toplanan açık veri, yorumlanan bu verinin çevik kararlar almak için iş zekâsına dönüşmesi ihtiyacıdır.

2.3 Büyük veri ve analitiğinin akıllı turizme etkileri

Büyük veri ve analitiği; akıllı turizm ekosisteminde diğer paydaşlardan nesnelerin interneti, yapay zekâ, bulut bilişim hizmetleri, sensörler, mobil cihazlar ve İnternet aracılığıyla elde edilen çok farklı formatlardaki büyük veri kümelerinin, farklı analiz teknikleri (web analitiği, metin analitiği, duygu analitiği vb.) ve algoritmalar ile işlenerek, karar verme süreçlerinde yardımcı olacak yorumlanmaya hazır bilgiye dönüşmesini sağlar [1, 4, 15].

Akıllı turizm kavramının daha fazla benimsenmeye başlandığı destinasyonlarda, akıllı turizm ekosisteminin hayata geçirilebilmesi için platform da denen teknolojik ve fiziksel altyapının doğru düzenlenmesi ve tüm bileşenlerden anlık veri akışı sağlanması, bunun yanı sıra bu verilerin doğru tekniklerle incelenip, hızlı yönetsel kararlara ve geri dönütlere dönüşmesi gerekmektedir [4,11,19]. Büyük veri ve analitiği, veriyi gerekli ve ihtiyaç duyulan anda bilgiye dönüştürmede sunduğu olanaklarla bu ekosistemin can damarını oluşturma potansiyeli vardır [4]. Turizm sektöründe yöneticilerden, çalışanlara, yatırımcılara, müşterilerden yerel halka her paydaştan gelen verilerin, hızlı şekilde işlenerek güncel eğilimlerin belirlenmesinde ve müşteri odaklı bir hizmet anlayışının geliştirilmesinde büyük veri ve analitiğinin önemi büyüktür [20].

Dijitalleşme ile turizm sektöründe yeni teknolojilerin birlikte, işbirlikçi şekilde kullanılmaları turistlerin, işletmelerin ve turizm merkezlerinin davranışlarını değiştirmiş, verimlilik ve sürdürülebilirlik elde etmek adına daha akıllı bir yaklaşımın faydalarını öngörmelerini sağlamıştır [3]. İşletmeler, büyük veri ve analitiği sayesinde

reklam, pazarlama ve iş planlaması süreçlerinde güncel durumu ve beklentileri görerek yol haritası çizebilirler. Analitik yazılımları sayesinde pazarlama, satış ve reklam faaliyetlerinden gelen verilerin kullanılan araç ve konuma göre değerlendirilmesiyle geleneksel ve dijital kanalların hangilerinin daha etkili olduğunu anlayabilir, böylece ilgili yatırımlarını bu kanallardan yürütebilirler [20].

3 Literatür Taraması

İnsanların günlük yaşamlarını kolaylaştırmak için kullandıkları dijital teknolojiler, artık seyahatler için araştırma, planlama ve rezervasyon süreçlerinde de etkin bir şekilde kullanmaktadırlar. Turizm sektöründe büyük veri ve analitiğinin diğer teknolojiler ile işbirliği içinde kullanımıyla, geleneksel kurum içi verinin yanı sıra sosyal medya, web içerikleri üzerinden ve dijital platformlardan elde edilen veriler bağlantılı şekilde analiz edilir [21]. Analizler sonucu elde edilen raporlar, geleneksel yöntemlerle elde edilenlerden daha gerçekçi ve güncel olarak piyasa koşulları, müşteri ihtiyaç ve beklentileri, eğilim ve potansiyel riskleri hızla ortaya koyması açısından değerlidir [19].

İşletmelerin organizasyon kültürü, yapısı ve işleyişinde değişiklikler meydana getiren dijitalleşme süreci, üretim ve karar verme süreçlerini de etkilemektedir. Ernst&Young'ın 2018 yılındaki araştırması şirketlerin büyük veri ve analitiğine bakış açılarını değerlendirmiş ve yapılan anket sonuçlarına göre şirketler müşterileri daha iyi anlamak, daha iyi ürün ve hizmet sunmak, mevcut verilerin yönetimini geliştirmek ve yeni veri kaynakları bulmak gibi amaçlarla büyük veri ve analitiğinden yararlandıklarını belirtmişlerdir [22].

Akıllı şehir ve destinasyon açısından bakıldığında, Barselona, Seul, Amsterdam, Singapur, Londra, Paris alanyazında adından sıkça bahsedilen şehirler olmaktadır [4, 11, 16, 23, 24]. Barselona'da şehir altyapısında fiber optik ağ yapısının yaygınlaştırılması ile başlayan süreç, sensörler, şehir işletim sistemi, işletim sisteminden gelen veri ve analitiğin paylaşımı gibi üç teknolojik katmandan oluşan bir bütünsel ve bileşik yapıdır. Bu akıllı ekosistemde turizm ve hizmet sektörü işletmeleri güvenli açık veri sisteminden hem yararlanmakta hem de veri akışına destek olmaktadırlar [23]. Türkiye'de de akıllı şehir ekosistemi oluşturma yolunda önemli adımlar atılmaktadır. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından yayınlanan raporda Onuncu Kalkınma Planında da yer alan ve özelde 2019-2022 Ulusal Akıllı Kentler Stratejisi ve Eylem Planı hazırlanmış, ancak henüz şehir bazında dağıtık mevzuat ile yürütülen bu süreç için ortak bir ulusal planlamaya ihtiyaç duyulduğu belirtilmiştir [24].

Büyük veri ve analitiğinin turizm sektöründe kullanımıyla ilgili alanyazında son yıllarda birçok çalışmanın yapıldığı görülmektedir. Bu çalışmalar arasında büyük veri ve analitiği kullanılan akıllı destinasyonlar ile ilgili vaka analizleri [12,25,26,27], açık veri ve büyük veri analitiğinin getirebileceği veri gizliliği ve güvenliği sorunları [28,29], alandaki eğilimleri anlamak için yapılan sistematik derlemeler [30,31,32], sürdürülebilirlik ve verimliliği artırmak için kullanılan akıllı turizm uygulamaları [3,17,33] yer aldığı görülmektedir.

Akıllı destinasyonlar ile ilgili vaka analizlerinde, akıllı şehirlerin tüm alt bileşenlerinin uygulamaya geçmiş olmasının akıllı turizmin uygulamasında daha iyi sonuçlar ortaya koyduğu görülmektedir [25,27]. Hazır bir teknik altyapı, birbiriyle etkileşim halindeki paydaşlar, açık veri platformu ve şeffaflık ile yönetişim sağlandığında akıllı turizm uygulamaları da daha kolay uygulanabilmekte; nihai amaç olan verimlilik ve sürdürülebilirliğin daha üst boyutlarda elde edilmesine olanak sağlamaktadır. Büyük veri ve analitiğinin, akıllı turizmde veri güvenliği ve gizliliği boyutuyla incelendiği çalışmalarda avantajların yanı sıra veri ihlalleri gibi sorunlar da ele alınmıştır [28,29]. Verilerin açık platformlarda anonimleştirilmesi gerekliliği, veri ihlallerinin önlenmesi için koruyucu önlemlerin alınması gerekliliği vurgulanmıştır. Avrupa Birliği tarafından yürürlüğe konan genel veri koruma (GDPR) yönetmeliği, Türkiye'de kişisel verileri koruma kanunu (KVKK) ve kurumu, Amerika'da yürürlüğe giren Kaliforniya tüketici gizlilik (CCPA) yasası veri gizliliği ve güvenliği ile ilgili dünya çapında atılmış önemli adımlar olarak karşımıza çıkmaktadır.

Turizm sektöründe büyük veri ve analitiği kullanan Airbnb, Tripadvisor, Trivago, Kayak, Booking.com gibi şirketler, kullanıcılarına alternatif ve uygun fiyatlı konaklama ve seyahat planlama imkânları sunan, kullanıcıların yorumları ve puanlamalarıyla ürün, hizmet ve destinasyonlara ilişkin deneyimlerini aktardığı, milyonlarca kullanıcısı olan dijital platformlardır [34]. Teknoloji devlerinden büyük veri ve analitiğini yoğun şekilde kullanan Google, Flights uygulaması sonrası daha kapsamlı seyahat planlaması imkânı tanıyan Google Travel web uygulamasını geliştirdi. COVID19

pandemisi sürerken, büyük veri hacmi bakımından potansiyeli sayesinde Travel uygulaması destinasyonlar için mevcut kısıtlamalar, seyahat önerileri, en iyi uçuşlar, oteller, yapılacak şeyler, ziyaret etmek için en iyi zamanların yanı sıra varışta karantina, test sonuçları veya aşılama kayıtlarının kanıtının istenip istenmediği gibi bilgileri de sunmaktadır [35]. Google elindeki büyük veri işleme potansiyelini, ücretsiz olarak sunduğu Analytics uygulamasını web sitesi performans analizi yapmak için kullanıma açarken, 2020 sonunda Asya Pasifik bölgesinde Pandemi sonrası turizm sektörünü canlandırmak ve desteklemek için UNWTO ortaklığı ile "Travel Insights with Google" web sitesini kullanıma sunmuştur. Web sitesi destinasyon, otel iç görü araçları ile şirketler için pazarlama stratejilerini destekleyen veriler sunarken, ticari ortaklar için "seyahat analizi merkezi" ile şirket verilerini, Google ve UNTWO verileri ile birleştirerek analiz etme imkanı sunmaktadır [36].

Turizm sektörü durum ve şartlara bağlıdır, sürekli değişen koşullarda iş başarısı ve müşteri deneyimini en iyi hale getirmek için anlık ve aktif veriye ihtiyaç vardır [37]. Konaklama alanında faaliyet gösteren şirketler arasında Marriott, Hilton, Hyatt, InterContinental gibi zincirlerin büyük veri kullanımında popüler uygulamalarla rekabet edebilmek, doğrudan rezervasyonları artırabilmek, en fazla sayıda odayı en iyi fiyata satabilmek için anlık, doğru ve iyi analiz edilmiş veriler kullanmaları ve bağlama uygun pazarlama stratejileri belirleyebilmeleri bu yüzdendir [38].

Verilerin işlenmesi ve iş zekâsına dönüşebilmesi için tercih edilebilecek Microsoft Power BI, SAP BusinessObjects, Sisense, SAS Business Intelligence, TIBCO Spotfire, Thoughtspot gibi farklı veri analizi araçları mevcuttur. Bu araçların görselleştirme ve raporlama özellikleri, fiyat ve veri modelleme seçenekleri farklılık göstermektedir. Doğru veri analizi aracı seçilirken şirketin hangi veri kaynaklarından gelen verileri analiz etmek istediği, veri güvenliği ve yönetimi unsurları ile bu verileri araç yardımıyla kimin analiz edeceği, fiyat gibi konular önem kazanmaktadır [39]. Doğru veri analizi aracının seçilmesinden önce şirketin teknoloji yatırımlarını, bu gücü kullanabilecek ve sonuçları doğru yorumlayarak iş zekâsına dönüştürebilecek insan kaynağı yatırımını yapmış olması büyük veri ve analitiğinin potansiyelini daha doğru kullanmasına zemin oluşturacaktır.

Yapılan çalışmalarda akıllı turizm bileşenlerinin yaygın olarak kullanılmadığı durumlarda dahi, sosyal medyanın büyük veri ve analitiği uygulanması için en büyük ve potansiyel veri kaynağı olarak şirketlerde kullanılabileceği belirtilmiştir[31,40]. Turistlerin ve gezginlerin tercih, davranış, hareketlilik ve memnuniyetleri analiz edilerek, dijital ortamda yaptıkları yorumlar ve paylaşımlar zengin veri kaynakları olarak değerlendirilmektedir [40].

Sigala akıllı turizmi beş ayrı pazar elementi üzerinden tanımlamaktadır: a. nesnelerin değiş tokuşu, b. pazardaki aktörler, c. pazarın yapısı, d. pazar konumları ve e. pazar uygulamaları [41]. Bu bağlamda Morabito akıllı ortamların büyük veri temelli iş modellerini dokuz ayrı nokta üzerinden etkilediğini tartışmaktadır. Bunlar sırasıyla 1-müşteri bölümleri, 2-değer sunumları, 3-kanallar, 3-müşteri ilişkileri, 5-gelir akışları, 6-anahtar kaynakları, 7-anahtar aktiviteler, 8-anahtar ortaklık ve 9- maliyet yapısıdır [42]. Ancak, iş modellerinin akıllı turizm kavramı içinde teorik gelişiminin eksikliği de dile getirilmektedir.

Destinasyonlarda akıllı araçlar üzerinden toplanan bilgi bölgedeki sosyal iletişim ağı içinde seyahat edenlere yaratılmış değer olarak ulaştırılır. Akıllı turizmde bilgi ve iletişim teknolojilerinin fiziksel bilgi altyapısına uyarlanmasını da beraberinde getirmiştir (örneğin; Barselona'da etkileşimli otobüs durağı aracılığıyla, akıllı telefonlar üzerinden lokasyona ulaşan ve ücretsiz bisiklet hizmetinden faydalanılmasını sağlayan ağ sistemi) [4]. Kompleks ve dinamik bağlantılı, gerçek zamanlı iletişim sadece fiziksel bir çevrede değil, ziyaretçi toplulukları ve toplumun daha geniş kesiminin doğrudan ya da dolaylı olarak ziyaretçilerle ilişkilendirilmesini de sağlar.

4 Yöntem

4.1 Çalışmanın amacı ve önemi

Bu çalışmanın amacı, büyük veri kullanımı ve analizinin "Akıllı Turizm" üzerindeki etkilerini, güncel eğilimleri ve uygulamaları kavramsal analiz üzerinden inceleyerek; olası sorun ve çözüm önerilerini tartışmaktır.

Çalışma büyük veri ve analitiği ile beslendiği diğer dijital dönüşüm teknolojilerinin turizm sektörü üzerindeki etkilerini, eğilimleri ve potansiyelini ortaya koymada stratejik yön gösterici bir araç rolü oynaması açısından önemlidir. Ayrıca akıllı turizm araçları kullanımı için altyapının uyarlanması ve birtakım standartlar oluşturma açılarından da

derlenen örnek ve yol gösterici önerilerle zaman kazandırıcı ve faydalanılabilecek iyi bir örnek çalışmadır.

4.2 Araştırma metodu ve teknik

Bu çalışma, araştırmacının araştırılan konu hakkında daha derin bir fikir edinmek için mevcut verileri kullandığı ikincil bir araştırmadır. Öncelikle çalışmaya konu olan kavramların net bir şekilde anlaşılması için kavramsal analiz kullanılmıştır. Kavramsal analiz, belirli bir kavramı anlamak veya araştırılan konuyla ilgili fikirler önermek için kullanılır. Kavramsal analizin belirli bir ilgi alanına yönelik bir sorgulama yöntemi olarak kullanılmasındaki amaç, belirli kavramların bu alanla ilgili fikirleri iletmek için nasıl kullanıldığı veya kullanılabileceği konusundaki anlayışımızı geliştirmektir [43].

Çalışmada, incelenen akademik makalelere, tezlere, dergilere, kitaplara ve teknoloji web sitelerine ek olarak, akıllı turizm merkezlerinde, turizm işletmelerinde uygulamaların mevcut durumu, büyük veri, analitiği ve diğer gelişmiş teknolojilerin kullanımı da turizm organizasyonlarından ve şirketlerden örnekler gözden geçirilerek araştırılmaktadır.

Bu çalışma, yukarıda belirtilen akıllı turizm araçlarıyla ilgili olarak neyin araştırıldığını açıklayan daha önceki alanyazının gözden geçirilmesini sağlar ve akademisyen, araştırmacı ve turizm sektörü paydaşlarına bu teknolojiler ile ilgili ipuçları önerir. Bu nedenle, bu çalışma, araştırmacı, akademisyen ve turizm sektörü paydaşlarına mevcut akıllı turizm araçlarını ve hedeflerinin turistik kaynaklar ile nerede uyum sağlayabileceklerini daha iyi anlamaları için öneriler sunmaktadır.

4.3 Kısıtlamalar ve sınırlılıklar

İncelenen alanyazının çıktıları, araştırmacılara, akademisyenlere, akıllı turizm bileşenlerini uygulamak isteyen turizm yöneticilerine sonuç çıkarmak ve önerilerde bulunmak için gerekli bilgileri sağlamıştır. Ancak çalışma bulguları, incelenen kaynaklar ve ulaşılabilen araştırmalar ve örnekler ile sınırlıdır.

5 Tartışma

Tartışma kısmında turizm tedarik zinciri içinde akıllı turizm uygulamaları maliyet, verimlilik ve aracıların rol değişikliği üzerinden değerlendirilmiş aracılar ve son kullanıcılar açısından yüklenilmesi gerekilen yeni sorumluluk alanlarına işaret edilmiştir.

Turizm tedarik zinciri üzerindeki yer alan üyeler konaklama işletmeleri, ulaştırma işletmeleri, yiyecek içecek işletmeleri, rekreasyon-eğlence ve dinlence- alış veriş işletmeleri, seyahat acentaları ve tur operatörleridir [44] Küreselleşmenin tetiklediği bilgi ve iletişim teknolojileri ile ilgili (ICT) gelişmeler turizm tedarik zincirinde de aracıların rolünü ve pazardan aldığı payı yeniden yapılandırmıştır. Global düzeydeki aracılar bu trendin yarattığı etki ile daha merkezi hale gelirken, yereli temsil eden aracılar daha atıl konuma yerleşmişlerdir. Aynı şekilde turist rehberlerinin rolünün akıllı turizm kavramı içinde verdikleri hizmetin bilgi ve iletişim teknoloji araçları üzerinden sağlanıyor oluşu, ör; sesli rehberlik, çeviri hizmetleri, yön rehberliği gibi, navigasyon araçları, kulaklıklar ve kameraların rehberin rolünü sınırlandıran ve sonunda da ortadan kaldıran bir yapıya dönüşmesi riskini olasılık dâhilinde kılmaktadır [45].

Taşkın ampirik çalışmasında turist rehberlerinin turistleri neşelendirme, motive etme ve duygu alış-verişinin ilgili olduğu durumlarda ziyaretçilerin akıllı cihazlar yerine turist rehberlerinden hizmet almayı tercih ettiklerini bildirmiş ve insanın hizmet sürecine dâhil oluşunun kendilerini iyi hissettirdiğini söylediklerini aktarmıştır. Özellikle, robotların turist rehberlerine göre, kazalar gibi önceden planlanmayan durum ve koşullarda, rehberlerin turistlere yardımcı olmada daha etkili olabileceklerini dile getirmiştir [45]. Bahar, Yüzbaşıoğlu ve Topsakal'a göre turistlerin, özellikle Z kuşağı bireylerinin, bilgiyi hemen elde etmek istemesi nedeniyle, bilgiye ulaşmada hız unsurunun sağlanması koşulunu beraberinde getiren bilgi teknolojileri Z kuşağı temsilcilerinin tercihleri nedeniyle desteklenmektedir [46].

Büyük veri üzerinden akıllı turizm aracılığıyla elde edilen bilginin, turist deneyimine olan pozitif etkisinin yanı sıra akıllı telefon gibi araçlarla dijital ekonomilerin önemli kavramlarından hızlı bilgi alışverişi ve bu noktada müşteri ihtiyaç ve beklentilerini karşılamadaki etkisinin müşteri tatminini artırmada önemli bir katkısı olduğu düşünülse de, akıllı turizm kavramıyla kaydedilen gelişmelerin etik açıdan bir sorgulama gerektireceği de ayrıca düşünülmelidir.

Turistlerin lokasyondaki tüketim davranışlarının sensörler üzerinden turist aktiviteleri içerisinde

toplanması ya da akıllı saatler aracılığıyla ya da giyilebilir teknolojiler sensörler ve kameralar aracılığıyla yüksek seviyede networkle bağlantı içinde olup deneyime müdahil olmadan bağlantı kurulması desteklenmiştir [16]. Sensörler aracılığıyla belirli turizm bölgelerini, sayılarını, sabit tutarak çevreyle etkileşimli akıllı nesneler otomatik olarak mesajları diğer aile ya da arkadaşlara iletebilir. Yönetsel açıdan bakıldığında, bu tarz bilgilerin taşıma kapasiteleri benchmarking tekniği üzerinden ziyaretçi sayılarının kontrollü tutulmasında yardımcı bir araç olarak kullanılabilecektir.

Getz taşıma kapasitesini turistin ziyaret ettiği lokasyonda kullanabileceği maksimum seviyede kaynakları fiziksel, ekonomik, algısal, sosyal, ekolojik ve politik kategorilerine ayırırken kaynakların kullanımının yerel halk için kabul edilemeyecek düzeyde olmasını önlemek adına bu sınıflama yapılmıştır [47]. Dolayısı ile yerel yönetimlerin, bölge halklarının, otel yöneticilerinin sürdürülebilir turizm kavramı içinde turizm taşıma kapasitelerini öğrenmeleri kaynakların verimli kullanılmasını sağlayarak yöneticilere ve destinasyonlara rekabet avantajı kazandırmış olacaktır. Ancak bu noktada turist aktiviteleri sırasında büyük veri içerisinde elde edilecek bilginin turistlerin veri güvenliğini ve mahremiyetini ihlal etmek anlamına gelebileceği gerçeğini de unutmamak gerekir. Özellikle Avrupa Birliği'nin Kişisel verilerin korunması kanunu kapsamında oldukça hassas davranabileceği olasılığını hatırlatırken akıllı telefonlar, akıllı saatler, kameralar, navigasyon araçları üzerinden toplanacak, işlenecek ve kullanılacak bilgilerin sorumluluğunun akıllı araçları geliştiren mühendislerin mi ?, yoksa veriyi turist tatminin artırılmasına yönelik kullanan otel yöneticilerinin mi ?, ya da tedarik zincirinde yer alan başka bir aracıya mı ? ait olacağı, üzerinde düşünülmesi gereken sorulardandır.

Küreselleşme trendi içinde gelişen ve bu trendi tetikleyen bilgi ve iletişim teknolojilerinin gelişmesi turizm tedarik zincirinde yer alan tur operatörlerinin ve seyahat acentalarının ilişkilerini 1990 yıllarının ortalarına kadar geleneksel (rekabetçi) alıcı-tedarikçi ilişkileri içinde yer almaktaydı ve bu yapı içinde üyeler birbiriyle iş birliği içerisinde olmak yerine, birbirinin rakibi gibi davranmışlardır [44]. Hatta 2000'li yılların ortalarına gelindiğinde aktörlerin üstlendikleri roller yeniden tanımlanmış ve özellikle tur operatörleri büyüme stratejisi olarak kullandıkları "satın almalar, koalisyonlar, ağ oluşturma, ortak girişim" gibi büyüme stratejileri ile pazarda rollerini ve pazar paylarını artırarak, kendilerini yeniden konumlandırmışlardır [48]. Süreç içerisinde pazar yapısındaki bu değişimin seyahat acentalarına ve yerel ekonomiye yansımaları pazardaki paylarının daralmasına neden olurken, seyahat acentalarının rolü bilgi ve iletişim teknolojileri ile (ICT) değişime uğramış daha atıl konuma gelmişlerdir.

Buraya kadar turizm tedarik zinciri içinde aracıların üstlendikleri roller değerlendirilmiş ve bilgi iletişim teknolojilerinin tedarik zincirini nasıl etkilediği tartışılmıştır. Takip eden bölüm, olası sorunlar kapsamında, mevcut robot teknolojilerinin sadece turizm sektörü içinde ziyaretçinin değil, değil, yerel halkın yaşamını nasıl etkileyeceği ve hatta turistik ürünü yeniden tasarlarken yeni robot teknolojileri, turist ve robot etkileşimlerinin ne tür bir nedensellik ilişkisi içinde olabileceği konusunda ipuçları vermektedir.

Yapay zekâ uygulamalarının turizm endüstrisinde turist ve tedarik zincirinde yer alan paydaşlara olan iz düşümleri geleceğe ait projeksiyonlar şeklinde aşağıda sunulmuştur. Projeksiyonların kaynağının temelini tüketim olgusunda turistin konumunun özneden nesneye geçmesi oluşturmaktadır [49].

- Gelecekte bireyler insanın dijital kopyası "Avatarlar" aracılığıyla sanal ortamlarda insanların fiziksel ortamlarda yapamadığı işleri gerçekleştirecek ve bireyleri dijital kimlikler üzerinden sanal ortamlarda temsil edebileceklerdir. Her ne kadar Amerika'daki büyük teknoloji firmaları "Avatarları" şu an için sadece kadınların fiziksel imajlarının kusursuzlaştırıldığı ideal kopyalar şeklinde tasarlamış olsalar da, kuvvetli bir olasılıkla erkeklerde fiziksel imajlarının kusursuzlaştırıldığı sanal ortamlarda yer almak ve normalde yapamayacakları işleri avatarlar üzerinden sanal olarak gerçekleştirmek isteyeceklerdir [50].
- "**Humanoid robotlar**" adı verilen on çeşit farklı robot türünün insanın yaşamında farklı konum ve boşlukları dolduracağı tahmin edilmektedir [51].
- **Sophia** isimli Suudi Arabistan vatandaşı [46] sözlü iletişim beceriyle ve davranışlarıyla insanı ve kişiliğini taklit edebilen özellikle mizah yeteneğine de sahip yapay zekânın en üst seviyesi sayılan bir tür. " İnsan ırkını domine etmek için

geldiğini" söyleyerek aslında şaka yaptığını söylemesi türünün ne kadar da parlak bir zekâ taşıdığını göstermektedir.

- **Asimo** insana kahve yapabilen ve futbol oynayabilen, ileri ve yenilikçi bir tür,
- **Atlas** bir "atlet çevikliğine" sahip olan karda bile rahatlıkla insanı takip edebilecek, düştüğü zamanda atletik bir yapıyla zıplayarak kalkacak kadar çevik bir tür,
- **Method 2** 1.5 tonluk bu örnek kullanım amacı çok belli olmayan ancak yangın gibi felaketlerde kullanılabileceği umulan ve robotun içinde var olan sürücü koltuğuna bir insanın yerleşilmesi ile hareket ettirilen bir tür,
- **Sawyer** endüstriyel alanlarda insanın yapamayacağı tehlikeli işler için ya da tekrar gerektiren işler için kullanılabilecek ve insanın gerçekleştirdiği yüz elliden fazla işi yapabilme kapasitesine sahip tür,
- **Valkyrie Robonaut 5** robotlar marsa gönderilen uzaktan kumanda ile kontrol edilmesi mümkün olmayan (iddia edildiği kadarı ile mars ve dünya ile arasındaki mesafeden dolayı) ve kendi kendini monte etme özelliği olan bir tür,
- **Romeo** Fransızca konuşabilen romantik bir tarza sahip robot tür,
- **Spot mini** robot kapalı alanlarda kullanıma sahip bir diğer spot mini robotla iş birliğine girebilme özelliğine sahip, kapıyı arkadaşı diğer bir mini robot için açan ve yol verebilen, 360 derecelik kameraya sahip bir tür,
- **Bionic man Frank** yapay bir dolaşım sistemine sahip ve ne için yapıldığı tam olarak net olmayan bir tür,
- **Pepper**; duyguları, mimikleri, tonlamayı, sesleri ayırabilen dokunduğunuzda etkileşime geçebilen bir tür [51] olarak tanıtılmaktadır.

Dijital çağa geçişin yüksek bilgi ve iletişim teknolojileriyle yaşandığı süreçte geleneksel olarak işlerin yapılış şekli ve iş süreçleri de değişmiş ve sonucunda robot teknolojisinin sadece insanın işlerini kolaylaştırmak ya da insanlığa hizmet etmek için gelmediği sonucuna deneyimsel konumlandırma [52] stratejisini kullanarak ulaşmak mümkündür. Bilişsel uyarıcılar aracılığı ile robot türleri ve insanla ilişkisi açısından bir anlamlandırma ve yorumlama yapılması mümkündür. Çünkü yukarıda bahsedilen robot türlerinin tamamıyla bir sektörde kulanım ile sınırlı kalamayacağı açıkça görülmektedir. Robotların insanla olan etkileşimlerinde insanın "var olduğu şekliyle yetersiz olduğu düşüncesinden, hareketle olası en mükemmel haline getirmek" robot teknolojisinin yaratılması fikrinin ana motivasyon kaynağı olmuş, ve pazarlamada "Gizli konumlandırma" stratejisinin kullanılarak ürünlerin piyasaya sürüldüğü görülmektedir [52]. Gizli konumlandırma stratejisi genellikle teknolojik ürünler için neden yapıldığı açıklanmayan ürünlerde kullanılır.

Özetle; Sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik, genişletilmiş gerçeklik gibi teknolojiler üzerinden ya da VR gözlükleriyle [53] turistik deneyimin bir destinasyona dahi gitmeden sanal olarak ve de ilerleyen süreçlerdeki beyindeki endorfin, serotonin veya adrenalin hormonlarının salgılanması sağlanarak turistik deneyimin gerçekleşebileceği ihtimali de yukarıdaki gelişmeler dikkate alındığında çok uzak bir ihtimal değildir.

Burada sorulması gereken kritik soru insanın robotların hayatı içinde mi konumlandırılacağı, yoksa robotların insanların hayatı içinde mi konumlandırılacağı olabilir. Makine öğrenmesi ile algoritmaların insanın denetimi olmadan, kendi kendine öğrenme işlemine devam etmesi ve nesnelerin interneti ile bilginin aktarılması suretiyle; şu anki noktada bile robotların hayatımızı kolaylaştırdığı kadar, bir tehdit unsuru olabileceği de kuvvetli bir ihtimal dâhilindedir. İnsanlığın kolektif çıkarlara hizmet noktasında bilimin hangi tarafında duracağı, tartışmaya açılmış yukarıdaki soruların yanıtlanmasına çok uzak olmayan bir süreçte dayanak oluşturacaktır.

6 Sonuç ve Öneriler

Akıllı şehirlerin hayata geçirilebilmesi ve sürdürülebilir turizm hedefleri koyulması ve gerçekleştirilebilmesi için öncelikle dünya çapındaki gelişmelerin ve eğilimlerin yakından takibi önemlidir. Büyük veri ve analitiğinden yararlanmak için veri gizliliği ve güvenliği açısından temel politikalar ve düzenleyici müdahaleler gereklidir. Akıllı şehir ekosisteminin alt dalı olan akıllı turizm sistemi uygulanırken, tüm paydaşların işbirlikçi yaklaşım ile insan, çevre ve değer yaratma odaklı, sürdürülebilirlik ve verimlilik hedefli bir misyon benimsenmelidir.

Akıllı şehir ekosisteminin tüm bileşenleri uygulamaya geçmemiş dahi olsa, işletmeler, destinasyondaki mevcut teknolojilerden, dijital ortamdan ve şirket içinden elde edilen verilerin tamamını farklı analitik teknikler ile analiz eden ve

raporlar sunan kendilerine özel geliştirilmiş uygulamalar ile verimliliklerini artırabilir, maliyetleri azaltabilir ve fiziksel ve dijital ortamda memnuniyeti artırabilirler.

Büyük veri ve analitiği kullanımı turizm sektöründe, küçük ve orta ölçekli işletmeler açısından henüz benimsenme aşamasında olsa da sağlayacağı olanaklar ile verimlilik, kaynak yönetimi, sürdürülebilirlik, müşteri memnuniyeti ve değer katma açılarından iş süreçlerine dâhil edilmesi gereken önemli yol gösterici bir yaklaşımdır.

Üst yaş grubu, dezavantajlı ya da teknolojiye direnç gösteren bireyler için de dijitalleşme sürecinden olumsuz etkilenmemeleri veya daha rahat uyum sağlayabilmeleri için kullanılabilirlik araştırmaları yapılmalı, her yaş grubu ve her tip kullanıcının zorlanmadan faydalanabileceği ve istek ve beklentilerine uygun farklı teknolojik seçenekler işletmeler tarafından kullanıma sunulmalıdır.

Dijitalleşmenin etkisi ve teknoloji yatırımlarını artırmanın yanı sıra şirketteki örgütsel değişim ve karar verme mekanizmalarına büyük veri ve analitiğinin etkisi düşünülmeli, bu değişim sürecinde kalifiye iş gücü ve insan kaynağına da yatırım göz önünde bulundurulmalıdır. Bu amaçla şirket içi teknoloji okur-yazarlığının artırılmasının yanı sıra takım çalışması, bağımsız düşünce, değerler eğitimi ve duygudaşlık yeteneği gibi sosyal becerilerin de geliştirilmesi desteklenmelidir.

Akıllı turizm ve bileşenlerinin uygulanması için gerekli dijital dönüşüm stratejilerinin uygulanmasındaki en büyük sorunlar arasında hızlı değişen ve gelişen teknolojiler ve işletmelerin bu teknolojilere uyum süreci, gerekli alt yapı ve hizmetler için finansman ve yatırım eksikliği, kalifiye insan kaynağı elde etmek için eğitim maliyetlerinin yüksekliği öne çıkmaktadır.

Şirketlere büyük veri ve analitiğini iş süreçlerine eklemeleri için öneriler sırasıyla mevcut durumun belirlenmesi, alt yapı ve teknolojik yatırım seçimi, hangi analiz aracının seçileceği, gerekli insan kaynağı ve eğitim süreçleri, veri gizliliği ve güvenliği için yatırımlar, turizm deneyiminin zenginleştirilmesi olarak listelenebilir.

- Büyük veri toplama yeteneğine sahip sistemlere, yani akıllı turizm araçlarına ve altyapısına yatırım yapılmalıdır. Verilerin doğru yorumlanması, bilinçli ve akıllı kararlar alınmasını sağlar.
- Veri analizi araçlarını seçerken işletme potansiyelinize en uygun olanı seçilmelidir. En pahalı araç her zaman en uygun olan olmayabilir. Ücretsiz araçlar dahi iş zekâsına dönüştürülebilecek değerli sonuçlar ortaya koyabilir.
- Çevrimdışı kullanılabilecek altyapı ve/veya akıllı turizm araçları için ücretsiz Wi-Fi sağlanmalıdır.
- Pahalı, yavaş, karmaşık ve bakımı zor olan teknolojik platformları (akıllı turizm araçları) bağımsız olarak üretmek yerine 3. parti platformlar kullanılmalıdır. Hâlihazırda gücünü kanıtlamış uygulamaların etkin kullanımına odaklanılmalıdır. Şirketiniz için en uygun görselleştirme ve raporlama seçeneklerini sunan platformlara yönelmelidir.
- Büyük veri ve analitiği ile gelen bilgileri anlık ve doğru yorumlayacak insan kaynağına ya da var olan insan kaynaklarını eğitmeye bütçe ayırılmalıdır(veri analisti, iş zekâsı analisti vb.).
- Veri gizliliğin ve güvenliğine önem verilmelidir. Yasalara ve yönetmeliklere uyulduğu belirtilmeli, kullanıcı verilerinin ne şekilde, nerede ve nasıl kullanılacağını açıklayan gizlilik ve güvenlik politikası açık ve net bir şekilde paylaşılmalıdır. Kullanıcı verilerinin güvenli olmasını sağlamak, bu tür teknolojilerin kişiler tarafından kabul edilmesine ve benimsenmesine yardımcı olunmalıdır.
- Turizm deneyimi geliştirilmeye çalışılmalı, büyük veri ve analitiği ile öngörü ve tahmin gücü artırılmalıdır.
- İşbirliği ve veri paylaşımı ile ilgili (kişisel veri güvenliği ve mahremiyeti ihlaline sebep olmayacak şekilde) dijital teknolojilerin kullanımı; tüm paydaşlar arasında daha iyi iletişime yol açarak, destinasyonların turistlerle etkileşime girmesine izin verilmelidir. Bu etkileşim verimlilik, kaynak yönetimi ve sürdürülebilirlikle ilgili gerçek zamanlı ve yerinde kararlar alınması açısından değerlidir.
- Turizm destinasyonlarında sürdürülebilir turizm prensiplerine bağlı olarak tüm paydaşların akıllı turizm konsepti içinde robot teknolojisi, nesnelerin interneti ve yapay zekâ alanında yerel, bölgesel ve ulusal değerlerle çelişen ya da çıkarlarına ters düşen uygulamaların kullanımı denetlenmeli, kısıtlayıcı önlemler alınmalı ve gerekli

durumlarda kullanılmamalıdır. Bu önerinin işlerlik kazanması, ülkedeki bilgi ve iletişim teknolojileri ile ilgili mevcut ulusal mevzuatın uygulanması anlamında iç tutarlılığın sağlanması ve korunması yönünde önemli bir unsurdur.

Turizm araştırmalarında büyük veri ve analitiği kullanımı ile ilgili disiplinler arası çalışma sayısının artması, konunun çok boyutlu olma özelliği sebebiyle sosyal ve fen bilimler kökenli araştırmacıların farklı bakış açıları ile daha iyi anlaşılması ve değerlendirilmesi açısından önem kazanmaktadır. Gelecekte yapılacak çalışmalarda konunun farklı araştırma yöntemleri ile daha derinlemesine incelenmesi bu alanda alanyazının gelişmesine önemli katkılar sağlayacaktır.

Kaynaklar

[1] Chen H, Chiang R H, Storey V C. "Business intelligence and analytics: From big data to big impact". *MIS quarterly*, 36(4), 2012.

[2] Carigliu A, Del Bo CD. "Smart Cities in Europe". *Journal of Urban Technology*, 18(2), 65-82, 2011.

[3] Pencarelli T. "The digital revolution in the travel and tourism industry". *Information Technology & Tourism*, 22(5), 2020.

[4] Gretzel U, Sigala M, Xiang Z, Koo C. "Smart tourism: foundations and developments". *Electronic Markets,* 25(3), 179-188, 2015.

[5] Çallı DS. "Uluslararası seyahatlerin tarihi gelişimi ve son seyahat trendleri doğrultusunda Türkiye'nin konumu". *Turizm ve Araştırma Dergisi* , 4(1), 4-28, 2015.

[6] Topsakal Y, Yüzbaşıoğlu N, Çuhadar M. "Endüstri devrimleri ve turizm: Türkiye turizm 4.0 swot analizi ve geçiş süreci önerileri". *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 23 (Endüstri 4.0 ve Örgütsel Değişim Özel Sayısı), 1623-1638, 2018.

[7] Bahar O, Sarı Y. "Küreselleşme Sürecinde Türkiye'de Turizm Sektörüne Sağlanan Teşvikler". *II. Balıkesir Ulusal Turizm Kongresi,* Balıkesir, Türkiye, 21 Nisan 2006.

[8] I-Scoop, "Industry 4.0: the fourth industrial revolution – guide to Industrie 4.0". https://www.i-scoop.eu/industry-4-0/#origins-and-history-of-industry-40 (14.05.2021)

[9] Höjer M, Wangel J. *Smart Sustainable Cities: Definition and Challenges*. Editors: Hilty LM, Aebischer B. ICT Innovations for Sustainability, Advances in Intelligent Systems and Computing, 333-349, New York, Springer, 2015.

[10] Harrison C, Eckman B, Hamilton R, Hartswick P, Kalagnanam J, Paraszczak J, Williams P. "Foundations for smarter cities". *IBM Journal of Research and Development*, 54(4), 1-16, 2010.

[11] Buhalis D, Amarenggana A. *Smart Tourism Destinations.* Editors: Xiang Z, Tussyadiah I. Information and Communication Technologies in Tourism, 553-564, Vienna, Springer, 2014.

[12] Çelik P, Topsakal Y. "Akıllı turizm destinasyonları: Antalya destinasyonunun akıllı turizm uygulamalarının incelenmesi". *Seyahat ve Otel İşletmeciliği Dergisi,* 14 (3),149-166, 2017.

[13] Jasrotia A, Gangotia A. "Smart cities to smart tourism destinations: a review". *Journal of Tourism Intelligence and Smartness,* 1(1), 47-56, 2018.

[14] Cohen B. "Blockchain cities and the smart cities wheel". https://medium.com/iomob/blockchain-cities-and-the-smart-cities-wheel-9f65c2f32c36 (14.05.2021)

[15] Wang N. "Research on construction of smart tourism perception system and management platform". *Advances in Social Science Education and Humanities Research,* 30, 1745-1748, 2014.

[16] Lopez de Avila A. "Smart Destinations: XXI Century Tourism". *ENTER2015 Conference on Information and Communication Technologies in Tourism*, Lugano, Switzerland, February 4-6 2015.

[17] Yalçınkaya P, Atay L, Karakaş E. "Akıllı turizm uygulamaları". *Gastroia: Journal of Gastronomy and Travel Research*, 2(2), 34-52, 2018.

[18] UNTWO. "8th UNWTO Global Summit on Urban Tourism "Smart Cities, Smart Destinations"". https://webunwto.s3.eu-west-1.amazonaws.com/s3fs-public/2020-01/final_nursultan_declaration_unwto_urban.pdf (15.05.2021)

[19] Buhalis D, Amarenggana A. *Smart Tourism Destinations Enhancing Tourism Experience Through Personalisation of Services*. Editors: Tussyadiah I, Inversini A. Information and Communication Technologies in Tourism, 377-388, Vienna, Springer, 2015.

[20] Camilleri MA. "The Use of data-driven technologies for customer-centric marketing". *International Journal of Big Data Management,* 1(1), 50-63, 2020.

[21] Pan B, Yang Y. "Forecasting destination weekly hotel occupancy with big data". *Journal of Travel Research,* 56(7), 957-970, 2017.

[22] Ernst&Young. "Becoming an analytics-driven organization to create value". https://assets.ey.com/content/dam/ey-sites/ey-com/en_gl/topics/digital/ey-global-becoming-an-analytics-driven-organization.pdf (18.05.2021)

[23] Cisco Report. "IoE odaklı akıllı şehir Barselona girişimi ile su faturaları azalıyor, park gelirleri artıyor ve istihdam sağlanıyor". https://silo.tips/download/ioe-odakl-akll-ehir-barselona-giriimi-ile-su-faturalar-azalyor-park-gelirleri-ar (20.05.2021)

[24] T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. "Akıllı şehirler beyaz bülteni".

https://webdosya.csb.gov.tr/db/cbs/akillisehirler/ (20.05.2021)

[25] Marine-Roig E, Clave SA. "Tourism analytics with massive user-generated content: a case study of Barcelona". *Journal of Destination Marketing and Management,* 4(3),162-172, 2015.

[26] Wang A. "Research on the development of Jinan smart tourism in the age of big data". *Journal of Physics Conference Series,* 1302:022011, 2019.

[27] Moon J, Kim S, Rho H, Koo C. "A case study on the smart tourism city using big data: focusing on tourists visiting Jeju province". *Information Systems Review,* 21(1), 1-27, 2019.

[28] Yallop A, Seraphin H. "Big data and analytics in tourism and hospitality: opportunities and risks". *Journal of Tourism Futures*, 6(3), 257-262, 2020.

[29] Chang V. "An ethical framework for big data and smart cities". *Technological Forecasting and Social Change,* 165(5), 120559, 2021.

[30] Tiwari P, Ilavarasan PV, Punia S. "Content analysis of literature on big data in smart cities". *Benchmarking: An International Journal,* 2019.

[31] Fatih E. "Akıllı turizmde büyük veri kullanımı: sistematik bir derleme". *OPUS Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi,* 16(32), 5230-5249, 2020.

[32] Mariani M, Baggio R, Fuchs M, and Höpken W. "Business Intelligence and Big Data in Hospitality and Tourism: A systematic literature review". *International Journal of Contemporary Hospitality Management*, 30(10), 3514-3554, 2018.

[33] Esen F, Türkay B. "Turizm endüstrilerinde büyük veri kullanımı". *Journal of Tourism and Gastronomy Studies*, 5(4), 92-115, 2017.

[34] OprahDaily.com. "25 Travel Apps That'll Help You Save Money". https://www.oprahdaily.com/life/g25563106/best-travel-apps/ (25.05.2021)

[35] Blog.Google. "Helpful tools for when you're ready to travel". https://blog.google/products/flights-hotels/helpful-tools-when-youre-ready-travel/ (20.05.2021)

[36] Blog.Google. "Tools to help the travel industry's recovery". https://blog.google/around-the-globe/google-asia/tools-for-travel-recovery/ (25.05.2021)

[37] Stylos N, Zwiegelaar J, Buhalis D. "Big data empowered agility for dynamic, volatile, and time-sensitive service industries: the case of tourism sector". *International Journal of Contemporary Hospitality Management,* 3(3), 1015-1036, 2021.

[38] Moussa B. "How the Hilton, Hyatt and Marriott can leverage data to compete with Airbnb". https://www.sisense.com/blog/hilton-hyatt-marriott-can-leverage-data-compete-airbnb/ (22.052021)

[39] Stitchdata.com. "Top 25 tools for data analysis and how to decide between them". https://www.stitchdata.com/resources/data-analysis-tools/ (25.05.2021)

[40] Mariani M. "Big data and analytics in tourism and hospitality: a perspective article". *Tourism Review,* 75 (1), 299-303, 2020.

[41] Sigala M. "From demand elasticity to market plasticity: a market approach for developing revenue management strategies in tourism". *Journal of Travel & Tourism Marketing,* 32(7), 812-834, 2015.

[42] Morabito V. *Big Data and Analytics*. Berlin, Germany, Springer International Publishing, 2015.

[43] Furner J. "Conceptual analysis: a method for understanding information as evidence, and evidence as information". *Archival Science,* 4(3-4), 233-265, 2004.

[44] Kemer E. Turizm tedarik zinciri yönetiminde alıcı tedarikçi ilişkileri: Kapadokya bölgesi konaklama işletmelerine yönelik bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Niğde Üniversitesi, Niğde, Türkiye, 2013.

[45] Taşkın GA. "The Need for a tourist guide while the cities get smarter". *Journal of Tourism Intelligence and Smartness*, (3)1, 72-84, 2020.

[46] Bahar M, Yüzbaşıoğlu N, Topsakal Y. "Akıllı turizm ve süper akıllı turist kavramları ışığında geleceğin turizm rehberliğine bakış". *Journal of Travel and Tourism Research*, 14, 72-93, 2019.

[47] Getz D. "Capacity to absorb tourism: concepts and implications for strategic planning". *Annals of Tourism Research*, 10(2), 239-263, 1983.

[48] Djurasevic S. "The Impact of Globalization on Organization and Distribution of Tourist Travel". *EIAT 2009 Education and Industry Advancing Together,* Centre for Tourism Research and Studies, Belgrade, April 2009.

[49] Pine JB II, Gilmore J. "The experience is the marketing", *Brand Strategy,* November, 50-51, 2002.

[50] BBC. "Avatars: Are we ready for our digital twins?". https://www.bbc.com/news/av/technology-50188819 (29.05.2021)

[51] Trend Max. "The 10 Most Advanced HUMANOID ROBOTS In The World". https://www.youtube.com/watch?v=FRs7avY_aW8 (29.05.2021)

[52] Koç E. *Tüketici Davranışı ve Pazarlama Stratejileri: Global ve Yerel Yaklaşım.* Altıncı baskı, Ankara, Türkiye, Seçkin, 2015.

[53] R/C101. "007 VR Glasses VS Eachine EV 800 VR Glasses". https://yandex.com.tr/video/preview/?text=vr%20glasses%20bbc&path=wizard&parent-reqid= (29.05.2021)

Glutatyon Redüktaz Enzimi Üzerine Pirimidin ve Bazı Türevlerinin İnhibisyon Etkilerinin İncelenmesi

Hatice Esra DURAN[1]

[1] *Kafkas Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Temel Tıp Bilimleri Bölümü, Tıbbi Biyokimya Anabilim Dalı Kars, Türkiye*

Özet

Oksidoredüktaz enzim ailesinin bir üyesi olan glutatyon redüktaz (GR, EC 1.6.4.2) NADPH bağımlı bir enzimdir. GR, serbest radikalleri ve reaktif oksijen türlerini (ROS) etkisiz duruma getirmesine ek olarak, protein ve DNA sentezinde olduğu gibi hayati öneme sahip birçok hücresel fonksiyonun düzenlenmesinde GSH/GSSG oranını koruyarak etkisini göstermektedir. GR inhibitörlerinin kanser ve sıtma tedavisinde kullanılan ajanlar oldukları bilinmektedir. Bu araştırmanın amacı, pirimidin ve bazı türev bileşiklerin (pirimidin, 4-amino-2-kloropirimidin, 4-amino-6-kloropirimidin ve 4-amino-2,6-dikloropirimidin) GR enzimi üzerindeki *in vitro* inhibisyon etkilerinin incelenmesidir. Pirimidin türevlerinin GR enzimi üzerindeki inhibisyon etkilerinin incelenmesi için her bir türev bileşik için için Lineweaver-Burk grafikleri çizildi. İnhibisyon türleri ile K_i değerleri çizilen bu grafikler yardımıyla belirlendi. K_i değerleri 0,979 ± 0,23 - 2,984 ± 0,83 μM arasında bulundu. 4-amino-2,6-dikloropirimidin yarışmasız inhibisyon tipi ile en etkili inhibitör özelliği göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: *Glutatyon Redüktaz, Enzim, İnhibisyon, Pirimidin*

Investigation of Inhibition Effects of Pyrimidine And Some Derivatives on Glutathione Reductase Enzyme

Abstract

Glutathione Reductase (GR, EC 1.6.4.2), a member of the oxidoreductase family of enzymes, is a NADPH dependent enzyme. In addition to neutralizing free radicals and reactive oxygen species (ROS), GR acts by maintaining the GSH / GSSG ratio in the regulation of many vital cellular functions, such as protein and DNA synthesis. GR inhibitors are known to be agents used in the treatment of cancer and malaria. The aim of this research is to investigate the in vitro inhibition effects of pyrimidine and some derivative compounds (pyrimidine, 4-amino-2-chloropyrimidine, 4-amino-6-chloropyrimidine and 4-amino-2,6-dichloropyrimidine) on the GR enzyme. Lineweaver-Burk plots were drawn for each derivative compound to examine the inhibition effects of pyrimidine derivatives on the GR enzyme. The types of inhibition and Ki values were determined with the help of these graphs. K_i values were found between 0.979 ± 0.23-2.984 ± 0.83 μM. 4-amino-2,6-dichloropyrimidine has been shown to be the most effective inhibitory property with its noncompetitive inhibition type.

Keywords: *Glutathion Reductase, Enzyme, Inhibition, Pyrimidine*

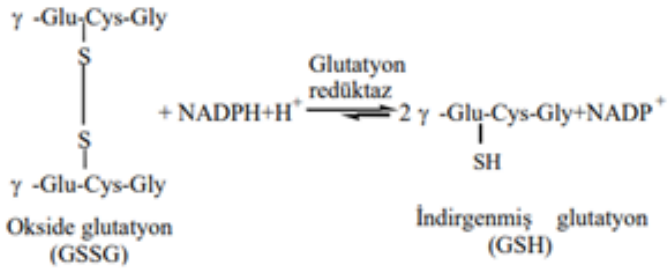
1 Giriş

Hücresel metabolizma, canlının hareketlerine olanak sağlanması için gerekli reaksiyon serilerini içerir. Hücrede gerçekleşen bu reaksiyon serilerinin tamamı metabolik yollar olarak adlandırılır. Metabolik yolaklar, organizmada bulunan metabolik ağın gerçek işlevsel birimleridir [1]. Bu açıdan bakıldığında, herhangi bir yolda bir aksaklık meydana gelmesi, tüm metabolizmada artan bir kartopu etkisi yaratmaktadır. Metabolizmada gerçekleşen metabolik reaksiyonların neredeyse tamamı, reaksiyonun hızlı ve etkili olmasını sağlamak için çeşitli enzimler tarafından katalizelenir. Enzim eksikliği, inhibisyonu veya

aktivasyonu, enzimin gerçekleştirdiği metabolik yolu ve buna bağlı olarak da tüm metabolik sistemi etkiler. Bundan dolayı, enzim-ilaç etkileşimi çalışmaları gün geçtikçe önem kazanmaktadır. İlaçların, kimyasalların veya bunların metabolitlerinin mekanizmaları, metabolizma içindeki enzim faaliyetlerini etkilemek suretiyle yürütülür. Çünkü enzimler ksenobiyotiklerden doğrudan veya dolaylı olarak etkilenmektedir.

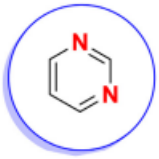
Serbest radikaller, moleküler orbitallerde birçok elektron taşırlar. Alkoksil, hidroksil, süperoksit, peroksil, nitrojen dioksit ve nitrik oksit gibi serbest radikaller oksijenden türetilir [2]. Bu bileşikler, organizmalarda dış etkilerle veya metabolik yollarla oluşur ve geri dönüşümsüz olarak DNA ve proteinlere bağlanır [3]. Ayrıca doku ve hücrelerde yapısal koenzimlerin, nükleotidlerin ve DNA'nın bozulmasına neden olurlar [4,5]. Ayrıca enzimlere, proteinlere ve lipidlere kovalent olarak bağlanabilirler; hücre zarlarını parçalayabilir, taşıma sistemlerine zarar verebilir ve enzim aktivitelerini değiştirerek çeşitli metabolik hastalıkların ortaya çıkmasına neden olurlar [6,7].

En önemli antioksidan enzimlerden biri glutatyon redüktazdır. Glutatyonun oksidatif stres kaynaklı hastalıkların nedenlerinin başında geldiği düşünülmektedir. Hücre içi redoks reaksiyonlarının majör düzenleyicisi glutatyondur. Okside ve redükte glutatyon oksidatif stresin en iyi göstergesidir. Artmış oksidatif stres durumlarında redükte glutatyon (GSH) azalır ancak okside glutatyon (GSSG) artar. GSH, oksidan hasara sebep olan reaktif oksijen türevlerinin (ROS) indirgenmesinde görevlidir. GR, hekzos monofosfat sistemi yolu ve/veya asetil CoA'ların mitokondriden sitozole taşınmasında görevli $NADP^+$ bağımlı malat dehidrogenaz enzimi vasıtasıyla elde edilen NADPH'ı kullanarak okside formdaki glutatyonu redükte forma dönüştürür (Şekil 1.) [8,9].



Şekil 1. Okside glutatyonun redükte glutatyona dönüşüm reaksiyonu

Pirimidinler, tüm hücrelerin ve dolayısıyla tüm biyolojik canlıların temel bileşenleridir. Heterosiklik bileşikler arasında yer alan pirimidinler (Şekil 2), önemli ölçüde farmakolojik aktiviteler sergileyen önemli bir grup içerisinde yer almaktadır [10].



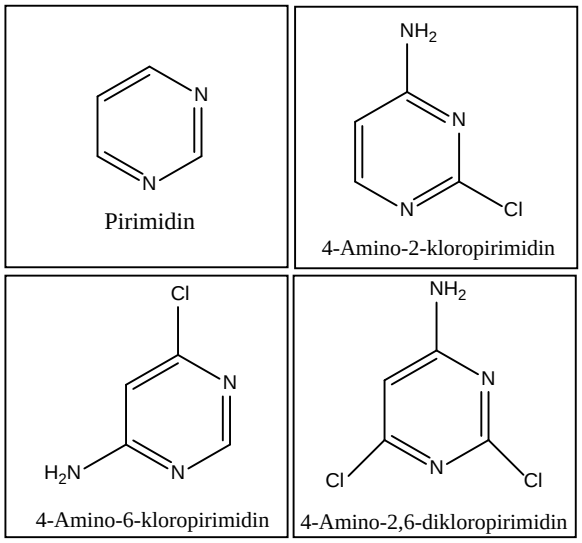
Şekil 2. Pirimidin

Geçmişten günümüze, dünyadaki en önemli ölüm nedenlerinden biri kanserdir ve kanserin neden etkenleri azaltmada etkili bir ilerleme kaydedilememiştir. İnsanlık tarihinde, çeşitli hastalıkları tedavi etmek için doğal ürünlerden yararlanılmıştır. Böylece doğal kaynakların kullanıldığı önemli birçok antikanser ajanlar üretilmiştir. Bu antikanser ajanlar, ilham verici yeni bileşikler olmasının yanı sıra doğrudan bitkilerden ya da doğal bileşiklerin modifikasyonu sonucu elde edilebilir. Ne kadar çok doğal kaynaklı antikanser ajan keşfedilse bile yeni ajanlarının keşfi halen bir gerekliliktir. Bu durum kanser tedavisinin iyileştirilmesi ve geliştirilmesinde ciddi ölçüde önem arz etmektedir [11].

Reaktif oksijen türleri (ROS) aerobik hücreler tarafından fizyolojik olarak üretilmektedir. Hücre nekrozunda üretimleri artış gösterir. ROS'un fizyolojik seviyeleri kritik hücre içi sinyal yollarında aracıdır ve hücre yaşamı için önemlidir. Bununla beraber, aşırı miktarda ROS oluşumu hücrelerde hasara ve hücre ölümlerine sebep olur. Oksidatif stresin çeşitli kanser türlerinin gelişmesinde ve ilerlemesinde önemli etkisinin olduğu uzun yıllardır bilinmektedir. Bundan dolayı antioksidan tedavi kanserden korunma sağlayabilecek bir yol olarak gösterilmektedir [12].

Çeşitli tümör türlerinde artan GSH seviyeleri görülür ve bu durum neoplastik dokuları kemoterapiye daha dirençli hale getirmektedir. Bu durumdan dolayı tıbbi müdahalede glutatyon (GSH) sistemi, hem kanser ilerlemesini önlemede hem de kemoterapi direncine karşı en önemli hedeflerden biri haline gelmiştir. Bu nedenle kanser tedavisi araştırmalarında amaç, GSH biyosentezinin inhibisyonu ile GSH bileşiğini azaltmaktır. GR inhibisyonu, okside glutatyonun birikmesine karşılık redükte glutatyonun tükenmesine neden olur. Bundan dolayı, son yıllarda yapılan çalışmalarda antioksidan enzimler sınıfında olan GR enziminin inhibisyonu, antikanser ve antimalarial ilaç gelişimi için oldukça büyük bir rol oynamaktadır [13].

Bu çalışmada pirimidin ve bazı türev bileşiklerin (Şekil 3) GR enzim aktivitesi üzerindeki etkileri incelenmiştir.



Şekil 3. İnhibisyon çalışmasında kullanılan pirimidin ve bazı türevleri

2 Materyal Metot

2.1 Kimyasallar

Çalışmada kullanılan tüm kimyasallar Sigma-Aldrich'den temin edilmiştir.

2.2 Enzim Aktivite Ölçümü

GR enzim aktivite ölçümü Carlberg and Mannervik metoduna göre yapılmıştır [13].

2.3 In vitro İnhibisyon Çalışmaları

Pirimidin, 4-amino-2-kloropirimidin, 4-amino-6-kloropirimidin ve 4-amino-2,6-dikloropirimidin bileşiklerinin GR enzimi üzerine inhibisyon etkileri incelendi. Enzim aktivitesi, farklı GSSH konsantrasyonlarının varlığında ölçüldü. İnhibitör olmadığında kontrol aktivitesi %100 olarak kabul edildi. Her bir inhibitör için inhibitör konsantrasyonuna karşı yüzde aktivite grafiği çizildi. Ardından, GR enzimi için Lineweaver-Burk [14] eğrileri, üç farklı pirimidin türevi bileşik konsantrasyonu ve beş farklı substrat (GSSG) konsantrasyonu kullanılarak elde edildi. Böylece GR enziminin her bir inhibitör için K_i değerleri ve inhibisyon tipleri belirlendi.

3 Tartışma ve Sonuç

Serbest radikallerin aşırı üretimi oksidatif stresin meydan gelmesi ile sonuçlanır. Oksidanlar ise vücutta homeostaza sebep olur ve daha sonra ciddi bir dengesizlik ortaya çıkar. Bu durum; kronik hiperglisemi veya ketoz atakları, aşırı besin alımı ve uyku bozukluğu gibi farklı yaşam tarzı veya hastalık durumlarından kaynaklanmaktadır [15].

Antioksidanlar ve oksidanlar arasında ortaya çıkan dengesizlik durumu lipidleri, DNA'yı ve proteinleri etkileyerek hücrelerde nekroza ve hücrelerin fizyolojik olarak işlev görememesine neden olur. Bunun yanı sıra oksidatif stres, nörodejeneratif hastalıklardan olan Alzheimer ve epilepside olduğu gibi kardiyovasküler hastalıkta da önemli rolü olduğu düşünülmektedir [16-18].

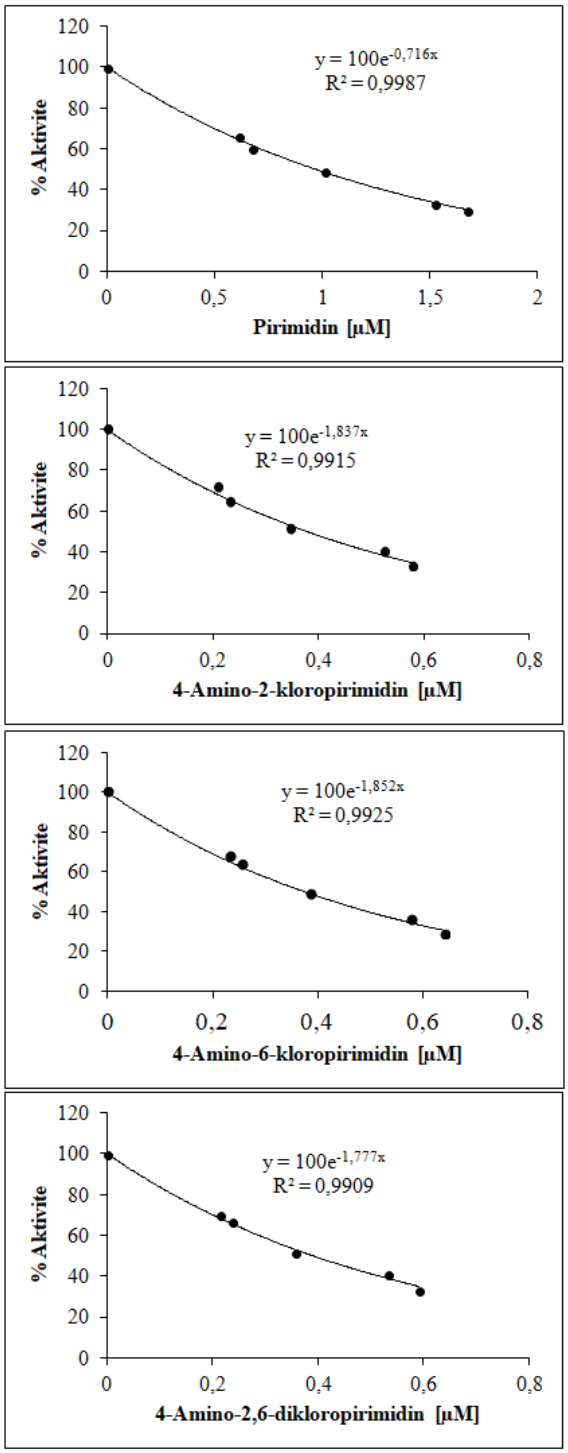
DNA onarım enzimleri olan glutatyon redüktaz, glutatyon S-transferaz, aldo-ketoredüktaz, katalaz, glutatyon peroksidaz ve süperoksit dismutaz gibi bir seri enzim sistemi enzimatik savunma sistemini oluştururlar [19].

GR, NADPH varlığında okside glutatyonun indirgenmesini katalizler. İndirgenmiş glutatyon (GSH), hücre içi proteinlerin tiyol gruplarının korunmasında, oksidatif olayların önlenmesinde, ksenobiyotiklerin detoksifikasyonunda ve H_2O_2 ile diğer organik peroksitlerin zararsızlaştırılmasında kullanılır [20].

Canlı organizmalarda gerçekleşen metabolik olaylar metabolizmada görevli enzimlerin katalitik aktivitesi ile ilişkilidir. Enzim aktivitelerinde meydana gelen değişikler çeşitli hastalıklarla ilişkilendirilir. Bundan dolayı enzim aktivitesini inhibe eden bileşikler, faydalı terapötik ajanlar olarak kullanılmaktadır [21]. Bundan dolayı bu çalışmada GR enzim aktivitesi üzerine pirimidin ve bazı türevlerinin *in vitro* inhibisyon etkileri araştırılmıştır. Pirimidin, 4-amino-2-kloropirimidin, 4-amino-6-kloropirimidin ve 4-amino-2,6-dikloropirimidinin IC_{50} değerleri sırasıyla 0,968 µM, 0,377 µM, 0,374 µM ve 0,390 µM olarak bulundu (Şekil 4).

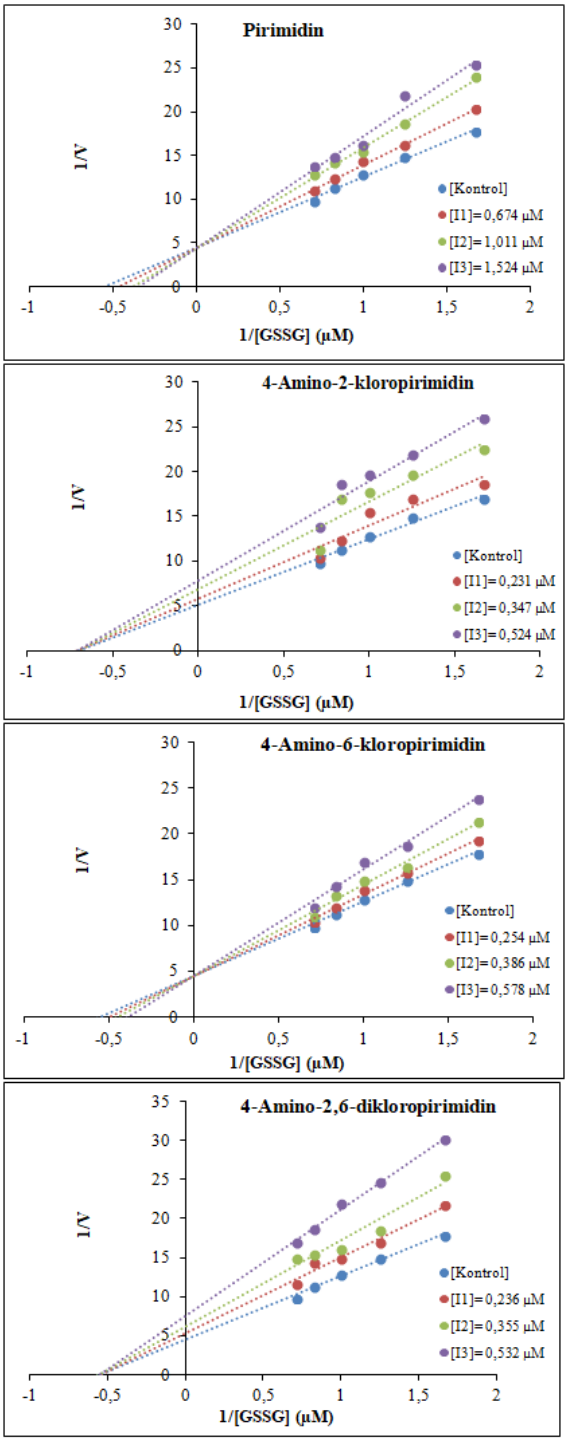
İnhibisyon çalışmalarımızın sonuçlarına, göre 4-amino-2,6-dikloropirimidin (K_i: 0,979 µM), GR enzimi üzerine yüksek oranda inhibisyon etkisi göstermiştir. 4-amino-2,6-dikloropirimidinde bulunan amino ve klor gruplarının etkili bir inhibisyon etkisi ortaya çıkardığı görülmektedir. İnhibisyon etkileri incelenen pirimidin ve türev bileşiklerinin kimyasal yapılarının halka yapısına bağlı gruplar ve konumları haricinde tamamen aynı olduğu halde inhibisyon oranlarının oldukça farklı olduğunu gözlemlendi. IC_{50} değerlerine göre kıyaslama yapıldığında 4-amino-2-kloropirimidin, pirimidinden 3 kat daha fazla inhibisyon etkisi gösterirken, 4-amino-6-kloropirimidin ve 4-amino-2,6-dikloropirimidinin benzer bir inhibisyon etkisi göstermiştir. Bu durumda pirimidin halkasına bağlı

amino ve klor grubunun varlığı GR enzimi için etkili bir inhibisyon sağladığı sonucuna varılmıştır.



Şekil 4. GR üzerine pirimidin ve bazı türevlerinin IC_{50} grafikleri

Çalışmada, her bir inhibitör için K_i değerleri belirlendi. K_i değerleri pirimidin (2,984 µM) > 4-amino-6-kloropirimidin (1,269 µM) > 4-amino-2-kloropirimidin (1,847 µM) > 4-amino-2,6-dikloropirimidin (0,979 µM) olarak belirlenmiştir. GR için potansiyel inhibitör özelliği gösteren bu bileşiklerin düşük konsantrasyonlarda enzim aktivitesini azalttığı bildirilmektedir (Tablo 1).



Şekil 5. GR enzimi üzerine pirimidin ve bazı türevlerinin Lineweaver-Burk grafikleri

Tablo 1. GR enzimi üzerine pirimidin türevlerinin IC_{50} ile K_i değerleri ve inhibisyon tipleri

Pirimidin Türevleri	IC_{50} (µM)	K_i (µM)	İnhibisyon Tipi
Pirimidin	0,968	2,984 ± 0,83	Yarışmalı

4-amino-2-kloropirimidin	0,377	1,269 ± 0,46	Yarışmasız
4-amino-6-kloropirimidin	0,374	1,847 ± 0,59	Yarışmalı
4-amino-2,6-dikloropirimidin	0,390	0,979 ± 0,23	Yarışmasız

GR enzimi üzerine çeşitli ilaç ve kimyasalların etkisi farklı çalışmalarda incelenmiştir. Örneğin Şentürk ve arkadaşlarının (2008) yapmış oldukları bir çalışmada insan eritrositlerinden GR enzimi saflaştırılmış ve bazı antibiyotiklerin inhibisyon etkisi araştırılmıştır. Sülfanilasetamid, rifamisin imipenem, seftazidim, seftriakson, kloramfenikol, vankomisin, ornidazol ve sefuroksim enzim üzerinde inhibisyon etkisi gösterirken linkomisin, amikasin, klindamisin ve amoksisilin ise enzim aktivitesi üzerinde aktivasyon etkisi göstermiştir. Bu çalışmaya göre, imipenem en iyi inhibisyon etkisi göstermiştir [22].

Başka bir çalışmada, GR aktivitesi üzerine metotreksat, dakarbazin, pantoprazol sodyum, 5-florourasil tiyokolşikosid ve olanzapinin inhibisyon etkisi incelenmiştir ve enzim üzerine en iyi inhibisyon etkisini dakarbazin göstermiştir [23].

Bir grup araştırmacı, schiff bazı türevlerinin ekmek mayası GR üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Bu bileşikler, etkili inhibisyon özelliği göstermiştir. [24].

Demir (2019) yapmış olduğu bir çalışmada anti-epileptik ilaçlar olan fenitoin, gabapentin ve primidonun GR enzimi üzerindeki etkilerini incelemiş ve fenitoin yarışmalı inhibisyon tipi ile en etkili inhibisyon özelliği göstermiştir. [25]

Günümüzde çeşitli hastalıkların işleyiş mekanizmalarını çözme ve doğru teşhisi koyup gerekli tedavi yaklaşımları anlamında gerek tıp alanında, gerek genetik alanında ve gerekse proteinler hakkında sahip olunan bilgi düzeyindeki artışa bağlı olarak yeni bir çağa yaklaşılmaktadır. Bahsi geçen konu uzun yıllardır bilim insanları tarafından araştırılmaktadır. Günümüzde birçok hastalığın teşhis ve tedavisinde kullanılan antikorlar, aşılar, doğal interferonlar ve çeşitli metabolik enzimler üzerine pek çok çalışma yapılmış ve yapılmaya devam edilmektedir. Bu ürünler tıp başta olmak üzere pek çok alanda kullanılmaktadır [26].

Bu çalışmadan elde edilen bulgular, literatüre pek çok katkı sağlamaktadır. Çalışmada etkisi araştırılan ve GR enzimi üzerinde inhibisyon etkisi gösteren bu bileşikler, daha ileri biyolojik çalışmalara ışık tutabilir.

Kaynaklar

[1] Schilling CH, Letscher D, Palsson BØ, "Theory for the systemic definition of metabolic pathways and their use in interpreting metabolic function from a pathway oriented perspective". *Journal of theoretical biology*, 203, 229–248, 2000.

[2] Ozaslan MS, Demir Y, Kufrevioglu OI, Ciftci M. " Some metals inhibit the Glutathione Stransferase from Van Lake fish gills". *Journal of Biochemical and Molecular Toxicology*, 31(11), e21967, 2017.

[3] Ozaslan MS, Demir Y, Aslan HE, Beydemir S, Kufrevioglu OI. "Evaluation of chalcones as inhibitors of glutathione S-transferase". *Journal of Biochemical and Molecular Toxicology*, 32 (5), e22047, 2018.

[4] Ceylan H, Demir Y, Beydemir, Ş. "Inhibitory effects of usnic and carnosic acid on some metabolic enzymes: an in vitro study". *Protein Peptide Letters*, 26(5), 364-370, 2019.

[5] Demir Y, Köksal, Z. "The inhibition Effects of Some Sulfonamides on Human Serum Paraoxonase-1 (hPON1)", *Pharmacological Reports*, 71 (3), 545-549, 2019.

[6] Demir Y, Isık M, Gulcin I, Beydemir S. "Phenolic compounds inhibit the aldose reductase enzyme from the sheep kidney". *Journal of Biochemical and Molecular Toxicology*, 31(9), e21935, 2017.

[7] Demir Y, Taslimi P, Ozaslan MS, Oztaskin N, Çetinkaya Y, Gulçin İ, Beydemir Ş, Goksu S. "Antidiabetic potential: In vitro inhibition effects of bromophenol and diarylmethanones derivatives on metabolic enzymes". *Archiv der Pharmazie*, 351 (12), e1800263, 2018.

[8] Trachootham D, Lu W, Ogasawara M, Rivera-Del Valle N, Huang P. "Redox regulation of cell survival". *Antioxid Redox Signal,* 10, 1343-75, 2008.

[9] Yu BP. "Cellular defenses against damage from reactive oxygen species". *Physiol Rev*. 74 (1), 139-62 1994.

[10] Sasada T, Kobayashi F, Sakai N. Konakahara T. "An unprecedented approach to 4, 5-disubstituted pyrimidine derivatives by a ZnCl2-catalyzed three-component coupling reaction". *Organic Letters*. 11 (10), 2161–2164, 2009.

[11] Hwang GH, Ryu JM, Jeon YJ, Choi J, Han J, Lee YM, Lee S, Bae JS, Jung JW, Chang W, Kim LK, Jee JG, Lee MY. "The role of thioredoxin reductase and glutathione reductase in plumbagin-induced, reactive oxygen species-mediated apoptosis in cancer cell lines". *European Journal of Pharmacology,* 765, 384-93, 2015.

[12] Traverso N, Ricciarelli R, Nitti M, Marengo B, Furfaro AL, Pronzato MA. Marinari UM, Domenicotti C. "Role of glutathione in cancer progression and chemoresistance", *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2013: 1-10, 2013.

[13] Carlberg I, Mannervik B. "Methods Enzymol Academic Press", Orlando FL. 1985.

[14] Lineweaver H, Burk D. "The determination of enzyme dissociation constants". *Journal of the American Chemical Society*, 56, 658–666, 1934.

[15] Türkeş C, Demir Y, Beydemir S. "Anti-diabetic Properties of Calcium Channel Blockers: Inhibition Effects on Aldose Reductase Enzyme activity". *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 189 (1):318-329, 2019.

[16] Işık M, Demir Y, Kırıcı M, Demir R, Şimşek F, Beydemir Ş. "Changes in the anti-oxidant system in adult epilepsy patients receiving antiepileptic drugs". *Archives of Physiology and Biochemistry*, 121, 97–102, 2015.

[17] Demir Y, Oruç E, Topal A. "Carbonic Anhydrase Activity Responses and Histopathological Changes in Gill and Liver Tissues after Acute Exposure to Chromium in Brown Trout Juveniles". *Hacettepe Journal of Biology and Chemistry*, 44 (4), 515–523 2016.

[18] Taslimi P, Aslan HE, Demir Y, Oztaskin N, Maraş A, Gulçin İ, Beydemir S, Goksu S. "Diarylmethanon, bromophenol and diarylmethane compounds: Discovery of potent aldose reductase, α-amylase and α-glycosidase inhibitors as new therapeutic approach in diabetes and functional hyperglycemia". *International Journal of Biological Macromolecules*, 119, 857-863, 2018.

[19] Alım Z, Kılıc D, Demir Y. "Some indazoles reduced the activity of human serum paraoxonase 1, an antioxidant enzyme: in vitro inhibition and molecular modeling studies". *Archives of Physiology and Biochemistry*, 125 (5), 387-395, 2018.

[20] Erat M, Sakiroglu H, Ciftci M. "Effects of some antibiotics on glutathione reductase activities from human erythrocytes in vitro and from rat erythrocytes in vivo". *Journal of Enzyme Inhibition and Medicinal Chemistry*, 20, 69-74, 2005.

[21] Kırıcı M, Kırıcı M, Demir Y, Beydemir Ş, Atamanalp M. "The Effect of Al3+ and Hg2+ on Glucose 6-Phosphate Dehydrogenase from Capoetaumbla kidney". *Applied Ecology and Environmental Research*, 14 (2), 253-264, 2016.

[22] Senturk M, Kufrevioglu OI, Ciftci M. "Effects of some antibiotics on human erythrocyte glutathione reductase: an in vitro study". *Journal of Enzyme Inhibition and Medicinal Chemistry*, 23 (1): 144–148, 2008.

[23] Akkemik E, Şenturk M, Özgeriş FB, Taşer, P, Çiftci M. "In vitro effects of some drugs on human erythrocyte glutathione reductase". *Turkish Journal of Medical Sciences*, 41 (2), 235-241, 2011.

[24] Balaydın HT, Özil M, Şentürk M. "Synthesis and glutathione reductase inhibitory properties of 5-methyl-2,4-dihydro-3H-1,2,4-triazol-3-one's aryl Schiff base derivatives". *Archive der Pharmazie*, e1800086, 2018.

[25] Demir Y. "Purification of Glutathione Reductase from Human Erythrocytes: Inhibition Profile of Some Anti-Epileptic Drugs". *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9 (4), 2140-2147, 2019.

[26] Leader B, Baca QJ, Golan DE, "Protein therapeutics: a summary and pharmacological classification". *Nature Reviews Drug Discovery*, 7(1), 21-39, 2008.

Metin Sınıflandırma Problemlerinde Öznitelik Seçimi: Literatür Araştırması ve Olası Yönelimler

Seda TUZCU[1]*, Zehra KAMIŞLI ÖZTÜRK[2]

[1,2]*Eskişehir Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği, Eskişehir, TÜRKİYE*

Özet

Günümüzde Internet üzerinde miktarı giderek artan yüksek boyutlu verideki potansiyel örüntülerin analizi, farklı alanlardan araştırmacılar için oldukça popüler bir araştırma alanı haline gelmiştir. Veri boyutunun artmasıyla veriyi doğru şekilde işlemenin önemi de artmaktadır; fakat bu boyutlardaki veri setlerinin barındırdığı yüksek boyutlu öznitelik kümelerini işlemek de çeşitli zorluklara neden olmaktadır. Bu noktada, öznitelik seçimi en kritik veri ön işleme adımlarından biri olarak öne çıkmaktadır. Öznitelik seçimi kullanılarak ele alınan veri setinin öznitelik kümesinden, en ilgili öznitelikler belirlenirken gürültü tabir edilen özniteliklerin de elenmesi hedeflenmektedir. Öznitelik seçim sürecinin veri madenciliği problemlerinde algoritmaların hız ve performansını artırdığı görülmektedir ve sağladığı avantajlar nedeniyle çeşitli araştırma alanlarında kullanılmaktadır. Bunlardan biri de metin sınıflandırmadır. Metin sınıflandırma; çevrimiçi her türlü metin girdisi, web siteleri, e-posta vb. devasa metin koleksiyonlarından doğal dillerin işlenmesiyle bilgi çıkarımını amaçlayan bir veri madenciliği sürecidir. Bu süreçte her bir kelimenin bir öznitelik olarak ele alındığı düşünüldüğünde, metin sınıflandırma problemlerinin en büyük güçlüğünün de yüksek boyutluluk olduğu görülmektedir. Bu çalışmada metin sınıflandırma problemlerinde öznitelik seçim yaklaşımlarına yönelik çalışmalar konusunda 1999-2021 yıllarını kapsayan bir literatür taraması yer almaktadır. Öznitelik seçiminde temel alınan üç yaklaşım (Filtre, Sarmalayıcı, Gömülü) özelinde mevcut çalışmalar sınıflandırılmıştır. Sonuç olarak metin sınıflandırma problemlerinde öznitelik seçimi konusunda mevcut durum ve gelecek çalışmalar için olası yönelimler değerlendirilmiştir. Ayrıca Türkçe dilindeki çalışmalarda kullanılan terminolojiye yönelik değerlendirmeler de sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: *Öznitelik Seçimi, Metin Sınıflandırma, Veri Madenciliği, Makine Öğrenmesi*

Feature Selection in Text Classification Problems: A Literature Review and Possible Directions

Abstract

Nowadays, the analysis of potential patterns in high-dimensional data, which is rapidly increasing in number on the Internet, has become a very popular research area for researchers from different fields. The importance of processing the data correctly increases with the increase in the size of the data but processing the high-dimensional feature sets which are contained in the high-dimensional data sets also causes several difficulties. At this point, feature selection stands out as one of the most critical data preprocessing steps. By using feature selection, it is aimed to determine the most relevant features from the feature set of the data set that is interested while eliminating the features called noise. It is seen that the feature selection process increases the speed and performance of algorithms in data mining problems and is used in various research areas thanks to the advantages it provides. One of these areas is text classification. Text classification is a data mining process that aims to extract information from huge text collections such as any type of online text input, websites, e-mail, etc. by processing natural languages. Considering that each word is

* İletişim e-posta: sedatuzcu@eskisehir.edu.tr

considered as a feature in this process, it is seen that the biggest difficulty of text classification problems is high dimensionality. In this study, there is a literature review covering the studies between 1999-2021 on feature selection approaches in text classification problems. These studies are classified with respect to three basic approaches (Filter, Wrapper, Embedded) of feature selection. Finally, the current situation regarding feature selection in text classification problems and possible directions for future studies are evaluated. In addition, evaluations concerning the terminology used in Turkish studies are also presented.

Keywords: *Feature Selection, Text Classification, Data Mining, Machine Learning*

1 Giriş

Teknolojik gelişmelere paralel olarak çeşitliliği ve boyutu giderek artan verinin analizi oldukça yaygın ve kapsamlı bir araştırma konusudur. Veri madenciliği süreci de basitçe, farklı kaynaklarda depolanan farklı nitelikte ve devasa boyutlardaki verinin geliştirilen tekniklerle analiz edilerek anlamlı ve faydalı olabilecek çıktılar sağlanmasıdır. Veri boyutunun artmasıyla veriyi doğru şekilde işlemenin önemi de artmaktadır; fakat bu boyutlardaki veri setlerinin barındırdığı yüksek boyutlu öznitelik kümelerini işlemek de boyut laneti kavramı, ekstra zaman ve kaynak kullanımı, aşırı öğrenme gibi problemlerle karşı karşıya kalmaya neden olmaktadır. Bu noktada, öznitelik seçimi öne çıkmaktadır.

Öznitelik seçimi, söz konusu veri setinin öznitelik kümesinden, veri setini en iyi tanımlayan, başka bir deyişle en ilgili özniteliklerin seçimine yönelik bir boyut indirgeme işlemidir. Veri madenciliği problemlerinde öznitelik seçimi, sürece sağlayabildiği hız ve performans iyileştirmeleri nedeniyle çeşitli araştırma alanlarında kullanılmaktadır [1]. Metin sınıflandırma da bu alanlardan biridir.

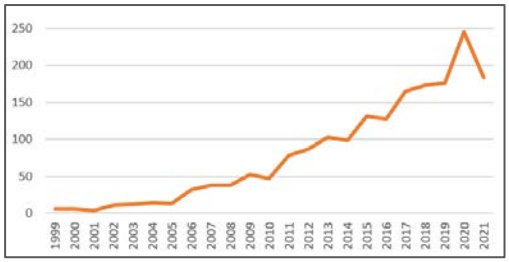
Metin sınıflandırma; çevrimiçi her türlü metin girdisi, web siteleri, e-posta vb. devasa metin koleksiyonlarından doğal dillerin işlenmesiyle bilgi çıkarımını amaçlayan bir veri madenciliği sürecidir. Sınıflandırma sürecinde hangi sınıfa ait olduğu bilinen bir grup veri, eğitim aşamasından geçirilerek sınıfı bilinmeyen verileri uygun sınıfa atama amaçlı bir kural oluşturulur. Bu şekilde sınıf etiketli bir eğitim kümesi varlığıyla gerçekleştirilen sınıflandırma süreci gözetimli öğrenme diye de adlandırılır. Metin sınıflandırmanın; konu sınıflandırma [2], istenmeyen gönderi belirleme [3] ve duygu analizi [4] vb. çeşitli alt uygulama alanları bulunmaktadır.

Metin sınıflandırma sürecinde, dokümanda geçen her bir kelimenin bir öznitelik olarak ele alındığı düşünüldüğünde karşılaşılan en büyük güçlüğün de yüksek boyutluluk olduğu görülmektedir. Bu yüzden öznitelik seçimi, metin sınıflandırma problemlerinde oldukça kritik bir basamaktır. Pek çok alanda üretilen ve depolanan metin verisinin boyutu ve çeşitliliği günden güne artmaya devam ederken, metin sınıflandırma problemlerinde öznitelik seçim işleminin önemi de giderek artmakta ve yapılan çalışmalar itibariyle henüz doygunluğa erişmemiş bir araştırma alanı olduğu gözlenmektedir. Bu motivasyonla ve konuyla ilgili Türkçe çalışmaların da az olması sebebiyle, bu çalışmada, metin sınıflandırma problemlerinde öznitelik seçim yaklaşımlarına yönelik çalışmalar konusunda bir literatür taraması yapılmıştır.

Çalışma 6 bölümden oluşmaktadır. İkinci bölümde, benimsenen araştırma metodolojisinden bahsedilmektedir. Üçüncü ve dördüncü bölümde sırasıyla metin sınıflandırma ve öznitelik seçimi konuları ele alınmaktadır. Beşinci bölümde yer alan literatür araştırması kısmında, temel aldığı yaklaşıma göre gruplandırılan çalışmalar incelenmiştir. Son olarak altıncı bölümde metin sınıflandırma problemlerinde öznitelik seçimi konusunda mevcut durum ve gelecek çalışmalar için olası yönelimler değerlendirilmiştir.

2 Araştırma metodolojisi

Çalışmada 1999 yılından başlanarak, 2021 yılının ilk beş ayını kapsayacak şekilde bir literatür taraması yapılmıştır. Araştırma kapsamında çeşitli akademik veri tabanları (ScienceDirect, IEEE Xplore, SpringerLink, TRDizin, YÖK Ulusal Tez Merkezi vb.) taranmıştır. ScienceDirect veri tabanında kullanılan örnek bir arama; arama kriteri başlık, özet ve anahtar kelimeler içinde geçecek şekilde; "feature selection AND text classification" şeklindedir. Bu arama sonucunda 1837 çalışma dönmüş ve konuyla alaka derecelerine göre bu çalışmalar tekrar incelenmiştir. Şekil 1'de görülen çalışma sayılarının yıllara göre artışı, öznitelik seçimi alanına ilginin giderek arttığının bir göstergesidir. Çalışmalar 2020 yılında en yüksek seviyeye ulaşmıştır. 2020 yılından sonraki düşüş ise 2021 yılının henüz beş ayına ait çalışmaların dahil edilmesiyle ilintilidir.



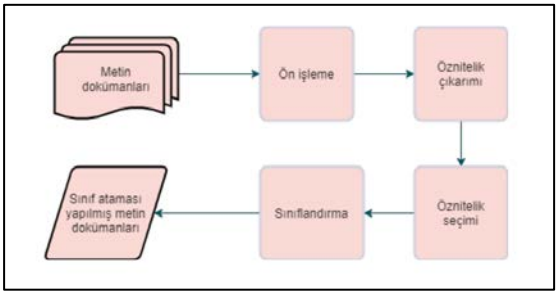
Şekil 1. Yıl bazında çalışma sayıları

Seçilen çalışmalar literatür araştırması kısmında, kullanılan yöntem türüne göre gruplandırılarak kronolojik bir düzende incelenmiştir.

3 Metin sınıflandırma

Metin madenciliği, makine öğrenmesi ve istatistiksel teknikler yardımıyla metin verisindeki örüntü keşfi ve saklı bilginin ortaya çıkarılmasını amaçlayan bir süreçtir [5]. Kesin bir başlangıç tarihi verilmesi zor olsa da 1990'lardan itibaren bilgi sistemlerinin önemli bir alt alanı haline gelen metin madenciliği kavramı, istatistiksel analiz ve istatistiksel öğrenme yaklaşımlarının da katkılarıyla büyük ölçüde gelişmiştir. Bu tarihe kadar, bilgi çıkarımı ve bilgi özetleme alanlarındaki gelişmelerden de beslenen metin madenciliği 2000'lerden itibaren oldukça aktif bir çalışma alanı haline gelmiştir [6].

Metin sınıflandırma, miktarı giderek artan dijital metin verisinin, eğitilmiş bir sınıflandırma algoritması kullanılarak önceden belirlenmiş sınıflara atanması işlemidir [7].



Şekil 2. Temel bir metin sınıflandırma akışı [8]

Şekil 2'de temel bir metin sınıflandırma akışı verilmiştir. Metin ön işleme aşaması; tokenizasyon, etkisiz kelimelerin silinmesi, küçük harf dönüşümü ve kök bulma gibi adımları içermektedir. Öznitelik çıkarımı aşamasında, genellikle kelime torbası yaklaşımını kullanan vektör uzayı modeli kullanılır. Öznitelik seçim aşaması, ilgili özniteliklerin seçilmesine yönelik bir işlemdir. Son olarak, sınıflandırma aşamasında seçilen sınıflandırma algoritmasıyla veri sınıflandırılarak süreç sonlandırılır [9].

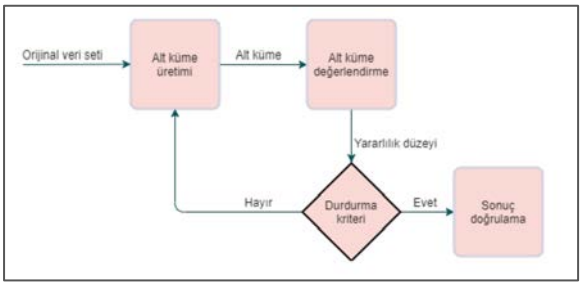
Metin sınıflandırma probleminin en büyük güçlüğü, yüksek boyutlu öznitelik uzayına sahip olmasıdır ve bu durumla birlikte modelin karmaşıklığı arttıkça sınıflandırma algoritmalarının performansı da düşmektedir. Bu güçlüğün aşılması amacıyla bir boyut indirgeme yaklaşımı olan öznitelik seçiminden faydalanılmaktadır [7].

4 Öznitelik seçimi

Öznitelik seçimi, veri setini en iyi temsil eden öznitelik alt kümesini bulma ve model karmaşıklığını azaltma amacıyla, ilgili öznitelikler belirlenirken ilgisiz ve gereksiz özniteliklerin elenmesi sürecidir [10]. Burada bahsi geçen "ilgi" düzeyi, özniteliğin hedef sınıfa yönelik ne düzeyde bilgi içerdiğiyle ilintilidir. Bilgi oranı arttıkça ilgi düzeyi de artar. Bu doğrultuda özniteliklerin; yüksek düzeyde ilgili, düşük düzeyde ilgili ve ilgisiz olmak üzere temelde üç gruba ayrıldığı söylenebilir [11] Diğer bir nokta da iki özniteliğin tamamen ilişkili olması durumudur. Herhangi iki öznitelik arasındaki korelasyon arttıkça gereksiz öznitelik kavramı ortaya çıkar [12].

Öznitelik seçim sürecinin bazı avantajları aşağıdaki gibi sıralanabilir [10]:

* Makine öğrenmesi algoritmalarının performansını artırmak,
* Veriyi anlamayı kolaylaştırmak,
* Veri boyutunu indirgeyerek depolama için gerekli bellek kullanımını azaltmak,
* Veriyi sadeleştirerek daha basit modeller kullanılmasını dolayısıyla da sürece hız kazandırılmasını sağlamak.



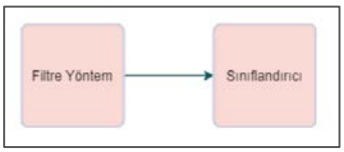
Şekil 3. Temel bir öznitelik seçim süreci [13]

Şekil 3'te temel bir öznitelik seçim algoritmasının akışı verilmiştir. Buna göre, öncelikle alt küme üretimi ile orijinal veri setinden daha küçük boyutlarda alt kümeler belirlenir. Bu adımda kullanılacak arama süreci için farklı stratejiler mevcuttur. İkinci olarak, üretilen alt kümenin değerlendirilmesi sürecinde bir kriter belirlenerek en iyi alt küme bulunmaya çalışılır. Bu aşamanın çıktısı, kullanılan değerlendirme kriterine bağlı olarak elde edilen alt kümenin yararlılık düzeyidir. Durdurma kriteri aşamasında, önceki adımda belirlenen çıktı değeri kullanılarak, öznitelik seçim

sürecinin sonlandırılma kararı verilir. Son olarak sonuç doğrulama aşamasında öznitelik seçiminden sonraki performans değişimi karşılaştırılabilmektedir [13].

Öznitelik seçim yaklaşımları; filtre, sarmalayıcı ve gömülü olmak üzere üç grupta incelenebilir [10].

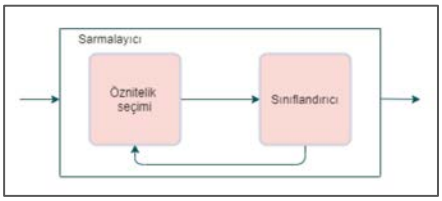
Filtre yöntemleri; birtakım istatistiksel ölçütlere dayanarak öznitelik seçimini gerçekleştiren bir algoritma ile ön işlem olarak uygulanır. Belirlenen ölçüt doğrultusunda her bir öznitelik için bir skor hesaplanarak değerlendirme yapılır. Sınıflandırıcıdan bağımsız çalışan filtre yöntemler, oldukça büyük veri setlerinde bile hız ve kolaylık sağlar, hesaplama maliyeti düşüktür [10].



Şekil 4. Filtre yaklaşımı [10]

Şekil 4'te örnek bir filtre yöntem yapısı verilmiştir. Filtre yöntemlere örnek olarak; Ki-Kare Testi (CHI2), Bilgi Kazanımı (IG), Korelasyon Tabanlı Öznitelik Seçimi (Correlation-Based Feature Selection), FCBF (Fast Correlation-Based Feature Selection), Tutarlılık Tabanlı Filtre (Consistency-Based Filter), INTERACT, ReliefF ve mRMR (Minimum Redundancy Maximum Relevance) verilebilir.

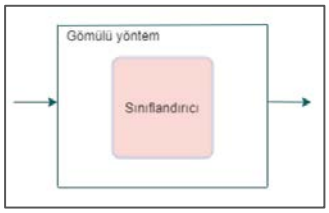
Sarmalayıcı yöntemler, "kara kutu" şeklinde çalışan bir öğrenme algoritması ile veri seti içinden en iyi tahmin performansını gösteren öznitelikleri belirlemeye çalışır. Sınıflandırıcı ile etkileşimli çalışır Sarmalayıcı yaklaşım filtre yöntemlere kıyasla daha fazla hesaplama maliyeti getirse de sınıflandırma başarısı yüksektir [10].



Şekil 5. Sarmalayıcı yaklaşım [10]

Şekil 5'te örnek bir sarmalayıcı yöntem yapısı verilmiştir. Sarmalayıcı yöntemlere örnek olarak; Ardışık İleri Yönde Seçim (SFS: Sequential Forward Selection), Ardışık Geri Yönde Seçim (SBS: Sequential Backward Selection), Ardışık İleri Yönde Kayan Seçim (SFFS: Sequential Forward Floating Selection), Ardışık Geri Yönde Kayan Seçim (SFBS: Sequential Backward Floating Selection), l ekle – r çıkar (PTA: Plus l – Take Away r) ve meta sezgiseller (Genetik Algoritma, Parçacık Sürü Optimizasyonu vb.) verilebilir.

Gömülü yöntemlerde öznitelik seçim süreci, eğitim aşamasının bir parçasıdır. Ayrıca, hesaplama maliyeti yönünden sarmalayıcı yöntemlere kıyasla da daha avantajlıdır [10].



Şekil 6. Gömülü yaklaşım [10]

Şekil 6'da örnek bir gömülü yöntem yapısı verilmiştir. Gömülü yöntemlere örnek olarak karar ağaçları verilebilir.

Konu ile ilgili çalışmalarda, filtre ve gömülü yöntemlerin, sarmalayıcılardan daha az hesaplama maliyeti gerektirdiği için daha tercih edilir olduğu gözlenmiştir fakat yine de çoğunluk görüş, en iyi yöntem olarak nitelendirilebilecek bir yöntemin var olmadığı yönündedir. Dolayısıyla da araştırmacıların çabaları her bir problem özelinde yeterince iyi sonuçlar gösteren yöntemi bulmaya yöneliktir [10].

5 Literatür araştırması

Bu bölümde, metin sınıflandırma probleminde öznitelik seçimini temel alan ve 1999 ile 2021 yılının ilk beş ayı arasındaki sürece dahil olan 51 çalışma incelenmiştir.

5.1 Filtre yaklaşım

Yang [14], Reuters veri seti üzerinde, beş filtre öznitelik seçim yöntemi (CHI2, IG, ME, DF, TS) kullanarak KNN, LLSF ve WORD ile sınıflandırmış ve sonuçları karşılaştırmıştır. Yöntemler ve deneyler arasında gerçekleştirilen karşılaştırmalı değerlendirmenin metin sınıflandırmada gelinen noktayı anlamak ve ilerlemek için kritik olduğu vurgulanmıştır.

Moens ve Dumortier [15], Felemenkçe dergi makalelerinin kategori sınıflandırması problemi üzerinde öznitelik seçiminde CHI2 yöntemini kategori ağırlık vektörü oluştururken farklılaştırarak uygulamıştır. Sonuçlar duyarlılık (recall), kesinlik (precision) ve F-ölçütü (F-measure) kullanılarak değerlendirilmiştir.

Forman [16], çalışmasında öznitelik seçim ölçütleri üzerinde durmuş ve BNS (Bi-Normal Separation) adı verilen, ölçeklenebilirlik açısından oldukça işe yarar yeni bir ölçüt önermiştir. 12 öznitelik seçim yöntemi ile 229 metin sınıflandırma problemi üzerinde

uygulamalar gerçekleştirip farklı ölçütler üzerinden performans karşılaştırması yapmıştır.

Lee ve Lee [17], istatistiksel makine öğrenimi tabanlı metin sınıflandırması için karmaşık bağımlılık modellerine dayanmayan yeni bir bilgi kazanımı ve sapma tabanlı bir öznitelik seçim yöntemi (MMR-based FS) geliştirmiştir. Sunulan yöntem, problem için uygun öznitelikleri seçerken bilgi kazanımını korumaya ve gereksiz öznitelikleri de elemeye çalışmaktadır. Yapılan deneylerle önerilen yöntemin, Koller ve Sahami [18] tarafından önerilen açgözlü yöntem ve geleneksel IG karşısında daha etkili olduğu görülmüştür.

Chen ve Lü [19], metin sınıflandırma için işlenecek dokümanların uygulama bağlamını göz önünde bulunduran bir öznitelik seçimine yönelik PBMCD yöntemini önermiştir. Farklı veri setlerinde ve diğer yöntemlerle yapılan uygulamalarda PBMCD ile ilgisiz özniteliklerin filtrelendiği ve sınıflama doğruluğunun da arttığı gözlenmiştir.

Chiang vd. [20], önemli anahtar kelimelerin ağırlıklarını güçlendirmek ve önemsiz anahtar kelimelerin ağırlıklarını da zayıflatmak amacıyla TFIDF formülünde değişiklik yapmıştır. Metin sınıflandırmanın kesinlik oranını artırmak için birliktelik kurallarından yararlanılmıştır. Çince metin sınıflandırma için alınan sonuçlarda gürültünün azaldığı, kesinlik ve duyarlılık oranlarının arttığı gözlenmiştir.

Chen vd. [21], çok sınıflı metin veri setlerinde, Naïve Bayes sınıflandırıcı ile kullanıldığında diğer ölçütlerden (IG, MC-OR, EOR, WOR) daha iyi sonuçlar veren CDM ve MOR ölçütlerini sunmuştur.

Ogura vd. [22], her bir terimin olasılık dağılımının standart Poisson dağılımından ne kadar saptığına bağlı olarak terimin önemini tahmin eden yeni bir ölçüt önermiştir. SVM ve KNN ile yapılan uygulamalarda önerilen yöntem IG, CHI2 ve Gini indeksi ile karşılaştırılmış ve önerilen yöntemin ve Gini indeksinin diğer yöntemlere kıyasla daha başarılı olduğu görülmüştür.

Conway vd. [23], hastalık salgın raporlarının NB, SVM ve C4.5 ile sınıflandırılmasında, CHI2 öznitelik seçimi kullanılarak uygulanan bag-of-words, n-gram ve semantik bir kombinasyonunun, bu alandaki önceki çalışmalara kıyasla sınıflandırma doğruluğunu anlamlı bir düzeyde arttırdığını göstermiştir.

Deisy vd. [24], öznitelik seçimi için yeni bir filtre yaklaşım olan IT-IN (Information Theoretic-Based Interact Algorithm) algoritmasını önermiştir. NB, SVM ve ELM sınıflandırıcıları kullanılarak mevcut INTERACT, FCBF, ReliefF ve CFS yöntemleriyle karşılaştırılmış ve doğruluk oranını yükselttiği görülmüştür.

Uysal ve Günal [25], metin sınıflandırma probleminde tek bir sınıfta sıkça geçen ve diğer sınıflarda görülmeyen bir özniteliğe yüksek puan veren DFS (Distinguishing Feature Selector) yöntemini sunmuştur. Yöntemin etkinliği üç farklı veri setinde CHI2, IG, GI ve DP yöntemleriyle karşılaştırıldığında doğruluk, boyut indirgeme oranı ve işlem süresi açısından başarılı bir performans sunduğu görülmüştür.

Shang vd. [26], GIG (Global Information Gain) adlı yeni bir ölçüt önermiş ve metin sınıflandırmada öznitelik seçimi için etkili olduğu kanıtlanmış olan MGIG (Maximizing Global Information Gain) adlı bir öznitelik seçim yöntemi sunmuştur. Tek değişkenli (univariate) filtre yöntemlerinde her bir öznitelik diğerlerinden bağımsız değerlendirilirken, önerilen çok değişkenli (multivariate) yöntemde bu durumu aşmaya odaklanılmış dolayısıyla gereksiz öznitelikler de kolaylıkla elenebilir hale gelmiştir.

Ong vd. [27], geleneksel IG (Information Gain) ölçütünü değiştirerek, SAIG (Sparsity Adjusted Information Gain) yöntemini geliştirmiştir. Yöntem, öznitelik sıralama skorlarını matrisin seyreklik durumuna bağlı olarak ayarlamaktadır.

Guru vd. [28], metin sınıflandırmada orijinal öznitelik kümesinin en ilgili alt kümesini seçmek için alternatif bir yaklaşım sunmuştur. Bir öznitelik kümesi ve yerel öznitelik değerlendirme fonksiyonu (CHI2, MI vb.) verildiğinde, önerilen çerçeve, öznitelikleri ayrı ayrı sıralamak yerine gruplar halinde sıralar. SVM ve NB sınıflandırıcılarıyla 3 kıyaslama veri seti üzerinde yapılan deneyler sonucunda önerilen yaklaşımın, mevcut tüm öznitelikleri arasında az sayıda ama güçlü öznitelikler içeren metin veri setleri için en uygun olduğu sonucuna varılmıştır.

Zhang vd. [29], LFRS adı verilen sınıf gereksizliği kavramına dayalı bir yöntem geliştirmiştir. Sınıflar, bağımlı ve bağımsız olmak üzere iki gruba ayrılmış ve aralarındaki farklar analiz edilmiştir. 10 metin veri setinin yanı sıra bir müzik ve bir de görüntü veri setinde yapılan deneyler sonucunda yöntemin etkinliği test edilmiştir.

Cekik ve Uysal [30], bir sınıfa tam olarak ait olan ya da olması muhtemel olan belgeleri tanımlamak için terimin değer kümesine göre bölgesel bir ayrım için kaba kümeyi kullanan PRFS (Proportional Rough Feature Selector) yöntemini geliştirmiştir. Bir sınıfa ait olması muhtemel belgeler a isimli bir katsayı ile çarpılarak cezalandırılmış ve vektör uzayında

seyrekliğin etkisi kaba küme yardımı ile hesaplanmıştır. 4 ayrı kısa metin veri setinde Macro-F1 ölçütüne göre DFS, MMR, IG, GI ve NDM yöntemleriyle yapılan karşılaştırmalarda daha iyi ya da rekabet edebilir düzeyde performans verdiği görülmüştür.

Chen vd. [31], metin sınıflandırma performansını daha da iyileştirmek için, TF–MDFS (Modified DFS-based TF) olarak adlandırılan değiştirilmiş DFS yöntemini temel alan yeni bir terim ağırlıklandırma yaklaşımı önermiştir. Farklı veri setleri üzerinde gerçekleştirilen kapsamlı deneylerde önerilen yöntemin genel olarak daha iyi kararlılığa ve çoğu durumda daha iyi sınıflandırma performansına sahip olduğu görülmüştür.

Filtre yöntemlerle ilgili çalışmalarda genel olarak ilgililik ölçütleri ve sıralama yöntemleri ile yeni bir yöntem geliştirme ve var olan bir yöntemi iyileştirme noktalarına odaklanıldığı görülmektedir. Bunların yanı sıra mevcut yöntemlerle farklı dillere ait veri setleri üzerinde performans karşılaştırmaları yapan çalışmalar da mevcuttur [32, 33, 34].

5.2 Sarmalayıcı yaklaşım

Aghdam vd. [35], metin sınıflandırma performansını iyileştirmek için karınca kolonisi optimizasyonuna dayalı yeni bir öznitelik seçim algoritması sunmuştur. Önerilen yöntem kolayca uygulanabilir ve hesaplama karmaşıklığı oldukça düşüktür. Seçim yönteminin performans karşılaştırması Reuters-21578 veri seti üzerinde genetik algoritma, CHI2 ve IG ile yapılmış ve üstünlüğü görülmüştür.

Youn ve Jeong [36], NB sınıflandırıcısını kullanarak, CDFW (Class-dependent-feature-weighting) adı verilen sınıfa bağımlı öznitelik ağırlıklandırma bir öznitelik seçim yöntemi geliştirmiştir. Geliştirilen bir diğer yöntem olan CDFW-NB-RFE ise, CDFW ile özyinelemeli öznitelik eliminasyonunu birleştirir. İki ayrı veri setinde t-Test, SVM-RFE ve IG yöntemleriyle CDFW-NB-RFE karşılaştırılmış ve önerilen yöntemin daha iyi performans gösterdiği gözlenmiştir.

Li ve Park [37], BPNN (Back Propagation Neural Network) için değiştirilmiş iki yöntem önermiş, sınıflandırma performansını iyileştirmek için anlamsal özellik uzayını kullanmıştır. Standart BPNN yavaş öğrenme ve yerel minimumlarda takılma gibi dezavantajları ile performansı olumsuz etkiler. Deneysel sonuçlar, önerilen yöntemlerin standart BPNN sürecinin performansını artırdığını göstermiştir.

Meena vd. [38], metin öznitelik seçim problemini bir kombinatoryal problem olarak formüle etmiş ve en uygun çözümü bulmak için bir ACO algoritması önermiştir. Önerilen yaklaşım içerdiği istatistik ve yerel aramaya dayalı sezgisel fonksiyon ile Aghdam vd. [35] önerdiği algoritmadan ayrışmaktadır. Yöntem her bir sınıf için n farklı öznitelik içeren bir çözüm bulmayı amaçlamaktadır. Yöntem başarısı NB sınıflandırıcı ile yapılan karşılaştırmalarda test edilmiştir.

Zhang vd. [39], öznitelik seçiminde alt küme arama stratejisi olan MBPSO yöntemini önermiştir. Tehlike içermeyen e-postaları, istenmeyen e-posta olarak yanlış sınıflandırma hatasını azaltmaya odaklanılmıştır. Eğitim algoritması olarak C4.5 kullanılmıştır. Yanlış pozitif ve yanlış negatif hatalara farklı ağırlıklar vermek için maliyet matrisi belirlenmiştir. 7 farklı meta sezgisel algoritmayla yapılan karşılaştırmalarda önerilen yöntemin üstünlük sağladığı gözlenmiştir.

Ranjan ve Prasad [40], LFNN tabanlı artımlı öğrenme algoritması kullanan bağlatıcı bir sınıflandırma yaklaşımı sunmuştur. Önerilen yöntem, sınıflandırıcının modeli dinamik olarak öğrenebilmesi için dinamik bir veri tabanını dikkate alır ve bu aşamalı öğrenme süreci, uygun ağırlık seçimi için BPLion (Back Propagation Lion) sinir ağını kullanır. Yöntemin etkinliği I-BP, FI-BP ve I-BPLion yöntemleri ile karşılaştırılmış ve daha iyi performans gösterdiği gözlenmiştir.

Dong vd. [41], çok sınıflı sınıflandırma için çok amaçlı optimizasyon tabanlı bir öznitelik seçim algoritması (MMFS) sunmuştur. Öznitelik seçiminde keşif kabiliyetini geliştirmek için yeni çaprazlama ve mutasyon operatörleri tasarlanmıştır. 11 veri seti üzerinde yapılan deneyler, önerilen yöntemin birden çok hedefi dengeleyebildiğini, ilgisiz ve gereksiz özellikleri kaldırabildiğini ve tatmin edici sınıflandırma sonuçları elde ettiğini göstermektedir.

Song vd. [42], öznitelikleri seçmek için böl ve ele geçir evrimine dayalı bir PSO yöntemi olan VS-CCPSO'yu metin veri üzerinde de test etmiş ve yüksek boyutlu problemler için uygun öznitelik kümeleri elde etmede başarılı olduğu görülmüştür.

Marie-Sainte ve Alalyani [43], Arapça metin sınıflandırma problemi üzerinde ateş böceği algoritması temelli yeni bir öznitelik seçim yöntemi önermiştir. Yapılan deneylerde önerilen algoritmanın kesinlik değeri 0.994 olarak elde edilmiştir.

Daniel ve Meena [44], duygu analizi için tunikatların yiyecek arama ve yön bulma süreci boyunca sürü davranışlarından esinlenen ve OBL-TSA adı verilen yeni bir TSA (Tunicate Swarm Algorithm) tabanlı

öznitelik indirgeme yöntemi önermiştir. Geleneksel TSA, PSO ve GA ile yapılan karşılaştırmalarda önerilen yöntemin daha başarılı olduğu görülmüştür.

5.3 Gömülü yaklaşım

Shima vd. [45], Reuters-21578 veri seti üzerinde SVM tabanlı LSI (Latent Semantic Indexing) yöntem uygulamıştır. LSI ile öznitelik çıkarımı yapıldıktan sonra ile öncelikle öznitelik indirgemeden daha sonra ise SVM ile öznitelik seçimi gerçekleştirilip uygulamalar yapılmış ve önerilen yöntemin daha yüksek sınıflandırma başarısı ve daha düşük eğitim ve test süresi sağladığı görülmüştür.

DeBarr ve Wechsler [46], Logit Boost algoritmasının performansını artırmak için rastgele öznitelik seçim yöntemi olan Random Boost kullanmıştır. Random Boost, Logit Boost ve Random Forest'ın bir birleşimidir. Deneysel sonuçlar Random Boost yönteminin, Logit Boost algoritmasına kıyasla sınıflandırma performansını önemli ölçüde iyileştirdiğini göstermektedir.

Nag ve Pal [47], eşzamanlı öznitelik seçimini içeren ve çok amaçlı genetik programlama kullanılan bir yaklaşım önermiştir. Önerilen yöntem yanlış pozitifleri (FP), yanlış negatifleri (FN) ve ağaçtaki yaprak düğüm sayısını minimize etmeyi amaçlar. 11 metin veri setine uygulanan yaklaşım, iki amaçlı genetik programlama kullanıp öznitelik seçimi içermeyen yöntemle karşılaştırıldığında etkinliği görülmüştür.

Zainuddin vd. [48], gerçekleştirdikleri hedef tabanlı duygu analizi çalışması içinde gömülü bir öznitelik seçim yöntemine (RP) yer vermiştir. Karşılaştırmalı deneylerde yaklaşımın etkinliği görülmüştür.

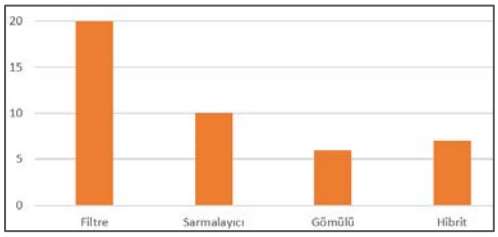
Teisseyre vd. [49], özniteliklerin değerlilik durumlarını bir çeşit maliyet bilgisi gibi öğrenme sürecine dahil eden yeni bir yöntem önermiştir. Maliyete Duyarlı Sınıflandırıcı Zincirler adı verilen yöntem, sınıflandırıcı zincirlerini ve cezalı lojistik regresyonu, özniteliklerin maliyetlerini hesaba katan değiştirilmiş bir Elastic Net cezası ile birleştirir. Karşılaştırmalı deneyler farklı alanların yanı sıra üç metin veri setinde de gerçekleştirilmiştir.

Chen [50], SVM ile öznitelik seçimini etkileyen ana parametreleri incelemiş; örneklerin öznitelik alt kümelerini ve sınıflandırmayı optimize etmek için bir algoritma önermiştir. Deneysel sonuçlar, önerilen yöntemin IoT tabanlı anlık mesajlaşma bilgilerinin sınıflandırılmasında iyi bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir.

5.4 Hibrit yaklaşım

Öznitelik seçiminde kullanılan üç yaklaşımın dışında, son yıllarda hibrit yaklaşımların da öne çıktığı görülmektedir. Hibrit yaklaşımda, farklı öznitelik seçim yöntemlerinin avantajlarından aynı anda yararlanma amacı güdülür. Uğuz [51], ilk aşamada IG ikinci aşamada ise genetik algoritma ve PCA kullanan iki aşamalı bir öznitelik seçme yöntemi önermiş ve iki klasik kıyaslama veri seti üzerinde C4.5 ve KNN sınıflandırıcıları ile yüksek sınıflandırma performansları elde etmiştir. Literatürde bunun gibi, bir metin sınıflandırma probleminde filtre ve sarmalayıcı yöntemlerin bir arada kullanılması şeklinde gerçekleştirilen iki aşamalı hibrit çalışma örnekleri mevcuttur [52, 53, 54, 55, 56, 57].

İncelenen çalışmaların kullanılan yaklaşımlara göre dağılımı Şekil 7'de verilmiştir. Hızlı ve genelleme yeteneği yüksek olan filtre yaklaşımın sayıca üstün olduğu görülmektedir.



Şekil 7. Yöntem bazlı sınıflandırma

5.5 Ulusal literatür

Ulusal literatür tarandığında konuyla ilgili sayıca az olan doktora tezleri göze çarpmaktadır. Özgür [58], metin sınıflandırma problemi için öznitelik çıkarımı ve öznitelik seçimi konuları üzerine çok yönlü çözümlemeler yaptığı çalışmasında iki aşamalı bir öznitelik seçimi uygulamıştır. İlk aşamada budama uygulaması ile öznitelik çeşitlerine göre en uygun budama düzeyleri bulunmuştur. İkinci adımda ise veri kümesi tabanlı ve sınıf tabanlı öznitelik seçim yaklaşımları karşılaştırılıp, budama işlemi en başarılı olduğu görülen sınıf tabanlı öznitelik seçimi ile gerçekleştirilmiştir. Uysal [59], Ayırt Edici Öznitelik Seçici adında yeni bir filtre tabanlı yöntem sunmuştur. Çeşitli öznitelik çıkarım ve öznitelik seçim yöntemlerinin istenmeyen kısa mesaj filtreleme problemi üzerindeki etkisi iki farklı dil için incelenmiştir. Doğan [60], çalışmasında metin sınıflandırma için, terimlerin geçmedikleri dokümanlardaki dağılım bilgilerini, ayırt ediciliklerini hesaplarken daha efektif bir biçimde kullanabilen; TF-MONO ve SRTF-MONO adında iki yeni ağırlıklandırma şeması önermiştir. Çekik [61], kısa metin alanında etkili çalışacak iki öznitelik seçme yaklaşımı sunmuştur. İlk yaklaşım Orantılı

Öznitelik Seçme (Proportional Rough Feature Selector-PRFS) adı verilen kaba kümeler tabanlı yaklaşımdır. İkincisi ise tüm ikili sınıf kombinasyonları için terimleri doküman frekansına göre ikili koordinat düzleminde düşünüp üç farklı bölgeye ayıran ve negatif tanımlanan bölgeden mümkün olduğunca az terim seçmeye çalışan XY metodudur. Parlak [62], metin sınıflandırma için kullanılan lokal öznitelik seçim metotları üzerinde farklı globalleştirme (maksimum, toplam, ağırlıklı toplam) teknikleri kullanılarak performans karşılaştırması gerçekleştirmiş ve özniteliğin koleksiyon ve sınıf bazlı skorlarını göz önünde bulundurarak, Ayrıntılı Öznitelik Seçimi (EFS) adında yeni bir öznitelik seçim yöntemi önermiştir.

Tez çalışmalarına benzer şekilde, konuyla ilgili Türkçe makaleler de uluslararası literatürle karşılaştırıldığında sayıca yetersiz kalmaktadır. Onan ve Korukoğlu [63], yaptıkları çalışmada dokuz farklı metin sınıflandırma veri seti için filtre ve sarmalayıcı tabanlı öznitelik seçim yöntemleri ile elde edilen sonuçları değerlendirmiştir. Yıldız [64], bir üniversitede kullanılan ve kurum ile ilgili şikayet, teşekkür, görüş ve öneri mesajlarının yazılabildiği bir sisteme ait 3961 mesaj üzerinde gerçekleştirdiği anahtar kelime seçim uygulamasında CHI2, IG ve TF-IDF öznitelik seçim yöntemlerini kullanmıştır. Doğan ve Uysal [65], literatürde Türkçe metin sınıflandırılmasına yönelik çalışmaların az olması sebebiyle; MEDLINE veri tabanından alınan İngilizce ve Türkçe dokümanlar ile deneysel bir çalışma gerçekleştirmiştir. Öğrenme algoritması olarak SVM ve KNN kullanılan çalışmada ağırlıklandırma aşamasında 7 farklı terim ağırlıklandırma şeması kullanılmış ve sınıflandırma başarımları hem düşük hem de yüksek boyutlarda kıyaslanmıştır.

Son olarak, konu ile ilgili sık karşılaşılan İngilizce terimlerin Türkçe çalışmalarda göze çarpan karşılıkları listelenmiştir [Tablo 1]. Bu çalışmada kullanılan Türkçe karşılıklar, koyu renkli olarak gösterilmektedir. Ulusal yayınlarda, alanın istikrarı açısından terminoloji konusunda da bir çalışma yapılıp dil birliğine gidilmesi faydalı olacaktır.

Tablo 1. Terminoloji karşılaştırması

Kelime	Türkçe literatürde kullanılan karşılıklar
Relevant	**İlgili**, alakalı
Filter	**Filtre**, filtreleme, süzgeçleme
Wrapper	**Sarmalayıcı**, sarmal, sarıcı, sargı
Overfit	**Aşırı öğrenme**, ezberleme, aşırı uyum
Feature	**Öznitelik**, özellik
Redundant	**Gereksiz**, artık, fazla
Supervised	**Gözetimli**, güdümlü, eğitimli
Stop words	**Etkisiz kelimeler**, durak kelimeleri
Extraction	**Çıkarım**, özütleme

6 Sonuç

Çalışma sonucunda alan çalışmalarının çoğunun filtre yöntemler üzerine yoğunlaştığı görülmüştür. Filtre yöntemler hızlı, genelleme yeteneği yüksek, hesaplama maliyeti düşük ve kolay uygulanabilir olduklarından çalışmalarda da büyük oranda tercih edilmektedir. Araştırmacılar farklı terim ağırlıklandırma yaklaşımları üzerinde çalışmakta ya da mevcut yaklaşımların etkinliğini artırmak üzerine yoğunlaşmaktadır. Gömülü yaklaşımlar da sarmalayıcılar gibi sınıflandırıcı ile etkileşim halinde olma avantajına sahiptir ve sarmalayıcı yaklaşıma kıyasla daha düşük hesaplama maliyeti ile öne çıkmaktadır. Başarı oranlarına bakıldığında sarmalayıcı yaklaşımlar oldukça tatmin edici sonuçlar verse de aşırı öğrenme riski ve hesaplama maliyetinin yüksek olması hala önemli birer dezavantajdır. Çalışmalarda son zamanlarda hibrit yöntemlerin ve farklılaştırılmış ya da yeni meta sezgisel algoritmaların yükselişe geçtiği gözlenmiştir. Öznitelik seçiminde farklı yaklaşımların avantajlarını kullanmayı hedefleyen hibrit çalışmaların sayıca giderek çoğalacağı tahmin edilmektedir. Bu artışın, filtre yöntemlerle alakalı çalışmaların sayısında da düşüşe neden olacağı öngörülmektedir. Standart bir öznitelik seçim süreci alakasız ve gereksiz öznitelikleri eleme odaklıdır, geliştirilen yeni öznitelik seçim yöntemlerinde girdi özniteliklerini elde etmenin maliyetine de daha çok önem verileceği düşünülmektedir.

Büyük veri söz konusu olduğunda yüksek boyutta öznitelik kümeleri çoğu zaman ilgisiz ve gereksiz terimler içerebilmektedir. Metin sınıflandırma alanı özelinde de standart bir problemin öznitelik kümesinin boyutları düşünüldüğünde, öznitelik seçiminin bu alanda oldukça kritik ve gelişime açık olduğu görülmektedir.

Kaynaklar

[1] Remeseiro, B., Bolon-Canedo, V. "A review of feature selection methods in medical applications." *Computers in Biology and Medicine*, 112, 103375, 2019.

[2] Chen, X., Zhang, Y., Xu, J., Xing, C., Chen, H. "Deep learning based topic identification and categorization: mining diabetes-related topics on Chinese health websites." *International Conference on Database Systems for Advanced Applications, Springer, Cham*, 481-500, 2016.

[3] Abdulhamid, S. I. M., Shuaib, M., Osho, O., Ismaila, I., Alhassan, J. K. "Comparative analysis of classification algorithms for email spam detection." *International Journal of Computer Network Information Security*, 10(1), 2018.

[4] Medhat, W., Hassan, A., Korashy, H. "Sentiment analysis algorithms and applications: A survey." *Ain Shams Engineering Journal*, 5(4), 1093-1113, 2014.

[5] Karami, A., Bookstaver, B., Nolan, M., Bozorgi, P. "Investigating diseases and chemicals in COVID-19 literature with text mining." *International Journal of Information Management Data Insights*, 100016, 2021.

[6] Miner, G., Elder IV, J., Fast, A., Hill, T., Nisbet, R., Delen, D. Practical Text Mining and Statistical Analysis for Non-structured Text Data Applications. Academic Press, p. 12, 2012.

[7] Shah, F. P., Patel, V. "A review on feature selection and feature extraction for text classification." *International Conference on Wireless Communications, Signal Processing and Networking* (WiSPNET), pp. 2264-2268, IEEE, 2016.

[8] Dhar, A., Mukherjee, H., Dash, N. S., Roy, K. "Text categorization: past and present." *Artificial Intelligence Review*, 54(4), 3007-3054, 2021.

[9] Uysal, A. K., Gunal, S. "The impact of preprocessing on text classification." *Information Processing Management*, 50(1), 104-112, 2014.

[10] Bolón-Canedo, V., Sánchez-Maroño, N., Alonso-Betanzos, A. Feature Selection for High-Dimensional Data. Cham: Springer International Publishing, pp. 30-41, 2015.

[11] Kohavi, R. and John, G. H. "Wrappers for feature subset selection." Artificial Intelligence, 97(1):273–324, 1997.

[12] Yu, L. and Liu, H. "Efficient feature selection via analysis of relevance and redundancy." *The Journal of Machine Learning Research*, 5:1205–1224, 2004.

[13] Liu, H., Yu, L. "Toward integrating feature selection algorithms for classification and clustering." *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 17(4), 491-502, 2005.

[14] Yang, Y. "An evaluation of statistical approaches to text categorization." *Information Retrieval*, 1(1), 69-90, 1999.

[15] Moens, M. F., Dumortier, J. "Text categorization: the assignment of subject descriptors to magazine articles." *Information Processing Management*, 36(6), 841-861, 2000.

[16] Forman, G. "An extensive empirical study of feature selection metrics for text classification." *Journal of Machine Learning Research*, 3(Mar), 1289-1305, 2003.

[17] Lee, C., Lee, G. G. "Information gain and divergence-based feature selection for machine learning-based text categorization." Information Processing Management, 42(1), 155-165, 2006.

[18] Koller, D., Sahami, M. Toward Optimal Feature Selection. Stanford InfoLab, 1996.

[19] Chen, Z., Lü, K. "A preprocess algorithm of filtering irrelevant information based on the minimum class difference." Knowledge-Based Systems, 19(6), 422-429, 2006.

[20] Chiang, D. A., Keh, H. C., Huang, H. H., Chyr, D. "The Chinese text categorization system with association rule and category priority." *Expert Systems with Applications*, 35(1-2), 102-110, 2008.

[21] Chen, J., Huang, H., Tian, S., Qu, Y. "Feature selection for text classification with Naïve Bayes." *Expert Systems with Applications*, 36(3), 5432-5435, 2009.

[22] Ogura, H., Amano, H., Kondo, M. "Feature selection with a measure of deviations from Poisson in text categorization." *Expert Systems with Applications*, 36(3), 6826-6832, 2009.

[23] Conway, M., Doan, S., Kawazoe, A., Collier, N. "Classifying disease outbreak reports using n-grams and semantic features." International Journal of Medical Informatics, 78(12), e47-e58, 2009.

[24] Deisy, C., Baskar, S., Ramraj, N., Koori, J. S., Jeevanandam, P. "A novel information theoretic-interact algorithm (IT-IN) for feature selection using three machine learning algorithms." Expert Systems with Applications, 37(12), 7589-7597, 2010.

[25] Uysal, A. K., Gunal, S. "A novel probabilistic feature selection method for text classification." *Knowledge-Based Systems*, 36, 226-235, 2012.

[26] Shang, C., Li, M., Feng, S., Jiang, Q., Fan, J. "Feature selection via maximizing global information gain for text classification." *Knowledge-Based Systems*, 54, 298-309, 2013.

[27] Ong, B. Y., Goh, S. W., Xu, C. (2015, October). "Sparsity adjusted information gain for feature selection in sentiment analysis." *IEEE International Conference on Big Data (Big Data)*, pp. 2122-2128, 2015.

[28] Guru, D. S., Suhil, M., Raju, L. N., Kumar, N. V. "An alternative framework for univariate filter based feature selection for text categorization." *Pattern Recognition Letters*, 103, 23-31, 2018.

[29] Zhang, P., Liu, G., Gao, W. "Distinguishing two types of labels for multi-label feature selection." *Pattern Recognition*, 95, 72-82, 2019.

[30] Cekik, R., Uysal, A. K. "A novel filter feature selection method using rough set for short text data." *Expert Systems with Applications*, 160, 113691, 2020.

[31] Chen, L., Jiang, L., Li, C. "Modified DFS-based term weighting scheme for text classification." *Expert Systems with Applications*, 168, 114438., 2021.

[32] Hmeidi, I., Hawashin, B., El-Qawasmeh, E. "Performance of KNN and SVM classifiers on full word Arabic articles." Advanced Engineering Informatics, 22(1), 106-111, 2008.

[33] Tan, S., Zhang, J. "An empirical study of sentiment analysis for chinese documents." *Expert Systems with Applications*, 34(4), 2622-2629, 2008.

[34] Moh'd Mesleh, A. "Feature sub-set selection metrics for Arabic text classification." *Pattern Recognition Letters*, 32(14), 1922-1929, 2011.

[35] Aghdam, M. H., Ghasem-Aghaee, N., Basiri, M. E. "Text feature selection using ant colony optimization." *Expert Systems with Applications*, 36(3), 6843-6853, 2009.

[36] Youn, E., Jeong, M. K. "Class dependent feature scaling method using Naive Bayes classifier for text datamining." Pattern Recognition Letters, 30(5), 477-485, 2009.
[37] Li, C. H., Park, S. C. "Combination of modified BPNN algorithms and an efficient feature selection method for text categorization." *Information Processing Management*, 45(3), 329-340, 2009.
[38] Meena, M. J., Chandran, K. R., Karthik, A., Samuel, A. V. "An enhanced ACO algorithm to select features for text categorization and its parallelization." *Expert Systems with Applications*, 39(5), 5861-5871, 2012.
[39] Zhang, Y., Wang, S., Phillips, P., Ji, G. "Binary PSO with mutation operator for feature selection using decision tree applied to spam detection." *Knowledge-Based Systems*, 64, 22-31, 2014.
[40] Ranjan, N. M., Prasad, R. S. "LFNN: Lion fuzzy neural network-based evolutionary model for text classification using context and sense based features." Applied Soft Computing, 71, 994-1008, 2018.
[41] Dong, H., Sun, J., Sun, X., Ding, R. "A many-objective feature selection for multi-label classification." *Knowledge-Based Systems*, 208, 106456, 2020.
[42] Song, X. F., Zhang, Y., Guo, Y. N., Sun, X. Y., Wang, Y. L. "Variable-size cooperative coevolutionary particle swarm optimization for feature selection on high-dimensional data." *IEEE Transactions on Evolutionary Computation*, 24(5), 882-895, 2020.
[43] Marie-Sainte, S. L., Alalyani, N. Firefly algorithm based feature selection for Arabic text classification. *Journal of King Saud University-Computer and Information Sciences*, 32(3), 320-328, 2020.
[44] Daniel, D. A. J., Meena, M. J. "A Novel Sentiment Analysis for Amazon Data with TSA based Feature Selection." *Scalable Computing: Practice and Experience*, 22(1), 53-66, 2021.
[45] Shima, K., Todoriki, M., Suzuki, A. "SVM-based feature selection of latent semantic features." *Pattern Recognition Letters*, 25(9), 1051-1057, 2004.
[46] DeBarr, D., Wechsler, H. "Spam detection using random boost." *Pattern Recognition Letters*, 33(10), 1237-1244, 2012.
[47] Nag, K., Pal, N. R. "A multiobjective genetic programming-based ensemble for simultaneous feature selection and classification." *IEEE Transactions on Cybernetics*, 46(2), 499-510, 2015.
[48] Zainuddin, N., Selamat, A., Ibrahim, R. "Hybrid sentiment classification on twitter aspect-based sentiment analysis." *Applied Intelligence*, 48(5), 1218-1232, 2018.
[49] Teisseyre, P., Zufferey, D., Słomka, M. "Cost-sensitive classifier chains: Selecting low-cost features in multi-label classification." *Pattern Recognition*, 86, 290-319, 2019.
[50] Chen, Y. "Mining of instant messaging data in the Internet of Things based on support vector machine." *Computer Communications*, 154, 278-287, 2020.
[51] Uğuz, H. "A two-stage feature selection method for text categorization by using information gain, principal component analysis and genetic algorithm." *Knowledge-Based Systems*, 24(7), 1024-1032, 2011.
[52] Ghareb, A. S., Bakar, A. A., Hamdan, A. R. "Hybrid feature selection based on enhanced genetic algorithm for text categorization." *Expert Systems with Applications*, 49, 31-47, 2016.
[53] Metin, S. K. "Feature selection in multiword expression recognition." *Expert Systems with Applications*, 92, 106-123, 2018.
[54] Kermani, F. Z., Eslami, E., Sadeghi, F. "Global Filter–Wrapper method based on class-dependent correlation for text classification." *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 85, 619-633, 2019.
[55] Hassonah, M. A., Al-Sayyed, R., Rodan, A., Ala'M, A. Z., Aljarah, I., Faris, H. "An efficient hybrid filter and evolutionary wrapper approach for sentiment analysis of various topics on Twitter." *Knowledge-Based Systems*, 192, 105353, 2020.
[56] Thirumoorthy, K., Muneeswaran, K. "Feature selection using hybrid poor and rich optimization algorithm for text classification." *Pattern Recognition Letters*, 147, 63-70, 2021.
[57] Selvapriya, M., Priscilla, G. M. "Integrated feature selection (IFS) algorithm and enhanced weight based convolutional neural network (EWCNN) for social emotion classification." *Materials Today: Proceedings*, Article in Pre ss, 2021.
[58] Özgür L. Improving Text Classification Performance with the Analysis of Lexical Dependencies and Class-based Feature Selection. Doktora Tezi. Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2010.
[59] Uysal A. K. New Approaches to Enhancing the Performance of Text Classification. Doktora Tezi. Anadolu Üniversitesi, Eskişehir, Türkiye, 2013.
[60] Doğan T. Metin Sınıflandırma İçin Terim Ağırlıklandırma. Doktora Tezi. Eskişehir Teknik Üniversitesi, Eskişehir, Türkiye, 2019.
[61] Çekik R. Kısa Metin Sınıflandırma İçin Öznitelik Seçimi. Doktora Tezi. Eskişehir Teknik Üniversitesi, Eskişehir, Türkiye, 2020.
[62] Parlak B. Metin Sınıflandırma İçin Öznitelik Seçimi ve Globalleştirmenin Etkisi. Doktora Tezi. Eskişehir Teknik Üniversitesi, Eskişehir, Türkiye, 2021.
[63] Onan, A., Korukoğlu, S. "Metin sınıflandırmada öznitelik seçim yöntemlerinin değerlendirilmesi." *Akademik Bilişim*, 2016.
[64] Yıldız, O. "Metin madenciliğinde anahtar kelime seçimi bir üniversite örneği." *Yönetim Bilişim Sistemleri Dergisi*, 2(1), 29-50, 2017.
[65] Doğan, T., Uysal, A. K. "Tıbbi metin dokümanlarının sınıflandırılmasında terim ağırlıklandırma yöntemlerinin başarımlarının kıyaslanması." *Academic Perspective Procedia*, 1(1), 253-262, 2018.

Sezgisel Bulanık Parametreli Karmaşık Çoklu-Bulanık Esnek Kümeler

Orhan DALKILIÇ[1]*, Naime Demirtaş[2]

[1]*Mersin Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Matematik Bölümü, Mersin, Türkiye*
[2]*Mersin Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Matematik Bölümü, Mersin, Türkiye*

Özet

Bu makalede, çok boyutlu verileri daha iyi bir şekilde ifade edebilmek için bulanık parametreli karmaşık çoklu-bulanık yumuşak kümelerin genelleştirilmiş bir matematiksel modeli olan sezgisel bulanık parametreli karmaşık çoklu-bulanık yumuşak küme kavramını tanımlıyoruz. Ek olarak, sezgisel bulanık parametreli karmaşık çoklu-bulanık yumuşak kümeler için alt küme, tümleyen, birleşim ve kesişim gibi bazı temel işlemler incelenir ve bazı ilgili özellikler verilir.

Anahtar Kelimeler: *Bulanık Parametreli Karmaşık Çoklu-Bulanık Esnek Kümeler, Sezgisel Bulanık Parametreli Karmaşık Çoklu-Bulanık Esnek Kümeler, Çok Boyutlu Veriler.*

Intuitionistic Fuzzy Parameterized Complex Multi-Fuzzy Soft Set

Abstract

In this article, we define the concept of intuitionistic fuzzy parameterized complex multi-fuzzy soft set, which is a generalized mathematical model of fuzzy parameterized complex multi-fuzzy soft sets, in order to better express multi-dimensional data. In addition, some basic operations such as subset, complement, union and intersection for intuitionistic fuzzy parameterized complex multi-fuzzy soft sets are examined and some related properties are given.

Keywords: *Fuzzy Parameterized Complex Multi-Fuzzy Soft Set, Intuitionistic Fuzzy Parameterized Complex Multi-Fuzzy Soft Set, Multi-Dimensional Data.*

1 Giriş

Veri analizini en iyi şekilde yapabilmek karşılaştığımız birçok belirsizlik probleminin çözümünde bize yardımcı olabilecek en iyi matematiksel yaklaşımlardan bir tanesidir. Literatürü incelediğimizde bu anlamda ortaya atılan ilk matematiksel yaklaşım Zadeh tarafından verilen bulanık küme teorisidir [1]. Daha sonraki yıllarda Pawlak tarafından denklik ilişkilerinden yararlanılarak önerilen kaba küme teorisi de oldukça başarılı bir yaklaşımdır [2]. Ancak her iki matematiksel yaklaşım da belirsizlik ortamlarında karşılaşılan problemleri ifade etmede bazı zorluklara sahiptir. Bu zorlukların sebebinin bir parametrizasyon aracının eksikliğinden olduğunu düşünen Molodsov, 1999 yılında esnek küme teorisini literatüre kazandırmıştır [3]. Bu sayede belirsizlik ortamlarında veri analizi oldukça pratik bir şekilde yapılabilmiştir. Araştırmacılar arasında oldukça popüler hale gelen esnek küme teorisinin, halen birçok alandaki problemin çözümünde başvurulan bir matematiksel model olduğunu rahatlıkla söyleyebiliriz [4-9].

Özellikle esnek küme teorisinin bu denli başarılı olması bu küme teorisinin içerinde bulunduğu birçok hibrit küme modelinin inşa edilmesinde oldukça önemli bir katkı sağlamıştır. Örneğin, bulanık esnek küme [10], bulanık parametreli esnek küme [11], sanal bulanık parametreli esnek küme [12], bulanık parametreli bulanık esnek küme [13], sanal bulanık parametreli bulanık esnek küme [14], bulanık parametreli karmaşık çoklu-bulanık esnek küme [15] gibi matematiksel yaklaşımlar bu anlamda bazı önemli hibrit küme teorileri olarak verilebilir. Bu çalışmanın amacı çok boyutlu veri analizi problemini daha iyi bir şekilde çözümleyebilmeye çalışmaktır.

Bu anlamda ortaya konan mevcut matematiksel yaklaşımların en güncel olan hibrit küme teorisi bulanık parametreli karmaşık çoklu-bulanık esnek küme teorisidir. Çalışmamızda bulanık parametreli karmaşık çoklu-bulanık esnek kümelerin bir genellemesi olan sezgisel bulanık parametreli karmaşık çoklu-bulanık esnek küme kavramını tanımlayarak ilgili küme teorisi için alt küme, tümleyen, birleşim, kesişim gibi bazı işlemler incelenmek ve bazı özellikleri vermektir.

2 Materyal ve Metod

Bu bölüm çalışmanın geri kalanında verilecek olan teorilerin ve özelliklerin daha iyi bir şekilde anlaşılmasına yönelik yapılandırılmıştır.

Bu çalışma boyunca; t pozitif bir tamsayı, B bir başlangıç evreni, $P(B)$ B'nun güç kümesi ve P, B evrenine göre olası tüm parametrelerin kümesi olarak ifade edilmiştir.

Tanım 2.1. $\mu_X: B \to [0,1]$ bir fonksiyon olmak üzere $X = \{(b, \mu_X(b)): b \in B\}$ kümesine B üzerinde bir bulanık küme denir [1]. Burada $\mu_X(b)$ değeri, b elemanının üyelik derecesini belirtir.

Tanım 2.2. X ve Y, B üzerinde iki bulanık küme olsun. Her $b \in B$ için [1],

i. $\mu_X(b) \leq \mu_Y(b)$ ise X bulanık kümesi, Y bulanık kümesinin alt kümesidir denir ve $X \subseteq Y$ ile gösterilir.

ii. $\mu_X(b) = \mu_Y(b)$ ise X ve Y bulanık kümeleri eşittir denir ve $X = Y$ ile gösterilir.

iii. $\mu_{X^c}(b) = 1 - \mu_X(b)$ ile tanımlanan X^c kümesine X bulanık kümesinin tümleyeni olan bulanık küme denir ve $X^c = \{(b, \mu_{X^c}(b)): b \in B\}$ şeklinde ifade edilir.

iv. $\mu_M(b) = max\,\{\mu_X(b), \mu_Y(b)\}$ ile tanımlanan M kümesi X ve Y bulanık kümelerinin birleşimi olan bir bulanık kümedir ve $M = X \cup Y$ ile gösterilir.

v. $\mu_N(b) = min\,\{\mu_X(b), \mu_Y(b)\}$ tanımlanan N kümesi X ve Y bulanık kümelerinin kesişimi olan bir bulanık kümedir ve $N = X \cap Y$ ile gösterilir.

Tanım 2.3. B üzerinde bir X sezgisel bulanık kümesi $X = \{(b, \mu_X(b), \upsilon_X(b)): b \in B\}$ şeklinde ifade edilir [16]. Burada $\mu_X: B \to [0,1]$ ve $\upsilon_X: B \to [0,1]$ olup her $b \in B$ için $0 \leq \mu_X(b) + \upsilon_X(b) \leq 1$ dir. Ayrıca $\mu_X(b)$ ve $\upsilon_X(b)$ değerleri sırasıyla b elemanının üyelik derecesini ve üye olmama derecesini ifade etmektedir.

Tanım 2.4. X ve Y, B üzerinde iki sezgisel bulanık küme olmak üzere aşağıda verilen bazı temel küme işlemleri ve ilişkileri aşağıdaki şekilde tanımlanabilir [16]:

i. $X \subset Y$ ancak ve ancak her $b \in B$ için $\mu_X(b) \leq \mu_Y(b)$ ve $\upsilon_X(b) \geq \upsilon_Y(b)$.

ii. $X = Y$ ancak ve ancak her $b \in B$ için $\mu_X(b) = \mu_Y(b)$ ve $\upsilon_X(b) = \upsilon_Y(b)$.

iii. $X \cup Y = \left\{\left(b, \begin{matrix} \max(\mu_X(b), \mu_Y(b)), \\ \min(\upsilon_X(b), \upsilon_Y(b)) \end{matrix}\right): b \in B\right\}$

iv. $X \cap Y = \left\{\left(b, \begin{matrix} \min(\mu_X(b), \mu_Y(b)), \\ \max(\upsilon_X(b), \upsilon_Y(b)) \end{matrix}\right): b \in B\right\}$

v. $X^c = \{(b, \upsilon_X(b), \mu_X(b)): b \in B\}$.

Tanım 2.5. B üzerinde bir X çoklu-bulanık kümesi $X = \{b, (\mu_1(b), \mu_2(b), \dots, \mu_t(b)): b \in B\}$ şeklinde sıralı bir dizi olarak ifade edilir [17]. Burada $j = 1,2,\dots,t$ için $\mu_j \in P(B)$'dir ve t, X kümesinin boyutunu ifade eder. Dahası, $\mu_X(b) = (\mu_1(b), \mu_2(b), \dots, \mu_t(b))$, X kümesinin çoklu-üyelik fonksiyonu olarak adlandırılır.

B'de t boyutlu tüm çoklu-bulanık kümelerin kümesi $ÇB^t(B)$ şeklinde sembolize edilsin.

Tanım 2.6. B üzerinde bir X karmaşık çoklu-bulanık kümesi her $i = 1,2,\dots,t$ için $\mu_X(b) = \mu_X^j(b)$ şeklinde kararkterize edilir ve bu değerler herhangi bir $b \in B$ için X'de çoklu-üyelik fonksiyonlarının karmaşık-değerli üyeliğini ifade eder [18]. Her $j = 1,2,\dots,t$ ve $i = \sqrt{-1}$ için $\mu_X(b)$ değerlerinin tümü, karmaşık düzlemde birim çember içinde yer alır ve bu nedenle $\mu_X(b) = \left(r_X^j(b).e^{iw_X^j(b)}\right)$ biçimindedir. Burada $r_X^j(b)$ ve $w_X^j(b)$ gerçel değerlidirler ve her $j = 1,2,\dots,t$ için $\left(r_X^j(b)\right) \in [0,1]$. X karmaşık çoklu-bulanık kümesi aşağıdaki gibi sıralı dizilerin bir kümesi şeklinde temsil edilebilir [18]:

$$X = \{x, (\mu_X^1(b) = a_1, \dots, \mu_X^t(b) = a_t): b \in B\} \quad (1)$$

Yani,

$$X = \left\{x, \left(r_X^1(b).e^{iw_X^1(b)}, \dots, r_X^t(b).e^{iw_X^t(b)}\right): b \in B\right\} \quad (2)$$

Burada her $j = 1,2,\dots,t$ için $\mu_X^j: B \to \{a_j: a_j \in C, |a_j| \leq 1\}$. Dahası, $\left[\mu_X(b) = \left(r_X^j(b).e^{iw_X^j(b)}\right)\right]$, X kümesinin karmaşık çoklu-üyelik fonksiyonu olarak adlandırılır.

B'de t boyutlu tüm karmaşık çoklu-bulanık kümelerin kümesi $KÇB^t(B)$ şeklinde sembolize edilsin.

Tanım 2.7. $X, Y \in KÇB^t(B)$ olsun. O halde bazı temel küme işlemleri ve ilişkileri aşağıdaki şekilde tanımlanabilir [18]:

i. $X \subset Y$ ancak ve ancak her $j = 1,2,\dots,t$ ve $b \in B$ için $r_X^j(b) \leq r_Y^j(b)$ ve $w_X^j(b) \leq w_Y^j(b)$.

ii. $X = Y$ ancak ve ancak her $j = 1,2,\dots,t$ ve $b \in B$ için $r_X^j(b) = r_Y^j(b)$ ve $w_X^j(b) = w_Y^j(b)$.

iii. $X \cup Y = \left\{x, \left([r_X^1(b) \vee r_Y^1(b)].e^{imax[w_X^1(b), w_Y^1(b)]}, \dots, [r_X^t(b) \vee r_Y^t(b)].e^{imax[w_X^t(b), w_Y^t(b)]}\right) : b \in B\right\}$

iv. $X \cap Y = \left\{x, \left([r_X^1(b) \wedge r_Y^1(b)].e^{imin[w_X^1(b), w_Y^1(b)]}, \dots, [r_X^t(b) \wedge r_Y^t(b)].e^{imin[w_X^t(b), w_Y^t(b)]}\right) : b \in B\right\}$

v. $X^c = \left\{x, \left([1 - r_X^1(b)].e^{i[2\pi - w_X^1(b)]}, \dots, [1 - r_X^t(b)].e^{i[2\pi - w_X^t(b)]}\right) : b \in B\right\}$

Burada $\vee$ ve $\wedge$ sırasıyla max ve min işlemlerini temsil etmektedir.

Tanım 2.8. $F: P \to P(B)$ bir dönüşüm olmak üzere (F, P) ikilisine B üzerinde bir esnek küme denir [3].

Tanım 2.9. X, P'nin bir bulanık kümesi olsun. O halde B üzerinde t boyutlu bir Ψ_X bulanık parametreli karmaşık çoklu-bulanık esnek kümesi aşağıdaki gibi tanımlanır [15]:

$$\Psi_X = \left\{\left(\frac{f_X(p)}{p}, \left[g_X(p) = \left(\mu_{g_X}^j(p) = r_{g_X}^j(p).e^{iw_{g_X}^j(p)}\right)\right]\right) : p \in P, \forall j = 1,2,\dots,t\right\} \quad (3)$$

Burada $f_X: P \to [0,1]$ ve $g_X: P \to KÇB^t(B)$ şeklindeki fonksiyonlardır. Ayrıca g_x fonksiyonuna Ψ_X bulanık parametreli karmaşık çoklu-bulanık esnek kümesinin karmaşık çoklu-bulanık üyelik fonksiyonu denir. Her $j = 1,2,\dots,t$ için g_x değerleri karmaşık düzlemde birim çember içinde yer alır ve $[r_{g_X}^j(p)]$ ve $[w_{g_X}^j(p)]$ değerleri gerçel değerli fonksiyonlardır öyle ki $[r_{g_X}^j(p)] \in [0,1]$. Dahası, eğer $f_X(p) = 0$ ise her $j = 1,2,\dots,t$ için $g_x(p) = \left(\mu_{g_X}^j(p)\right) = \emptyset$ dir.

3 Sezgisel Bulanık Parametreli Karmaşık Çoklu-Bulanık Esnek Kümeler

Bu bölümde, bir zaman periyodu boyunca meydana gelen bilgileri daha iyi bir şekilde ifade edebilmek için bulanık parametreli karmaşık çoklu-bulanık esnek kümelerin parametre kümesini genelleştirerek sezgisel bulanık parametreli karmaşık çoklu-bulanık esnek küme teorisi önerilmiştir. Bu sayede çok boyutlu verileri temsil etmede daha iyi bir şekilde parametrelerin ifade edilebilmesine olanak sağlanmıştır. Dahası, sezgisel bulanık parametreli karmaşık çoklu-bulanık esnek küme teorisi için alt küme, tümleyen, birleşim, kesişim gibi temel küme işlemleri analiz edilmiştir.

Tanım 3.1. X, P'nin bir sezgisel bulanık kümesi olmak üzere B üzerinde t boyutlu bir $\widetilde{\Psi_X}$ sezgisel bulanık parametreli karmaşık çoklu-bulanık esnek kümesi aşağıdaki gibi ifade edilir:

$$\widetilde{\Psi_X} = \left\{\left(\frac{[\mu_X(p), \upsilon_X(p)]}{p}, \left[\widetilde{f_X}(p) = \left(\mu_{\widetilde{f_X}}^j(p) = r_{\widetilde{f_X}}^j(p).e^{iw_{\widetilde{f_X}}^j(p)}\right)\right]\right) : p \in P, \forall j = 1,2,\dots,t\right\} \quad (4)$$

Burada $\tilde{f}$ fonksiyonuna $\widetilde{\Psi_X}$ sezgisel bulanık parametreli karmaşık çoklu-bulanık esnek kümesinin karmaşık çoklu-bulanık üyelik fonksiyonu denir ve $\mu_X: P \to [0,1]$, $\upsilon_X: P \to [0,1]$ ve $\widetilde{f_x}: P \to KÇB^t(B)$ şeklindedir. Dahası, eğer $\mu_X(p) = 0$ ve $\upsilon_X(p) = 0$ ise her $j = 1,2,\dots,t$ için $\widetilde{f_X}(p) = \left(\mu_{\widetilde{f_X}}^j(p)\right) = \emptyset$ dir. Her $j = 1,2,\dots,t$ için f_X değerleri karmaşık düzlemde birim çember içinde yer alır ve $\left[r_{\widetilde{f_X}}^j(p)\right]$ ve $\left[w_{\widetilde{f_X}}^j(p)\right]$ değerleri gerçel değerli fonksiyonlardır öyle ki $\left[r_{\widetilde{f_X}}^j(p)\right] \in [0,1]$.

B'de t boyutlu tüm sezgisel bulanık parametreli karmaşık çoklu-bulanık esnek kümelerin kümesi $SBP - KÇB^tE(B)$ şeklinde sembolize edilsin.

Örnek 3.1: Nesnelerin kümesi $B = \{b_1, b_2\}$ ve parametrelerin kümesi $P = \{p_1, p_2, p_3\}$ şeklinde verilmiş olsun. Dahası P üzerinde bir sezgisel bulanık küme $X = \left\{\frac{[0.4,0.55]}{p_1}, \frac{[0.34,0.48]}{p_2}, \frac{[0.46,0.5]}{p_3}\right\}$ olmak üzere $\widetilde{f_x}(p)$ üç boyutlu karmaşık çoklu-bulanık üyelik fonksiyonu aşağıdaki gibi verildiğini varsayalım:

$$\widetilde{f_X}(p_1) = \left\{\frac{0.65e^{i2\pi(0.36)}, 0.43e^{i2\pi(0.55)}, 0.5e^{i2\pi(0.24)}}{b_1}, \frac{0.45e^{i2\pi(0.23)}, 0.3e^{i2\pi(0.4)}, 0.7e^{i2\pi(063)}}{b_2}\right\},$$

$$\widetilde{f_X}(p_2) = \left\{\frac{0.5e^{i2\pi(0.6)}, 0.4e^{i2\pi(0.5)}, 0.3e^{i2\pi(0.4)}}{b_1}, \frac{0.25e^{i2\pi(0.3)}, 0.43e^{i2\pi(0.2)}, 0.6e^{i2\pi(03)}}{b_2}\right\},$$

$$\widetilde{f_X}(p_3) = \left\{\frac{0.6e^{i2\pi(0.62)}, 0.3e^{i2\pi(0.75)}, 0.4e^{i2\pi(0.6)}}{b_1}, \frac{0.5e^{i2\pi(0.3)}, 0.2e^{i2\pi(0.5)}, 0.5e^{i2\pi(06)}}{b_2}\right\}.$$

O halde $\widetilde{\Psi_X}$ sezgisel bulanık parametreli karmaşık çoklu-bulanık esnek kümesini aşağıdaki gibi ifade edebiliriz:

$$\widetilde{\Psi_X} = \left\{\begin{array}{c}\left(\frac{[0.4,0.55]}{p_1}, \left\{\frac{0.65e^{i2\pi(0.36)}, 0.43e^{i2\pi(0.55)}, 0.5e^{i2\pi(0.24)}}{b_1}, \frac{0.45e^{i2\pi(0.23)}, 0.3e^{i2\pi(0.4)}, 0.7e^{i2\pi(063)}}{b_2}\right\}\right), \\ \left(\frac{[0.34,0.48]}{p_2}, \left\{\frac{0.5e^{i2\pi(0.6)}, 0.4e^{i2\pi(0.5)}, 0.3e^{i2\pi(0.4)}}{b_1}, \frac{0.25e^{i2\pi(0.3)}, 0.43e^{i2\pi(0.2)}, 0.6e^{i2\pi(03)}}{b_2}\right\}\right), \\ \left(\frac{[0.46,0.5]}{p_3}, \left\{\frac{0.6e^{i2\pi(0.62)}, 0.3e^{i2\pi(0.75)}, 0.4e^{i2\pi(0.6)}}{b_1}, \frac{0.5e^{i2\pi(0.3)}, 0.2e^{i2\pi(0.5)}, 0.5e^{i2\pi(06)}}{b_2}\right\}\right)\end{array}\right\}$$

Tanım 3.2. $\widetilde{\Psi_X} \in SBP - KÇB^tE(B)$ olsun. Eğer her $b \in B$ ve $j = 1,2,\dots,t$ için $\widetilde{f_X}(p) = \left(\mu^j_{\widetilde{f_X}}(p)\right) = \emptyset$ ise $\widetilde{\Psi_X}$ bir X-boş sezgisel bulanık parametreli karmaşık çoklu-bulanık esnek küme olarak adlandırılır ve $\widetilde{\Psi_{\emptyset_X}}$ olarak ifade edilir. Eğer $X = \emptyset$ ise X-boş sezgisel bulanık parametreli karmaşık çoklu-bulanık esnek kümesine boş sezgisel bulanık parametreli karmaşık çoklu-bulanık esnek küme denir ve $\widetilde{\Psi_\emptyset}$ ile gösterilir.

Tanım 3.3. $\widetilde{\Psi_X} \in SBP - KÇB^tE(B)$ olsun. Eğer her $b \in B$ ve $j = 1,2,\dots,t$ için $\widetilde{f_X}(p) = \left(\mu^j_{\widetilde{f_X}}(p)\right) = B$ ve $\mu_X(p) = 1, \upsilon_X(p) = 0$ ise $\widetilde{\Psi_X}$ bir X-evrensel sezgisel bulanık parametreli karmaşık çoklu-bulanık esnek küme olarak adlandırılır ve $\widetilde{\Psi_{\hat{X}}}$ ile gösterilir. Eğer $X = P$ ise X-evrensel sezgisel bulanık parametreli karmaşık çoklu-bulanık esnek kümesine evrensel sezgisel bulanık parametreli karmaşık çoklu-bulanık esnek küme denir ve $\widetilde{\Psi_{\hat{P}}}$ ile gösterilir.

Tanım 3.4. $\widetilde{\Psi_X}, \widetilde{\Psi_Y} \in SBP - KÇB^tE(B)$ olsun. O halde,

i) her $p \in P$ için $\mu_X(p) \leq \mu_Y(p)$ ve $\upsilon_X(p) \geq \upsilon_Y(p)$

ii) her $b \in B$ ve $j = 1,2,\dots,t$ için $\widetilde{f_X}(p) = \left(\mu^j_{\widetilde{f_X}}(p)\right) \subseteq \widetilde{f_Y}(p) = \left(\mu^j_{\widetilde{f_Y}}(p)\right)$ öyle ki $r^j_{\widetilde{f_X}}(p) \leq r^j_{\widetilde{f_Y}}(p)$ ve $w^j_{\widetilde{f_X}}(p) \leq w^j_{\widetilde{f_Y}}(p)$

şartlarının sağlanması halinde $\widetilde{\Psi_X}$, $\widetilde{\Psi_Y}$'nin bir sezgisel bulanık parametreli karmaşık çoklu-bulanık esnek alt kümesidir ve $\widetilde{\Psi_X} \tilde{\subseteq} \widetilde{\Psi_Y}$ şeklinde gösterilir. Eğer $\widetilde{\Psi_X} \tilde{\subseteq} \widetilde{\Psi_Y}$ ve $\widetilde{\Psi_Y} \tilde{\subseteq} \widetilde{\Psi_X}$ ise $\widetilde{\Psi_X}$ ve $\widetilde{\Psi_Y}$ sezgisel bulanık parametreli karmaşık çoklu-bulanık esnek eşittir denir ve $\widetilde{\Psi_X} = \widetilde{\Psi_Y}$ dir.

Uyarı 3.1. $\widetilde{\Psi_X} \tilde{\subseteq} \widetilde{\Psi_Y}$ için klasik alt küme tanımında olduğu gibi $\widetilde{\Psi_X}$'in her öğesinin $\widetilde{\Psi_Y}$'nin bir öğesi olduğu anlamına gelmez.

Örnek 3.2. Nesnelerin kümesi $B = \{b_1, b_2\}$ ve parametrelerin kümesi $P = \{p_1, p_2, p_3\}$ şeklinde verilmiş olsun. Eğer $X = \left\{\frac{[0.3,0.5]}{p_1}\right\}$ ve $Y = \left\{\frac{[0.5,0.4]}{p_1}, \frac{[0.35,0.6]}{p_2}\right\}$ olmak üzere

$$\widetilde{\Psi_X} = \left\{\left(\frac{[0.3,0.5]}{p_1}, \left\{\frac{0.5e^{i2\pi(0.3)}, 0.3e^{i2\pi(0.5)}, 0.2e^{i2\pi(0.2)}}{b_1}, \frac{0.4e^{i2\pi(0.1)}, 0.2e^{i2\pi(0.1)}, 0.6e^{i2\pi(06)}}{b_2}\right\}\right)\right\}$$

$$\widetilde{\Psi_Y} = \left\{\begin{array}{c}\left(\frac{[0.5,0.4]}{p_1}, \left\{\frac{0.65e^{i2\pi(0.36)}, 0.43e^{i2\pi(0.55)}, 0.5e^{i2\pi(0.24)}}{b_1}, \frac{0.45e^{i2\pi(0.23)}, 0.3e^{i2\pi(0.4)}, 0.7e^{i2\pi(063)}}{b_2}\right\}\right), \\ \left(\frac{[0.35,0.6]}{p_2}, \left\{\frac{0.65e^{i2\pi(0.36)}, 0.43e^{i2\pi(0.55)}, 0.5e^{i2\pi(0.24)}}{b_1}, \frac{0.45e^{i2\pi(0.23)}, 0.3e^{i2\pi(0.4)}, 0.7e^{i2\pi(063)}}{b_2}\right\}\right)\end{array}\right\}$$

şeklinde ifade edilen sezgisel bulanık parametreli karmaşık çoklu-bulanık esnek kümeleri değerlendirirsek her $p \in P$ ve $j = 1,2,\dots,t$ için $\mu_X(p) \leq \mu_Y(p)$, $\upsilon_X(p) \geq \upsilon_Y(p)$ ve $\widetilde{f_X}(p) \subseteq \widetilde{f_Y}(p)$ eşitsizlikleri sağlanır. O halde $\widetilde{\Psi_X} \tilde{\subseteq} \widetilde{\Psi_Y}$ dir. Ancak açıktır ki; $\widetilde{\Psi_X}$ olmasına karşın $\left(\frac{[0.3,0.5]}{p_1}, \left\{\frac{0.5e^{i2\pi(0.3)},0.3e^{i2\pi(0.5)},0.2e^{i2\pi(0.2)}}{b_1}, \frac{0.4e^{i2\pi(0.1)},0.2e^{i2\pi(0.1)},0.6e^{i2\pi(06)}}{b_2}\right\}\right) \notin \widetilde{\Psi_Y}$ dir.

$$\widetilde{\Psi_X^c} = \left\{\left(\frac{[\upsilon_X(p),\mu_X(p)]}{p}, \left[\widetilde{f_X^c}(p) = \left(\mu^j_{\widetilde{f_X^c}}(p) = r^j_{\widetilde{f_X^c}}(p).e^{iw^j_{\widetilde{f_X^c}}(p)}\right)\right]\right) : p \in P, \forall j = 1,2,\dots,t\right\} \quad (5)$$

Burada her $j = 1,2,\dots,t$ için $\widetilde{f_X^c}(p) = \left(\mu^j_{\widetilde{f_X^c}}(p) = r^j_{\widetilde{f_X^c}}(p).e^{iw^j_{\widetilde{f_X^c}}(p)}\right) = \left(\left[1 - r^j_{\widetilde{f_X}}(p)\right].e^{i\left[2\pi - w^j_{\widetilde{f_X}}(p)\right]}\right)$ dir.

$$\widetilde{\Psi_X} \tilde{\cup} \widetilde{\Psi_Y} = \left\{\left(\frac{[max\{\mu_X(p),\mu_Y(p)\},min\{\upsilon_X(p),\upsilon_Y(p)\}]}{p}, \widetilde{f_{X\tilde{\cup}Y}}(p)\right) : p \in P, \forall j = 1,2,\dots,t\right\} \quad (6)$$

Burada $\widetilde{f_{X\tilde{\cup}Y}}(p) = \left(\mu^j_{\widetilde{f_X}\cup\widetilde{f_Y}}(p) = r^j_{\widetilde{f_X}\cup\widetilde{f_Y}}(p).e^{iw^j_{\widetilde{f_X}\cup\widetilde{f_Y}}(p)}\right)$ olup $\cup$ operatörü karmaşık çoklu-bulanık birleşimi ifade etmektedir.

$$\widetilde{\Psi_X} \tilde{\cap} \widetilde{\Psi_Y} = \left\{\left(\frac{[min\{\mu_X(p),\mu_Y(p)\},max\{\upsilon_X(p),\upsilon_Y(p)\}]}{p}, \widetilde{f_{X\tilde{\cap}Y}}(p)\right) : p \in P, \forall j = 1,2,\dots,t\right\} \quad (7)$$

Burada

$$\widetilde{f_{X\tilde{\cap}Y}}(p) = \left(\mu^j_{\widetilde{f_X}\cap\widetilde{f_Y}}(p) = r^j_{\widetilde{f_X}\cap\widetilde{f_Y}}(p).e^{iw^j_{\widetilde{f_X}\cap\widetilde{f_Y}}(p)}\right)$$

olup $\cap$ operatörü karmaşık çoklu-bulanık kesişimi ifade etmektedir.

Özellik 3.2. $\widetilde{\Psi_X}, \widetilde{\Psi_Y}, \widetilde{\Psi_Z} \in SBP - KÇB^tE(B)$ olsun. O halde,

i) $\widetilde{\Psi_X} \tilde{\cup} \widetilde{\Psi_X} = \widetilde{\Psi_X}$ ve $\widetilde{\Psi_X} \tilde{\cap} \widetilde{\Psi_X} = \widetilde{\Psi_X}$

ii) $\widetilde{\Psi_{\emptyset_X}} \tilde{\cup} \widetilde{\Psi_X} = \widetilde{\Psi_X}$ ve $\widetilde{\Psi_{\emptyset_X}} \tilde{\cap} \widetilde{\Psi_X} = \widetilde{\Psi_{\emptyset_X}}$

iii) $\widetilde{\Psi_X} \tilde{\cup} \widetilde{\Psi_{\hat{X}}} = \widetilde{\Psi_{\hat{X}}}$ ve $\widetilde{\Psi_X} \tilde{\cap} \widetilde{\Psi_{\hat{X}}} = \widetilde{\Psi_X}$

iv) $\widetilde{\Psi_X} \tilde{\cup} \widetilde{\Psi_Y} = \widetilde{\Psi_Y} \tilde{\cup} \widetilde{\Psi_X}$ ve $\widetilde{\Psi_X} \tilde{\cap} \widetilde{\Psi_Y} = \widetilde{\Psi_Y} \tilde{\cap} \widetilde{\Psi_X}$

v) $\left(\widetilde{\Psi_X} \tilde{\cup} \widetilde{\Psi_Y}\right) \tilde{\cup} \widetilde{\Psi_Z} = \widetilde{\Psi_X} \tilde{\cup} \left(\widetilde{\Psi_Y} \tilde{\cup} \widetilde{\Psi_Z}\right)$ ve $\left(\widetilde{\Psi_X} \tilde{\cap} \widetilde{\Psi_Y}\right) \tilde{\cap} \widetilde{\Psi_Z} = \widetilde{\Psi_X} \tilde{\cap} \left(\widetilde{\Psi_Y} \tilde{\cap} \widetilde{\Psi_Z}\right)$

Özellik 3.1. $\widetilde{\Psi_X}, \widetilde{\Psi_Y}, \widetilde{\Psi_Z} \in SBP - KÇB^tE(B)$ olsun. O halde,

i) $\widetilde{\Psi_X} \tilde{\subseteq} \widetilde{\Psi_{\hat{X}}}$

ii) $\widetilde{\Psi_{\emptyset_X}} \tilde{\subseteq} \widetilde{\Psi_X}$

iii) $\widetilde{\Psi_X} \tilde{\subseteq} \widetilde{\Psi_X}$

iv) $\widetilde{\Psi_X} \tilde{\subseteq} \widetilde{\Psi_Y}$ ve $\widetilde{\Psi_Y} \tilde{\subseteq} \widetilde{\Psi_Z}$ ise $\widetilde{\Psi_X} \tilde{\subseteq} \widetilde{\Psi_Z}$

Kanıt: Herbir madde Tanım 3.2., 3.3. ve 3.4.'ten yararlanılarak kanıtlanabilir.

Tanım 3.5. $\widetilde{\Psi_X} \in SBP - KÇB^tE(B)$ olsun. $\widetilde{\Psi_X}$'in tümleyeni $\widetilde{\Psi_X^c}$ şeklinde gösterilir ve aşağıdaki gibi tanımlanır:

Tanım 3.6. $\widetilde{\Psi_X}, \widetilde{\Psi_Y} \in SBP - KÇB^tE(B)$ olsun. O halde $\widetilde{\Psi_X}$ ve $\widetilde{\Psi_Y}$ nin birleşimi $\widetilde{\Psi_X} \tilde{\cup} \widetilde{\Psi_Y}$ şeklinde gösterilir ve aşağıdaki gibi ifade edilir:

Tanım 3.7. $\widetilde{\Psi_X}, \widetilde{\Psi_Y} \in SBP - KÇB^tE(B)$ olsun. O halde $\widetilde{\Psi_X}$ ve $\widetilde{\Psi_Y}$ nin kesişimi $\widetilde{\Psi_X} \tilde{\cap} \widetilde{\Psi_Y}$ şeklinde gösterilir ve aşağıdaki gibi ifade edilir:

Kanıt: Tanım 3.2., 3.3., 3.6. ve 3.7. kullanılarak kolayca gösterilebilir.

Özellik 3.2. $\widetilde{\Psi_X}, \widetilde{\Psi_Y} \in SBP - KÇB^tE(B)$ olsun. O halde, aşağıda ifade edildiği gibi De-Morgan kuralları geçerlidir:

i) $\left(\widetilde{\Psi_X} \tilde{\cup} \widetilde{\Psi_Y}\right)^c = \widetilde{\Psi_X^c} \tilde{\cap} \widetilde{\Psi_Y^c}$

ii) $\left(\widetilde{\Psi_X} \tilde{\cap} \widetilde{\Psi_Y}\right)^c = \widetilde{\Psi_X^c} \tilde{\cup} \widetilde{\Psi_Y^c}$

Kanıt: Açıktır.

4 Sonuçlar

Bu çalışmanın amacı, bir zaman periyodu boyunca meydana gelen bilgileri daha iyi bir şekilde ifade edebilmektir. Bunun için literatürde mevcut bulanık parametreli karmaşık çoklu-bulanık esnek kümelerin genelleştirilmiş bir matematiksel modeli

olan sezgisel bulanık parametreli karmaşık çoklu-bulanık esnek küme teorisi tanımlanmıştır. Bu matematiksel model sayesinde çok boyutlu verileri temsil etmede daha genel bir yaklaşım önerilmiştir. Dahası, sezgisel bulanık parametreli karmaşık çoklu-bulanık esnek kümeler için alt küme, tümleyen, kesişim, birleşim gibi temel küme işlemleri verilmiş ve bazı özellikleri incelenmiştir. Bu çalışmanın çok boyutlu verilerin ifade edilmesi konusunda, gelecekte üretilecek matematiksel modeller için bir motivasyon kaynağı olabileceği düşünülmektedir.

Kaynaklar

[1] Zadeh LA. "Fuzzy sets". *Information and Control*, 8, 338-353, 1965.

[2] Pawlak Z. "Rough sets", *Int J Comput Inf Sci,* 11, 341-356, 1982.

[3] Molodtsov D. "Soft set theory-first results", *Comput. Math. Appl.*, 37, 19-31, 1999.

[4] Maji PK, Roy AR, Biswas R. "Soft set theory", *Computers and Mathematics with Applications*, 45(4-5), 555–562, 2003.

[5] Demirtaş N, Hussain S, Dalkılıç O. "New approaches of inverse soft rough sets and their applications in a decision making problem", *Journal of applied mathematics and informatics*, 38(3-4), 335-349, 2020.

[6] Dalkılıç O, Demirtaş N. "Bipolar soft filter", *Journal of Universal Mathematics*, 3(1), 21-27, 2020.

[7] Shabir M, Naz M. "On soft topological spaces", *Comput. Math. Appl.,* 61, 1786-1799, 2011.

[8] Demirtaş N, Dalkılıç O. "An application in the diagnosis of prostate cancer with the help of bipolar soft rough sets", *on Mathematics and Mathematics Education (ICMME 2019),* 283, 2019.

[9] Dalkılıç O, Demirtaş N. "Bipolar fuzzy soft D-metric spaces", *Communications Faculty of Sciences University of Ankara Series A1 Mathematics and Statistics*, 70(1), 64-73, 2021.

[10] Maji PK, Roy AR, Biswas R, "Fuzzy soft sets", *Journal of Fuzzy Mathematics*, 9(3), 589-602, 2001.

[11] Çağman N, Çıtak F, Enginoğlu S, "FP-soft Set Theory and Its Applications", *Annals of Fuzzy Mathematics and Informatics,* 2, 219-226, 2011.

[12] Dalkılıç O, Demirtaş N. "VFP-Soft Sets and Its Application on Decision Making Problems", *Journal of Polytechnic*, https://doi.org/10.2339/politeknik.685634.

[13] Cağman N, Citak F, Enginoglu S. "Fuzzy parameterized fuzzy soft set theory and its applications", *Turkish Journal of Fuzzy Systems*, 1(1), 21-35, 2010.

[14] Dalkılıç O. "An Application of VFPFSS's in Decision Making Problems", *Journal of Polytechnic*, https://doi.org/10.2339/politeknik.758474.

[15] Hassan N, Al-Qudah Y. "Fuzzy parameterized complex multi-fuzzy soft set", *In Journal of Physics: Conference Series*, IOP Publishing, 1212(1), 012016, 2019.

[16] Atanassov K. "Intuitionistic fuzzy sets", *Fuzzy Sets Syst*. 20, 87–96, 1986.

[17] Sebastian S, Ramakrishnan TV. "Multi-fuzzy sets", *In International Mathematical Forum*, 50, 2471-2476, 2010.

[18] Al-Qudah Y, Hassan N. "Operations on complex multi-fuzzy sets". *Journal of Intelligent and Fuzzy Systems*, 33(3), 1527-1540, 2017.

Manyetik Rezonans Görüntülerinden Beyin Tümörünün MobileNetV2 Tabanlı Derin Öğrenme Yaklaşımı ile Sınıflandırılması

Fatih DEMİR[1]*

[1]*Fırat Üniversitesi, Teknik Bilimler MYO, Elektronik ve Otomasyon, Elazığ, TÜRKİYE*

Özet

Manyetik rezonans görüntüleri (MRG) kullanılarak beyin tümörlerinin teşhis edilmesi klinik uygulamalarda erken tanı için çok önemlidir. Uzmanlar tarafından görsel olarak yapılan bu tanı işlemi, yoğun emek gerektiren ve hataya açık bir süreçtir. Bu nedenle, bu işlemi objektif bir şekilde yürütmek için bilgisayar tabanlı sistemler talep görmektedir. Son zamanlarda derin öğrenme tabanlı yaklaşımlar yüksek başarımları nedeniyle, medikal görüntülerin sınıflandırılması işlemi için literatürde sıkça tercih edilmektedir. Bu çalışmada, 98 adet tümör ve 155 adet normal sınıf etiketlerine sahip toplam 253 adet MRG'den MobileNetV2 tabanlı derin öğrenme modeli kullanılarak derin öznitelikler çıkarılıp Destek Vektör Makineleri (DVM) algoritması ile sınıflandırma işlemi yapılmıştır. Bu bağlamda, MobileNetV2 modelinin "Logits" isimli tamamen bağlı katmanının eğitilmiş ağırlıkları ile MRG verilerinin den 1000 adet derin öznitelik çıkarılmıştır. Daha sonra, bu öznitelikler Karar Ağacı tabanlı öznitelik seçme algoritmasıyla azaltılarak önerilen yöntemin başarımı artırılmıştır. Sınıflandırma aşamasında Radyan Tabanlı Fonksiyon çekirdeğine sahip DVM sınıflandırıcısı kullanılmıştır. Önerilen yöntem ile % 98.4 sınıflandırma doğruluğu elde etmiştir. Ayrıca önerilen yöntem, aynı veri setini kullanan literatürdeki başka bir çalışmadan daha iyi bir sınıflandırma doğruluğu sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Manyetik rezonans görüntüler, Beyin tümörü, Derin öğrenme, Sınıflandırma*

Classification of Brain Tumor from Magnetic Resonance Images with MobileNetV2 Based Deep Learning Approach

Abstract

Diagnosing brain tumors using magnetic resonance images (MRI) is very important for early diagnosis in clinical practice. This diagnostic process, which is performed visually by experts, is a labor-intensive and error-prone process. Therefore, computer-based systems are in demand to carry out this process objectively. Recently, deep learning-based approaches are frequently preferred in the literature for classification of medical images due to their high performance. In this study, deep features were extracted from a total of 253 MRIs with 98 tumors and 155 normal class labels using the MobileNetV2-based deep learning model, and the classification process was performed with Support Vector Machines (DVM) algorithm. In this context, 1000 deep features were extracted from the activations of the MRI data with the trained weights of the fully connected layer of the MobileNetV2 model named "Logits". Then, the performance of the proposed method is increased by reducing these features with the Decision Tree-based feature selection algorithm. DVM classifier with Radial Basis Function kernel was used in the classification stage. It has achieved a classification accuracy of 98.4% with the proposed method. In addition, the proposed method provided a better classification accuracy than another study in the literature using the same dataset.

Keywords: *Magnetic resonance imaging, Brain tumor, Deep learning, Classification*

1 Giriş

Beyin hastalıklarının doğru teşhisi, hastaların tedavisi ve kontrolü için önemlidir. Mevcut şartlar altında beyin hastalıkları için en etkili teşhis yöntemi tıbbi görüntülemedir. Manyetik rezonans görüntüleme (MRG) beyin için bilgisayarlı tomografi ve X-ışını gibi diğer görüntüleme yöntemlerinden daha uygundur. Çünkü MRG ile yumuşak doku üzerinde daha iyi çözünürlük elde edilir. Ayrıca, MRG radyasyon olmadan çalışır, bu nedenle insan vücuduna zarar vermez. Bununla birlikte, beyin MRG'lerindeki bilgilerin manuel olarak yorumlanması zordur. Farklı doktorlar aynı vakada çelişkili tanı sonuçlarına karar verebilir. Bilgisayar görmesinin ve derin öğrenmenin hızlı gelişimi, doktorların kararlarını doğrulamalarına ve tanı doğruluğunu iyileştirmelerine yardımcı olacak etkili bir araç olabilir. Bilgisayar destekli tanı (BDT), bilgisayarla görme tekniklerini tıbbi görüntü analizine uygulayan son teknoloji bir araştırma alanıdır [1].

Son zamanlarda, beyin MRG sınıflandırması için birçok yaklaşım önerilmiştir. Çoğunlukla anormal beyin görüntülerini (tümör) normal kontrollerden ayıran ikili sınıflandırmaya odaklanılmıştır. Beyin sınıflandırma problemi özünde bir görüntü sınıflandırma problemidir, bu nedenle genellikle bunu çözmenin iki yolu vardır. Bunlar sınıflandırıcı eğitimi ve öznitelik öğrenimidir.

Sınıflandırıcı eğitimi için genellikle el yapımı öznitelikler kullanılır, sınıflandırma modellerindeki parametrelerin optimizasyonuna daha fazla dikkat edilir. Chaplot ve ark. [2] (2006), beyin manyetik rezonans (MR) görüntülerinden öznitelikler oluşturmak için ayrık dalgacık dönüşümünden (ADD) yararlanmıştır. Elde edilen alt bantlar, eğitim ve test işlemleri için doğrudan destek vektör makinesine (DVM) ve kendi kendini organize eden haritalara (KOH) iletilmiştir. DVM ve KOH, anormal beyinleri ve sağlıklı beyinleri sınıflandırmada sırasıyla %98 ve %94 doğruluk sağlamıştır. El-Dahshan ve ark. [3] (2010) beyin MR görüntülerini sınıflandırmak için hibrit bir yöntem sunmuştur. ADD, görüntü özniteliklerini çıkarmak için kullanılmıştır. Daha sonra, gereksiz öznitelikleri ortadan kaldırmak için temel bileşen analizi (TBA) kullanılmıştır. Sınıflandırma aşamasında ileri beslemeli geri yayılım sinir ağı (GYSA) ve k-en yakın komşular (K-EYK) modelleri kullanılmıştır. Deney sonuçları, GYSA'nın %97'lik bir doğruluk elde ettiğini ve K-EYK'nin % 98'lik bir doğruluk elde ettiğini göstermiştir.

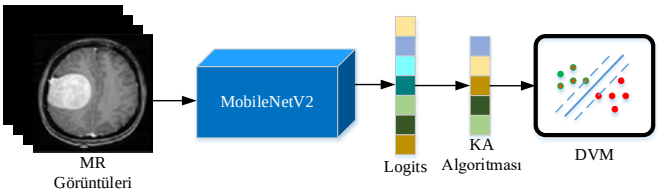
Yang ve ark. [4] (2015) dalgacık enerjisini bir öznitelik çıkarıcı olarak kullanmayı önermiştir. Çekirdek DVM, biyocoğrafya tabanlı optimizasyonla eğitilen sınıflandırma algoritması olarak kullanılmıştır. Bahadure ve ark. [5] (2018), hem görüntü segmentasyonu hem de sınıflandırmayı içeren beyin MR görüntülerine dayanan entegre bir BDT sistemi önermiştir. Optimal segmentasyon, denetimsiz yöntemler ve dalgacık dönüşümlerine dayanan teknikler kullanılmıştır. Daha sonra, sınıflandırma modeline girdi olarak birkaç istatistiksel ve doku özelliği uygulanmıştır. Son olarak, girdiyi sağlıklı veya anormal olarak tanımlamak için genetik algoritma yaklaşımından yararlanılmıştır. Test aşamasında sınıflandırma doğruluğu %92.03 olmuştur. El-Dahshan ve Bassiouni [6] (2018), MR görüntülerinden temsiller oluşturmak için öznitelik çıkarıcı olarak sabit dalgacık dönüşümünden yararlanmıştır ve öznitelik sayılarını azaltmak için TBA ve lineer ayırtaç analizi (LAA) kullanmıştır. Levenberg-Marquardt ve K-EYK algoritmaları ile sınıflandırma yapılmıştır. Acharya ve ark. [7] (2019), K-EYK ile Shearlet dönüşümünün deneylerinde en iyi performansı gösterdiğini raporlamıştır ve %94.54 sınıflandırma doğruluğuna ulaşmışlardır.

Son zamanlarda beyin MR görüntülerinin sınıflandırılmasında, evrişimsel sinir ağı (ESA) modelleri sıkça kullanılmaya başlanmıştır. Bu modellerde öznitelik öğrenimi, geleneksel el yapımı öznitelikleri kullanmak yerine otomatik olarak görüntüden öznitelikleri çıkarmaya dayalı olarak gerçekleşmektedir. ESA, görüntü özniteliklerini kademeli ve otomatik olarak oluşturmak için bir evrişim filtreleri ve havuzlama katmanları kullanır. Bu nedenle, ESA modelleri anormal beyin tespitinde uygulanmıştır. Deepak ve Ameer [8] (2019), beyin görüntülerini sınıflandırmak için önceden eğitilmiş bir ESA modeli (GoogleNet) kullanmıştır. GoogLeNet'teki tamamen bağlı (TB) katmanlar, beyin görüntülerinde ince ayar yapılmadan önce yeni TB katmanlarla değiştirilmiştir. Yöntemin ortalama doğruluğu %98'e ulaşmıştır. Han ve ark. [9] (2019), beyin tümörü tespitinde daha fazla eğitim örneği almak için çekişmeli üretici ağı (ÇÜA) kullanmıştır. Lu ve ark. [10] (2019), beyin MR görüntülerini sınıflandırmak için ALexNet modelinde transfer öğrenmesi yaklaşımını kullanılmıştır. Yaklaşım, deneyde %100 test doğruluğu elde etmiştir. Nayak ve ark. [11] (2019), çok katmanlı aşırı öğrenme makinesi (ÇK-AÖM) oluşturmak için birkaç aşırı öğrenme makinesi

yapısını bir araya getirmiş ve beyindeki normal kontrollerden anormal örnekleri tanımak için aktivasyon işlevi olarak sızan doğrultulmuş doğrusal ünite kullanmıştır. Talo ve ark. [12] (2019) da beyin anormalliğine dayalı MR görüntülerini tespit etmek için transfer öğrenmesini uygulamıştır. Sınıflandırma modeli olarak önceden eğitilmiş bir ResNet seçilmiştir. Yöntem, deneyde %100 doğruluk sağlamıştır. Talo ve ark. [13] (2019) beyin MR görüntülerini serebrovasküler, neoplastik, dejeneratif, inflamatuar hastalıklar ve normal kontrol olmak üzere beş sınıfta incelemiştir. Önceden eğitilmiş beş ESA mimarisinin (AlexNet, VGG16, ResNet18, ResNet34 ve ResNet50) sınıflandırma performansını karşılaştırılmıştır. ResNet50 modelinin %95.23 doğrulukla en iyi performansı gösterdiği raporlanmıştır.

2 Materyal ve Metot

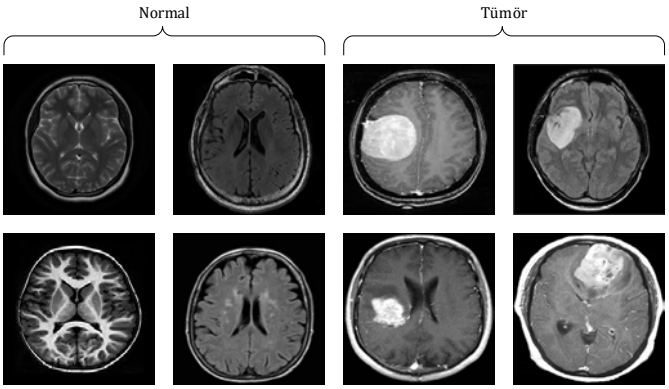
Önerilen yaklaşımın temsili gösterimi Şekil 1'de verilmiştir. Önerilen yaklaşımın ilk aşamasında MR görüntülerinden öznitelik çıkarmak için MobileNetV2 modeli seçilmiştir. Öznitelikler, MobileNetV2 modelinin kullanıma açık ağırlıkları ve "Logits" isimli tam bağlantılı (TB) katmanı kullanılarak çıkarılmıştır. Bu TB katmanından 1000 adet öznitelik çıkarılmıştır. Bu özniteliklerden temsil gücü yüksek olan 337 öznitelik, Karar Ağacı (KA) algoritması ile seçilmiştir. Seçilen öznitelikler ile hem önerilen yaklaşımın başarımı artırılmış hem de hesaplama maliyeti düşürülmüştür. Sınıflandırma aşamasında KA, LAA, DVM, K-EYK ve Saf Bayes (SB) algoritmaları kullanılmıştır ve en iyi başarım DVM algoritması ile elde edilmiştir.



Şekil 1. Önerilen yaklaşımın temsili gösterimi

2.1 Materyal

Önerilen yöntemin performansı değerlendirmek için 253 beyin MR görüntüsü kullanılmıştır [14]. Bu görüntülerin 155 tanesi beyin tümörlerine 98 tanesi ise tümörsüz beyin MR görüntülerine (normal) aittir. Bu görüntülerin etiketlemesi alanında uzman kişiler tarafından yapılmıştır. Veri setindeki her örneğin yüksekliği ve genişliği farklıdır. Örnekler içerisinde standart sağlamak ve MobileNetV2 modeli girişine uyum sağlamak için tüm örneklerin yüksekliği ve genişliği 224×224 olacak şekilde yeniden boyutlandırılmıştır. Veri setindeki tümörlü ve tümörsüz (normal) sınıf etiketlerine sahip bazı örneklerin gösterimi Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Veri setindeki bazı örnekler

2.2 MobileNetV2

Derin öğrenme modellerinin geniş bir şekilde uygulanması, makine öğrenimi, bilgisayar görüşü, doğal dil işleme vb. alanlarda bir devrime neden olmuştur. Aslında ESA, otuz yılı aşkın bir süre önce LeCun ve ark. [15] (1989) tarafından önerilmiştir, ancak o yıllarda iki nedenden ötürü kullanım alanı bulamamıştır. Birincisi, o zamanki donanımların hesaplama kapasitesi zayıftı, bu nedenle derin ESA modellerinin eğitimi gerçekten zaman alıcıydı. İkinci olarak, gradyan problemlerinin etkili olarak çözülmemesi nedeniyle derin modeller için etkili bir eğitim algoritması yoktu. Son zamanlarda, rastgele gradyan inişi, Adam ve RMSprop gibi gelişmiş öğrenme algoritmaları ve CPU ile GPU'lardaki hızlı gelişim, derin ESA modellerinin eğitimini uygulanabilir hale getirdi. Bu nedenle, AlexNet, VGG, ResNet gibi bir dizi modern derin ESA modeli önerilmiştir. Bu modeller, görüntü ve videonun tanınması gibi çok çeşitli görevlerde uygulanmıştır. Sandler ve ark. [16] (2018) tarafından önerilen MobileNet modeli, performans ve hesaplama maliyeti arasında iyi bir denge sağlamaktadır. Ayrılabilir ve derinlemesine evrişim teknikleri, MobileNet modelinde, iyi bir sınıflandırma performansı sağlama özelliğini korurken, evrişimli katmanların parametrelerini önemli ölçüde azaltmaktadır. MobileNet modeline ek olarak MobileNetV2 modelinde, öznitelik haritalarını yeniden kullanmak için artık darboğaz blokları kullanılır. Bu nedenle, MobileNetV2 modeli ile çok daha az bir hesaplama maliyeti ile iyi bir sınıflandırma performansı elde edebilir. ImageNet üzerinde önceden eğitilmiş bir MobileNetV2 modeli, sınıflandırma için önemli olan görüntü

temsilleri oluşturma konusunda olağanüstü bir yetenek kazanmıştır. Bu öznitelik hesaplama yeteneği beyin MR görüntülerini sınıflandırma problemini geliştirmek için bu çalışmada kullanılmıştır.

2.3 Karar Ağacı (KA) algoritması

ID3, c5.0 veya c4.5 yöntemlerine göre oluşturulan ağaç modelleri, bir dizi dal, bir kök, bir dizi düğüm ve bir dizi yapraktan oluşur. Bir dal, kökten yaprağa kadar olan bir düğümler zinciridir ve her düğüm bir öznitelik içerir. Bir ağaçta bir özniteliğin ortaya çıkması, ilişkili özniteliğin önemi hakkında bilgi sağlar. Karar Ağacı, sınıflandırma kurallarını temsil etmek için kullanılan ağaç tabanlı bir bilgi temsil metodolojisidir. J48 algoritması Karar Ağaçlarını oluşturmak için yaygın olarak kullanılan bir algoritmadır [17]. Karar Ağacı oluşturma ve öznitelik seçimi prosedürü aşağıdaki şekilde karakterize edilir.

- Eldeki mevcut öznitelikler seti, algoritmanın girdisini oluşturur ve çıktı Karar Ağacıdır.
- Karar Ağacı, sınıf etiketlerini ve sınıflandırılan örneklerle ilişkili diğer düğümleri temsil eden yaprak düğümlere sahiptir.
- Ağacın dalları, bulundukları öznitelik düğümünün olası her bir değerini temsil eder.
- Karar Ağacı, ağacın kökünden bir yaprak düğümüne kadar öznitelik vektörlerini sınıflandırmak için kullanılabilir.
- Karar Ağacındaki her bir karar düğümünde, uygun tahmin kriterleri kullanılarak sınıflandırma için en kullanışlı öznitelik seçilebilir.

3 Deneysel Çalışmalar

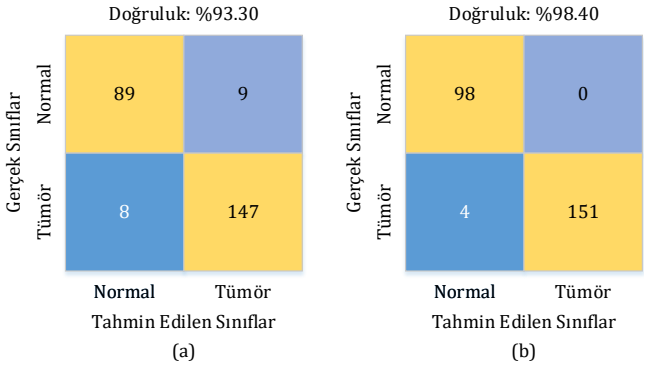
Önerilen yaklaşımı gerçekleştirmek için hazırlanan kodlamalar MATLAB® ve Python programları ile çalıştırılmıştır. KA algoritması ile öznitelik seçme işlemi Python programı gerçekleştirilirken geri kalan tüm işlemler MATLAB® programıyla gerçekleştirilmiştir. KA algoritmasında yordayıcı sayısı (estimators) 50 olarak ayarlanmıştır ve diğer parametreler varsayılan olarak kabul edilmiştir. En iyi performansı sağlayan DVM sınıflandırıcısında Gauss çekirdek fonksiyonu kullanılmış ve kutu kısıtlama seviyesi ile çekirdek ölçeği sırasıyla "1" ve "18" olarak ayarlamıştır. Önerilen yöntemin performansını değerlendirmek için 10-kat çapraz doğrulama tekniği kullanılmıştır.

Tablo 1'de KA öznitelik seçme algoritmasının kullanıldığı ve kullanılmadığı durumlara göre KA, LAA, SB, K-EYK ve DVM sınıflandırıcılarının doğruluk performansları verilmiştir.

Tablo 1. Öznitelik seçme durumuna göre sınıflandırıcı performansları.

Sınıflandırıcı	Doğruluk (%)	
	Öznitelik seçimsiz	KA ile öznitelik seçimi
KA	89.4	93.3
LAA	91.7	96.4
SB	90.6	92.9
DVM	93.3	98.4
K-EYK	92.7	96.8

Tablo 1'den görüldüğü gibi öznitelik seçme işleminin yapıldığı ve yapılmadığı her iki durum için de en iyi doğruluk performansı DVM sınıflandırıcısı ile elde edilmiştir. Öznitelik seçimi olmadan en kötü doğruluk %89.4 olarak KA sınıflandırıcısı ile edilirken KA öznitelik seçimi ile en kötü doğruluk %92.9 olarak SB sınıflandırıcısı ile elde edilmiştir. En iyi performansın sağlandığı DVM sınıflandırıcısında, KA öznitelik seçme algoritmasıyla doğruluk %5.1 geliştirilerek %98.4 olarak elde edilmiştir. Bu her iki durum için DVM sınıflandırıcısının karmaşıklık matrisi sonuçları Şekil 3'te verilmiştir. Şekil 3(a)'da öznitelik seçimi yapılmamıştır ve Şekil 3(b)'de öznitelik seçimi yapılmıştır.



Şekil 3. DVM sınıflandırıcısı karmaşıklık matrisleri

Şekil 3'de verilen karmaşıklık matrisi sonuçları kullanılarak duyarlılık (DY), özgüllük (ÖZ), kesinlik (KS) ve F-skor metrik sonuçları Tablo 2'de verilmiştir. Tablo 2'den de görüldüğü gibi bütün metriklerde KA öznitelik seçme algoritmasıyla DVM sınıflandırıcısının başarımı geliştirilmiştir.

Tablo 2. DVM sınıflandırıcısının DY, ÖZ, KS ve F-skor metrikleri

Öznitelik Seçimi	Sınıf	DY	ÖZ	KS	F-skor
Yok	Normal	0.91	0.95	0.92	0.91
	Tümör	0.95	0.91	0.94	0.95
KA algoritması	Normal	1	0.97	0.96	0.98
	Tümör	0.97	1	1	0.99

Tablo 3'te önerilen yöntem Toğaçar ve ark. [18] kullandığı yöntemle aynı veri setini kullandığı için karşılaştırılmıştır. Toğaçar ve ark. [18] öznitelikleri AlexNet ve VGG16 modellerinden çıkarmıştır. Hiper Sütun ve Özçağrılı Öznitelik Eliminasyon teknikleri ile yöntem başarımı artırılmıştır. DVM sınıflandırıcısı ile sınıflandırma yapılmıştır ve en iyi doğruluk %96.77 olarak elde edilmiştir. Her üç metrik içinde sınıflandırma başarımı artırılmıştır. Önerilen yöntem tüm metriklerde bu yönteme göre daha iyi bir başarım sağlamıştır.

Tablo 3. Önerilen yöntemin mevcut diğer yöntemle karşılaştırılması

Metot	Doğruluk	DY	ÖZ
Toğaçar ve ark. [18]	%96.77	%97.83	%95.74
Önerilen yöntem	%98.4	%98.50	%98.00

4 Sonuçlar

Bu çalışmada, MR görüntüleri kullanılarak vakalarda beyin tümörlerinin olup olmadığı derin öğrenme tabanlı bir yaklaşımla otomatik olarak tespit edilmiştir. Bu yöntemde MobileNetV2 modeli ile öznitelikler çıkarılmış ve KA algoritmasıyla çıkarılan öznitelikler içinde temsil gücü yüksek olanlar seçilmiştir. En iyi sınıflandırma doğruluğu (%93.3) DVM algoritması ile sağlanmıştır. KA algoritması ile sınıflandırma doğruluğu daha da artırılmıştır (%98.4). Ayrıca önerilen yaklaşım aynı veri setini kullanan başka bir yöntemle karşılaştırılmıştır. Doğruluk, DY ve ÖZ metriklerinde başarım sırasıyla %1.63, %0.67 ve %2.26 oranlarında arttırılmıştır.

Kaynaklar

[1] Sharif M, Tanvir U, Munir EU, Khan MA, Yasmin M. "Brain tumor segmentation and classification by improved binomial thresholding and multi-features selection". *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 1-20, 2018.

[2] Chaplot S, Patnaik LM, Jagannathan NR. "Classification of magnetic resonance brain images using wavelets as input to support vector machine and neural network". *Biomedical signal processing and control*, 1(1), 86-92, 2006.

[3] El-Dahshan ESA, Hosny T, Salem ABM. "Hybrid intelligent techniques for MRI brain images classification". *Digital signal processing*, 20(2), 433-441, 2010.

[4] Zhang Y, Dong Z, Wu L, Wang S. "A hybrid method for MRI brain image classification". *Expert Systems with Applications*, 38(8), 10049-10053, 2011.

[5] Bahadure NB, Ray AK, Thethi, HP. "Comparative approach of MRI-based brain tumor segmentation and classification using genetic algorithm". *Journal of digital imaging*, 31(4), 477-489, 2018.

[6] El-Dahshan ESA, Bassiouni, MM. "Computational intelligence techniques for human brain MRI classification". *International Journal of Imaging Systems and Technology*, 28(2), 132-148, 2018.

[7] Acharya UR, Fernandes SL, WeiKoh JE, Ciaccio EJ, Fabell MKM, Tanik UJ, Yeong, CH. "Automated detection of Alzheimer's disease using brain MRI images–a study with various feature extraction techniques". *Journal of Medical Systems*, 43(9), 1-14, 2019.

[8] Deepak S, Ameer PM. "Brain tumor classification using deep CNN features via transfer learning". *Computers in biology and medicine*, 111, 103345, 2019.

[9] Han C, Rundo L, Araki R, Nagano Y, Furukawa Y, Mauri G, Hayash H. "Combining noise-to-image and image-to-image GANs: Brain MR image augmentation for tumor detection". *IEEE Access*, 7, 156966-156977, 2019.

[10] Lu S, Lu Z, Zhang YD. "Pathological brain detection based on AlexNet and transfer learning". *Journal of computational science*, 30, 41-47, 2019.

[11] Nayak DR, Das D, Dash R, Majhi S, Majhi B. "Deep extreme learning machine with leaky rectified linear unit for multiclass classification of pathological brain images". *Multimedia Tools and Applications*, 1-16, 2019.

[12] Talo M, Baloglu UB, Yıldırım Ö, Acharya UR. "Application of deep transfer learning for automated brain abnormality classification using MR images". *Cognitive Systems Research,* 54, 176-188, 2019.

[13] Talo M, Yildirim O, Baloglu UB, Aydin G, Acharya UR."Convolutional neural networks for multi-class brain disease detection using MRI images". *Computerized Medical Imaging and Graphics*, 78, 101673.

[14] N. Chakrabarty. "Brain MRI images for brain tumor detection". https://www.kaggle.com/navoneel/brain-mri-images-for-brain-tumor-detection/metadata, 2019.

[15] LeCun Y, Boser B, Denker JS, Henderson D, Howard RE, Hubbard W, Jackel LD. "Backpropagation applied to handwritten zip code recognition". *Neural computation*, 1(4), 541-551, 1989.

[16] Sandler M, Howard A, Zhu M, Zhmoginov A, Chen LC. "Mobilenetv2: Inverted residuals and linear bottlenecks". *In Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition*, 4510-4520, 2018.

[17] Sugumaran V, Muralidharan V, Ramachandran KI. "Feature selection using decision tree and classification through proximal support vector machine for fault diagnostics of roller bearing". *Mechanical systems and signal processing*, 21(2), 930-942, 2007.

[18] Toğaçar M, Cömert Z, Ergen B. "Classification of brain MRI using hyper column technique with convolutional neural network and feature selection method". *Expert Systems with Applications*, 149, 113274, 2020.

Elektrikli Araç Rotalama Probleminin Genetik Algoritma ile Optimizasyonu

Ayşenur BUDAK[1]

[1]*Gebze Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği, Kocaeli,Türkiye*

Özet

Günümüzde çevreye verilen önemin artmasıyla birlikte, şirketlerin de çevre konusundaki sorumlulukları artmış bu yüzden lojistik sektöründe karbon salınımının azaltılması için elektrikli araçların kullanılmasına başlanmıştır. Elektrikli araç kullanımının lojistik sektöründe kullanılmaya başlanması elektrikli araç rotalama problemini ortaya çıkarmıştır. Bu çalışmada; elektrikli araç rotalama problemi açıklanmış ve bir model önerisi sunulmuştur. Problem kapsamında amaç toplam mesafenin en küçüklenmesi olarak belirlenmiştir. Model kapsamında, araçlar her bir müşteriye bir kez uğramalı, rotalar depoda başlayıp bitmeli ve araçların şarj seviyeleri belirlenmelidir. Çözüm için genetik algoritma yaklaşımı kullanılmıştır. Böylelikle, rotaların oluşturulması ve araçların toplam kat edeceği mesafeler hesaplanmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Elektrikli Araç Rotalama Problemi, Lojistik, Optimizasyon, Genetik Algoritma*

Electric Vehicle Routing Problem Optimization with Genetic Algorithm

Abstract

Nowadays, with the increasing importance given to the environment, companies have increased their environmental responsibilities, so electric vehicles have started to be used to reduce carbon emissions in the logistics sector. The use of electric vehicles in the logistics sector has revealed the problem of electric vehicle routing. In this study, the electric vehicle routing problem is explained, and a proposed model is presented. The objective is determined as minimization of the total distance. Within the scope of the model, vehicles should come to each customer once, routes should start and end at the warehouse, and the charge levels of the vehicles should be determined. Genetic algorithm approach is used for solution. Thus, the determination of routes can be obtained and the total distances that the vehicles will travel are calculated.

Keywords: *Electrical Vehicle Routing Problem, Logistics, Optimization, Genetic Algorithm*

1.GİRİŞ

İklim değişikliği ve artan sera gazı emisyonları ile ilgili artan endişeleri ele almak için, sürdürülebilir araştırmalar yapılmaya devam edilmektedir. Elektrikli araçların ulaşım sistemine girmesi, yeşil ulaşımı gerçekleştirmenin bir yönelimi olarak kabul edilmektedir. Elektrikli araçlar, şarj edilebilir sistemler ile çalışır ve düşük nakliye maliyeti, yüksek enerji verimliliği ve daha az emisyon yayma avantajlarına sebebiyle tercih edilebilir. Bununla birlikte, elektrikli araç kullanımı, şarj istasyonları, uzun şarj süresi gibi bazı zorluklarla karşı karşıyadır. Bu kısıtlamalar, elektrikli araç rotalama optimizasyon problemini (EARP) daha karmaşık ve zor hale getirmektedir [1,2].

Elektrikli araçların lojistikte kullanılmasının faydalarından bazıları ise şunlardır:

- ✓ Diğer araçlara oranla %30-35 verimlidirler,
- ✓ Şarj/yakıt maliyeti 4 kat daha düşüktür,
- ✓ Geleneksel araçlardan çok daha az hareketli parça içerdiğinden bakım endişelerini azaltır.
- ✓ Sürdürülebilirliği artırır: Otomobillerden kaynaklanan CO_2 emisyonlarını %94'e kadar azaltma potansiyeline sahiptir [3].

Elektrikli araçların lojistik sektöründe kullanılmasının yukarıda saydığımız gibi faydalarının olmasıyla birlikte, elektrikli araçların kısıtlarından doğan bazı problemler de mevcuttur. Elektrikli aracın batarya kapasitesinde dolayı diğer

araçlara oranla daha kısa mesafe yol alması ve dağıtım sırasında yeniden şarj olmaya ihtiyaç duyması bunlardan biridir [4].

Bu çalışmanın amacı, elektrikli araç rotalama probleminin bir model önerisi sunmak ve ardından çözümünü genetik algoritma ile bir test problemi üzerinde gerçekleştirmektir. Modelde amaç toplam mesafeyi minimize etmektedir. Müşteriler arası gidilecek olan mesafe ve süre, aracın şarj durumu ve kapasitesi dikkate alınarak rotaların oluşturulması amaçlanmıştır.

Bölüm 2'de literatür araştırması verilmiştir, bölüm 3 önerilen matematiksel modeli, bölüm 4 genetik algoritma ile çözümünü bölüm 5 ise sonuçları vermektedir.

2.Literatür

Elektrikli araç rotalama problemi, temiz enerji kaynaklarının kullanıldığı araçlarda rota optimizasyonunu ele alan bir problemdir ve yeşil araç rotalama problemi kategorisinde değerlendirilir [5]. EARP üzerine nitelikli çalışmalar yaklaşık son 7 yıldır yapılmaktadır. EARP hala gelişime açık bir araştırma konusudur. Bu konuda yapılmış bazı çalışmalar belirtilmiştir. Aksoy vd.,[6] yaptıkları çalışmada, önceki çalışmalardan farklı olarak, elektrikli araç rotalama ve açık uçlu araç rotalama problemlerini birlikte dikkate alan AUEARP (Elektrikli araçlar için açık uçlu rotalama optimizasyonu) incelemiştir. AUEARP için geliştirilen tamsayılı matematiksel model, elektrikli araçlar için her aracın kapasitesini ve batarya seviyesini dikkate alarak, araçların alacağı toplam mesafeyi, kullanılan toplam elektrikli araç sayısını veya tüketilen toplam enerji miktarını minimize etmeye çalışan, elektrikli araçların tek şarjla tamamlayabileceği rotalar oluşturmaya çalışmaktadır. Lin vd.,[3], elektrikli araçlar için minimum toplam maliyet yönlendirme stratejilerini belirlemek amacıyla genel bir EARP formülasyonunu sunmuştur. Önerilen EARP, şarj istasyonlarında sınırlı bir pil kapasitesi ve sınırsız yeniden şarj faaliyetlerini dikkate almaktadır.

Çalışma akışındaki konsantre araç rotalama problemi ile ilgili olarak, müşterilere belirli bir süre öncesinde veya içinde hizmet verilmesi gerektiğinde rota uzunluğu kısıtlaması dikkate alınır.

Erdelic vd. [7], zaman pencereli elektrikli araç yönlendirme problemini iki yeniden şarj politikasıyla gözlemlemiştir: çoklu ve tekli şarj. Çalışmanın amacı minimum sayıda araçla çalışırken toplam mesafeyi en aza indirmektir. Yeniden doldurma politikalarının kalitesini ölçmek için uyarlanabilir büyük mahalle araması metasezgisel uygulamıştır. Pourazarm vd. [8], çalışmalarında tüm yolculuk için yeterli enerji olmadığında yeniden şarj etme dahil olmak üzere, enerji kısıtlı araçların hedeflerine ulaşması için geçen toplam süreyi en aza indirme problemini incelemiştir. Problemi hem homojen hem de homojen olmayan şarj düğümleri için incelemişlerdir. Aljohan vd. [9] enerji tüketimini en aza indirmek için gerçek zamanlı, veriye dayalı bir elektrikli araç rotalama optimizasyonu önermiştir. Önerilen çerçeve, bir elektrikli aracın maksimum seyahat politikasını öğrenmede Double Deep Q-Learning Network (DDQN) yöntemini kullanmışlardır. Bu konuda önemli bir diğer çalışma Özceylan ve Koç [10] tarafından gerçekleşmiştir. Yazarlar Elektrikli araçların dağıtım faaliyetlerinde kullanılmaya başlanmasının Elektrikli Araç Rotalama Probleminin (E-ARP) ortaya çıkmasına sebep olduğundan bahsetmiştir. E-ARP çözmek için karma tamsayılı doğrusal matematiksel programlama modelini kullanmışlardır. Ferro vd. [11] bir depodan başlayan bir elektrikli araç filosunun, pil seviyesi yeterli olmadığında bir şarj istasyonunda durma ihtiyacını göz önünde bulundurmuşlardır. Elektrikli araçları en uygun şarj noktasına yönlendirebilen, şarj maliyetlerini en aza indiren ve transformatörlerin aşırı yüklenmesini önleyen iki seviyeli bir sistem önerilmektedir. Problemin çözümü için karma tamsayılı programlama Modeli uygulanmıştır.

3. Elektrikli Araç Rotalama Model Önerisi

Bu çalışmada Elektrikli araçların kapasite kısıtlı araç olduğu varsayımından yola çıkılarak aşağıdaki varsayımlar tanımlanmıştır.

i) Rota üzerindeki her bir noktanın bir elektrikli araç tarafından ziyaret edilmektedir.

ii) Rotaların her birinin depoda başlaması ve depoda sona ermektedir.

iii) Kapasite, toplam süre gibi kısıtlar mevcuttur.

Bu çalışmada önerilen E-ARP modeli ise şu kısıtlar altında tanımlanmıştır:

1. Dağıtım tek bir depodan yapılır ve şarj istasyonu depoda bulunmaktadır.
2. Tüm müşterilere hizmet edebilmek için yeterli sayıda araç gereklidir.
3. Her dağıtım noktası tam olarak bir kez ziyaret edilir.

4. Bir rotadaki toplam talep araç kapasitesini aşamaz
5. Elektrikli araçların toplam çalışabileceği iş saati 9 saattir.
6. Bir adet şarj istasyonu mevcuttur.

Notasyonlar

0 : Depo Noktası

N : Dağıtım Yapılacak Noktalar Kümesi

K : Elektrikli Araç Kümesi

Q : Elektrikli araçların yük kapasitesi

q_i :i düğümündeki talep miktarı

d_{ij} :i ve j düğümleri arasındaki mesafe

C : Batarya kapasitesi

H: Günlük çalışma süresi (saat)

b_{ij1} :Elektrikli aracın yüksüz olarak bir *i* ve *j* arasında bir birim için tüketeceği enerji miktarı

b_{ij2} :Elektrikli aracın bir birim ilave yük için *i* ve *j* arasında bir birim uzaklık için tüketeceği enerji miktarı

t_{ij} :i ve j noktaları arasındaki seyahat süresi (saat)

v_{ij} :i ve j noktaları arasında araç hızı

Karar Değişkenleri

$$x_{ij}^{k} \begin{cases} 1, & \text{eğer k aracı i düğümünden sonra j düğümünü ziyaret ederse} \\ 0, & \text{aksi takdirde} \end{cases}$$

I_{ik} : k aracının i noktasından ayrılmadan önceki yük miktarı

y_{ik} : k aracının i noktasından ayrılmadan önceki batarya düzeyi

Matematiksel Model

Amaç Fonksiyonu

$$Min\ Z = \sum_{i \in 0 \cup N} \sum_{j \in N} \sum_{k \in K} d_{ij} x_{ij}^{k} \quad (1)$$

<u>Kısıtlar:</u>

$$\sum_{i \in 0 \cup N} \sum_{k \in K} x_{ij}^{k} = 1, \quad \forall j \in N \quad (2)$$

$$\sum_{k=1} \sum_{j=1} x_{ij}^{k} = 1, \ \forall i \in N \quad (3)$$

$$\sum_{k=1}^{K} \sum_{j=1}^{N} x_{0j}^{k} = K \quad (4)$$

$$\sum_{j \in N} x_{0j}^{k} = 1, \ \forall k \in K \quad (5)$$

$$\sum_{k \in N} x_{j\,n+1}^{k} = 1, \ \forall k \in K \quad (6)$$

$$I_{0k} = \sum_{i \in N} \sum_{j \in N} q_{ij} x_{ij}^{k}, \ \forall k \in K \quad (7)$$

$$I_{0k} \le Q \sum_{j \in N} x_{0j}^{k}, \ \forall k \in K \quad (8)$$

$$I_{jk} + q_j x_{ij}^{k} - I_{ik} \le Q\left(1 - x_{ij}^{k}\right), \ \forall i \in 0 \cup N, \ \forall j \in N, \ i \ne j, \ \forall k \in K \quad (9)$$

$$y_{0k} \le C \sum_{j \in N} x_{0j}^{k}, \qquad \forall k \in K \quad (10)$$

$$y_{jk} + d_{ij}\left(b_{ij1} + b_{ij2} I_{ik}\right) - y_{ik} \le \left(d_{ij} b_{ij1} + d_{ij} b_{ij2} Q + C\right)\left(1 - x_{ij}^{k}\right), \quad \forall i \in 0 \cup N, \ \forall j \in N, \ i \ne j, \ \forall k \in K \quad (11)$$

$$y_{ik} \ge x_{i0}^{k} d_{i0}\left(b_{i01} + b_{i02}\right) \quad (12)$$

$$d_{ij} = v_{ij} t_{ij}, \ \forall i, j \in N \quad (13)$$

$$\sum_{i,j \in N} x_{ij}^{k} t_{ij} \le H \quad (14)$$

$$x_{ij}^{k} \in \left(0, \ 1\right), \ \forall i \in 0 \cup N, \ \forall j \in N, \ i \ne j, \ \forall k \in K \quad (15)$$

$$I_{ik}, \ y_{ik} \ge 1, \ \forall i \in 0 \cup N, \ \forall k \in K \quad (16)$$

Amaç fonksiyonunda amaç, toplam mesafeyi minimize etmeye edilmektedir. Yukarıdaki 2 ve 3 numaralı kısıtlar her bir dağıtım noktasını bir kez ziyaret etmeyi garantilemektedir. 4 numaralı kısıt depodan çıkan araç sayısının toplam araç sayısına eşit olduğunu göstermektedir. 5 ve 6 numaralı kısıtlar bir aracın en fazla bir rotada kullanabileceğini garanti etmektedir. 7 numaralı kısıt her bir *k* aracının depodan ayrılmadan önceki yük miktarını göstermektedir. 8 numaralı kısıt ise aracın kapasite sınırını göstermektedir. Elektrikli araçların servis noktalarından ayrılmadan önceki yük miktarı ise 9 numaralı kısıtla gösterilmiştir. 10 numaralı kısıt elektrikli aracın depodan ayrılmadan önceki batarya seviyesini göstermektedir. 11 numaralı kısıt ise elektrikli araçların dağıtım noktasından ayrılmadan önceki batarya seviyesini göstermektedir. 12 numaralı kısıt aracın depoya kadar ulaşacak bataryası olduğunu göstermektedir. 13 numaralı kısıt ise aracın yola göre hızını gösteren kısıttır. Araçların günlük çalışma süresinden daha fazla çalışamayacağı 14 numaralı kısıtla gösterilmiştir. Modelin karar değişkenleri ise 15 ve 16 numaralı kısıtlarda tanımlanmaktadır.

4. Genetik Algoritma ile Çözüm

EARP, NP-zor olduğundan, modelin çözümü için genetik algoritma (GA) yaklaşımı önerilmiştir.

Genetik algoritma, belirlenen bir popülasyonda çoğalma, çaprazlama ve mutasyon operatörlerinin uygulanmasını içermektedir. Klasik tekniklerle çözümü elde edilemeyen ya da çözüm süresinin arttığı durumlarda kullanılmaktadır [12].

4.1 Genetik Algoritmanın Aşamaları

Genetik algoritma genel olarak aşağıdaki çözüm aşamalarını gerçekleştirir [4-12]:

1.aşama: Rastgele bir başlangıç popülasyonu oluşturulur.

2.aşama: Popülasyondaki her kromozomun uygunluk değeri hesaplanır.

3. aşama: İlk popülasyon büyüklüğüne (n adet birey) eşit olan yeni popülasyon oluşturuluncaya kadar aşağıdaki adımlar tekrar edilir.

a) Çaprazlama için kromozomlar seçilir.

b) Çaprazlama oranı kullanılarak çaprazlama işlemi gerçekleştirilerek seçilen kromozomların yerine yeni bireyler meydana gelir.

c) Mutasyon oranı kullanılarak mutasyon gerçekleştirilir. Böylelikle yeni popülasyon oluşturulur.

4. aşama: Yeni popülasyon mevcut popülasyon ile yer değiştirilir.

5.aşama: İterasyon sayısı tamamlanana kadar bu süreç devam eder.

Problem için oluşturulan parametreler Tablo 1'de verilmiştir. Bunun yanı sıra konum, talep ve hizmet süresi dahil olmak üzere 20 müşteri düğümünün bilgilerini elde edilmiştir. Düğüm sıfır depoyu temsil eder, düğüm 1-20 müşteri düğümleridir. GA'nın popülasyon boyutu 200'dür, maksimum yineleme sayısı 500'e ayarlanmıştır. Çaprazlama ve mutasyon oranı 0,9 ve 0,1'dir.

Çalışmada kullanılan parametreler aşağıdaki tabloda verilmiştir. Model, MATLAB 2018a ile kodlanmıştır.

Tablo 1. Kullanılan Parametreler.

Parametreler	**Değer**
Elektrikli araç sayısı	3
Müşteri Sayısı	20
Yük kapasitesi	500 kg
Batarya kapasitesi	9 saat

Elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibidir

Elektrikli Araç	**Rota**	**Toplam Mesafe**
1	0-3-6-4-8-20-15-13-0	356,7 km
2	0-5-19-11-18-2-17-14-0	410,6 km
3	0-16-7-10-12-1-9-0	462,9 km

5. Sonuç

Bu çalışma, elektrikli araç rotalama problemi önerisi ortaya koymaktadır. Modelin amacı, toplam teslimat mesafesini minimize etmektir. Elektrikli araç, pil kapasitesi nedeniyle sınırlı bir seyahat mesafesine sahiptir ve şarj etmek için depoyu ziyaret etmektedir. EARP' nin çözümü için bir

genetik algoritma geliştirilmiştir. Elektrikli araç rotalama modelinin, elektrikli araçlar kullanılarak teslimatın gerçek dünyadaki uygulamasının nasıl temsil edebileceği analiz edilmiştir. Genetik algoritma, geliştirilen modeli çözmek için kullanılabilir bir yöntem olduğu gösterilmiştir.

Referanslar

[1] N. Touati-Moungla and V. Jost, "Combinatorial optimization for electric vehicles management," Int. Conf. Renew. Energies Power Qual., vol. 1, no. 2, pp. 504–506, 2011.

[2] M. Keskin and B. Çatay, "Partial recharge strategies for the electric vehicle routing problem with time windows," Transp. Res. Part C Emerg. Technol., vol. 65, pp. 111–127, 2016

[3] Lin, J., Zhou, W., & Wolfson, O. (2016). Electric vehicle routing problem. Transportation Research Procedia, 12, 508-521.

[4] Zhenfeng, G., Yang, L., Xiaodan, J., & Sheng, G. (2017, March). The electric vehicle routing problem with time windows using genetic algorithm. In 2017 IEEE 2nd Advanced Information Technology, Electronic and Automation Control Conference (IAEAC) (pp. 635-639). IEEE.

[5] Murakami, K. (2017). A new model and approach to electric and diesel-powered vehicle routing. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 107, 23-37.

[6] Aksoy, A., Yalçin, S. E., Küçükoğlu, İ., & Öztürk, N. Elektrikli Kamyonlar İçin Açik Uçlu Rotalama Optimizasyonu. Uludağ University Journal of The Faculty of Engineering, 23(4), 1-10.

[7] Erdelić, T., Carić, T., Erdelić, M., & Tišljarić, L. (2019). Electric vehicle routing problem with single or multiple recharges. Transportation Research Procedia, 40, 217-224.

[8] Pourazarm, S., Cassandras, C. G., & Malikopoulos, A. (2014, December). Optimal routing of electric vehicles in networks with charging nodes: A dynamic programming approach. In 2014 IEEE International Electric Vehicle Conference (IEVC) (pp. 1-7). IEEE.

[9] Aljohani, T. M., Ebrahim, A., & Mohammed, O. (2021). Real-Time metadata-driven routing optimization for electric vehicle energy consumption minimization using deep reinforcement learning and Markov chain model. Electric Power Systems Research, 192, 106962.

[10] Koç, Ç., & Özceylan, E. (2018). Yeşil ve Elektrikli Araç Rotalama Problemleri Üzerine bir Literatür Taraması ve Araştırma Öngörüleri. Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 17(3), 1041-1053.

[11] Ferro, G., Paolucci, M., & Robba, M. (2018). An optimization model for electrical vehicles routing with time of use energy pricing and partial recharging. IFAC-PapersOnLine, 51(9), 212-217.

[12] OKUR, E., & ATLAS, Ü. M. (2020). Araç Rotalama Probleminin Genetik Algoritma ile Çözümü. Anadolu University Journal of Social Sciences, 20(3).

Kurumsal Mimari ve Scrum

Cüneyt Kaya1, Hakan Yüksel2

Türkiye Finans Katılım Bankası A.Ş. , İstanbul, Türkiye
cuneyt.kaya@turkiyefinans.com.tr
hakan.yuksel@turkiyefinans.com.tr

Özet

Günümüzde yazılım mühendisliği temel prensipleri uygulanarak geliştirilen uygulamaların hayata geçirilmesinde proje yönetimi çerçevesinde çevik yöntemlerin kullanılması kaçınılmaz hale gelmiştir. Çevik yöntemler içerisinde Scrum çerçevesi yazılım sektörü içerisinde en çok ilgi görmekte ve uygulanmakta olandır. Sektör uygulamalarının piyasaya daha hızlı, daha sağlıklı ve daha karlı olarak sürülebilmesi için Scrum çevik yöntemi kullanımı, günümüz şartlarında yazılım yaşam döngüsünün vazgeçilmez bir parçası olmuştur. Bir yandan kullanıcılara hızlı ve eksiksiz çalışan yazılım uygulamaları sunarken diğer yandan özellikle kurumsal bilgi teknolojileri alt yapılarının da sağlıklı ve az maliyetli çalışması gerekliliği vardır. Kurumsal firmalarda bilgi teknolojileri alt yapılarının sağlıklı çalışması için kurumsal mimari ekipleri oluşturulmuştur. Bu çalışma ile hem piyasaya hızlı ve eksiksiz yazılım üretirken hem de kurumların bilgi teknoloji alt yapılarını daha sağlıklı ve az maliyette tutacak kurumsal mimari prensipleri ve Scrum çevik yöntemlerinin bir arada nasıl var olabileceğine açıklık getirmeye çalıştık.

Anahtar Kelimeler: *Kurumsal Mimari, Yazılım Geliştirme Yaşam Döngüsü, Çevik Yöntemler, Scrum, TOGAF, Archimate*

Enterprise Architecture and Scrum

Abstract

In today's world, it has become inevitable to use agile methods within the framework of project management in the implementation of applications developed by applying the basic principles of software engineering. Among the agile methods, the Scrum framework attracts the most attention and is applied widely in the software industry. The use of the Scrum agile method has become an indispensable part of the software life cycle in today's software industry in order to launch software applications to the market faster, healthier and more profitable. On the one hand, fast and error prone software applications are maintained for the users, on the other hand, the information technology infrastructures of the enterprises should be sound and cost effective. With this study, we tried to clarify how enterprise architecture principles and Scrum agile methods can coexist both while producing fast and complete software for the market and keeping the information technology infrastructures of enterprises healthier and at low cost.

Keywords: *Enterprise Architecture, Software Development Life Cycle, Agile Frameworks, Scrum, TOGAF, Archimate*

1. Giriş

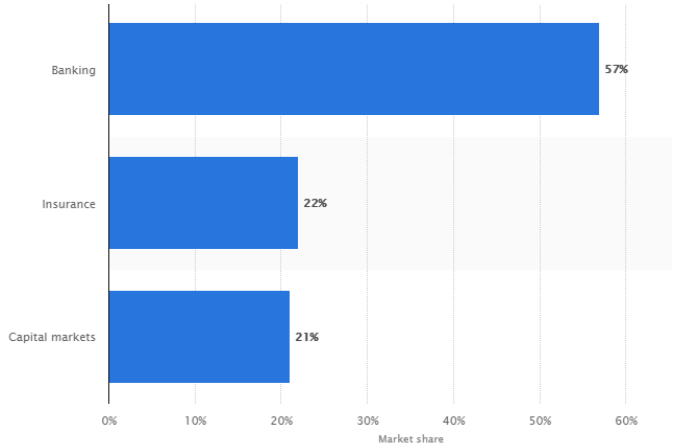
Günümüzde teknoloji akıl almaz bir hızla ilerlerken, müşteri ihtiyaçları da bir o kadar değişkenlik arz etmektedir. Gelişen teknolojiye göre ihtiyaçlarda aynı oranda artmakta, kurumların müşterilerine sunmak istedikleri ürünlerde teknolojik alt yapı en etkin faktör olmaktadır.

Özellikle rekabetin en yüksek seviyede olduğu finansal sektörde, teknoloji yatırım maliyetleri her

Genele Açık / Public

sene artmaktadır. Bu sektördeki en önemli yatırımlar bankacılık alanında gerçekleştirilmektedir [1].

Dijital dönüşüm süreçlerinde bankalar müşterilerine en yeni teknolojik deneyimleri sunmak için birbirleriyle yarışır hale gelmiştir. Müşteri edinimindeki temel faktör en hızlı ve en az masraflı bir şekilde müşteriye yeni ürün sunabilmektir.



Şekil-1: 2021 yılında finansal sektörde en fazla IT yatırımı yapan endüstriler [1]

Kurumsal mimari günümüzde kurumların işletme modellerini oluşturmasını, oluşturulan modelin kurum stratejileri ile ahenkli bir şekilde çalışmasını sağlayan bir tasarım planıdır. Bu tasarım planı etrafında oluşturulan kurumsal mimari birimleri, kurumun daha efektif daha kârlı bir şekilde ilerlemesini sağlamak amacı ile çalışmalarını gerçekleştirirler.

Kurumsal mimari, iş süreçlerindeki yeniliklerin devamlılığını sağlamanın yanı sıra bilgi sistemleri verimliliğini artırmanın getirdiği zorluğu giderir. Kurumlar, sistem karmaşıklığını yönetmek ve iş ile bilgi sistemleri kaynaklarını uyumlu hale getirmek için kurumsal mimari çerçevelerini kullanabilir [2].

Türkiye'de başta bankacılık sektörü olmak üzere telekomünikasyon ve sigortacılık sektörlerinde kurumsal mimari organizasyon içerisinde önemli bir yer teşkil etmektedir.

Kurumsal dünyada bir yandan iş birimlerinin uygulama ihtiyaçlarını en hızlı şekilde karşılama baskısı bir yandan da teknolojik alt yapının sağlam olması gibi zorluklar bulunmaktadır. Çoğu zaman hızlı bir şekilde yazılım geliştirirken veya herhangi bir ürün alırken bu hız ihtiyacından kaynaklı alt yapı karmaşıklığı bir sonuç olarak ortaya çıkar. Bu da zamanla yönetilemez bir bilgi sistemleri alt yapısı sonucu doğurur.

İş birimlerinin ihtiyaçları ile bilgi sistemleri ihtiyaçlarının kurum stratejilerine göre uyumlu olması gerekmektedir. Hız ve karmaşıklık iki önemli problem olarak görülmektedir.

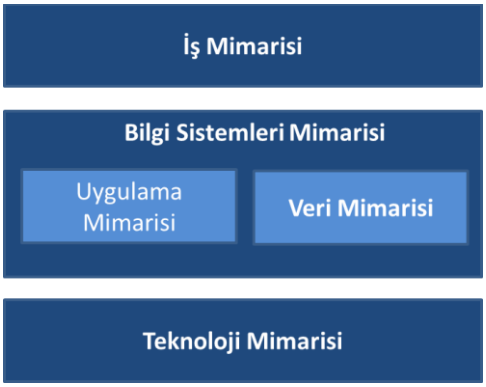
Hızlı yazılım geliştirmek için çevik yöntemler, teknoloji karmaşıklığını önleyerek maliyetleri azaltmak için de kurumsal mimari pratikleri kurumsal firmaların başvurdukları iki önemli yaklaşımdır.

2. Kurumsal Mimari Çalışma Alanı

Kurumsal mimari alanında uluslararası firmaların oluşturduğu, The Open Group [3] adı verilen çalışma grubu tarafından geliştirilen TOGAF (The Open Group Architecture Framework) [4] çerçevesi geniş bir kullanım alanı bulmaktadır.

TOGAF çerçevesinde kurumsal mimari dört ana bölümde ele alınmaktadır.

- İş Mimarisi
- Veri Mimarisi
- Uygulama Mimarisi
- Teknoloji Mimarisi



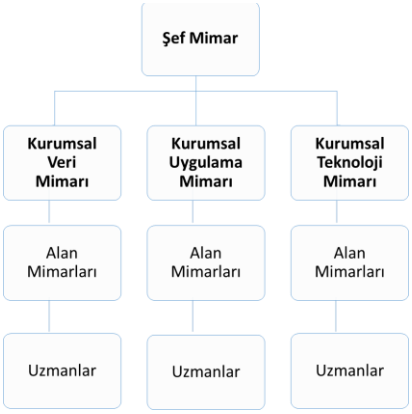
Şekil-2: TOGAF Kurumsal Mimari Bileşenleri

Kurumsal firmaların organizasyonel yapısı içerisinde iş mimarisi genellikle bilgi sistemleri biriminin dışında tutulurken veri, uygulama ve teknoloji mimarileri bilgi sistemleri kapsamına sokulmaktadır. Bu kapsamda kurumların iş süreçleri ve fonksiyonlarının ihtiyaç duyduğu veri modelleri veri mimarisi tarafında, bu verileri anlamlandıran uygulamalar ve servisler uygulama mimarisi tarafında ve bu uygulamaların hayat bulduğu donanım, yazılım ve ağ bileşenleri de teknoloji mimarisi tarafında ele alınmaktadır.

Veri, uygulama ve teknoloji mimarisi alanında kurumsal mimari ekipleri bilgi sistemleri organizasyonu içerisinde kurumlarda çalışmalarını sürdürmektedir. Kurum üst yönetimleri tarafından

belirlenen vizyon ve stratejilerin gerçekleşmesi için iş mimarisi tarafından desteklenen süreç ve fonksiyonların hayata geçmesi bu mimariler tarafından sağlanır.

Kurumsal mimari organizasyonu içerisinde oluşturulan fonksiyonel veya direkt raporlama şeklinde çalışan ekiplerle kurum içerisinde veri, uygulama ve teknoloji standartları belirlenir. Bu standartlar içerisinde yer alan bileşenlerin bilgi sistemleri alt yapısı içerisinde ki yaşam döngüsü gerçekleştirilir. Bu ekip kurumsal mimari çalışma grubu olarak konumlandırılır.



Şekil-3: Kurumsal Mimari Çalışma Grubu

Kurumsal mimarların sorumlu olduğu alanlar çerçevesinde bilgi sistemleri ekiplerinden ilgili tecrübeli çalışanların (alan mimarları ve uzmanların) katkıları ile kurumun bu alanlarda kullandığı bütün standartlar belirlenir ve bunların güncel tutularak banka iş stratejileri ile uyumlu olması sağlanır.

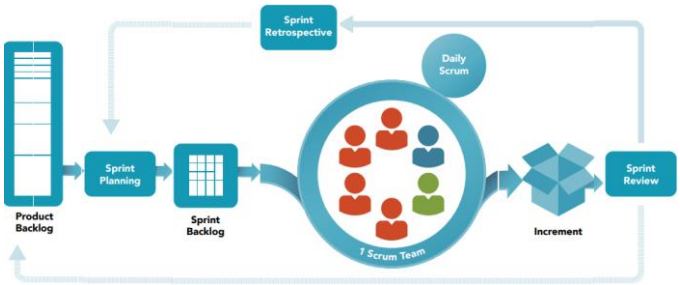
Bu organizasyon yapısı ile hem kurumsal mimari bakış açısı bütün bilgi sistemleri yapısına aktarılması hem de kurumsal standartlardan bütün bilgi sistemleri birimlerinin haberinin olması sağlanmaktadır.

Belirlenen standartların yaşatılması ve güncellenmesi için kurumsal mimarinin, kurum içerisindeki yazılım yaşam döngüsünün (SDLC) bir parçası olması gerekir. Bu sayede yapılan çalışmaların standartlara uyumu kontrol edilmekle birlikte gerekli olan güncellemelerin de yapılması sağlanır. Aksi takdirde belirli bir zaman dilimi içerisinde yapılmış kataloglama çalışmasından öteye geçemeyecektir.

3. Scrum Çevik Çerçevesi

Çevik yöntemler, yazılım mühendisliği alanında uygulama geliştirirken kullanılabilecek en hızlı ve etkin yöntemdir. Araştırmacılar ayrıca çevik adaptasyonun kuruma olgunluk kazandırdığını ve Yetenek Olgunluk Modeli (CMM) seviyelerinin başarılmasına yardımcı olduğunu öne sürmektedirler [5].

Çevik yöntemlerden olan Scrum, kullanıcılara mümkün olan en yüksek değere sahip ürünleri üretken ve yaratıcı bir şekilde sunarken, karmaşık sorunların ele alınabileceği uyarlanabilir bir çerçevedir [6].



Şekil-4: Scrum Yaşam Döngüsü [6]

Scrum yaşam döngüsünün beş temel bileşeni vardır.

- Scrum Takımı
- Sprint Planlama
- Günlük Scrum
- Sprint Değerlendirme
- Sprint Retrospektifi

Bu yaşam döngüsü içerisinde üç temel çıktı yer almaktadır.

- Ürün İş Listesi
- Sprint İş Listesi
- Ürün/Yazılım Parçası

Scrum yaşam döngüsünün en başında üzerinde çalışılacak olan yazılım ürününün gereksinimlerinin belirlendiği Ürün İş Listesi yer alır. Bu liste ile beraber artık yaşam döngüsü başlar.

Sprint, genellikle iki haftalık zaman dilimleri içerisinde ürün iş listesinden alınacak gereksinimleri karşılayan, çalışan bir Yazılım Parçası ortaya çıkarmayı hedefleyen bir çalışma pratiğidir. Scrum'ın kalbidir.

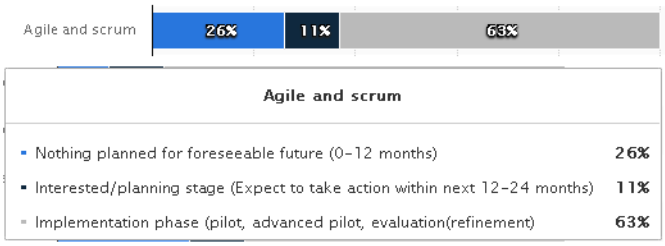
Ürün iş listesinden alınan gereksinimler ile sprint planlaması yapılır. Scrum takımlarında özellikli roller yoktur, herkes her işi yapabilir. Sadece scrum ritüellerinin doğru yapılmasını sağlayan Scrum Master ve üründen sorumlu Ürün Sahibi bulunur. Günlük scrum toplantıları on beş dakikayı geçmeyecek şekilde takım elemanlarının çalışmalarını aktarması ve sorunlarını paylaşması için yapılır.

Sprint sonunda ortaya çalışır yazılım parçası çıkar. Her sprintin gözden geçirilmesi yapılır. Sprint

Değerlendirme, her bir sprintin sonunda Yazılım Parçasını görüp kontrol etmek ve gerekiyorsa Ürün İş Listesini uyarlamak için düzenlenir [7]. Sprint Retrospektifinde ise devamlı öğrenme mantığı ile geçmiş sprintlerde yaşanılan tecrübelerin paylaşımı ve bir sonraki sprinte pozitif aktarımların nasıl yapılacağı scrum takımı içerisinde değerlendirilir.

Scrum çerçevesi yazılım geliştirmeye yinelemeli bir yaklaşım getirmiştir. Her yinelemede ürün sahibinin onayı alınır böylelikle ileride ortaya çıkabilecek gereksinimlerin karşılanmasında ortaya çıkabilecek aksaklıklar yerinde ve zamanında giderilmiş olur. Bu özelliği ile ürünlerin piyasaya daha hızlı ve daha doğru bir şekilde çıkartılması sağlanmaktadır. Günümüz rekabet ortamında kurumların en öncelikli stratejisi, Scrum sayesinde gerçekleştirilmektedir.

Çevik yöntemler ve özellikle Scrum, 2019 da uluslararası kurumlarda yapılan bir araştırmaya göre bilgi sistemleri projelerinde %63 oranında kullanılmakta olup, %11 seviyelerde de projelerde kullanımı planlanmaktadır.



Şekil-5: 2019'da dünya çapındaki kuruluşlarda teknoloji girişimleri dağıtım planları [8]

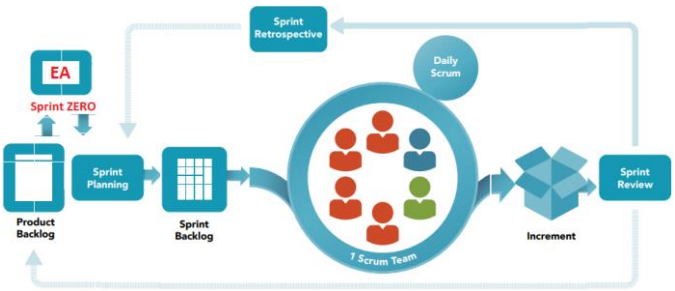
Rekabet unsurunun çok ciddi maliyetler taşıması sebebi ile kurumlar teknolojik yeniliklerinin bir an önce hızlı ve sağlam bir şekilde piyasaya sürülmesi için önemli yatırımlar yapmaktadırlar.

4. Kurumsal Mimari ve Scrum

Farklı yöntemler ile aynı amaç doğrultusunda kullanılan kurumsal mimari TOGAF çerçevesi ve Scrum çevik çerçevesini birlikte verimli bir şekilde kullanmak gerekir. Ancak bu sayede kurumun vizyon ve stratejileri doğrultusunda belirlenmiş iş süreçlerinin hayata geçirilmesi mümkün olacaktır.

Bir yandan piyasaya hızlı ve hatasız yazılım sürmek diğer yandan da bilgi sistemleri altyapısını standartlara uygun, daha az karmaşık ve düşük maliyetli bir şekilde yaşatmak gerekir.

Hem Scrum hem de TOGAF bir çerçeve olduklarından dolayı kurumun ihtiyaçlarına göre özelleştirilebilirler. Scrum Yazılım geliştirme yaşam döngüsü (SDLC) içerisinde, yazılım mühendislerinin kurum standartlarından haberdar olmalarını ve tasarım odaklı geliştirmelerini bu doğrultuda gerçekleştirmelerini sağlayan bir yöntem olacaktır. Bu da Scrum yaşam döngüsü içerisinde ki adımlara Sprint 0 bileşeni eklemek ile olacaktır. Normalde Sprint 0 resmi Scrum kılavuzlarında olmayan bir bileşendir [7].



Şekil-6: Özelleştirilmiş Scrum Yaşam Döngüsü

Ürün iş listesi oluşturulduktan sonra Scrum yaşam döngüsünü başlatmadan önce ürün ihtiyaçları üzerinden üst seviye çözüm tasarımı gerçekleştirilir.

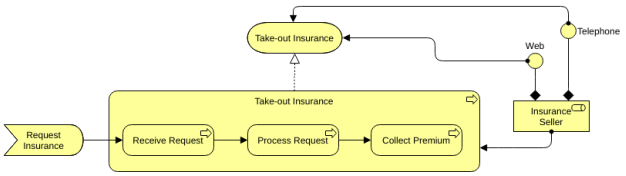
Üst seviye çözüm tasarımı, ortaya çıkacak olan yazılım ürününün mimari açıdan hangi bileşenlerden oluşacağını gösteren bir tasarım dokümanıdır. TOGAF çerçevesi içerisinde yer alan iş, veri, uygulama ve teknoloji mimarisi bakış açısı ile yazılım uygulamasının ana mimarisi ortaya çıkarılmaktadır. Yazılım tasarımının yanı sıra uygulama için gerekli olan temel analiz çalışmaları da yer almaktadır.

Üst seviye çözüm tasarım dokümanı ana bölümleri şu başlıklardan oluşmaktadır.

- Mevcut ve Gelecek Durum Analizi
- Genel İş Akışı
- Bilgi Sistemleri (Uygulama, Veri) Mimarisi
- Teknoloji ve Güvenlik Mimarisi
- Risk Analizi

Mevcut ve Gelecek Durum Analizi bölümünde eğer var ise var olan yazılım uygulamasının mevcut durumu hakkında bilgi verilerek hedeflenen yapı hakkında açıklamalar yer alır. Var olan mevcut yapı ile istenilen hedef yapı arasındaki farklar yazılım projesinin ihtiyaçlarına temel teşkil etmektedir.

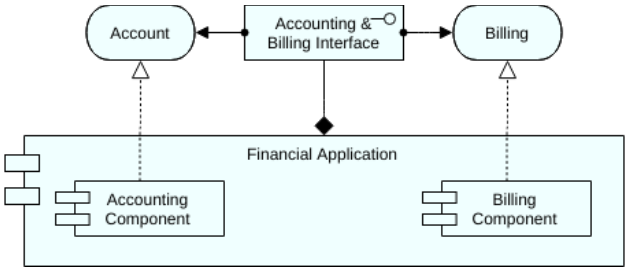
İş ihtiyaçlarına göre sürecin adım adım nasıl ilerleyeceğine dair bir iş akış şeması Genel İş Akışı bölümünde anlatılmaktadır.



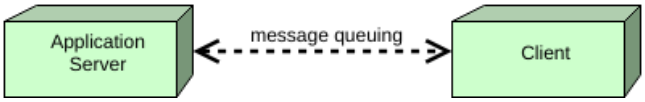
Şekil-7: Archimate - İş Süreci Diyagramı [9]

Mimari bölümde yazılım içerisinde kullanılacak olan bileşenler ve bunların birbiri ile olan bütünleşmesi, uygulama topolojisi üzerinden gösterilir. Kullanılan yazılım, veri tabanı, donanım teknolojileri sürümleri ile beraber bu bölümde listelenir.

Bilgi ve network güvenliğine dair gerekli bilgilendirmeler ile varsa kişisel verileri koruma kanuna vb. yönetmeliklere göre alınması gereken aksiyonlarda bu bölümde ifade edilir.



Şekil-8: Archimate – Uygulama Bileşenleri Diyagramı [9]



Şekil-9: Archimate – İletişim Yolu Diyagramı [9]

Üst seviye çözüm tasarımındaki diyagramların çizimi için Archimate [9] modelleme dili kullanılır. Archimate yine The Open Group tarafından geliştirilen kurumsal mimari modelleme dilidir. TOGAF nasıl kurumsal mimarların aynı doğrultuda düşünmelerini sağlıyorsa, Archimate de kurumsal mimarların aynı dili konuşmasını sağlar.

Diyagramların yanı sıra donanım ihtiyaçlarının belirtildiği, gerekli etki analizlerinin gerçekleşip gerçekleşmediği konularını sorgulayan tablolarda üst seviye çözüm tasarımı dokümanı içerisinde yer almaktadır.

Her yazılım projesinde belirli riskler mutlaka olacaktır. Önemli olan bu risklerin projenin başında tespit edilip minimize edilmesi için gerekli aksiyonların planlaması yazılım projesinin başarılı olması açısından önemlidir. Üst seviye çözüm tasarımı dokümanı içerisinde risk analizi bölümünde bu riskler ve bunlarla ilgili alınacak aksiyonlar kayıt altına alınır. Risk analizi için TOGAF Risk Yönetimi [10] bölümünden yararlanılır.

Bulgular	Riskler	Risk Minimizasyonu

Tablo-1: Risk Analizi Tablosu

Üst seviye çözüm tasarımı dokümanı ile kurumsal mimari çalışma grubu tarafından yönetişimi sağlanan bilgi sistemleri standartlarının yazılım içerisinde kullanılıp kullanılmadığına, kullanıldı ise yine ilgili standartlarla uyum içerisindeki kullanım durumu kayıt altına alınmış olur.

Bu doküman kurumsal mimari ekibi tarafından onaylandıktan sonra Scrum yaşam döngüsü normal akışında devam eder. Süreç içerisinde herhangi bir tasarım değişikliği tekrardan bu dokümana yansıtılacak ve onay akışı tekrardan işletilecektir.

5. Sonuç

Günümüzde kurumlar rekabetin yoğun olduğu sektörlerinde teknolojik yenilikler ile yeni müşteriler edinerek pazar paylarını genişletmek istemektedirler.

Kurumlar, teknoloji maliyetlerini ne kadar efektif seviyede tutar, piyasaya ne kadar hızlı ve sağlam teknolojik ürünler sunarlarsa, günümüz koşullarında varlıklarını sürdürebilme şansları o kadar artar.

Teknolojiye yapılan yatırımların boşa gitmemesi ve iyi değerlendirilmesi gerekmektedir. Hızlı şekilde piyasaya teknoloji ürünü sunup daha sonra müşteri memnuniyetini istenilen seviyede yakalayamadıkları takdirde müşteri kaybı oluşacaktır.

Teknolojik ürünlerin odağında olan yazılım geliştirme süreçlerine bu bağlamda ciddi olarak yatırım yapmak zorundadırlar. Artık müşterileri ilk karşılayan kurum çalışanı insanlar değil kurumların yazılımlarıdır. Yazılımlar kurumların aynası konumuna gelmişlerdir.

İşte bu strateji ve hedefler doğrultusunda kurumların yazılım uygulamaları geliştirirken kurumsal mimari TOGAF ve Scrum çevik çerçevelerinden yararlanmaları kaçınılmazdır.

Kurumsal mimari TOGAF çerçevesi kullanılarak

- İş birimi ve bilgi sistemleri birimleri arasındaki stratejik işbirliği,
- Kurumsal çapta standartlaştırma çalışmalarının yönetişimi,
- Bilgi sistemleri maliyetlerini kontrol altına alma

sağlanacaktır.

Scrum çevik çerçevesi kullanılarak

- İş ihtiyaçlarının doğru tespit edilmesi, değişikliklere hızlı uyum
- Problemlerin zamanında ve hızlı belirlenmesi, iletilmesi ve aksiyon alınması,
- Kaliteli, düşük maliyetli yazılım üretimi

sağlanacaktır.

Sprint 0 adımının Scrum sürecine eklenmesi ile üzerinde çalışılan yazılımın kurum standartlarına uyumu sağlanacaktır. Aynı amaca hizmet eden uygulama bileşenleri (veri, uygulama, teknoloji) zamanında tespit edilip, yeniden kullanılabilirlik sağlanacaktır.

Üst seviye çözüm tasarımın gözden geçirilmesi ile ileride oluşabilecek alt yapı uyumsuzlukları zamanında belirlenerek gerekli önlemler sorun derinleşmeden alınabilecektir. Bu dokümanın kurumsal mimari onayına sunulması bir kontrol noktası teşkil edecektir. Gereksiz teknolojik yatırımların önüne geçilecektir.

Özellikle bankacılık gibi yönetmeliklerin çok önemli olduğu sektörlerde, yönetmeliklere uyumsuzluk yazılımın ilgili bölümlerinin yeniden yazılmasına sebebiyet verecektir. Sprint 0 adımında ilgili kontroller sayesinde gereksiz zaman kaybı oluşmayacak ve maliyetler artmayacaktır.

Sprint 0 adımı ve üst seviye çözüm tasarımı dokümanı ile birlikte hem yazılım hem de bilgi sistemleri alt yapı maliyetlerinin artması önlenecektir. Maliyetlerin kontrol altına alınmasının yanı sıra müşterinin ihtiyaçlarına tam karşılık veren kaliteli, sağlam ama yazılım yaşam döngüsü kısa yazılım ürünleri piyasaya sürülebilecektir.

Günümüzde dijitalleşme çalışmaları ile başlayan, daha sonra COVID-19 pandemisinin getirdiği ekonomik zorluklar teknolojiyi kurumsal dünyanın maliyet, zaman, müşteri memnuniyeti gibi hassas konularına çare haline getirmiştir.

Teknoloji odaklı kurumsallık gelecek için anahtardır.

Kaynaklar

[1] Statista, The Statistics Portal, Financial services companies' IT spendingshare worldwide by industry in 2021, <https://www.statista.com/statistics/871052/world-it-spending-financial-services-firms-market-share/

[2] Hanifa Shah; Mohamed El Kourdi, Frameworks for Enterprise Architecture, Abstract, IT Professional (Volume: 9, Issue: 5, Sept.-Oct. 2007) <https://ieeexplore.ieee.org/document/4339651>

[3] The Open Group, <https://www.opengroup.org/>

[4] The Open Group Architecture Framework TOGAF, <https://www.opengroup.org/togaf>

[5] Apoorva Srivastava, Sukriti Bhardwaj, Shipra Saraswat, SCRUM Model for Agile Methodology, Abstract, 5-6 May 2017 International Conference on Computing, Communication and Automation (ICCCA) <https://ieeexplore.ieee.org/document/8229928>

[6] Scrum.org, <https://www.scrum.org/resources/what-is-scrum>

[7] Scrumguides.org, <https://scrumguides.org/docs/scrumguide/v2017/2017-Scrum-Guide-Turkish.pdf>

[8] Statista, The Statistics Portal, Technology initiatives deployment plans within organizations worldwide in 2019, <https://www.statista.com/statistics/975268/worldwide-technology-initiatives-deployment-plans/>

[9] The Archimate, Enterprise Architecture Modeling Language <https://www.opengroup.org/archimate-forum/archimate-overview>

[10] The Open Group Architecture Framework TOGAF, Risk Management, <https://pubs.opengroup.org/architecture/togaf9-doc/arch/chap27.html>

Ödül Tabanlı Kitle Fonlaması Platformlarında Başarıya Etki Eden Faktörlerin Belirlenmesi: Fongogo Örneği

Murat KILINÇ[1]*, Can AYDIN[2], Çiğdem TARHAN[3]

[1]*Celal Bayar Üniversitesi, Bilgisayar Araştırma ve Uygulama Merkezi, Manisa, TÜRKİYE*
[2, 3] *Dokuz Eylül Üniversitesi, Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü, İzmir, TÜRKİYE*

Özet

Ödül tabanlı kitle fonlaması platformları, proje sahibi ile destekçi arasındaki etkileşimi kolaylaştıran ve projelere destek olma noktasında coğrafi engelleri ortadan kaldıran bir yapı olarak oluşturulmuştur. Türkiye'deki örnekleriyle birlikte giderek artan proje sayısına sahip olan kitle fonlamasında bir projenin işleyişini sürdürebilmesi için destekçilerden gelecek olan finansal gelirler büyük ölçüde önemlidir. Fakat günümüzde gelinen noktada kitle fonlaması projelerinin başarı yüzdeleri yıllara göre giderek düşüş eğilimi göstermektedir. Bu düşüş eğilimini analiz edebilmek için projelerin özellikleriyle birlikte incelenerek başarıyı arttıran temel etkenlerin tespit edilmesi gerekir. Bu sebeple, çalışmamız kapsamında Türkiye'deki en fazla proje sayısına sahip ödül tabanlı kitle fonlaması platformu olan Fongogo üzerindeki proje verileri toplanıp analiz edilerek başarıya en çok etki eden faktörler araştırılmış ve sonuçları ortaya koyulmuştur. Bu doğrultuda, öznitelik seçimi için filtreleme yöntemlerinden Pearson korelasyonu, karşılıklı bilgi istatistikleri (MI) ve tek değişkenli öznitelik seçimi (UFS) kullanılmıştır. Dolayısıyla, makine öğrenmesi ve yapay sinir ağlarıyla yapılabilecek olan başarı tahminlemeleri için etki düzeyi düşük faktörlerin veri setinden çıkarılması sağlanmıştır. Çalışmanın sonuçları, Türkiye'deki kitle fonlamasında mevcut olan %26,6 başarı oranının arttırılması noktasında yararlanılabilecek tahminleme modelleri için kullanılabilecek öznitelikleri önermektedir.

Anahtar Kelimeler: *Kitle Fonlaması, Öznitelik Seçimi, Veri Analizi*

Determining the Factors Affecting Success in Reward-Based Crowdfunding Platforms: The Example of Fongogo

Abstract

Reward-based crowdfunding platforms have been created as a structure that facilitates the interaction between the project owner and the supporters and eliminates the geographical barriers to supporting projects. In crowdfunding, which has an increasing number of projects with its examples in Turkey, the financial income from supporters is of great importance for a project to continue its operation. However, nowadays, the success rates of crowdfunding projects tend to decrease gradually over the years. In order to analyze this downward trend, it is necessary to determine the main factors that increase the success by examining the properties of the projects. For this reason, within the scope of our study, the project data on Fongogo, which is the reward-based crowdfunding platform with the highest number of projects in Turkey, was collected and analyzed, the factors affecting the most success were investigated and the results were revealed. In this direction, Pearson correlation, mutual information (MI) and univariate feature selection (UFS), which are among the filtering methods, were used for feature selection. Therefore, it was ensured that low-impact factors were removed from the data set for predictions of success that can be made with machine learning and artificial neural networks. The results of the study suggest the features that can be used for forecasting models that can be used to increase the 26.6% success rate available in crowdfunding in Turkey.

Keywords: *Crowdfunding, Feature Selection, Data Analysis*

1 Giriş

Kitle fonlaması (KF), bağış, destek ve yatırım şeklinde finansal kaynakların sağlanması amacıyla büyük kitlelerden fon alma eylemini ifade etmektedir. Özellikle kitlelerin oluşturabildiği fonlama gücünün internet ortamında daha kolay bir şekilde sağlanabilmesiyle birlikte KF son 10 yıl içerisinde oldukça popüler hale gelmiştir [1]. Bu popülerlik, artan proje sayısıyla birlikte verilen destek miktarını da arttırmıştır. Dünya bankasının yayınladığı bir rapora göre KF projelerinin yalnızca 2025 yılında 90 milyar $ fon alması beklenmektedir [2]. Günümüzde ise tüm projeler için toplanan fon 35 milyar $ civarındadır [3]. İnsan sermayesi ve toplanan fon bakımından değerlendirildiğinde giderek büyüyen bu ekosistemin dinamiklerinin detaylı analiz edilmesi gerekmektedir.

KF ekosistemi, proje yaratıcısı ya da girişimci, destekçi ya da yatırımcı ve online platformdan oluşmaktadır [4]. Bu bileşenlerden proje yaratıcısı/girişimci, fikrini finanse etmek isteyen kişiler, destekçi/yatırımcılar ise finansal kazanç ya da sosyal sorumluluk sağlamaya çalışan kişiler olarak tanımlanmaktadır. KF temelli oluşturulan online platformlar ise fon alma eyleminin web dünyasına yansıtan araçlar olarak düşünülebilir. Bu ekosistemdeki online platformlar amaçlarına göre; ödül tabanlı, bağış tabanlı, hisse temelli ve borç temelli olarak 4'e ayrılmaktadır. Türkiye'de uygulanan yasal zeminle birlikte ödül tabanlı ve bağış tabanlı platformlar uzun zamandır faaliyet göstermektedir. Hisse temelli KF platformları ise Sermaye Piyasası Kurulu (SPK) tarafından hazırlanan "Paya Dayalı Kitle Fonlaması Tebliği" ile yürürlüğe konulmuştur [4]. Her ne kadar KF platformları 4 ana başlık altında incelense de, KF ile ilgili araştırmalar daha çok ödül tabanlı platformlar üzerine yoğunlaşmıştır. Bunun sebebi ödül tabanlı platformların daha popüler olması, uzun zamandır faaliyet gösteriyor olması ve veri bakımından daha zengin oluşudur [5]. Ödül tabanlı KF'ler, destekçilerin sağladığı fon karşılığından onlara finansal bir değeri olan ya da olmayan şekilde hizmet ya da ürün sunmaktadır [6]. Projede ismine yer vermek, ürün prototipini/kopyasını göndermek, sosyal medya hesaplarında destekçiyi paylaşmak, telefonla arayıp teşekkür etmek ya da teşekkür maili atmak gibi seçenekler bu ödüller arasında gösterilebilir. Bu doğrultuda faaliyet gösterebilmesi için destekçi ile proje oluşturucusunu biraraya getiren birçok ödül tabanlı KF platformu kurulmuştur. Dünya çapında büyüklüğe sahip olan Kickstarter ve Indiegogo gibi online ortamlar, popüler ödül tabanlı KF platformlarına örnek olarak gösterilebilir. Bu platformlar, her yıl binlerce projenin, iş fikrinin, kampanyanın hayata geçmesini sağlamaktadır. Fakat, son yıllarda KF pazarı hızla büyümesine rağmen, platformlardaki projeler başarılı bir şekilde finanse edilememektedir. Örneğin, 2019 yılında yapılan bir araştırmaya göre Kickstarter üzerindeki projelerin başarı oranı %37,44 olarak ölçülmüştür [7]. Türkiye'de ise KF platformları 2011 yılı sonrasında tam olarak faaliyet göstermeye başlamışlar, 2013 yılı sonrasında ise tam bir hareketlenme durumu başlamıştır [6]. CrowdFon, FonlaBeni, Fongogo, ArıKovanı, Buluşum gibi platformların faaliyete geçmesiyle projelerin sayısı giderek artış göstermiştir. Günümüzde ise, FonBulucu, Startupfon, Startupmarket ve Ideanest platformlarının kurulmasıyla platform sayısı da artmıştır.

Platformlar arasından sadece Fongogo'da, ödül tabanlı olarak hazırlanan kampanyalar için 6.507.000 TL fon toplanmış, ama "ya hep ya hiç modeli" uygulandığı için bu fonun 5.437.000 TL'si başarılı projelere aktarılmıştır. Fakat her ne kadar KF platformlarına ilgi artsa da başarı oranındaki durum gözle görülür bir biçimde azalış eğilimi göstermektedir. Türkiye'deki ödül tabanlı en popüler KF platformu olan Fongogo'nun da içinde bulunduğu bir araştırmaya göre 2017'de Fongogo başarı oranı %30 olarak belirtilmiştir. Yine benzer bir araştırmada, 2018 yılında Türkiyede'deki KF platformlarındaki başarı oranı %29,18 olarak belirtilmiştir [8]. 2021 yılına gelindiğinde ise proje sayısı yaklaşık 5 katına çıkmış fakat başarı oranı %26,6 oranına gerilemiştir. KF platformlarındaki projelerin başarısındaki bu düşüş projelerin öznitelikleriyle açıklanabilir. Çünkü ortaya koyulan her projenin başarısı; kategori, cinsiyet, sosyal medya, hedef miktarı, güncelleme sayıları vb. özellikleriyle doğrudan ilişkilidir. Bu ilişkilerin net olarak kurulabilmesi için ödül tabanlı KF platformlarından elde edilebilecek her türlü verinin toplanması ve yalnızca başarıya en çok etki eden faktörlerin analiz edilerek belirlenmesi gerekmektedir. Çünkü yapılabilecek olası başarı tahminlemelerinde hem hızlı sorgu yapılabilen hem de yüksek doğruluk değeri ortaya koyabilen bir mekenizma tasarlanmalıdır. Bu sayede destekçilerden gelebilecek olası fonlamalar için iyi hazırlanmış projeler ortaya koyulabilecek ve KF platformlarındaki projelerin kalitesi artacaktır.

Bu doğrultuda ortaya koyduğumuz çalışmamızda, KF platformlarındaki başarı düşüşünün nedenleri araştırılmıştır. Aynı zamanda detaylı bir şekilde

yapılabilecek makine öğrenmesiyle başarı tahminlemeleri için; pearson korelasyonu, karşılıklı bilgi istatistikleri ve tek değişkenli öznitelik seçimi yöntemleriyle öznitelik seçimi yapılarak KF projesi başarısına en çok etki eden faktörler belirlenmiştir.

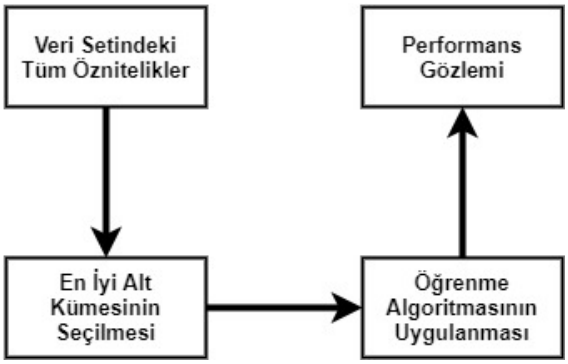
2 Literatür Taraması

Literatürdeki çalışmalar KF platformları ve başarıya etki eden faktörler bakımından incelendiğinde birçok farklı çalışmaya rastlanılmıştır. Her KF platformu farklı öznitelikleri barındırabildiğinden dolayı, incelenen çalışmalardaki farklılıklar göze çarpmaktadır. Fakat çalışmamız için kullandığımız ödül tabanlı Fongogo platformu birçok özniteliği bünyesinde barındırdığından dolayı kapsayıcı niteliktedir.

Mhanovic ve Kevric'in 2020 yılında ortaya koyduğu araştırmada öznitelik seçimi için weka uygulaması kullanılmıştır. Veri setindeki özellik sayısını indirgemek için Gain Attribute Evaluator algoritması seçilmiştir. Ayrıca, öznitelik seçimi sayesinde daha yüksek doğruluk değerlerinin elde edilebilmesinin yanı sıra aynı zamanda sınıflandırma süresi de azalmaktadır. Eğer bir uygulama geliştirilecekse, bu durum kullanıcı arayüzü için performans anlamına gelmektedir [9]. Alazazi ve diğerlerinin yaptığı başka bir araştırmada, KF platformlarına eklenen projelerdeki hedef miktarı, kampanya yorum sayısı, sosyal medyadaki etki ve proje görselleri özniteliklerinin başarıyı etkilediği görülmektedir. Çalışmada ayrıca makine öğrenmesi algoritmalarıyla başarı tahminlemeleri yapılmış ve en iyi sonucu Destek Vektör Makineleri (SVM) algoritması vermiştir [5]. Shi ve diğerlerinin yaptığı ortaya koyduğu başka bir çalışmada KF platformundaki projenin başarısını tahmin etmek için kullanılan faktörler arasında video ve ses analizinin zorluğuna değinilmiştir. Fakat projelerin daha iyi bir şekilde analiz edilebilmesi için bu faktörlerin göz ardı edilmemesi gerektiği belirtilmiştir. Çünkü bu faktörler destekçiler için iyi bir reklam görevi üstlenmektedir [10]. Jhaveri ve diğerlerinin 2019'da ortaya koyduğu diğer bir çalışmada, proje başarısını en çok etkileyen faktörlerin kampanya gün sayısı, hedef miktarı, projenin kategorisi, konum ve medya içerikleri olduğu belirtilmiştir. Ayrıca çalışma içerisinde Random Forest, CatBoost, XGBoost ve AdaBoost algoritmalarıyla başarı tahmini yapılmış ve AdaBoost %84 ile en iyi sonucu vermiştir [11]. Li ve diğerlerinin 2016 yılında gerçekleştirdiği çalışmada ise KF projelerinde sınıflandırma temelli yaklaşımın doğru olmadığına değinilmiş ve veri setindeki başarılı-başarısız proje sayısı dengesinin iyi kurulması gerektiği açıklanmıştır. Çalışmada amaçlanan diğer unsurlardan bir tanesi de proje yaratıcılarının, proje başlamadan önce hedef miktara ulaşma açısından diğer projelere göre nerede oldukları hakkında fikir sahibi olmalarını sağlamaktır. Bu aslında iş analitiği ve dolayısıyla karar destek süreçlerini yansıtır [12]. Koch ve Siering'in 2015 yılında yaptığı araştırmada ise, proje açıklamasına dahil edilen metin, resim ve video şeklindeki kapsamlı bilgilerin finansman başarısını pozitif anlamda etkilediği belirtilmiştir. Diğer çalışmaların aksine, araştırma sonucunda proje sahibinin geçmiş deneyimlerinin başarı faktörünü etkilemediği sonucuna varılmıştır. Ayrıca çalışma, gelecek çalışmalar için proje açıklaması gibi özniteliklerde daha derine inilerek kelime sayısının veri setine dahil edilmesini önermektedir [13]. İncelenen çalışmalar özetlenecek olursa, farklı coğrafyalardaki KF platformlarında mevcut olan özellikler kullanılarak öznitelik seçimleri yapılmış ve proje başarılarını en çok etkileyen faktörler ortaya çıkarılmıştır (Tablo 1). Bu sayede makine öğrenmesi algoritmalarıyla daha iyi başarı tahminlemeleri yapılabilmektedir. Çalışmamız kapsamında da veri toplama sonrası birçok özelliğe sahip olan Fongogo veri seti için öznitelik seçimi yapılarak başarıya en çok etki eden faktörlerin bulunması sağlanmıştır.

3 Materyal ve Yöntem

Çalışmamız kapsamında, veri setinde öznitelik seçimi yapılabilmesi için, filtreleme yöntemlerinden pearson korelasyon katsayıları, karşılıklı bilgi istatistikleri (MI) ve tek değişkenli öznitelik seçimi (UFS) kullanılmıştır. Yöntemlerin iyi bir şekilde uygulanabilmesi için ise veri seti ön işleme aşamalarından (eksik veri tamamlama, veriyi nümerik hale çevirme) geçirilmiş ve analize hazır bir hale getirilmiştir. Filtreleme yöntemleri, tüm öznitelik grubundan bir alt kümenin seçilmesiyle oluşmaktadır. Seçilen özniteliklerin öğrenme algoritmalarına uygulanmasıyla birlikte kurulan modellerin performansı özniteliklere göre gözlemlenebilir (Şekil 1).



Şekil 1. Filtreleme Yöntemlerinin Akış Şeması

3.1 Veri Seti

Fongogo KF platformu üzerinde bulunan ödül tabanlı projeler 14 kategoriye ayrılarak destekçilere sunulmaktadır. Fonlama şekli, toplanan desteğin nasıl kullanılacağını belirleyen ve destekçi davranışlarını etkileyen bir öznitelik olarak veri setinde yerini almaktadır. Projenin gerçekleştirildiği konum verisi, Türkiye'deki 64 ilde gerçekleştirilen projelerin şehir bilgisi alınarak oluşturulmuştur. Projenin hangi yılda başlatıldığı da kampanyada kaldığı gün sayısı ile birlikte veri seti içinde yer almaktadır.

Tablo 1. KF Projelerini Etkileyen Başarı Faktörlerinin Açıklama ve Literatür Tablosu

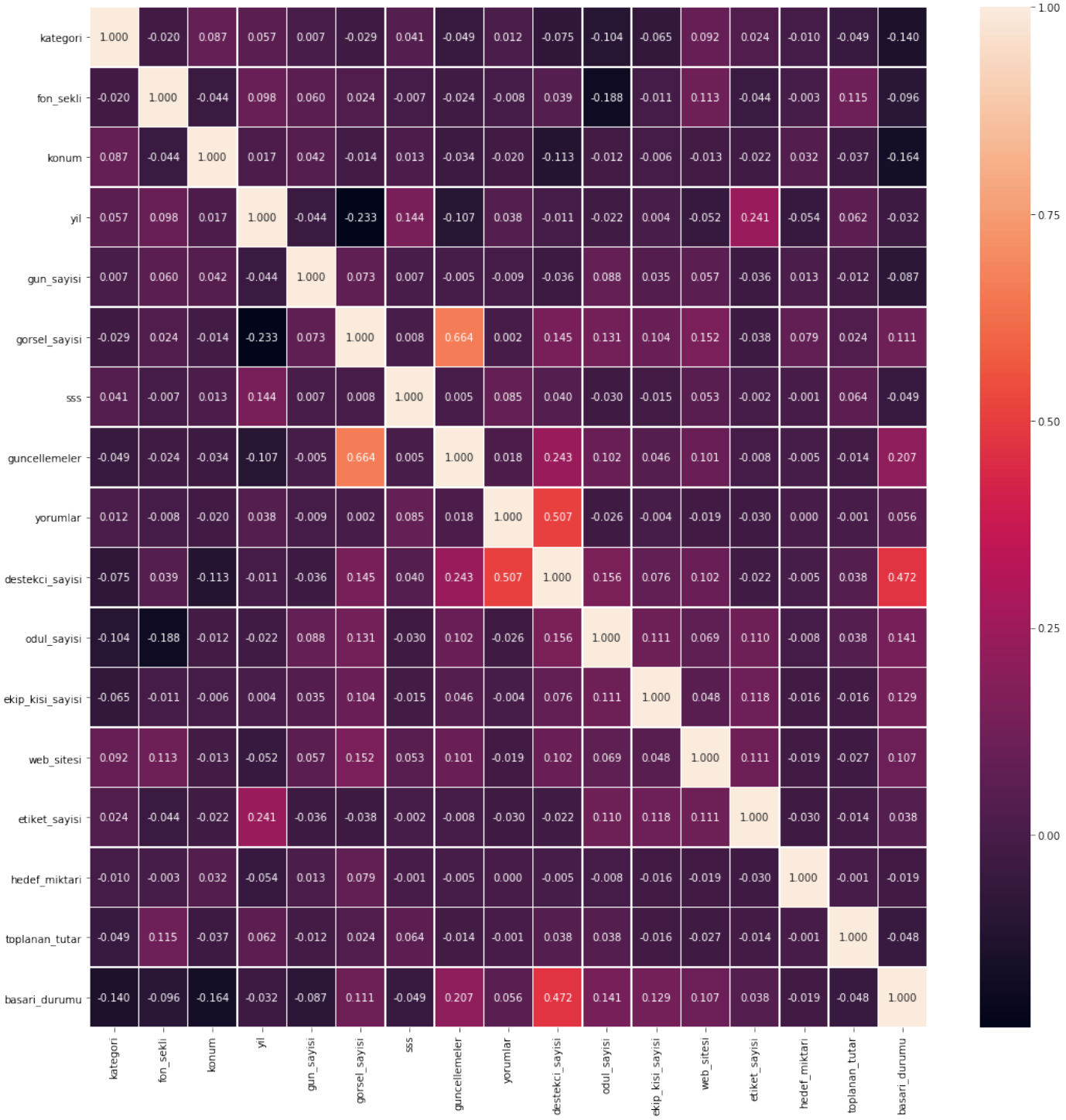
Başarı Faktörleri	Açıklama	Destekleyen Literatür
Proje Kategorisi	KF platformu içindeki proje kategorileridir. Platformlar arası kategori farklılıkları olabilir.	Greenberg vd [14], Wang vd [15], Shi vd [10]
Fonlama Şekli	"Ya hep ya hiç" veya "hepsi kalsın" modeline göre oluşturulan projeler	Ryoba vd [16], Zvilichovsky [17]
Projenin Konumu	Projenin gerçekleştiği yer veya proje sahibinin bulunduğu konum	Yuan vd [18], Wang vd [15], Mollick [19], Jhaveri vd [11]
Başladığı Tarih	Projenin destekçilere sunulduğu tarih	Ryoba vd [16], Zhou vd [20]
Kampanya Gün Sayısı	Projenin KF platformunda destek beklediği aktif gün sayısı	Wang vd [15], Mollick [19], Zhou vd [20], Shi vd [10], Ryoba vd [16]
Görsel Sayısı	Kampanya galerisine eklenmiş olup proje tanıtımı için	Koch ve Siering [13], Alazazi vd [5], Yeh ve Chen [7]
Güncelleme ve Sıkça Sorulan Sorular (SSS) Sayısı	Projenin kampanya gün sayısı bitene kadar yapılan güncelleme ve SSS sayısı	Yeh ve Chen [7], Kuppuswamy ve Bayus [21], Mollick [19], Shneor ve Vik [22]
Yorum Sayısı	Proje ile ilgili destekçilerden gelen yorumların sayısı	Ryoba vd [16], Shi vd [10]
Destekçi Sayısı	Kampanyada sunulan ödüllerden satın alarak projeye destek olan kişilerin sayısı	Yeh ve Chen [7], Mollick [19]
Ödül Sayısı	Proje sahibinin destekçiler için hazırlamış olduğu ödüllerin sayısı	Greenberg vd [14], Zhou vd [20], Shneor ve Vik [22]
Ekip Kişi Sayısı	Proje ekibinde bulunan kişi sayısı	Yeh ve Chen [7], Ralcheva ve Rosenboom [23]
Web Sitesi	Projeye ait bir web sitesinin olup olmadığı	Borrero vd [1], Shi vd [10]
Etiket Sayısı	Proje sahibi tarafından oluşturulan açıklayıcı etiketlerin sayısı	Yeh ve Chen [7]
Hedef Miktarı	Projenin gerçekleştirilebilmesi için proje sahibinin destekçilerden istediği para miktarı	Greenberg vd [14], Etter vd [24], Lukkarinen vd [25]
Toplanan Tutar ve Destek Oranı	Sunulan hedef miktarı ile beraber kampanya gün sayısı içinde toplanan para miktarı ve destek oranı	Kuppuswamy ve Bayus [21]
Başarı Durumu	Kampanya gün sayısı içerisinde hedef miktarına ulaşan proje başarılı, diğerleri başarısız sayılır.	Wang vd [15], Greenberg vd [14]

Ayrıca projenin galerisindeki toplam görsel sayısı, SSS sekmesindeki soru cevap sayısı, güncelleme sayısı, projeye yapılmış yorum sayısı, destekçi sayısı, proje sahibinin destekçilere verdiği ödüllerin sayısı, proje ekibindeki kişi sayısı, projeye ait bir web sitesinin olup olmadığı, projenin daha kolay bulunabilmesi için proje sahibi tarafından oluşturulan etiketlerin sayısı veri seti içerisinde bulunmaktadır. Son olarak ise, proje sahibinin kampanyasını gerçekleştirebilmek için hedef miktarı, bu hedef doğrultusunda destek olarak toplamış olduğu miktar, bu desteğin oranı ve

projenin kampanya süresi sonucunda başarılı olup olmadığı veri seti içerisinde yer almaktadır. Veri seti toplamda 16 sütun, 1075 satırdan oluşmaktadır ve Fongogo'nun kuruluşundan itibaren oluşturulmuş olup KF platformunda bulunan veri yakalama teknikleriyle toplanabilen tüm projeler, veri seti içerisine dahil edilmiştir.

4 Bulgular

Öznitelik seçimi için ilk olarak veri setindeki değişkenlerin arasındaki pozitif veya negatif yönlü ilişkinin ölçülebilmesi amacıyla pearson korelasyonu kullanılmış ve matris şeklinde gösterilmiştir (Şekil 2).

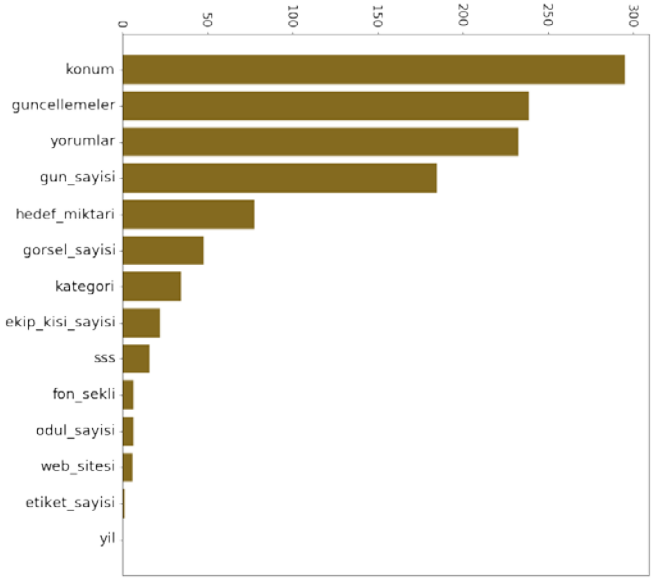


Şekil 2. Özniteliklerin Korelasyon Matrisi

Değişkenler, normal dağılıma uygunluk gösterdiği için Pearson korelasyonu tercih edilmiştir. Korelasyon matrisi incelendiğinde, pozitif ya da negatif anlamda aralarındaki değer r > 0.1 ve r < -0.1 olan değişkenler arasında ilişki olduğu söylenebilir. Şekil 1'e göre öne çıkan değişken ilişkileri şu şekilde özetlenebilir;

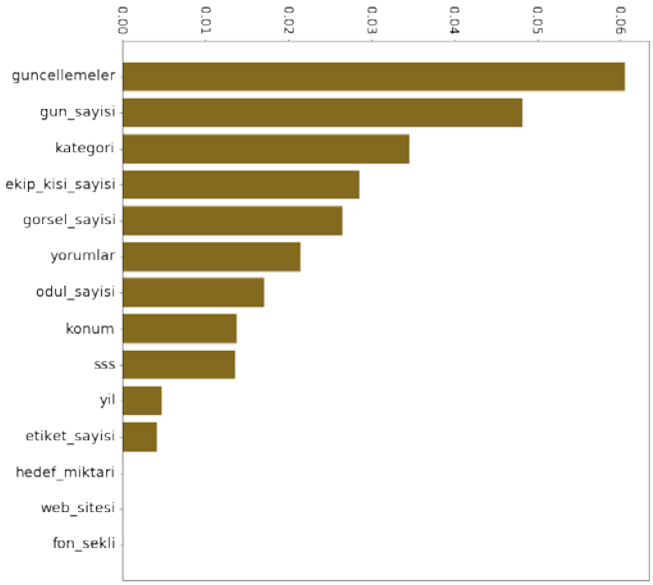
- Projeyi destekleyen kişi sayısı ile başarı durumu arasında pozitif bir ilişki bulunmaktadır.
- Kampanya destekçi sayısı ile güncelleme sayısı arasında pozitif bir ilişki bulunmaktadır. Ayrıca, destekçi ve yorum sayısı arasında yüksek düzeyde korelasyon vardır. Destekçi sayısı arttıkça proje oluşturucuları güncelleme sıklığını arttırmış ve dolaylı olarak yorum sayısı proje bazında artış göstermiştir.
- Kampanya destekçi sayısı ile konum verisi arasında korelasyon bulunmaktadır. Projeler özelinde, Marmara bölgesindeki projelerin destekçi sayısı ortalamalarının daha yüksek olduğu görülmüştür.
- Proje başarı durumu, projenin güncellenme sayısı, proje görsel sayısı, proje ekibindeki kişi sayısı, web sitesinin olma durumu ile pozitif ilişkilidir. Ayrıca başarı durumunun konum verisiyle korelasyonu yüksektir.
- Projelerin başladıkları yıl ile görsel sayısı arasında negatif bir ilişki bulunmaktadır. Yani 2013'den bu yana projelere eklenen görsel sayısı azalış eğilimindedir. Diğer taraftan yıl ile proje etiket sayısı arasında pozitif bir ilişki vardır. Dolayısıyla yakın tarihte sunulan projelerdeki video-görsel materyal sayısı azalış göstermiş, etiket sayısında ise artış olmuştur.
- Projeler "ya hep ya hiç" ya da "hepsi kalsın" modeliyle fonlanmaktadır. Bu noktada toplanan tutar ile destekçilerden toplanan fon arasında pozitif bir ilişki söz konusudur. Fonlama şekli ödül sayısı ile negatif bir ilişkiye sahiptir.
- Proje ekibindeki kişi sayısı ile proje görsel sayısı arasında pozitif bir ilişki bulunmaktadır. Görsel sayısı, web sitesi ve ödül sayısıyla da pozitif bir ilişkiye sahiptir.

Diğer taraftan, varyans analizi olarak da adlandırılan tek değişkenli öznitelik seçiminde (UFS) yöntemi en iyi özniteliklerin seçilmesiyle oluşturulmaktadır. Bu yöntemde değişkenler arasındaki istatistiksel anlam, hedef değişkenle karşılaştırılarak belirlenir. Karşılaştırma için öncelikle KBest skorlarıyla özniteliklerin önem sıralaması belirlenmiştir (Şekil 3). Bu noktada kaç özellik kullanılacağının da seçilmesi gerekmektedir. Seçim için sezgisel bir yaklaşım uygulanmış olup k=5 olarak seçilmiştir.



Şekil 3. UFS'e Göre Özniteliklerin Önem Sıralaması

UFS sonuçlarına göre proje başarısını en çok etkileyen öznitelikler; projenin gerçekleştirildiği şehir verisini içeren konum, projenin güncelleme sayısı, proje destekçilerinden gelen yorum sayısı, proje başlangıcından proje bitimine kadar geçen gün sayısı ve projenin hayata geçebilmesi için proje oluşturucusu tarafından belirlenen hedef miktarı olarak belirlenmiştir (Tablo 2). Destekçi sayısı ve toplanan tutar faktörleri proje bitiminde belli olduğu için öznitelik seçimi için kullanılmamıştır.



Şekil 4. MI'a Göre Özniteliklerin Önem Sıralaması

Son olarak filtreleme yöntemlerinden biri olan karşılıklı bilgi istatistikleri (MI) veri setine uygulanmıştır. MI, iki rastgele değişkenin karşılıklı ilişkisini analiz etmektedir. Yani, rastgele bir değişken hakkında diğer rastgele bir özniteliğin gözlemlenmesiyle elde edilen bilgi miktarını ortaya koyar. KBest skoruyla k=5 için uygulanan MI için özniteliklerin önem sıralaması belirlenmiştir (Şekil 4). MI sonuçlarına göre KF başarısını en çok etkileyen faktörler; proje oluşturucusu tarafından gerçekleştirilen güncelleme sayısı, proje başlangıcında belirlenen kampanya gün sayısı, projenin kategorisi, proje ekibindeki kişi sayısı ve proje galerisindeki görsel sayısı olarak bulunmuştur (Tablo 2).

Tablo 2. Yöntem ve Seçilen Öznitelikler

Yöntem	Seçilen Öznitelikler	KBest Skoru
Univiarite Feature Selection (UFS)	• Konum	294,450
	• Güncelleme Sayısı	238,195
	• Yorum Sayısı	231,859
	• Kampanya Gün Sayısı	184,270
	• Hedef Miktarı	77,101
Mutual Information (MI)	• Güncelleme Sayısı	0,0604
	• Kampanya Gün Sayısı	0,0480
	• Kategori	0,0344
	• Ekip Kişi Sayısı	0,0284
	• Görsel Sayısı	0,0264

Seçilen öznitelikler, başarı tahmini elde edilebilmesi amacıyla makine öğrenmesi algoritmalarıyla sınıflandırılmıştır. Test için dağınık veri setlerinde iyi performans gösteren Rasgele Orman algoritması (RF), Destek Vektör Makineleri (DVM), K-En Yakın Komşu (KNN) ve Lojistik Regresyon (LR) algoritmaları tercih edilmiş ve ortaya çıkan doğruluk (accuracy) sonuçları; F1, duyarlılık (Recall) ve kesinlik (Precision) değerlendirme metrik skorları ile birlikte analiz edilmiştir (Tablo 3, Tablo 4).

KF projelerinin sınıflandırılması noktasında kullanılan 4 algoritma içerisinde değerlendirme metrikleriyle birlikte en iyi sonucu, hem UFS öznitelikleriyle hem de MI öznitelikleriyle değerlendirildiğinde Lojistik Regresyon algoritması vermiştir.

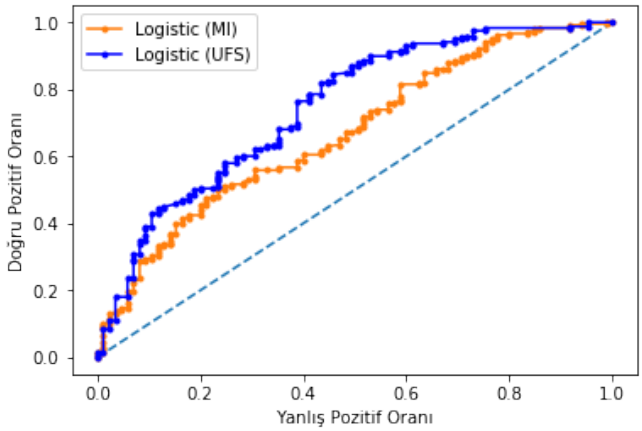
Tablo 3. UFS Öznitelikleriyle Sınıflandırma Sonuçlarının Karşılaştırılması

Algoritmalar	Accuracy Score	F1-Score	Recall	Precision
RF	0.75	0.84	0.86	0.81
DVM	0.73	0.84	0.94	0.73
KNN	0.74	0.83	0.90	0.78
LR	0.79	0.87	0.98	0.78

Tablo 4. MI Öznitelikleriyle Sınıflandırma Sonuçlarının Karşılaştırılması

Algoritmalar	Accuracy Score	F1-Score	Recall	Precision
RF	0.76	0.83	0.90	0.80
DVM	0.73	0.84	0.97	0.74
KNN	0.75	0.84	0.90	0.79
LR	0.77	0.86	0.97	0.77

Öznitelik seçim yöntemlerinin ortaya koyduğu sonuçların daha iyi anlaşılabilmesi için LR ile ortaya çıkan sonuçlar AUC skorlarıyla birlikte ROC eğrisi içerisinde gösterilmektedir (Şekil 5). Sonuç olarak UFS ile önerilen özniteliklerin KF başarısını sınıflandırma noktasında daha başarılı oldukları gözlemlenmiştir.



Şekil 5. ROC Eğrisiyle Sonuçların Karşılaştırılması

Ayrıca, ortaya çıkan sınıflandırma skorlarının, KF platformlarındaki projelerin daha ayrıntılı özniteliklerinin çıkarılması ile daha da arttırılabilme potansiyeli bulunmaktadır.

5 Sonuç

Çalışmamız kapsamında öznitelik seçimi için pearson korelasyonu ile oluşturduğumuz veri setindeki değişkenler arası ilişkiler incelenmiş, MI ve UFS yöntemleri ile öznitelik seçimi yapılmıştır. Bu doğrultuda, konum, güncelleme sayısı, yorum sayısı, kampanya gün sayısı ve hedef miktarı öznitelikleri başarıyı en çok etkileyen faktörler olarak belirlenmiştir. Belirlediğimiz öznitelikler makine öğrenmesi ve yapay sinir ağları yöntemleriyle yapılacak başarı tahminlerinde Türkiye'deki KF platform verileri için önerilmektedir.

Sonuç olarak, öznitelik seçimi, başarı tahminlemesi süreçlerinde makine öğrenmesi algoritmalarının sonuçlarını doğrudan etkilemekte ve daha iyi bir yapı kurulmasını desteklemektedir. Çünkü, öznitelik seçimi ilk olarak veri setindeki aşırı öğrenmeden (overfitting) kaçınmayı sağlar. İkinci olarak ise veri setinde ilgili araştırmaya etki etmeyecek özniteliklerin kaldırılması noktasında eleme işlevi görür. İsimlerle ilgili olan değişkenler buna örnek olarak gösterilebilir. Son olarak ise, veri setinin basit ve açıklanabilir olması gerekmektedir. Bu doğrultuda, bir veri setindeki öznitelik sayısı çok fazla olursa açıklanabilirliğini kaybeder ve hantal bir yapıya bürünür. Bu temel sebepler ile birlikte öznitelik seçimi süreçlerinin çok boyutlu veri setlerinde titizlikle uygulanması gerekir.

6 Gelecek Çalışmalar

Öznitelik seçimi süreçlerinde daha kalıcı sonuçlar elde edilebilmesi için, ince ayrıntı olarak kabul gören tüm özniteliklerin veri setine dahil edilmesi ve farklı öznitelik seçimi yöntemlerinin de uygulanarak analiz edilmesi gerekmektedir (proje oluşturucusunun geçmiş deneyimleri, proje içeriğindeki kelime sayısı vb). Ayrıca Türkiye'deki kitle fonlamasını etkileyen başarı faktörlerinin daha derinlemesine incelenmesi için diğer platform verilerinin de toplanarak analiz edilmesi, daha iyi sınıflandırma tahminlerinin yapılmasını sağlayabilir. Bu doğrultuda gelecek çalışmalarda, gözetimli öğrenme modelleri için kullanılan Fisher's Scoring, özyinelemeli öznitelik kaldırma ve çapraz doğrulama ile özyinelemeli öznitelik seçimi yöntemleri veri seti için uygulanabilir. Ortaya çıkan sonuçların karşılaştırılmasıyla makine öğrenmesi algoritmaları ve yapay sinir ağları için en iyi performansı gösterecek özniteliklerin bulunması, daha iyi bir tahmin mekanizmasının oluşmasını sağlayacaktır.

Kaynaklar

[1] C. Borrero-Domínguez, E. Cordón-Lagares, and R. Hernández-Garrido, "Analysis of success factors in crowdfunding projects based on rewards: A way to obtain financing for socially committed projects," Heliyon, vol. 6, no. 4, Apr. 2020, doi: 10.1016/j.heliyon.2020.e03744.

[2] Ş. Sakarya, E. Bezirgan, B. Üniversitesi, İ. Bölümü, and İ. Abd, "KİTLESEL FONLAMA PLATFORMLARI: TÜRKİYE VE YURTDIŞI KARŞILAŞTIRMASI," Dec. 2018. Accessed: Jan. 26, 2021. [Online]. Available: https://dergipark.org.tr/en/pub/dusbed/503000.

[3] "Crowdfunding Statistics in 2020." https://www.crowdcrux.com/crowdfunding-statistics-in-2020/ (accessed Mar. 01, 2021).

[4] B. Açıkgöz, Y. Ayanoğlu, and S. S. Yanık, "Muhasebe Bakış Açısından Bağış (Yardım) ve Ödüle Dayalı Kitlesel Fonlama," Muhasebe ve Finans. Derg., no. 86, pp. 99–120, Apr. 2020, doi: 10.25095/mufad.710215.

[5] M. Alazazi, B. Wang, and T. Allan, Success Factors of Donation-Based Crowdfunding Campaigns: A Machine Learning Approach. .

[6] C. Çubukçu, "Kitlesel Fonlama : Türkiye ' deki Kitlesel Fonlama Platformları Üzerinden Bir Değerlendirme," Girişimcilik ve İnovasyon Yönetimi Derg., vol. 6, no. 2, pp. 155–172, 2017.

[7] J. Y. Yeh and C. H. Chen, "A machine learning approach to predict the success of crowdfunding fintech project," J. Enterp. Inf. Manag., no. 107, 2020, doi: 10.1108/JEIM-01-2019-0017.

[8] M. K. Çonkar and M. F. Canbaz, "Kitle Fonlaması Finansman Yöntemi: Türkiye'de Sistemin Geliştirilmesine Yönelik Öneriler," Optim. Ekon. ve Yönetim Bilim. Derg., vol. 5, no. 2, pp. 119–132, Jul. 2018, doi: 10.17541/optimum.359492.

[9] D. Mehanović and J. Kevrić, "Phishing website detection using machine learning classifiers optimized by feature selection," Trait. du Signal, vol. 37, no. 4, pp. 563–569, Oct. 2020, doi: 10.18280/TS.370403.

[10] J. Shi, K. Yang, W. Xu, and M. Wang, "Leveraging deep learning with audio analytics to predict the success of crowdfunding projects," J. Supercomput., pp. 1–21, Jan. 2021, doi: 10.1007/s11227-020-03595-2.

[11] S. Jhaveri, I. Khedkar, Y. Kantharia, and S. Jaswal, "Success prediction using random forest, catboost, xgboost and adaboost for kickstarter campaigns," in Proceedings of the 3rd International Conference on Computing Methodologies and Communication, ICCMC 2019, Mar. 2019, pp. 1170–1173, doi: 10.1109/ICCMC.2019.8819828.

[12] Y. Li, V. Rakesh, and C. K. Reddy, "Project success prediction in crowdfunding environments," in WSDM 2016 - Proceedings of the 9th ACM International Conference on Web Search and Data

Mining, Feb. 2016, pp. 247–256, doi: 10.1145/2835776.2835791.
[13] J.-A. Koch and M. Siering, "Crowdfunding Success Factors : the Characteristics of Successfully," Eur. Conf. Inf. Syst. Proc., pp. 1–15, 2015.
[14] M. D. Greenberg, B. Pardo, K. Hariharan, and E. Gerber, "Crowdfunding Support Tools: Predicting Success & Failure," in CHI '13 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems, 2013, pp. 1815–1820, doi: 10.1145/2468356.2468682.
[15] W. Wang, H. Zheng, and Y. J. Wu, "Prediction of fundraising outcomes for crowdfunding projects based on deep learning: a multimodel comparative study," Soft Comput., vol. 24, no. 11, pp. 8323–8341, 2020, doi: 10.1007/s00500-020-04822-x.
[16] M. J. Ryoba, S. Qu, and Y. Zhou, "Feature subset selection for predicting the success of crowdfunding project campaigns," Electron. Mark., pp. 1–14, Jan. 2020, doi: 10.1007/s12525-020-00398-4.
[17] D. Zvilichovsky, S. Danziger, and Y. Steinhart, "Making-the-Product-Happen: A Driver of Crowdfunding Participation," J. Interact. Mark., vol. 41, pp. 81–93, Feb. 2018, doi: 10.1016/j.intmar.2017.10.002.
[18] H. Yuan, R. Y. K. Lau, and W. Xu, "The determinants of crowdfunding success: A semantic text analytics approach," Decis. Support Syst., vol. 91, pp. 67–76, Nov. 2016, doi: 10.1016/j.dss.2016.08.001.
[19] E. Mollick, "The dynamics of crowdfunding: An exploratory study," J. Bus. Ventur., vol. 29, no. 1, pp. 1–16, Jan. 2014, doi: 10.1016/j.jbusvent.2013.06.005.
[20] M. J. Zhou, B. Lu, W. P. Fan, and G. A. Wang, "Project description and crowdfunding success: an exploratory study," Inf. Syst. Front., vol. 20, no. 2, pp. 259–274, Apr. 2018, doi: 10.1007/s10796-016-9723-1.
[21] V. Kuppuswamy and B. L. Bayus, Crowdfunding Creative Ideas: The Dynamics of Project Backers in Kickstarter. 2013.
[22] R. Shneor and A. A. Vik, "Crowdfunding success: a systematic literature review 2010–2017," Baltic Journal of Management, vol. 15, no. 2. Emerald Group Publishing Ltd., pp. 149–182, Apr. 26, 2020, doi: 10.1108/BJM-04-2019-0148.
[23] A. Ralcheva and P. Roosenboom, "Forecasting success in equity crowdfunding," Small Bus. Econ., vol. 55, no. 1, pp. 39–56, Jun. 2020, doi: 10.1007/s11187-019-00144-x.
[24] V. Etter, M. Grossglauser, and P. Thiran, "Launch hard or go home! Predicting the success of kickstarter campaigns," COSN 2013 - Proc. 2013 Conf. Online Soc. Networks, pp. 177–182, 2013, doi: 10.1145/2512938.2512957.
[25] A. Lukkarinen, J. E. Teich, H. Wallenius, and J. Wallenius, "Success drivers of online equity crowdfunding campaigns," Decis. Support Syst., vol. 87, pp. 26–38, Jul. 2016, doi: 10.1016/j.dss.2016.04.006.

Katı faz ekstraksiyonu ile sulu çözeltilerde Hg (II) iyonlarının tayini

Çiğdem ÖTER[1]*

[1]*Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Fakültesi, Kimya Bölümü, Van, TÜRKİYE*

Özet

Doğal sularda cıva genel olarak Hg (II) ve MeHg (I) iyonları şeklinde bulunur. Hg (II) iyonları, MeHg(I) bileşiğine göre daha az toksiktir. MeHg (I) gibi organocıva bileşikleri, cıvanın biyolojik moleküllerdeki sülfanil gruplarına olan kimyasal ilgisi nedeniyle canlılarda birikir ve kansorejen etki göstermektedir. Bu bileşikler özellikle deniz ürünlerinde birikmekte ve beslenme ile insanlara ulaşabilmektedir. Bu yüzden bu iki iyonun doğru olarak tayini önemlidir.

Düşük derişimleri nedeniyle, bu iyonların tayininde oldukça duyarlı, doğru ve hızlı yöntemlere ihtiyaç vardır. Sıvı numuneler söz konusu olduğunda, en çok kullanılan numune ön işlemi, gerekli düşük tespit limitlerini elde etmek için katı faz ekstraksiyonu (SPE) kullanılarak analit ekstraksiyonudur. Katı faz ekstraksiyonu (SPE), karmaşık matrislerin veya düşük konsantrasyonlu analitlerin analizinde kullanılan bir ön konsantrasyon veya ayırma tekniğidir. Bu yöntem, sıvı numunelerin istenmeyen bileşenlerden ayırmak amacıyla, adsorban görevindeki çeşitli maddelerin yardımıyla, tek kullanımlık kolonlara doldurularak, hızlı bir şekilde numune hazırlanmasını sağlamıştır. Sıvı-sıvı ekstraksiyona göre çok daha ucuz, daha daha hızlı ve daha az çözücüyle çalışma imkanı sunar. Ayrıca analizin verimini artırır, temiz ekstrakt sağlar ve yüksek geri kazanım oranları sağlar.

Bu çalışmada, pirinç tanecikleri SPE yönteminde katı faz olarak kullanılmıştır. Belli konsantrasyonda Hg (II) çözeltileri koşullanmış katı fazdan geçirildi. Katı faz ekstraksiyonunun tüm aşamaları tamamlandıktan sonra Hg (II) iyonları katı faz yüzeyinden uygun bir çözücü yardımı ile elde edildi. Aynı işlemler ticari C18-SPE kartuşu kullanılarak da yapıldı. Ekstraksiyon işlemleri sonucunda Hg (II) iyonlarının % geri kazanım değerleri, 532 nm'de UV spektrometre kullanılarak belirlendi.

Anahtar Kelimeler: *Cıva II, Katı Faz Ekstraksiyonu, Pirinç Tanecikleri*

Determination of Hg (II) ions in aqueous solutions by solid phase extraction

Abstract

Mercury in natural waters is generally found in the form of Hg (II) and MeHg (I) ions. Hg (II) ions are less toxic than MeHg (I). Organo-mercury compounds such as MeHg (I) accumulate in living things and show carcinogenic effects due to the chemical affinity of mercury to sulfanyl groups in biological molecules. These compounds accumulate especially in seafood and can reach humans through diet. Therefore, the correct determination of these two ions is important.

Due to their low concentrations, highly sensitive, accurate and fast methods are needed for the determination of these ions. In the case of liquid samples, the most used sample pretreatment is analyte extraction using solid phase extraction (SPE) to achieve the required low limits of detection. Solid phase extraction (SPE) is a preconcentration or separation technique used in the analysis of complex matrices or low concentration analytes. This method enables rapid sample preparation by filling in disposable columns with the help of various substances acting as adsorbents to separate liquid samples from undesirable

components. It is much cheaper, faster and with less solvent than liquid-liquid extraction. It also increases the efficiency of the analysis, provides clean extract and provides high recovery rates.

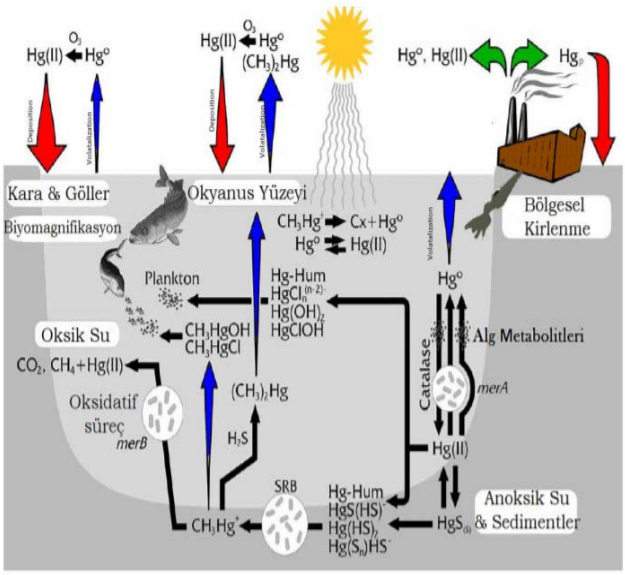
In this study, rice particles were used as solid phase in SPE method. Solutions of Hg (II) at a given concentration were passed through the conditioned solid phase. After all the steps of the solid phase extraction were completed, Hg (II) ions were obtained from the solid phase surface with the help of a suitable solvent. The same procedures were repeated for the commercial C18-SPE cartridge. As result of the extraction processes, % recovery values of Hg (II) ions were determined at 532 nm using a UV spectrometer.

Keywords: *Mercury II, Solid Phase Extraction, Rice Particles*

Giriş

USEPA (Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı) tarafından hazırlanan 129 öncelikli kimyasal maddenin listesinde yer alan cıva, dünyadaki en toksik kimyasallardan biridir. Cıva, oda sıcaklığında sıvı olan tek saf metaldir. Cıvanın erime noktası -39 °C'dir. Cıva saf metaller içerisinde en düşük erime noktasına sahiptir. Ayrıca bu element 357 °C gibi düşük bir kaynama noktasına sahiptir. Cıva, balık, hayvan ve insanda biyoakümülasyon yeteneğine sahip kalıcı bir çevre kirleticidir [1].

Çevre, cıva ile doğal kaynaklardan, insani ve en çok da endüstriyel faaliyetlerden kirlenir. Cıva, tarımda kullanılan fungisit ve bakterisitlerden, kimya endüstrisindeki katalizörlere kadar 3000'den fazla alanda kullanılmaktadır. Çevreye salınan cıva, hava, toprak ve su arasında döngüye sahiptir (Şekil 1) Okyanus ve göl sedimentlerinde birikebilir.



Şekil 1. Cıvanın tabiattaki döngüsü [2]

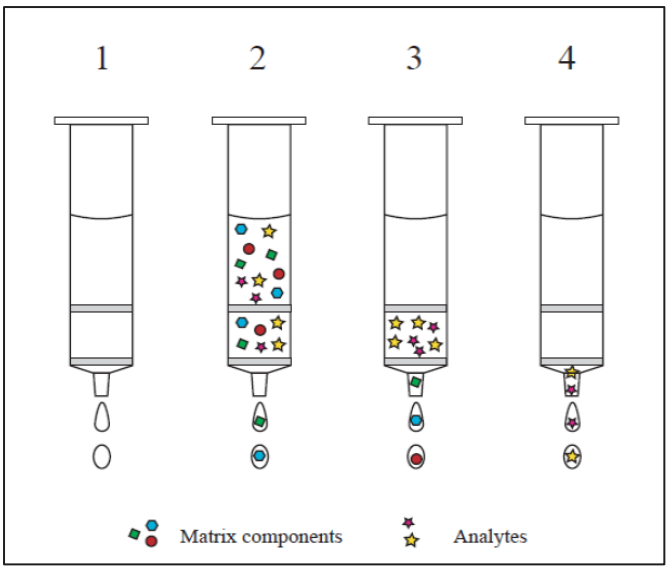
Tüm cıva bileşikleri toksiktir özellikle nörotoksin olan MeHg (I) organocıva bileşiği daha toksiktir. Metil cıva, insanlar ve hayvanların, çeşitli organlarında olumsuz etkilere neden olabilir. İnsanlarda bildirilen en ciddi etkiler, Japonya ve Irak'taki yüksek doz cıva zehirlenmesinde görüldü. Akut cıva maruziyeti, parestezi, ataksi, duyu bozuklukları, titreme, bulanık görme, konuşma zorluğu, işitme zorlukları, körlük, sağırlık ve ölüm gibi çeşitli belirtilere neden olacak şekilde, sinir sisteminde kalıcı hasar meydana getirebilir. Cıva, nörotoksisiteye ilaveten, inorganik ve/veya organik formlarda diğer sistemleri de etkileyebilir ve böbrek toksisitesi, miyokard enfarktüsü, bağışıklık bozukluğu ve düzensiz tansiyon gibi yan etkilere neden olabilir [3, 4].

Su ortamındaki kirliliği önlemek için Hg (II) iyonları fiziksel ve kimyasal yöntemlerle işlenebilir. Sıvı numuneler söz konusu olduğunda, en çok kullanılan numune ön işlemi, gerekli düşük tespit limitlerini elde etmek için katı faz ekstraksiyonu (SPE) kullanılarak analit ekstraksiyonudur. Katı faz ekstraksiyonu (SPE), karmaşık matrislerin veya düşük konsantrasyonlu analitlerin analizinde kullanılan bir ön konsantrasyon veya ayırma tekniğidir.

Katı Faz ekstraksiyonu

Bu yöntem, sıvı numunelerin istenmeyen bileşenlerden ayırmak amacıyla, adsorban görevindeki çeşitli maddelerin yardımıyla, tek kullanımlık kolonlara doldurularak, hızlı bir şekilde numune hazırlanmasını sağlamıştır. Sıvı-sıvı ekstraksiyona göre çok daha ucuz, daha daha hızlı ve daha az çözücüyle çalışma imkânı sunar. Ayrıca analizin verimini artırır, temiz ekstrakt sağlar ve yüksek geri kazanım oranları sağlar.

SPE süreci Şekil 2'de gösterildiği gibi genellikle dört farklı adımdan oluşur [5]:



Şekil 2. SPE işleminin dört adımı, koşullandırma (1), örnek uygulama (2), yıkama (3) ve elüsyon (4)

1) Sorbentin uygun hale getirilmesi, fazlar arasında iyi yüzey teması sağlamak için önemlidir. Bu genellikle sorbentin uygun polariteye sahip organik bir çözücü ile ıslatılmasıyla yapılır. Bu aşama aynı zamanda sorbentin, polarite, iyonik kuvvet ve pH açısından numuneye mümkün olduğunca benzer bir çözelti ile dengelenmesini de içerir.

2) Bu adımda, numune, emici yatak boyunca, basitçe yerçekimi ile veya hafif bir vakum veya basınç uygulanarak süzülür. Analitlerin sorbente verimli kütle transferini teşvik etmek için bu adımda akış hızının kontrol edilmesi önemlidir. Uygun bir akış hızı, partikül boyutu dağılımına, kolon boyutlarına ve sorbentin paketleme özelliklerine bağlıdır.

3) Burada amaç, analitleri elüsyona uğratmadan numune matrisinden tutulan parazitleri yıkamaktır.

4) Elüsyon aşaması, sorbent üzerinde analitin tutulmasının bozulmasını içerir. Olası etkileşimlerin bir kombinasyonunu sunan bir çözücü genellikle en etkilidir. Elüsyon çözücü hacminin, analitin önceden konsantre edilmesi için yeterince küçük olması avantajlıdır. Ayrıca, çözücü ideal olarak nihai analiz ile uyumlu olmalıdır [6].

Bu çalışmada, pirinç tanecikleri SPE yönteminde katı faz olarak kullanılmıştır. 25 mg/L ve 50 mg/L konsantrasyonda Hg (II) çözeltileri koşullanmış katı fazdan geçirildi. Katı faz ekstraksiyonunun tüm aşamaları tamamlandıktan sonra Hg (II) iyonları katı faz yüzeyinden uygun bir çözücü yardımı ile elde edildi. Aynı işlemler ticari C18-SPE kartuşu kullanılarak da yapıldı. Ekstraksiyon işlemleri sonucunda Hg (II) iyonlarının % geri kazanım değerleri, 532 nm'de UV spektrometre kullanılarak belirlendi.

Materyal ve Yöntem

100 mg pirinç tanecikleri adsorbanı, 3 mL boş SPE kartuşunda sabitlendi ve kartuş, 12 portlu bir SPE vakum manifolduna yerleştirildi. Kartuş, 5 ml damıtılmış su ve 5 ml metanol geçirilerek koşullandırıldı. Daha sonra 10 mL 25 mg/L ve 50 mg/L $HgCl_2$ çözeltisi kartuştan 1 mL/dak akış hızında geçirildi [7].

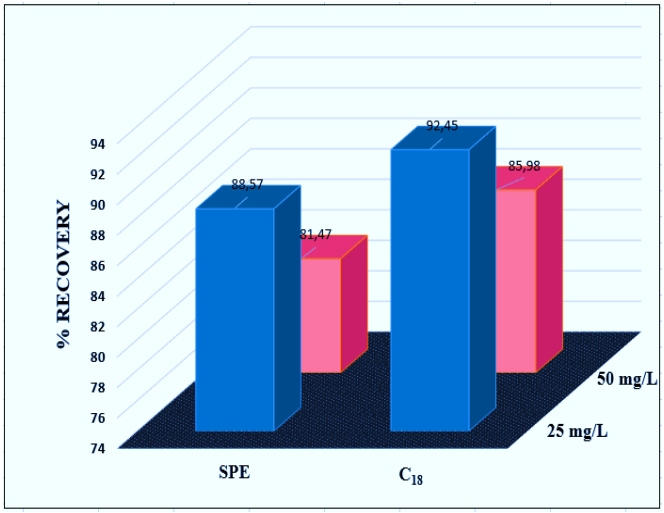
Numune SPE kartuşuna yükledikten sonra, matris girişimlerini ortadan kaldırmak için 3 mL yıkama çözücüsü olarak saf su geçirildi. Kartuş, 5 dakika süreyle havayla kurutuldu. Hg (II) iyonları, 5 ml eluent çözelti kullanılarak kartuşlardan geri kazanıldı. Aynı şey ticari C18 kartuşu için de yapıldı.

Çözeltilerdeki Hg (II) konsantrasyonu, bir UV spektrofotometre kullanılarak 532 nm' de belirlendi [8]. Elde edilen veriler pirinç tanecikleri ile hazırlanan SPE kartuş ile ticari C18-SPE karşılaştırılarak değerlendirildi.

Şekil 3. Katı faz ekstraksiyonu

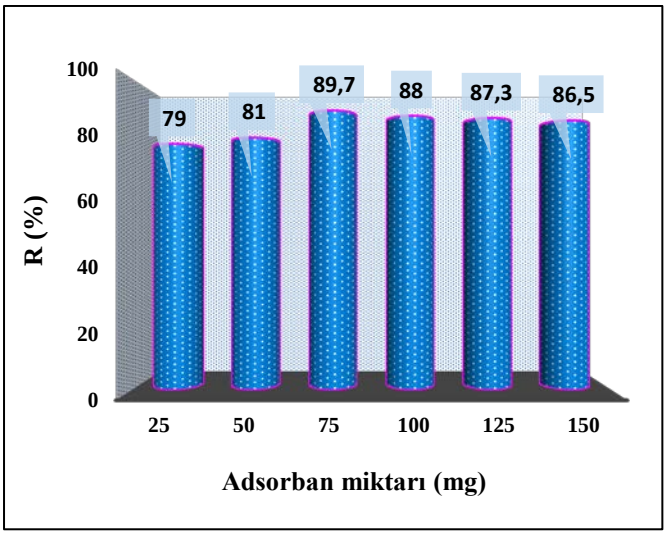
Bulgular

Sulu çözeltilerdeki Cıva II iyonlarının belirlenmesi için katı faz ekstraksiyonu yapıldı. Pirinç tanecikleri kullanılarak hazırlanmış SPE kartuşlu ve ticari C18 kolon üzerinde yapılan işlemler sonucunda UV-VIS Spektrofotometre ile elde edilen sonuçlar Şekil 4 'te gösterilmiştir. Bu sonuçlara göre katı faz ekstraksiyonunda oldukça yüksek geri dönüşüm yüzdeleri elde edilmiştir. Cıva II çözeltileri için hem 25 mg/L hem de 50 mg/L konsantrasyonda C18 kolon işlemleri için geri kazanım yüzdesi, pirinç tanecikleri katı fazlı SPE kartuşundan daha yüksek olarak belirlenmiştir.



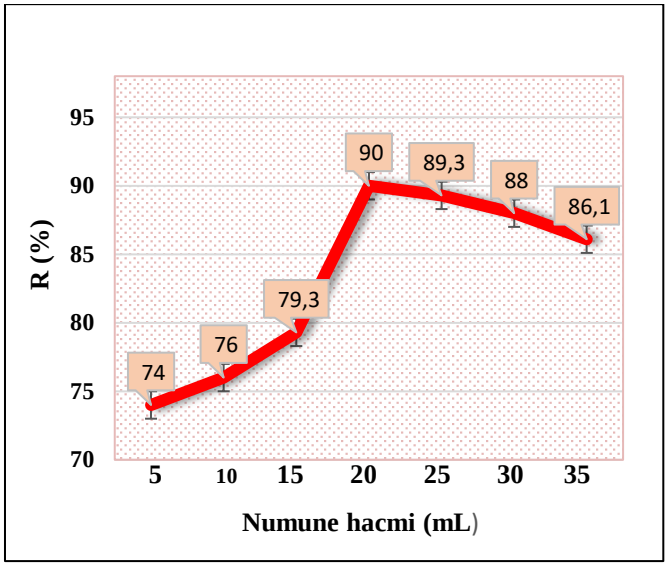
Şekil 4. Hg (II) iyonlarının, ticari C18 kolon ve pirinç tanecikleri katı fazı ile SPE yöntemi uygulamaları

Adsorban dozunun Hg (II)'nin kantitatif tutulmasına etkisini incelemek için geliştirilen SPE yönteminde 25-150 mg arasında değişen farklı miktarlarda doğal adsorban (pirinç tanecikleri) kullanılmıştır. Maksimum geri kazanım (%89,7) 75 mg adsorban kullanılarak elde edildiğinden, bu miktar optimum adsorban miktarı olarak belirlendi (Şekil 5). Ayrıca, adsorban miktarı 75 mg'dan fazla arttırıldığında, ekstrakte edilen Hg (II) miktarında küçük düşüşler gözlenmiştir.



Şekil 5. SPE yöntemi ile Hg (II)'nin geri kazanılmasına adsorban miktarının etkisi

Optimum ekstraksiyon verimliliği için deneyler, 25 mg/L Hg (II) için 5 mL ile 35 mL arasında değişen farklı yükleme hacimleri kullanılarak gerçekleştirildi. Hg (II)'nin geri kazanımı 20 mL numune kullanıldığında en yüksek değere (%90) ulaşmış, ancak daha yüksek hacimlerde biraz daha düşük geri kazanım değerleri göstermiştir (Şekil 6). SPE adsorbanı (pirinç tanecikleri) için en yüksek geri kazanım, analitin aktif bölgelere yüksek oranda bağlandığını gösteren 20 mL yükleme hacminde gözlendi. >20 mL'lik bir yükleme hacminde, muhtemelen adsorban aktif bölgelerin aşırı doygunluğundan dolayı eklenen analitin absorbe edilememesine bağlı olarak geri kazanım azalmıştır.



Şekil 6. SPE yöntemi ile Hg (II)'nin geri kazanılmasına numune hacminin etkisi

Sonuçlar

Katı faz ekstraksiyonu (SPE), günümüzde numune temizleme ve zenginleştirme için kullanılan en yaygın tekniklerden biridir. Geliştirdiğimiz yöntem, sulu çözeltilerdeki Cıva II iyonlarını analiz etmek için optimize edilmiş ve %90 gibi yüksek bir geri kazanım oranı elde edilmiştir. SPE, düşük maliyetli, çok az organik solvent kullanımı gerektiren çevre dostu, hassas ve seçici bir yöntemdir. Ekstraksiyon adımları hızlı ve kolaydır. Bu nedenle sulardaki ağır metallerin uzaklaştırılması için oldukça önemlidir.

Kaynaklar

[1] Chang TC, You S J, Yu BS, Kong, HW. "The fate and management of high mercury-containing lamps from high technology industry", Journal of hazardous materials, 141(3), 784-792, 2007.

[2] Barkay T, Miller SM, Summers AO. "Bacterial mercury resistance from atoms to ecosystems", FEMS Microbiology Reviews, 27(2-3), 355-384, 2003.

[3] Clarkson TW, Magos L. "The toxicology of mercury and its chemical compounds", Critical reviews in toxicology, 36(8), 609-662, 2006.

[4] Committee on the Toxicological Effects of Methylmercury, Board on Environmental Studies and Toxicological Effects of Methylmercury, Commission on Life Sciences, National Research Council. "Toxicological Effects of Methylmercury," Washington, DC: National Academic Press, 4, 2000.

[5] Möller K. Doctoral Thesis 'Molecularly Imprinted Solid-Phase Extraction and Liquid Chromatography/Mass Spectrometry for Biological Samples', ISBN 91-7155-234-0, 1-91 pp., Printed by Intellecta DocuSys AB, Nacka, Sweden, 2006.

[6] Beltran A, Borrull F, Cormack P A G, Marce R M. 'Molecularly-imprinted polymers: useful sorbents for selective extractions', Trends in Analytical Chemistry, 29 (11), 1363-1375, 2010.

[7] Samaneh S S, Gazi M. 'Removal of Mercury (II) from Aqueous Solution using Chitosan-graft-Polyacrylamide Semi-IPN Hydrogels', Separation Science and Technology, 48, 1382-1390, 2013.

[8] [8] Sanagi, M.M., Salleh S., Ibrahim, W.A.W., Naim, A.A., Hermawan, D.,et. al. Molecularly imprinted polymer solid-phase extraction for the analysis of organophosphorus pesticides in fruit samples. J. Food Compost. Anal. 32, 155-161, 2013.

Çocukluk Çağı Akut Lenfoblastik Lösemide CBS Geninin In Silico Analizi

Deniz AŞLAR ÖNER[1]*

[1]*Afyonkarahisar Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Atatürk Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Afyonkarahisar, TÜRKİYE*

Özet

Akut lenfoblastik lösemi (ALL), çocukluk çağındaki tüm neoplastik hastalıkların %30'unu oluşturan, gelişim çağının en yaygın malignitesidir. ALL'nin genetik açıdan incelenmesi için pek çok metabolik yolak araştırılmıştır. Özellikle folat metabolik yolağı, DNA metilasyonu dâhil temel metilasyon reaksiyonlarında S-Adenozilmetiyonin (SAM) ve metiyonin sentezi için gerekli olduğundan lösemi gelişiminde önemli rol oynamaktadır. Literatürde folat metabolizmasında yer alan enzimleri kodlayan genler tanımlanmıştır. Homosistein ve serinden sistatyonin sentezlenmesini katalizleyen sistatyonin-β-sentaz (CBS) bu genlerden birisidir. Yapılan literatür taramasına göre CBS geninde yer alan varyantların zararlı etkileri bugüne kadar in silico olarak öngörülmemiştir. Bu çalışmada, CBS genindeki yanlış anlamlı (missense) varyantların hastalığa yatkınlıkta önemli rolü olabilecek protein yapısı ve stabilizasyonu üzerindeki olası zararlı etkilerinin in silico yöntemler kullanılarak belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla Ulusal Biyoteknoloji Bilgi Merkezi (NCBI), Tek Nükleotid Polimorfizm Veri Tabanından (dbSNP), CBS geninde belirlenen tüm varyantlar arasından yanlış anlamlı varyantların seçimi sağlanmıştır. Bu varyantlarda zararlı olanların tespiti için SIFT, Polyphen-2, I-Mutant 2.0 ve HOPE yazılımları kullanılarak biyoinformatik analiz gerçekleştirilmiştir. Analizlerin sonuçları, CBS geninde toplam 6018 varyant bulunduğunu ve bunların 495 tanesinin yanlış anlamlı varyant olduğunu göstermiştir. Bunlardan 24'ünün patolojik varyant olabileceği biyoinformatik analizler ile belirlenmiştir. Sonuç olarak, lösemi ile ilişkilendirilen CBS geninde zararlı olduğu tespit edilen varyantların belirlenmesi, araştırmacılara yapacakları deneysel çalışmalarda hem ön bilgiler sunması açısından hem de zaman ve maliyet kaybını önlemek açısından değerli olacaktır.

Anahtar Kelimeler: *Akut lenfoblastik lösemi, CBS, Polyphen-2, SIFT, in silico analiz*

In Silico Analysis of the CBS Gene in Childhood Acute Lymphoblastic Leukemia

Abstract

Acute lymphoblastic leukemia (ALL) is the most common malignancy of the developmental age, including 30% of all neoplastic diseases in childhood. Many metabolic pathways have been investigated for genetic investigation of ALL. In particular, the folate metabolic pathway plays an important role in the development of leukemia, as it is necessary for the synthesis of S-Adenosylmethionine (SAM) and methionine in basic methylation reactions, including DNA methylation. Genes encoding enzymes involved in folate metabolism have been described in the literature. Cystathionine-β-synthase (CBS), which catalyzes the synthesis of cystathionine from homocysteine and serine, is one of these genes.). According to the literature review, the harmful effects of the variants in the CBS gene have not been predicted as in silico to date. In this study, it was aimed to determine the potential deleterious effects of missense variants in the CBS gene on protein structure and stabilization, which may have an important role in susceptibility to disease, using in silico methods. For this purpose, from the National Center for Biotechnology Information (NCBI) Single Nucleotide Polymorphism Database (dbSNP), the selection of missense variants among all the variants identified in the CBS gene was provided. Bioinformatics analysis was performed using SIFT, Polyphen-2, I-Mutant 2.0 and

HOPE software to detect deleterious ones in these variants. The results showed that there were a total of 6018 variants in the CBS gene, of which 495 were missense variants. Bioinformatics analyzes have determined that 24 of these may be pathological variants. In conclusion, determining the variants found to be harmful in the CBS gene associated with leukemia will be valuable in terms of providing preliminary information to researchers in their experimental studies and preventing time and cost loss.

Keywords: *Acute lymphoblastic leukemia, CBS, Polyphen-2, SIFT, in silico analysis*

1 Giriş

Çocukluk çağında görülen malignitelerin %30'undan fazlasını lösemiler oluşturmaktadur. Lösemi gelişiminde tek bir faktör etkili olmayıp, çevresel ve genetik faktörler birlikte rol oynamaktadır (Yöntem, 2018). Akut lenfoblastik lösemi (ALL), çocukluk çağındaki tüm neoplastik hastalıkların %30'unu oluşturan, gelişim çağının en yaygın malignitesidir. Hematopoitetik kanser kök hücresinden köken alan hücrelerin anormal farklılaşması ve çoğalmasıyla karakterizedir. Bu hücreler kemik iliğinde birikerek normal kan hücrelerinin büyümesini ve farklılaşmasını baskılamaktadır. Lösemi vakalarının yaklaşık %70'i 15 yaşın altındaki hastalarda ortaya çıkmaktadır [1,2].

ALL'nin genetik açıdan incelenmesi için pek çok metabolik yolak araştırılmıştır. Özellikle folat metabolik yolağı, DNA metilasyonu dâhil temel metilasyon reaksiyonlarında S-Adenozilmetiyonin (SAM) ve metiyonin sentezi için gerekli olduğundan lösemi gelişiminde önemli rol oynamaktadır. Folat DNA'nın timin, adenin ve guanin bazlarının sentezi için gerekli tek karbon ünitesini sağlamaktadır, aynı zamanda düzenleyici molekül olarak işlev görmektedir [3-5]. Folat eksikliğinde metiyonin yapımı azalmakta ve hücreiçi S-adenosilmetiyonin düzeyi düşmektedir. Bunun sonucu olarak DNA'da sitosin ve timin metilasyonu bozulmakta, hücrelerin bölünmesi sırasında metafaz ve anafazda ilerlemesi durmaktadır. Folat yetersizliğinin hücre bölünmesini etkilediği göz önüne alındığında, folatın hücreler için çok önemli olduğu ve bu hücrelerin yeterli düzeyde folata ihtiyaç duyduğu ortaya çıkmaktadır. Düşük folat seviyesi, urasilin hatalı birleşmesi yoluyla kanser riskini artırmaktadır, bu artış DNA çift zincir kırıklarına ve kromozomal hasara, proto-onkogenlerin veya tümör supresörgenlerin DNA hipometilasyonuna yol açmaktadır. DNA hipometilasyonu ve urasilin hatalı birleşmesi karsinogenezde önemli faktörler olarak kabul edilmektedir [6,7].

Homosistein ve serinden sistatyonin sentezlenmesini katalizleyen sistatyonin-β-sentaz (CBS) folat metabolizmasında rol oynayan genlerden birisidir. CBS enzimini (EC 4.2.1.22) kodlayan bu gen, kromozomun 21q22.3 bölgesinde lokalize olmuştur ve 23 eksondan oluşur [8]. Yapılan literatür taramasına göre CBS geninde yer alan varyantların zararlı etkileri bugüne kadar in silico olarak öngörülmemiştir. Bu çalışmada, CBS genindeki yanlış anlamlı (missense) varyantların hastalığa yatkınlıkta önemli rolü olabilecek protein yapısı ve stabilizasyonu üzerindeki olası zararlı etkilerinin in silico yöntemler kullanılarak belirlenmesi amaçlanmıştır.

2 Yöntem

CBS genindeki missense varyantlar, Ulusal Biyoteknoloji Bilgi Merkezi (NCBI), Tek Nükleotid Polimorfizm Veri Tabanından (dbSNP) (Erişim tarihi: 3 Mart 2021) elde edilmiştir. CBS geninde belirlenen tüm varyantlar arasından yanlış anlamlı varyantların seçimi sağlanmıştır. Bu varyantlarda zararlı olanların tespiti için Polyphen-2 ve SIFT yazılımları kullanılarak biyoinformatik analiz gerçekleştirilmiştir. Yüksek Polyphen-2 skoru (=1) ve SIFT tolerans indeksi 0.000-0.005 olan patolojik varyantlar çok zararlı bulunmuştur. Zararlı olarak tespit edilen varyantlarda amino asit değişiminin proteinin stabilizasyonu üzerine etkisini belirlemek için I-Mutant 2.0 yazılımı kullanılmıştır. Değişen amino asitlerin, proteinin üç boyutlu yapısına etkilerini görebilmek için HOPE yazılımı kullanılarak modelleme yapılmıştır.

3 Bulgular

Sonuçlar, CBS geninde toplam 6018 varyant bulunduğunu ve bunların 495 tanesinin yanlış anlamlı varyant olduğunu göstermiştir. Bunlardan 24'ünün patolojik varyant olabileceği biyoinformatik analizler ile belirlenmiştir (Tablo 1). Zararlı olarak tespit edilen varyantlarda amino asit değişiminin, proteinin stabilizasyonu üzerine etkisini belirlemek için I-Mutant ve HOPE programları ile modelleme yapılmıştır (Tablo 2).

4 Tartışma ve Sonuç

Çalışmada kullanılan in silico teknikler ile nükleotid değişimlerinin protein üzerindeki olası zararlı

etkilerini belirlemesi hayvan deneyleri ile yapılacak çalışmalara alternatif çözümler sunabilir. Sonuç olarak, lösemi ile ilişkilendirilen CBS geninde zararlı olduğu tespit edilen varyantların belirlenmesi, araştırmacılara yapacakları deneysel çalışmalarda hem ön bilgiler sunması açısından hem de zaman ve maliyet kaybını önlemek açısından değerli olacaktır.

Kaynaklar

[1] Hodby KA, Marks DI. "Recent Advances in the Management of Acute Lymphoblastic Leukaemia". Current Treatment Options in Oncology, 21(3), 23, 2020.

[2] Tekgunduz E, Demir M, Akpınar S. "Acute Lymphoblastic Leukemia; Prognostic Factors' Perspective". International Journal of Hematology and Oncology, 20(1), 57-66, 2010.

[3] Lv H, Hu SY, Du ZZ, Zhai Z, Cao L, Sun YN, Lu J, Li J, He HL, Chai YH, Wang Y. "Gene polymorphisms in the folate metabolic pathway and risk of pediatric acute lymphoblastic leukemia: a case-control study in a Chinese population". The International Journal of Clinical and Experimental Pathology, 11(3), 1724-1731, 2018.

[4] Milne E, Greenop KR, Scott RJ, Haber M, Norris MD, Attia J, Jamieson SE, Miller M, Bower C, Bailey HD, Dawson S, McCowage GB, de Klerk NH, van Bockxmeer FM, Armstrong BK. "Folate pathway gene polymorphisms, maternal folic acid use, and risk of childhood acute lymphoblastic leukemia". Cancer Epidemiol Biomarkers Prev, 24(1), 48-56, 2015.

[5] Lautner-Csorba O, Gézsi A, Erdélyi DJ, Hullám G, Antal P, Semsei ÁF, Kutszegi N, Kovács G, Falus A, Szalai C. "Roles of genetic polymorphisms in the folate pathway in childhood acute lymphoblastic leukemia evaluated by Bayesian relevance and effect size analysis". PLoS One, 8(8), e69843, 2013.

[6] de Jonge R, Tissing WJ, Hooijberg JH, et al. Polymorphisms in folate-related genes and risk of pediatric acute lymphoblastic leukemia. Blood. 2009; 113(10):2284-2289.

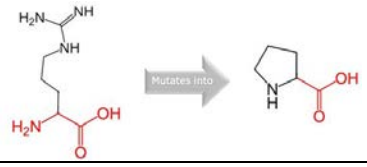
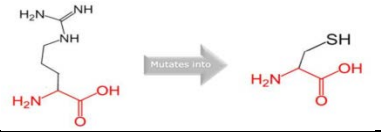
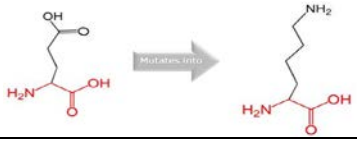
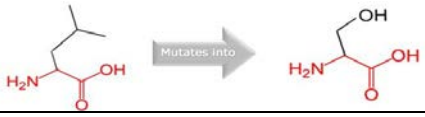
[7] Kim HN, Kim YK, Lee IK, et al. Association between polymorphisms of folate-metabolizing enzymes and hematological malignancies. Leukemia Research. 2009;33(1):82-87.

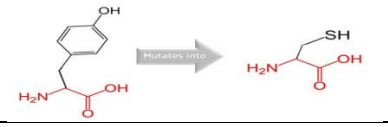
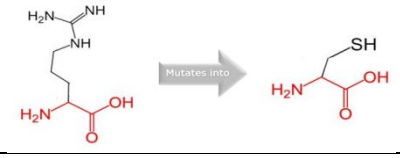
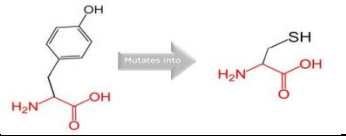
[8] Xiaoyin Shan, Roland L. Dunbrack Jr, Scott A. Christopher, Warren D. Kruger, "Mutations in the regulatory domain of cystathionine β–synthase can functionally suppress patient-derived mutations in cis". Human Molecular Genetics, 10(6), 635-643, 2001.

Tablo 1. Yanlış anlamlı varyantların SIFT, PolyPhen-2 ve I-MUTANT analiz sonuçları

NO	SNP	REF ALLEL	DEĞİŞEN ALLEL	AA DEĞİŞİMİ	SIFT SONUCU	SIFT SKORU	POLYPHEN-2 SONUCU	POLYPHEN-2 SKORU	I-MUTANT ANALİZİ	I-MUTANT GÜVENİRLİK İNDEKSİ
1	rs11700812	C	G	R369P	0.02	DELETERIOUS	PROBABLY DAMAGING	1	DECREASE	7
2	rs117687681	G	A	R369C	0.006	DELETERIOUS	PROBABLY DAMAGING	1	DECREASE	6
3	rs121964962	C	T	G307S	0.002	DELETERIOUS	PROBABLY DAMAGING	1	DECREASE	8
4	rs121964963	G	A	P145L	0.001	DELETERIOUS	PROBABLY DAMAGING	1	DECREASE	5
5	rs121964964	G	A	A114V	0.02	DELETERIOUS	PROBABLY DAMAGING	0.988	DECREASE	0
6	rs121964965	C	T	G139R	0.001	DELETERIOUS	PROBABLY DAMAGING	1	DECREASE	5
7	rs121964966	C	T	E144K	0.001	DELETERIOUS	PROBABLY DAMAGING	1	DECREASE	9
8	rs121964967	T	C	K384E	0.011	DELETERIOUS	PROBABLY DAMAGING	0.996	DECREASE	2
9	rs121964968	A	G	L136S	0.001	DELETERIOUS	PROBABLY DAMAGING	1	DECREASE	8
10	rs121964970	C	T	V168M	0.002	DELETERIOUS	PROBABLY DAMAGING	1	DECREASE	7
11	rs121964972	G	A	T353M	0.002	DELETERIOUS	POSSIBLY DAMAGING	0.684	INCREASE	1
12	rs121964973	G	A	T191M	0.001	DELETERIOUS	PROBABLY DAMAGING	1	DECREASE	5
13	rs139456571	G	A	R224C	0.048	DELETERIOUS	POSSIBLY DAMAGING	0.872	DECREASE	4
14	rs140002610	G	A	R132C	0.001	DELETERIOUS	PROBABLY DAMAGING	0.998	DECREASE	3
15	rs141502207	C	A	A288S	0.043	DELETERIOUS	PROBABLY DAMAGING	1	DECREASE	7
16	rs147474549	C	T	G134R	0.011	DELETERIOUS	PROBABLY DAMAGING	0.999	DECREASE	5
17	rs148865119	G	A	P49L	0.001	DELETERIOUS	PROBABLY DAMAGING	0.977	DECREASE	4
18	rs149119723	G	A	T262M	0.001	DELETERIOUS	PROBABLY DAMAGING	1	DECREASE	4
19	rs201372812	G	A	R45W	0.001	DELETERIOUS	PROBABLY DAMAGING	0.998	DECREASE	5
20	rs369220569	C	T	V118M	0.01	DELETERIOUS	PROBABLY DAMAGING	1	DECREASE	7
21	rs370843514	C	T	V178M	0.002	DELETERIOUS	PROBABLY DAMAGING	0.981	DECREASE	7
22	rs372010465	C	T	V371M	0.001	DELETERIOUS	PROBABLY DAMAGING	1	DECREASE	6
23	rs372679328	C	T	V204M	0.045	DELETERIOUS	POSSIBLY DAMAGING	0.70	DECREASE	7
24	rs377708532	C	T	A114T	0.021	DELETERIOUS	PROBABLY DAMAGING	0.992	DECREASE	7

Tablo 2. Her missense varyant için yabanıl (sol) ve mutant (sağ) amino asitlerin modellemesi

	SNP No	HOPE Modelleme Yapısı	Özellikler
1	rs11700812		rs11700812 değişiminin sebep olduğu 369. pozisyondaki arjinin amino asidinin proline dönüşümü
2	rs117687681		rs117687681 değişiminin sebep olduğu 369. pozisyondaki arjinin amino asidinin sisteine dönüşümü
3	rs121964962		rs121964962 değişiminin sebep olduğu 307 pozisyondaki glisin amino asidinin serine dönüşümü
4	rs121964963		rs121964963 değişiminin sebep olduğu 822. pozisyondaki trozin amino asidinin asparajine dönüşümü
5	rs121964964		rs121964964değişiminin sebep olduğu 597. pozisyondaki arjinin amino asidinin sisteine dönüşümü
6	rs121964965		rs121964965 değişiminin sebep olduğu 655. pozisyondaki glisin amino asidinin sisteine dönüşümü
7	rs121964966		rs121964966 değişiminin sebep olduğu 144. pozisyondaki glutamik asit amino asidinin lizine dönüşümü
8	rs121964967		rs121964967 değişiminin sebep olduğu 384. pozisyondaki lizin amino asidinin glutamik asite dönüşümü
9	rs121964968		rs121964968 değişiminin sebep olduğu 136. pozisyondaki lösin amino asidinin serine dönüşümü
10	rs121964970		rs121964970 değişiminin sebep olduğu 168. pozisyondaki valin amino asidinin metiyonine dönüşümü

11	rs121964972		rs121964972 değişiminin sebep olduğu 353. pozisyondaki treonin amino asidinin metiyonine dönüşümü
12	rs121964973		rs121964973 değişiminin sebep olduğu 191. pozisyondaki treonin amino asidinin metiyonine dönüşümü
13	rs139456571		rs139456571 değişiminin sebep olduğu 224. pozisyondaki arjinin amino asidinin sisteine dönüşümü
14	rs140002610		rs140002610 değişiminin sebep olduğu 132. pozisyondaki arjinin amino asidinin sisteine dönüşümü
15	rs141502207		rs141502207 değişiminin sebep olduğu 288. pozisyondaki alanin amino asidinin serine dönüşümü
16	rs147474549		rs147474549 değişiminin sebep olduğu 134. pozisyondaki glisin amino asidinin arjinine dönüşümü
17	rs148865119		rs148865119 değişiminin sebep olduğu 49. Pozisyondaki prolin amino asidinin lösin dönüşümü
18	rs149119723		rs149119723 değişiminin sebep olduğu 262. pozisyondaki treonin amino asidinin metiyonine dönüşümü
19	rs201372812		rs201372812 değişiminin sebep olduğu 45. Pozisyondaki arginin amino asidinin triptofana dönüşümü
20	rs369220569		rs369220569 değişiminin sebep olduğu 118. pozisyondaki valin amino asidinin metiyonine dönüşümü
21	rs370843514		rs370843514 değişiminin sebep olduğu 178. pozisyondaki valin amino asidinin metiyonine dönüşümü

22	rs372010465		rs372152695 değişiminin sebep olduğu 371. pozisyondaki valin amino asidinin metiyonine dönüşümü
23	rs372679328		rs372679328 değişiminin sebep olduğu 204. pozisyondaki valin amino asidinin metiyonine dönüşümü
24	rs377708532		rs377708532 değişiminin sebep olduğu 114. Pozisyondaki alanin amino asidinin treonine dönüşümü

Comparing Different Correlation Coefficients over Large Samples

Ebru KESKİN*, Mehmet MENDEŞ

Çanakkale Onsekiz Mart University, Agriculture Faculty, Animal Science Department, Biometry&Genetics Unit, 17100, Çanakkale, TURKEY

Abstract

Correlation analysis is one of the most commonly used statistical techniques in practice for investigating relationships between pairs of variables. Different correlation coefficients have been developed and proposed. Since many different correlation coefficients have been developed, it is important to know which correlation coefficient(s) is more appropriate for our data sets. Therefore, it has been aimed at comparing ten different correlation coefficients over large samples (n=100, 200, 300, 400, 500). These correlation coefficients have been compared both in cases where data sets contain outliers and not contain outliers. For this purpose, random numbers have been generated from bivariate normal distribution. Result of this study showed that the highest correlation values were observed when Pearson, Winsorized, and Distance correlation coefficients were used in cases where outliers were not presence in datasets regardless of sample sizes. The lowest values were observed especially when Hoeffding coefficient was used in investigating the relationships between two variables. In the cases where the datasets contained outliers, although the highest values were observed for Pearson, Percentage Bend, Winsorized, Biweight Midcorrelation, and Spearman correlations it was noticed that the coefficient which least affected from the outliers was Biweight Midcorrelation. The Distance correlation, on the other hand, was the one the most affected by outliers.

Keywords: *Correlation, Outlier, Random Numbers, Simulation, Bivariate Relations*

Büyük Örnekler Üzerinde Farklı Korelasyon Katsayılarını Karşılaştırma

Özet

Korelasyon analizi, değişken çiftleri arasındaki ilişkileri araştırmak için pratikte en yaygın kullanılan istatistiksel tekniklerden biridir. Farklı korelasyon katsayıları geliştirilmiş ve önerilmiştir. Birçok farklı korelasyon katsayısı geliştirildiği için, veri setlerimiz için hangi korelasyon katsayısının daha uygun olduğunu bilmek önemlidir. Dolayısıyla, bu çalışmada on farklı korelasyon katsayısının büyük örnekler (n = 100, 200, 300, 400, 500) üzerinden karşılaştırılması amaçlanmıştır. Bu korelasyon katsayıları hem veri setlerinin uç değer içerdiği hem de içermediği durumlarda karşılaştırılmıştır. Bu amaçla iki değişkenli normal dağılımdan rastgele sayılar üretilmiştir. Çalışma sonucunda, veri setinde uç değer bulunmadığı sürece örnek genişliği kaç olursa olsun en yüksek korelasyon değerlerinin Pearson, Winsorise ve Distance korelasyon katsayıları kullanıldığında elde edildiği görülmüştür. İki değişken arasındaki ilişkilerin araştırılmasındaki en düşük değerler ise, özellikle Hoeffding katsayısı kullanıldığında elde edilmiştir. Veri setleri uç değerler içerdiği durumlarda, en yüksek değerler Pearson, Percentage Bend, Winsorise, Biweight Midcorrelation ve Spearman korelasyonları kullanıldığınde elde edilmiştir. Bunlar arasında uç değerlerden en az etkilenen katsayının Biweight Midcorrelation olduğu dikkati çekmiştir. Diğer yandan uç değerlerden en fazla etkilenen korelasyon katsayısının ise Distance korelasyon katsayısı olduğu görülmüştür.

Keywords: *Korelasyon, Uç değer, Rastgele Sayılar, Simulasyon, İkili İlişkiler*

1 Introduction

Correlation analysis is one of the most commonly used techniques in practice. Thus, the usage of the appropriate correlation in evaluating the relations between the variables, effective and proper interpretation are extremely important [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7]. It is because, the correlation coefficient can be beneficial not only in evaluating the degree and direction of the relationship between variables and understanding literature, but also in assessing the multicollinearity problem, selecting important variables to use in machine learning models, and performing explanatory data analysis (e.g. Factor and item analyses). Since many different correlation coefficients have been developed like Pearson, Spearman, Kendall Tau, Winsorized, Permutation-based, Distance, Percentage Bend, Shepard, Blomqvist, Biserial, Point Biserial, etc [2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19], it is important to have enough information about them, to know in which situations the correlation coefficients are appropriate, be aware the factors affecting their reliability, and proper interpretation of these coefficients. In this study, it is aimed to introduce 10 different correlation coefficients and to compare them over large data sets.

2 Material and Method

The material of this study consisted of random numbers generated from bivariate normal distribution for sample sizes of n=100, 200, 300, 400, and 500 via simulation technique. Ten different correlation coefficients namely Pearson, Spearman, Kendall-Tau, Winsorized, Distance, Hoeffding, Biweight Midcorrelation, Percentage Bend, Shepard, and Blomqvist correlation were compared both in cases where data sets contain outliers and not contain outliers. That way it would be possible to observe reaction of these correlation to the presence of outliers. All experimental conditions were repeated 100 times and correlation coefficients and respective P-values were computed based on averaging of 100 times simulated datasets. All computations were performed by using R software [20, 21].

3 Results and Discussion

The correlation coefficients and P-values calculated for the conditions where outliers presence and outliers not presence have been given in Table 1. When Table 1 is examined, it can be clearly noticed that the highest correlation values were obtained when Pearson, Winsorized, and Distance correlation coefficients were used in cases where there is no outlier in datasets regardless of sample sizes. Under the same conditions, the lowest values were obtained especially when Hoeffding coefficient was used. As it can be seen from Table 1, in the cases where the datasets contained outliers, all coefficients were affected negatively by outliers regardless of sample size. But this negative affect was more obvious for Distance correlation. Thus, it is possible to conclude that the Distance correlation is the coefficient that the most affected by outliers. Although the highest values were observed for Pearson, Percentage Bend, Winsorized, Biweight Midcorrelation, and Spearman Rank correlations, it was noticed that the coefficient which least affected from the outliers was Biweight Midcorrelation. Therefore, it may be possible to suggest Biweight Midcorrelation when outliers presence in data set.

Especially recently, since working with large data sets has become increasingly common, we focused on investigating reaction of different correlation coefficients to changes in sample sizes and presence of outliers. Results of this study suggested that the effect of sample size was obvious especially when outliers presence in data sets. And this affect was prominent when sample size was between 100 and 300. Especially the Pearson, Winsorized, and Distance correlations were not affect from changes in sample sizes as long as outliers were not presence. When a general evaluation was made for the effect of sample size, it may be possible to conclude that the Pearson, Winsorized, and Distance correlations should be preferred to the other coefficients when dataset do not contain any outlier. When datasets contain outliers, on the other hand, probably more stable results will achieve especially when Biweight midcorrelation is preferred.

Table 1. Correlation coefficients and their respective P-values under different sample sizes and outlier conditions

		Outliers are not presence		Outliers are presence	
n	**Corr.**	**Coefficient(%)**	**P value**	**Coefficient(%)**	**P value**
100	Pearson	93.82	6.03E-47	46.52	1.08E-06
100	Kendall	45.57	1.98E-11	25.54	0.000167
100	Spearman	62.47	3.77E-12	35.95	0.00024
100	Winsorize	95.23	2.66E-52	41.92	1.42E-05
100	Distance	87.33	0	13.63	0
100	Biweight	48.18	2.02E-30	39.58	3.37E-20
100	Hoeffding	13.72	1E-08	3.77	0.000309
100	Percentage	62.13	5.31E-12	36.10	0.000224
100	Shepherd	48.61	1.19E-06	28.00	0.005734
100	Blomqvist	32.00	0.001172	12.00	0.234355
200	Pearson	93.76	8.65E-93	38.19	2.41E-08
200	Kendall	39.87	5.15E-17	24.14	3.84E-07
200	Spearman	55.39	1.78E-17	35.03	3.67E-07
200	Winsorize	94.89	6.98E-51	35.82	0.000253
200	Distance	85.76	0	10.76	0
200	Biweight	40.41	4.57E-21	37.51	3.73E-18
200	Hoeffding	10.45	1E-08	3.42	7.41E-07
200	Percentage	57.01	1.24E-18	35.89	1.8E-07
200	Shepherd	43.59	1.47E-09	34.50	1.09E-06
200	Blomqvist	36.00	1.64E-07	24.00	0.000619
300	Pearson	94.52	6.6E-147	40.39	3.37E-13
300	Kendall	44.53	1.31E-30	25.84	2.49E-11
300	Spearman	60.95	6.65E-32	37.72	1.42E-11
300	Winsorize	95.11	8.65E-52	36.18	0.000217
300	Distance	87.18	0	12.49	0
300	Biweight	47.28	3.28E-29	38.96	1.44E-19
300	Hoeffding	13.14	1E-08	4.29	1E-08
300	Percentage	61.97	3.28E-33	37.26	2.59E-11
300	Shepherd	51.89	1.56E-19	37.00	1.51E-10
300	Blomqvist	41.33	8.28E-14	29.33	2.29E-07
400	Pearson	93.43	2.3E-180	44.37	1.01E-20
400	Kendall	42.24	1.69E-36	29.19	2.83E-18
400	Spearman	58.47	4.81E-38	42.45	6.26E-19
400	Winsorize	94.09	7.37E-48	36.13	0.000222
400	Distance	85.81	0	15.90	0
400	Biweight	45.99	1.56E-27	44.17	2.7E-25
400	Hoeffding	12.20	1E-08	5.50	1E-08
400	Percentage	59.87	2.93E-40	42.17	1.12E-18
400	Shepherd	45.69	5.07E-20	43.43	6.51E-19
400	Blomqvist	33.00	1.29E-11	33.00	1.29E-11

Table 1. Continue

		Outliers are not presence		Outliers are presence	
n	**Corr.**	**Coefficient(%)**	**P value**	**Coefficient(%)**	**P value**
500	Pearson	93.36	4.2E-224	41.21	6.4E-22
500	Kendall	40.08	6.23E-41	28.59	1.24E-21
500	Spearman	55.67	4.88E-42	41.82	1.36E-22
500	Winsorize	94.46	3.25E-49	44.81	2.94E-06
500	Distance	84.75	0	15.17	0
500	Biweight	41.98	9.17E-23	41.96	9.65E-23
500	Hoeffding	10.91	1E-08	5.48	1E-08
500	Percentage	57.16	1.05E-44	41.92	1.06E-22
500	Shepherd	45.85	3.34E-24	43.83	9.22E-24
500	Blomqvist	28.80	5.26E-11	30.40	3.77E-12

References

[1] Kraemer, H.C. (2006). Correlation coefficients in medical research: from product moment correlation to the odds ratio. Statistical Methods in Medical Research, 15(6):525-545

[2] Székely, G. J., Rizzo, M. L., and Bakirov, N. K. (2007). Measuring and testing dependence by correlation of distances. The Annals of Statistics, 35(6):2769–2794.

[3] Székely, G. J. and Rizzo, M. L. (2009). Brownian distance covariance. The Annals of Applied Statistics, 3(4):1236–1265. Mathematical Reviews number (MathSciNet): MR2752127.

[4] Fujita, A., Sato, J. R., Demasi, M. A. A., Sogayar, M. C., Ferreira, C. E., and Miyano, S. (2009). Comparing Pearson, Spearman and Hoeffding's D measure for gene expression association analysis. Journal of bioinformatics and computational biology, 7(4):663–684.

[5] Reshef, D. N., Reshef, Y. A., Finucane, H. K., Grossman, S. R., McVean, G., Turnbaugh, P. J., Lander, E. S., Mitzenmacher, M., and Sabeti, P. C. (2011). Detecting novel associations in large data sets. Science, 334(6062):1518–1524.

[6] Tuğran, E., Kocak, M., Mirtagioğlu, H., Yiğit, S., Mendes, M. (2015). A simulation based comparison of correlation coefficients with regard to type I error rate and power. Journal of Data Analysis and Information Processing, 3 (03): 87-101.

[7] Mendeş, M. (2019). İstatistiksel Yöntemler ve Deneme Planlanması. Birinci Baskı, Kriter Yayınları, İstanbul, 636 s.

[8] Hoeffding, W. (1948) A Non-Parametric Test of Independence. Annals of Mathematical Statistics, 19, 546–557.

[9] Blomqvist, N. (1950). On a measure of dependence between two random variables.Annals of Mathematical Statistics,21, 593–600

[10] Fieller, E. C., Hartley, H. O., Pearson, E. S. (1957). Tests for rank correlation coefficients. Biometrika, 44(3/4), 470–481.

[11] Knight, W.E. (1966) A Computer Method for Calculating Kendall's Tau with Ungrouped Data. Journal of the American Statistical Association, 61, 436–439.

[12] Hollander, M.,Wolfe, D. (1973), Nonparametric Statistical Methods, New York: John Wiley & Sons, Inc.

[13] Wilcox, R.R. (1993) Some Results on a Winsorized Correlation Coefficient. British Journal of Mathematical and Statistical Psychology, 46, 339-349.

[14] Wilcox R.R. (1994) The percentage bend correlation coefficient. Psychometrika 59: 601–616.

[15] Sheskin, D. (2011). Handbook of Parametric and Non PArametric Statistical Procedure (5th ed.). Boca Raton, FL: CRC Press.

[16] Bishara, A.J., Hittner, J.B. (2012) Testing the Significance of a Correlation With Nonnormal Data: Comparison of Pearson, Spearman, Transformation, and Resampling Approaches. Psychological Methods 17(3) 399-417.

[17] Lin, Y., Wen, Z.L.S., Zheng, C.H., (2013). Biweight Midcorrelation-Based Gene Differential Coexpression Analysis and Its Application to Type II Diabetes. ICIC 2013, CCIS 375, pp. 81–87.

[18] Bhattacharjee, A. (2014). Distance Correlation Coefficient: An Application with Bayesian Approach in Clinical Data Analysis. Journal of Modern Applied Statistical Methods. 13 (1): 354-366.

[19] Bishara, A. J., Hittner, J. B. (2017). Confidence intervals for correlations when data are not normal. Behavior Research Methods, 49(1), 294–309.

[20] R (4.0.2). R version 4.0.2 (2020-06-22) -- "Taking Off Again" Copyright (C) 2020 The R Foundation for Statistical Computing Platform: x86_64-w64-mingw32/x64 (64-bit).

[21] R Studio (1.2.5033). RStudio Version 1.2.5033 – © 2009-2020 RStudio, Inc.

Süper Geniş Bantlı Antenin Uygun Maliyetli MLP Tabanlı Modellenmesi

Ahmet ULUSLU[1]

[1]*İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu, Elektronik ve Otomasyon Bölümü, İstanbul, Türkiye*

Özet

Bu makalede, basit, doğru, hızlı ve güvenilir bir kara kutu modellemesi, süper geniş bantlı mikroşerit antenlerde S_{11} (dB) parametresi için çok katmanlı algılayıcı (MLP) ölçümler ve hesaplama maliyeti büyük ölçüde azaltılmış olarak önerilmiştir. Basamakla-ilerleme (Cascade-Forward) giriş ile bütün katmanlar ve katmanlar ile bu katmanlardan çıkışa kadar olan bütün katmanlar arasında da ağırlıklandırma katsayılarının olduğu ağlardır. İlk aşamada, antenin S_{11}'i (dB), simülasyon benzetim programı ile elde edilmiş verilerle eğitilmiş ve doğrulanmış MLP kullanılarak 3 ila 10 GHz arasındaki mikroşerit bileşenlerinin geometrisinin sürekli fonksiyonları olarak gerçek ve hayali parçaları olarak elde edilir. Hesaplama maliyeti de göz önüne alınarak 4 farklı giriş değerlerine sahip Vivaldi anten eğitim amacı ile kullanılmıştır. Eğitim için kullanılan değerlerden farklı giriş değerlerine sahip benzetim çalışması sonuçları karşılaştırmalı olarak sunulmuştur. Önerilen antenin tasarım metodolojisi ile birlikte tasarım amaçlarına uygun basit ve başarılı bir tasarım olduğu sonucuna varılacaktır.

Anahtar Kelimeler: *Geniş Bantlı Anten, Yapay Sinir Ağları*

Cost Effective MLP Based Modeling of Super Wideband Antenna

Abstract

In this article, easy, correct, quick and dependable black-box modeling, multi-layer perceptron (MLP) measurements for the S_{11} (dB) parameter in super wideband microstrip antennas, and computational costs are greatly reduced. Cascade-Forward are networks with weighting coefficients between the input and layers and all layers from these layers to the exit. In the primary state, the S_{11} (dB) of the antenna is obtained as complex parts as consistently functions of the geometry of the microstrip ingredients between 3 and 10 GHz usage MLP practical and verified with data obtained by the simulation, simulation program. Considering the calculation cost, Vivaldi antenna with 4 different input values was used for training purposes. Simulation study results with input values different from those used for education are presented comparatively. It will be has resulted that the suggested antenna, together with its design methodology, is a easy and very successful design suitable for design aims.

Keywords: *Broadband Antenna, Artificial Neural Networks*

1 Giriş

Vivaldi antenler süper geniş bantlı mikroşerit ailesine ait antenler olarak sınıflandırılan ve yaygın olarak kullanılan bir antendir. Bu tür antenlerin analizi ve sentezi konusuna birçok yazar eserlerinde geniş bir şekilde yer vermiştir [1-3]. Modern antenlerin analizi için FEKO, HFSS, CST, MWS ve COMSOL gibi birçok modern yazılım ürünü tarafından gerçekleştirilen integral denklemin sayısal çözümü yaygın olarak kullanılmaktadır [4]. Eşsiz özelliklerine rağmen, kullanılan Vivaldi antenlerinin frekans aralığı, genellikle 6 GHz ile sınırlıdır, çünkü bazı bantlarda radyasyon modelinin şekli telekomünikasyon ve radar uygulamaları için kabul edilemez olabilmektedir. Kazancı artırmak için antenler sistemli halde

birleştirmeler, dielektrik lensler veya meta malzemeler kullanılır [5-7]. Bu yazının 2. bölümünde anten tasarımları ve Vivaldi antenin temel özelliklerinden bahsedilecektir. 3. bölümde yapay sinir ağları ve kullanılan yapay sinir ağının parametreleri anlatılacaktır. Devamındaki bölümde ise yapılan çalışma anlatılarak sonuç bölümü ile makale neticelendirilecektir.

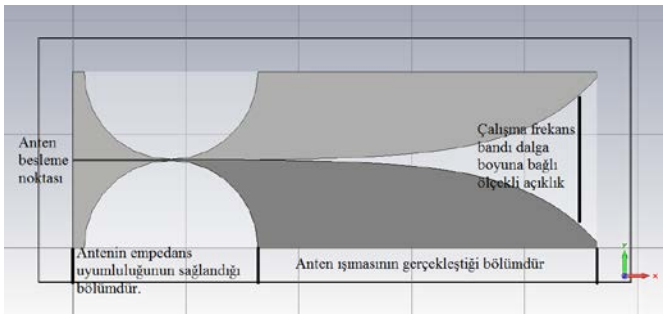
2 Anten Tasarımı

2.1 Vivaldi Anten Temel Özellikleri

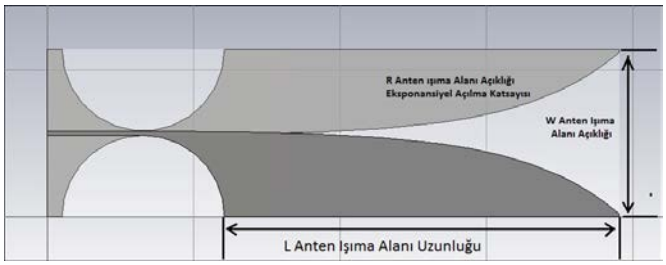
Vivaldi antenler, süper geniş bantlı mikroşerit antenlerdir. İki boyutlu geometrik yapısı uygulama alanına göre az yer kaplamasına bağlı olarak uygunluk göstermektedir. Antenin mikroşerit yapıda olması, antenin bağlandığı alıcı-verici devresi ile aynı devre kartı üzerinden doğrudan bağlantı kolaylığı sağlamaktadır. Uzun kenarı (End-Fire) doğrultusunda ışıma diyagramına sahiptir. Işıma diyagramı çalışma frekans bandında yüksek frekans değerlerine doğru çıkıldıkça daha yönlü bir hal almaktadır.

2.2 Vivaldi Anten S_{11} Parametresini Etkileyen Geometri Değişkenleri

Vivaldi antenler için, anten ışıma alanı uzunluğu (L), anten ışıma alanı açıklığı (W) ve anten ışıma alanı açıklığı ekponansiyel açılma katsayısı (R) Şekil 1 ve Şekil 2'de gösterilmiştir.



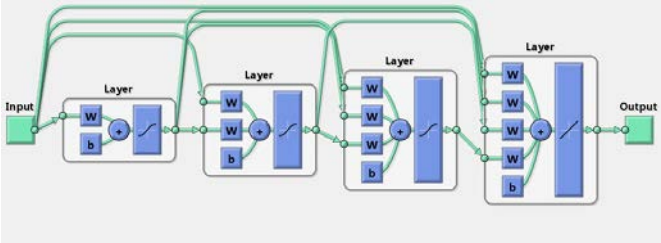
Şekil 1. Vivaldi Anten Çalışma Şekli



Şekil 2. Vivaldi Anten Boyut

3 Yapay Sinir Ağı Modeli ve Parametreleri

Yapay sinir ağları, biyolojide bilinen sinir ağlarından esinlenilerek ortaya çıkarılmış olan, verilen giriş değerleri ile çıkış değerleri arasındaki ilişkiyi modellemek amacıyla kullanılan ağlardır. Yapay sinir ağları, çıkış değerleri bilinen giriş değerleri kullanılarak eğitilir ve eğitim verilerinin miktarı ağın daha hızlı öğrenmesini sağlamaktadır. Yapay sinir ağları nöron olarak isimlendirilen basit işlem elemanlarından oluşmaktadır. Giriş değerleri bu işlem elemanlarına gönderildiklerinde ağırlıklandırma katsayıları ile çarpılmakta ve "bias" olarak isimlendirilen değerlerle toplanmaktadır. Yapay sinir ağları birden fazla katmandan oluşabilmektedir. Her katmanda bulunması istenen nöron sayısı ağ tasarımcısı tarafından belirlenebilmektedir. Katmanlardaki nöron sayısı ve ağdaki katman sayısı ağın başarısını artırırken eğitim süresini ve tasarımın yapıldığı bilgisayarın donanım ihtiyacını artırmaktadır.



Şekil 3. Yapay Sinir Ağ Modeli

Bu çalışmada oluşturduğumuz ağ çok katmanlı algılayıcı (MLP) orijinal adı ile '*Multilayer Perceptron*' olarak isimlendirilen ağ yapısındadır. Oluşturduğumuz ağ Şekil 3'de gösterilen ileri-basamaklı (Cascade-Forward) ağ yapısına sahiptir. İleri-basamaklı ağlar ileri-beslemeli (Feed-Forward) ağlara göre daha karmaşık giriş çıkış ilişkilerinin olduğu yapıların modellenmesinde tercih edilmektedir. İleri-beslemeli ağlar giriş ile ilk katman ve ilk katman ile ikinci katman vb. şekilde ağırlıklandırma katsayılarına sahipken, ileri-basamaklı ağlar giriş ile bütün katmanlar ve katmanlar ile bu katmanlardan çıkışa kadar olan bütün katmanlar arasında da ağırlıklandırma katsayılarının olduğu ağlardır.

3.1 Ağ Modeli

Giriş Parametreleri 4 değişkenden oluşmaktadır. Bunlar, anten ışıma alanı uzunluğu (L), anten ışıma alanı açıklığı (W) ve anten ışıma alanı açıklığı ekponansiyel açılma katsayısı (R) ve frekans (f) dır. Çıkış (hedef) parametresi ise antenin geri dönüş kaybı yani S_{11} parametresidir.

Ağ yapısını oluştururken giriş katmanı için, ilk ve ikinci katmanlardaki nöron sayısı olarak 30 nöron olacak şekilde seçilmiştir. Üçüncü katmandaki

nöron sayısı ise ilk iki katmana göre daha az 10 nöron olacak şekilde tercih edilmiştir. Tüm giriş katmanlarında transfer fonksiyonu olarak yine Tansig alınmıştır. Ağımızın çıkış katmanında ise transfer fonksiyonu olarak Purelin tercih edilmiştir. Çıkış parametresi 1 değişkenden oluştuğu için böyle bir tercih yapılmıştır.

Kullanılan yapay sinir ağı modelinde ağın eğitimi için 15015 adet veri girişi sağlanmıştır. Parametre aralıklarımız:

- Anten ışıma alanı uzunluğu (L) parametresi 130mm ile 170mm aralığında 10mm'lik adım aralığı ile 5 değer,
- Anten ışıma alanı açıklığı (W) parametresi 30mm ile 70mm aralığında 10mm'lik adım aralığı ile 5 değer,
- Anten ışıma alanı açıklığı ekponansiyel açılma katsayısı (R) parametresi 0,02 ile 0,04 aralığında 0,01'lik adım aralığı ile 3 değer,
- Frekans (*f*) parametresi 3GHz ile 10GHz aralığında 1001 değer olarak seçilmiştir.

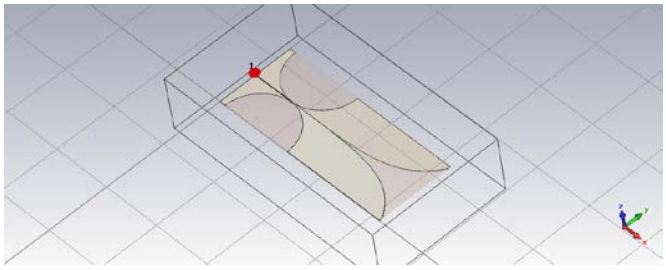
2000 adet tekrarlama yapılmıştır.

4 Çalışma Kısmı

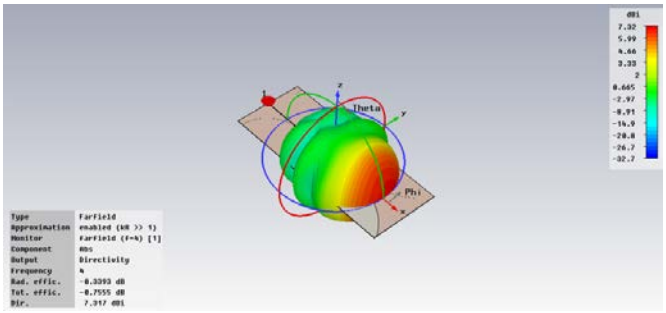
4.1 Vivaldi Anten Tasarım Başlangıç Parametre Değerleri

Anten ışıma alanı uzunluğu (L): Anten ışıma alanı uzunluğu çalışma frekans bandının alt sınır değerinin dalga boyunun 1,5 katı uzunluğunda olmalıdır. Anten ışıma alanı genişliği (W): Antenin ışıma alanı genişliği çalışma frekans bandının alt sınır değerinin dalga boyunun 0,5 katı uzunluğunda olmalıdır. Anten ışıma alanı açıklığı eksponansiyel açılma katsayısı (R): Tasarım başlangıç değeri olarak 0,03 olarak alınmalıdır.

Bu çalışmada frekans aralığı 3-10 GHz aralığı seçildiğinden başlangıç değerleri olarak L = 150mm W = 50mm ve R = 0,03 olarak alınmıştır.



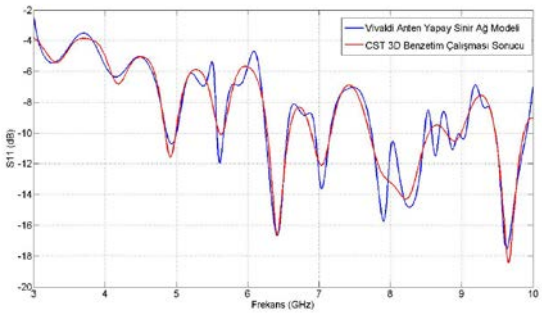
Şekil 4. Üç boyutlu geometrik yapısı



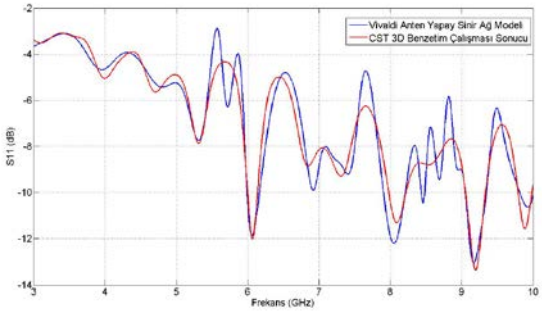
Şekil 5. Işıma diyagramı

4.2 Vivaldi Anten Yapay Sinir Ağ Modeli ve CST Microwave Studio Benzetim Çalışması Sonuç Karşılaştırması

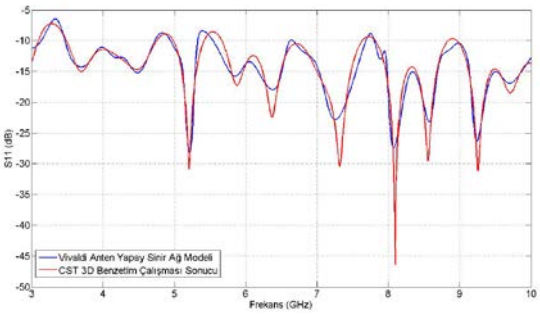
Ağ modeli bölümünde vermiş olduğumuz parametre aralıkları kullanılarak yapay sinir ağı modelinde ağın eğitimi için 15015 adet veri girişi sağlanmıştır. 2000 adet tekrarlama (iterasyon) yapılmıştır. Başarı oranı %96,78 olarak elde edilmiştir. Ortalama karesel hata (MSE) olarak 0,034 ve ortalama mutlak hata (MAE) olarak ise 0,138 olarak bulunmuştur. Elde edilen CST simülasyonu ve MLP modelleme sonuçları kıyaslamalı olarak Şekil 6, Şekil 7, Şekil 8 ve Şekil 9'da gösterilmiştir.



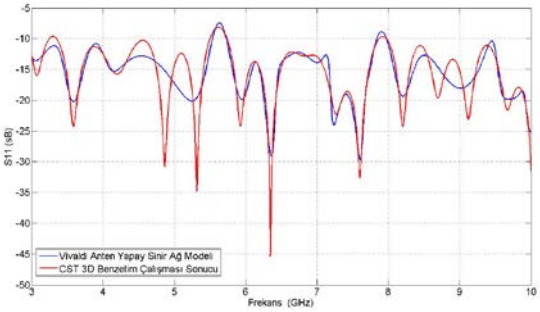
Şekil 6. L=140 mm, W=30mm ve R = 0,04 için S_{11} (dB) benzetim çalışması sonucu



Şekil 7. L=160 mm, W=30mm ve R = 0,02 için S_{11} (dB) benzetim çalışması sonucu



Şekil 8. L=140 mm, W=70mm ve R = 0,03 için S_{11} (dB) benzetim çalışması sonucu



Şekil 9. L=170 mm, W=70mm ve R = 0,04 için S_{11} (dB) benzetim çalışması sonucu

5 Sonuçlar

Süper geniş bantlı Vivaldi antenin CST programı kullanılarak elde edilen parametrelerini modellenmek amacıyla yapay sinir ağlarından çok katmanlı algılayıcı (MLP) kullanılmıştır. Bilindiği üzere yapay sinir ağları kullanılmasındaki amaç giriş ve çıkış değerleri kullanılarak eğitilen ağın çıkış değerleri bilinmeyen giriş değerleri için çalıştırılarak CST vb. programlardan çok daha hızlı sonuç elde edilmesidir. Farklı nöron yani basit işlem elemanları sayıları için en iyi sonuç veren çalışma sunulmuştur. Performans sonucu %96,78 olarak elde edilmiştir.

Kaynaklar

[1] Perdana MY., Hariyadi T., Wahyu Y. "Design of Vivaldi Microstrip Antenna for Ultra-Wideband Radar Applications". *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering,* 180, 2017.

[2] Pandey GK., Singh HS., Bharti PK., Pandey A., Meshram MK. "High Gain Vivaldi Antenna for Radar and Microwave Imaging Applications". *International Journal of Signal Processing Systems,* 3(1), 35-39, 2015. doi: 10.12720/ijsps.3.1.35-39 doi:10.1088/1757-899X/180/1/012058

[3] Ryazanov IG., Byakin AA., Belousov OA. "Analysis and Synthesis of Broadband Planar Slot Antenna with an Exponential Change in Width of the Gap for Broadband Access Systems". *Questions of the modern sciense and practice,* 2(46), 297-306, 2013.

[4] Kuprith VU., Mescheryakov AA., Krutikov MV. "Broadband antenna array with Vivaldi elements for radio monitoring systems". *Proceedings of Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics,* 1(23), 18-21, 2011.

[5] Bhaskar M., Johari E., Akhter Z., Akhtar MJ. "Gain enhancement of the Vivaldi antenna with band notch characteristics using zero-index metamaterial". *Microwave and Optical Technology Letters,* 58(1), 233-238, 2016.

[6] Kurushin A., Papilov K. "Simulation of the antenna array using the HFSS and CST MWS programs". *Electronics. Science. Technology. Business,* 2(133), 98-104, 2014.

[7] Adamu SA., Masri T., Abidin WAWZ., Ping KH. "Review On Gain and Directivity Enhancement Techniques of Vivaldi Antennas". *International Journal of Scientific & Engineering Research,* Volume 8(3), 1919-1927, 2017.

The Effect of Recursive Feature Elimination with Cross-Validation Method on Classification Performance with Different Sizes of Datasets

Berke AKKAYA[1]*

[1]*Istanbul University, School of Business, Quantitative Methods Department, Istanbul, TURKEY*

Abstract

The high dimensionality problem, which is one of the problems encountered in classification problems, arises when there are too many features in the dataset. This problem affects the success of classification models and causes loss of time. Feature selection is one of the methods used to eliminate the high dimensionality problem. Feature selection is defined as the selection of the best features that can represent the original dataset. This process aims to reduce the size of the data by reducing the number of features in the dataset by selecting the most useful and important features for the relevant problem. In this study, the performances of various classification algorithms in different data sizes were compared by using the recursive feature elimination method with cross-validation, which is one of the feature selection methods. Recursive feature elimination with cross-validation is a method that tries to get the most accurate result by eliminating the least important variables with cross-validation. In the study, datasets containing binary classification problems with a balanced distribution were used. Accuracy, ROC-AUC score, and fit time were used as evaluation metrics, while Logistic Regression, Support Vector Machines, Naive Bayes, k-Nearest Neighbors, Stochastic Gradient Descent, Decision Tree, AdaBoost, Multilayer Perceptron, and XGBoost classifiers were used as classification algorithms in the study. When the findings obtained as a result of recursive feature elimination with cross-validation were examined, it was observed that the accuracy increased by 5% on average and the ROC-AUC score increased by 5,3% on average, and the fit time decreased by about 5,1 seconds on average. It has been concluded that Naive Bayes and Multilayer Perceptron classifiers are the most sensitive to feature selection since they are the classifiers whose classification performance increases the most after feature selection.

Keywords: *Classification, Feature Selection, Machine Learning*

1 Introduction

The rapid development of information technologies and the cheaper use of these technologies have made large databases more accessible in recent years. As a result, the amount of data stored in databases today is increasing exponentially. In analyzing the data in these databases, modern methods such as data mining and machine learning have started to be used instead of traditional methods. These up-to-date methods can be defined as the set of processes that are useful to discover hidden information and various patterns in large data heaps [1]. Feature selection is part of this whole process.

Although every variable is seen to be effective in solving the problem in theory, there may be unnecessary, irrelevant, noisy, and misleading variables in the data used in solving many real-life problems, and there is usually no preliminary information about the models to be established to solve these problems. In cases where the number of independent variables is too high, the number of alternative variables that can be selected for the model also increases. In such cases, trying sub-sets of all possible variables and deciding in this way is not realistic both in terms of the time and cost of the application and the performance of the algorithm to be used in the analysis [2]. In the light of all this information, feature selection has become a very important issue in multidimensional data used

*e-posta: berkeakkaya@istanbul.edu.tr

today before the application of analysis and model building processes.

2 Feature selection

In current approaches, each variable in the dataset is called a feature or attribute. The reason why each of these variables is called a feature is that it reflects the characteristics of the sample represented by the dataset. Feature selection is defined as choosing the best subset of features that can represent the original dataset. Feature selection is the process of selecting the best k features among n features in the dataset by evaluating the features according to the algorithm used [3]. Feature selection aims to reduce the number of features in the dataset by selecting the most effective features for the problem of interest. When the number of features is not reduced, unnecessary features in the dataset may cause the training time of the model to increase and its interpretability to decrease. When the feature selection is applied:

- The working speed of the model increases.
- The understandability, interpretability, and visualization of the model become easier [4].
- It saves various costs such as time and storage.
- It reduces the error rate of the model [5].

Feature selection is usually a process that consists of the following steps [6].

1. *Generation of Subsets from the Original Dataset:* Subset generation, which is the process of obtaining smaller-sized datasets by using various strategies on the original dataset, is essentially a heuristic search process that determines candidate subsets in the search space to evaluate. This process consists of two basic stages. The first stage where the starting point/points of the search are decided, affects the direction of the search, this process can be forward, backward, or bidirectional. The second step is to decide which search strategy to use. For a dataset with M features, there are 2^M candidate subsets. As the number of features increases, the number of this search space also increases, and it becomes difficult to perform the search process. Therefore, different strategies such as sequential search and random search that can be used in various scenarios have been developed to overcome this difficulty [7, 8].
2. *Evaluation of Subsets:* In the evaluation stage, each new subset created in the first stage is evaluated with a specific evaluation criterion, and the optimal feature subset is tried to be found. A subset that is optimal for certain assessment methods may not be optimal by another criterion. Various methods are used to measure the optimality of the candidate subset. The first method of measuring this optimality is independent methods that do not need to work with any learning algorithm and allow calculating measures such as distance and information. Another method of measuring this optimality is dependent methods that allow calculating measures as a result of the output of various learning algorithms [7, 8].
3. *Stopping Criterion for Subset Selection:* Stopping criterion is the stage where it is determined when or in which situations the feature selection process should be stopped. Completion of the feature set search, reaching predetermined criteria, not finding a more optimal feature set are commonly known stopping criteria [2, 9].
4. *Results Validation of Selected Subsets:* While it is quite easy to verify the results in data with a priori knowledge, it is very difficult to have a priori knowledge in many applications where big data are used. For this reason, performance indicators of algorithms are preferred when feature selection is required while working with big data. Values such as error rate and accuracy are frequently chosen as performance indicators [10].

To summarize all these feature selection steps; first, a feature subset is created from the original dataset, and then an evaluation is made on the features using various methods and it is decided whether the relevant feature will be selected or not. The feature decided to be selected is included in the relevant subset and the process continues until the stop criterion is met [11].

2.1 Feature selection methods

The methods used in feature selection are generally divided into three groups: filter methods based on statistical information, wrapper methods based on performing search operations on features, and

embedded methods based on finding the best features through an algorithm. In filter methods, feature selection is made before running the algorithm to be used in the machine learning model, while in wrapper methods, the feature selection algorithm is used as a tool to select the best features. In embedded methods, the algorithm to be used in the machine learning model and the algorithm that will select the feature work together [12].

Although feature selection methods are used with all kinds of data with large dimensions; It is widely used in the process of determining important features related to the problem addressed in many areas such as text mining, diagnosis of diseases, fraud detection, churn analysis.

2.1.1 Filter Methods

As can be seen from the name, these methods enable selection by filtering the subset of the features in the dataset. In filter methods, the machine learning model is created after the features are selected. It is the oldest feature selection method since various statistical criteria are used. In these methods, the best feature subset is selected by calculating the values such as distance, information gain, and correlation of the samples in the dataset without using any algorithm [13]. The reason why the method is called filtering is the selection of feature subsets with the most appropriate values among the calculated statistical criteria. In a way, this method is the process of filtering features according to the statistical values obtained.

Filtering methods determine the various relationships (such as distance, information gain) of input variables with the target variable using statistical methods and then, select the variable with the strongest relationships. In other words, these methods make feature selection by allowing to see how much the change in this selected feature would change the target variable if only a certain feature was selected among all features [14]. When the literature and real-life applications are examined, it is seen that many different filter methods are used. Fisher Score, Chi-Square Test, Information Gain, and Correlation Criteria are commonly used filter methods.

Fisher Score Method calculates a score for each class value using the mean and standard deviation of the features.

$$F(w) = \frac{(\mu_1 - \mu_2)}{(\sigma_1^2 - \sigma_2^2)} \tag{1}$$

In the formula of the fisher score [15] method mentioned in (1), values 1 and 2 represent two different classes, μ denotes the arithmetic mean of classes, and σ^2 denotes the standard deviations of the classes. In this method, features with high scores in data instances in the same class are assigned to similar values, while features in data instances in different classes are assigned different values. Thus, the features that will distinguish the classes from each other in the best way are selected. With this method, which tries to find the features that help to distinguish the two classes from each other, the feature selection process is made by selecting the desired number of features starting from the highest value, after listing the features according to the calculated scores [16, 17]. If the Fisher Score is high, it can be interpreted that the mean difference between the two classes for the relevant feature is wide and there are also small deviations in the relevant classes.

Chi-Square Test, which is based on whether the difference between observed and expected frequencies is significant, is one of the frequently used feature selection methods. The method tests whether there is a relationship between the input variables, which are features, and the target variable. Features found to be unrelated to the target variable as a result of the applied test are removed from the dataset [18]. The formula used for the Chi-Square test are given in (2).

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{i}\sum_{j=1}^{j}\frac{(f_{ij} - f'_{ij})^2}{f'_{ij}} \tag{2}$$

In the formula [19] while the f_{ij} value denotes observed and the f'_{ij} value denotes the expected value, the degree of freedom of the chi-square distribution to be used for test statistics is calculated with the *d* value. It is calculated as *d = (i-1) * (j-1)*. In the Chi-Square method, when a certain number of features is desired to be selected, the process is done by selecting the desired number of features, starting from the highest value according to the calculated value of the features.

Information Gain Method works by calculating the difference between the information required to explain a selected feature and the information required to explain this selected feature together with any other feature. The entropy model is used to calculate this difference with the Information

Gain Score [20]. Entropy is expressed as a measure of uncertainty in a system.

$$H(Y) = -\sum_{Y} p(y)\log_2(p(y)) \quad (3)$$

$$H(Y|X) = -\sum_{x \in X} p(x) \sum_{y \in Y} p(y|x)\log_2(p(y|x)) \quad (4)$$

$$\text{Information Gain} = H(Y) - H(Y|X) \quad (5)$$

The Information Gain, which shows the decrease in the entropy value of the Y feature depending on the X feature [21], is calculated as in (3), (4), (5).

Correlation Criteria performs the feature selection process by using the correlation coefficient value. The correlation coefficient mathematically takes values between -1 and +1 and the strength of the relationship is expressed with these values. Using this criterion, the existence and strength of the relationship between the features and the target variable are investigated. This method is based on the hypothesis that the good feature subsets (input variables) consist of features with high correlation with the class (target variable) to be predicted and low correlation between each other [22, 23]. This means that features that have high correlations with each other are eliminated by this method and feature selection is made. In this method, the Pearson Correlation Value is frequently used.

$$R(i) = \frac{cov(x_i, Y)}{\sqrt{var(x_i) * var(y)}} \quad (6)$$

In equation (3), x_i is the i_{th} variable, Y is the target variable (class), $cov()$ is the covariance, and $var()$ is the variance. Since the correlation method can only detect linear dependencies between the features and the target variable, it is more accurate to use it with numerical feature subsets.

2.1.2 Embedded Methods

Embedded Methods perform feature selection by embedding feature selection with its classifier structure. This method involves the interaction of classification algorithms with feature selection algorithms. As with Wrapper Methods, it has the ability to work with classification algorithms that cannot be used in Filter Methods, although it has higher computational costs [11]. Decision Trees are widely used for classification problems in embedded feature selection [2], while Regularization Methods are commonly used for regression-based problems in embedded feature selection.

Decision Trees Method works by pruning the branches of the tree according to the importance of the input variables (features) of the classification algorithm. Any decision tree algorithm used for classification problems can be preferred to be used in this method. Like the Wrapper Methods, in the Decision Trees Method, feature set selection is made until the model reaches the best point. The importance of the features is revealed with various criteria in Decision Trees. After determining the importance limit, the features below this limit are not included in the model and the success performance of the model is increased [24].

Regularization Methods provide feature selection by penalizing input variables (features). The method determines the features that will have the most optimum effect on the target variable to achieve maximum accuracy while decreasing or increasing the penalty coefficients of these features [25]. There are 3 types of Regularization Methods: LASSO (L1), RIGDE (L2), and Elastic Nets (L1/L2) [11].

2.1.3 Wrapper Methods

Wrapper methods allow the selection of features that can show the best prediction performance with various learning algorithms for feature selection. Although these methods give better results than filtering methods in determining the best sub-feature set, they have higher computational costs [2]. Sequential Forward Selection, Sequential Backward Selection, Plus L - Minus R, Sequential Forward Floating Selection, Sequential Backward Floating Selection, and Recursive Feature Elimination methods are the commonly used wrapper methods.

Sequential Forward Selection (SFS) Method starts from an empty feature set and aims to find the subset with the best features by adding a feature that has not been added to the feature set before in each iteration. The contribution of the relevant feature to the success of the classification is considered when deciding whether to include any feature in the subset. The method continues until there is no increase in classification success or until stopping criteria are met. The feature selected in any repetition cannot be removed from the subset afterwards because the classification success increases even once.

Sequential Backward Selection (SBS) Method aims to find the subset with the best features to maximize

the classification success by reducing the number of features among all available features. This method starts the operation with all features, after that it continues by removing one feature from the subset at each step until there is no increase in the classification success, unlike the Sequential Forward Selection method. Once the features are removed from the subset, they cannot be included in the subset again in the Sequential Backward Selection method.

Plus L – Minus R Method can be called a combined version of the SFS and SBS method. This method first adds *L* number of features to the subset at each step. Then, it removes the number of *R* features from the subset to ensure that the classification success is optimum. *L* and *R* are constant values given during application. For these L and R values, any optimum value is not selected or created during the application. Therefore, it becomes difficult to reach the most optimum result unless the correct values are given. Plus L – Minus R Method can also be used to eliminate the problems such as not removing the selected feature from the feature set in the SFS method or not including a feature extracted in the feature set in the SBS method.

Sequential Forward Floating Selection (SFFS) Method is used as an alternative to the Plus L – Minus R method. Since the L and R values in the Plus L – Minus R are chosen randomly, the result obtained depends on certain L and R values. For this reason, the results obtained with the Plus L - Minus R method may not be optimum. In order to overcome this problem, a moving structure is proposed instead of fixing L and R values as in the Sequential Forward Floating Selection method. Thus, at any step of the feature selection in this method, the current classification success is moved in the same direction until it reaches a higher value. This method performs the feature selection process starting from an empty set.

Sequential Backward Floating Selection (SBFS) Method works in the opposite way to the SFFS method. This method performs the feature selection process starting with the whole set, in other words with all the features.

2.2 Recursive Feature Elimination with Cross-Validation

Recursive Feature Elimination, which is one of the wrapper methods, aims to reach the optimal number of features by eliminating the least important features. This method performs the feature selection process by working with a machine learning algorithm according to the success performance of the algorithm used. The method removes unnecessary and weak features that least affect the success of the classification model and at the same time maintains effective and strong features that improve the success of the model. It uses an iterative procedure that works similar to the backward feature selection. This method first creates the model on the entire feature set and grades each feature according to its effect and importance on the target variable. After that, it rebuilds the model after removing the least important feature at each step and recalculates the importance of each feature until the highest model success is achieved [26].

Recursive Feature Elimination with Cross-Validation (RFECV) method works just like Recursive Feature Elimination. The only difference is that it performs feature selection with cross-validation. It uses K-fold as a cross-validation technique. In the training of a classification model, the dataset is divided into two as training and testing. While performing this division, some deviations (bias) and errors may occur in the training and testing of the model depending on the distribution of the data. K-fold cross-validation, which can be used in such situations, divides the data into equal parts according to a specified number of k, allowing each part to be used for both training and testing. Thus, it minimizes deviations and errors caused by distribution and division. The RFECV method applies the same process procedure as in Recursive Feature Elimination to each of the k divided datasets. Although the RFECV method causes an additional data processing cost, it provides more reliable results [27], [28].

3 Material & methods

The Recursive Feature Elimination with Cross-Validation (RFECV) Method is used for feature selection in this study, while the k-fold cross-validation value in the RFECV, namely k value, was determined as 10.

In order to see the effect of RFECV on different sized datasets, 5 different data sets were used in the study. ARCENE is the first of these datasets. ARCENE aims to predict cancer cells by binary classification methods. While there are 10.000 features in the ARCENE dataset, the number of instances is 100. The second dataset used in the study is GISETTE. This dataset aims to predict

handwritten single-digit numbers using the classification methods. There are 5.000 features and 6.000 instances in the GISETTE dataset. MADELON is another dataset used in the study. This dataset with 500 features and 2.600 samples reflects a binary classification problem with continuous features. ARCENE, GISETTE, and MADELON datasets were used in the NIPS (Neural Information Processing Systems Conference) - Feature Selection Competition held in 2003 [29, 30]. The fourth dataset used in the study is HILL-VALLEY with 100 features and approximately 1200 instances. The HILL-VALLEY dataset reflects the problem of binary classification with coordinates representing a hill or valley, aiming to predict whether these coordinates belong to a hill or a valley [31]. The last dataset used in the study is SPECTF. This dataset aims to diagnose tomography results using the binary classification method. SPECTF has 45 features and about 350 instances [32].

In the classification process, firstly, each dataset is divided into two separate groups as 70% train and 30% test. Afterwards, the model was established on the training dataset and the classification models were evaluated by applying the established model to the test dataset. For the classification model, 9 different classification algorithms, namely Logistic Regression (LR), Support Vector Machines (SVM), Naive Bayes (NB), k-Nearest Neighbors (k-NN), Stochastic Gradient Descent (SGD), Decision Tree (DT), AdaBoost (ADA), Multi-layer Perceptron (MLP) and XGBoost (XGB), were used to see how different algorithms were affected by the feature selection in different sizes of datasets. In order to see the effect of the RFECV method; Accuracy and ROC-AUC values used in the evaluation of the classification algorithms and the fit time of the model were examined. A brief summary of the working principles of classification algorithms used in the study is given in the next paragraph.

The logistic regression algorithm performs classification using a logistic function with probabilities describing the possible results of a single experiment [33]. The support vector machine algorithm is the representation of train data divided into classes as points in space at the width it allows. In this way, classification is carried out according to the classes represented in space [34]. The Naive Bayes algorithm is based on the Bayesian theorem, with the assumption of independence between each pair of features [35]. k-Nearest Neighbors is a method of classification based on neighbors. By working with distance calculations, it classifies each data point by assigning the nearest neighbors specified [36]. Stochastic Gradient Descent is a simple and effective approach compatible with linear models. This algorithm, which can be useful when the dataset is large, supports different loss functions and penalty values for classification [37]. Decision Tree, as its name suggests, is a tree-based algorithm. It generates and classifies an array of rules using attributes in the data [38]. AdaBoost aims to achieve a powerful classifier that provides high accuracy by combining multiple classifiers that perform poorly. The main principle of AdaBoost is to train the data sample by adjusting the weights of the classifiers in each iteration [39]. Multilayer Perceptron is an artificial neural network with backward propagation. It consists of input layers, hidden layers, and an output layer. Layers use a non-linear activation function, except for the input layer. The activation function provides a curvilinear match between input and output. This algorithm allows classification by changing the weights of the neurons it assigns to it [40]. XGBoost can be described as a more regular form of the Gradient Boosting algorithm. XGBoost algorithm uses advanced regularization, which improves model generalization capabilities. It is simply a classification method that makes estimates by combining outputs from trees. Its main principle is to create new trees, reducing the errors of previous trees [41].

Finally, the Wilcoxon Signed-Rank Test was applied to compare the classification evaluation metrics obtained before and after the feature selection process with RFECV and to test whether these metrics show a statistically significant difference. The significance level was taken as 0.05 in all tests applied. While all feature selection and classification process in the study was implemented in Python 3.7.1, Wilcoxon Signed-Rank Test was performed in IBM SPSS 23.

4 Results

The optimum feature number of the ARCENE dataset was found to be 4.522 with the application of RFECV (k = 10). This optimum feature number is less than half of the original feature number (10.000) in the dataset. It is seen in Table 1 that the RFECV applied to the ARCENE dataset increases the Accuracy of the classification model and the ROC-AUC score used as a criterion to distinguish the predicted classes in the model for all algorithms

used in the study. Thus, when Table 1 is examined, it is seen that the algorithms most affected by the feature selection process are Naive Bayes and Multi-layer Perceptron. In the Naive Bayes algorithm, the accuracy of the classification model increased by 16% after feature selection, while the ROC-AUC score used as a criterion to distinguish the predicted classes in the model increased by 18%. In the Multilayer Perceptron algorithm, the accuracy of the classification model increased by 21% after the feature selection, while the ROC-AUC score used as the criterion to distinguish the predicted classes in the model increased by 12%. However, the Fit time of the classification process is significantly shortened for AdaBoost, Multilayer Perceptron, and XGBoost algorithms.

Table 1. Comparison of Classification Evaluation Metrics Before and After Feature Selection for ARCENE Dataset

	Accuracy (%)		**ROC-AUC (%)**		**Fit Time (sec)**	
	Orig.	*Feat. Sel.*	*Orig.*	*Feat. Sel.*	*Orig.*	*Feat. Sel.*
LR	95	95	94	99.7	0.95	0.13
SVM	92	97	95	99.8	0.55	0.31
NB	54	70	53	71	0.11	0.05
KNN	83	87	90	92	0.25	0.18
SGD	80	90	92	99	0.13	0.04
DT	75	76	75	76	0.43	0.25
ADA	76	78	83	88	5.81	2.55
MLP	74	95	88	99.4	4.21	1.68
XGB	83	85	91	94	4.30	1.95

In the GISETTE dataset, the optimum feature number was found to be 1.327, and this optimum feature number value is considerably lower than the original feature number in the GISETTE dataset. When Table 2 is examined, it is seen that the RFECV process increases the accuracy and ROC-AUC values in this dataset. In the GISETTE dataset, the algorithm most affected by the RFECV method is Naive Bayes with 23% accuracy and ROC-AUC score change. When the fit times of the algorithms in the GISETTE dataset before and after the feature selection in the last column of Table 2 are examined, it is seen that there is a significant fit time improvement in the Support Vector Machines algorithm.

Table 2. Comparison of Classification Evaluation Metrics Before and After Feature Selection for GISETTE Dataset

	Accuracy (%)		**ROC-AUC (%)**		**Fit Time (sec)**	
	Orig.	*Feat. Sel.*	*Orig.*	*Feat. Sel.*	*Orig.*	*Feat. Sel.*
LR	97	99	99	99	6.4	1.5
SVM	97	99	99	99	80.6	8.2
NB	71	94	73	96	2.0	0.3
KNN	95	96	98	99	10.7	2.6
SGD	96	99	99	99	1.3	0.3
DT	93	93	93	93	12.0	3.3
ADA	95	95	98	98	35.5	10.0
MLP	97	99	97	97	36.3	11.6
XGB	98	98	98	98	40.5	11.1

In the MADELON dataset, the number of features has dropped by a large margin from 500 to 10. Table 3 shows the Accuracy, ROC-AUC, and Fit Time values before and after feature selection of the MADELON dataset. When classifying with the original feature number of 500 in this data set, the accuracy, and ROC-AUC score are not at a satisfactory level in other algorithms except the XGBoost algorithm. On the contrary, when the classification process was performed with the optimal number of features found as 10 with the RFECV method, the accuracy rate increased by 36% in the k-Nearest Neighbors algorithm, while the ROC-AUC score increased by 39%. At the same time, the Accuracy increased by 30% in the Multi-layer Perceptron algorithm, while the ROC-AUC score increased by 33%. This is an indication that significant improvements have been made in the k-Nearest Neighbors and Multi-layer Perceptron algorithm when the feature selection is made with RFECV. Looking at the fit times of the algorithms, a great time saving was achieved with the feature selection in Support Vector Machines, but the fit time in the Multi-layer Perceptron algorithm increased after the feature selection.

Table 3. Comparison of Classification Evaluation Metrics Before and After Feature Selection for MADELON Dataset

	Accuracy (%)		**ROC-AUC (%)**		**Fit Time (sec)**	
	Orig.	*Feat. Sel.*	*Orig.*	*Feat. Sel.*	*Orig.*	*Feat. Sel.*
LR	56	61	58	64	0.16	0.05
SVM	56	62	58	64	46.80	0.28
NB	59	59	64	63	0.04	0.01
KNN	54	90	56	95	0.23	0.01

SGD	55	59	57	61	0.40	0.01
DT	75	82	75	82	0.77	0.01
ADA	61	60	66	64	3.50	0.25
MLP	58	88	61	94	5.15	17.20
XGB	81	87	89	93	2.68	0.27

The number of features in the HILL-VALLEY dataset has almost halved after RFECV processing, from 100 to 47. Table 4 shows the Accuracy, ROC-AUC, and Fit Time values before and after feature selection of the HILL-VALLEY dataset. In this dataset, when the classification is made with the original number of features, the accuracy rates are not at a satisfactory level. However, when the ROC-AUC scores are examined, only the ROC-AUC scores of the Logistic Regression and Support Vector Machine algorithms are at a satisfactory level. Low accuracy and high ROC-AUC means that algorithms are good at discriminating classes but are not good at predicting. However, when the classification process is performed with the optimal number of features found as 47 with the RFECV method, a satisfactory result cannot be obtained in terms of Accuracy. The highest increase in accuracy rate after feature selection was seen in the Multilayer Perceptron algorithm with 6%, while the highest ROC-AUC score increase rate after feature selection was seen in the Stochastic Gradient Descent algorithm with 7%. Looking at the fit times of the algorithms, a time saving was achieved with the feature selection in the AdaBoost algorithm, but in the Multi-layer Perceptron algorithm, the fit time increased slightly after the feature selection.

Table 4. Comparison of Classification Evaluation Metrics Before and After Feature Selection for HILL-VALLEY Dataset

	Accuracy (%)		**ROC-AUC (%)**		**Fit Time (sec)**	
	Orig.	*Feat. Sel.*	*Orig.*	*Feat. Sel.*	*Orig.*	*Feat. Sel.*
LR	70	70	95	96	0.20	0.08
SVM	61	61	93	94	0.28	0.09
NB	51	51	54	54	0.01	0.01
KNN	54	55	55	56	0.02	0.01
SGD	60	60	78	85	0.02	0.01
DT	56	54	56	54	0.29	0.12
ADA	52	53	54	54	0.77	0.53
MLP	61	67	71	76	2.97	3.76
XGB	55	56	57	60	0.79	0.42

The number of features, which was 45 in the original version of the SPECTF dataset, was found to be 3 as optimum after the RFECV process. This optimum feature number is considerably less than the number of original features that were already few in the data set. In this case, it can be decided whether the feature selection process should be done or not by the performance of the classifier. Table 5 shows that when RFECV is applied to SPECTF dataset, it increases Accuracy and ROC-AUC score in all algorithms except AdaBoost and XGBoost algorithms. Looking deeper into Table 5, which includes the evaluation criteria before and after the feature selection process, Naive Bayes showed the highest improvement with 11% in terms of Accuracy, while the k-Nearest Neighbors algorithm showed the highest improvement with 11% in terms of ROC-AUC Score. However, when looking at the AdaBoost algorithm, it is seen that the accuracy value has decreased. This shows that applying the feature selection process with RFECV to the SPECTF dataset adversely affects the prediction performance of the AdaBoost classifier. In such cases, a different feature selection method can be used, or the feature selection process may not be applied to datasets.

Table 5. Comparison of Classification Evaluation Metrics Before and After Feature Selection for SPECTF Dataset

	Accuracy (%)		**ROC-AUC (%)**		**Fit Time (sec)**	
	Orig.	*Feat. Sel.*	*Orig.*	*Feat. Sel.*	*Orig.*	*Feat. Sel.*
LR	80	82	82	88	0.02	0.01
SVM	78	81	80	88	0.01	0.01
NB	67	79	84	87	0.01	0.01
KNN	73	80	73	83	0.01	0.01
SGD	77	78	81	87	0.01	0.01
DT	73	76	60	62	0.01	0.01
ADA	82	77	83	83	0.09	0.08
MLP	78	83	83	88	1.76	0.65
XGB	80	80	81	80	0.11	0.04

In Table 6, the mean values for Accuracy, ROC-AUC Score, and Fit Time obtained before and after the feature selection process of each classification algorithm were calculated in the context of all data sets. Then, by finding the difference between these mean values, it is aimed to examine the general effect of RFECV on the data sets used in the study. When the findings in Table 6 were examined, it is seen that the accuracy increased by an average of 4.9%, the ROC-AUC score increased by an average of 5.3% and the Fit Time decreased by an average of 5.1 seconds.

Table 6. Differences of Mean Values of Accuracy, ROC-AUC Score and Fit Times Before and After Feature Selection

Dataset	Accuracy Difference (%)	ROC-AUC Difference (%)	Fit Time Difference (sec)
ARCENE	6.7	6.3	1.07
GISETTE	3.7	2.8	19.59
MADELON	10.3	10.9	4.63
HILLVALLEY	0.7	1.7	0.04
SPECTF	3.1	4.4	0.13
MEAN	**4.9**	**5.2**	**5.09**

When the results in Table 6 are examined, it is revealed that the feature selection with RFECV mostly improves the classification performance in the context of the algorithms used in the study, but it is necessary to test whether this difference in each dataset is statistically significant. In order to apply this test procedure, the Accuracy, ROC-AUC Score, and Fit Time values specified separately for each data set were combined. Then, it was tested whether the differences of these metrics were significant before and after the feature selection process with RFECV. Since the obtained Accuracy, ROC-AUC Score, and Fit Time values did not show the normal distribution and were determined as before and after a feature selection process, the Wilcoxon Signed-Rank Test was used for group comparison. Table 7 shows the results of this test for datasets.

Table 7. The Results of Wilcoxon Signed-Rank Test for Datasets

	Accuracy		ROC-AUC		Fit Time	
	Pos. Rank	*p*	*Pos. Rank*	*p*	*Neg. Rank*	*p*
ARCENE	8	0.012*	9	0.008*	9	0.008*
GISETTE	6	0.026*	2	0.180	9	0.008*
MADELON	7	0.017*	7	0.021*	8	0.086
HILL VALLEY	4	0.336	6	0.089	7	0.161
SPECTF	7	0.079	7	0.017*	4	0.066

*Difference is significant at the 0.05 level.

When the Accuracy column in Table 7 is examined, it can be said that the difference of Accuracy value in the ARCENE (*p=0.012*), GISETTE (*p=0.026*), and MADELON (*p=0.017*) datasets are significant. When considering these significant results, it is seen that the Accuracy performance of 8 algorithms in the ARCENE dataset, 6 algorithms in the GISETTE dataset, and 7 algorithms in the MADELON dataset have increased positively when the RFECV method was applied. Considering the ROC-AUC column in Table 7, it can be said that the difference of ROC-AUC Scores in ARCENE (*p=0.008*), MADELON (*p=0.021*), and SPECTF (*p=0.017*) datasets are significant. When the change in these significant results is examined, it is seen that the ROC-AUC Scores of 9 algorithms in the ARCENE data set, 7 algorithms in the MADELON data set, and 7 algorithms in the SPECTF data set increased positively after feature selection with RFECV. Looking at the last column of Table 7, it can be said that the difference between Fit Times in ARCENE (*p=0.008*) and GISETTE (*p=0.008*) datasets is significant. In ARCENE and GISETTE datasets, it is seen that Fit Times in 9 algorithms increase negatively after feature selection with RFECV. In this case, it can be interpreted that the fit times decrease for each algorithm in these two datasets.

Finally, it was tested whether the results of classification success metrics of each algorithm before and after feature selection with RFECV show a statistical significance or not. Table 8 shows the results of the Wilcoxon Signed-Rank test for each algorithm.

Table 8. The Results of Wilcoxon Signed-Rank Test for Each Algorithm

	Accuracy		ROC-AUC		Fit Time	
	Pos. Rank	*p*	*Pos. Rank*	*p*	*Neg. Rank*	*p.*
LR	3	0,102	4	0,066	5	0,043*
SVM	4	0,068	4	0,068	4	0,068
NB	3	0,109	3	0,144	3	0,109
KNN	5	0,042*	5	0,042*	4	0,068
SGD	4	0,068	4	0,066	4	0,066
DT	3	0,273	3	0,357	4	0,068
ADA	2	0,854	1	0,655	5	0,043*
MLP	5	0,043*	4	0,066	2	0,686
XGB	3	0,109	3	0,141	5	0,043*

When the significant results in Table 8 are examined, it is seen that the k-Nearest Neighbors and Multi-layer Perceptron algorithm is positively affected by the feature selection in the context of Accuracy. Accuracy rate increased in all data sets after feature selection in both algorithms. Considering the significant results in the context of ROC-AUC Score, the ROC-AUC Score of all data sets increased in the k-Nearest Neighbors algorithm after feature selection. However, in the significant results of the algorithms in Fit Times, the Fit Times

of all datasets in Logistic Regression, AdaBoost and XGBoost algorithms are shortened after feature selection.

5 Conclusion

Feature selection is defined as choosing the best subset that can represent the original data set. This feature selection process aims to reduce the size of the variables in the dataset, namely the features, by selecting the most effective features for the relevant problem. Nowadays, feature dimensions in the stored data are at quite high levels. Analyzing such high feature-size data reveals serious problems in terms of both the time & cost of the application and the performance of the machine learning algorithm to be used. For this reason, feature selection has become an important issue while analyzing for high-dimensional data.

Many different methods are used in feature selection. These methods have various advantages and disadvantages. The first of these methods is the filter methods that are based on statistical theories and applied before analysis such as classification and clustering, the second of these methods is the wrapper methods that perform search operations on features and use the algorithms used in methods such as classification and clustering as a tool for selecting the best features, the last of these methods are embedded methods that are based on finding the best divisor criterion and work concurrently with algorithms used in methods such as classification and clustering.

In this study, feature selection was made by using one of the wrapper methods, the Recursive Feature Elimination with Cross-Validation method. In classification analysis, Logistic Regression, Support Vector Machines, Naive Bayes, k-Nearest Neighbors, Stochastic Gradient Descent, Decision Tree, AdaBoost and XGBoost algorithms applied on 5 different datasets including ARCENE, GISETTE, MADELON, HILL-VALLEY and SPECTF which contain binary classification problems with balanced distribution. Accuracy, ROC-AUC Score, and Fit Time values were used to evaluate the classification success of these algorithms. When these values obtained before and after feature selection with RFECV in each dataset were examined, it was seen that the accuracy increased by an average of 5%, the ROC-AUC score increased by an average of 5.3% and the Fit Time decreased on average by about 5.1 seconds. In general, it was concluded that Naive Bayes and Multilayer Perceptron classifiers are most sensitive to feature selection since they are the algorithms whose classification performance increases the most after feature selection. Finally, these differences occurring before and after feature selection with RFECV were statistically tested with Wilcoxon Signed-Rank Test. With this test, it was concluded that the increase in accuracy value after feature selection was significant in ARCENE, GISETTE, MADELON datasets, and the increase in ROC-AUC Score after feature selection was significant in ARCENE, MADELON, SPECTF datasets. However, the decrease in Fit Time in ARCENE and GISETTE datasets was found to be significant.

In conclusion, it has been observed that the classification results obtained when the feature selection is made with the Recursive Feature Elimination with Cross-Validation method, which is one of the wrapper feature selection methods, is more successful in datasets with higher feature sizes. Therefore, it can be said that the Recursive Feature Elimination with Cross-Validation method can be used in the feature selection process in datasets with high feature sizes and can give better results.

References

[1] Coenen F. "Data mining: past, present and future". Knowledge Engineering Review, 26(1), 25-29, 2011.

[2] Guyon I, Elisseeff A. "An Introduction to Variable and Feature Selection". Journal of Machine Learning Research, 3, 1157-1182, 2003.

[3] Kira K, Rendell L.A. "A Practical Approach to Feature Selection". Machine Learning Proceedings, 249-256, 1992.

[4] James G, Witten D, Hastie T, Tibshirani R. An Introduction to Statistical Learning. Springer, 204, 2013.

[5] Bermingham M. L, Pong-Wong R, Spiliopoulou A, Hayward C, Rudan I, Campbell H, Wright A. F, Wilson J. F, Agakov F, Navarro P, Haley C. S. "Application of high-dimensional feature selection: evaluation for genomic prediction in man". Scientific Reports, 5(10312), 1-12, 2015.

[6] Li J, Cheng K, Wang S, Morstatter F, Trevino R, Tang J, Liu H. "Feature Selection: A Data Perspective". ACM Computing Surveys, 50, 2016.

[7] Dash M, Liu H. "Feature Selection for Classification". Intelligent Data Analysis, 1, 131–156, 1997.

[8] Liu H, Yu L., "Towards Integrating Feature Selection Algorithms For Classification And Clustering". IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, 17(4), 491-502, 2005.

[9] Saw T. "Swarm Intelligence Based Feature Selection for High Dimensional Classification: A Literature

Survey". International Journal of Computer, 33, 69-83, 2019.
[10] Sahu B, Dehuri S, Jagadev A. "A Study on the Relevance of Feature Selection Methods in Microarray Data". The Open Bioinformatics Journal, 11, 117-139, 2018.
[11] Tang J., Liu H, Alelyani S. "Feature Selection for Classification". Data Classification: Algorithms and Applications, 37, 37-64. Arizona, CRC Press, 2017.
[12] Saeys Y, Inza I, Larrañaga P. "A Review of Feature Selection Techniques in Bioinformatics". Bioinformatics, 23(19), 2507–2517, 2007.
[13] Sánchez-Marono N, Alonso-Betanzos A, Tombilla-Sanromán M. "Filter Methods for Feature Selection–a Comparative Study". International Conference on Intelligent Data Engineering and Automated Learning, Berlin, Heidelberg, 2007.
[14] Baraldi P, Zio E, Roverso D. "Feature Selection for Nuclear Transient Diagnostics", 2007. DOI: 10.13140/RG.2.1.2010.8321.
[15] Loo L.-H, Roberts S, Hrebien L, Kam M. "New Criteria for Selecting Differentially Expressed Genes". IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine, 26, 17-26, 2007.
[16] Aksu D, Ustebay S, Aydin M.A, Atmaca T., "Intrusion Detection with Comparative Analysis of Supervised Learning Techniques and Fisher Score Feature Selection Algorithm". Computer and Information Sciences: Communications in Computer and Information Science, Springer, 141-149, 2018.
[17] Gu Q, Zhenhui L, Jiawei H. "Generalized Fisher Score for Feature Selection" arXiv preprint arXiv:1202.3725, 2012.
[18] Jin X, Xu A, Bie R, Guo P. "Machine Learning Techniques and Chi-Square Feature Selection for Cancer Classification Using SAGE Gene Expression Profiles". BioDM 2006: Data Mining for Biomedical Applications, Berlin, Heidelberg, Springer, 106-115, 2006.
[19] Ozsoy O. İktisatçılar ve İşletmeciler için İstatistik. Turhan Kitapevi, Ankara, 269, 2002.
[20] Yang Y, Pedersen J.O. "A Comparative Study on Feature Selection in Text Categorization". 14th International Conference on Machine Learning, San Francisco, CA, USA, 1997.
[21] Taqwa A, Md Siraj M, Zainal A, Elshoush H.T, Elhaj F. "Feature Selection Using Information Gain for Improved Structural-Based Alert Correlation". PLOS ONE, 11, 2016.
[22] Hall M. A. Correlation-based Feature Selection, The University of Waikato, Hamilton: PhD Thesis, 1999.
[23] Chandrashekar G, Sahin F. "A Survey on Feature Selection Methods". Computers & Electrical Engineering, 40(19), 16-28, 2014.
[24] Ladha L, Deepa T. "Feature Selection Methods and Algorithms" International Journal on Computer Science and Engineering, 3(5), 1787-1797, 2011.
[25] Ma S, Huang J. "Penalized Feature Selection and Classification in Bioinformatics". Briefings in Bioinformatics, 9(5), 392-403, 2008.
[26] Guyon I, Weston J, Barnhill S, Vapnik V. "Gene Selection for Cancer Classification Using Support Vector Machines". Machine Learning, 46(1), 389-422, 2002.
[27] Mathew T. E. "A Logistic Regression with Recursive Feature Elimination Model for Breast Cancer Diagnosis". International Journal on Emerging Technologies, 10(3), 55-63, 2019.
[28] Misra P, Yadav A.S. "Improving the Classification Accuracy using Recursive Feature Elimination with Cross-Validation". International Journal on Emerging Technologies, 11(3), 659-665, 2020.
[29] NIPS, "NIPS 2003 Workshop on Feature Selection". British Columbia, CA, 2003.
[30] Guyon I, Gunn S, Nikravesh M, Zadeh L. Feature Extraction, Foundations and Applications. Berlin, Springer, 237-263, 2006.
[31] Graham L, Oppacher F. "Hill-Valley Dataset". http://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/hill-valley.
[32] Cios K. J, Kurgan L. A. "SPECTF Dataset". http://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/SPECTF+Heart.
[33] Worth A. P, Cronin M. T. "The Use of Discriminant Analysis, Logistic Regression and Classification Tree Analysis in the Development of Classification Models for Human Health Effects". Journal of Molecular Structure: THEOCHEM, 622(1-2), 97-111, 2003.
[34] Ghumbre S, Patil C, Ghatol A. "Heart Disease Diagnosis using Support Vector Machine". International Conference on Computer Science and Information Technology (ICCSIT'2011), Pattaya, 2011.
[35] Murphy K. P. "Naive bayes classifiers". University of British Columbia, 18(60), 2006.
[36] Liao Y, Vemuri V. R. "Use of k-Nearest Neighbors classifier for intrusion detection". Computers & Security, 21(5), 439-448, 2002.
[37] Bottou L., "Large-scale machine learning with stochastic gradient descent". Proceedings of COMPSTAT'2010, Berlin, Heidelberg, 2010.
[38] Safavian S. R, Landgrebe D. "A survey of decision tree classifier methodology". IEEE transactions on systems, man, and cybernetics, 21(3), 660-674, 1991.
[39] Hastie T, Rosset S, Zhu J, Zou, H. "Multi-class adaboost". Statistics and Its Interface, 2(3), 349-360, 2009.
[40] Öztemel E. Yapay Sinir Aglari. Papatya Yayincilik, Istanbul, 29-31, 2003.
[41] Chen T, Guestrin C. "XGBoost: A Scalable Tree Boosting System". 22nd ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining, San Francisco, 2016.

Recent state-of-the-art artificial Intelligence applications of image processing methods in medical diagnosis

Tıbbi tanıda görüntü işleme yöntemlerinin son teknoloji yapay zeka uygulamaları

Emrah IRMAK[1]*

[1]*Alanya Alaaddin Keykubat University, Engineering Faculty, Electrical-Electronics Engineering Department, Alanya, Antalya, TURKEY*
emrah.irmak@alanya.edu.tr

Abstract

The recent breathtaking developments in the field of Artificial Intelligence (AI) have increased the use of fully automatic and advanced electronic devices in the medicine. As a result, the use of image processing techniques in medicine has become widespread recently. These exciting technological developments provide great convenience to radiologists and clinicians in terms of time, cost, treatment and diagnosis. Limited test kits, the shortage of specialists in healthcare facilities, and the rapid increase in the number of people with the disease have increased the need for computer-aided automatic diagnostic approaches that can help specialists quickly identify patients, especially those in need of emergency treatment. Large-scale data from various patients with various diseases have been successfully analyzed by integrating with advanced Machine Learning (ML) algorithms to better understand the spread pattern of the disease, further improve diagnostic speed and accuracy, and develop new and effective therapeutic approaches. As countries try to deal with limited medical resources for disease management due to disease fluctuations, Deep Learning (DL) based image processing methods are now more important than ever. These methods demonstrate the potential to be an integral part of monitoring and improving the health system, both during and after emergencies. The use of deep learning based image processing methods has the potential to produce solutions in many areas needed in combating diseases. In this study, the role of DL based image processing methods, which is the latest artificial intelligence technology developed and successfully used especially for medical diagnosis, in combating diseases is discussed.

Keywords: *Artificial Intelligence, Convolutional Neural Networks, Deep Learning, Disease Diagnosis, Medical Image Processing*

1. Introduction

The most important type of information that the human brain perceives, processes and interprets is visual data. Factors such as the fact that visual materials are an effective tool in every field where human factors are present, and the facilitation of the creation and dissemination of visuals with developing technology create data stacks that contain millions of images. These data stacks also provide a perfect database for next generation technologies. With the introduction of Artificial Intelligence (AI) into the field, the information contained in visual data is transformed from a simple advertising tool that appeals to human perception to a source of wide-ranging technologies from medical diagnosis applications to material science technologies, from sensor systems in the defense industry to the film industry. Image processing techniques are digital data analysis systems that are used to obtain various information by analyzing existing images. The focus of image processing systems is to obtain new information by finding similarities or differences between millions of visual identities.

Thanks to computer-aided automatic diagnosis systems, it is possible to increase the diagnostic capabilities of physicians and to reduce the time

spent for an accurate diagnosis. The purpose of these systems is to help experts make fast and accurate decisions. Deep Learning (DL) is a subclass of Machine Learning (ML) and AI that centralizes a complex hierarchy of image features. Deep Convolutional Neural Network (CNN) is the most widely used DL method. It is one of the first preferred neural networks, especially in image-processing problems, as it includes both feature extraction and classification stages and produces very effective results. In medical image processing researches, the CNN model or different models produced from CNN are commonly used. In particular, DL approaches such as CNN, which automatically performs the feature extraction process, have been widely used in these studies. CNNs can be used in disease diagnosis, disease classification and disease severity assessment applications by detecting the abnormalities and pathology of the radiographs of body organs and learning the findings in the infected images on their own.

This study aims to examine the state-of-the-art AI applications in medical diagnosis by presenting the usability of DL based image processing techniques in the diagnosis of various diseases. The development of AI based image processing techniques has also resulted in the use of these techniques in disease diagnosis in medicine. These technical advances have provided clinicians, radiologists and doctors with great convenience in matters such as time, cost, diagnosis and treatment. The rest of this paper is organized as follows. Section 2 explains the role of radiological imaging in medical diagnosis. Section 3 presents the ability of DL based image processing methods in medical diagnosis. Section 4 elaborates on applications of DL based image processing methods in medical diagnosis. Section 5 gives some important publicly available medical image datasets to be used with DL based image processing methods. Results and discussions are given in Sections 6, and finally, the paper is concluded in Section 7.

2. The role of radiological imaging in medical diagnosis

The insufficient numbers of people and the rapid increase in the number of people with the diseases have increased the need for computer-aided automatic diagnostic approaches that can help specialists quickly identify patients, especially those in need of emergency treatment. One of the most important ways to diagnose medical diseases is to use radiological imaging techniques. Clinical studies conducted on infected patients have shown that such patients often have some radiological findings caused by the disease in their respective organs. Figure 1 shows four different medical images taken from four different people each has a different disease. The changes caused by each disease in the relevant tissues of the patient are shown with red arrows. Figure 1a is a lung CT image of a COVID-19 infected patient [1]. Both lungs are involved with large consolidations created by novel coronavirus. Figure 1b is a brain MRI image of a patient who has brain tumor [2]. Tumor appears in white intensities. Figure 2c is brain MRI image of an Alzheimer's disease [3] whereas Figure 1d is a mammography image of a patient who has breast cancer [4]. The cancerous tissue differs from the rest of the tissues in both intensity and shape.

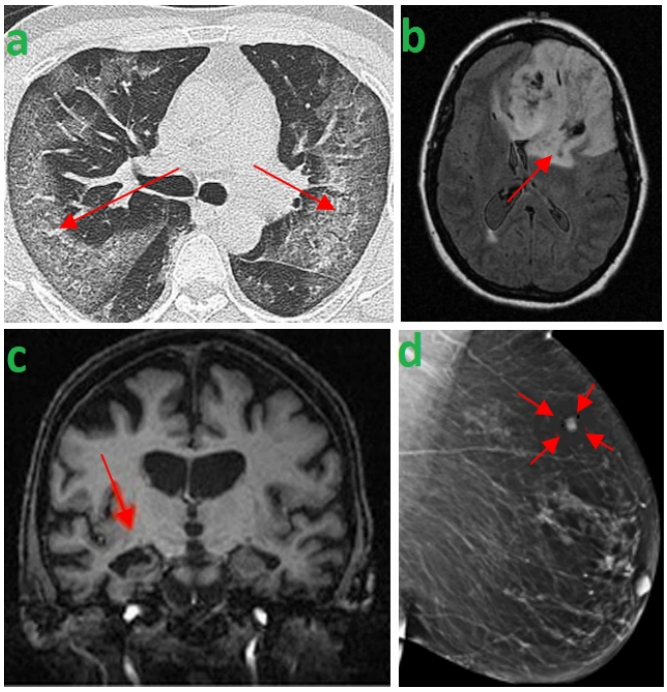


Figure 1. Radiological findings of various disease: a. COVID-19, b. Glioblastoma Multiforme, c. Alzheimer's disease, d. Breast cancer

3. The ability of DL based image processing methods in disease diagnosis

Although DL has been a method used for years, two new trends have led to the widespread use of DL: 1. massive amounts of training data, and 2. powerful and efficient parallel computing achieved by GPU computing. GPUs are used to train these deep neural networks in much shorter times and using much less data center infrastructure by using much larger training sets. CNN is one of the "artificial neural networks (ANN)" models, which is a subset of the DL class. CNNs are quite similar to ordinary ANNs with learnable weight values. Each neuron in the neural network takes the data as input, processes the data

and transfers the non-linearly calculated result to the next neuron. Each neuron in the network calculates the score value of a class at the end of the network by processing the raw image pixels given at the beginning of the network. The calculated value is processed in the last fully connected layer, and the predictive value that gives the information to which class the image belongs to is generated. These artificial neural networks try to capture some features from the image. In this way, it is determined whether the image is a tumor, a virus or a normal tissue with a certain probability. What we need to detect here is the critical tissues, namely features. These critical tissues (features) are abnormalities in the organs or tissues such as tumors, viruses etc. CNN is a specific type of neural network that usually consists of the following layers:

3.1. Convolutional layer

A CNN is a deep learning algorithm that can take an input image and separate various views/objects in the image. CNN uses the first convolutional layer to learn how to detect features like color and edges. More complicated features are detected by deeper convolutional layers, and subsequent convolutional layers of the CNN build up their features by combining features learned by the earlier convolutional layers. The convolution layer uses the filters that perform the convolution operations while scanning its input according to its size. Hyper-parameters include filter size and pitch. The resulting output is called an attribute map or activation map.

3.2. Pooling layer

Pooling is a sampling process that is typically applied after a convolution layer with some spatial variation. The goal here is to actually achieve a smaller size matrix without losing the properties of the current image. In particular, maximum and average pooling are special types of pooling where the maximum and average value are taken, respectively. When using Maximum Pooling, each pooling action selects the maximum value of the current matrix. When using Average Pooling, each joint operation averages the values of the current matrix. The convolution layer and the pooling layer can be fine-tuned with important hyper-parameters.

3.3. Fully-Connected layer

The fully connected layer (FC) operates on an input where each input is connected to all neurons. FC layers, if any, are often found towards the end of the CNN architecture and can be used to optimize parameters such as class scores.

4. Applications of DL based image processing methods in medical diagnosis

CNN models have been described as black boxes and there is a lot of research happening in terms of analyzing and understanding of medical images. DL based image processing methods shorten the processing time as well as providing advanced technology in image processing.

4.1. COVID-19 disease diagnosis

Automatic detection of COVID-19 disease from medical images is a critical component of the new generation of computer-assisted diagnostic (CAD) technologies and has emerged as an important area in recent years. There are several studies on the detection of COVID-19 disease using deep learning. For instance, Ozturk et al. [5] achieved to diagnose COVID-19 disease with 98.08% accuracy. They also differentiate the COVID-19 pneumonia from community acquired pneumonia with 87.02% accuracy. In another study worth reviewing, Irmak E. [6] proposed a new and fully automated CNN implementation for the diagnosis of COVID-19. Detection of COVID-19 disease was achieved with a high accuracy rate of 98.92%. He also succeeded to make multi-classification of COVID-19 disease (COVID-19 vs. Community Acquired Pneumonia vs. Normal) with an overall accuracy of 98.27%. It has been proven that DL methods can evaluate the severity of COVID-19 disease, as well as diagnose the disease. For example, Irmak E. [7] showed that CNN could classify the COVID-19 patients into four severity stage such as mild, moderate, severe and critical with 95.52% accuracy. An example of CNN result for COVID-19 disease severity staging is shown in Figure 2. Four sample validation images with predicted labels and the predicted probabilities of the images having those labels are shown in Figure 2.

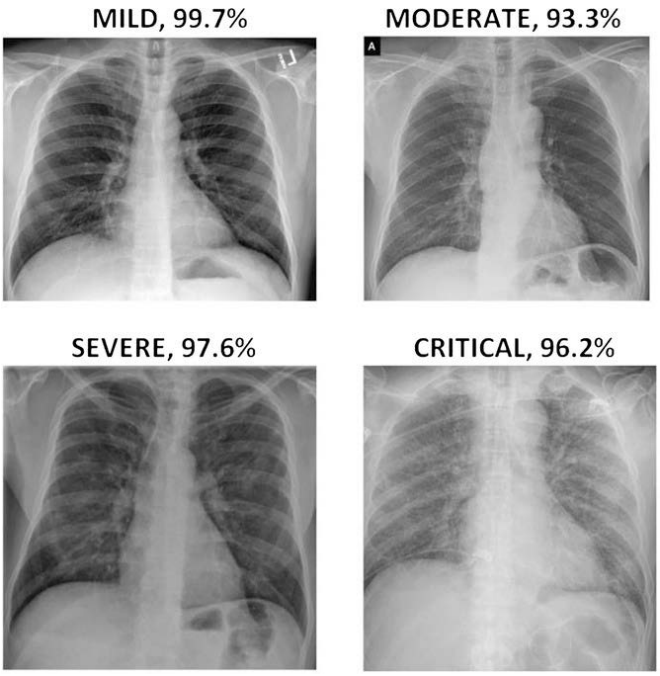


Figure 2. Results of COVID-19 disease severity staging using CNN

4.2. Alzheimer's disease diagnosis

DL based image processing methods are successfully used in Alzheimer's disease diagnosis. Marzban et al. [8] used a fully automated CNN model for Alzheimer's disease diagnosis and obtained 93.5% accuracy from diffusion tensor images. Researchers who are interested in DL based Alzheimer's disease diagnosis can refer to [9] which is a comprehensive review paper about Alzheimer's disease diagnosis using DL methods.

4.3. Brain tumor diagnosis

There are many studies on brain tumor detection using CNN. For example, Mzoughi et al. [10] designed a CNN models which classified the given MRI image as low grade glioma and high grade glioma with an accuracy of 96.49%. Another researchers presented [11] a DL based method which made multi-classification of brain tumor such as glioma, meningioma and pituitary. Another important application of CNN in brain tumor diagnosis is tumor grading. For example, Pereira et al. [12] predicted tumor grades as grade II vs. grade III vs. grade III with an overall accuracy of 92.98%.

4.4. Breast cancer diagnosis

Breast cancer diagnosis has also been performed using DL based image processing methods. Chougrad et al. [13] proposed deep CNN model for breast cancer screening. They achieved to predict if the mass lesions are benign or malignant with 98.23% accuracy. Al-Antari et al. [14] designed DL based CAD systems which could assist radiologists over all stages of detection segmentation, and classification for diagnosis of breast lesions.

4.5. Applications of DL in other medical diagnosis problems

There are many applications of DL based image processing techniques in medicine. Some of these applications can be listed as follows: diabetic retinopathy, interstitial lung disease, arrhythmia diagnosis, thyroid nodule diagnosis, prostate cancer, periodontal disease diagnosis etc.

5. Important publicly available medical image datasets to be used with DL based image processing methods

One of the biggest challenge with DL based medical image processing is the lack of data. To find a dataset that deals with medical imaging is challenging when compared to other domains due to privacy concerns etc. In Table 1, publicly available datasets that can be used in deep learning-based image processing methods and the relevant resources and references to reach them are given.

Table 1. Publicly available datasets for DL based image processing methods.

Reference	Application area	Imaging modality	# of images
[6]	COVID-19	X-Ray	>3000
[3]	Alzheimer	MRI	>900
[2]	Brain tumor	MRI	>5000
[4]	Breast cancer	Microscopy	>9000

6. Results and Discussions

Increasing diseases recently made it necessary for different disciplines such as radiological imaging, artificial intelligence, image processing, computer aided diagnosis to work together intensively. Although almost all areas of expertise have been involved in combating diseases, this study emphasizes the achievements of image processing techniques based on DL methods. To summarize; It has been observed that the changes caused by diseases on organs or other body tissues can be detected by radiological imaging and the diagnosis, classification and severity grading of the disease can be done automatically with DL based image processing techniques. DL based image processing methods have played an active role in combating diseases. An urgent clinical reaction is necessary in the face of the continual destruction caused by a wide variety of diseases. The correct and successful management of the crisis created by emergencies required the intensive work of the scientific

community. The use of DL based image processing methods has the potential to produce solutions in many areas needed in combating diseases. DL shortens the processing time as well as providing advanced technology in image processing problems.

7. Conclusion

One of the biggest deficiencies seen in these studies is the lack of sufficient number of data sets. The emergence of more data sets and their availability to all researchers will be decisive in the next challenge. It is important that deep learning methods are trained and tested with a large amount of data in order to obtain valid results. In addition, successful results should be obtained with different experiment sets in order to generalize the obtained results and methods. Therefore, it is not recommended that deep learning-based image processing methods can be used alone for the diagnosis of the diseases. It is emphasized that these methods should be used as an aid to current diagnostic methods. Although there have been quite successful studies in combating a wide variety of diseases since the use of deep learning-based image processing methods in medicine, it has been understood that there is still a long distance to be covered.

References

[1] Amyar A., Modzelewski R., Li H. and Ruan S., "Multi-task deep learning based CT imaging analysis for COVID-19 pneumonia: Classification and segmentation," Computers in Biology and Medicine, Volume 126, 2020..

[2] Irmak, E, Erçelebi, E, Ertaş, A. (2016). Brain tumor detection using monomodal intensity based medical image registration and MATLAB. Turkish Journal of Electrical Engineering and Computer Science, 24(4), 2730-2746.

[3] Alzheimer's Disease Neuroimaging Initiative (ADNI), http://adni.loni.usc.edu, Accessed on 21 March 2021.

[4] The Breast Cancer Histopathological Image Classification (BreakHis), https://web.inf.ufpr.br/vri/databases/breast-cancer-histopathological-database-breakhis, Accessed on 21 March 2021.

[5] Ozturk T, Talo M, Yildirim EA, Baloglu UB, Yildirim O, Rajendra Acharya U. Automated detection of COVID-19 cases using deep neural networks with X-ray images. Comput Biol Med 121: 103792, 2020.

[6] Irmak, E., Implementation of convolutional neural network approach forCOVID-19 disease detection. Physiol. Genomics 52(12), 590–601 (2020).

[7] Irmak E. COVID-19 disease severity assessment using CNN model. IET Image Processing 2021;1–11.

[8] Marzban EN, Eldeib AM, Yassine IA, Kadah YM, for the Alzheimer's Disease Neurodegenerative Initiative (2020) Alzheimer's disease diagnosis from diffusion tensor images using convolutional neural networks. PLoS ONE 15(3): e0230409. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0230409.

[9] M. R. Ahmed, Y. Zhang, Z. Feng, B. Lo, O. T. Inan and H. Liao, "Neuroimaging and Machine Learning for Dementia Diagnosis: Recent Advancements and Future Prospects," in IEEE Reviews in Biomedical Engineering, vol. 12, pp. 19-33, 2019, doi: 10.1109/RBME.2018.2886237.

[10] Mzoughi, Hiba et al. 2020. "Deep Multi-Scale 3D Convolutional Neural Network (CNN) for MRI Gliomas Brain Tumor Classification." Journal of Digital Imaging 33(4): 903–15.

[11] Deepak, S, and P M Ameer. 2019. "Brain Tumor Classification Using Deep CNN Features via Transfer Learning." Computers in Biology and Medicine 111: 103345.

[12] Pereira, Sérgio et al. 2018. "Automatic Brain Tumor Grading from MRI Data Using Convolutional Neural Networks and Quality Assessment." Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics) 11038 LNCS(September): 106–14.

[13] Chougrad H, Zouaki H, Alheyane O. Deep Convolutional Neural Networks for breast cancer screening. Comput Methods Programs Biomed. 2018 Apr;157:19-30. doi: 10.1016/j.cmpb.2018.01.011. Epub 2018 Jan 11. PMID: 29477427.

[14] Al-Antari MA, Al-Masni MA, Kim TS. Deep Learning Computer-Aided Diagnosis for Breast Lesion in Digital Mammogram. Adv Exp Med Biol. 2020;1213:59-72. doi: 10.1007/978-3-030-33128-3_4. PMID: 32030663.

Fungusit Toksisitesine Maruz Kalan *Alburnus tarichi* balığının Gonad Dokusu 8- OHdG değişimi

Aslı ÇİLİNGİR YELTEKİN[1]*

[1]*Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya Bölümü, Van, TÜRKİYE*

Özet

Dünya nüfusunun her geçen gün artması insanları daha verimli tarım ürünlerine yönlendirmektedir. Bu durum da, pestisit türevi maddelerin kullanımını artırmaktadır. Fungusit içeren atık suların toprağa, denizlere, göllere ve nehirlere karışması sonucu çevrede büyük zararlar oluşmaktadır. Bu durum suların doğal dengesini bozarak, suda yaşayan canlıları ve onlarla beslenen insanların sağlığını tehdit etmektedir. Çalışmamızda, fungusitlerin ana maddesi olarak kullanılan tebukonazolün Van Balıklarının *(Alburnus tarichi* Güldenstadt 1814*)* gonad dokusunda oluşturmuş olduğu DNA hasarını (8-OHdG) belirlemek amaçlanmıştır. Bu nedenle çalışmada 2,5 mg / L konsantrasyonunda tebukonazol uygulanarak farklı zamanlarda örneklemeler yapılmıştır. Sonuç olarak, farklı zamanlarda tebukonazol uygulanan Van Balıklarının gonad dokusu 8-OHdG (8-hydroxy-2-deoxyguanosine) düzeyini arttırdığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *8-OHdG, Alburnus tarichi, Gonad*

Gonad Tissue of Alburnus tarichi Fish Exposed to Fungicide Toxicity 8- OHdG exchange

Abstract

The increasing world population is directing people to more productive agricultural products. This increases the use of pesticide derivatives. As a result of the contamination of the fungicide-containing wastewater with the soil, seas, lakes and rivers, great damage occurs in the environment. This situation disrupts the natural balance of the waters and threatens the health of aquatic creatures and the people who feed on them. In our study, it was aimed to determine the DNA damage (8-OHdG) caused by tebuconazole, which is used as the main ingredient of fungicides, in the gonad tissue of Van Fish (*Alburnus tarichi* Güldenstadt 1814). For this reason, samples were made at different times by administering the 2.5 mg / L concentration of tebuconazole. As a result, it has been determined that Van Fishes treated with tebuconazole at different times increased the 8-OHdG (8-hydroxy-2-deoxyguanosine) level in the gonad tissue.

Keywords: *8-OHdG, Alburnus tarichi, Gonad*

1 Giriş

Pestisitler, insan ve hayvan vücudu ile bitkiler üzerinde veya çevresinde yaşayan, besin kaynaklarının üretim, depolanma ve tüketimi sırasında besin değerini düşüren ya da zarara uğratan böcek, kemirici, yabani ot, mantar gibi canlı formlarının yıkıcı etkilerini azaltmak için kullanılan kimyasal maddelerdir. Bu amaçla dünyada onlarca değişik kimyasal formulasyona sahip madde, her yıl yaklaşık 1,5 milyon ton civarında üretilmekte ve 30 milyon dolarlık bir ticari hacim oluşturmaktadır (1,2). Mevcut tarım alanlarından yüksek verim sağlamak amacıyla kullanılan pestisitlerin bilinçsiz ve denetimsiz kullanımının insan sağlığına ve çevreye olumsuz etkileri göz ardı edilmemelidir (3). Orijini kaza ya da intihar amaçlı olabilen pestisit zehirlenmeleri, tüm dünyada yaygın önemli bir morbidite ve mortalite sebebidir. Dünyada yılda yaklaşık 3 milyon ciddi akut pestisit zehirlenmesi olduğu tahmin edilmekte, bunların 220.000'den fazlası ölümle sonuçlanmaktadır. Fatal pestisit zehirlenmelerinin %95'i gelişmekte olan ülkelerde meydana gelmektedir (4). Kalıpcı ve ark. (2010)'nın

yapmış olduğu literatür çalışmasında; bir kısım pestisitlerin (formülasyon tipi, uygulama şekli, doz miktarı vb. niteliklere göre değişmekle birlikte), deneysel olarak canlılarda teratojenik, karsinojenik, nörotoksik, imminolojik, sitotoksik ve hepatotoksik etkilerinin olabileceği, kromozom anormalliklerini arttırdığı, kardiyovasküler sistem, üreme sistemi dahil birçok sistemin etkilenmesine neden olduğu belirlenmiştir [5]. Hedef olmayan organizmalarda (çiftlik hayvanları, arılar, kuşlar, balıklar ve omurgasızlarda) muhtemel ölümlere neden olduğu, üremenin azalmasıyla birlikte uzun dönemlerde ekosistemin yapısı ve türlerinin sayısında değişikliklere neden olduğu görülmüştür. Pestisitlerin; hava, toprak, su ve bitkilere geçerek doğal çevreye yayılmak suretiyle önemli çevre kirliliklerine neden olduğu da bildirilmiştir. Bitkilerin direkt veya dolaylı olarak pestisite maruz kalması sonucunda ise pestisit kalıntılarının gıda yolu ile insan ve hayvanların besin zincirine girerek, canlıların bu toksik bileşikle kontamine olmasına neden olacağı belirtilmiştir. Bilinçsizce kullanılan pestisitler nedeniyle zirai ürün zararlılarında çeşitli tipte dayanıklılıklar geliştiği için daha yüksek dozlarda uygulama yapılmasını zorunlu kılmaktadır. Bu durumun ise gerek üretim maliyetinin artmasına gerekse de üründe ve ekosistem içerisinde kalıntı miktarının ve kirliliğin artmasına sebep olacağı bildirilmiştir. Pestisitlerin tarımsal amaçlı olarak kullanımının, ortamda bulunan canlılar ve çevre üzerinde olumsuz ekolojik etkilerinin, bağışıklık sistemi ve farklı dokularda toksik etkilerini gösteren bilimsel çalışmaların sayısı gün geçtikçe artmaktadır (6).

Serbest radikaller, hücrelerde endojen ve ekzojen kaynaklı etmenlere bağlı olarak oluşurlar. Ekzojen kaynaklı etmenler arasında parakuat, alloksan gibi kimyasalların etkisi altında kalma, karbon tetraklorür, parasetamol gibi ilaç toksikasyonları, pestisitler iyonize ve ultraviyole radyasyon, hava kirliliği yapan fitokimyasal maddeler, sigara dumanı, solventler gibi çevresel faktörler, nitrofurantoin, bleomisin, doksorubisin ve adriamisin gibi antineoplastik ajanlar, alkol ve uyuşturucular gibi alışkanlık yapıcı maddeler bulunması nedeniyle serbest radikaller toksikolojik açıdan da önemlidir (7). Serbest radikaller bir veya daha fazla eşleşmemiş elektrona sahip, kısa ömürlü, kararsız, molekül ağırlığı düşük ve çok etkin moleküller olarak tanımlanır. Çoğu olayda serbest radikal üretimi, pato-mekanizmanın bir parçasıdır ve pek çok ksenobiyotiğin toksisitesi, serbest radikal üretimi ile ilgilidir. Kadmiyum ve kurşun gibi bazı çevre kirleticilere uzun süre mesleki maruz kalmalar, oksidatif strese neden olabilir ki bu, biyolojik sistemlerdeki istenmeyen etkilerin altında yatan bir mekanizmadır (8). Oksidatif stres basit bir şekilde, vücudun antioksidan savunması ile hücrelerin lipid tabakasının peroksidasyonuna neden olan serbest radikal üretimi arasındaki dengesizlik olarak tanımlanabilir. Oksidatif stres, toksisitenin olası bir mekanizması olarak son on yıldır toksikolojik araştırmaların odağı haline gelmiştir.

Serbest radikaller hidroksil, süperoksit, nitrik oksit ve lipid peroksit radikalleri gibi değişik kimyasal yapılara sahiptir (9). Biyolojik sistemlerdeki en önemli serbest radikaller, oksijenden oluşan radikallerdir. Oksijen, süperoksit grubuna (O'2) bazı demir-kükürt içeren yükseltgenme-indirgenme enzimleri ve flavoproteinlerin etkisiyle indirgenir. Son derece etkin olan ve hücre hasarına yol açan süperoksit grubu, bakırlı bir enzim olan süperoksit dismutaz (SOD) aracılığında hidrojen peroksit (H2O2) ve oksijene çevrilir. Süperoksit grubundan daha zayıf etkili olan H2O2, dokularda bulunan katalaz, peroksidaz ve glutasyon peroksidaz (GPx) gibi enzimlerle su ve oksijen gibi daha zayıf etkili ürünlere dönüştürülerek etkisiz kılınır. Dietilditiyokarbamat gibi süperoksit dismutazın etkinliğini engelleyen maddeler, süperoksit gruplarının zararsız hale getirilmesini sınırlandırırken, lipid peroksidasyonu hızlandırırlar. Ayrıca katalazın etkinliğini engelleyen maddeler (aminotriazol gibi herbisidler) de etkin oksijen gruplarına veya bu grupları oluşturan maddelere duyarlılığı artırır (10,11). Süperoksit gruplarının hızlı bir şekilde oluşturduğu singlet oksijen, hücre zarlarının fosfolipid, glikolipid, gliserid ve sterol yapısındaki doymamış yağ asitleriyle reaksiyona girerek peroksitler, alkoller, aldehitler, hidroksi yağ asitleri, etan ve pentan gibi çeşitli lipid peroksidasyon ürünlerini oluşturur. Lipid peroksitler, indirgenmiş glutasyona (GSH) bağımlı selenyumlu bir enzim olan GS-peroksidaz tarafından lipid alkollere çevrilerek inaktive edilirse de, gerek süperoksit gruplarıyla fazla miktarda lipid peroksitlerin şekillendirilmesi ve gerek selenyum eksikliği ve gerekse ortamdaki GSH'nın tükenmesine neden olabilen dietilmaleat, dioksin gibi maddelerin bulunması, lipid hidroperoksitlerinden serbest lipid grupların oluşmasına yol açar. Serbest lipid grupları da, ayrıca doymamış yağ asitlerinin peroksidasyonuna neden

olur. Lipid hidroperoksitlerin yıkımı ile oluşan ve biyolojik olarak aktif olan aldehidler ya hücre düzeyinde metabolize olurlar ya da başlangıçtaki etki alanlarında diffüze olup hücrenin diğer bölümlerine hasarı yayarak sekonder bozuklukların da göstergesi olabilirler. Beyin, oksidatif hasara en duyarlı bölgedir. Serbest radikaller, santral sinir sisteminin patolojik durumlarının pek çoğunda, direkt olarak doku hasarı meydana getirirler. Serbest oksijen türleri, ekzitotoksisite, metabolik disfonksiyon ve kalsiyumun intraselüler hemostazisinde bozulma gibi çoğul mekanizmalarla doku hasarı meydana getirirler. (12, 13).

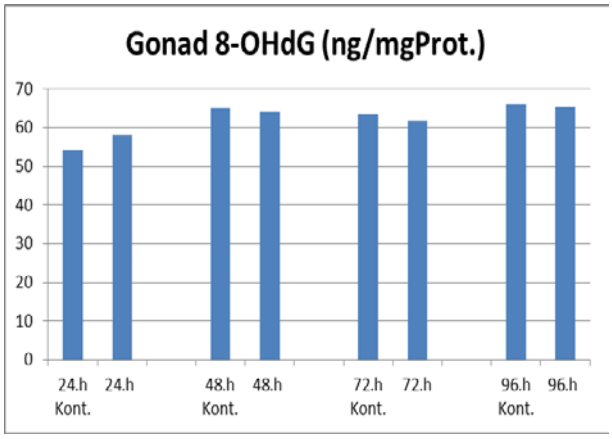
2. Materya ve Metot

Karasu çayından serpme ile yakalanan Van balığı canlı olarak getirilip su tanklarına konulmuştur. Herbir gruba 24., 48., 72. Ve 96 saatlerde 2.5 mg/L konsantrasyonunda tebukonazol uygulaması yapılmıştır. Bu sürelerin sonunda anestezik madde aminobenzonate methanesulfonate (MS222, 100mg/lt) uygulayarak balıkların gonad, dokuları alınmıştır.

DNA hasarı ölçümü: Oksidatif DNA hasarı 8-hidroksi-2-deoksiguanozin (8-OHdG)' konsantrasyonundaki değişim (Fish(8-OHdG) SunRed) ELISA kit prosedürüne göre yapılmıştır.

3. Bulgular

Tebukonazol uygulaması ile Van balığının gonad dokusu 8-hydroxy-2-deoxyguanosine düzeyinin değişiminin incelendiği bu çalışmada 8-OHdG düzeyinin kontrol grubuna göre artış gösterdiği görülmektedir. Fakat bu artışların istatiksel açıdan farklılığı ifade etmediği görülmektedir.



Şekil 1. Fungusit uygulanan *Alburnus tarichi* balığının gonad dokusu 8-OHdG düzeyi değişimi

4. Tartışma

Serbest radikaller, pestisidlerin ve çevresel kimyasalların toksisitelerinde önemli rol oynarlar. Pestisidler, oksidatif strese, serbest radikal üretimine, antioksidanlarda değişime yol açabilirler. Lipid peroksidasyon, pestisidlerin neden olduğu zehirlenmelerde zehirlenme mekanizmalarından biri olarak belirtilmiştir (14). Fazla miktarda reaktif oksijen grubunun açığa çıkması, glutasyon tükenmesine yol açılması, selenyum, bakır gibi bazı metallerin eksikliği veya fazlalığı (Se) bu yeteneği sınırlandırır. Böylece açığa çıkan reaktif oksijen türleri hücre zarları, DNA, RNA gibi yapılarda hasara neden olur. Bu durum, pestisidlerin karaciğer, böbrek, sinirler, kaslar ve benzeri yerlerde yol açtıkları hasarın başlıca nedenleri arasındadır. Paratiyon, paraokson, metilparatiyon, malatiyon, malaokson, dimetilmalatiyon, klortiyon, DDT, dikaptiyon, fenitrotiyon, hekzaklorobenzen, triklorfon, mireks, CCl4, uçucu halojenli alkan bileşikleri, dioksin, klorprofam, klorbufam gibi fenilkarbamatlar, fenilüre, propanil, manolid gibi asilanilidler, bipiridil türevi herbisidler lipid peroksidasyona yol açarlar. Mevinfos, fosfamidon, dikrotofos, tetraklorvinfos, temivenfosgibi vinilfosfat türevi OF bileşikleri ile pentaklorofenoller peroksidasyonu kolaylaştırırlar. Aminotriazid gibi pestisidler ise katalazın etkinliğini engellerler (15). Nitro-aromatik yapılı organik fosforlu bileşikler vücutta biyotransformasyonları sırasında süperoksid grupları açığa çıkarırlar; hücre zarı fosfolipidlerinde lipid peroksidasyona ve sonuçta hücre hasarına yol açarlar. Fosfolipidlerin peroksidasyonunu kolaylaştıran OF'lu bileşikler, biyotransformasyonları sırasında ortak metabolit 2,4-diklorofenilasil klorür şekillenir. Bu madde glutasyonun tükenmesine yol açarak lipid peroksidasyona karşı koruyucu mekanizmaları zayıflatır. Ayrıca tiyodemeton, NADPH ve askorbik asidle hızlandırılan lipid peroksidasyonu teşvik eder. Bazı çalışmalarda (16) lipid peroksidasyonun, organik fosforlu insektisid toksisitesinin moleküler mekanizmalarından biri olduğu ileri sürülmüştür. OF'lu bileşiklerin neden olduğu felçler, oksidatif stresle ilişkilidir. Aynı zamanda OF bileşiklerle zehirlenmeye eşlik eden akut tubüler nekrozun, lipid peroksidasyon ve reaktif oksijen türleriyle ilişkili olduğu belirtilmektedir. Etil-klorpinfosun eritrositlerde lipid peroksidasyonun artmasına neden olduğu gösterilmiştir. Altuntaş ve arkadaşları, organik fosforlu insektisidlerden

fosalonun yüksek dozlarda MDA şekillenmesinde bir artışa, katalaz, süperoksit dismutaz, glutasyon peroksidaz aktivitelerinde bir azalmaya neden olduğu; fakat düşük dozlarda reaktif oksijen türlerinin toksik etkiler içinde yer almayacağını bildirmişlerdir(16).

5. Sonuçlar

Çalışmanın sonucunda pestisitlere uzun süreli maruziyetin DNA'da hasar oluşturabileceğimi göstermektedir.

6. Kaynaklar

[1] Meister RT, ed. "Farm chemicals handbook '99. "Willoughby, OH, USA: Meister Publishing Company, 1999.

[2] Wood McKenzie. "Agrochemical service: the world market in 2000. In: Annual review of the Crop Protection Association. "Peterborough: Crop Protection Association,2001.

[3] Ecevit O, Mennan H. "Tarımsal mücadele İlaçları ve Çevreye Olan Etkileri: Samsun, "*OMÜ Ziraat Fakültesi Yayınları*, 2006: 36-7.

[4] WHO in collaboration with UNEP. Public health impact of pesticides used in agriculture. Geneva: World Health Organization, 1990.

[5] Kalıpcı, E. Özdemir, C. Şahinkaya, S. ''Pestisit kullanımının canlılar ve çevre üzerinde oluşturabileceği risk faktörleri'', Ekoloji 2010 Sempozyumu, Aksaray, Sayfa No:94, 2010.

[6] Sarma, SSS, Ramırez-Perez, T, Nandını, SI, Penalosa-Castro, ''Combined effects of food concentration and the herbicide 2,4-dichlorophenoxyacetic acid on the population dynamics of Brachionus patulus (Rotifera)'', Ecotoxicology, 10:91-99, 2001.

[7] Özdem SS, Şadan G, " Serbest oksijen radikallerinin oluşumu ve klinik açıdan önemi." *Akdeniz Ü. Tıp Fak. Derg.,* 11, 63-71. 1994

[8] Abdollahi M, Ranjbar A, Shadnia S, Nikfar S, Rezaie A, "Pesticides and oxidative stress : a review." *Med. Sci. Monit.,* 10,141-147, 2004

[9] Cochranc CG, "Cellular injury by oxidants." *Am. J. Med.,* 92, 235-305, 1991.

[10] Matés JM, "Effects of antioxidant enzymes in the molecular control of reactive oxygen species toxicology." *Toxicology,* 153: 83-104, 2000.

[11] Kaya S, Pirinççi İ, Bilgili A, Veteriner Hekimliğinde Toksikoloji. Medisan Yayın Serisi: 35, Ankara, s. 222-355,1998.

[12] Matés JM, "Effects of antioxidant enzymes in the molecular control of reactive oxygen species toxicology." *Toxicology,* 153, 83-104, 2000.

[13] Güven A, Erginsoy S, Kaya N, "Kazlarda karbon tetraklorür zehirlenmesinin biyokimyasal ve patolojik parametrelere etkisi." *Kafkas Ü. Vet. Fak. Derg.*, 9, 131-136, 2003.

[14] Kehrer JP, "Free radical as mediator of tissue injury and disease." *Crit. Rew. Toxicol.,* 23: 21-48, 1993.

[15] Kaya S, Pirinççi İ, Bilgili A, Veteriner Hekimliğinde Toksikoloji. Medisan Yayın Serisi: 35, Ankara, s. 222-355, 1998.

[16] Zhou JF, Zhou W, Zhang SM, Luo YE, Chen HH, "Oxidative stress and free radical damage in patients with acute dipterex poisoning." *Biomed. Environ. Sci.,* 17, 223-233, 2004.

Toplam Ekipman Etkinliği Puanının Lojistik ve Karar Ağacı Algoritmaları ile Modellenmesi

İlke GENÇ[1], Özgül VUPA ÇİLENGİROĞLU[2]***

[1]Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Veri Bilimi, İzmir, TÜRKİYE
[2]Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Fakültesi, İstatistik Bölümü, İzmir, TÜRKİYE

Özet

Üretim yapan şirketler işlemlerini yönetmek ve iyileştirmek için makine & ekipman performanslarının belirlenmesine önem vermektedir. Toplam Ekipman Etkinliği (TEE), üretim yapan şirketlerin makine performanslarının incelenmesinde kullanılan, performans, kalite ve kullanılabilirlik ölçütlerini dikkate alan bir hesaplamadır. Toplam Ekipman Etkinliği puan olarak hesaplanmakta ve ona göre yorumlanmaktadır. Toplam Ekipman Etkinliği yöntemi pek çok farklı sektörde kullanılmaktadır. Son yıllarda bu yöntem tek başına değil başka istatiksel yöntemlerle de desteklenmektedir.

Bu çalışmada İzmir ilinde plastik sektöründe faaliyet gösteren uluslararası bir şirketin 2018-2019 üretim verileri kullanılmıştır. Toplam Ekipman Etkinliği puanları kategorileştirilerek (sınıflayıcı ve sıralayıcı) bu puanın üzerinde etkili olduğu düşünülen değişkenlerin bulunması için Makine Öğrenimi Algoritmaları kullanılmıştır. Makine öğrenimi algoritmalarından regresyon (Lojistik) ve karar ağaçları (CART VE CHAID) algoritmaları kullanılarak kurulan modellerin yorumlaması farklı istatiksel ölçütlerle yapılmıştır.

***Anahtar Kelimeler**: Toplam Ekipman Etkinliği, Makine Öğrenimi, Lojistik, CART, CHAID*

Modelling the Overall Equipment Efficiency Score with Logistic and Decision Tree Algorithms

Abstract

Manufacturing companies attach importance to the determination of machine & equipment performance in order to manage and improve their operations. Overall Equipment Efficiency (OEE) is a calculation used to examine the machine performance of manufacturing companies, taking into account performance, quality and availability criteria. Overall Equipment Efficiency is calculated as a score and interpreted accordingly. The Overall Equipment Efficiency method is used in many different sectors. In recent years, this method is supported not only by itself but also by other statistical methods.

In this study, 2018-2019 production data of an international company operating in the plastics industry in İzmir province were used. Machine Learning Algorithms were used to find variables that were thought to be effective on this score by categorizing the Overall Equipment Efficiency scores (nominal and ordinal). The interpretation of the models established by using regression (Logistics) and decision trees (CART and CHAID) algorithms, which are among the machine learning algorithms, was made with different statistical criteria.

***Keywords**: Overall Equipment Efficiency, Machine Learning Algorithms, Logistic, CART, CHAID*[1]

*ilke.genc@ogr.deu.edu.tr, ** ozgul.vupa@deu.edu.tr

1. Giriş

Rekabetin her geçen gün zorlaştığı günümüz piyasasında işletmelerin maliyetlerini düşürebilmeleri için makine ve ekipmanların etkin kullanımı çok büyük önem taşımaktadır. Gereksiz satın alımlar yerine, var olan makine ve ekipmanların performanslarının arttırılması amaçlanır. Bu durum "Toplam Ekipman Etkinliği (TEE)" ile gerçekleştirilebilir. TEE, girdilerin ne derece iyi kullanıldığının ölçüsünü verir. TEE'nin hesaplanması büyük maliyetlerle satın alınan makine ve ekipmanlardan ideale göre hangi oranda yararlanıldığına ilişkin fikir verir. Problemli noktalar belirlenerek, nerelerde iyileştirme yapılabileceğine ve öncelikli olarak neyin yapılması gerektiğine karar verilebilir. TEE genel beklentilerin aksine insanların verimini değil, ekipmanlardan işletmenin ne oranda yararlanabildiğini gösteren ve iyileştirme çalışmalarında temel teşkil edebilecek bir ölçüm yöntemidir [1].

Bu çalışmada üretim yapan uluslararası bir şirketin TEE puanı üzerinde etkili olduğu düşünülen değişkenlerin bulunması için makine öğrenimi algoritmalarından regresyon (Lojistik) ve karar ağaçları (CART VE CHAID) algoritmaları kullanılarak farklı modellerin kurulması amaçlanmıştır.

1.1. Toplam Ekipman Etkinliği (TEE)

TEE, bir işletmede gerçekleştirilen üretim ile ideal olarak gerçekleştirilebilecek üretim arasındaki oran olarak tanımlanmıştır [2]. Aynı yıl TEE, makinenin çalışması dışındaki zamanlardaki süreyi azaltmaya yarayan bir ölçme sistemi olarak ifade edilmiştir. [3]. 2010 yılından sonra TEE'nin tanımı biraz farklılaşmıştır. TEE, üretim firmaları tarafından sıklıkla kullanılan ve üretim ekipmanının verimliliğini görüntüleyen ve kontrol eden bir ölçme aracı olarak ele alınmıştır [4]. Temiz vd. TEE'yi makine ve tesislerin hangi etkinlikte kullanıldığını ölçen, yalın üretim ve toplam verimli bakım uygulamalarının başarısında anahtar rol oynayan önemli bir parametre olarak tanımlarken, Tsarouhas, TEE'yi endüstriyel anlamda kabul görmüş, geçerli bir performans ölçütü olarak belirlemiştir. Son yıllarda da TEE, tüm üretim kayıplarını sistematik ve rasyonel biçimde açığa çıkaran yöntem olarak tanımlanmıştır [1, 5, 6].

TEE birçok veri türünde ve farklı alanlarda kullanılmaktadır. Üretim verisinde TEE makina performanslarını kıyaslamak için kullanılabilir. Bu amaçla başlangıçta hesaplanan TEE değerleri gelecekteki TEE değerleri ile karşılaştırılarak iyileşme miktarları belirlenebilir. Diğer taraftan TEE değeri bir üretim hattı için hesaplanabilir ve fabrikadaki diğer üretim hatları ile performansı karşılaştırılabilir. TEE değeri aynı zamanda hangi makinanın performansının en kötü olduğunu ve dolayısıyla toplam verimli bakım çalışmalarının hangi makinaya odaklanılacağını gösterir [7].

TEE'nin amacı altı büyük kayıp olarak adlandırılan ve makinelerde maksimum verimliliğinin sağlanmasını engelleyen faktörlerin ortadan kaldırılmasıdır. Bu kayıpları engellemek için yapılan ölçümde TEE'nin üç boyutu ortaya çıkmaktadır. Bunlar; kullanılabilirlik (gerçekleşen makine uygunluğu), performans değeri ve kalite ürün değeri(oranı) şeklindedir. Bu değerler yüzde olarak ifade edilmekte ve dünyada genel kabul görmüş değerlerle karşılaştırılarak ekipmanın ne derece etkin olduğu belirlenebilmektedir [8]. Nakajima'nın ortaya koyduğu ve literatürde TEE ölçümü için ideal olarak kabul edilen TEE değeri %85'tir [9].

1.2. Literatür Araştırması

Nakajima, çalışmasında bir ekipmandan %100 yararlanılsa bile TEE değerinin ekipman performansı ya da çıktı kalitesi nedeniyle düşük olabileceğini göstermiştir [9]. Chand ve Shirvani, TEE değerini, %62 olarak tespit etmişlerdir ve kalıp değiştirme zamanlarının azaltılması gerektiğini vurgulamışlardır [10]. Jeong ve Phillips sermayesi yoğun endüstriler için TEE hesaplamaya yönelik bir öneri sunmuşlardır [11]. [12] bir porselen üretim işletmesinde TEE değerini, %47.8 ile %79.1 arasında bulmuşlardır. [13] TEE'nin hesaplanması için bir model önermişlerdir ve TEE değerini %51.3 olarak tespit etmişlerdir. [14] Ürdün'deki bir çelik üretim işletmesinde gerçekleştirdiği çalışmada TEE değerini %55 olarak tespit etmiştir. Mutfak ekipmanı üretimi yapan bir fabrikada yapılmış olan çalışmada fabrikanın TEE değerini %33 olarak hesaplamıştır [15]. Paprocka vd. TEE yöntemini gerçek veriler üzerinden değil M/M/1/N kuyruk sisteminde benzetim verileri üzerinden tahminleyerek uygulamışlardır [16]. TEE yöntemini, ekipmanlardan kaynaklı arıza ve hız

hatalarının yoğun ürün kaybına yol açtığı su şişeleme sektöründe uygulamışlardır [17]. Wudhikarn çalışmasında TEE yöntemini kendi önerdiği toplam ekipman maliyet kaybı yöntemiyle karşılaştırmıştır [18]. TEE değerini yükseltmek istedikleri bir işletmede valf arızalarını ortaya çıkmadan fark edebilecek büyük veri tabanlı çalışan bir yöntem önermişlerdir [19]. TEE değerlerini deri işleme makinelerinde hesaplamışlar ve üretim öncesi hazırlık zamanlarında yaptıkları iyileştirmeler ile bu değeri %5 arttırabildiklerini göstermişlerdir [20]. Deterjan üretimi yapan bir firmada yapmış oldukları çalışmada TEE değerlerini %34 olarak hesaplamışlardır. Standartların altında olan bu değerlerin madde ve zaman kaybından olduğunu tespit etmişlerdir [21]. Makarna üretimi yapan bir üretim hattının çalışma ve duruş sürelerini dikkate alarak yapmış olduğu çalışmada TEE değerini %91 olarak hesaplamış ve plansız duruşlarda iyileştirme yapılabileceklerini tespit etmişlerdir [22]. [23], çalışmasında makinelerin performanslarının tercih seçim endeksi yöntemi ile ölçerek TEE değerlerini karşılaştırmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada İzmir ilinde plastik masa örtüsü üretimi gerçekleştiren uluslararası nitelikte özel bir plastik fabrikasından alınan 2018-2019 yılları arasındaki veriler kullanılmıştır. Veri setinde 215 örneklem birimi ve altı adet bağımsız değişken bulunmaktadır. Bağımlı değişken üretim verilerinin Toplam Ekipman Etkinliği (TEE) değerleridir (0≤TEE≤100). Bağımsız değişkenler ise "üretim", "kayıp metre", "tecrübe", "mevsim", "gün" ve "saat" değişkenleridir. Bu değişkenlerden "tecrübe dışındaki tüm veriler Excel formatında gerçek veri olarak verilmiştir. Ancak fabrika tarafından "tecrübe" değişkenin ortalaması ve standart sapması değer olarak verilmiştir. Bu yüzden "tecrübe" değişkeni için veri türetilmiştir. Veri setindeki bu değişkenlerin TEE puanı üzerindeki etkileri yorumlanmıştır. Yorumlamalar için makine öğrenimi içindeki sınıflandırma ve karar ağaçları yöntemlerinden lojistik regresyon, CART ve CHAID algoritmaları kullanılmıştır.

Kullanılan yöntemlerden sınıflandırma girdilerin çeşitli niteliklere göre sınıflara atanması sürecidir. Eldeki nesnelerin bir sınıfa atanıp atanmayacağının ya da sınıflardan hangisine atanacağının belirlenmesidir. Sınıflama iki adımda gerçekleşir. Bunlar verilerin eğitimi ve modelin testidir. Eğitim, eğitim kümesinden çıkarımla modelin oluşturulması, test ise test kümesini kullanarak modelin kesinliğinin kontrol edilmesidir. Modellerin kesinliğinin belirlenmesi için test örneklerinin iyi bilinen sınıfı, model tarafından tahmin edilen sınıf ile karşılaştırılır. Test örneklerinin model tarafından doğru olarak sınıflanma oranı kesinlik oranını verir. Girdilerden bu çıktıları üreten model, daha sonra sınıf etiketi bilinmeyen veya kayıp olan yeni gözlem veya örneklerin sınıf etiketini tahmin etmek için kullanılabilir. Ana sınıflama yöntemlerinden sıklıkla kullanılanı lojistik regresyon ve karar ağaçlarıdır [24].

2.1. Lojistik Regresyon

Bağımlı değişken ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkisinin incelenmesi için matematiksel model kurulmasında kullanılan yöntemlerden birisi de regresyon analizidir. Klasik regresyon analizinde bağımlı değişkenin nicel bir veri olması, bağımsız değişkenlerin normal dağılım göstermesi gibi varsayımlara uyması beklenirken lojistik regresyon analizinde bu varsayımlar aranmamaktadır. Bu sayede lojistik regresyon en çok tercih edilen yöntemlerden birisi haline gelmiştir. Lojistik regresyonda bağımlı değişkenin kategorisine bağlı olarak farklı ölçekteki lojistik modeller (ikili, sınıflayıcı ve sıralayıcı) kurulmaktadır.

Sıralı lojistik regresyon modeli kurulmasında, en temel bağlantı fonksiyonu "logit" olarak kullanılmaktadır. Bağlantı fonksiyonu, modelin oluşumunda kullanılan olasılık fonksiyonu olarak tanımlamaktadır. Sıralı lojistik regresyon modeli

$$logit[P(Y \leq j)] = \log[\frac{P(Y \leq j)}{P(Y > j)}] = \alpha_j - \beta X \qquad (1)$$

$j \in [1, J-1]$ Orantısal Oran (Odds) Modeli olarak adlandırılır ve j-1 adet model ile tanımlanır.

Lojistik regresyonda katsayı kestirimi için sıklıkla "en çok olabilirlik yöntemi" kullanılmaktadır. Bu yöntem ile değişkenlerin maksimum olabilirlik fonksiyonuna katkısından yararlanılır. Daha sonra kestirilen katsayıların anlamlılığı ise ki-kare dağılımına dayanan "olabilirlik oran testi" veya "Wald testi" ile yapılmaktadır. "Olabilirlik oran testi", değişkenli ve değişkensiz modellerin olabilirlik fonksiyonlarından elde edilen Deviance'lar (sapmalar) arasındaki farktan elde edilir (G istatistiği). Wald test istatistiği ise

kestirilen katsayılar ve o katsayıların standart sapmasının oranının karesinden elde edilmektedir.

Sıralı lojistik regresyon model yorumu için tahmin edilen olasılıklardaki kısmı değişim (partial change in predicted probabilities), kesikli değişim (discrete change) ve standartlaştırılmış katsayı (partial change) kullanılır. Literatürde katsayıların yorumu için odds oranından (OR)'den yararlanılır ($0 < OR < \infty$). OR değeri 0 ile 1 arasında ise koruyucu ya da kategorilerinin değişmesi anlamında iken, 1 olduğunda anlamlı bir farkın olmadığını ve 1'den büyük olduğunda ise kat ile ifade edilebileceğini göstermektedir [25].

2.2. Karar Ağaçları

Kök, dal ve düğüm yapısından oluşan karar ağaçları, çok sayıda örneklem içeren bir veri kümesini, bazı kurallar uygulayarak daha küçük kümelere bölen ve bunu görselleştirerek daha iyi anlaşılmasını sağlayan yapılardır. Öğrenme algoritmaları basittir. Karar ağaçları sadece kararları değil, kararların açıklanmasını da gösterirler.

Tüm verileri kapsayan düğüm olan kök dallanma gerçekleştirerek kendinden küçük alt kümelere bölünerek yaprakları oluşturur. Karar ağaçlarının oluşturulmasında 3 ana adım bulunmaktadır. **Maksimum ağacın oluşturulması:** Karar ağacı, tüm bilginin kendinden daha homojen alt kümelere bölünmesi ile oluşur. Gini, Twoing, Ki-Kare gibi safsızlık (impurity) ölçütleri kullanılır. Her düğüm kendi altındaki düğümler için kök düğüm niteliği taşır. Ağacın derinliğinin en büyük olduğu durumdur. Derinlik kök ile en alt yaprak ağaç aşırı öğrenme (overfitting) durumu yaşar. Aşırı öğrenme istenilen bir durum olmadığı için budama gerçekleştirilir. **Ağaç budama:** Aşırı öğrenme durumundaki ağaçlarda sınıflamaya yeterince ya da istenilen katkıyı sağlamayan düğümlerin karar ağacından çıkarılması durumudur. Hata tahmini, önem testi gibi yöntemlere başvurularak yapılır **Optimum ağaç:** Optimum ağaç budama sonucu elde ettiğimiz ağaçtır.

Karar ağaçları düşük maliyetli, anlaşılması kolay, sürekli ve kesikli veri yapılarında rahatlıkla kullanıldığı gibi, sürekli verilerin yorumlanmasında zorluk yaşayan, sınıf sayısı ve öğrenme kümesi çok olduğunda model oluşturmada zorluk yaşayan bir yapıya sahiptir [26].

CART Algoritması: Hem sayısal hem de kategorik veri türlerini, girdi ve çıktı değişkeni olarak kabul edebilen CART algoritması, [27], tarafından geliştirilen bir algoritmadır. Bu algoritmada, her aşamada ilgili kümenin, kendinden daha homojen olan iki alt kümeye ayrılması sağlanmaktadır. Ayrım işlemi kategorik bağımlı değişkenler için Gini ve Twoing indeksleri kullanılırken sürekli değişkenler için en küçük kareler sapması (Least-Squared Deviation) kullanılmaktadır.

CHAID Algoritması: CHAID yöntemi; bir kitleyi, bağımlı değişkendeki varyasyonu gruplar içi minimum, gruplar arası maksimum olacak şekilde farklı alt gruplara veya bölümlere tekrarlı olarak ayıran ve değişkenler arasındaki etkileşim veya kombinasyonları bulan bir yöntemdir. Ki-kare testlerini kullanarak bölme işlemini gerçekleştirir. Dalların sayısı iki ile tahmin edici kategori sayısı arasında gerçekleşir. CHAID çoklu ağaçlar oluşturması ve hem sürekli hem de kategorik veriler ile çalışabilmesinden dolayı sıkça tercih edilen yöntemdir [28].

3. Bulgular ve Tartışma

TEE çözümlemesi için veri setini oluşturan değişkenlerin tanımlayıcı istatistikleri Tablo 1'de elde edilmiştir. Sürekli verilerin normalliği için Shapiro-Wilk testi yapılmıştır. Bu teste göre sürekli değişkenler normal olmadığından kategorik haline getirilmiştir (p-değeri<0.05). Ayrıca bu tabloda TEE, üç kategoriye bölünmüş (1: düşük (≤83), 2: normal (84-91), 3: yüksek (≥92)) ve bu değişken ile diğer değişkenler arasındaki ilişkiyi gösteren ki-kare değerlerine ait p değerleri de verilmiştir.

Kategorik değişkenlerden tecrübe 10 yıldan az (%40.9) ve 10 yıldan fazla (%59.1) olarak ikiye ayrılmaktadır. Mevsim ve gün değişkenleri sırasıyla 4 ve 6 kategoriye sahiptir. TEE'nin "düşük", "normal" ve "yüksek" seviyelerinin yüzdeleri sırasıyla %31.1, %34.9 ve %34 olarak sınıflandırılmıştır. TEE'nin kategorileri ile "mevsim" değişkeni dışındaki tüm değişkenler arasında %95 güvenle istatistiksel olarak ilişki tespit edilmiştir (tüm p=0.000<0.05). Değişkenlerden "üretim" verisinde TEE'nin "düşük" seviyesindeki verilerin %82.1'inde üretim değeri de "düşük" olarak bulunmuştur. Buna karşın "kayıp metre" verisinde TEE'nin "yüksek" seviyesinde, verilerin %94.5'inde kayıp metre değeri "düşük" seviyesindedir. "Tecrübe" verisinde TEE'nin

"düşük" seviyesinde verilerin %68.7'sinde de tecrübe değeri "yüksek" seviyesindedir. "Saat" verisinde TEE'nin "yüksek" seviyesinde verilerin %94.5'sinde de saat değeri "yüksek" seviyesindedir. Değişkenlerden "gün" verisinde TEE'nin seviyelerinde birbirine yakın seviyeler gözlenmiştir (Tablo 1).

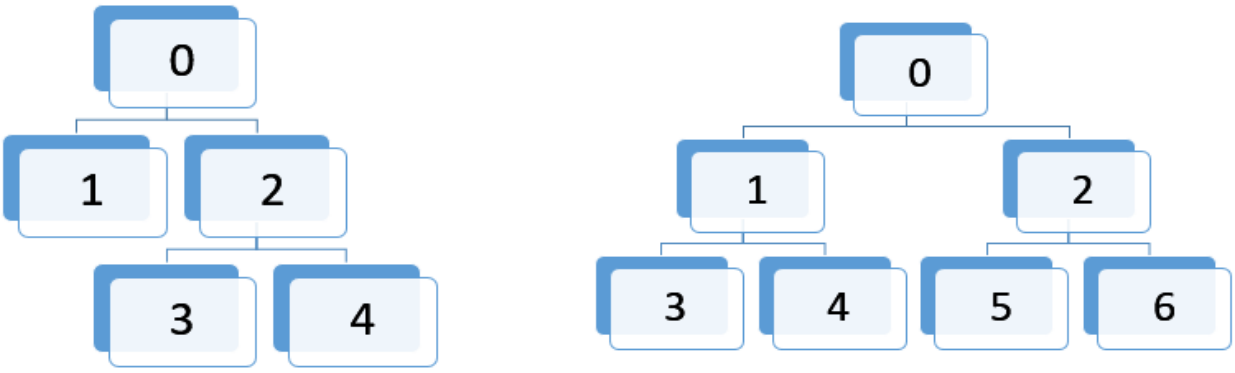
TEE ile ilişkili bulunan değişkenler için karar ağacı algoritmaları ve lojistik regresyon modeli elde edilmiştir. Karar ağaçlarından CART ve CHAID algoritmaları için aynı sonucu veren iki model kurulmuştur. Kurulan ilk modelde "kayıp metre" ve "tecrübe" değişkenleri yer alırken ikinci modelde "kayıp metre" ve "üretim" değişkenleri gözlemlenmiştir (Şekil 1).

Aynı şekilde bu algoritmalar için Model 1 ve Model 2'e ait sınıflar ve yüzdeler hesaplanmıştır. Model 1'e göre her iki karar ağacında "tecrübe" değişkeninin, Model 2'e göre de "kayıp metre" değişkeninin en etkili olduğunu tespit edilmiştir (Tablo 2).

Tablo 1 Değişkenlerin tanımlayıcı istatistikleri (frekans, %) ve ki-kare p değerleri

Değişkenler	Frekans n (%)	TEE			p değeri
		≤83(n=67) (31.1) Düşük	84-91(n=75) (34.9) Normal	≥92(n=73) (34.0) Yüksek	
Üretim					
0 (düşük)	108(50.2)	55(82.1)	29(38.7)	24(32.9)	0.000*
1 (yüksek)	107(49.8)	12(17.9)	46(61.3)	49(67.1)	
Kayıp metre					
0 (düşük)	109(50.7)	17(25.4)	23(30.7)	69(94.5)	0.000*
1 (yüksek)	106(49.3)	50(74.6)	52(69.3)	4(5.5)	
Tecrübe					
<10 yıl	88(40.9)	46(68.7)	17(22.7)	25(34.2)	0.000*
>10 yıl	127(59.1)	21(31.3)	58(77.3)	48(65.8)	
Mevsim					
Kış	41(19.1)	11(16.4)	15(20.0)	15(20.5)	0.173
İlkbahar	62(28.8)	21(31.3)	20(26.7)	21(28.8)	
Yaz	48(22.3)	20(29.9)	19(25.3)	9(12.3)	
Sonbahar	64(29.8)	15(22.4)	21(28.0)	28(38.4)	
Gün					
Pazartesi	31(14.4)	16(23.9)	8(10.7)	7(9.6)	0.004*
Salı	37(17.2)	19(28.4)	10(13.3)	8(11.0)	
Çarşamba	40(18.6)	10(14.9)	11(14.7)	19(26.0)	
Perşembe	42(19.5)	8(11.9)	21(28.0)	13(17.8)	
Cuma	37(17.2)	6(9.0)	14(18.7)	17(23.3)	
Cumartesi	28(13.0)	8(11.9)	11(14.7)	9(12.3)	
Saat					
0 (düşük)	108(50.2)	17(25.4)	22(29.3)	69(94.5)	0.000*
1 (yüksek)	107(49.8)	50(74.6)	53(70.7)	4(5.5)	

*<alfa=0.05



Şekil 1 Model 1 (5 düğüm) ve Model 2 (7 düğüm) için CART ve CHAID karar ağaçları

Tablo 2 Model 1 ve Model 2 için CART ve CHAID Karar Ağaçlarına ait frekans ve yüzde değerleri

		OEE			Toplam (%)
Düğüm	Değişken	≤83	84-91	≥92	
0		Düşük	Orta	Yüksek	215(100)
Model 1 (düğüm:5, derinlik:2, terminal:3(1.,3. ve 4. düğümler))					
1	Tecrübe 10 yıldan az	46(52.3)	17(19.3)	25(28.4)	88(40.9)
2	Tecrübe 10 yıldan fazla	21(16.5)	58(45.7)	48(37.8)	127 (59.1)
3	Kayıp metre yüksek	17(27.4)	41(66.1)	4(6.5)	62(28.8)
4	Kayıp metre düşük	4(6.2)	17(26.1)	44(67.7)	65(30.2)
Model 2 (düğüm:6, derinlik:2, terminal:4(3., 4., 5. ve 6. düğümler))					
1	Kayıp metre yüksek	50(47.2)	52(49.0)	4(3.8)	106(49.3)
2	Kayıp metre düşük	17(15.6)	23(21.1)	69(63.3)	109(50.7)
3	Üretim_düşük	40(78.4)	11(21.6)	0(0)	51(23.7)
4	Üretim_yüksek	10(18.2)	41(74.5)	4(7.3)	55(25.6)
5	Üretim_düşük	15(26.3)	18(31.6)	24(42.1)	57(26.5)
6	Üretim_yüksek	2(3.8)	5(9.6)	45(86.6)	52(24.2)

Model 1 için en önemli değişkenin ilk dallanmanın gerçekleştiği "tecrübe" olduğu tespit edilmiştir. Toplamda "10 yıldan az" kategorisi %40.9 iken "10 yıldan fazla" kategorisi %59.1 olarak bulunmuştur. "10 yıldan az" kategorisi terminal düğüm olup verilerin %52.3 gibi büyük bir kısmı TEE'nin "düşük" kategorisine düşmektedir. "10 yıldan fazla" kategorisinde ise durum tamamen değişmiştir. TEE'nin "normal" ve "yüksek" kategorisi sırasıyla %45.7 ve %37.8'lik bir oranla olup bu oran yüzdesi yüksektir. "Tecrübe" ve TEE arasındaki ilişki çok açıktır. TEE puanını yükseltmek için şirkette çalışan tecrübesinin yükselttirmesi gerekliliği bulunmuştur.

Model 1'de bir sonraki dallanma tecrübeye göre "10 yıldan fazla" değişkeni "kayıp metre" değişkeninin "düşük" ve "yüksek" kategorisine göre gerçekleşmiştir. Kayıp metre üzerinden bakıldığında bu değişkenin "yüksek" kategorisinde TEE'nin yüzdeleri "düşük" ve "normal" kategorisinde olma eğilimindeyken, kayıp metrenin "düşük" kategorisinde TEE'nin yüzdeleri "normal" ve "yüksek" kategorisinde toplanmıştır. Bu da "kayıp metre" ile TEE arasında negatif ilişkiyi, yani "kayıp metre" fazlayken TEE değerinin düşük olduğunu göstermektedir. Bu durumda şirketin TEE puanını yükseltmesi için kayıp metreyi azaltmaları gerektiği anlaşılmaktadır.

Model 2'de ilk bölünme "kayıp metre" değişkeni üzerinden gerçekleşmiştir. Kayıp metrenin "yüksek" kategorisi %49.3 iken "düşük" kategorisi %50.7 olarak bulunmuştur. Kayıp metrenin "yüksek" ve "düşük" kategorileri aynı zamanda karar düğümüdür. Kayıp metrenin "yüksek" kategorisinin %49'u TEE'nin "normal" kategorisine düşmektedir. Bunu %47.2 ile TEE'nin "düşük" kategorisi takip etmektedir ve %3.8'lik bir oran TEE'nin "yüksek" kategorisine denk gelmektedir. Kayıp metre "düşük" kategorisinin %63.3 gibi büyük bir oranı TEE'nin "yüksek" kategorisine

düşmektedir. Bunu sırasıyla %21.1 ve % 15.6 ile "normal" ve "düşük" kategorileri takip etmektedir. Bu modelden de görüleceği üzere "kayıp metre" değişkeninin TEE puanı üzerindeki etkisi büyük ve negatif ilişkilidir. "Kayıp metre" daha sonra "üretim" değişkenine göre dallanmıştır. Kayıp metre "yüksek" kategorisi "üretim" değişkenine göre dallandığında "düşük" kategorisinde TEE puanının "yüksek" kategorisinde hiçbir değer bulunmamaktadır ve %78.4 "düşük" TEE puanı düşmektedir. "Yüksek" kategorisi ise %74.5 "normal" TEE puanına sahiptir. "Kayıp metre" değişkeninin "düşük" kategorisi "üretim" değişkenine göre dallandığında "düşük" kategorisi %42.1 "yüksek" TEE puanına sahiptir. Bunu sırasıyla %31.6 "normal" ve %26.3 "düşük" kategorisi takip etmektedir. "Yüksek" kategorisi ise %86.6 "yüksek" TEE puanına sahiptir.

Sınıflandırma için yapılan lojistik regresyon modelinde TEE'nin kategorileri olan 1, 2 ve 3'ün karşılığı "düşük", "normal" ve "yüksek" olarak belirlenmiştir. Kayıp metre, tecrübe ve üretim değişkenlerindeki 0 ve 1(referans) kategorilerinin karşılığı ise "düşük" ve "yüksek"tir. Lojistik regresyonda değişkenleri yorumlamak için TEE'nin kategorilerini artan ve azalan durumlarına göre farklı modeller yapılmıştır. Kategori sırası artan (ascending) olarak seçilmiş modellerde bağımlı değişken TEE'nin "yüksek-3" kategorisi referans olarak alınmıştır. Kategori sırası azalan (descending) olarak seçilmiş modellerde bağımlı değişken TEE'nin "düşük-1" kategorisi ise referans olarak alınmıştır (Tablo 3).

Model 1, kayıp metresi düşük olanların yüksek olanlara kıyasla 13.582 kat daha yüksek TEE puanına sahip olduğunu göstermektedir. Ayrıca Model 1, tecrübesi düşük olanların yüksek olanlara kıyasla 3.764 kat daha düşük TEE puanına sahip olduğunu göstermektedir.

Tablo 3 Model 1 ve Model 2 için Lojistik Regresyon Modelleri

	Katsayı	Std Hata	Wald	p değeri	OR %95 GA
			Model 1		
Kayıp metre	(TEE: referans: yüksek-3)				
0 (düşük)	2.61	0.319	66.848	0.000	13.582(7.27-25.38)
1 (yüksek)*R					
Tecrübe	(TEE: referans: düşük-1)				
0 (düşük)	1.325	0.291	20.685	0.000	3.764(2.126-6.663)
1 (yüksek)*R					
			Model 2		
Kayıp metre	(TEE: referans: yüksek-3)				
0 (düşük)	3.173	0.3561	79.393	0.000	23.878(11.882-47.986)
1 (yüksek)*R					
Üretim	(TEE: referans: düşük-1)				
0 (düşük)	2.375	0.3278	52.524	0.000	10.755(5.658-20.446)
1 (yüksek)*R					

Model 2, kayıp metresi düşük olanların yüksek olanlara kıyasla 23.878 kat daha yüksek TEE puanına sahip olduğunu göstermektedir. Ayrıca Model 2, üretimi düşük olanların yüksek olanlara kıyasla 10.755 kat daha düşük TEE puanına sahip olduğunu göstermektedir.

4. Sonuç

TEE, üretim firmaları tarafından kullanılan ve üretim ekipmanının verimliliğini gösteren ve kontrol eden bir ölçme aracıdır. Bu ölçme aracı aynı zamanda bir performans ölçütüdür. Bu yüzden üretim firmalarının performanslarını karşılaştırmak için sıklıkla kullanılmaktadır. "Düşük", "orta" ve "yüksek" kategorisinde olan TEE puanına etki eden birçok değişken olabilir. Bu çalışmada üretim firması olan bir fabrikanın TEE puanına etki ettiği düşünülen "üretim", "kayıp metre", "tecrübe", "mevsim", "gün" ve "saat" değişkenleri incelenmiştir.

TEE puanına etki eden değişkenler incelendiğinde en çok etkinin "kayıp metre", "üretim" ve "tecrübe" değişkenleri olduğu tespit edilmiş. Bu değişkenler ile iki model kurulmuş ve CART, CHAID algoritmaları ile lojistik regresyon kullanılarak analiz edilmiştir. Modeller incelendiğinde kayıp metrenin yüksek olmasının TEE puanının düşük olmasına neden olduğu görülmüştür. Kayıp metre

ile TEE puanı arasında negatif ilişki tespit edilmiştir. Tecrübenin yüksek olması TEE puanının normal/yüksek olmasına neden olduğu görülmüştür. Tecrübe ile TEE puanı arasında pozitif ilişki tespit edilmiştir. Üretimin yüksek olması TEE puanının normal/yüksek olmasına neden olduğu görülmüştür. Üretim ile TEE puanı arasında da pozitif ilişki tespit edilmiştir.

[15] bir imalat işletmesinde yaptığı çalışmasında TEE puanını %33 olarak bulmuştur. TEE'nin düşük çıkmasının nedenini makine uygunluğunun ideal değerden çok düşük bir değerde olması olarak tespit etmiştir. [1] TEE puanını %40-%70 arasında bulmuştur. [29] TEE puanını yaptıkları iyileştirmeler ile %71'e yükseltmişlerdir. [22], yaptıkları uygulamada TEE'yi etkileyen, değiştirilebilecek en uygun değeri plansız duruş süresi olarak belirlenmiş ve %90.8 seviyesi gibi yüksek bir değere taşımışlardır.

Bu çalışmada bir üretim firmasına ait TEE'yi etkileyen değişkenler için modeller sınıflandırma ve karar ağaçları ile yapılmıştır. Değişken sayısının ve örneklem genişliğinin artırılması ile daha çok değişkenin anlamlı çıkacağı düşünülmektedir. Ayrıca gelecekte üretim firmalarında sadece TEE puanının hesaplanması değil farklı karar ağaçları modelleri kullanılarak yeni modellerin bulunması da yapılabilir.

Kaynaklar

[1] Temiz İ, Atasoy E, Sucu A. "Toplam Ekipman Etkinliği ve Bir Uygulama". Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 12(4), 49-60,2011.

[2] Braglia M, Frosolini M, Zammori F. "Overall equipment effectiveness of a manufacturing line (OEEML): An integrated approach to assess systems performance". Journal of Manufacturing Technology Management, 20(1), 8-29, 2009.

[3] Junker BH. "Application of Overall Equipment Effectiveness to Biopharmaceutical Manufacturing". BioPharm International, 22(5), 40-50, 2009.

[4] [4] Garza-Reyes JA, Eldridge S, Barber KD, Soriano Meier H. "Overall equipment effectiveness (OEE) and process capability (PC) measures: A relationship analysis". International Journal of Quality and Reliability Management, 27(1), 48-62, 2010.

[5] Tsarouhas PH. "Evaluation of overall equipment effectiveness in the beverage industry: A case study". International Journal of Production Research, 51(2), 515-253, 2013.

[6] Daş G, Yaşin M. "KOBİ'lerde ekipman etkinliğinin iyileştirilmesinde TEE tabanlı yeni bir yaklaşım: Bir ahşap işleme kuruluşunda uygulama". Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 32(1), 45-52, 2017

[7] Esmaeilian GR, Megat Ahmad MMH, Ismail N, Sulaiman S, Hamedi M. "Particular model for improving failure mode and effect analysis (FMEA) by using of overall equipment efficiency (OEE)". International Symposium on Information Technology, 3, 1–9, 2008.

[8] Lalkiya M, Kushwaha, DK. "Optimizing and Analyzing Overall Equipment Effectiveness Through TPMM Approach: A Case Study in Cement Industry". International Journal of Advance Engineering and Research Development, 2(5), 807-811, 2015.

[9] Nakajima S. Introduction to TPM: Total Productive Maintenance. 11th ed. New York, USA, Productivity Press, 1988.

[10] Chand G, Shirvani B. "Implementation of TPM in cellular manufacture". Journal of Material Processing Technology, 103(1), 149-154, 2000.

[11] Jeong K, Phillips DT. "Operational efficiency and effectiveness measurement". International J of Operations & Production Management, 21 (11), 1404-1416, 2001

[12] Saraç M, Tekin O, Doğanay E, Elevli S. "Toplam ekipman etkinliğinin Kütahya ilinde bir porselen üretim işletmesinde uygulanması". Yöneylem Araştırması ve Endüstri Mühendisliği 27. Ulusal Kongresinde Sunulmuş Bildiri, 2007.

[13] Raja PN, Kannan SM. "Overall process effectiveness model for the tyre manufacturing industry". Manufacturing And Industrial Engineering Journal, 3, 70-73, 2008.

[14] Almeanazel OTR. "Total productive maintenance review and overall equipment effectiveness measurement". Jordan Journal of Mechanical and Industrial Engineering, 4(4), 517-522, 2010.

[15] Görener A. "Toplam Verimli Bakım ve Ekipman Etkinliği: Bir İmalat İşletmesinde Uygulama". Electronic Journal of Vocational Colleges, 2(1), 15-20, 2012.

[16] Paprocka I, Kempa WM, Kalinowski K, Grabowik C. "Estimation of overall equipment effectiveness using simulation programme". IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 95 (1), 2015.

[17] Vittaleshwar A, Shetty KD, Prajual PJ. "An empirical study of effect of total productive maintenance on overall equipment effectiveness in a water bottling industry". International J of Applied Engineering Research, 11(8), 5573-5579,2016.

[18] Wudhikarn R. "Implementation of the overall equipment cost loss (OECL) methodology for comparison with overall equipment effectiveness (OEE)". Journal of Quality in Maintenance Engineering, 22(1), 81-93, 2016.

[19] Folmer J, Schrüfer C, Fuchs J, Vermum C, Vogel-Heuser B. Data-Driven Valve Diagnosis to Increase the Overall Equipment Effectiveness in Process Industry, 2016.
[20] Patel C, Vivek D. "A Review on Improvement in Overall Equipment Effectiveness". International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology, 4, 642-650,2016
[21] Özkan NF, Ada EC, Genlik S. "Toplam ekipman etkinliğinin iyileştirilmesinde TRIZ kullanımı: Bir uygulama". Verimlilik Dergisi, 2, 169-184, 2019.
[22] Acar Ö, Çakırkaya M. "Bir Üretim Hattında Toplam Ekipman Etkinliğinin Ölçülmesi ve Geliştirilmesi Üzerine Bir Uygulama". Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Elektronik Dergisi, 9(24), 217-230, 2018.
[23] Bilgin-Sarı E. "Measuring The Performances of the Machines Via Preference Selection Index (PSI) Method and Comparing Them with Values of Overall Equipment Efficiency (OEE)". İzmir İktisat Dergisi, 34(4), 573-581, 2019.
[24] Gökay-Emel G, Taşkın Ç. "Araç rotalama problemlerinin iki aşamalı çözümünde genetik algoritma kullanımı". Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 7(1), 1-17, 2005.
[25] Yavuz A, Çilengiroğlu-Vupa Ö. "Lojistik Regresyon ve CART Yöntemlerinin Tahmin Edici Performanslarının Yaşam Memnuniyeti Verileri için Karşılaştırılması". (18), 709-727, 2020.
[26] Sezer Ü. Karar Ağaçlarının Birliktelik Kuralları ile İyileştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Türkiye, 2008.
[27] Breiman L, Friedman J, Stone CJ, Olshen RA. Classification and Regression Trees, Taylor & Francis, 1984.
[28] Berson A, Smith S, Thearling K. Building Data Mining Applications For CRM, 2nd Edition, McGraw-Hill Professional Publishing, 2001.
[29] Ersöz T, Öztürk E, Gürel E. "Demir çelik sektöründe toplam verimli bakım uygulaması". Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi, 18 (EYI Special Issue), 447-458, 2018.

MAKİNE ÖĞRENMESİ YÖNTEMLERİYLE MÜŞTERİ KAYIP ANALİZİ

Zerrin ÇAKIR[1], Muammer AKÇAY[2]

[1] Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,

Bilgisayar Mühendisliği, Kütahya, TÜRKİYE

[2] Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,

Bilgisayar Mühendisliği, Kütahya, TÜRKİYE

Özet

Günümüzde müşteri kaybı birçok şirket için önemli bir sorundur. Müşterilerin hizmet almayı bırakıp bırakmayacağını belirtmektedir. Müşterilerin davranışı, akıllı sistemler kullanılarak analiz edilebilmekte ve analizler sonunda çıkarım yapılabilmektedir. Telekom şirketleri için bu analizlerin yapılması rekabet ve pazarlama açısından önemlidir. Bu çalışmada bir telekomünikasyon şirketine ait veri seti kullanılmıştır. Öznitelik indirgeme işlemi uygulanarak boyutsallık azaltılmıştır. Veri setine öznitelik indirgeme işlemi uygulandıktan sonra gerekli iyileştirme işlemleri yapılıp tahmin ve analiz işlemlerine uygun hala getirilmiştir. Problem, dengesiz sınıf problemi olduğu için SMOTE tekniği kullanılarak dengeli veri dağılımı olan sınıf türü oluşturulmuştur. Bu çalışmada analiz ve tahmin işlemlerinde kullanılan sınıflandırma algoritmalarından kullanılan yöntemlerden Destek Vektör Makineleri (DVM), Karar Ağaçları, Rastgele Orman ve Yapay Sinir Ağları (YSA) algoritmaları kullanılmıştır. Modellerin tahmin başarı ve performans sonuçları SMOTE öncesi ve sonrasında hesaplanan Duyarlılık, Kesinlik, Doğruluk ve ROC Eğrisi ölçüm metrikleriyle kıyaslanmıştır. Yapılan eğitimler ve oluşturulan modeller sonucunda en iyi performans artışı gerçekleşen algoritma Rastgele Orman Algoritması olmuştur.

Anahtar Kelimeler: *Destek Vektör Makineleri, Karar Ağaçları, Rastgele Orman, Yapay Sinir Ağları, SMOTE*

CUSTOMER LOSS ANALYSIS WITH MACHINE LEARNING METHODS

Abstract

Customer loss is a major problem for many companies nowadays. It indicates whether the customers will stop receiving service. The behavior of customers can be analyzed using smart systems and inferences can be made at the end of the analysis. For telecom companies, making these analyzes is important in terms of competition and marketing. In this study, a data set belonging to a telecommunication company is used. Dimensionality is reduced by applying the feature reduction process. After the attribute reduction process was applied to the data set, the necessary improvements were made and it was made suitable for estimation and analysis. Since the problem is an unbalanced class problem, a class type with balanced data distribution is created using the SMOTE technique. In this study, Support Vector Machines (SVM), Decision Trees, Random Forest and Artificial Neural Networks (ANN) algorithms, which are among the methods used among the classification algorithms used in analysis and prediction processes, were used. The predictive success and performance results of the models were compared with the Recall, Precision, Accuracy and ROC Curve measurement metrics calculated before and after SMOTE. As a result of the studies achieved trainings and models created, the algorithm with the best performance increase was the Random Forest Algorithm.

Keywords: *Random Forest, Support Vector Machines, Decision Tree, Artificial Neural Networks, SMOTE*

1 Giriş

Gerçek dünyadaki verilerin çeşitli amaçlar için kullanılmasıyla Veri Madenciliği ortaya çıkmış ve popüler hale gelmiştir. Verileri işlemek ve bunlardan mantıklı sonuçlar almak Veri Madenciliğinin en önemli amaçlarından biridir. Veri Madenciliği üç önemli işlem adımına sahiptir. İlki, veri ön işleme ile ilgilidir.

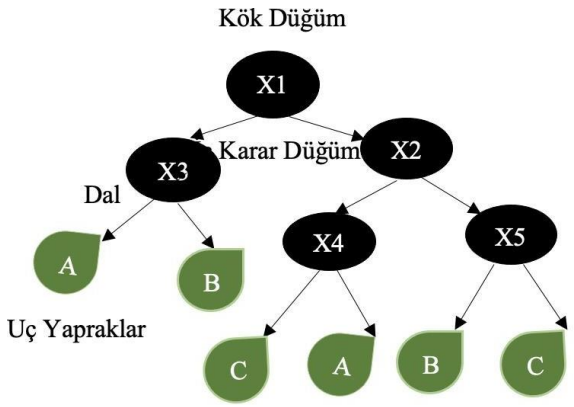
Müşteri verileri; yaş, cinsiyet, gelir ve telefon türü, abonelik türü gibi müşterinin kişisel bilgileri ile ilgili ayrıntıları içerir. Büyük miktarda veriyi yönetmek ve onları kullanılabilir hale getirmek zordur. Bu nedenle bu şirketler için veri madenciliği gereklidir [1]. Telefon hizmeti şirketleri, İnternet servis sağlayıcıları, ödemeli TV şirketleri ve sigorta şirketleri sık sık müşteri kaybı analizleri kullanır ve bu analizler onların temel ticari ölçümlerinden biridir [2]. Çünkü mevcut bir müşteriyi elde tutmanın maliyeti yeni bir müşteri elde etmekten daha azdır. Yeni pazarlama yöntemleri geliştirilebilir ve şirket adına fayda sağlanabilir [3]. Bu çalışmada, bir telekomünikasyon şirketi örneği verileri kullanılarak dengesiz sınıf problemlerine çözüm üretebilmek amaçlanmıştır. Başarılı sonuçlar elde edebilmek için veri indirgemesi ve performans iyileştirmeleri yapılarak dört farklı yeni model geliştirilmiştir. Tahmin işlemi yapılırken sınıflandırma algoritmalarından Destek Vektör Makineleri, Karar Ağaçları, Rastgele Orman ve Yapay Sinir Ağları algoritmaları kullanılmıştır. Oluşturulan modellerin sonuçları birbirleriyle SMOTE işlemi yapılmadan önce ve yapıldıktan sonra karşılaştırılmıştır. Oluşturulan modellerin başarısı doğruluk, duyarlılık, kesinlik, ve ROC Eğrisi performans değerlendirme ölçütlerine göre değerlendirilmiş ve en iyi tahmini yapan model bulunmuştur. Elde edilen sonuçlar ile literatürdeki bulunan sonuçlar karşılaştırılmıştır. Çalışma içeriği aşağıdaki gibi organize edilmiştir;

Birinci bölümde, veri madenciliğinin tanımı ve aşamaları anlatılmıştır. İkinci bölümde veri madenciliği yöntemlerine yer verilmiştir. Uygulamada kullanılan algoritmaların temelini oluşturan Karar Ağaçları, Rastgele Orman, Destek Vektör Makineleri ve Yapay Sinir Ağları algoritmaları anlatılmıştır. Üçüncü bölümde problem seti algoritmalarının başarı performanslarını ölçmek için kullanılan metrikler anlatılmıştır. Beşinci bölümde dört farklı model için dengesiz sınıf problemi üzerine çözümler yapılarak deneysel çalışma sonuçlarına yer verilmiştir. Yedinci bölümde eğitilen dört modelin dengesiz sınıf problem setindeki başarı performansları, birbirleri ve yapılan çalışmalarda bulunan sonuçları ile karşılaştırılması yer almaktadır.

2 Materyal Ve Yöntem

2.1 Karar Ağaçları Algoritması

Karar ağacı, ikili karar ağaçları oluşturan Sınıflandırma Ağaçları ve Regresyon Ağaçları metotları kullanılarak geliştirilmiştir [4]. İki veya daha fazla kollara ayrılabilir. Amaç, etikete göre olabildiğince homojen olan veri alt kümeleri üretmektir. Karar ağaç yapısı Şekil 1'de gösterilmiştir.



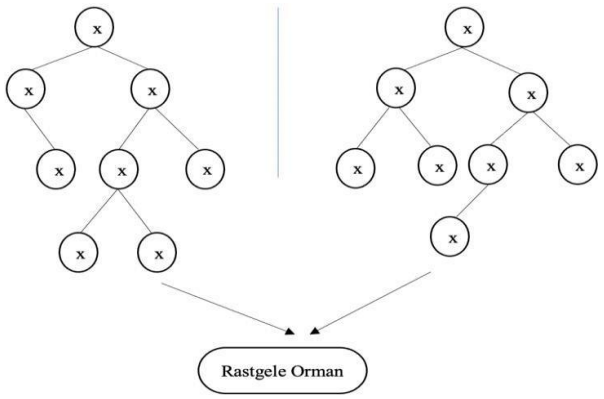
Şekil 1. Karar Ağaçları yapısı

Yukarıdaki Şekil 1'de gösterildiği gibi karar ağacı; kök, iç karar düğümleri, dal ve uç yapraklardan meydana gelmektedir. Verilerin test edildiği ve dalların hangi yöne eğileceklerini belirleyen iç karar düğümleridir. Eğilmesine yön verecek olan sorulara cevap verecek olan dallardır. Ve bulunduğu etiket ise uç yapraklar olarak tanımlanmaktadır [5].

Veri madenciliği teknikleri aşırı uyum (overfitting) karşılama ihtimali olduğu için ağacın budanması gerekmektedir [6]. Karışıklık parametresi hesaplanıp, fazla karmaşıklığı olan alt ağaçlar budanmaktadır.

2.2 Rastgele Orman Algoritması

Rastgele karar ormanları olarak da bilinen rastgele ormanlar, hem sınıflandırma hem de regresyon sorunlarını çözmek için tahmin modelleri oluşturmayı amaçlar. Rastgele Orman algoritması, Brieman ın 1996 da geliştirdiği Bagging tekniği ile Kimhon un geliştirdiği Random Sabspace tekniklerinin birleşimi olarak ortaya çıkmıştır [7]. 2001 yılında Leo Breiman tarafından geliştirilmiştir. Rastgele Orman Algoritması çalışma mantığı Şekil 2'de gösterilmiştir [8].

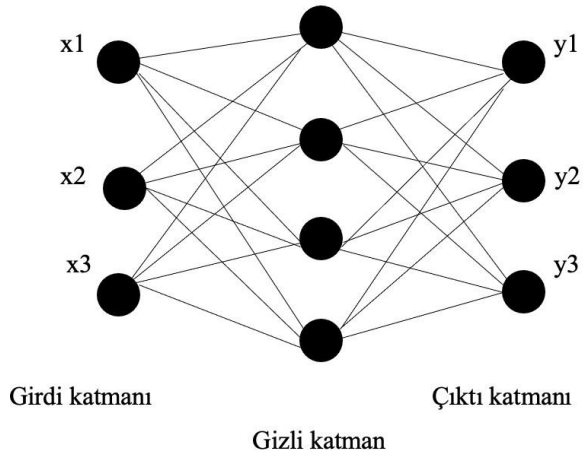


Şekil 2. Rastgele Orman çalışma mantığı

2.3 Yapay Sinir Ağları

Yapay Sinir Ağları birbirine bağlı yapay nöronlardan oluşur ve bilgileri ilişkisel bir yaklaşım kullanılarak hesaplanır. Bir Yapay Sinir Ağı hücre yapısı; girdiler, ağırlıklar, toplama fonksiyonu, aktivasyon fonksiyonu ve çıktılardan oluşmaktadır [9]. İki eleman arasındaki her ağ gücü göstermektedir.

Yapay Sinir Ağları yapısı Şekil 3'te gösterilmiştir.



Şekil 3. YSA yapısı

Şekil 3'te gösterilen modelin x1, x2, x3 ile gösterilen 1 tane girdi katmanı vardır. Bu girdi değerleri, katmanlar arasındaki ağırlıklara bağlıdır.

2.4 Destek Vektör Makineleri (DVM)

DVM, Beklenen genelleme hatasının üst sınırını azaltmak için ayırıcı hiper düzlem ile örnekler arasında mümkün olan en büyük mesafeyi oluşturarak, en güçlü denetimli makine öğrenme tekniğidir.

Vladimir Vapnik ve Alexey Chervonenkis tarafından 1963 yılında temelleri atılmıştır. İstatiksel öğrenme teorisine dayanır. 1995 senesinde Vladimir Vapnik ve Alexey Chervonenkis ve Isabelle Guyon tarafından geliştirilmiştir [10]. Amacı sınıfları birbirinden ayıracak olan hiper düzlemi çıkarılabilmesidir.

Önce veriler incelenip gerek olmayan ya da az etkileyen özniteliklerin çıkarılması gerekmektedir. Sınıflandırma veya regresyon problemleri için kullanılmaktadır. Uygulama alanları şu şekildedir [10]:

- Metin ve köprü sınıflandırmalarında
- Görüntü sınıflandırmalarında
- Genetik ve diğer bilim dalları

3 SMOTE

SMOTE metodu dengesiz sınıf problemlerinde kullanılan bir çözüm yöntemidir. SMOTE yaklaşımında, azınlık sınıfının her bir örneğini alınır ve her bir örnek için en yakın komşusunun birleştirilmesiyle oluşturulan hat üzerinde sentetik örnekler oluşturularak dengelenmiş hale gelir.

Algoritmanın çalışma mantığı şu şekildedir:

- Azınlık sınıfındaki her bir örnek için uzaklığına dayalı k en yakın komşuları bulunur.
- Azınlık sınıfta ki her bir örnek için k komşusu arasındaki uzaklık bulunur.
- Her bir örnek için en yakın k komşusunun birleştirilmesiyle oluşturulan hat üzerinde yapay örnekler oluşturulur.
- Azınlık sınıfına ait örnek sayısı arttırılır ve sınıflar dengelenir.

3 Veri Seti

Veri seti, çeşitli değişkenlerden ve bu değişkenlerin değerlerinden oluşan ikili bir matristir (PangKW, 2018). Veri kümesi 3332 müşteriye ait 33 öznitelik (32 öznitelik + 1 label) içeren bir veri kümesidir.

Veri kümesindeki öznitelikler belli gruplar altında incelenebilir. Müşteri bilgilerini gösteren 31 adet öznitelik, müşteri numarası bilgisinin tutulduğu 1 adet öznitelik, son olarak etiketi içeren 1 öznitelik bulunmaktadır. Veri setinde, sınıf etiketi "Churn" dur.

3.1 Kullanılan Araçlar

Uygulama, phyton proglama dilinde yazılmıştır. Uygulamayı yazmak için Anaconda Navigator içerisinde bulunan Jupyter Notebook aracı kullanılmıştır [11]. Veri işleme işlemleri için Scikit learn ve pandas kütüphaneleri, kullanılmıştır. Çizim ve görüntüleme işlemleri için matplotlib kütüphanesi kullanılmıştır [12].

3.2 Performans Ölçüm Metrikleri

Performans değerlendirme metrikleri karışıklık matrisi, duyarlılık, kesinlik, doğruluk *ve* ROC eğrisinden oluşmaktadır.

3.3 Karışıklık Matrisi (Confusion Matrix)

Karışıklık matrisi hata oranı olarak tanımlanmaktadır. Veri setinde bulunan sonuçların ve sınıflandırma modelimizin doğru ve yanlış tahminlerin sayısının tablo şeklinde gösterilmiş halidir. İki veya daha fazla çıktının performansını ölçmek için kullanılmaktadır [13]. Karışıklık matrisi Şekil 4'te gösterilmiştir.

		Gerçek Değerler	
		Pozitif (1)	Negatif (0)
Tahmin Edilen Değerler	Pozitif (1)	TP	FP
	Negatif (0)	FN	TN

Şekil 4. Karışıklık Matrisi

Karışıklık matris parametre açıklamaları şuşekildedir:

TP: Gerçek değer ve tahmin edilen değer 1 olan değerlerdir.

TN: Gerçek değer ve tahmin edilen değer 0 olan değerlerdir.

FP: Gerçek değer 0 olup tahmin edilen değer 1 olan değerlerdir.

FN: Gerçek değer 1 olup tahmin edilen değer 0 olan değerlerdir.

Doğruluk (Accuracy): Doğru sonuç bulunan tahmin değerlerinin tahmin değerlerinin hepsine oranı şeklinden tanımlanmaktadır. Formülü şu şekildedir:

$$\text{Doğruluk} = (TP + TN) / (FP + FN + TP + TN) \quad (1)$$

Duyarlılık (Recall): Pozitif durumların başarı derecesini göstermektedir. Formülü şu şekildedir:

$$\text{Duyarlılık} = TP / (TP + FN) \quad (2)$$

Kesinlik (Precision): Doğru tahmin sonuç veren örneklerdeki başarı değerini gösteren durumdur. Formülü şu şekildedir:

$$\text{Kesinlik} = TP / (TP + FP) \quad (3)$$

Karışıklık matrisini bulmanın en önemli avantajı; Duyarlılık, Kesinlik, Doğruluk ve AUC-ROC eğrisini ölçüp sonuç değerlerinin bulunmasını sağlamaktır

3.4 ROC Eğrisi

İlk 1971 yılında Lee Lusted tarafından tanı testlerinin geliştirilebileceğini düşündüğü için bulunmuştur. Özellikle verileri dengesiz olan veri setlerinde kullanılmaktadır. Modelin ne kadar başarılı olup olmadığı sonucunu vermektedir [14].

Analiz sonucunda AUC değeri bulunur. AUC değeri eğri altında kalan alanı ifade eder. Modelin yanlış pozitif oranı x ekseninde, doğru pozitif oranının ise y eksenindedir. Eğri ne kadar 1 e yakınsa model o kadar başarılı sonuç vermiş demektedir. %100 lük bir başarı durumunda ise tahmin 1'e eşit olmaktadır [15].

4 Bulgular

4.1 *Veri Seti Analizi Ve Önişleme*

İlk olarak veri seti yüklenerek ön işlemlerden geçirilmesi gerekmektedir. Verinin ön işlemlerden geçmesi daha iyi sonuçlar alınmasını sağlamaktadır. Hazır hale getirilen veri seti eğitim ve test olmak üzere ayrılacaktır. Eğitim verisi kullanılarak DVM, Karar Ağaçları, Rastgele Orman ve YSA kullanılarak eğitim yapılacak ve modeller oluşturulacaktır. Her bir model test verisi ile test edilecek ve Karışıklık matrisi, Doğruluk değeri, Kesinlik değeri ve Duyarlılık değerleri ölçüm metrikleri ile değerlendirilecektir.

4.2 Korelasyon Analizi

Veri seti ilk eğitime hazır hale getirilmiştir. Özniteliklerin bir kısmı kategorik verilere sahiptir. Metin değerlere sahip öznitelikler olduğu için encoding işlemi uygulanmıştır ve veriler numerik değerlere sahip bir şekilde kategorik hale getirilmiştir. Örneğin ait olduğu kategori değeri 1 olurken diğer kategoriler 0 değerini almaktadır. Bu şekilde toplam 40 kolon (39 öznitelik + 1 etiket) elde edilmiştir. Korelasyon analizi, öznitelikler arasındaki ilişkinin yönü, ilişki derecesi ve önem derecesini gösteren matematiksel yöntemdir [17]. Bu ilişkinin derecesini ve yönünü gösteren katsayıya da korelasyon katsayısı adı verilmektedir. Yapılan korelasyon analizi sonucunda, ilişkinin doğrusal olup olmadığı hesaplanmıştır. Korelasyon

katsayısı "r" ile ifade edilir ve değer aralığı -1 ile +1 'dir [18]. Öznitelik değerleri beraber artıyor veya beraber azalıyorsa pozitif yönlü, özniteliklerden biri artarken diğeri azalıyorsa negatif yönlü bir ilişki vardır.

4.3 Dengesiz Veri Seti Problemi

SMOTE işlemi özellikle dengesiz veri setlerinde uygulanmaktadır. Tahmin yapılacak verilerin %85,49 churn olmazken %14,51'lik kısmı churn olmaktadır. Dağılım %50 - %50 şeklinde ayrılmadığı görülmektedir. Eğer danışmansız öğrenme yöntemi uygulanırsa veriye churn olmayan kısım daha fazla olduğu için iki gruba da eşit bir davranış sergileyecektir. Bu yüzden veri setine SMOTE işlemi uygulanıp dengesizliğin önüne geçilerek dengeli şekilde öğrenme sağlanmaktadır. SMOTE sonucu veri setinde toplam 5121 tane veri bulunmaktadır. Verilerin değerlerinde aşırı ölçek farklılıkları olduğunda değerleri, belirli aralığa sığdırma işlemi yapılır. Bu işleme Scaling (ölçekleme) denir. Veri setine ölçekleme işlemi uygulanmamıştır.

5 Gerçekleştirilen Uygulama

Hazır hale getirilen veri seti eğitim ve test olmak üzere ayrılmıştır. Eğitim için veri seti ayrılmıştır. Veri setinin %80'i eğitim için ayrılırken %20'lik kısmı test için ayrılmıştır. Eğitim seti 5121 örnekten oluşurken, test seti 569 örnekten oluşmaktadır. Eğitim verisi kullanılarak Destek Vektör Makineleri, Karar Ağaçları, Rastgele Orman ve Yapay Sinir Ağları kullanılarak eğitim yapılmış ve 4 farklı model oluşturulmuştur. Her bir model Doğruluk, Kesinlik, Duyarlılık ve ROC eğrisi ölçüm metrikleri ile değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonucu en iyi performans gösteren model seçilmesi amaçlanmaktadır.

Veri kümesindeki öznitelikler belli gruplar altında incelenebilir. Müşteri bilgilerini gösteren 11 adet öznitelik bulunmaktadır. Veri setinde, sınıf etiketi "Churn" dur. Korelasyonlara bakılarak veya görselleştirme yapılarak, öznitelikler arasındaki ilişkiyi görülebilir. Veri setinde genel analizler yapılmış ve analizler sonucu çıkarımlar elde edilmiştir. Veri setine sırasıyla Karar Ağaçları, Rastgele Orman, Yapay Sinir Ağları, Destek Vektör Makineleri Algoritmaları kullanılarak SMOTE öncesi ve sonrasında dört farklı model oluşturulmuştur. SMOTE uygulanmadan önceki modellerin performans değerleri Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. SMOTE öncesi performans değerleri

	Kesinlik	Duyarlılık	Doğruluk
Karar Ağaçları	0.52	0.26	0.85
Rastgele Orman	0.57	0.22	0.86
DVM	0.27	0.72	0.87
YSA	0.64	0.36	0.87

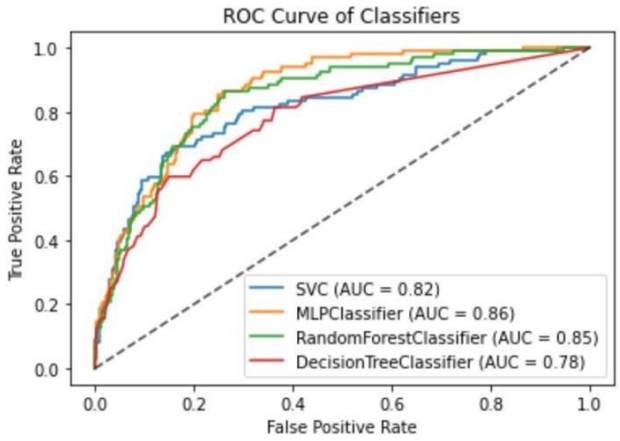
SMOTE işlemi yapıldıktan sonraki modellerin performans değerleri Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2. SMOTE sonrası performans değerleri

	Kesinlik	Duyarlılık	Doğruluk
Karar Ağaçları	0.89	0.82	0.86
Rastgele Orman	0.91	0.90	0.90
DVM	0.87	0.92	0.89
YSA	0.88	0.91	0.89

Tablo 2 incelendiğinde SMOTE sonrasında doğruluk, kesinlik, duyarlılık değerlerinde artış olduğu gözlenmiştir. Rastgele Orman Algoritması SMOTE ile performansında daha fazla artış sağlanmıştır ve problem çözümü için en uygun algoritmadır.

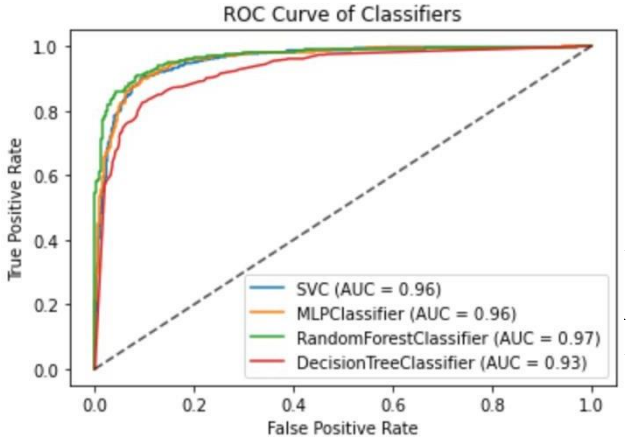
Dengeli dağılmayan veri setlerinde model başarısını sadece doğruluk metriği ile ölçmek yeterli değerlidir ve duyarlılık ve kesinlik metriklerini mutlaka kontrol etmemiz gereklidir. Oluşturulan modeller diğer bir performans ölçüm metriği olan ROC Eğrisine göre de değerlendirilmiştir. AUC değeri ROC Eğrisinin altında kalan alanı gösterir ve AUC değeri ne kadar yüksekse iki sınıfın birbirinden hatasız ayrılması o kadar yüksek olduğu sonucu elde edilmektedir. Algoritmaların ne kadar doğru sonuç verdiğini ROC eğrisi ile analiz edilmesi mümkündür.



Şekil 5. SMOTE öncesi ROC Eğrisi

SMOTE öncesinde Şekil 5' te ROC eğrisinde dengesiz bir eğri olduğu görülmektedir. DVM algoritması

%82, YSA algoritması %86, Rastgele Orman algoritması %85 ve Karar Ağaçları algoritması %78 performans gerçekleşmiştir. Daha sonra aynı karşılaştırma SMOTE işlemi yapıldıktan sonra tekrar yapılmıştır.



Şekil 6. SMOTE sonrası ROC Eğrisi

SMOTE işlemi yapıldıktan sonraki AUC değerleri Şekil 6'da gösterilmiştir. SMOTE işlemi sonrasında, DVM algoritması %96, YSA algoritması %96, Rastgele Orman Algoritması %97 ve Karar Ağaçları algoritması %93 performans sonuçları elde edilmiştir. SMOTE sonrası yapılan bu analiz sonucunda karşılaştırma yapıldığında en başarılı algoritma %97 performans sonucu ile Rastgele Orman algoritmasıdır. Sonuç olarak sınıflandırma probleminde dengesizlik ortadan kalkmış performans değerleri yükselmiştir.

6 Sonuçlar

Bu çalışmada, telekomünikasyon veri seti kullanılarak müşteri kaybını öngören bir sistem geliştirilmiştir. İlgili çalışmalar incelenerek dengesiz sınıf problemlerine çözüm getirilmiştir. Bu tür öngörüleri oluşturmak için Rastgele Orman, Karar Ağaçları, YSA ve DVM algoritmaları kullanılarak modeller tasarlanmıştır. Veri seti incelenmiş öznitelik ayrıştırma yöntemi olan PCA yöntemi kullanılarak öznitelik önem değerlerine göre çok boyutlu olan veri, öznitelik sayısı 11'e indirgenerek boyutsallık azaltılmıştır. Makine öğrenim algoritmaları doğrudan kategorik verilerle çalışamadığı için verilere encoding işlemi uygulanarak kategorik sayılara dönüştürülmüştür. Ve öznitelikler arasındaki ilişkiler gözlemlenmiş veri setinden çıkarımlar yapılmıştır. SMOTE tekniğinin doğruluk oranı üzerindeki etkisini görmek için iki farklı yöntem uygulanmıştır. İlk olarak, modeller dengesiz sınıf problemini içeren orijinal verilerle eğitildi. Daha sonra SMOTE tekniği orijinal verilere uygulandı ve modeller bu yeni verilerle tekrar eğitildi. Bu iki veri setinde dört farklı algoritma ile eğitilmiş dört farklı modelin sonuçları gösterilmektedir. Oluşturulan modellerin algoritma performansları, AUC değerleri karşılaştırılmıştır.

Rastgele Orman %97, Karar Ağaçları %93, DVM %96 ve YSA %96 performans sonuçları bulunmuştur. Yapılan bu çalışmada en yüksek performansı Rastgele Orman Algoritması sağlamıştır. Özniteliklerin performansı hem negatif hem pozitif yönde değiştirebildiği görülmüştür. Özniteliklerin algoritmaları ne kadar etkilediklerine bakılarak öznitelik indirgeme işlemleri yapılmıştır. Uygulanan algoritmalardan farklı olarak performans iyileştirme ve SMOTE çalışması yapılmıştır. Bunun sonucunda performans sonucunun daha başarılı sonuç verdiği görülmüştür. Değerlendirme yapılırken telekomünikasyon sektörü örneği için Duyarlılık, Doğruluk, Kesinlik değerlerinin beraber değerlendirilmesi gerektiği sonucuna ulaşıldı.

Kaynaklar

[1] Lu, Y.- H., Tsai, C. -F. (2010), Data Mining Techniques In Customer Churn Prediction, Recent Patents On Computer Science, 3(1), 28–32.

[2] Joshi, P., Gupta, S. (2019), Predicting Customers Churn In Telecom Industry Using Centroid Oversampling Method And KNN Classifier, International Research Journal Of Engineering And Technology (IRJET), 6(4).

[3] Lu, Y. H., Tsai, C. F. (2009), Customer Churn Prediction By Hybrid Neural Networks, Expert Systems With Applications, 36(10), 12547-12553.

[4] Hadden, J., Roy, R., Ruta, D., Tiwari, A. (2008), Churn Prediction Using Complaints Data, World Academy Of Science, Engineering And Technology, 19, 809-814.

[5] Pedregosa, F., Varoquaux, G., Gramfort, A., Michel, V., Thirion, B., Grisel, O., Blondel, M., Prettenhofer, P., Weiss, R., Dubourg, V., Vanderplas, J., Passos, A., Cournapeau, D., Brucher, M., Perrot, M., Duchesnay, E. (2011). Scikit-learn: Machine Learning in Python. Journal of Machine Learning Research, 12: 2825-2830.

[6] Frosst, N., Hinton, S. (2017), Distilling A Neural Network Into A Soft Decision Tree, CEX Workshop At AI*IA 2017 Conference, 1-8.

[7] Xie, Y., Li, X., Ngai, E. W. T.,Ying, W. (2009), Customer Churn Prediction Using Improved Balanced Random Forests Elsevier, Expert System With Application, 36, 5445-5449.

[8] Gupta, A., Jain, S., Jangid, Y., Sawant, R., Tiwari, T. (2018), Comprehensive Analysis Of Housing Price Prediction In Pune Using Multi-Featured Random Forest Approach, 2018 Fourth International Conference On Computing Communication Control And Automation (ICCUBEA), India, 1-5.

[9] Sharma, A., Panigrahi, P. K. (2011), A Neural Network Based Approach For Predicting Customer Churn In Cellular Network Services, International Journal Of Computer Applications, 27(11), 1-30.

[10] Ali, W. (2017), Phishing Website Detection Based On Supervised Machine Learning With Wrapper Features Selection, International Journal Of Advanced Computer Science And Applications (IJACSA), 8, 72-78.

[11] https://www.anaconda.com/products/individual (01.01.2021).

[12] https://scikit-learn.org/stable/ (04.01.2021).

[13] System For Measuring Feeding Behaviour Of Cattle, Behavioural Processes, 148, 56-62.

[14] Alsakran, J., Al-Kadi, O., Faris, H., Fayyoumi, A., Rodan, A. (2014), Negative Correlation Learning For Customer Churn Precision: A Comparison Study, Hindawi Publishing Corporation The Scientific World Journal, 1, 1-6.

[15] Bek, Y., Tomak, L. (2010), İşlem Karakteristik Eğrisi Analizi Ve Eğri Altında Kalan Alanların Karşılaştırılması, Journal Of Experimental And Clinical Medicine, 27(2), 58-65.

[16] Alsakran, J., Al-Kadi, O., Faris, H., Fayyoumi, A., Rodan, A. (2014), Negative Correlation Learning For Customer Churn Precision: A Comparison Study, Hindawi Publishing Corporation The Scientific World Journal, 1, 1-6.

[17] Bek, Y., Tomak, L. (2010), İşlem Karakteristik Eğrisi Analizi Ve Eğri Altında Kalan Alanların Karşılaştırılması, Journal Of Experimental And Clinical Medicine, 27(2), 58-65.

Makine Öğrenimi Yaklaşımı ile Parçacık Çifti Tanımlama

Serpil Yalçın Kuzu[1]*, Ayben Karasu Uysal[2]

[1]*Fırat University, Department of Physics, Elazığ, Turkey*
[2] *KTO Karatay University, Department of Metallurgical and Materials Engineering, Karatay Konya, Turkey*

Özet

Çeşitli alanlarda yapay zeka (AI) tabanlı makine öğrenimi (ML) yaklaşımları, insan çabalarının hızını ve verimliliğini artırmak için gittikçe daha değerli hale gelmektedir. Nükleer, parçacık ve yüksek enerji fiziğinde, parçacık analizi uzun sürmesinin yanı sıra üst düzey fizik bilgisi ve karmaşık hesaplama becerileri gerektirir. Elektron ve pozitron çiftleri, dielektronlar (e-e+) olarak adlandırılan, evrenin evrimi hakkında bilgi veren Z bozonu, ϒ ve J /ψ gibi çeşitli parçacıkların bozunma ürünü olan elektromanyetik sinyallerdir. Dielektron tanımlama süreci, düşük verimli geleneksel yöntemlerle elde edilen yüksek kaliteli e-e+ çiftlerini gerektirir. Bu zorlu süreç, makine öğrenimi tekniklerinin çift tanınmasına uygulanmasıyla geliştirilebilir. Bu amaçla, bu çalışmada, ML yaklaşımlarının dielektron çifti analizinde uygulanması tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Makine öğrenimi, Dielektron, Yapay zeka, Parçacık çifti*

Particle Pair Identification with Machine Learning Approach

Abstract

Artificial intelligence (AI) based machine learning (ML) approaches in various fields are getting more and more valuable to enhance the speed and efficiency of human efforts. In nuclear, particle and high energy physics, besides a long time particle pair analysis needs high-level physics knowledge and complex computational skills. Electron and positron pairs, called dielectrons (e^-e^+), are the electromagnetic probes that can be decay product of various particles such as Z boson, ϒ and J/Ψ giving information about evolution of the universe. Dielectron identification process requires high-quality e^-e^+ pairs obtained by traditional cut-based methods with low efficiency. This challenging process can be improved by the application of ML approach to the analysis. For this purpose in this contribution, the application of ML approaches in dielectron pair analysis is discussed.

Keywords: *Machine learning, Dielectron, Artificial intelligence, Particle pair*

1 Introduction

Particle Pair identification is an important process to understand particle production mechanism and dynamics of the system in nuclear, particle and high energy physics. In general, sophisticated analysis techniques are used for pair determination. In addition to long process time, these procedures need high level of physics knowledge and complex computational skills. For example, dielectron pairs, which are used to investigate the evolution of universe at different stages by solving Heavy Ion Collision puzzle.

1.1 Understanding Importance of Dielectrons

Understanding the evolution of the universe can be achieved by creating little 'Big Bang' under laboratory conditions. For this purpose ions are collided at high energies and the formed medium is studied by using the different probes. Dielectons are electron-positron pairs that are one of the significant tool to solve Heavy Ion Collision puzzle. They are lepton pairs therefore they do not interact strongly which results in lack of medium effect after the collision on their production. This property makes them to be used to investigate the different phases and dynamics of the system formed after collisions.

Briefly, in heavy ion collision picture, collision of nucleons at high energies results in production of high momentum particles. Since not all particles participate in the collision, non-interacting particles thermalizes and form a soup of quarks and gluons, building block of matter, called Quark Gluon Plasma. The plasma state is followed by expansion and cooling down of the system resulting in phase transition from partonic to hadronic state [1, 2, 3]. After phase transition particle yields are fixed [1, 2, 3] and finally the particles are determined by detectors.

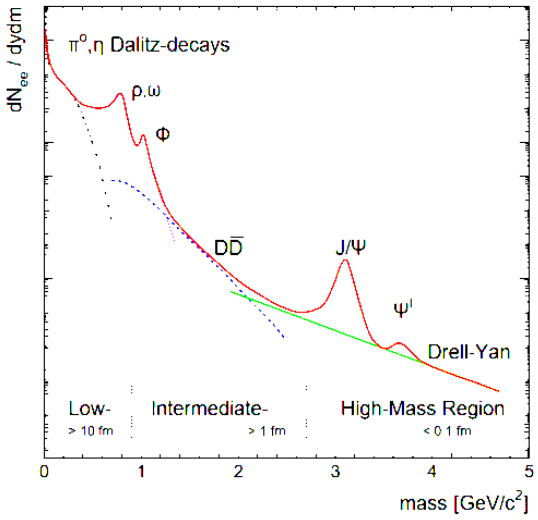


Figure 1. The dielectron spectrum in high energy heavy-ion collisions [4].

Heavy ion collision puzzle can be solved by studying the invariant mass spectrum of dielectons shown in Figure 1 [4]. In this distribution understanding of different mass region informs about different phases of the medium created after the collision. Basic properties of the collision medium such as evolution of hadronic matter, phase transition and medium temperature can be determined by studying spectrum of dielectron pairs. In addition, different mass ranges of the distribution are sensitive for the different stages and the physical properties of the medium. The mass region between 3 – 5 GeV/c², called higher mass region, provides information about early stage of the system evolution because pairs are decay product of virtual photon produced by quark – anti quark interactions called Drell-Yan process [5]. In this region, quarkonium decays such as J/Ψ and ϒ are the other sources of dielectrons giving information about hard scattering. The pairs between 1 – 3 GeV/c², called intermediate mass region, are the production of D^+D^- meson semileptonic decays during the thermalization stage having continuous distribution. The pairs at low mass dielectron region, between 0 – 1 GeV/c², are the decay product of ρ, ω and ϕ resonances and Dalitz decays. For very high mass region between 60 – 120 GeV/c² the pairs are the decay product of Z boson, which is convenient to investigate the Higgs particle for understaing mass concept in physics, represented in Figure 2 [6].

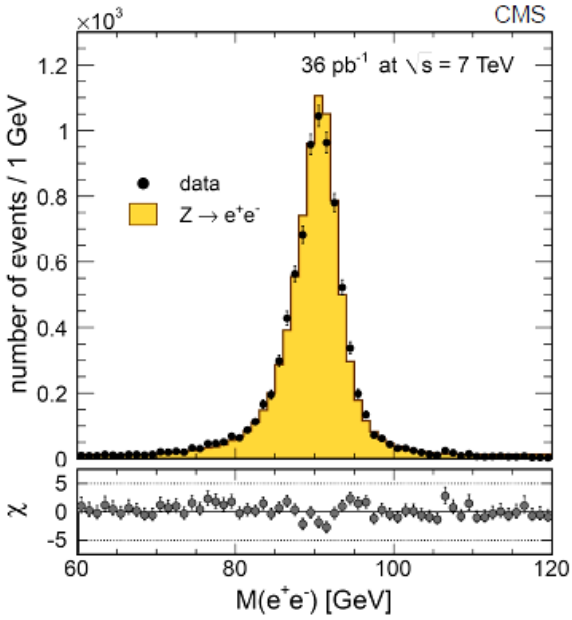


Figure 2. Dielectron spectrum for 60 to 120 GeV[6].

1.2 Machine Learning Techniques for Particle Pair Identification

Dielectron pairs can be identified by traditional cut-based methods to get high purity samples with low signal efficiencies requiring long process time. Usage of these methods results in high systematic uncertainties and loss of information about the dynamics of the medium formed after the collision. These kind of problems are very common in particle pair determination. To overcome these challenges, artificial intelligence (AI) based machine learning (ML) techniques can be implemented to analyze the performance of ML approach in particle pair identification in nuclear, particle and high energy physics studies. In this study, dielectrons were identified by ML technique based on Random Forest Classifier method [7] as an example of ML approach in particle pair identification.

1.2.1 Random Forest Classifier

Random Forest Classifier is one of the supervised learning model composed of Decision Trees. In the model, decisions are produced according to a set of sub-decisions. Each decision tree has nodes and leaves which represent the properties and decisions respectively. The nodes are decided by selection of the best properties from the subset of properties applied to train the current tree. The node separation quality for each property can be estimated by entropy gain or Gini index, probability of wrong classification for a given feature [8]. The classifier has formation and prediction part [9]. Firstly, the model produces trees from a randomly chosen subset of training data set. After that votes from different decision trees are gained to give final decision of the test data set [10, 11, 12, 13]. Figure 3 [14] shows how the algorithm of random forest classifier works. In this algorithm tuning hyper-parameters such as number of estimators in the model, maximum depth of a tree, minimal impurity of a node, maximum number of attributes used per tree training and minimal impurity decrease of resulting sub-datasets for a node is a priority since these parameters have an effect on the learning process [8].

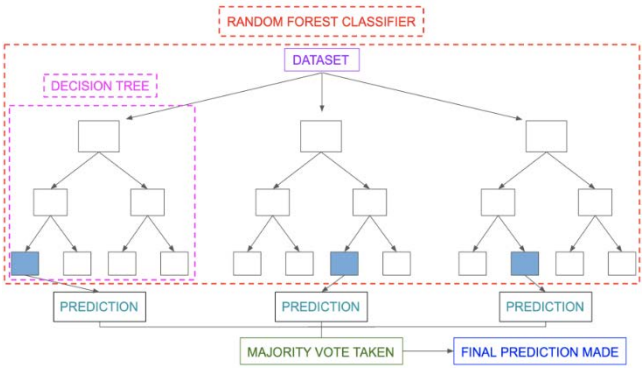


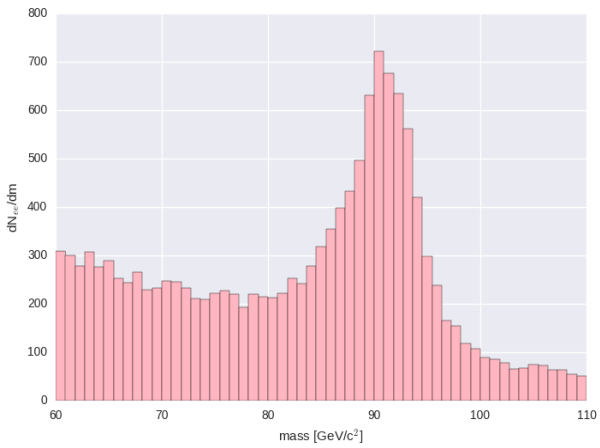
Figure 3. Schematic view of Random Forest Classifier algorithm [14].

Compared to other models Random Forest Classifier has many advantages. Firstly, the classifier is used not only for classification but also for regression. In ML approach implemented models one of the main problems is overfitting that is loss of correct classification ability for the samples out of training dataset. Due to having a forest of decision trees, the classifier is resistant for overfitting. One of the benefits of using this model is the calculation of each property's relative importance allowing model interpretable and revealing the relation between the features and the decisions. Lastly, compared to Decision Tree model the classifier is more precise. Conversely, a random forest with full of decision trees brings long process time, the main disadvantage of the classifier.

2 Particle Pair Analysis

In this study, dielectrons are identified by Random Forest Classifier to investigate effect of ML approach in particle pair identification in physics analysis. For this purpose, 2010 CERN LHC high energy experiment data set for electron pairs from 60 to 120 GeV/c^2 including 71.6% e^-e^+ pairs, called signal, and 28.4% e^-e^- and e^+e^+ pairs, called background, were analyzed [15]. The mass spectrum including signal and background is represented in Figure 4. The Python implemented classifier provided by scikit-learn package was used for the pair identification.

Figure 4. Spectrum of pairs composed of e^-e^+, e^-e^- and e^+e^+.



2.1 Application of Classifier

In the classifier, properties of the pair partners such as charge (Q), momentum (p), pseudorapidity (η), azimuthal angle (ϕ) and momentum (p) and features of pair identification such invariant mass (M) of pairs and opening angle between pair partners (θ) were used as the properties to make predictions. The relative importance of each feature on the prediction is shown in Figure 5. In the figure it is revealed that the classifier primarily used charges of the pair partners for the prediction of dielectrons which are also used in traditional pair identification method. In the analysis, 60% of data was chosen as training set and 40% of data was chosen as the test set. As its importance explained in previous section, hyperparameters of the model such as number of decision trees, maximum depth of a tree, minimal impurity of a node, maximum number of attributes used per tree training and

minimal impurity decrease of resulting sub-datasets for a node were tuned.

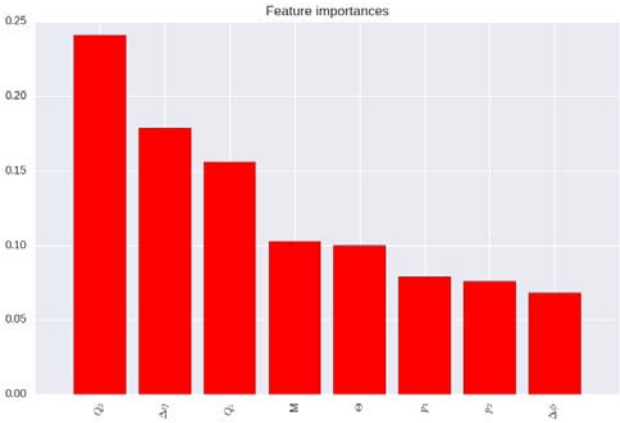


Figure 5. The relative importance of features on prediction in the model.

3 Results and Discussion

In ML implemented studies precision, recall and F-1 scores are widely used metrics to evaluate the success of the classifier. These metrics are calculated by Eq. (1), Eq. (2) and Eq. (3), respectively:

$$\text{Precision}=TP/(TP+FP) \quad (1)$$

$$\text{Recall}=TP/(TP+FP) \quad (2)$$

$$\text{F-1}=(2\times Precision\times Recall)/(Precision+Recall) \quad (3)$$

where TP, FP and FN represent number of correctly classified dielectron pairs, misclassified dielectron pairs and misclassified background pairs. The equations show that precision is the accuracy of signal predictions, recall is the sensitivity of the predictions and F-1 score is the harmonic mean of precision and recall. The precision, recall and F-1 score of the model are listed in Table 1. As it is demonstrated in the table the classifier produced 99% precise and sensitive results.

Table 1. The precision, recall and F-1 score of the classifier.

	Precision	Recall	F-1 Score
Background	0.99	0.96	0.97
Signal	0.98	1.00	0.99
Average	0.99	0.99	0.99

4 Conclusion

In this study, Random Forest Classifier implemented ML approach was developed for e^-e^+ pair identification to understand success of ML applications in particle pair identification. The reason for the preference of the classifier is to overcome overfitting problem common in ML technique used models. In this study, it is illustrated that predictions were made primarily based on charge of pair partners which is also used in traditional particle pair analysis. Evaluation of the classifier showed that the model presented 99% precise and sensitive results. Moreover, the results illustrated that without further human effort ML based on Random Forest Classifier is promising to find particle pair identification in nuclear, particle and high energy physics analysis with high pair identification quality.

Acknowledgement

This work is supported by TÜBİTAK-1001 program under the contract of 119F302.

References

[1] Markert, C., What do we learn from Resonance Production in Heavy Ion Collisions?, *Journal of Physics G: Nuclear and Particle Physics*, 31 (4), 169–178, 2005.

[2] Torrieri, G. and Rafelski, J., Strange Hadron Resonances as a Signature of Freeze-Out Dynamics, *Physics Letters B*, 509, 239–245, 2001.

[3] Aichelin, J. and Bleicher, M., Strange resonance production: probing chemical and thermal freeze-out in relativistic heavy ion collisions, *Physics Letter B*, 530, 81–87, 2002.

[4] Rapp, R., Wambach J., Chiral symmetry restoration and dileptons in relativistic heavy-ion collisions, In Advances in Nuclear Physics, 1–205, 2002.

[5] Drell, S. D. and Yan, T. M., Massive lepton-pair production in hadron-hadron collisions at high energies, *Physical Review Letters*, 25(5), 316, 1970.

[6] CMS Collaboration, Measurement of the Inclusive W and Z Production Cross Sections in pp Collisions at $\sqrt{s}$ = 7 TeV, CMS-EWK-10-005, CERN-PH-EP-2011-107, 2012.

[7] Ho, T. K., The random subspace method for constructing decision forests, *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 20, 832–844, 1998.

[8] Trzcinski, T., Graczykowski, L. K. and Glinka, M., Using Random Forest Classifier for particle identification in the ALICE Experiment, *Proceedings of Information Technology, Systems Research and Computational Physics,* Cracow, 3–17, 2019.

[9] Liaw, A. and Wiener, M., Classification and regression by Random Forest, *R News,* 2, 18–22, 2002.

[10] Breiman, L , Random Forests, *Machine Learning*, 45, 5–32, 2001.

[11] Azhari, M., Alaoui, A., Achraoui, Z., Ettaki, B. and Zerouaoui, J., *Adaptation of the Random Forest Method, Proceedings of the 4th International Conference on Smart City Applications - SCA '19,* Warsaw, 1141–1146, 2019.
[12] Azhari, M., Alaoui, A., Abarda, A., Ettaki, B. and Zerouaoui , J., Using Ensemble Methods to Solve the Problem of Pulsar Search, Big Data and Networks Technologies, Lecture Notes in Networks and Systems, Springer 81, 183-189, 2020.
[13] Azhari, M., Alaoui, A., Abarda A., Ettaki, B. and Zerouaoui, J., A Comparison of Random Forest Methods for Solving the Problem of Pulsar Search, *Proceedings of the Fourth International Conference on Smart City Applications*, Cham, 2020.
[14] Introduction to Random Forest in Machine Learning, URL:ttps://www.section.io/engineering-education/introduction-to-random-forest-in-machine-learning/.
[15] McCauley, T., Events with two electrons from 2010, CERN Open Data Portal, 2014.

Discovering Students' General Study Habits at Distance Education Environments with Data Mining Techniques

Ekrem BAHÇEKAPILI[1]*

[1]*Karadeniz Technical University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Management Information Systems, Trabzon, TURKEY*

Abstract

The study aims to determine the study habits of distance education students depending on their participation in live lessons and watching the course records of these lessons. 78 university students' and 2 lessons' learning management system logs used for analysis. For analysis Excel and Spyder used as a tool. Data mining has been carried out with pivot tables and data visualization techniques. The results show that students usually prepare for the midterm and make-up exams during the exam week and one week before the final exams. When the participation in live lessons and watching the recordings are examined in terms of the students' exam success, it is seen that the students with high success attend the live lessons more and watch the lesson recordings.

Keywords: *Distance education, Pivot table, Data visualization, Study habits, Live course, LMS*

1 Introduction

The rapid development of internet technologies has spread distance education applications [1]. Distance education can be defined as educational processes with students' and teachers' participation in different environments with information technologies. Depending on the information technologies used, distance education is sometimes named with concepts such as e-learning, online teaching, web-based teaching. In distance education, teaching time is expressed as synchronous learning if it is alive and asynchronous if not. Live video interviews can be given as examples of synchronous teaching applications while watching live lecture recordings can be given as examples of asynchronous teaching applications.

It provides distance students with the opportunity to learn independent of time and place. However, various problems such as the increase in the student's learning responsibility, participation in learning, continuity, and evaluation can also be experienced in distance education [2]. Understanding the student is critical in designing reasonable distance education practices [3]. It was central to the student learning process. Understanding students' learning behaviors will guide the design of effective practices.

Learning management systems (LMS) are web-based applications that fulfill many functions such as organizing courses, sharing course resources, and managing students [4]. The processes of distance education are usually organized and carried out through LMSs. LMSs can record all kinds of actions and behaviors of students.

This study aims to discover the general working habits of distance education students with data mining techniques. For this, the anonymous records of 78 university students who took their courses through distance education during the Covid 19 pandemic were examined. The data were obtained through the Moodle LMS.

2 Methods

The Moodle LMS database records of the selected courses were filtered using SQL. The data obtained were exported in CSV format. The CSV file was preprocessed using Excel. At this stage, unnecessary features are first deleted. Later, the creation of some new features required for analysis and data filtering processes were carried out. As a result, the features included in the analysis and their explanations are given in Table 1.

Tablo 1. Data features and explanations

Feature	Explanation
target	This feature specifies what the log is about. Data belonging to "adobeconnect" value was filtered by filtering. In this way, student records that watched live lecture recordings or transferred to live lectures were obtained.
courseid	Id of the course
timecreatred → logtime	The "logtime" feature was created by converting the log times ("timecreatred") kept as Unix Epoch time to human-readable datetime. The logtime feature contains time data in terms of year-month-day hours-minutes-seconds.
count	In order to determine the number of events, each record has been collected under the "count" feature with a numerical value of 1.
userid	Refers to student information uniquely and anonymously, numeric
Exam_point	Students' mid-term exam points
Student_category	İf mid-term exam point; 85-100→4, 60-84→3, 45-59→2, 0-44→1
Course_dates	It keeps course and exam times

Data analysis from lesson-1 was carried out in two stages using Excel. First of all, the records were examined by creating a pivot table. In the pivot table, the logtime property is grouped weekly and the column shape, the userid property as the row and the count property as the value. Thus, the number of weekly visits for each student was obtained.

In the second stage, the average number of visits for each week was calculated. And with these, a weekly visit chart was created.

Data analysis from lesson-2 was carried with Python, Pandas, Numpy, and MatPlotLib. While visualizing, the course dates are shown with vertical lines that will cross the x-axis. Student participation and monitoring situations were visualized using a scatter pilot depending on the intensity. In addition to this visualization, a second visualization was created by highlighting the student category in different colors and showing the average participation numbers of each student group with a vertical line crossing the y-axis.

3 Results

Results are presented separately for the two courses. For the 1st lesson, the participation in the weekly general live lessons and watching the recording were discussed, while the participation and watching status in terms of student categories and lesson times were visualized in the analysis carried out for the 2nd lesson.

Lesson-1

Average participation in weekly live classes and records showed Table-2 and Figure-1.

Tablo 2. Average participation in weekly live classes and records

Exam	**Week**	**Avarage count**
	1	1,6
Mid-Term	2	4,4
	3	1,3
	4	0,7
	5	0,8
	6	1,1
	7	1,1
	8	6,8
Final	9	4,8
	10	1,8
	11	0,1
Make-Up	12	0,7
	13	0,0

Figure 1. Average participation in weekly live classes and records

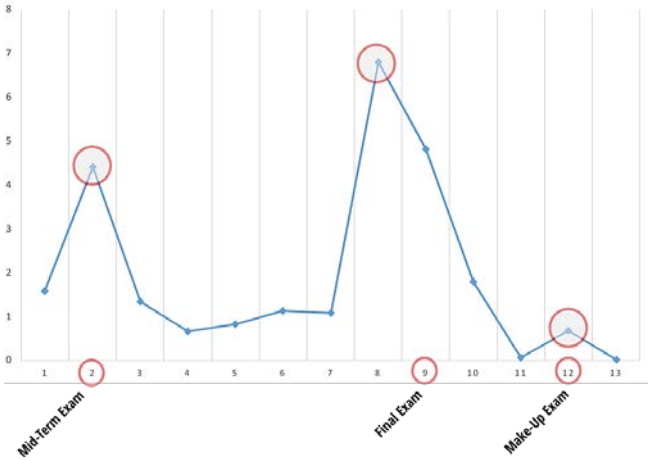


Table-2 and Graphic-1 showed that, students work mainly during the exam week for the midterm and make-up exams, and they work one week before the final exams. Occasional increases may be due to students' regular study habits. In addition, the graphic shows that students do not have many regular study habits.

Lesson-2

When the visualization in Figure-1 is examined, there is an increase in enrollments before the exam week (red vertical line), as in the other course. When the visual in Figure-2 is examined, the records of different student groups are shown according to success. According to the figure, generally successful students participated more in all weeks than less successful students.

Figure 2. Generally attending live lectures and watching recordings (until midterm exam)

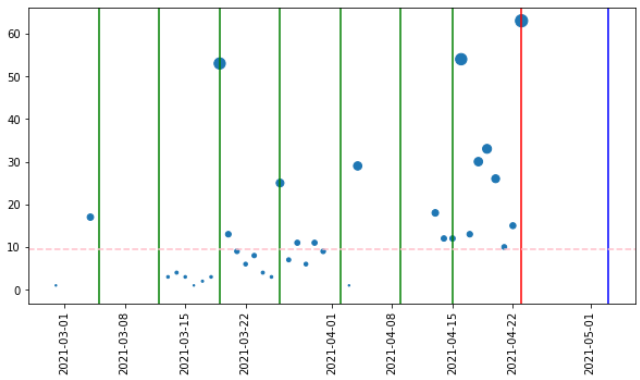
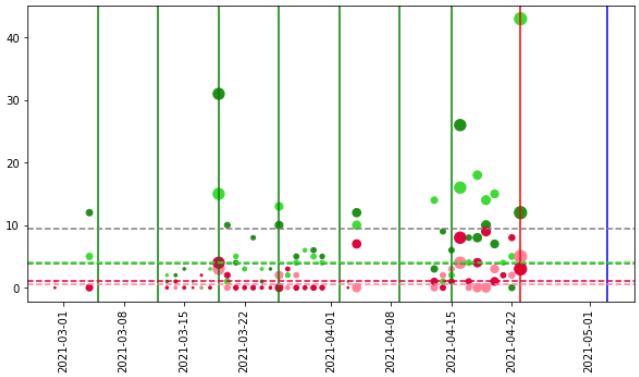


Figure 3. Attending live lectures and watching recordings-based mid-term exam points categories (until midterm exam)



4 Conclusion

In this study, it has been tried to reveal the study habits of the students about synchronous lessons with the log records obtained through the teaching management system. The results show that students generally study before or during the exam week. Grouping according to student success indicates that successful students participate more in all weeks than less successful students.

References

[1] Bogdanović, M. (2012). Growing importance of distance education. IJ Modern Education and Computer Science, 3, 35-41.

[2] Fojtík, R. (2018). Problems of distance education. International Journal of Information and Communication Technologies in Education, 7(1), 14-23.

[3] Viberg, O., & Grönlund, Å. (2017). Understanding students' learning practices: challenges for design and integration of mobile technology into distance education. Learning, Media and Technology, 42(3), 357-377.

[4] Oliveira, P. C. D., Cunha, C. J. C. D. A., & Nakayama, M. K. (2016). Learning management systems (LMS) and e-learning management: an integrative review and research agenda. JISTEM-Journal of Information Systems and Technology Management, 13(2), 157-180.

Ekstrem öğrenme makinesi yöntemleriyle sağkalım analizi ve bir uygulama

Pelin AKIN [1]*, Yüksel TERZİ [2]*

[1]*Çankırı Karatekin Üniversitesi, Fen Fakültesi, İstatistik Bölümü, Çankırı, Türkiye*
[2] *Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, İstatistik Bölümü, Samsun, Türkiye*

Özet

Sağkalım analizi, ilgilenilen herhangi bir olay gerçekleşene kadar geçen süreye ait verilerin modellenmesidir. Sağkalım analizinde karşılaşılan ilk zorluk sansürlü verilerdir. Sansürlü veri ile bireyin yaşam süresi hakkında her zaman tam bir bilgiye ulaşılamayabilir. İkinci zorluk ise, son zamanlarda, veri toplama teknolojisindeki devam eden gelişmelerden dolayı sağkalım verilerinin giderek daha yüksek boyutlu hale gelmesidir. Hem sansürleme hem de yüksek boyutluluk problemleriyle başa çıkmak için aşırı öğrenme makineleri (ELM) modelleri geliştirilmiştir. ELM modelleri, hızlı öğrenme, kod uygulamasının basitliği ve tahmindeki etkinliği nedeniyle oldukça popüler hale gelmiştir. Bununla birlikte, çok az araştırmacı, yüksek boyutlu sağkalım analizini çalışmalarında kullanmıştır. Elm modellerinde düzenli cox modeli, rastgele ormanlar ve güçlendirme ile birleştirerek yüksek boyutlu sağdan sansürlü sağkalım verilerini modellemek için kullanır. Bu çalışmada, R programanda survival paketinde bulunan kolon kanserine yakalanan hastaların kemotrerapi deneme verisetine surv elm modellerinden Düzenlenmiş Cox ekstrem öğrenme makinesi modeli topluluğu (Elmcoxen), olasılık tabanlı güçlendirme ile extreme öğrenme makinesi Cox modeli (Elmcoxboost), aşırı öğrenme makinesi hayatta kalma topluluğu Buckley-James modelleri uygulanmıştır. Bu üç metot C-indeks göre karşılaştırılmıştır. Elmcoxen modelin c-indeksi 0.6507 ile en iyi model olarak seçilmiştir. Bu yöntem yuksek boyutlu sağkalım verileri için alternatif yöntem olarak kullanılabilir.

Anahtar Kelimeler: *Aşırı öğrenme makineleri, Sağkalım Analizi, Elmcoxen*

Survival analysis with the extreme learning machine method and an application

Abstract

Survival analysis is the modeling of data for the time until the occurrence of any event of interest. The first challenge encountered in survival analysis is censored data. Data for which complete information about the survival time of the individual is not always available is called censored data. The second challenge is that, in recent times, survival data have become more and more dimensional due to the ongoing advances in data collection technology. Extreme learning machine (ELM) models have been developed to deal with both censor and high dimensionality problems. In this study, an ensemble of regularized cox extreme learning machine model (elmcoxen), an extreme learning machine cox model with likelihood based boosting (elmcoxboost) , a survival ensemble of extreme learning machine using the Buckley-James estimator (elmjen) models were applied to the chemotherapy trial data of patients with colon cancer included in the survival package in the R program. These three methods are compared according to the C-index. The Elmcox model was chosen as the best model with a c-index of 0.6507. This method can be used as an alternative method for high-dimensional survival data.

Keywords: *Extreme Learning Machine, Survival Analysis, Elmcoxen*

1 Introduction

Survival analysis focuses on modeling time-to-event data found in the biomedical sciences healthcare industry domains etc. Censored data is one of the biggest challenges in survival analysis. When dealing with censored data, information regarding the life span of an individual may not always be readily available. Cox regression method and Kaplan – Meier techniques are used, in general, to model such censored datasets. Nowadays, survival data have become more and more dimensional due to the ongoing developments in data collection technology. Extreme learning machine (ELM) models have been developed to deal with both censor and high dimensionality problems. The ELM model has been proposed to train forward-fed artificial neural networks with a single hidden layer. ELM models have become very popular due to fast learning, simplicity of code implementation and predictive efficiency.

There are many studies using ELM models. Xue et al. [1] were developed a community algorithm for feature selection using ELM and genetic algorithms. Bala et al. [2] used Support Vector Machine and Extreme Learning Machine models to predict the Colorectal Cancer Survival Model. At the end of this study, he showed very good accuracy in classifying 5-year survival predictions. Wang et al. [3] investigated the heterogeneity of cancer based on reducing the size of transcriptomic profiles using extreme learning machines. Xie et al. [4], ELM models were used to predict the mass of breast cancer. Wang et al. [5] used Elm models for survival analysis, combining the regular cox model with random forests and reinforcement to model high-dimensional right-hand censored survival data.

In this study, an ensemble of regularized cox extreme learning machine model (elmcoxen), an extreme learning machine cox model with likelihood based boosting (elmcoxboost), a survival ensemble of extreme learning machine using the Buckley-James estimator (elmjen) models were applied to the chemotherapy trial data of patients with colon cancer included in the survival package in the R program. The paper is divide as follows: In section 2, ELM model for survival data are defined. In section 3 explains the application of the ELM model survival data. Finally, a brief discussion is given in Section 4.

2 A survival analysis of ELM

Wang [5] proposed using the Buckley James estimator to solve the censored data problem in the ELM model. The algorithm sequence below is applied to perform these methods

Table 1: Survival Ensemble of Extreme Learning Machine Algorithm [6]

1.Given:
2.Training data: D= $((\tau_i, \delta_i, x_i)$, i=1,…,n, where x_i is p-dimensional
3.Testing data: The p- dimensional x_j, i=1,…,k
4.m:how many covariates used to train a base ELM
5. L:Ensemble size
6.procedure SE-ELM (traininig)
7.while i in 1:L do
8.Randomly select m covariates from p-dimensional data, where m =$[\sqrt{p}]$ for simplicity
9. Save the corresponding covariate indexes into array A[i].
10.Generate a bootsrap sample $D^b = (\tau^b, \delta^b, x^b)$ with m selected covariates from D.
11.Impute the censored survival times via the Buckley-James estimator to obtain a new dataset $D^* = (y, x^{mb})$
12.Using D^* as training set, train a base kernel ELM C_i.
13.end while
14.return The survival ensemble C={C_i}
15.end procedure
16.procedure SE-ELM(Testing)
17.while i=1:L do
18. Select the same m covariates from all p covariates as stored in A[i] and denote the test samples x^m.
19.Predict the above test samples x_j, i=1,…,k with C_i.
20.end while
21. Hence the predicted survival time for the j_th observation is $\widehat{t_j} = \frac{1}{L}\sum_{C_i \in C} C_i(x_j)$
22.end procedure.

The hazard of the Elm Cox model for patients is

$$\lambda_i(t) = \lambda_0(t)\exp(f(x_i)) \qquad (1)$$

$f(x_i)$ is a cox model, $f(x_i) = x_i\beta$ Also, an random forest ensemble is provided called ensemble of regularized cox extreme learning machine model (elmcoxen). When the probability-based boosting method was applied, the elmcoxboost algorithm emerged. The Buckley–James estimator is used to impute the censored survival times before applying

ELM to survival analysis. A single such model is called ELMBJ and its ensemble version is named ELMBJEN in this toolkit. A unique feature for ELMBJ and ELMBJEN is the capability outputting predicted survival times instead of common relative risks.

2.1 Concordance İndex

Concordance index, or C-index, is a generalization of the area under the ROC curve (AUC) that can account for censored data. It is the model's ability to correctly provide a reliable ranking of the survival times based on the individual risk scores [7].

$$C_{index} = \frac{\sum_{i,j} 1_{T_j<T_i} 1_{n_j<n_i} \delta_j}{\sum_{i,j} 1_{T_j<T_i} \delta_j} \quad (2)$$

Where n_i the risk score of a unit i

$1_{T_j<T_i} = 1$ if $T_j < T_i$ else 0

$1_{n_j<n_i} = 1$ if $n_j < n_i$ else 0

3 Application

As an application, the chemotherapy trial dataet of patients with colon cancer included in the survival package of the R program was used. The variables used in the study are given in table 2.

Table2. Description of the variables

Variable	Description
Sex:	0:Female, 1:Man
age:	in years
obstruct:	obstruction of colon by tumour
perfor:	perforation of colon
adhere:	adherence to nearby organs
nodes:	number of lymph nodes with detectable cancer
status:	censoring status
differ:	differentiation of tumour (1=well, 2=moderate, 3=poor)
extent:	Extent of local spread (1=submucosa, 2=muscle, 3=serosa, 4=contiguous structures)
surg:	time from surgery to registration (0=short, 1=long)
node4:	more than 4 positive lymph nodes
etype:	event type: 1=recurrence,2=death
time:	days until event or censoring

In this study cross-validation (5-2 fold cross-validation) was used for the data for all models on each benchmark dataset. After, an ensemble of regularized cox extreme learning machine model (elmcoxen), an extreme learning machine cox model with likelihood based boosting (elmcoxboost), a survival ensemble of extreme learning machine using the Buckley-James estimator (elmjen) models were applied. Analyzes were performed using version 3.5.2 of the R software. To compare the models, C-index values obtained from the test are given.

Table 3. Mean of C-index values of the models

Models	Cindex
Elmcoxen	0.6507
Elmcoxboost	0.6106
Elmjen	0.338331

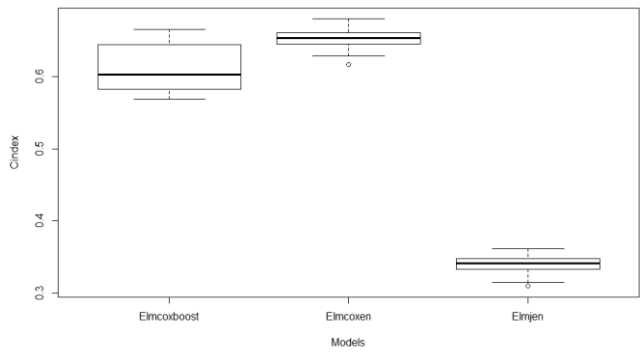
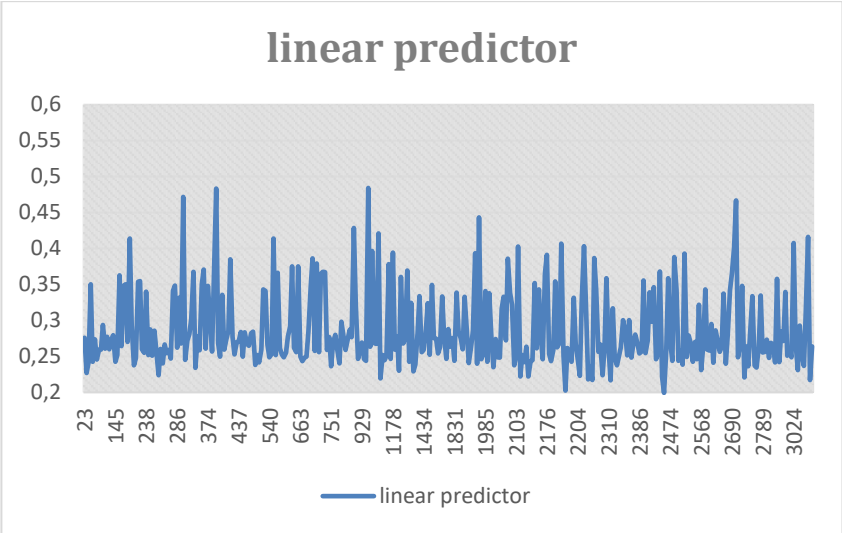


Figure 1. Boxplots of 5-2 fold CV in terms of C-index

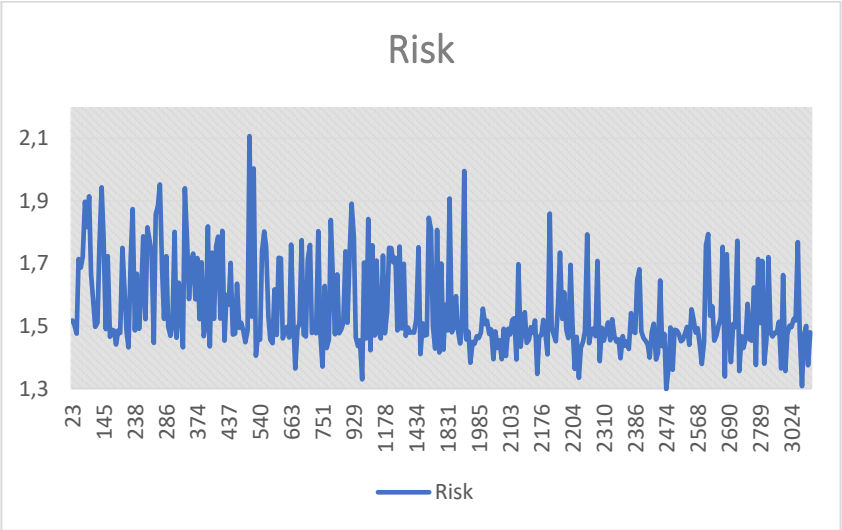
When Figure 1 is examined, the C-index values in the Elmcoxen model are above 0.6.The graph of the predicted linear predictors is in figure 2.



[1]

Figure 2. Linear predictor of survival time

Predicted of survival time range from 0.2 to 0.5. The graph of the predicted of not yet having had the event at the time points given in times is in figure 3.



[2]
[3]

Figure 3. The predicted relative-risk of survival time

In Figure 3, the relative risk ratio is between 1.3 and 2.1.

4 Results and discussion

The extreme learning machine has been proposed for training artificial neural networks. ELM models are very popular due to fast learning, simplicity of code implementation and predictive efficiency. Non-parametrik models are used, in general, to model such censored datasets. Instead of these models, extreme learning machines (ELM) models have been developed to deal with both censor data and high dimensionality problems.

In this study, the datasets of patients with colon cancer included in the survival package were taken. The data set includes the descriptive (gender, age…) variables as well as time and event status.

All experimental results obtained, 5-2 cross validation applied. After, (Elmcoxen), (Elmcoxboost), Elmjen models were performed. The average of the C-index to compare the models obtained were taken. When the model performance criteria were examined, it was found that the best model was the ELMcoxen with the highest Cindex =0.6507.

According to the model results, survival linear predictor is between 0.2 and 0.6. Relative risk graph is between 1.3 and 2.1. As time progresses, the risk of death decreases. As a result, it was found that Cox regression models can be used similarly [5].

References

[1] Xue X, Yao M, Wu Z. A novel ensemble-based wrapper method for feature selection using extreme learning machine and genetic algorithm. Knowledge and Information Systems, 2018. 57(2): p. 389-412.

[2] Bala R Singh R P. A Prediction Survival Model Based on Support Vector Machine and Extreme Learning Machine for Colorectal Cancer. in Future of Information and Communication Conference. 2018. Springer.

[3] Wang K, et al. Dissecting cancer heterogeneity based on dimension reduction of transcriptomic profiles using extreme learning machines. PloS one, 2018. 13(9): p. e0203824.

[4] Xie W, Li Y, Ma Y. Breast mass classification in digital mammography based on extreme learning machine. Neurocomputing, 2016. 173: p. 930-941.

[5] Wang H, Wang J, Zhou L. A survival ensemble of extreme learning machine. Applied Intelligence, 2018. 48(7): p. 1846-1858.

[6] Wang H Zhou L. SurvELM: An R package for high dimensional survival analysis with extreme learning machine. Knowledge-Based Systems, 2018. 160: p. 28-33.

[7] Brentnall A R Cuzick J. Use of the concordance index for predictors of censored survival data. Statistical methods in medical research, 2018. 27(8): p. 2359-2373.

Artırılmış Gerçeklik Kütüphanelerinin Karşılaştırılması

Muhammed Eren MORKOÇ[1]*, Esin KARAN[1]**, Ahmet Erdoğan ŞİRECİ[1]***, Prof. Dr. Kemal FİDANBOYLU[1]

[1]*Bursa Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Bursa, TÜRKİYE*

Özet

Artırılmış Gerçeklik (AG), gerçek dünya ile sanal dünya arasında bir nevi köprü görevi gören ve bu iki ayrı dünyanın karma görüntüsünü kullanıcıya sunma imkânı tanıyan bir teknolojidir. Eğitim, tıp, mimari, oyun ve daha birçok alanda kullanılmaya başlayan AG teknolojisinin günden güne uygulama alanı artmakta ve gelişmektedir. Dijital yaşam üzerine kurulmuş bir geleceğin bizi beklediğini düşündüğümüzde, AG teknolojisini hayatımızın her yerinde görmek neredeyse kaçınılmazdır. Dijital ve fiziksel yaşamımızı birleştirmek üzerine yapılan çalışmalarla beraber, bu çalışmaların yazılım tarafında daha efektif bir şekilde yapılabilmesi için geliştirilen ve hizmete sunulan Yazılım Geliştirme Kitleri (Software Development Kit) (SDK) de artmıştır. Kullanılacak SDK'ya karar verirken platform, programlama dili, maliyet gibi birçok kısıt göz önünde bulundurulmalıdır. Bu gelişmeler yaşanırken çarka yeni dahil olan geliştiricilerin bu SDK'lar hakkında bilgi alabileceği birçok kaynak ve proje vardır. Ancak SDK'ların bir arada, kapsamlı bir şekilde incelendiği, karşılaştırıldığı, güncel bilgilerin bulunduğu kaynaklar sınırlıdır. Bu çalışmanın amacı AG teknolojisinin hüküm sürdüğü geleceğin inşa edilmesi için yapılan çalışmalarda geliştiricilere doğru, güncel, kapsamlı ve hızlı ulaşabilecekleri bilgilerle ışık tutabilmek, çalışmalarında kolaylık sağlayabilmektir. Bu kapsamda, araştırmacıların SDK'lar hakkında doğru bir şekilde derlenmiş ve güncel bilgilere ulaşabilmelerini sağlamak için kapsamlı bir literatür taraması yapılmıştır. Bilgilerin daha anlaşılabilir ve kıyaslanabilir olması için karşılaştırma tabloları oluşturulmuştur. Bu bildiride, literatürde yaygın olarak kullanılan SDK'lar hakkında ayrıntılı bilgiler karşılaştırmalı olarak sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: *Artırılmış Gerçeklik, AG Yazılım Geliştirme Kiti, ARCore SDK, ARKit SDK, Vuforia SDK*

Comparison of Augmented Reality Libraries

Abstract

Augmented Reality (AR) is a technology that acts as a kind of bridge between the real world and the virtual world and allows the user to present a mixed view of these two separate worlds. The application area of AR technology, which has been used in education, medicine, architecture, games and many other fields, is increasing and developing day by day. When we think that a future based on digital life awaits us, it is almost inevitable to see AR technology everywhere in our lives. Along with the work done on combining our digital and physical life, the Software Development Kits (SDK) developed and put into service to carry out these studies more effectively on the software side have also increased. While deciding on the SDK to be used, many constraints such as platform, programming language, cost should be taken into consideration. While these developments are taking place, there are many resources and projects that developers who are newly introduced to this field can get information about these SDKs. However, the sources where SDKs are analyzed and compared comprehensively, and up-to-date information are available are limited. The aim of this study is to enlighten the developers with accurate, up-to-date, comprehensive and fast information, and to facilitate their work, in order to build the future dominated by AR technology. In this context, a comprehensive literature review has been conducted to ensure that researchers can access up-to-date information about SDKs. Comparison tables have been created to make the

information more understandable and comparable. In this paper, detailed information about SDKs, which are widely used in the literature, is presented comparatively.

Keywords: *Augmented Reality, AR Software Development Kit, ARCore SDK, ARKit SDK, Vuforia SDK*

1. Giriş

Artırılmış Gerçeklik (AG) teknolojisi gerçek dünya ile etkileşimin kesilmeden sanal nesnelerin gerçek dünya üzerine yansıtıldığı bir teknolojidir. Fiziksel dünya ile sanal dünyanın birleştirilmesine imkân tanımaktadır. Öğrenmesi zor ve karışık talimatlar içeren görevlerin çözümünde, oyunlarda kullanıcı etkileşiminin artırılmasında, eğitim, tıp, mimari, ulaşım gibi birçok alanda kullanılmaya başlanmış ve alternatif uygulama yöntemlerine oranla başarısı kanıtlandıkça kullanımı yaygınlaşmıştır [1]. Gelişen teknoloji ile birlikte daha güçlü donanımların üretilmesiyle AG teknolojisinin de gelişimi hızlandırılmış ve AG teknolojisi üzerine yapılan çalışmaların yazılım alanında daha etkili ve hızlı gerçekleştirilebilmesi için farklı Yazılım Geliştirme Kitleri (Software Development Kit, SDK) hizmete sunulmuştur. Bir AG SDK'sı, geliştiricilerin gerçek dünya ile karışmış gibi görünen sanal nesnelerin oluşturmasına olanak tanımaktadır. Geliştiriciye 2 veya 3 boyutlu nesne ve yüz izleme, görüntü tanıma, çoklu izleme, ışık tahmini gibi birçok hizmeti sunmaktadır [2]. Günümüzde birbirinden farklı özellik ve işlevselliğe sahip, avantaj ve dezavantajları bulunan çok fazla AG SDK'sı mevcuttur. Yazılım geliştiricilerin bu SDK'lar arasında seçim yaparken platform, programlama dili, uygulanacak AG yöntemi, maliyet gibi her türlü kısıtlarını ve gereksinimlerini göz önünde bulundurmaları gerekmektedir. Bu çalışmada ARCore, ARKit, Vuforia, Wikitude, ARToolKit ve Kudan SDK'larının avantaj ve dezavantajları detaylı bir şekilde incelenmiş ve karşılaştırılmıştır. Yapılan çalışmalar doğrultusunda literatürde yer alan güncel SDK bilgileri tablolar ile desteklenerek kıyaslanabilir şekilde sunulmuştur.

2. Artırılmış Gerçeklik

AG, gerçek dünya ile sanal dünyayı birleştirerek kullanıcının gerçeklik algısını artıran bir teknolojidir. Gerçeklik artırılamasa da sanal dünya üzerinde oluşturulan nesnelerin gerçek dünya üzerine yansıtılması ile algının artırılmasını sağlamaktadır. AG teknolojisi ile sanal olarak video, ses, 2 veya 3 boyutlu nesneler gibi pek çok sanal içerik oluşturularak kullanıcıya sunulabilir. Oluşturulan içerikler kameradan alınan görüntü üzerinde, geliştiricinin işaretlediği veya yerleştirdiği konumda oluşturulur ve ekran üzerinde kullanıcıya gösterilir. Günümüzde mobil cihazların neredeyse her birinde AG teknolojisi için gerekli olan kamera ve ekran bulunması sayesinde AG teknolojisi daha erişilebilir olmuş, pek çok farklı soruna AG ile çözümler üretilmiş ve piyasaya sürülmüştür [3].

Son yıllarda AG teknolojisinin daha kolay geliştirilebilir ve erişilebilir hale gelmesinden dolayı farklı sektörlerdeki şirketler AG teknolojisini aktif olarak kullanmaya başlamışlardır. AG'nin kullanıldığı alanlardan bazıları reklamcılık, mimari, tıp, oyun, eğitim ve savunma sanayii olarak sıralanmaktadır. AG teknolojisinin bu alanlardan bazılarında kullanımı detaylandırılırsa, reklamcılık alanında ürünlerin canlı olarak denenmesinde, mimari alanında tasarlanan binanın inşaatına başlanmadan canlı olarak gösterilmesinde, tıp alanında ise insan anatomisinin 3 boyutlu olarak gösterilmesinde kullanılmaktadır [4-7].

AG teknolojisinin farklı alanlarda kullanılması, farklı geliştirme yaklaşımlarının geliştirilmesine sebep olmuştur. Çünkü farklı sektörlerde, farklı ihtiyaçlar bulunmaktadır ve AG teknolojisi de bu ihtiyaçlara göre şekillenmiştir. Geliştirilen yöntemlerden bazıları işaretçi tabanlı AG, konum tabanlı AG ve işaretsiz AG'dir. İşaretçi tabanlı AG yönteminde AG deneyiminin başlatılması için gerçek dünya üzerinde yerleştirilmiş işaretçi veya işaretçilerin kamera tarafından algılanması gerekmektedir. Günümüzde kamera tarafından algılanması kolay olduğundan dolayı genellikle işaretçi olarak QR kodlar kullanılmaktadır. Ayrıca AG deneyiminin daha iyi olması için işaretçinin algılanmasını engelleyecek veya zorlaştıracak durumlardan kaçınılmalıdır [8,9]. Konum tabanlı AG yönteminde GPS, pusula, ivmeölçer gibi araçlar kullanılarak belirli bir konuma atanmış nesneler görüntülenmektedir. Uygulamayı kullanan herkes, aynı konuma geldiklerinde, işaretçiye ihtiyaç duymadan aynı nesneleri görmektedirler. Bu yöntemde en önemli hususlardan biri sensör ve donanımın ne kadar iyi konum tespiti yapabildiğidir. Çünkü konum tespitinde sapmaların artması durumunda AG deneyimi kararsız olacaktır [9,10]. İşaretsiz AG'de ise nesnelerin yerleştirilmesi için dünya üzerine yerleştirilmiş herhangi bir görsel işaretçi veya donanımdan gelen konum bilgisi kullanılmamaktadır. Objelerin yerleştirilebilmesi

için algılanabilecek düz veya dokuya sahip bir yüzey yeterli olmaktadır [11].

3. Artırılmış Gerçeklik SDK'ları

SDK, geliştiriciler tarafından belli platformlarda ve uygulamalarda kullanılmak üzere tasarlanan bir yazılım aracıdır. SDK'lar geliştiricilerin kendi uygulamalarına entegre ederek kullanabildiği kod örnekleri, kılavuzlar, dokümanlar gibi birçok şey içermektedir. SDK'lar farklı platform ve yazılım dillerinde kullanılmak üzere tasarlanmaktadır. Geliştiricilerin SDK seçimi yaparken hedef platform, programlama dili gibi kısıt ve gereksinimleri göz önünde bulundurmaları gerekmektedir.

Geliştiriciler tarafından kullanılmak üzere tasarlamış bir SDK'nın sağladığı kullanım kolaylığı, işlevsellik, diğer SDK'lar ile uyumu gibi özellikler SDK'ların popüleritesini artırarak daha fazla tercih edilmelerini sağlamaktadır. Geliştirilecek programa uygun olarak seçilmiş, kullanışlı bir SDK uygulamaya entegre edilerek içerdiği yardımcı araçlar sayesinde geliştirme sürecini büyük ölçüde kolaylaştırmaktadır [12].

AG teknolojisinin daha hızlı uygulanabilir olmasının sebeplerinden biri, AG'ye yönelik SDK'ların geliştirilip geliştiricilere sunulmasıdır. SDK'lar sayesinde sistemler tek tek kodlanmak yerine hızlı bir şekilde geliştirilebilir hale gelmiştir. Bu SDK'lardan bazıları ARCore, ARKit, Vuforia, Wikitude, ARToolKit ve Kudan olarak sıralanabilir.

3.1 ARCore

ARCore Google şirketi tarafından AG uygulamalarının geliştirmesini kolaylaştırmak üzere piyasaya sürülmüş ücretsiz bir SDK'dır. Android ve IOS platformalarına uygun olup, geliştirme ortamına göre Java, C++, C# dillerinden biri ile geliştirme yapılabilmektedir [13,14].

ARCore Ataletsel Ölçü Birimi'nden (Inertial Measurement Unit, IMU) gelen bilgiler ile hareket takibini (Motion Tracking) sağlayarak çizdirilen nesnelerin doğru perspektiften görüntülenmesini sağlamaktadır [14]. Ayrıca yüz takibi veya herhangi bir 3 boyutlu nesneyi de takip edebilme özelliğine sahiptir. Çevre anlayışı sayesinde de ARCore belirli referans noktaları, dikey veya yatay yüzeyleri algılayabilmektedir [14,15]. Bu noktaları ve yüzeyleri algılayabilmek için yüzeyde veya duvarlarda bulunan referans noktası kümelerini arar. Bulunan yüzeyleri ve bu yüzeylere ait bilgileri uygulamalarda sanal nesne yerleştirmek için kullanmak üzere geliştiriciye sunar. Ek olarak gerçek zamanlı ışık takibi özelliği ile sanal nesnelerin üzerine düşen ışığı gerçek dünyadaki ışık durumu ile birleştirerek sanal nesnelerin daha gerçekçi gözükmesini sağlamaktadır [13,15].

ARCore sanal nesnelerin takibini Çapa (Anchor) ve İzlenebilirler (Trackables) ismi verilen yapılar ile sağlamaktadır. Bu yapılar sayesinde dünyaya yerleştirilen sanal nesneler cihaz hareket ederken kamera görüntüsünden çıksalar bile yerleştirildikleri pozisyonlarda kalmaktadırlar. Benzer şekilde Point Cloud Anchor adı verilen yapı sayesinde kişinin kamerasından taranan referans noktaları bulutta depolanabilmekte ve başka kullanıcılar tarafından bu referans noktaları kullanılabilmektedir [15]. Bu yapı sayesinde çok kullanıcılı ve hem Android hem de IOS'ta kullanılabilen platformlar arası uygulamalar geliştirilebilmektedir [13].

ARCore yüzey algılamada yüksek başarıya sahip olsa da çevre koşullarına göre algılanan yüzey ile gerçek yüzey arasında kaymalar meydana gelebilmektedir. Bu sebeple uygulamanın kullanılacağı ortam çok önemlidir. Ek olarak ARCore çevre algılamasında görüntü işleme teknolojilerini kullandığından dolayı her zaman yüksek performans verememekte ve 60 FPS destekleyememektedir [16].

3.2 ARKit

ARKit SDK'sı 2017 yılında Apple şirketi tarafından IOS işletim sisteminde AG geliştirilebilmesi için IOS 11 versiyonundan sonra piyasaya sunulmuştur. Geliştiricilerin tüm sürümlerini ücretsiz olarak kullanabildiği ARKit, Swift ve ObjectiveC programlama dilleri ile geliştirilebilmektedir [17].

ARKit, cihazın kamerasından fiziksel dünya görüntüsüne 2 veya 3 boyutlu sanal nesneler ekleyerek bu nesnelerin gerçek dünya ile ayırt edilemeyecek şekilde çizdirilmesine olanak tanımaktadır. ARKit AG deneyimlerinde sağ el kuralını izleyerek dünya ve kamera koordinat sistemini kullanır. Y ekseni yukarıyı, Z ekseni kullanıcıyı ve X ekseni de izleyicinin sağını işaret etmektedir [17].

ARKit sanal nesnelerin takibinin ARCore ile benzer olarak Çapa ve İzlenebilirler ismi verilen yapılar ile yapmaktadır [17]. IMU'dan gelen bilgiler ile hareket takibi yapmakta ve sanal nesnelerin düzgün görüntülenmesini sağlamaktadır. 3 boyutlu nesne ve yüz takibi de yapılabilmektedir [15]. Aynı zamanda GPS ile de uyumlu olduğundan konum tabanlı AG yöntemi uygulanabilmektedir. TrueDepth kamera, yüzün derinlik haritasını

oluşturmaya yarayan, yüze yansıttığı 30.000'den fazla noktayı analiz edip en doğru yüz verilerini elde eder ve yüzün kızılötesi görüntüsünü çıkarır [18]. TrueDepth kamerayı destekleyen cihazlarda aynı anda üç veya daha fazla yüz algılanıp izlenebilmektedir. AG deneyimini ilgi çekici hale getirmek için ses efektleri ve çevresel ses katmanları kullanılabilmektedir. Sanal nesne ile sesleri eşleştirmek için SceneKit'te 3 boyutlu konumlandırma olduğundan, ses kullanıcı ile nesne arasındaki uzaklığa bağlı olarak otomatik yerleştirilir. AG desteği IOS ve IPadOS'daki bir özellik olduğundan AR Quick Look kullanılarak Safari, Mail, Mesajlar gibi farklı uygulamalarda da AG deneyimi yaşanabilmektedir. Kullandığı LIDAR sistemi sayesinde gelişmiş sahne tanıma yeteneklerine sahiptir [17]. Dikey, yatay, düzensiz şekillerin algılanabildiği gelişmiş bir tanıma özelliği sağlar [15]. Aynı anda 100 görüntüyü algılama ve boyutlarını otomatik tahmin edebilme özelliklerine sahiptir. Ortamın ışık koşullarını tahmin ederek sanal nesnelerin ışıklandırılmasını ortama göre ayarlar [15,17]. Düşük ışık koşullarında performans önemli ölçüde azalmaktadır. Bu, daha yavaş veya tamamen başarısız yüzey tespiti ile kendini göstermektedir. Uygun çalışma ortamlarında 60 FPS destekleyebilmektedir [16].

3.3 Vuforia

PTC firması tarafından ilk olarak 2011 yılında piyasaya sürülmüş bir AG SDK'sıdır. Android, IOS, Windows platformlarında ve akıllı gözlüklerde AG geliştirmeyi desteklemekle beraber C++, C# ve Java programlama dilleri ile geliştirilebilmektedir. Ücretsiz sürümü bulunduğu gibi farklı lisans sürümleri de mevcuttur [19-21]. Vuforia Chalk, Vuforia Expert Capture, Vuforia Studio ve Vuforia Engine olarak dört farklı ürüne ayrılır. Vuforia Chalk; mobil cihazlarda görüntülü konuşma destekli olan, konuşma esnasında gerçek dünyadaki 3 boyutlu fiziksel nesnelere sanal nesneler çizmeye yarayan AG ürünüdür [22]. Vuforia Expert Capture; üretim sahasında riski en aza indirmek, iş gücünü artırmak ve çalışma talimatlarını dijitalleştirmek için sunulan üründür. Akıllı gözlükler aracılığıyla, çalışanların görevlerini sanal nesneler yardımıyla adım adım talimatlarla yönlendirerek kolayca tamamlamasına olanak tanır [23]. Vuforia Studio CAD ve IoT verilerinin AG ortamına aktarılabilmesine imkân sağlamaktadır [22]. Vuforia Engine; Unity, Android Studio, Xcode ve Visual Studio platformlarında mobil uygulama geliştirmek için geliştirilen AG ürünüdür [24]. Vuforia SDK, görüntü hedeflerini ve 3 boyutlu nesnelerin gerçek zamanlı olarak tanımlanması ve izlenmesi için bilgisayar görüşü (Computer Vision) teknolojisini kullanmaktadır [21, 25]. Sanal nesnelerin hareket takibini IMU'dan gelen bilgiler ile değil farklı yöntemlerle yapmaktadır. 3 boyutlu taramalardan oluşturulan nesne ve model hedefleri yöntemleri ile nesne takibi sağlanmaktadır. Hedef yöneticisi, resim, silindirik, nesne ve VuMarks türündeki görüntüleri takip etmeyi destekler. Aynı zamanda çoklu izleme özelliği de vardır [26]. Genişletilmiş İzleme (Extended Tracking) sayesinde hedef kamera görüş alanından çıktığında veya başka nedenlerden dolayı doğrudan izlenemediği durumlarda bile bir hedefin duruş bilgisinin kaybolmaması sağlanır. Geliştiricilerin binlerce görüntü hedefini bulut veritabanında saklayıp yönetebilmesine imkân tanır [25, 26]. Ancak cihazın hafızasında yalnızca 100 görüntü hedefi depolanabilmektedir. 3 boyutlu animasyonları AG teknolojisi olarak kullanıcıya sunulabildiğinden kullanıcı deneyiminin artırılmasına olanak tanır [20].

3.4 Wikitude

Wikitude 2008 yılında ilk mobil AG uygulamasını piyasaya sürmüştür [27]. Web tabanlı AG uygulamalarının geliştirilmesine yönelik sağladığı hizmetlerden dolayı Java, HTML, JavaScript, CSS ve C++, C#, programlama dilleri ile birlikte kullanılabilmektedir. Ücretli ve ücretsiz versiyonları bulunmakla birlikte Android, IOS, UWP platformlarını ve Hololens, Epson Moverio ve Vuzix akıllı gözlüklerini desteklemektedir [17, 27].

Wikitude görüntü işleme ve izleme ile birlikte 3 boyutlu model oluşturmayı destekleyen bir AG SDK'sıdır [20]. IMU'dan alınan bilgiler aracılığı ile hareket takibi yaparak sanal nesnenin doğru açıdan görüntülenmesini sağlamaktadır. Ayrıca Geo AR özelliği ile birlikte kullandığı GPS verileri sayesinde konum tabanlı AG hizmeti de sunabilmektedir [28]. Geo AR özelliğinin yanında ilgi çekici diğer bir özelliği ise Eş Zamanlı Konum Belirleme ve Haritalama (Simultaneous Localization and Mapping, SLAM) teknolojisidir. Bu özelliği sayesinde kapalı ve açık mekânlarda başarılı bir şekilde konumlandırma yapabilmektedir [19]. Anlık İzleme (Instant Tracking) özelliği ile işaretçi kullanmadan özellikle ürün ön izlemesi, tasarım görselleştirme, oyun ve iletişim için AG uygulamaları geliştirilebilmektedir. Wikitude Smart ile ARCore ve ARKit'e dinamik olarak bağlanılarak Anlık İzleme teknolojisi sunulur [27].

Çoklu Görsel Hedefleme (Multiple Image Targets) özelliği ile birlikte aynı anda birden fazla görüntünün izlenebilmesini ve etkinleştirilebilmesini sağlar [20]. Bununla birlikte sanal nesnelerin birbirleri ile etkileşimli hale getirilebilmeleri de mümkündür. Bu sayede lojistik çözümler, raf optimizasyonları, kart oyunları gibi uygulamalar için çok kullanışlı bir AG çözümü sunmaktadır. Sahne İzleme (Scene Tracking) özelliği ile de sahneler, odalar ve daha büyük nesneler tanınabilmektedir.

3.5 ARToolKit

ARToolKit ilk olarak Dr. Hirokazu Kato tarafından 1999 yılında geliştirilmiş bir AG SDK'sıdır. Açık kaynak kodlu olarak piyasaya sürülen ARToolKit Washington Üniversitesi'nde bulunan İnsan Arayüz Teknolojisi Laboratuvarı (HIT Lab), Canterbury Üniversitesi, Yeni Zelanda'da bulunan HIT Lab NZ ve ARToolworks tarafından desteklenmektedir [21, 29]. Kullanıma sunulduğu günden bu yana açık kaynak kodlu olarak kullanılan ARToolKit'in ARToolworks tarafından profesyonel ticari kullanım için geliştirdiği tescillenmiş bir sürümü lisans seçeneği olarak yayınlanmıştır [29]. Java, C, C++ ve C# programlama dilleri ile geliştirilebilmektedir. Windows, MacOS X, Linux, IOS ve Android işletim sistemlerini ve akıllı gözlükleri destekler [21]. Platform bağımsız olduğundan farklı platformlarda kullanılacak AG projeleri geliştirilmesine olanak tanır. Mobil aygıtlarda GPS ve pusula kontrolü mevcut olduğundan konum tabanlı AG geliştirilebilmektedir [19, 20, 28]. ARToolKit yüzleri ve 3 boyutlu nesneleri izleme özelliğine sahip değildir [20]. Bu yüzden seçilecek işaretçinin 2 boyutlu olması gerekmektedir.

ARToolKit, gerçek kamera konumunu ve işaretçilere göre yönünü hesaplamak için bilgisayar görüşü tekniğini kullanmaktadır. Böylelikle sanal nesneler işaretçilerin üzerine sorunsuz bir şekilde yerleştirilir. ARToolKit, işaretçinin kamera koordinat sistemindeki konumunu verir ve sanal nesnenin konumunun hesaplanması için OpenGL matris sistemini kullanır [29]. Çoklu işaretçi izleme özelliği sayesinde birçok işaretçinin konumunu verip aynı anda izleyebilmektedir [20]. Aynı zamanda tek bir konumu tanımlayan bir dizi işaretçi olduğunda bu işaretçilerin takibi MultiMarker modülü ile yapılabilmektedir. Nesne takibi diğer SDK'lara kıyasla düşük olduğundan dolayı kamera ve işaretçiler hareketsizken bile işaretçiler düşük doğrulukta izlenmektedir.

3.6 Kudan

Kudan AG SDK, Kudan şirketi tarafından, mobil AG uygulaması geliştirme amacıyla ücretli ve ücretsiz sürümleri ile birlikte hizmete sunulmuş bir AG SDK'sıdır. Android ve IOS platformlarında geliştirme yapmayı desteklemekte ve Unity eklentileri sağlamaktadır [20, 21]. İşletim sistemlerinden bağımsız yapısı sayesinde platform sınırları dahilinde olmak üzere çeşitli cihazlarda kullanılabilmektedir. ObjectiveC, Java, Swift programlama dilleri ile geliştirme yapılabilmekte ve SLAM teknolojisi uygulanabilmektedir [19, 30]. Kudan AG SDK, oluşturulan sanal nesnelerin doğru perspektiften görüntülenebilmesi için hareket takibi özelliği sağlamaktadır. Kudan CV teknolojisi ile işaret takibi ve işaretsiz izleme son derece hassas bir şekilde yapılabilmektedir. Aynı zamanda çoklu işaretçi tanıma özelliği ve genişletilmiş izleme desteği vermektedir. Ayrıca GPS verilerini desteklediğinden konum tabanlı AG yöntemi de uygulanabilmektedir [28].

Kudan AG SDK, 3 boyutlu nesne izleme özelliğinin yanında 2 veya 3 boyutlu sanal nesne üretiminde de yüksek kaliteli görüntü oluşturma ve görüntüleme desteği sağlayarak yüksek başarı göstermektedir.

Kudan AG SDK, gerçek zamanlı doku geçişi ile yüksek kaliteli 3 boyutlu grafikleri desteklemektedir. Minimum bellek kullanımı ile en hızlı performansı sağlamak için mimariye özgü optimizasyonlara sahiptir. Bu sayede çalıştırıldığı tüm ortamlarda en iyi performansı yakalayabilmektedir [19]. Hızlı ve hafif yapısı ile başka bir platforma taşınmaya hazırdır. Bilgisayar görüşü (Computer Vision) teknolojisi ile hem son derece hassas işaret takibi hem de işaretsiz izleme yapabilmektedir. Geliştirmeyi kolaylaştıran ek araç ve yöneticiler içermemektedir.

3.7 Artırılmış Gerçeklik SDK'larının Karşılaştırılması

AG SDK'ları özellik ve kapsam olarak birbirlerinden farklılık göstermektedir. Yukarıda anlatılan Wikitude, ARCore, ARKit, Vuforia, Kudan, ARToolKit SDK'larına ait özellikler Tablo 3.1'de karşılaştırılmıştır. Tablo 3.2'de ise AG ile geliştirilmiş uygulama örnekleri gösterilmiştir.

Tablo 3.1 AG SDK'larının karşılaştırılması

Özellik	SDK	Vuforia	Wikitude	ARToolKit	ARCore	ARKit	Kudan
Lisans	Açık Kaynak Kodlu	✗	✗	✓	✗	✗	✗
	Ücretsiz	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Ticari	✓	✓	✓	✗	✗	✓
Platform	IOS	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Android	✓	✓	✓	✓	✗	✓
	Windows	✓	✓	✓	✗	✗	✗
	Akıllı Gözlükler	✓	✓	✓	✗	✗	✓
Programlama Dili		C++, Java, C#	Java, HTML5, JavaScript, CSS, C++, C#	C, C++, C#,Java	C++, C#, Java	Swift, ObjectiveC	ObjectiveC, Java, Swift
İzleme	İşaretçi	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	İşaretsiz	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Konum	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Hareket Takibi (Motion Tracking)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Yüz	✗	✗	✗	✓	✓	✓
	3B Nesne	✓	✗	✗	✓	✓	✓
Çakıştırma Yeteneği	2B İçerik	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	3B İçerik	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Diğer	3 boyutlu animasyon ekran üzerine yerleştirilebilir	Bağımsız animasyonlar, 3 boyutlu dönüşümler ve HTML içerikleri	Yüksek seviyeli grafik içeriğini ve animasyonlarını destekler	Gerçek Zamanlı Işık Tahmini (Realtime Light Estimation)	Sanal nesneleri gerçekçi bir şekilde yerleştirilme desteği	Yüksek kaliteli görüntü oluşturma, görüntüleme, yakalama desteği
Eklentiler		Unity, OpenGL, Vuforia Engine	Unity, Cordova, Flutter, Xamarin, OpenGL	Unity, OpenSceneGraph, OpenGL	Unity3D, Android Studio	Unity3D, Unreal Engine, Xcode	Unity, GrandSLAM[31]

Tablo 3.2. AG ile geliştirilmiş uygulama örnekleri

No:	Başlık	Kullanılan AG Modeli	Uygulanan Yazılımlar	Platformlar
1.	AR Museum Sangiran [32]	İşaretsiz AG	Vuforia SDK	Android
2.	AR Furniture [33]	İşaretsiz AG İşaretçi Tabanlı AG	Kudan SDK	Android
3.	Gazi Üniversitesi Kampüs Navigasyonu Uygulaması [1]	Konum Tabanlı AG İşaretçi Tabanlı AG	Wikitude Android Studio	Android
4.	Yahoo Maps [34]	Konum Tabanlı AR	ARKit SDK	IOS
5.	ARTutor [35]	İşaretçi Tabanlı AG	Kudan SDK Xcode Android Studio	IOS Android
6.	Design of a Mobile Augmented Reality-based Indoor Navigation System [36]	Konum Tabanlı AG	ARCore SDK Android Studio IndoorAtlas Android SDK	Android
7.	MARINS [37]	İşaretsiz AG (SLAM)	ARKit Unity	IOS
8.	Augmented Reality Assisted Localization for Indoor Navigation on Embedded Computing Platform [38]	İşaretçi Tabanlı AG	ARToolKit	Linux Raspberry Pi
9.	Indoor navigation using vision-based localization and augmented Reality [39]	İşaretçi Tabanlı AG	ARCore ArUco Markers	Android
10.	AR neuronavigation application [40]	İşaretçi Tabanlı AG	Vuforia Unity	Hololens

5.Sonuç

AG sanal dünya ile gerçek dünyayı birleştirerek kullanıcının gerçeklik algısını artıran bir teknolojidir. Her ne kadar gerçeklik artırılamasa da sanal nesneler sayesinde bu algı artırılabilmektedir. AG ile 2 veya 3 boyutlu nesneler sanal olarak kullanıcıya sunulabilmektedir. Günümüzde mobil cihazların çoğunda kamera ve geniş bir ekran bulunması, ayrıca işlem güçlerinin de artması sayesinde AG teknolojisi de daha erişilebilir bir hale gelmiş ve pek çok farklı sektörde AG uygulaması piyasaya sürülmüştür.

AG'nin daha erişilebilir olmasının sebeplerinden biri de geliştirme sürecini hızlandırmak için geliştirilen SDK'ların de piyasaya sürülmüş olmasıdır. Bu SDK'ların her birinin kendine göre özellikleri, avantajları ve dezavantajları bulunmaktadır. Bu sebeple kullanılacak SDK geliştirmeye başlanmadan önce geliştirme ortamına, platformuna ve projeye göre dikkatlice seçilmelidir.

AG'nin kullanımının artması ile beraber farklı sektörlerdeki sorunlara, farklı çözümler geliştirilmiş ve AG'nin farklı uygulama yöntemleri ortaya çıkmıştır. Bu uygulama yöntemleri işaretçi tabanlı AG, konum tabanlı AG ve işaretsiz AG olarak sıralanmaktadır. Geliştirilecek uygulamaya göre uygun yöntem seçilmeli ve kullanılmalıdır.

Bu bildiride AG teknolojisi kullanan uygulamaların geliştirilmesinde kullanılabilecek SDK'ların özelliklerinin daha net bir şekilde ortaya konulabilmesi için kapsamlı bir literatür araştırması yapılmış ve piyasada en çok kullanılan SDK'ların özellikleri, avantajları ve dezavantajları detaylı bir şekilde açıklanmıştır. Ayrıca, özelliklerin daha net görülebilmesi için elde edilen bilgiler tablolar halinde karşılaştırmalı olarak özetlenmiştir.

6. Referanslar

[1] Özel C, Uluyol Ç. "Bir Arttırılmış Gerçeklik Uygulamasının Geliştirilmesi ve Öğrenci Görüşleri", *Türkiye Sosyal Araştırmalar Dergisi*, vol. 20, no. 3, pp. 793-823, Dec. 2016

[2] "Best Augmented Reality SDK Software". https://www.g2.com/categories/ar-sdk?__cf_chl_jschl_tk__=f98b557a804aba052821a444be03fcbbfc67 (12.03.2021).

[3] Mehdi M, Lemieux A. Augmented Reality: Applications, Challenges and Future Trends, Applied Computational Science, 205-214, 2014.

[4] "WWF – Coca-Cola Arctic Home Campaign – Augmented Relity". https://www.youtube.com/watch?v=h2Jg8ryVk1k (25.11.2020).

[5] Pantelidis P, Chorti A, Papagiouvanni I, Paparoidamis G, Drosos C, Panagiotakopoulos T, Lales G, Sideris M. Virtual and Augmented Reality in Medical Education, Medical and Surgical Education- Past, Present and Future, March 2018.

[6] Yolcu MB, Emre Ş, Celayir S. "Artırılmış Gerçekliğin Tıpta ve Çocuk Cerrahisinde Kullanımı", Çoc. Cer. Derg., 32(3), 89-92, 2018.

[7] "HoloLens". https://case.edu/hololens (26.11.2020).

[8] Akbaş FM, Güngör C. Arttırılmış Gerçeklikte İşaretçi Tabanlı Takip Sistemleri Üzerine Bir Literatür Çalışması ve Tasarlanan Çok Katmanlı İşaretçi Modeli, Fen ve Mühendislik Dergisi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir, Türkiye, 19(56), Mayıs 2017.

[9] Romli R, Razali AF, Ghazali NH, Hanin NA, Ibrahim SZ. Mobile Augmented Reality (AR) Marker-based for Indoor Library Navigation, 1st International Symposium on Engineering and Technology (ISETech), Materials Science and Engineering Vol. 767, 2019.

[10] "Marker-based vs Markerless Augmented Reality: Pros, Cons & Examples". https://overlyapp.com/blog/marker-based-vs-markerless-augmented-reality-pros-cons-examples (30.03.2021).

[11] "What is Markerless Augmented Reality?". www.marxentlabs.com/what-is-markerless-augmented-reality-dead-reckoning (28.03.2021).

[12] "What is an SDK? Everything You Need to Know". https://clevertap.com/blog/what-is-an-sdk/ (28.03.2021).

[13] "Google Developers". https://developers.google.com/ar/develop (01.05.2021).

[14] Abdüsselam MS. Artırılmış Gerçeklik Tabanlı Dinamik Kapalı Alanlarda Yönlendirme Yazılımı: Indoo, 7. Uluslararası Öğretim Teknolojileri ve Öğretmen Eğitimi Sempozyumu, Giresun Üniversitesi, Giresun, Türkiye, 2019.

[15] Oufqir Z, El Abderrahmani A, Satori K. ARKit and ARCore in Serve to Augmented Reality, International Conference on Intelligent Systems and Computer Vision (ISCV), 2020.

[16] Nowacki P, Woda M. Capabilities of ARCore and ARKit Platforms for AR/VR Applications, International Conference on Dependability and Complex Systems, Springer, Cham, 2019.
[17] "Apple Developer". https://developer.apple.com (02.05.2021).
[18] "About Face ID Advanced Technology". https://support.apple.com/en-us/HT208108 (03.05.2021).
[19] Ünal M. Kültürel Miras Alanları İçin Uzaktan Artırılmış Gerçeklik Sistemi, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara, Türkiye, 2017.
[20] Herpich F, Guarese RLM, Tarouco LMR. A Comparative Analysis of Augmented Reality Frameworks Aimed at The Development of Educational Applications, Creative Education, 8, 1433-1451, 2017.
[21] İçten T, Bal G. Artırılmış Gerçeklik Üzerine Son Gelişmelerin ve Uygulamaların İncelenmesi, Fen Bilimleri Dergisi, 5(2), 111-136, 2017.
[22] "Vuforia: Market-Leading Enterprise AR". https://www.ptc.com/en/products/vuforia (15.04.2021).
[23] "Vuforia Expert Capture". https://www.brandit.tech/vuforia-expert-capture (15.04.2021).
[24] "Vuforia Engine" https://developer.vuforia.com (16.04.2021).
[25] Amin D, Govilkar S. Comparative Study Of Augmented Reality SDK's, International Journal on Computational Sciences & Applications (IJCSA), Vol. 5, No.1, 2015.
[26] "Vuforia Developer Library", https://library.vuforia.com (15.04.2021).
[27] "Wikitude", https://www.wikitude.com/about (12.05.2021).
[28] Burkard S, Fuchs-Kittowski F, Himberger S, Fischer F, Pfennigschmidt S. Mobile Location-Based Augmented Reality Framework, International Symposium on Environmental Software Systems, 470-483, Springer, Cham, May 2017.
[29] "Index of ARToolkit". http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/ (26.04.2021).
[30] "Kudan AR SDK". https://www.xlsoft.com/en/products/kudan/ar-sdk.html (26.04.2021).
[31] "Our Technology" https://www.kudan.io/our_technology (25.04.2021).
[32] Purnomo FA, Santosa PI, Hartanto R, Pratisto EH, Purbayu A. Implementation of Augmented Reality Technology in Sangiran Museum with Vuforia, International Conference on Advanced Materials for Better Future, 2017.
[33] Viyanon W, Songsuittipong T, Piyapaisarn P, Sudchid S. AR Furniture: Integrating Augmented Reality Technology to Enhance Interior Design Using Marker and Markerless Tracking, Proceedings of the 2nd International Conference on Intelligent Information Processing, pp. 1-7, July 2017.
[34] "Yahoo! MAP' for iOS Now Has AR Navigation Mode in Japan". https://www.roadtovr.com/yahoo-map-now-ar-navigation-mode-japan (03.05.2021).
[35] Lytridis C, Tsinakos A, Kazanidis I. ARTutor—An Augmented Reality Platform for Interactive Distance Learning, Education Sciences, 8(1), p.6, 2018.
[36] Ng XH, Lim WN. Design of a Mobile Augmented Reality-based Indoor Navigation System, 4th International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies (ISMSIT), Oct. 2020.
[37] Diao PH, Shih NJ. MARINS: A Mobile Smartphone AR System for Pathfinding in a Dark Environment, Sensors, October 2018.
[38] Malek MFA, Sebastian P, Drieberg M. Augmented Reality Assisted Localization for Indoor Navigation on Embedded Computing Platform, IEEE International Conference on Signal and Image Processing Applications (ICSIPA), September 2017.
[39] Kulich T. Indoor Navigation Using Vision-Based Localization and Augmented Reality, Uppsala University, Department of Information Technology, January 2019.
[40] Frantz T, Jansen B, Duerinck J, Vandemeulebroucke J. Augmenting Microsoft's HoloLens with Vuforia Tracking for Neuronavigation, Healthcare Technology Letters, 5(5), 221-225, October 2018.

Determinants of Foreign Direct Investment: A Bayesian Model Averaging Approach From 55 Countries

Erhan ÇENE[1]*, Filiz KARAMAN[1]

[1]*Yildiz Technical University, Faculty of Arts & Sciences, Department of Statistics, İstanbul, TURKEY*

[1]*Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen – Edebiyat Fakültesi, İstatistik Bölümü, İstanbul, TÜRKİYE*

Abstract

This study aims to investigate the determinants of Foreign Direct Investment (FDI) for the 55 countries from 4 different continents and 3 different development levels. A panel dataset is constructed over the period of 1995-2019 with 17 candidate independent variables and Bayesian Model Averaging (BMA) is employed for each continent and for each development level to reveal the determinants of FDI. Results showed that globalization is the primary factor to attract FDI regardless of the development level and continent. But there are also other factors that affect FDI which differ based on the development level and geographic location of the country. FDI in transition economies benefits from qualified labor force which negatively affects developed countries and has no effect on developing countries. Corruption is only effective in developing countries. Secondary education is effective at European and Asian countries, tertiary education is effective on American countries. This study contributes the literature by using a BMA method in a panel data context. BMA uses weighted average of all the possible models which gives more balanced results than a single model. Applying BMA to the countries in different continents and development levels separately allows to make inferences based on region and wealth.

Keywords: *FDI; BMA; panel data; transition economies; emerging economies*

Doğrudan Yabancı Sermayenin Belirleyicileri: 55 Ülke Üzerine Bayesçi Model Ortalaması Yaklaşımı

Özet

Bu çalışma 4 farklı kıta ve 3 farklı gelişmişlik düzeyine sahip olan 55 ülke için Doğrudan Yabancı Yatırım (DYY)'ı etkileyen etmenleri araştırmayı amaçlamaktadır. 1995-2019 yılları arasında 17 aday bağımsız değişkenden oluşan bir panel veri seti oluşturulmuş ve doğrudan yabancı yatırımın belirleyicilerini ortaya çıkarmak için her bir kıta ve her bir gelişmişlik düzeyi için Bayesçi Model Ortalaması (BMO) yöntemi uygulanmıştır. Yapılan analizler küreselleşmenin gelişmişlik düzeyi ya da ait olunan kıtadan bağımsız olarak DYY'ı etkileyen ana etmen olduğunu göstermiştir. Bununla birlikte gelişmişlik seviyesi ve bulunulan coğrafi bölgeye göre değişim gösteren etmenler de mevcuttur. Nitelikli iş gücü geçiş ekonomilerinde DYY'ı olumlu yönde etkilerken, gelişmiş ülkelerde olumsuz etkiye sahipken, gelişmekte olan ülkelerde herhangi bir etkiye sahip değildir. Yozlaşma sadece gelişmekte olan ülkelerde etkilidir. İkinci basamak eğitim Avrupa ve Asya ülkelerinde fark yaratırken, üçüncü basamak eğitim Amerika kıtasındaki ülkelerde etkilidir. Bu çalışma var olan alan yazına panel veriye BMO uygulayarak katkıda bulunmaktadır. BMO olası tüm modellerin bir ağırlıklı ortalamasını kullanarak tek bir modele göre daha dengeli sonuçlar elde edilmesini sağlar. BMO'yu farklı kıta ve gelişmişlik seviyesine sahip ülkelere ayrı ayrı uygulamak bölgeye ve gelişmişliğe göre ayrı ayrı çıkarımlar yapılmasını sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: *DYY; BMO; panel veri; geçiş ekonomisi; gelişmekte olan ekonomiler*

1 Introduction

Foreign direct investment (FDI) is the term given to a process where a firm from a country provides capital to an existing or newly created firm in another country [1]. These firms are usually referred to as multinational corporations (MNCs). A MNC owns

outright controls or has direct managerial influence in income-generating, value-added facilities in at least two countries [2]. Cohen stated the relationship between FDI and MNCs by defining the latter as a tangible entity that in some way will impact a home country, which is where its main headquarters is located, and one or more host countries, the recipient(s) of incoming FDI [2].

According to the OECD's benchmark definition, FDI reflects the objective of establishing a lasting interest by a resident enterprise in one economy (direct investor) to an enterprise (direct investment enterprise) that is resident in an economy other than that of the direct investor [3].

The amount of total FDI in the world has been increasing dramatically over the last two decades. According to the UNCTAD database [4] and World Investment Report 2018 [5] between 1990 and 2014, global FDI flows increased from 208 billion dollars to 1228 billion dollars. Total FDI flows reached 1868 billion dollars in 2016 and started to decline in 2017 to 1430 billion dollars.

FDI especially helps developing countries in the cases of global and regional financial crisis, by fostering economic activity where financing and market liquidity is a serious problem [6]. FDI has been attracting vast interest because of its potential benefits on host countries' economies. Several studies remarked the growth benefits of FDI through employment, acquired knowledge and management skills, as well as technology spillovers [6]. Multinational companies (MNCs), engage in FDI to expand sales, acquire resources and minimize competitive risks. On the other side, governments prefer FDI to boost the economy in many dimensions such as growth, human capital, employment etc. Thus, investigating the determinants of FDI is crucial for MNCs to decide whether to make investments and is important for governments' policy making.

This study aims to investigate the determinants of FDI in 55 countries from 4 different continents and 3 different development levels for the period of 1995 – 2019 within a panel data context by using Bayesian Model Averaging (BMA) method. Total of 17 candidate variables is chosen that reflect different aspects of countries such as market size, infrastructure, economic stability, institutional quality, labor quality, and trade. BMA comes in handy as it can be used for model selection especially when the number of explanatory variables is high. BMA facilitates all the possible regression models and allows considering all significant models. In that way, it provides more efficient and more convenient results rather than relying on only a single model [7].

This paper extends the existing literature in a few aspects. Most of the previous works either aimed to explain determinants of FDI for a large number of countries as a whole [8, 9] or for a specific geographical location [10, 11]. These studies mostly used either classical regression techniques [12, 13] or panel data analysis [9, 14–17]. This study combines these two approaches and focuses on a larger number of countries from different continents and different development levels. BMA is applied to both to all of the countries and to countries from each continent and each development level separately. Most of the previous works that use a large number of countries [10, 18–21] which fail to catch the differences among continents and development levels of countries regarding factors affecting FDI. The first aim of this study is to provide feedback on such differences as such an insight would give a huge advantage to MNCs and governments as they could produce separate strategies for each country groups.

Although there are numerous works regarding FDI determinants in the literature, there is not a common opinion on factors affecting FDI. In fact, different studies using the same variables found different results [12, 15]. In this sense, applying BMA to a panel dataset comes in handy, because it not only controls the cross section variation but also gives a weighted average of all possible linear regression results rather than giving only a single linear regression model result [22]. As every paper dealing with determinants of FDI finds a different outcome applying BMA on a panel dataset could give a better insight as to which variables should be considered as determinants of FDI.

This paper will proceed as follows: Section 2 gives a brief overview of previous works focusing on the determinants of FDI. Section 3 focuses on dataset and variables. Section 4 explains the employed method BMA. Section 5 presents the empirical results of BMA results and section 6 concludes the paper with policy implications and key findings of the study.

2 Previous works and literature review

2.1 Theory overview

The growing interest on FDI coincides with the appearance of modern MNCs. Although there were organizations such as banks or companies that engaged with trading activities in earlier time periods, the birth of modern MNCs occurred in the 19th century [23]. The term modern MNCs refer to organizations those have their production units

abroad. Especially by the end of the 19th century, firms had difficulties with the protectionist behavior of countries as a result of rising nationalism. This protectionist behavior leads customers to buy locally produced goods rather than imported ones which force the companies to set up production facilities in foreign countries. Also in time MNCs started to grow in size while looking for new markets. Technological improvements in communication and transportation such as telegraph and railways also boost FDI allowing MNCs to control their investments in foreign countries.

The increase in FDI was slowed by the two World Wars and with the Great Depression between these two wars. In the second half of the 20th century the amount of FDI started to increase rapidly. Two main reasons for this increase were: (i) further technological improvements in transportation and communication which made it possible to control over a distance. (ii) the capital demand of European countries and Japan to finance reconstruction following World War II [23]. Also Jones and Wren [1] connects this FDI increase to greater economic and political stability, the formation of trading blocks and a more liberalized attitudes from host governments as well as technological improvements. By the 1960s and later 1970s capital need of European countries diminished due to Euro-currency markets and they also started to engage in high level of FDI.

In the 1980s, the amount of FDI continued to increase with the effect of high economic growth and increase in merge and acquisitions. FDI continued to increase in the 1990s and 2000s with the help of growing Asian countries. The only exceptions are the 2001 and 2008 global crises which resulted in a sharp decline on FDI.

The attempts to explain FDI started in the 1960s, at the time FDI flows started to accelerate. Before that time, FDI was seen as a part of trade theory which was insufficient since it did not separate portfolio investment from FDI. This approach was incomplete as FDI is more than just the transfer of capital; it also involves the transfer of technology, organizational and management skills [1].

In this section a brief overview about some common theories concerning FDI will be given. Interested readers may refer to [1], [24], [25] and [26] for a more detailed account.

Hymer [27] stated that if a firm wants to undertake an FDI, it should have certain advantages over companies such as control on raw materials, financial, managerial or marketing advantages etc. According to him, a MNC transfers its assets abroad to minimize risks and to achieve monopolistic power. Hymer also distinguish portfolio investment from FDI by emphasizing the concept of control. Hymer stated three barriers to engage FDI as uncertainty, host-country nationalism and risk. But yet MNCs continue to prefer FDI because either they use FDI to remove competition from the local market by merging or taking over a local company or they use firm specific advantages which gives them superior power over local companies.

Vernon [28] developed the product life-cycle theory. According to Vernon, the product life-cycle theory has three stages. Jones and Wren [1] defined these three stages as the product development process stage, the maturing product stage and the standardized product stage. In the product development stage the product is not standardized and there is an uncertainty about the product. Communication between the producers, the suppliers and the customers has great importance. Firms have to make a location decision about the product. In the maturing product stage the demand for the product starts to decline in the near market, so firms decide whether to invest abroad or not. This decision depends on the degree of competition, whether there is a patent for the product in the foreign country and the level of tariffs. In the standardized product stage, the product becomes more capital intensive and the international market is well established so sales of the product are determined with the price competition. In this stage the low-cost of labor in less-developed countries may benefit the firms.

Caves [29] expanded Hymer's work and linked Hymer's theory to horizontal and vertical integration. He distinguished the differences between horizontal FDI and vertical FDI. Basically, when companies move abroad to produce the same products they produce at home, their investments are called horizontal FDI. But if the companies produce different segments of the product in different countries and then they combine the resources to obtain the final product, this process is achieved via vertical FDI [30].

Buckley and Casson [31] are among the leading researchers in the internalization theory. Companies use internalization to avoid the transaction costs in the market. Transaction costs include the cost of searching and determining the market price and the cost of negotiating, and signing the contacts between the parties involved in the transaction. Buckley and Casson propose that MNCs do not only produce

goods or services but they also perform activities such as marketing, training, research and development, management techniques and involvement with financial markets [1]. In that way, MNCs minimize costs by integrating different aspects of the production process.

Beside firm specific and internalization factors, another motive for determining FDI is locational determinants. Locational determinants appear from different aspects. One of them is locational advantages of low wages. The level of wages in the host country relative to the parent country is an important determinant of FDI. While low wages attract higher FDI for labor-intensive works, higher wages may also indicate higher quality of labor. Thus the theory on labor wages is mixed. Other locational determinants are proximity to resources, transportation costs, and infrastructure and market size.

One of the most widely accepted theory on FDI is Dunning's eclectic theory [32], [33]. Dunning integrated Hymer's industrial organization theory, internalization theory and the location theory. According to this theory three conditions should be satisfied if a firm wants to use FDI. First, the firm must have a comparative advantage over other firms in the market. These advantages are called ownership advantages and arise from technology, monopoly power, and access to raw materials, access to cheap finance and the level or quality of management. Second, the firm must internalize firm specific advantages rather than contracting or licensing them. This is called internalization advantages. Low transaction costs, low tariffs, and the protection of goods can be given as examples of internalization advantages. Third, there must be an advantage in setting-up production in a particular foreign country rather than exporting. These advantages are called locational advantages. Input prices, transportation costs, communication costs, government incentives, stable economical and governmental environment can be given as examples of locational advantages.

These three type advantages are called ownership advantages (O), locational advantages (L) and internalization advantages (I). Thus Dunning's eclectic theory is often referred to as OLI.

2.2 Empirical overview

This study follows Dunning's eclectic theory [32, 33] who integrated Hymer's [27] industrial organization theory, internalization theory, and the location theory. According to this theory, three advantages should take place in order to an FDI investment take place, namely ownership advantages (O), locational advantages (L) and internalization advantages (I). Thus Dunning's eclectic theory is often referred to as OLI. FDI attractiveness can arise from ownership advantages such as technology, access to raw materials, access to cheap finance and the level or quality of management, from internalization advantages such as low transaction costs, low tariffs, and the protection of goods or from locational advantages such as input prices, transportation costs, communication costs, government incentives, and stable economic and governmental environment. FDI can also be named as horizontal FDI or vertical FDI. Horizontal FDI is usually looking for new markets and this type of FDI is affected by market size and growth whereas vertical FDI usually looks for cost competitiveness.

Market size is considered as an important determinant of FDI and most of the empirical studies found positive relationship between host countries' market size, market growth and FDI [12, 15, 16, 18, 21, 34–38]. This is because a large market will attract firms that want to expand into other markets for obtaining greater sales or market share. Also, the firms may want to enter into markets where they can grow. But some of the studies argue that market size and market growth are no longer significant determinants of FDI. In most of the studies, gross national product (GNP) or gross domestic product (GDP) are being used as a proxy for market size. In some studies, population is also preferred as an indicator of market size. GDP growth or GDP growth per capita are preferred as an indicator of market growth in most of the studies.

The availability of labor is expected to have a positive effect on FDI. But in the modern FDI theory besides availability of labor, labor wages, labor productivity and quality of labor have more importance. Labor cost is expected to have a reverse effect on FDI while productivity and labor quality are expected to have a positive effect on the amount of FDI flows. In some studies, the educational level or human capital are used as a proxy for labor quality [8, 16, 18, 21, 35, 36, 39, 40].

Trade openness is generally defined as the ratio of exports plus imports over GDP. Countries with higher openness are more likely to be integrated with the world economy and they are more competitive on the world market. Thus a higher trade openness is expected to have a positive effect on FDI flows [12, 15, 35, 41].

Macroeconomic stability is another important determinant of FDI. Inflation rates, interest rates, and exchange rates are widely used as proxies for macroeconomic stability. High inflation rates, unstable currencies, and higher interest rates increase uncertainty thus a negative relationship between macroeconomic stability and FDI flows are expected. But empirical results do not always confirm this expectation and nonsignificant or positive relations are also found when other factors are highly significant [10, 16, 20, 36, 41–44].

The general level of infrastructure in a host country is a potential attraction element for FDI. A higher level of infrastructure indicates better transportation and better communication opportunities. Also, the infrastructure level may indicate a high level of urbanization and a large number of consumers. A positive relationship is expected between infrastructure and FDI [17, 20, 36, 39, 40].

The political system and quality of institutions are other determinants of FDI flows. Countries with developed democracy and with a good quality of institutions yield to well-functioning markets which decrease the cost of doing business and thus increase the amount of FDI. The level of freedom and the level of corruption are widely used indicators of institutional factors [9, 11, 13, 16–20, 40, 45].

There are also some studies that focuses on a specific set of countries from a selected region. Okafor and Webster [46] focuses on former Soviet Union countries and found a positive effect of market size on FDI. Bitzenis [25], investigated the determinants of FDI for Eastern European countries and political and economic stability, market size, infrastructure, and economic development is found effective in their work. Asiedu [47] aimed to find the determinants of FDI for the African countries and institutional variables, market size variables, human capital and stability variables are found significant. Bengoa & Sanchez-Robles and Sánchez-Martín's [16, 20] investigated FDI in South American countries and economic freedom, economic growth, human capital, economic stability and liberalization of markets are found effective on FDI. Masron & Nor, and Solomon & Ruiz [10,11] considered the Asian countries in terms of FDI and according to their study KOF globalization index, GDP, corruption perception index and tertiary education have effect on FDI.

BMA is also used in few studies to find the determinants of FDI. Eicher, Helfman and Lenkoski [18] used Bayesian model averaging (BMA) to investigate robust FDI determinants. They used a panel data for 46 countries over the years 1988-2000. They used large number of variables and found two groups of variables are effective: economic variables and country characteristics. Antonakis and Tondl [8] investigated determinants of FDI for 129 countries over the period of 1995-2008. They used BMA and found that trade relations, qualified labor force, low wages and attractive tax rates are robust investment criteria. Blonigen and Piger [21] also used BMA to detect determinants of FDI for the year 2000. Cultural distance factors, parent-country per capita GDP, relative labor endowments and trade agreements are found to be effective for FDI.

3 Data

A panel dataset is constructed for 55 countries over the period of 1995-2019 on a yearly basis. 55 countries are chosen from 4 different continents and 3 different development levels. Countries development levels are based on the World Bank classification [48]. In Africa and America, developing countries which have a decent amount of FDI stocks are chosen. In Asia, developing countries such as China and India are selected as well as transition economies which were once part of USSR are selected. In Europe only Central and East European countries are chosen which were influenced by USSR among with Turkey. Most of these countries are classified as developed countries with the influence of participation of the European Union. But these countries are still trying to complete their integration to the European Union. The list of the countries along with the continents and economy type is given in Table – 1.

Two factors affected the choice of the time period. The first reason is the availability of data for the chosen variables. Since most of the Balkan and former USSR countries are founded at the beginning of the 1990s, the data starts from 1995. The second reason is the rapid increase in the amount of worldwide FDI starting with the 1990s.

In match with the Hymer's and Dunning's theories, the main determinants of FDI are grouped into 6 categories namely market size and economic growth (MARKET), labor market (LAB), trade openness (TRADE), macroeconomic stability (STABIL), infrastructure (INFRA) and institutional factors (INST) [8,10]. A total of 17 explanatory variables are considered as indicators of those 6 categories (Table-2). Four variables are linked to market size and economic growth factors which are GDP, KOF globalization index, economic freedom index and population. Five variables are considered as proxies

Table 1. Country list by continent and type.

Countries	Continent	Type	Countries	Continent	Type	Countries	Continent	Type
Algeria	Africa	Developing	**Armenia**	Asia	Transition	**Albania**	Europe	Transition
Angola	Africa	Developing	**Azerbaijan**	Asia	Transition	**Bosnia & Herz.**	Europe	Transition
Cameroon	Africa	Developing	**Belarus**	Asia	Transition	**Bulgaria**	Europe	Developed
Cote d'Ivoire	Africa	Developing	**China**	Asia	Developing	**Croatia**	Europe	Developed
Egypt	Africa	Developing	**Georgia**	Asia	Transition	**Cyprus**	Europe	Developed
Ethiopia	Africa	Developing	**India**	Asia	Developing	**Czech Rep.**	Europe	Developed
Ghana	Africa	Developing	**Indonesia**	Asia	Developing	**Estonia**	Europe	Developed
Kenya	Africa	Developing	**Kazakhstan**	Asia	Transition	**Hungary**	Europe	Developed
Morocco	Africa	Developing	**Kyrgyzstan**	Asia	Transition	**Latvia**	Europe	Developed
Nigeria	Africa	Developing	**Lebanon**	Asia	Developing	**Lithuania**	Europe	Developed
Senegal	Africa	Developing	**Malaysia**	Asia	Developing	**Macedonia**	Europe	Transition
South Africa	Africa	Developing	**Moldova**	Asia	Transition	**Malta**	Europe	Developed
Tunisia	Africa	Developing	**Pakistan**	Asia	Developing	**Poland**	Europe	Developed
Argentina	America	Developing	**Russia**	Asia	Transition	**Romania**	Europe	Developed
Brazil	America	Developing	**South Korea**	Asia	Developing	**Serbia**	Europe	Transition
Mexico	America	Developing	**Tajikistan**	Asia	Transition	**Slovakia**	Europe	Developed
Peru	America	Developing	**Turkmenistan**	Asia	Transition	**Slovenia**	Europe	Developed
Venezuela	America	Developing	**Ukraine**	Asia	Transition	**Turkey**	Europe	Developing
			Uzbekistan	Asia	Transition			

of the labor market factor namely, labor productivity, secondary education, tertiary education, human capital index, and employment. Trade openness which is calculated as the ratio of imports and exports over GDP is the only variable in the trade openness factor. The exchange rates and inflation rates are related to the macroeconomic stability factor, internet users and energy productivity are used as proxies for infrastructure and the civil liberty index, the political right index and the corruption perception index are linked to institutional factor. Description of all the variables and their sources is given in Table-2.

4 BMA

4.1 Logic of the BMA

This section will provide a brief information on Bayesian Model Averaging. For further and detailed knowledge on BMA one can look at [49]'s work.

The selection of the appropriate subset of variables in a linear regression model is a problem when there is a huge number of variables. Bayesian Model Averaging (BMA) addresses this issue by providing a natural solution to model uncertainty, based on formal probabilistic reasoning, leading to better predictions than simply selecting and using one model [7].

In the Bayesian approach when dealing with model uncertainty, each candidate model is treated as random variables and the data is used to make inference on them [50].

Let y denotes the dataset and let M_γ denotes the candidate models with $\gamma = 1,2,\cdots,2^K$ where K is the number of independent variables. Here, the aim is to define a full probabilistic description with a Bayesian approach by specifying a prior $p(M_\gamma)$ and reaching a posterior $p(M_\gamma|y)$ with the help of the data y. In this approach, this posterior either can be a one "best" model or it can be a weighted average of all the models by assigning posterior model probabilities as weights. Previous works suggest using weighted averages rather than a single model as it performs better in terms of predictive performance and interpretability [51, 52].

According to the logic of Bayesian inference, the posterior distribution of any quantity of interest, let us say θ_γ, is a weighted average of the posterior distributions of β under each of the models, where the weights are given by the posterior model probabilities (PMPs) and is denoted with the following equation [8],

$$p(\theta|y) = \sum_{\gamma=1}^{2^K} p(\theta|y, M_\gamma) p(M_\gamma|y) \qquad (1)$$

The posterior model probability (PMP), $p(M_\gamma|y)$ is proportional to the marginal likelihood of the model, $p(y|M_\gamma)$, times prior model probability $p(M_\gamma)$ which can be formulated as:

$$p(M_\gamma|y) \sim p(y|M_\gamma)\, p(M_\gamma) \qquad (2)$$

Here $p(M_\gamma)$ denotes how probable is the model M_γ before looking at the data.

Then the integrated likelihood term can be calculated with,

$$p(y|M_\gamma) = \int p(y|\theta_\gamma, M_\gamma)\, p(\theta_\gamma|M_\gamma) d\theta_\gamma \qquad (3)$$

Table 2. Variable list, data sources and brief definitions.

Variables	Description	Source	Factor
FDI	The logarithm of FDI stocks US Dollars at current prices and current exchange rates in millions	UNCTAD	---------
GDP	The logarithm of GDP at constant 2005 U.S. dollars.	UNCTAD	MARKET
Internet	Internet users (per 100 people)	WDI	INFRA
Exchange Rate	Real Effective Exchange Rate	Bruegel Datasets	STABIL
PR	Political Right Index 1: High Political Right 7: Low Political Right	Freedom House	INST
CL	Civil Liberty Index: 1: High Civil Liberty 7: Low Civil Liberty	Freedom House	INST
Freedom Index	Economic Freedom Index 0: No Freedom 100: Complete Freedom	Heritage Foundation	MARKET
KOF	Index of Globalization 1: No Globalization 100: Total globalization	KOF Institute	MARKET
CPI	Corruption Perception Index 0: Highly Corrupt 10: No Corruption	Transparency Int.	INST
Human Capital	Human capital index	PWT 8.1	LAB
Employment	The logarithm of the number of persons engaged in millions	PWT 8.1	LAB
Labor Productivity	The logarithm of GDP per person engaged (constant 1990 US$ at PPP)	KILM 8th edition	LAB
Trade Openness	(Import + Export) / Total GDP	WDI and Own Calculation	TRADE
Population	The logarithm of absolute values in thousands	UNCTAD	MARKET
Inflation	Average Consumer Prices	WEO	STABIL
Secondary Education	Educated percentage of the working-age population	CEPII Database	LAB
Tertiary Education	Educated percentage of the working-age population	CEPII Database	LAB
Energy Productivity	The logarithm of Energy Productivity	CEPII Database	INFRA

The point estimates of the parameter θ can be given with,

$$E(\theta|y) = \sum_{s=1}^{2^K} p(M_s|y)p(\theta|M_s) \tag{4}$$

and

$$V(\theta|y) = \sum_{s=1}^{2^K} p(M_s|y)V(\theta|M_s, y) + \sum_{s=1}^{2^K} p(M_s|y)\big(E(\theta|M_s) - E(\theta|y)\big)^2 \tag{5}$$

Implementing BMA may be difficult sometimes because elicitation of 2^K models is required. In order to overcome this problem, some algorithms exist which take a sample from 2^K models instead of evaluating all of them. These algorithms are called Markov Chain Monte Carlo Model Composition methods (MC3).

4.2 Applying BMA to the FDI dataset

Now consider the linear regression model in the panel data form given with (6): constructed to be used along BMA to find the determinants of FDI. Please note that this notation is slightly different than above as dataset consists of both dependent variable y and matrix of independent variables X. The subscripts i and t denote the country dimension and the time dimension respectively.

$$y_{it} = \alpha_{\gamma_{it}} + X_{\gamma_{it}}\beta_{\gamma_{it}} + \varepsilon_{it} \tag{6}$$

with the normally distributed errors $\varepsilon_{it} \sim N(0, \sigma_{it}^2 I)$ and $\alpha_{\gamma_{it}}$ is the individuals effects.

When the number of candidate variables X_γ is high, the question of which subset of all independent variables, $X_\gamma \subset \{X\}$, should take place in (6) occurs. BMA deals with this problem by estimating models for all combinations of $\{X\}$ and constructing a weighted average over all of them. If $\{X\}$ contains K potential variables, this means there are 2^K variable combinations and 2^K models.

In the linear regression model given with (6), $X_{\gamma_{it}}$ is a subset of all the 17 explanatory variables described in Table-1. BMA tackles the problem of which subset of $X_{\gamma_{it}}$ should take place in (6) by estimating models for all combinations of $X_{\gamma_{it}}$ and constructing a weighted average over all of them.

In a Bayesian view priors for $\alpha_{\gamma_{it}}$, $\beta_{\gamma_{it}}$ and σ_{it}^2 should be defined in the regression model (6). A standard choice for α_γ and σ is $p(\alpha_\gamma) \propto 1$ and $p(\sigma) \propto \sigma^{-1}$. The definition of these priors is improper priors, which suggests α_γ and σ are evenly distributed and states prior uncertainty where the prior is located. The crucial point here is to define priors on β_γ. It is

common to assume a conservative prior with 0 mean for the coefficients which reflect lack of information on coefficients. Their variance structure is defined with the Zellner's g, $\sigma^2\left(\frac{1}{g}X_\gamma' X_\gamma\right)^{-1}$ so β_γ is in the form

$$\beta_\gamma | g \sim N\left(0, \sigma^2\left(\frac{1}{g}X_\gamma' X_\gamma\right)^{-1}\right) \quad (7)$$

Equation (7) state, the researcher thinks the coefficients, β_γ are zero, and their variance-covariance matrix broadly depends on the data. The hyperparameter g describes how certain the researcher thinks that the coefficients are 0. A small g means that the researcher is quite certain that the coefficients are 0 while a large g means that the researcher is uncertain that the coefficients are 0.

In BMA, the posterior model probability is proportional to the marginal likelihood of the model, times prior model probability [53]. In this paper, a uniform prior model is assumed where there is an equal probability to every model with a benchmark prior (BRIC) suggested by Fernandez et al. which suggests taking $g = max(n, k^2)$ where n is a number of observations and k is the number of independent variables [54].

A more detailed notation where each factor is explicitly stated is given in the equation (8).

$$\begin{aligned} FDI_{it} = \alpha_{\gamma_{it}} &+ MARKET_{\gamma_{it}}\beta_{\gamma_{1it}} + LAB_{\gamma_{it}}\beta_{\gamma_{2it}} \\ &+ TRADE_{\gamma_{it}}\beta_{\gamma_{3it}} \\ &+ STABIL_{\gamma_{it}}\beta_{\gamma_{4it}} \\ &+ INFRA_{\gamma_{it}}\beta_{\gamma_{5it}} + INST_{\gamma_{it}}\beta_{\gamma_{6it}} \\ &+ \varepsilon_{it} \end{aligned} \quad (8)$$

where $\varepsilon_{it} \sim N(0, \sigma_{it}^2 I)$

The equations (1) to (5) given in subsection 4.1 can be re-arranged to equation (8) by taking

$y = FDI_{it}, \beta_\gamma = \theta$ and

$X_\gamma = \{MARKET_\gamma, LAB_\gamma, TRADE_\gamma, STABIL_\gamma, INFRA_\gamma, INST_\gamma\}$.

5 Empirical results and discussion

BMA results for exploring determinants of FDI are given in Table-3 and Figure-1. BMA results are given for each continent and each development level as well as all of the 55 countries. The PIP column in Table-3, which is an abbreviation for "posterior inclusion probability", gives the ratio of statistically significant models for a variable. The Post. Mean column is the average of coefficients of a variable for all models and the Post. SD is the average of the standard deviation of a variable for all models. The Cond. Sign column is the proportion of positive signed coefficients for a variable in all models. For example, GDP for all the countries has a PIP value of 0.628 which means that it is statistically significant in almost 63% of all models. Also, the sign column value for the GDP is 1.000 which means GDP has a positive sign in all the models. In this study, variables with a PIP value over 0.5 are considered as significant [55, 56].

Figure – 1 gives a summary on the top 75 models for each BMA analysis which provides a visual representation of the results. Each column represents a model starting from the model with the highest model probability. Black and grey colors indicate that the variable has a positive and negative significant effect on FDI in the corresponding model respectively. Blank white squares denote insignificant effect on FDI.

BMA results for all countries revealed that KOF globalization index, trade openness, population, internet, secondary and tertiary education, political right index, exchange rate, labor productivity and human capital are the main determinants of FDI with a PIP value over 0.80. In addition, GDP and employment have PIP value over 0.50 and they have secondary importance on FDI. All of these variables except human capital, tertiary education and employment have a positive posterior mean and the sign value of all of them are 1.000 stating they have a positive coefficient in all of the models thus having a positive effect on FDI. On the other hand, human capital, tertiary education and employment have negative posterior means and PIP values of 0.000 indicating a negative effect on FDI. These results imply a deeper analysis is required so BMA analyses are conducted for each continent and each country group separately.

BMA results by country type reveal that FDI on transition economies is affected from six factors: GDP, KOF globalization index, employment, inflation and secondary and tertiary education. GDP and KOF globalization index can be considered as a proxy for market size. Similar to Okafor and Webster's study [46] that focuses on former Soviet Union countries, a positive effect of market size is determined on FDI. Also, it makes sense that KOF globalization index has a positive effect on FDI because all transition countries are established after 1990 and better integration with the world economy in the short amount of time, provide more FDI. In addition, qualified labor force denoted with tertiary education

Table 3. BMA Results by country type and continent.

Dep. Variable: FDI	ALL				TRANSITION				DEVELOPED				DEVELOPING			
Independent Variables	**PIP**	**Post Mean**	**Post SD**	**Cond. Sign**	**PIP**	**Post Mean**	**Post SD**	**Cond. Sign**	**PIP**	**Post Mean**	**Post SD**	**Cond. Sign**	**PIP**	**Post Mean**	**Post SD**	**Cond. Sign**
GDP	**0.628**	**0.227**	**0.204**	**1.000**	**0.983**	**1.209**	**0.378**	**1.000**	0.354	0.466	0.769	1.000	**1.000**	**1.061**	**0.112**	**1.000**
Internet	**1.000**	**0.015**	**0.001**	**1.000**	0.078	0.000	0.001	0.748	**1.000**	**0.020**	**0.003**	**1.000**	**0.672**	**0.004**	**0.003**	**1.000**
Exchange Rate	**1.000**	**0.006**	**0.001**	**1.000**	0.121	0.001	0.002	1.000	**0.999**	**0.020**	**0.004**	**1.000**	**1.000**	**0.007**	**0.001**	**1.000**
PR	**0.999**	**0.110**	**0.022**	**1.000**	0.129	0.013	0.050	0.847	0.199	-0.030	0.077	0.085	0.081	-0.002	0.010	0.000
CL	0.034	0.000	0.008	0.015	0.121	0.013	0.045	0.999	0.375	0.066	0.102	1.000	0.045	0.000	0.008	0.485
Freedom Index	0.299	-0.003	0.005	0.000	0.102	-0.001	0.006	0.000	0.091	0.001	0.004	1.000	**0.584**	**-0.009**	**0.009**	**0.000**
KOF	**1.000**	**0.060**	**0.006**	**1.000**	**1.000**	**0.101**	**0.018**	**1.000**	**1.000**	**0.127**	**0.012**	**1.000**	**1.000**	**0.058**	**0.009**	**1.000**
CPI	0.042	0.000	0.001	0.679	0.064	0.000	0.004	0.957	0.092	-0.001	0.002	0.003	**0.997**	**0.020**	**0.005**	**1.000**
Human Capital	**1.000**	**-3.142**	**0.357**	**0.000**	0.101	0.232	0.972	0.999	**1.000**	**-11.312**	**1.074**	**0.000**	**0.998**	**-2.741**	**0.665**	**0.000**
Employment	**0.519**	**-0.001**	**0.001**	**0.000**	**1.000**	**-0.040**	**0.006**	**0.000**	**0.738**	**0.083**	**0.055**	**1.000**	**1.000**	**-0.002**	**0.000**	**0.000**
Labor Productivity	**0.999**	**0.798**	**0.200**	**1.000**	0.407	0.392	0.554	0.997	0.293	-0.328	0.603	0.077	0.146	0.027	0.082	0.993
Trade Openness	**1.000**	**0.007**	**0.001**	**1.000**	0.107	0.000	0.001	0.000	**1.000**	**0.007**	**0.001**	**1.000**	**0.976**	**0.006**	**0.002**	**1.000**
Population	**0.999**	**0.708**	**0.189**	**1.000**	0.310	-0.240	0.512	0.073	0.310	-0.326	0.579	0.004	0.274	-0.070	0.132	0.000
Inflation	0.044	0.000	0.000	1.000	**0.850**	**-0.006**	**0.003**	**0.000**	0.072	0.000	0.001	0.000	0.060	0.000	0.000	0.002
Secondary Education	**1.000**	**0.016**	**0.004**	**1.000**	**0.999**	**-0.058**	**0.015**	**0.000**	0.350	0.005	0.009	1.000	**0.999**	**0.028**	**0.006**	**1.000**
Tertiary Education	**0.979**	**-0.018**	**0.006**	**0.000**	**0.776**	**0.055**	**0.036**	**1.000**	**1.000**	**-0.085**	**0.013**	**0.000**	0.046	0.000	0.002	0.289
Energy Productivity	0.038	-0.001	0.014	0.340	0.067	0.001	0.033	0.409	0.065	-0.005	0.056	0.122	**1.000**	**-0.333**	**0.073**	**0.000**
Dep. Variable: FDI	**EUROPE**				**AFRICA**				**AMERICA**				**ASIA**			
Independent Variables	**PIP**	**Post Mean**	**Post SD**	**Cond. Sign**	**PIP**	**Post Mean**	**Post SD**	**Cond. Sign**	**PIP**	**Post Mean**	**Post SD**	**Cond. Sign**	**PIP**	**Post Mean**	**Post SD**	**Cond. Sign**
GDP	0.354	0.067	0.117	0.978	**0.999**	**1.206**	**0.336**	**1.000**	0.140	0.073	0.304	0.731	**0.947**	**0.798**	**0.292**	**1.000**
Internet	**1.000**	**0.020**	**0.003**	**1.000**	**0.996**	**0.011**	**0.003**	**1.000**	0.104	0.000	0.001	0.716	0.102	0.000	0.001	0.947
Exchange Rate	**1.000**	**0.019**	**0.003**	**1.000**	**0.951**	**0.005**	**0.002**	**1.000**	**0.999**	**0.004**	**0.001**	**1.000**	0.247	0.001	0.002	0.989
PR	0.423	-0.053	0.071	0.000	0.075	-0.001	0.016	0.336	0.068	0.000	0.011	0.621	0.154	-0.013	0.038	0.012
CL	0.086	-0.004	0.025	0.162	0.117	0.007	0.027	0.952	0.093	-0.004	0.019	0.002	0.238	0.032	0.069	1.000
Freedom Index	0.080	0.000	0.002	0.966	0.082	0.001	0.003	0.999	**0.518**	**-0.008**	**0.009**	**0.000**	0.061	0.000	0.003	0.390
KOF	**1.000**	**0.067**	**0.011**	**1.000**	**1.000**	**0.052**	**0.012**	**1.000**	**0.906**	**0.039**	**0.018**	**1.000**	**1.000**	**0.109**	**0.013**	**1.000**
CPI	0.062	0.000	0.001	0.263	**0.892**	**0.019**	**0.009**	**1.000**	0.204	0.002	0.006	0.976	0.469	0.008	0.010	1.000
Human Capital	**0.996**	**-3.335**	**1.063**	**0.000**	0.499	-0.910	1.101	0.000	0.266	0.462	0.926	0.977	**0.646**	**-1.258**	**1.124**	**0.000**
Employment	0.297	0.014	0.025	1.000	**0.958**	**0.035**	**0.013**	**1.000**	**0.955**	**0.013**	**0.004**	**1.000**	**0.986**	**0.003**	**0.001**	**1.000**
Labor Productivity	**0.944**	**0.810**	**0.301**	**1.000**	0.151	-0.069	0.239	0.113	**0.970**	**1.509**	**0.364**	**1.000**	0.173	0.084	0.249	0.851
Trade Openness	0.354	0.001	0.001	0.999	**0.941**	**0.010**	**0.004**	**1.000**	0.078	0.000	0.001	0.485	**1.000**	**-0.012**	**0.002**	**0.000**
Population	0.431	0.088	0.129	0.990	**0.699**	**-0.614**	**0.510**	**0.000**	**0.943**	**0.765**	**0.287**	**1.000**	**0.888**	**-0.556**	**0.259**	**0.014**
Inflation	0.150	0.000	0.001	0.001	0.104	0.000	0.000	0.003	0.067	0.000	0.001	0.698	0.068	0.000	0.001	0.680
Secondary Education	**0.999**	**-0.041**	**0.008**	**0.000**	0.139	0.000	0.007	0.398	0.473	0.010	0.013	0.997	**0.691**	**-0.013**	**0.011**	**0.000**
Tertiary Education	0.337	-0.008	0.014	0.001	0.067	0.001	0.008	0.942	**0.998**	**0.110**	**0.027**	**1.000**	0.219	-0.004	0.008	0.001
Energy Productivity	**0.936**	**-0.554**	**0.218**	**0.000**	**0.840**	**-0.303**	**0.174**	**0.000**	0.295	-0.107	0.201	0.001	0.148	0.020	0.062	0.999

has a positive effect on FDI for transition countries while employment and secondary education have negative signs on FDI. Transition countries needs more qualified labor force to integrate with the modern world. Inflation is the last variable with negative posterior mean.

FDI on developed countries located in Eastern Europe is mainly affected from KOF globalization index, tertiary education, human capital, trade openness, exchange rate and Internet availability with PIP values higher than 0.99, and also from employment which has some effect on FDI with PIP value 0.74. [25] also investigated the determinants of FDI for Eastern European countries and economic stability, market size, infrastructure, and economic development is found effective in their work. The findings of this study and [25] are in match.

FDI on developing countries mainly located in Africa, Asia and America and they are related with 9 main factors: KOF globalization index, corruption perception index, secondary education, GDP, trade openness, exchange rate, energy productivity, human capital, employment with PIP values over 0.95. This result suggests that developing countries have a more complex structure with market size, globalization, semi-skilled labor force, and institutional quality is the most important factors for FDI in developing countries.

Table – 3 and Figure – 1 indicates that BMA results differ among continents. KOF globalization index, exchange rate, internet availability, human capital, labor productivity, energy productivity have PIP values over 0.90 and these variables are effective on the FDI flows in the European countries. The results for European countries also match with the [25]'s work as market size, institutional quality, infrastructure, and economic stability variables are found effective on FDI along with skilled labor force variables.

For African countries, KOF globalization index, GDP, Internet, employment, exchange rate, trade openness, corruption perception index, and energy productivity all of which have PIP values over 0.80, have an impact on FDI. This result is at the same line with [47]'s work (2006) as institutional variables, market size variables, and stability variables are found significant with the addition of human capital.

KOF globalization index, population, labor productivity, employment, exchange rate and tertiary education have PIP values over 0.90 with positive posterior means for American countries. Freedom Index also effective for FDI in American countries with PIP values over 0.50. These findings confirm the findings of [16, 20]'s works.

For Asian countries, five variables have PIP values over 0.80 which are KOF globalization index, trade openness, employment, GDP and population as in [10, 11]'s work. Secondary education and human capital, have PIP values over 0.60 for Asian countries.

Combining all of the results of BMA would provide a better understanding of similarities and differences by continent and by development level. The only common variable that attracts FDI is the KOF globalization index regardless of the development level or continent. Adaptability to globalization is the main determinant of the FDI and the integration to the world through globalization boosts FDI.

On the other side, some factors appeared to be specific for a continent or for a development level. Tertiary education is an example for this. Tertiary education serves as a proxy for the qualified labor force. While FDI in transition economies benefits from qualified labor force, it negatively affects developed countries and has no effect on developing countries. FDI in developing countries benefits from the secondary education which can be thought as a proxy for semi-skilled labor. This may be based on the fact that developing countries rely on semi-skilled labor force and lacks the impact of skilled labor force on the economy. Developed countries may also have sufficient number of skilled labors and no further improvement exists by having additional skilled labors. These countries should transfer their skilled labor force to other countries with the help of integrating to EU. Corruption is only effective in developing countries which clearly keep away FDI as corruption level increases. Transition countries and developed countries are not effected from corruption in terms of attracting FDI. Population which can be considered as a proxy for market size is not a factor economy groups.

Investigating the BMA results among continents also provide some information. Less corruption has a positive effect on FDI only in African countries. While secondary education is effective at European and Asian countries, tertiary education is effective on American countries. This result suggests that European countries benefits from the semi-qualified labors and Asian countries benefits from the qualified labors.

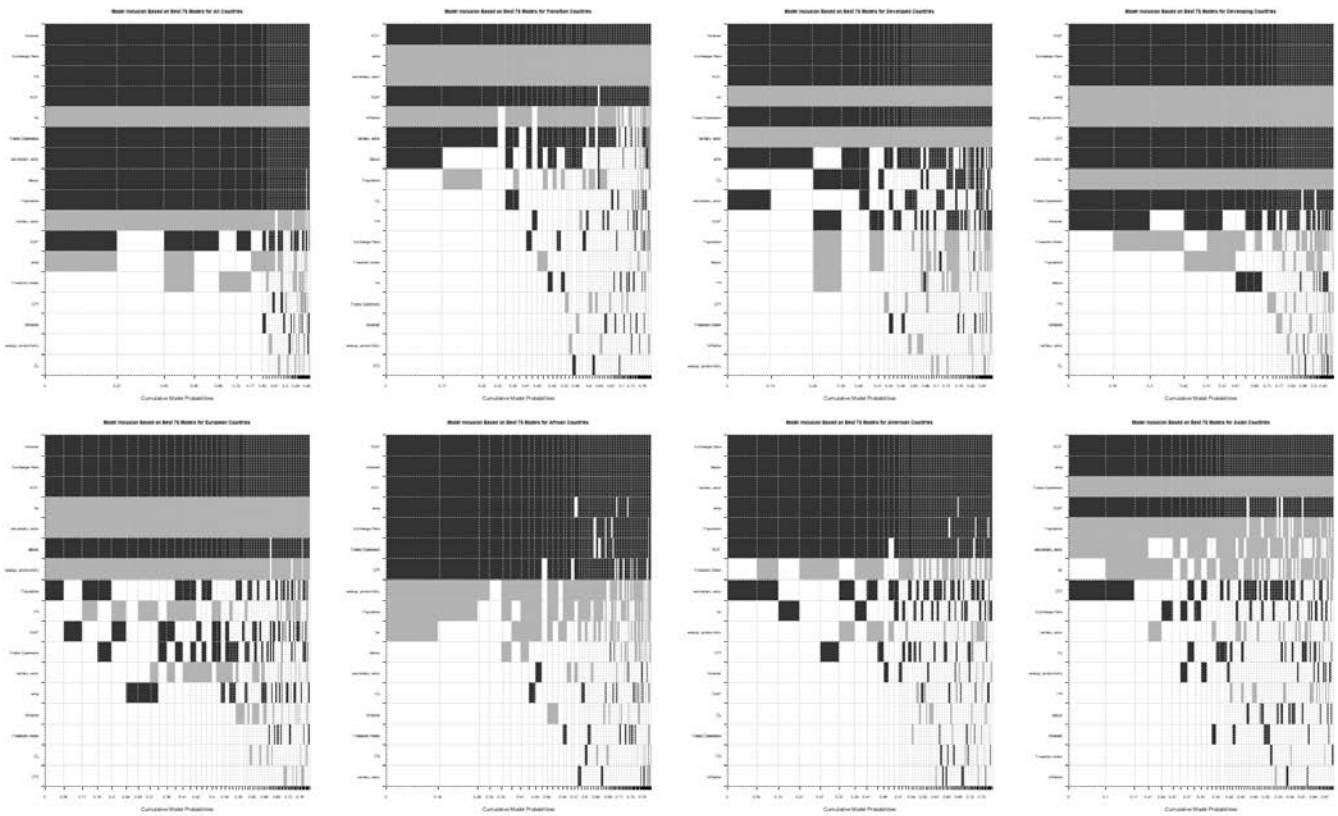


Figure 1. Model inclusion graph.

6 Conclusion

This study investigated the determinants of FDI in 55 countries from 4 different continents and from 3 different development levels within a panel data context with BMA. A dataset from various sources are constructed for the years of 1995-2019 for 55 countries.

BMA comes in handy when the number of independent variables are high and it provides a weighted average of all the possible results and gives more efficient and reliable results comparing to relying on a single model such as linear regression. Furthermore, this study aimed to reveal whether the determinants of FDI changes by continent or development level of a country. A separate BMA analysis is conducted for each development level and each continent and results are compared and econometric inferences are made based on the results.

BMA results revealed that determinants of FDI differed by continent and development level whereas KOF globalization index is the only variable that has an effect on FDI for each country group. This result suggests that integration to the global world is the most important factor to attract FDI. On the other side some factors appeared to be specific for a continent or for a development level. This leads to the requirement of constructing separate strategies by both MNCs and governments to maximize the benefits of FDI among continents and countries' development level.

References

[1] Jones J, Wren C. *Foreign Direct Investment and the Regional Economy*. Ashgate Publishing, Ltd.., Hampshire, 2006.

[2] Cohen, SD. *Multinational Corporations and Foreign Direct Investment*. Oxford University Press, New York, 2007.

[3] OECD. *OECD Benchmark Definition of Foreign Direct Investment'*. Fourth Edi. OECD Publishing, Paris, 2008.

[4] UNCTAD. *UNCTAD training manual on statistics for FDI and the operations of TNCs - volume 1.* , 2009.

[5] UNCTAD. *World Investment Report 2018: Investment and New Industrial Policies*, United Nations Publication, Geneva, 2018.

[6] Economou F, Hassapis C, Philippas N, and Tsionas M. "Foreign Direct Investment determinants in OECD and developing countries". *Review of Development Economics*, 21(3), 527–542, 2017.

[7] Ley E, and Steel MFJ. "Mixtures of g-priors for Bayesian model averaging with economic applications". *Journal of Econometrics*, 171(2), 251–266, 2012.

[8] Antonakakis N, Tondl G. "Do determinants of FDI to developing countries differ among OECD investors ?

Insights from Bayesian Model Averaging". FIW Working Paper, No. 76, FIW - Research Centre International Economics, Vienna, 2011.

[9] Buchanan BG, Le QV, Rishi M. "Foreign direct investment and institutional quality: Some empirical evidence". *International Review of Financial Analysis.* 21(24), 81–89, 2012.

[10] Solomon B, Ruiz I. "Political Risk, Macroeconomic Uncertainty, and the Patterns of Foreign Direct Investment". *The International Trade Journal*. 26(2), 181–198, 2012.

[11] Masron TA, Nor E. "FDI in ASEAN-8: Does institutional quality matter?" *Applied Economics Letters*. 20(2), 186–189, 2013.

[12] Chakrabarti A. "The Determinants of Foreign Direct Investment : Sensitivity Analyses of Cross-Country Regressions". *Kyklos*. 54(1), 89–114, 2001.

[13] Habib M, Leon Z. "Corruption and Foreign Direct Investment". *Journal of International Business Studies*. 33(2), 291–307, 2002.

[14] Kinda T. "Foreign ownership, sales to multinationals and firm efficiency: the case of Brazil, Morocco, Pakistan, South Africa and Vietnam". *Applied Economics Letters*. 19(6), 551–555, 2012.

[15] Kok R, Ersoy BA. "Analyses of FDI determinants in developing countries". *International Journal of Social Economics*. 36(1/2), 105–123, 2009.

[16] Bengoa M, Sanchez-Robles B. "Foreign direct investment, economic freedom and growth: New evidence from Latin America". *European Journal of Political Economy*. 19(3), 529–545, 2003.

[17] Busse M, Hefeker C. "Political risk, institutions and foreign direct investment". *European Journal of Political Economy*. 23(2), 397–415, 2007.

[18] Eicher TS, Helfman L, Lenkoski A. "Robust FDI determinants: Bayesian Model Averaging in the presence of selection bias". *Journal of Macroeconomics*. 34(3), 637–651, 2012.

[19] Mathur A, Singh K. "Foreign direct investment, corruption and democracy". *Applied Economics*. 45(8), 991–1002, 2013.

[20] Sánchez-Martín ME, De Arce R, Escribano G. "Do changes in the rules of the game affect FDI flows in Latin America? A look at the macroeconomic, institutional and regional integration determinants of FDI". *European Journal of Political Economy*. 34 279–299, 2014.

[21] Blonigen BA, Piger JM. "Determinants of foreign direct investment". *Canadian Journal of Economics*. 47(3), 775–812, 2014.

[22] Eicher TS, Papageorgiou C, Raftery AE. "Determining Growth Determinants: Default Priors and Predictive Performance in Bayesian Model Averaging". Washington, August 2007, CSSS Working Paper #76, 2007.

[23] Moosa IA. FDI Theory, Evidence and Practice. Chippenham, Wiltshire, UK, Palgrave Macmillan, 2002.

[24] Páez L. Liberalizing Financial Services and Foreign Direct Investment: Developing Framework for Commercial Banking FDI. New York, USA, Palgrave Macmillan, 2011.

[25] Bitzenis A. The Balkans: Foreign Direct Investment and EU Accession. 1st Edition, New York, USA, Routledge., 2016

[26] Faeth I. "Determinants of foreign direct investment - A tale of nine theoretical models". *Journal of Economic Surveys*. 23(1), 165–196, 2009.

[27] Hymer SH. The international operations of national firms: A study of direct foreign investment, Cambridge, Mass: MIT Press, 1976.

[28] Vernon R. "International Investment and International Trade in the Product Cycle". *The Quarterly Journal of Economics*. 80(2), 190–207, 1966.

[29] Caves R. "International Corporations: The Industrial Economics of Foreign Investment". *Economica*. 38(149), 1–27, 1971.

[30] Daniels J, Radebaugh L, Sullivan D. International Business: Environments and Operations. 10th Edi. Upper-Saddle River, NJ, Prentice-Hall, 2004.

[31] Buckley PJ, Casson M. The future of the multinational enterprise. London, UK, McMillan, 1976.

[32] Dunning JH. Trade, location of economic activity and multinational enterprises. in: Int. Prod. Multinatl. Corp., 1981.

[33] Dunning JH. Trade, Location of Economic Activity and the MNE: A Search for an Eclectic Approach. in: G. Allen&Unwin (Ed.), Int. Firm, pp. 61–79, 1999.

[34] Billington N. "The Location of Foreign Direct Investment: An Empirical Analysis". *Applied Economics*. 31(1), 65–76, 1999.

[35] Janicki HP, Wunnava PV. "Determinants of foreign direct investment: empirical evidence from EU accession candidates". *Applied Economics*. 36(5), 505–509, 2004.

[36] Vijayakumar N, Sridharan P, Rao KCS. "Determinants of FDI in BRICS countries: A panel analysis". *International Journal of Business Science and Applied Management*. 5(3), 1–13, 2010.

[37] Bilgili F, Tülüce NSH, Doğan İ. "The determinants of FDI in Turkey: A Markov Regime-Switching approach". *Economic Modelling*. 29(4), 1161–1169, 2012.

[38] Kolstad I, Wiig A. "What determines Chinese outward FDI?". *Journal of World Business*. 47(1), 26–34, 2012.

[39] Sethi D, Guisinger SE, Phelan SE, Berg DM. "Trends in foreign direct investment flows: a theoretical and empirical analysis". *Journal of International Business Studies*. 34(4), 315–326, 2003.

[40] Bellos S, Subasat T. "Governance and foreign direct investment: a panel gravity model approach". *International Review of Applied Economics*. 26(3), 303–328, 2012.

[41] Cuyvers L, Soeng R, Plasmans J, Van Den Bulcke D. "Determinants of foreign direct investment in Cambodia". *Journal of Asian Economics*. 22(3), 222–234, 2011.
[42] Arbatli E. "Economic Policies and FDI Inflows to Emerging Market Economies", IMF Working Papers, 2011.
[43] Kinda T. "On the Drivers of FDI and Portfolio Investment: A Simultaneous Equations Approach". *International Economic Journal*. 26 (February 2015), 1–22, 2012.
[44] Cavallari , D'Addona S. "Business cycle determinants of US foreign direct investments". *Applied Economics Letters*. 20(10), 966–970, 2013.
[45] Asiedu E, Lien D. "Democracy, foreign direct investment and natural resources". *Journal of International Economics*. 84(1), 99–111, 2011.
[46] Okafor G, Webster A. Foreign Direct Investment in Transition Economies of Europe and the Former Soviet Union. in: J. Hölscher, H. Tomann (Eds.), Palgrave Dict. Emerg. Mark. Transit. Econ., 1st edition, Palgrave Macmillan, Londonpp. 133–152, 2015.
[47] Asiedu E. "Foreign direct investment in Africa: The role of natural resources, market size, government policy, institutions and political instability". *The World Economy*. 29(1), 63–77, 2006.
[48] [48] United Nations. World Economic Situation and Prospects 2018. United Nations Publication, New York, 2018.
[49] Hoeting JA, Madigan D, Raftery AE, Volinsky CT. "Bayesian model averaging: A tutorial". *Statistical Science*. 14(4), 382–401, 1999.
[50] Ley E, Steel MFJ. "On the effect of prior assumptions in Bayesian model averaging with applications to growth regression". *Journal of Applied Econometrics*. 24(4), 651–674, 2009.
[51] Raftery AE, Madigan D, Hoeting J. "Bayesian model averaging for linear regression models". *Journal of the American Statistical Association*. 92(437), 179–191, 1997.
[52] Eicher TS, Papageorgiou C, Raftery AE. "Default priors and predictive performance in bayesian model averaging, with application to growth determinants". *Journal of Applied Econometrics*. 26, 30–55, 2011.
[53] Koop G. Bayesian Econometrics, John Wiley & Sons, UK, 2003. .
[54] Fernández C, Ley E, Steel MFJ. "Benchmark priors for Bayesian model averaging". *Journal of Econometrics*. 100(2), 381–427, 2001.
[55] Magnus JR, Powell O, Prufer P. "A comparison of two model averaging techniques with an application to growth empirics". *Journal of Econometrics*. 154(2), 139–153, 2010.
[56] De Luca G, Magnus JR. "Bayesian model averaging and weighted-average least squares: Equivariance, stability, and numerical issues". *Stata Journal*. 11(4), 518–544, 2011.

Sürdürülebilir Müşteri İlişkileri Yönetimi İçin Müşteri Bildirim Portalının (MBP) Geliştirilmesi

Cemil ÇELİK_1[1]*, Batuhan MOLLAALİOĞLU_2[2], Dorukhan BAYRAK_3[3]

[1,2,3]*Dinçer Lojistik A.Ş., Ar-Ge Merkezi, İstanbul, TÜRKİYE*

Özet

Günümüz yoğun rekabet ortamında firmalar, hedef tüketicilerine gönderecekleri mesajlar için en etkili iletişim kanallarını seçmek ve doğru kullanmak zorundadırlar. Müşteri bildirim yönetimi; mevcut müşteriler ile sürdürülen ilişkileri geliştirmek, yeni müşteriler kazanmak ve tüm müşterilerin elde tutulmasını sağlamak amacıyla, doğru hizmeti, doğru zamanda ve doğru noktada sunmak için geliştirilen bir sistemdir. Müşteri bildirimleri, eğer iyi yönetilmezse müşteri memnuniyetsizliğine yol açmakta ve firmalar için müşteri kayıpları gerçekleşmektedir. Ayrıca müşterilerin şikâyet, öneri ve taleplerinin etkin bir şekilde tek bir merkezden yönetilememesi, olası problem durumlarındaki refleksin güçlendirilmesi, kalite standartlarına uyum ve pazar rekabet gücünü geliştirmek çalışmanın ana ihtiyaç konusunu oluşturmuştur. Bu çalışmada; müşterileri, depoları ve aktarma merkezlerine sahip 3.parti lojistik hizmeti sunan bir firmada, müşteri bildirim portalının geliştirilmesi hedeflenmiştir. Çalışmanın ilk aşamasında; örnek müşteri yönetim sistemleri incelenmiş ve şirket kültürüne en uygun yapının tasarlanması ve yönetilmesi ile ilgili akış şemaları oluşturulmuştur. Çalışmanın ikinci aşamasında; verilerin sürekli yedeklerinin alındığı ve aksi durumda istenilen zamanda yedeğe dönüş imkânı olan ve dinamik servis talebi tekniği kullanılarak MBP PowerApps portalı geliştirilmiştir. Servis talebi tekniğinde javascript ve C# kullanılmıştır. Ayrıca portal geliştirmelerinde jquery ile süreçlere uygun kod geliştirmeleri yapılmıştır. Çalışmanın üçüncü aşamasında firmanın kullandığı nakliye yönetim sistemi ile API veri birleştirmeleri yapılmış ve kullanıcıların sipariş-sefer detaylarını görmeleri sağlanmıştır. Ayrıca raporlama için MBP-Power BI veri birleştirmeleri yapılarak MBP' deki veriler üzerinden Power BI raporlarının alınması sağlanmıştır. Çalışmanın dördüncü aşamasında müşteri bildirim portalının optimum düzeyde işleyişini sağlayacak, kullanıcı dostu bir ara yüz tasarlanmıştır. Çalışma sonucunda Dinçer Lojistik Ar-Ge Merkezi tarafından müşteri ilişkilerinin tüm süreçlerinin izlenebilmesi, tek bir çatı altında toplanması, tüm şikâyet, öneri ve taleplerin etkin bir şekilde yönetilmesi sağlayan yenilikçi bir portal geliştirilmiştir. Bu çalışma kapsamında müşterilere verilecek kullanıcı hesapları ile müşterilerin aktif olarak sürece dahil olmaları sağlanmış, müşteri memnuniyeti maksimuma çıkarılmış, müşteri sadakati artırılmış, karlılık artırılmış ve en önemlisi Dinçer Lojistik bünyesinde tüm birimlerin aynı dili konuşması sağlanarak birimler arasında verimlilik artırılmıştır. Ayrıca sistem üzerinde sağlanacak raporlar ile müşteri özelinde tahminlemeler yapılmış ve izlenecek yolun daha ayrıntılı analiz edilmesi sağlanmıştır. Bu çalışmanın gerek şikâyet yönetimi literatürüne gerekse akademik eğitimde ve araştırmalara katkıda bulunulması beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: *Bildirim-Şikâyet Yönetimi, Lojistik, Müşteri İlişkileri Yönetimi, Portal.*

Development of Customer Notification Portal (CNP) For Sustainable Customer Relationship Management

Abstract

In today's intense competitive environment, companies must choose and use the most effective communication channels for the messages they will send to their target consumers.

* İletişim e-posta: cemil.celik@dincerlojistik.com

Customer notification management is a system developed to provide the right service at the right time and at the right point in order to improve the relationships maintained with existing customers, to gain new customers and to provide that all customers are retained. If customer notifications are not managed well, customer dissatisfaction occurs and customer losses occur for companies. Also, the inability to effectively manage customers' complaints, suggestions and demands from a single center, to strengthen the reflex in possible problem situations, to comply with quality standards and to improve market competitiveness have been the main issue of the study. In this study, it is aimed to develop the customer notification portal in a company that provides 3rd party logistics services with its customers, warehouses and transfer centers. In the first stage of the study, exemplary customer management systems were examined and flow charts were created for the design and management of the most appropriate structure for the company culture. In the second stage of the study, CNP PowerApps portal has been developed by using the dynamic service request technique where continuous backups of the data are taken and otherwise possible to return to a backup at any time. JavaScript and C# are used in the service request technique. Also, code developments in accordance with the processes were made with jquery in portal developments. In the third stage of the study, API data mergers were made with the transportation management system used by the company and users were enabled to see the order-voyage details. In addition, CNP-Power BI data mergers were made for reporting and Power BI reports were obtained from the data in CNP. In the fourth stage of the study, a user-friendly interface was designed to provide the optimum operation of the customer notification portal. As a result of the study, an innovative portal was developed by Dinçer Logistics R&D Center to monitor all processes of customer relations, gather them under a single roof and effectively manage all complaints, suggestions and requests. In this scope of work, by giving user accounts to customers, it has been provided that they are actively involved in the process, customer satisfaction has been maximized, increased customer loyalty and profitability and most importantly, productivity has been increased between units by ensuring that all units within Dinçer Logistics speak the same language. Also, with the reports to be provided on the system, customer-specific estimations were made and the path to be followed was analyzed in more detail. Also, customer specific estimations were made with the reports to be provided on the system and a more detailed analysis of the path to be followed was provided. It is expected that this study will contribute to both the complaint management literature and academic education and research.

Keywords: *Customer Relations Management, Logistics, Notification Management, Portal.*

1 Giriş

Günümüzde firmaların depolama ve taşımacılık şirketi seçimlerini etkileyen kilit faktör müşteri hizmetleridir. Müşteri hizmetlerinin bir yönü; çalışanların iletişimi, güvenilirlik, içtenlik ve zamanında olma gibi faktörleri kapsarken diğer yönü, şirketlerin müşteri şikâyetlerini ele alma biçimiyle ilgilidir. Firmalar, çoğu zaman şirket tercihlerini hem satış sırasında verilen hizmet düzeyine göre hem de meydana gelen bir soruna yönelik alabilecekleri müşteri hizmet düzeyine ilişkin algılarına dayanarak yapmaktadır. Dolayısıyla müşteri şikâyetlerin telafisini hızlı ve etkili biçimde sürekliliğini sağlayan, firmaların memnuniyetsizliğine yol açabilecek potansiyel durumu öngören ve şikâyet yönetim politikalarıyla sektörde tanınırlığı olan şirketlerin müşteri sadakatini geliştirme ve rekabet ortamında pazar paylarını arttırma olasılıkları daha yüksektir.

Şikâyet yönetimini etkili bir şekilde yapan işletmeler, bu olumsuz durumu kendi lehlerine çevirebilir ve müşteri ilişkilerini daha da geliştirerek daha sadık müşteriler yaratılmasına katkı sağlayabilir. Ancak bu süreç kolay bir süreç değildir. Şikâyet yönetimi süreci doğası gereği ürün ve hizmet işletmelerinde farklı yürütülebilir. Dolayısıyla, şikâyet yönetim süreci ve şikâyete yönelik çözüm önerileri sektörden sektöre değişiklik gösterebilir. Bu çalışmada, müşteri şikâyet yönetimi, hizmet sektörü açısından ele alınmıştır.

Bu çalışma Dinçer Lojistik Ar-Ge Merkezinde yürütülmüş olup, çalışma kapsamında müşteri bildirim portalının geliştirilmesi ile ilgili literatür

taraması yapılmış ve ISO10002 kalite standartlarına uygun bildirim portalının geliştirilmesi amaçlanmıştır. Çalışmanın ilk aşamasında literatür taraması yapılarak kullanılacak yöntemler belirlenmiştir. Çalışmanın ikinci aşamasında veri tabanı üzerinde verilerin sürekli yedeklerinin alındığı ve aksi durumda istenilen zamanda yedeğe dönüş imkânı olan ve dinamik servis talebi tekniği kullanılarak MBP portalı geliştirilmiştir. Çalışmanın üçüncü aşamasında nakliye yönetim sistemi ile API veri birleştirmeleri yapılmış ve kullanıcıların sipariş-sefer detaylarını görmeleri sağlanmış ve Power BI veri birleştirmeleri yapılarak MBP' deki veriler üzerinden Power BI raporlarının alınması sağlanmıştır. Çalışmanın son aşamasında ise uygulamanın canlıya alınması ile elde edilen avantajlara ve kazanımlara değinilmiştir.

2 Literatür Taraması

MBP süreci kapsamında literatür taraması yapıldığında, çok az sayıda yayına rastlanılmıştır. Lojistik sektöründe müşteri bildirimlerinin yönetilmesi ve sonuçlandırılması ile ilgili yöntemler şu şekildedir.

2.1 Lojistik Sektöründe Müşteri Şikayetleri

Rekabetin artması ile şirketler müşteri ilişkileri tabanını, ilişki pazarlaması yaklaşımlarını kullanarak varlığını sürdürmek için uzun vadeli stratejiler üzerinde yoğunlaşmaktadır. Sürekli büyümenin önemli olduğu bir dönemde şirketlerin müşteri tabanını koruma ve genişletme ihtiyacı doğmuştur. Bu noktada şirketler, şikâyet sürecinin önem vererek itibarlarına zarar verebilecek şikâyet yanıtları alma olasılığını azaltmak tüketici alıcı şikâyetlerine cevap vermede uygun politika ve prosedürleri geliştirmeleri gerekmektedir (Hansen, 1997). Literatür araştırması yapıldığında bu alanda kısıtlı yayın yapıldığı görülmektedir. Harvard Üniversitesince yapılan bir araştırmaya göre, müşteri kaybındaki %5' lik bir azalmanın, firma karını iki kat etkilediği belirtilmiştir. Yeni müşteri bulmanın maliyetleri göz önüne alındığında, birçok firma için temel problem müşterinin devamlılığı olacaktır. Müşteri kaybı hiçbir uyarı vermeden oluştuğu için baş edilmesi zor bir problemdir. Firma olan ilişkisini kesmekte olan bir müşterinin ikna edilmesi de oldukça zor olmaktadır (Oğuzlar, 2004). Goodman ve Newman çalışmasında müşterilerin ürün ve servislere ilişkin pozitif ve negatif tecrübelerini diğer müşterilerle paylaştığını bildirmiş olup bildirimlerin pozitif iletişim, pazar payı ve gelir artışı olarak etkisini gösterirken tersi biçimde negatif söylemler de pazarın zarar görmesine ve gelir kaybına yol açtığını bildirmiştir. Ayrıca hoşnut olmayan şikayetçilerin, hoşnut kalan şikayetçilerin yaptıkları pozitif söylemlerin iki katı kadar negatif söylemde bulunduğu da belirtmiştir (Goodman ve Newman, 2003). Davidow çalışmasında dile getirilmeyen şikayetlerin, mutsuz ayrılan müşterileri birer kötü niyet elçisine dönüştürdüğünü bildirmiştir (Davidow; 2003). Bell vd., geri bildirim kavramı bireysel, organizasyonel ve sistem performansının anlaşılmasında oldukça önem taşıdığını bildirmiştir. Ayrıca müşteri şikâyeti, negatif müşteri geri bildirimi olarak tanımlanabildiğini bildirmiştir (Bell vd., 2004). Tanrısevdi çalışmasında en az dokuz kişi ile paylaşılan tatminsizliğin internet kullanımıyla daha fazla potansiyel müşteriyle olumsuzluğun paylaşılmasını olanaklı kıldığını bildirmiş ve daha önce yapılan çalışmalarda ortaya çıkan bir diğer önemli konunun da müşteri şikayetlerinin yarısına yakının (%43) işgören kaynaklı olduğunu bildirmiştir (Tanrısevdi, 2008). Özkaynar çalışmasında alınan ürünün hatalarından herkesi haberdar etmenin gerekli olduğu görüşüne katılan tüketicilerin toplam oranı yüzde 94 gibi büyük bir orana ulaştığını bildirmiştir (Özkaynar, 2010). Demirel müşteri şikâyet yönetiminin amaçlarını pazarlama ve işletme amaçları olarak iki grup altında toplamaktadır. Ayrıca işletmenin amaçları arasında müşteri şikayetleri sayesinde pazar değişimlerini keşfedebilmek, teknik kaliteyi geliştirmek, şikayetleri ile ilgili erken uyarı işaretlerini fark etmek, personelin müşterilerle olan ilişkilerinin düzeyini belirlemek ve müşteri ilişkileri yönetiminde işletme kaynaklarının daha rasyonel kullanılmasını sağlamak olduğunu bildirmiştir (Demirel, 2017).

2.2 Kullanılan Tekniklerin Seçimi

Çalışma kapsamında portalın geliştirilmesine başlamadan önce ilk aşamada kullanılacak yazılım dili ve ikinci aşamada ise kullanılacak yöntemler belirlenmiştir.

Birinci aşamada; servis talebi tekniğinde javascript ve C# kullanılmıştır. Kullanım kolaylığının yanı sıra işlevsel oluşundan dolayı Javascript tercih edilmiştir. C# ise Microsoft firmasının bir ürünü olmakla birlikte, günümüz koşulları dikkate alındığında, yeterli dokümantasyonun olması, yazılımcılar arasında çok tercih edilen bir dil olması, kolay öğrenilmesi, gramer yapısının basit olması sebebiyle tercih edilmiştir.

İkinci aşamada; portal geliştirmelerinde jquery ile süreçlere uygun kod geliştirmeleri yapılmıştır. Jquery bir Javascript kütüphanesi olup piyasada pek çok kişi tarafından gerek kullanım kolaylığı gerekse çalışma hızı yüzünden tercih edildiği için kullanılmıştır.

Üçüncü aşamanın ilk adımında; firma tarafından kullanılan nakliye yönetim sistemi ile bağlantının sağlanması ve karmaşıklığı yazılım geliştiricilerden gizleyen, kodları düzenleyen ve bileşenleri yeniden kullanılabilir hale getiren bir mekanizma olan Uygulama Programlama Arayüzü tekniği (API-Application Programming Interface) kullanılmıştır. İkinci adımında matematiksel modeller oluşturularak birbirinden bağımsız veri kaynaklarınızı tutarlı, görsel olarak sürükleyici ve etkileşimli öngörülere dönüştürmenizi sağlamak için Power BI kullanılmıştır. Üçüncü adımda kolay erişilebilir sekmeler, göz yormayan bir tema ve kullanıcının nerede ne bulabileceğini kolaylıkla görebilmesini sağlayan kullanıcı dostu ekranlar geliştirilmiştir.

3 Materyal ve Metot

Müşteri bildirim portalının geliştirilmesinde birçok farklı yöntem birlikte kullanılmıştır. Bu yöntemler bildirim portalının aşamalarını oluşturur.

3.1 Jquery Kütüphanesinin Kullanımı

JQuery, John Resig tarafından 2006'da daha az yaz, daha fazlasını yap sloganıyla geliştirilmiş hızlı ve özlü bir JavaScript kütüphanesidir. Kütüphane hızla tanınarak web uygulamalarını oluşturmak için kullanılan en popüler teknolojilerden biri haline gelmiştir.

Günümüzde çoğu JavaScript web uygulaması temel tarayıcı API lerinin üstünde kullanışlı işlevler sağlamak için kütüphaneler kullanmaktadır ve bu kütüphaneler genellikle genel dinamik dil özelliklerini yoğun olarak kullanmaktadırlar.

İyi bir geliştirme çerçevesi olarak JQuery, geliştiricilerin normalde 20 satır kodla yapılan işi 3 satırda yapmasına imkân veren bir JavaScript kütüphanesidir. Bir araştırma ilk 10 milyondaki web sitelerinin %58 nin JQuery kütüphanelerini kullandığını ve bunun piyasada JavaScript kütüphanelerinin %93,4 ünü oluşturduğunu göstermiştir (Andreasen ve Moller, 2014).

Jquery kütüphanesi; HTML ve DOM nesnelerinin kolaylıkla işlenmesini, CSS işlemleri hakkındaki tüm formları oluşturma, HTML olay metotlarını işleme, siteler üzerinde çeşitli efekt ve animasyonların oluşturulması, AJAX sitelerinin tüm açıkları için çözüm üretme, hizmet programlarının geliştirilmesini sağlamaktadır.

Dünya üzerindeki en büyük sitelerden olan, Google, Facebook ve Microsoft IBM gibi uygulamaların tamamı, yazılım geliştirmeleri esnasında Jquery kütüphanesini tercih etmektedir.

Sonuç olarak; JQuery ayrı bir JavaScript kütüphanesi olmasına rağmen bu kütüphaneyi kullanabilmek için temel seviyede JavaScript bilmek ve kütüphanenin kod düzenine aşina olmak gerekir.

3.2 API Tekniğinin Kullanımı

API, karmaşıklığı yazılım geliştiricilerden gizleyen, kodları düzenleyen ve bileşenleri yeniden kullanılabilir hale getiren bir mekanizmadır.

API üzerine ilk olarak ingiliz bilgisayar bilimcileri Wilkes ve Wheeler, 1940'larda EDSAC (Electronic Delay Storage Automatic Calculator) bilgisayarı için ilk çalışmaya başlamıştır. Joshua Bloch, Wilkes ve Wheeler'ın API'yi "son zamanlarda icat ettiklerini", çünkü icat edilmekten çok keşfedilen bir kavram olduğundan bahseder. "Uygulama Programı Arayüzü (Application Program Interface" terimi ilk olarak 1968'de bir AFIPS (American Federation of Information Processing Societies) konferansında sunulan uzak bilgisayar grafikleri için veri yapıları ve teknikleri adlı bir makalede kaydedilmiştir (Berber, 2020).

Teknik olarak API, iki uygulamanın birbiriyle konuşmasına olanak tanıyan bir yazılım aracısı olan Uygulama Programlama Arayüzü 'nün kısaltmasıdır. Örneğin, cep telefonunuzdaki bir uygulamayı kullandığınızda, uygulama internete bağlanır ve verileri bir sunucuya gönderir. Ardından sunucu bu verileri alır, yorumlar, gerekli eylemleri gerçekleştirir ve telefonunuza geri gönderir. Sonrasında uygulama bu verileri yorumlar ve istediğiniz bilgiyi okunabilir bir şekilde size sunar. Tüm işlemlerin hepsi API aracılığıyla olur.

3.3 PowerBI Uygulamasının Kullanımı

İş Zekâsı, işlenmemiş veriyi anlamlı ve kullanışlı hale getirmekte kullanılan uygulamalara, yöntemlere verilen addır. İş Zekâsı dendiğinde günümüzde zihnimizde çoğunlukla bu iş için oluşturulmuş sistemler canlanıyor olsa da gerçekte bu tanım bilgisayar icadından dahi önceye dayanmaktadır. 'BI' sözcüklerine ilk kez 1865 senesinde Richard Millar Devens'in Cyclopædia of Commercial and Business Anecdotesadlı yapıtında

yer verilmiştir. R. Devens bu sözcükleri, kaynaklardan ivedilikle bilgileri alıp analiz etmesinin ardından kararlar alarak oldukça fazla kazanan Henry Furnese isimli bir banka çalışanının gerçekleştirdiklerini anlatmak amacıyla kullanmıştır. Furnese'in bahsi geçen devirde yaptığı üzere, bilgiyi ivedilikle toplayıp, derledikten sonra bunlar üzerinden tutarlı kararlar alabilmek günümüzde tüm İş Zekâsı sistemlerinin temel amacıdır.

Power BI, Microsoft'un Bulut Teknolojisi olan Office 365 ile kullanılmaya başlanmıştır. Kullanımının kolay olması sebebi ile Microsoft tarafından daha çok teknik personeli olmayan kişilerinde rahatlıkla kullanılabileceği şekilde dizayn edilmiştir. Güçlü, interaktif, görsel raporlar ve çalışma alanları kısa sürede yapılabilmektedir (Anonim, 2017).

Power BI; Dynamics 365, Salesforce, Azure SQL DB, Excel ve SharePoint gibi yüzlerce desteklenen şirket içi ve bulut tabanlı kaynaktan verilere erişime olanak sağlamaktadır. Otomatik, artımlı yenilemelerle her zaman güncel analiz ve raporlara ulaşılmasını mümkün kılan Power BI, geniş çaplı senaryolar için eyleme dönüştürülebilir içgörüler geliştirmenizi sağlamaktadır.

Power BI uygulaması kullanılarak gerçekleştirilen bir çalışmada (Claudiu vd., 2017), büyük verilerle çalışan bir firmada karar verme sürecini otomatize etmek amaçlanmıştır. Verinin depolanması, işlenmesi ve sonrasında raporlanıp analiz edilmesi aşamalarında daha önce kullanılan yöntemlerle karşılaştırıldığında oldukça iyileşme sağlandığı gözlenmiştir.

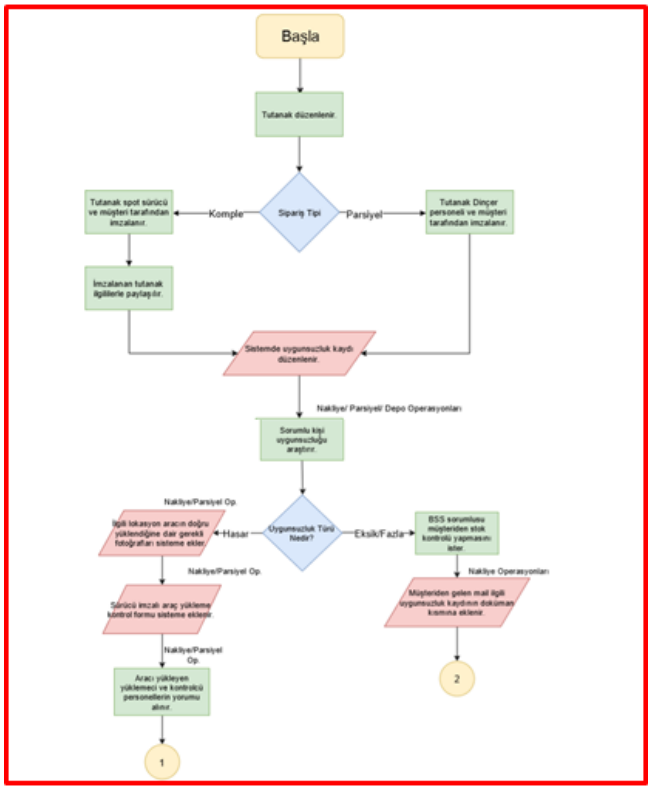
3.4 Bootstrap Tekniğinin Kullanımı

Bootstrap, 2011'de açık kaynak kodlu olarak piyasaya çıkmıştır. Sonraki yıllar versiyon geçişleri ile yayınlanmaya devam etmiştir.

Bootstrap, web projeleri üretmek için kullanılan en popüler html, css ve javascript kütüphanelerinden biridir. Web projelerinin mobil cihazlara uyumlu olmasını öncelik haline getirmiş bir framework'tür. Burada şöyle bir soru sorulabilir: "Html, css ve javascript biliyorum. Niye bir framework kullanmaya ihtiyacım olsun ki?". Evet bu dilleri bilen biri başka bir framework'e ihtiyaç duymadan web projesi geliştirebilir. Ama bootstrap kullanıldığı zaman hem projeler arasında tekrarlanan bileşenler tekrar tekrar yazılmaz, hem yapılan web projesi farklı ekran boyutlarına sahip her cihazda düzgün şekilde çalışır, projeler arasında tutarlılık sağlanır ve projelerin her tarayıcıda sorunsuz çalışacağı garanti altına alınmış olur. Yani kısa sürede, uyumlu ve tutarlı, iyi bir tasarıma sahip bir web projesi geliştirilmek istendiği zaman, Bootstrap en iyi seçim olacaktır.

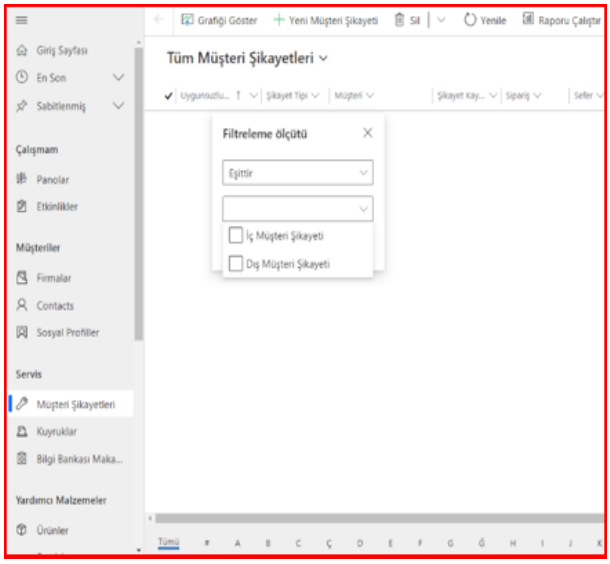
4 Bulgular ve Tartışma

Çalışmanın ilk aşamasında ISO10002 Kalite Yönetimi ve örnek müşteri yönetim sistemleri ele alınarak analizler yapılmış ve şirket kültürüne en uygun yapının tasarlanması ve bu kapsamda süreçler, yazılımsal ihtiyaçlar, yazılım mimarisi ve süreç bazlı akış şemaları oluşturulmuş ve örnek bir akış diyagramı Şekil 1'de gösterilmiştir.



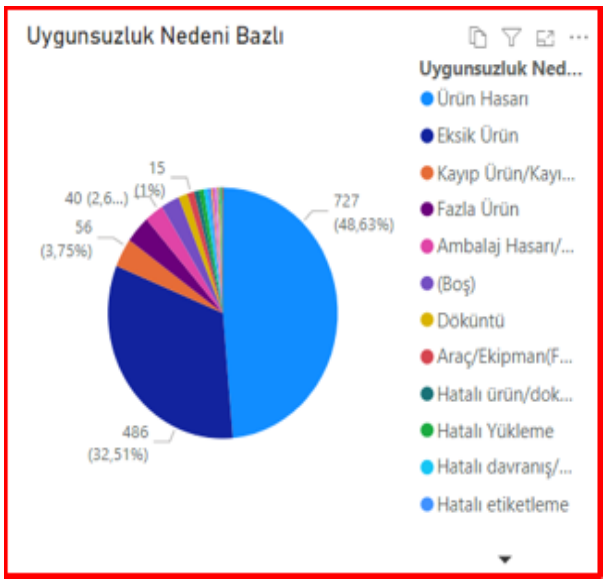
Şekil 1.Süreç bazlı akış diyagramların oluşturma

Çalışmanın ikinci aşamasında; verilerin sürekli yedeklerinin alındığı ve aksi durumda istenilen zamanda yedeğe dönüş imkânı olan ve dinamik servis talebi tekniği kullanılarak MBP PowerApps portalı geliştirilmiştir. Servis talebi tekniğinde javascript ve C# kullanılmıştır. Ayrıca portal geliştirmelerinde jquery ile süreçlere uygun kod geliştirmeleri yapılmış ve hazırlanan ekran Şekil 2 'de gösterilmiştir.

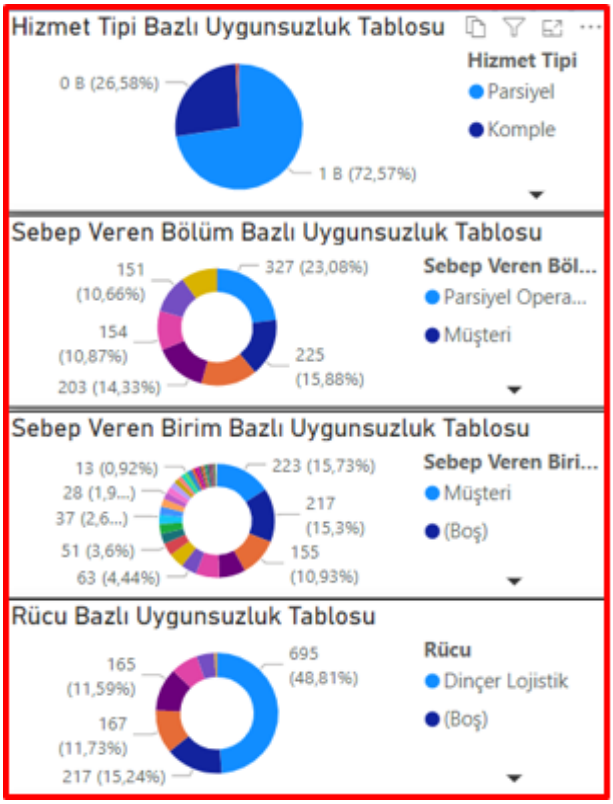


Şekil 2. Müşteri Bildirim Portalı

Çalışmanın üçüncü aşamasında firmanın kullandığı nakliye yönetim sistemi ile API veri birleştirmeleri yapılmış ve kullanıcıların sipariş-sefer detaylarını görmeleri sağlanmıştır. Ayrıca raporlama için MBP-Power BI veri birleştirmeleri yapılarak MBP' deki veriler üzerinden Power BI raporlarının alınması sağlanmış ve Şekil 3 ve Şekil 4'te gösterilmiştir.



Şekil 3. PowerBI Uygunsuzluk nedenleri.



Şekil 4. Farklı tiplerde uygunsuzlukların gösterimi

Çalışmanın dördüncü aşamasında müşteri bildirim portalının optimum düzeyde işleyişini sağlayacak, kullanıcı dostu bir ara yüz tasarlanmıştır. Çalışma sonucunda Dinçer Lojistik Ar-Ge Merkezi tarafından müşteri ilişkilerinin tüm süreçlerinin izlenebilmesi, tek bir çatı altında toplanması, tüm şikâyet, öneri ve taleplerin etkin bir şekilde yönetilmesi sağlayan yenilikçi bir portal geliştirilmiştir.

Geliştirilen bu sistemin uygulanması ile;

- Tüm müşteri ilişkileri süreçlerinin tek bir çatı altında toplanması,
- Müşterilere verilecek kullanıcı adı ve şifreler ile, müşterilerin de aktif olarak sürece dahil olmaları,
- Müşteri memnuniyetinin artışı,
- Müşteri sadakatinin ve karlılığının artışı,
- Yeni müşterilerin kazanılması,
- Müşteri özelinde izlenecek yolun daha ayrıntılı halde analiz edilmesi,
- Birimler arasındaki verimliliğin artışı,
- Dinçer Lojistik süreçlerinin aynı dili konuşması sağlanarak şirket kültürüne katkı sağlaması,
- Şirket bünyesinde çalışan yönetim unsurlarının tüm verileri özet tablolar halinde yukarıdan

görmesine imkân vererek ellerindeki kadroyu, araçları ve bütçeyi daha efektif olarak kullanmaları sağlanacaktır.

5 Sonuçlar

Şikâyet yönetimi, müşteri ilişkilerinin devamlılığı için büyük önem taşımaktadır. Şikâyet, eğer iyi yönetilmezse müşteri memnuniyetsizliğine yol açmakta ve işletmeler için müşteri kayıpları gerçekleşmektedir. Rekabetin yoğun olarak yaşandığı günümüz dünyasında, bazen tek bir müşteri bile kaybetmek işletmeler için büyük problemler yaratmaktadır. O halde, şikâyet oluşmadan önce ve şikâyet oluştuktan sonra bu süreci iyi yönetmek, şikâyet gibi olumsuz bir olayı bile işletmeler için olumlu bir hale dönüştürebilmektedir. Bu çalışmada, lojistik sektöründe faaliyet gösteren bir firmada şikâyet yönetimi süreci ele alınmıştır.

Çalışma kapsamında hem ülkemiz hem de firmamız için yeni bir ürün olacak şekilde depo yönetim ve nakliye yönetim sistemleri ile entegre edilebilir modüler yapıda müşteri bildirim sisteminin, müşteri ihtiyaçlarına uygun olarak firmamız bünyesinde müşteri portal sisteminin ve yazılımın tasarlanması ve geliştirilmesi yapılmıştır

Çalışma tamamlanmadan önce son üç yılda ortalama 4.300 bildirim alınarak sorunlar çözülmüş ve ortalama 1.500 Milyon TL maliyet tasarrufu sağlanmıştır. Çalışma tamamlandıktan sonra bildirimlerim daha iyi yönetilmesi ile bildirim sayısı ve maliyet tasarrufunda azalma sağlanacaktır. Ayrıca çalışmanın canlıya alınmasından sonra müşteri bildirim sistemi müşteriyi tanıma ve ona özel hizmetler üretebilme açısından büyük bir rekabet üstünlüğü sağlayacaktır.

Kaynaklar

[1] Hansen SW. "Power as A Predictor of Industrial Complaining Styles in A Buyer/Seller Relationship: The Buyer's Perspective". *Journal of Business & Industrial Marketing*, 12(2), p. 134, 1997.

[2] Oğuzlar A, *Veri Madenciliğine Giriş*, Ekin Kitabevi, Bursa, Türkiye, 2004.

[3] Goodman J, Newman S. "Understand Customer Behavior and Complaints". *Quality Progress*, 36(1), 51-55, 2003.

[4] Davidow M. "Have You Heard the Word? The Effects of Word of Mounth on Perceived Justice Satisfaction and Repurchase Intention Following Complain Handling". *Journal of Consumer Satisfaction Dissatisfaction and Complaining Behaviour,* 16(1), 67-80, 2003.

[5] Bell SJ, Mengüç B, Stefanı SL. "When Customer Disappoint: A Model of Relational Internal Marketing and Customer Complaints". *Academy of Marketing Science Journal*, 32(2), 112-125, 2004.

[6] Tanrısevdi A. Customer Indirect Voices to Service Failures. Editör. Yüksel A., 2008.

[7] Özkaynar K. Türkiye'de sanal şikâyet uygulamalarının algılanmasına yönelik bir araştırma: şikayetvar.com örneği. Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sakarya, Türkiye, 2010.

[8] Demirel Y. *Müşteri İlişkileri Yönetimi*, Seçkin Yayıncılık, Ankara, Türkiye, 2017.

[9] Andreasen E, Moller A. "Determinacy in static analysis for jQuery". *In ACM SIGPLAN Notices*, Vol. 49(10), 17-31, 2014.

[10] Berber AH. "API (Application Programming Interface) Nedir?". https://www.argenova.com.tr/api-nedir, 2020, (Erişim Tarihi: 30.05.2021).

[11] Anonim. Power BI nedir? https://www.umitegrioglu.com/power-nedir-nerelerde- kullanılır, 2017 (Erişim Tarihi: 30.05.2021).

[12] Claudiu P, Niculae IM, Liviu DG, Radu CC. "Business Intelligence Development with Power Bi Applied in Nonconventional Technologies". *Nonconventional Technologies Review, December* 2017.

Ses Dosyalarını Metne Çevirme ve Konusuna Göre Sınıflandırma

Başak KIZILAY, Hüseyin GÜRÜLER

Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Bilişim Sistemleri Mühendisliği, Muğla, Türkiye

Özet

Ses kayıtlarını indekslemek ve bunlardan çıkarımlar yapmak kolay değildir. Bu çalışma, bu sorunu doğal dil işleme ile kolaylaştırmayı amaçlamaktadır. Bu kapsamda; farklı konulardaki haberlerle ilgili ses dosyalarından oluşan bir veri seti oluşturulmuştur. Bu ses dosyaları öncelikle metne dönüştürüldü. Daha sonra veriler temizlendi ve çeşitli veri ön işleme süreçleri ile vektörel forma getirilmiştir. Son olarak, farklı doğal dil işleme modelleri kullanılarak ses dosyalarının konusu tahmin edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Ses Dosyalarını Tanıma, Sınıflandırma, Konuşmayı Metne çevirme, Doğal Dil İşleme*

Converting Audio Files to Text and Classifying by Subject

Abstract

It is not easy to index and make inferences on the sound recordings. This study aimed to facilitate this problem with natural language processing. In this context, a data set consisting of audio files related to the news on the different subjects was created. These audio files were primarily converted to text. Later, the data was cleaned and vectorized by various data preprocessing processes. Finally, the subject matter of the audio files was predicted using several natural language processing models.

Keywords: *Recognizing Sound Files, Classification, Text-To-Speech, Natural Language Processing*

1. Giriş

Ses kayıtlarını indekslemek ve bunlardan çıkarımlar yapmak kolay değildir. Bu çalışmada ses verileri metne dönüştürülerek, içeriği hakkında sınıflandırma yapmak amaçlanmıştır. Ses dosyalarının içeriği hakkında önceden bilgi sahibi olmak ve ses dosyalarını sınıflandırmak en önemli faydalardan biridir.

Makine öğrenimi, bilgisayar kullanımı yoluyla tahmin yapmaya da odaklanan ve metin madenciliği uygulamalarında yaygın olarak kullanılan hesaplama istatistikleriyle yakından ilişkilidir. Makine öğrenimi algoritmaları evrensel olarak denetimli öğrenme ve denetimsiz öğrenme olarak iki kategoriye ayrılır. Kümeleme ve ilişkilendirme sorunları, denetimsiz öğrenme algoritmalarıyla yakından ilişkilidir. Öte yandan, sınıflandırma ve regresyon problemleri, denetimli öğrenme algoritmaları ile yakından ilgilidir [1]. Sınıflandırma , fikirleri ve nesneleri önceden belirlenmiş kategorilere veya "alt gruplara" atama, sürecidir. Makine öğrenimi programları, gelecekteki veri kümelerini kategorilere ayırmak için önceden kategorize edilmiş eğitim veri kümelerini kullanır.

Metin sınıflandırması, belge koleksiyonlarının kavramsal olarak tanımlanması için bir ihtiyaç olarak ortaya çıkmıştır. Metin belgelerinin içeriklerine göre uygun kategorilere atanması işidir. Gerçek dünyada, birkaç önemli uygulama vardır. Nitekim bir metin belgesinin türünü belirlemek, web teknolojisi sistemlerinde giderek daha önemli hale gelmektedir [2]. Örneğin haberler genellikle konu kategorilerine veya coğrafi bölgelere göre düzenlenir; Kâğıtlar tipik olarak alanlarına göre sınıflandırılır. Metinleri ilgili kategorilerine göre (Sanat, Ekonomi, Politika, Spor vb.) otomatik olarak sınıflandırmak hem ticari kullanıcılar hem de bireyler için önemli bir işlemdir [3].

Kuzu vd. çalışmasında [4], çağrı merkezi ses kayıtlarından konuşma tanıma yoluyla elde edilen metin bağlamlarının çeşitli örüntü tanıma yöntemleri kullanılarak öznitelik çıkarımı ve

sınıflandırılması incelenmiştir. Bu örüntü tanıma yöntemlerinin sağlamlığı, ses tanıma performansındaki değişikliklerin metin içeriğinin sınıflandırılmasına etkisi incelenerek test edilir.

Literatürde diğer dillerden farklı olarak Türkçe dilde doğal dil işleme (DDİ - NLP) çalışmaları sınırlı sayıdadır [5]. Tombaloğlu ve Erdem'in çalışmasında ses birim tabanlı bir dil olan Türkçe'nin morfolojik yapısı dikkate alınarak, Türkçe konuşmayı metne dönüştürmek için Destek Vektör Makinaları (DVM) tabanlı konuşma tanıma sistemi geliştirilmiştir [6].

Bu çalışmada, Türkçe ses dosyalarının ilgili olduğu konu hakkında bilgi sahibi olmak için, ses verileri metne dönüştürülüp, veri önişleme işlemleri yapılmıştır. Temizlenen veri, TF-IDF ile vektörel hale getirilip birkaç doğal dil işleme modeli kullanılarak ses dosyalarının konusu tahmin edilmiştir.

2. Materyal ve Metot

Ses dosyalarının konusu hakkında bilgi sahibi olmak için, öncelikle, ses dosyaları metne dönüştürülmüş ve metin içerisinde sınıf hakkında bilgi veremeyecek bağlaç ifadeleri gibi kelimeler, oluşturulan dokümandan çıkarılmıştır. Temizlenen veri TF-IDF yöntemi ile vektörleştirilerek, ses dosyaları çeşitli sınıflandırma algoritmaları ile konusuna göre sınıflandırılmış ve başarım sonuçları karşılaştırılmıştır. Aşağıda çalışmanın veri kaynağı ve metodolojisi detaylı olarak tanıtılmıştır.

a. Veriseti Oluşturma

Youtube aracılığıyla eğitim ve sağlık alanlarındaki çeşitli haber, yayın, röportaj vb. videoları indirilerek veri kümesi oluşturulmuştur. Bu ses dosyaları kullanacağımız Python kütüphanelerin desteklediği "wav" formatına dönüştürülmüştür.

b. Konuşmayı Metne çevirme

Konuşmanın metne dönüştürülmesi (Speech to Text) işleminde Python programlama dili kullanılmıştır. Sesleri metne dönüştürmede başucu kütüphanesi Speech_Recognition'dir. wav uzantılı ses dosyaları metin dosyalarına dönüştürülerek sınıflandırma da kullanılacak veri seti elde edilmiştir. Şekil 1, metne dönüştürülmüş ses verilerine; şekil 2 ise bu metinlerin içerisinde analizimizde kullanılmayacak gereksiz kelime, sembol ve sayısal ifadelerden arındırılmış kısmına örnekler sunmaktadır.

```
                                                  text
0    okullar, kurslar ve üniversiteler vasıtasıyla...
1                          müfredat yeniden oluşturuldu.
2   öğrenci ders çalışmalıdır.Çalışkan öğrenciyi ç...
3                          öğretmen bu köye yeni atandı.
4              ders başlamak üzere sakın geç kalmayın
..                                                   ...
75  Uzun yaşamak istiyorsanız otomobil ve televizy...
76  Hava kirliliğinin ciğerlerimiz için zararlı ol...
77            Dünyada her on kişiden biri diyabettir.
78  Raf ömrü uzun olan işlenmiş, paketlenmiş yiyec...
79   Bir genç, günde 2.100 kaloriye ihtiyaç duyar. .
```

Şekil 1. Metne dönüştürülen veriler.

	text
0	okullar kurslar üniversiteler vasıtasıyla bire...
1	müfredat yeniden oluşturuldu
2	öğrenci ders çalışmalıdırçalışkan öğrenciyi ço...
3	öğretmen bu köye yeni atandı
4	ders başlamak üzere sakın geç kalmayın
...	...
75	uzun yaşamak istiyorsanız otomobil televizyond...
76	hava kirliliğinin ciğerlerimiz için zararlı ol...
77	dünyada kişiden biri diyabettir
78	raf ömrü uzun olan işlenmiş paketlenmiş yiyece...
79	bir genç günde kaloriye ihtiyaç duyar

Şekil 2. Temizlenen veriler.

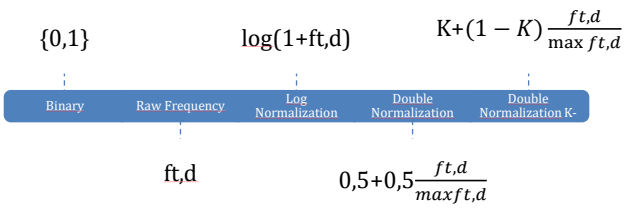
c. TF-IDF

TF-IDF bölümlenmiş metin verilerinin, bu bölümler içinde geçen kelimelerin ya da terimlerin sıklık düzenini bir algoritma ile çıkararak bu metinler üzerine bir gruplama yapabilmemize yarar. Bir dokümandaki sözcüklerin önce köklerinin bulunması ve bu köklerden oluşan TF-IDF vektörlerinin öznitelik vektörleri olarak kullanılması, doküman sınıflandırmada çoğunlukla başarılı sonuçlar veren ve kullanılan bir yöntemdir [7].

Her bir metin N adet kelime cinsinden ifade edilmektedir. Metin temsillerinde 1-gram, 2-gram, 3- gram vb. kelime n-gramları özellik olarak kullanılmaktadır. Her bir metin ilgili n-gramın terim frekansı (TF), ters-terim frekansı (IDF), terim-ters terim frekansı (TF-IDF) vb. ağırlıklandırma yöntemleri kullanılarak temsil edilmektedir [8].

TF-IDF ağırlık vektörleri olarak da ifade edilen bu vektörlerdeki her bir değer, karşılaştırmada kullanılacak olan o terimin, tüm veri kümesi göz

önüne alındığında, sayısal olarak ağırlığını ifade etmektedir [9]. Şekil 3, TF-IDF'e ait matematiksel işlem basamaklarını göstermektedir.



Şekil 3. TF-IDF matematiksel işlem basamakları

```
(0, 20)        0.4206390800995277
(0, 230)       0.3924698720751556
(0, 18)        0.2170246495481818
(0, 16)        0.4206390800995277
(0, 136)       0.3376735011726271
(0, 228)       0.4206390800995277
(0, 133)       0.3924698720751556
(1, 194)       0.7071067811865476
(1, 130)       0.7071067811865476
(2, 214)       0.48290802628747537
(2, 46)        0.6709525583375752
(2, 224)       0.5626921917064407
(3, 30)        0.5398952732354849
(3, 227)       0.8417321984681239
(4, 13)        0.5082924909286135
(4, 229)       0.5082924909286135
(4, 12)        0.4742533405225063
(4, 46)        0.5082924909286135
(5, 133)       1.0
(6, 59)        0.34722040520141517
(6, 97)        0.3304950216357081
(6, 6)         0.39408131755273557
(6, 171)       0.39408131755273557
(6, 217)       0.39408131755273557
(6, 23)        0.3041043243899005
:      :
(76, 118)      0.3241355974380602
(76, 80)       0.3241355974380602
(76, 212)      0.3241355974380602
```

Şekil 4. Kelime konumları ve TF-IDF değeri

Şekil 4'te metindeki her bir kelimenin TF-IDF değeri verilmiştir. TF-IDF, bir örnek olarak, bir yemek tarifleri kitabında her bir yemek tarifi içinde miktarı değişse bile "tuz" kelimesi sıkça geçtiğinden "tuz" kelimesi için düşük bir önem değeri atayacaktır. Bu da ses verilerini sınıflandırma ve etiketlemede yardımcı olacaktır.

d. Sınıflandırma Algoritmaları

Bu çalışmada; Lojistik Regresyon (Logistic Regression - LR), Karar Ağaçları (Decision Tree - DT), k-En Yakın Komşuluk (K Nearest Neighbors - kNN) ve Rastgele Orman (Random Forest - RF) sınıflandırma algoritmaları kullanılmış ve k-kat çapraz doğrulama (k-fold cross validation) başarım sonuçları karşılaştırılmıştır. k, çalışmamızda 10 seçilmiştir. Çapraz doğrulamada, veri kümesi k alt küme altına bölünür ve k kez tekrarlanır. Her defasında, k alt kümelerinden biri test kümesi olarak kullanılırken diğer k-1 alt kümeleri bir eğitim kümesi oluşturmak üzere bir araya getirilir. Ardından, tüm k denemelerindeki ortalama hata veya başarım ölçütleri hesaplanır. Bu şekilde, her veri noktası sadece bir kez test kümesine girer ve k-1 kez eğitim kümesinde yer alır. Bu yöntemin avantajı, verilerin nasıl bölündüğünü daha az önemli olmasıdır.

Tablo 1'de son olarak eğitim ve sağlık ile ilgili ses dosyalarının sınıflandırma başarım sonuçları verilmektedir.

Tablo 1. Sınıflandırma başarım sonuçları [10]

Algoritmalar	Doğruluk	Kesinlik	Duyarlılık	F1 skor
LR	0.75	0.88	0.75	0.77
DT	0.88	0.91	0.88	0.88
kNN	0.88	0.88	0.88	0.88
RF	**0.94**	**0.95**	**0.94**	1.00

Burada; doğruluk (Accuracy), kesinlik (Precision), duyarlılık (Recall) ve F1 skor ölçütleri kullanılmıştır. Accuracy değeri modelde doğru tahmin ettiğimiz alanların toplam veri kümesine oranı ile hesaplanmaktır. Kesinlik ise pozitif olarak tahmin edilen değerlerin gerçekten kaç adedinin pozitif olduğunu göstermektedir. Duyarlılık ise pozitif olarak tahmin etmemiz gereken işlemlerin ne kadarını pozitif olarak tahmin ettiğimizi gösteren bir metriktir. F1 skor değeri, bize kesinlik ve duyarlılık değerlerinin harmonik ortalamasını göstermektedir.

Başarım sonuçlarını incelediğimizde, Rasgele orman algoritması ile sınıflandırma doğruluk değerinin 0.94 olarak en yüksek olduğunu görmekteyiz. Diğer başarım ölçütleri de doğruluğun sınıflar açısından dengeli olduğunu göstermektedir.

3. Sonuçlar

Bu çalışmada farklı konulardaki haberlerle ilgili ses dosyaları metne dönüştürülüp doküman oluşturulmuştur. Bu dokümanlar TF-IDF ile vektörize edilip farklı doğal dil işleme modeli kullanılarak, ses dosyalarının konusu tespitine yardımcı olacak bir yöntem geliştirilmiştir. Rasgele Orman algoritması ile gerçekleştirilen haber konusu sınıflandırmasında en yüksek doğruluk yüzdesine ulaşılmıştır. Sınıflamadaki bu başarım durumu ilgili algoritmanın bir topluluk algoritması olmasına bağlanabilir.

Kaynaklar

[1] F. Gürcan, "Multi-Class Classification of Turkish Texts with Machine Learning Algorithms," 2018 2nd International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies (ISMSIT), 2018, pp. 1-5, doi: 10.1109/ISMSIT.2018.8567307.

[2] A. Finn ve N. Kushmerick, "Belgeleri türe göre sınıflandırmayı öğrenmek", *Journal of the American Society for Information Science and Technology* , cilt. 57, hayır. 11, s. 1506-1518, 2006.

[3] I. Hmeidi, M. Al-Ayyoub, N. A. Abdulla, A. A. Almodawar, R. Abooraig and N. A. Mahyoub, "Automatic arabic text categorization: A comprehensive comparative study", *Journal of Information Science*, vol. 41, no. 1, pp. 114-124, 2015.

[4] R. S. Kuzu, A. Haznedaroğlu and M. Levent Arslan, "Topic identification for Turkish call center records," 2012 20th Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU), 2012, pp. 1-4, doi: 10.1109/SIU.2012.6204647.

[5] A. Deniz and H. E. Kiziloz, "Effects of various preprocessing techniques to Turkish text categorization using n-gram features," 2017 International Conference on Computer Science and Engineering (UBMK), 2017, pp. 655-660, doi: 10.1109/UBMK.2017.8093491.

[6] B. Tombaloğlu and H. Erdem, "A SVM based speech to text converter for Turkish language," 2017 25th Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU), 2017, pp. 1-4, doi: 10.1109/SIU.2017.7960486.

[7] F. Sebastiani, Machine learning in automated text categorization, ACM Computing Surveys, 34:1, 1-47, 2002.

[8] G. Şahin, "Turkish document classification based on Word2Vec and SVM classifier," 2017 25th Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU), 2017, pp. 1-4, doi: 10.1109/SIU.2017.7960552.

[9] Z. Cataltepe, Y. Turan and F. Kesgin, "Turkish Document Classification Using Shorter Roots," 2007 IEEE 15th Signal Processing and Communications Applications, 2007, pp. 1-4, doi: 10.1109/SIU.2007.4298786.

[10] Çalışmanın Kaggle Notebook sayfası, https://www.kaggle.com/baakkzlay/converting-audio-files-to-text

Parasetamol İçeren Ağrı Kesici İlaçların Bulanık AHP ve Bulanık COPRAS Bütünleşik Modeli ile Değerlendirilmesi

Ezgi AKTAŞ POTUR[1]*, Şura TOPTANCI[2]

[1]*Gazi Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Ankara, TÜRKİYE*
[2]*Eskişehir Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Eskişehir, TÜRKİYE*

Özet

Hafif ve orta şiddetli ağrılar, en sık karşılaşılan sağlık problemleri arasında yer almaktadır. Ağrı hissinin hafifletilmesinde ağrı kesici ilaçlar kullanılmaktadır. Parasetamol, hafif ve orta şiddetli ağrıların giderilmesinde sıklıkla kullanılan bir ağrı kesici etkin maddedir. Geçmişte yapılan çalışmalar incelendiğinde Türkiye'de reçetesiz ağrı kesici ilaç kullanım oranının yüksek olduğu görülmektedir. Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu (TİTCK) listesinde reçetesiz ilaç kategorisinde bulunan ağrı kesicilerin uygun olmayan şekilde kullanılması insanlarda ciddi sağlık problemleri görülmesine sebep olmaktadır ve geri dönüşü olmayan sonuçlar doğurmaktadır. Yapılan çalışmalarda gereğinden fazla ve yüksek dozda kullanılan parasetamol etkin maddesinin, böbrek ve karaciğer hasarının yanında ölüme sebebiyet verdiği yönünde sonuçlara ulaşılmıştır. Bu çalışmada parasetamol etkin maddesi içeren 4 farklı ağrı kesici ilaç, eczacıların görüşleri doğrultusunda belirlenen ölçütlere göre Çok Ölçütlü Karar Verme (ÇÖKV) yöntemleri kullanılarak değerlendirilmiştir. Ölçütlerin önem ağırlıklarının belirlenmesinde Bulanık AHP, en uygun ilacın seçilmesinde ise Bulanık COPRAS yönteminden yararlanılmıştır. Hafif ve orta şiddetli ağrılar için güvenli olan ağrı kesicinin belirlenmesi sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: *İlaç Seçimi, Çok Ölçütlü Karar Verme, Bulanık AHP, Bulanık COPRAS*

Evaluation of Analgesics Containing Paracetamol with Fuzzy AHP and Fuzzy COPRAS Integrated Model

Abstract

Mild and moderate pain are among the most common health problems. Analgesics are used to relieve the feeling of pain. Paracetamol is a pain relieving active ingredient that is frequently used to relieve mild to moderate pain. When past studies have examined, it is observed that use of over-the-counter analgesic is high in Turkey. Inappropriate use of analgesics in the category of over-the-counter drugs in the Turkish Medicines and Medical Devices Agency (TMMDA) list causes serious health problems in humans and results in irreversible conditions. In the studies conducted, it has been concluded that the active substance paracetamol, which is used in excess and in high doses, causes death as well as kidney and liver damage. In this study, 4 different analgesics containing paracetamol active ingredient were evaluated using Multi Criteria Decision Making (MCDM) methods according to the criteria established in line with the opinions of pharmacists. The Fuzzy AHP method was used in determining the importance weights related to the criteria, and the Fuzzy COPRAS method was used in the selection of the most appropriate drug. It was provided to determine the safe pain reliever for mild and moderate pain.

Keywords: *Drug Selection, Multi Criteria Decision Making, Fuzzy AHP, Fuzzy COPRAS*

* İletişim e-posta: ezgiaktas@gazi.edu.tr

1 Giriş

Toplumda yaygın olarak görülen ve yaşam kalitesini olumsuz etkileyen vücut ağrılarının hafifletilmesinde ağrı kesici ilaçlar kullanılmaktadır [1]. Son yıllarda hem gelişmiş ülkelerde hem de gelişmekte olan ülkelerde ağrı kesici ilaçların kullanım sıklığı dikkate değer düzeyde artmıştır [2]. Önemli sonuçlar doğuran bu durum Türkiye'de bir halk sağlığı sorunu olarak giderek daha fazla kabul görmeye başlamıştır [2,3]. Parasetamol, ağrı hissini azaltan ve ateş düşürücü etki gösteren bir ilaç etkin maddesidir. Baş ağrısı, kas ağrıları, sırt ağrıları, soğuk algınlığı ve ateş gibi durumların hafifletilmesinde kullanılsa da rahatsızlığın altında yatan sebebi ortadan kaldırmak üzerinde bir etkiye sahip değildir [4]. Pek çok ülkede yaygın ve kolay erişilebilir bir ilaç olan parasetamol etkin maddesinin 10-15 gramı yetişkinler için hepatotoksik olarak raporlanmıştır ve 25 gramı yaşamı tehdit edici olabilmektedir. İngiltere ve Fransa'da artan parasetamol satışları ile karaciğer hasarı, ölümcül olmayan kendi kendine zehirlenmeler gibi durumlar arasında ilişkiler rapor edilmiştir [5]. Dünyada en çok kullanılan ve Türkiye'de yaklaşık 300 ilacın içerisinde bulunan parasetamol etkin maddesine bağlı zehirlenmeler istemli ilaç alımlarında çok sık görülmektedir. Yapılan araştırmalara göre Amerika'da karaciğer yetmezliği hastalarının %42'si parasetamol kaynaklıdır [6]. Amerika'da her yıl ortalama 458 kişi aşırı dozda parasetamol nedeniyle hayatını kaybetmektedir [5].

2020 yılında hastalarda akılcı ilaç kullanımına yönelik yapılan bir araştırmaya göre çalışmaya dahil olan kişilerin %44.5'inin ağrı kesicileri eczanelerden reçetesiz olarak aldıkları görülmüştür[7].

Ülkemizde, muayene katılım paylarının yüksek olması, ekonomik sorunlar ve çeşitli sebeplerle hekime başvurulamaması gibi nedenlerle bilinçsizce ilaç kullanıldığı görülmektedir. Hekime danışılmadan ilaç kullanılması çoğunlukla ilaca bağlı ciddi yan etkilere ve hatta bazen ölüme sebep olmakla birlikte tahmin edilenden çok daha fazla halk sağlığı sorununa yol açabilmektedir [8].

Hastanın tedavi sürecinde doğru reçete, akılcı ilaç kullanımı ve hastanın bilinçlendirilmesi konusunda hekim ve eczacıların önemli bir yeri vardır [9]. Doktor tarafından reçete edilen ilaçların kontrol edilmesi, ilaç tedariği ve ilacın doğru bir şekilde kullanılmasında eczacıların hastaları yönlendirmeleri önemlidir. Akılcı ilaç kullanımında eczacıların reçete ile satılması gereken ilaçları reçetesiz vermemesi, tezgah üzeri ilaçlar konusunda hastaya tavsiyelerde bulunması beklenmektedir [10]. Hastaya ilacın verildiği ilk andan itibaren ilaç etkilerinin ve yan etkilerinin takibi eczacıların sorumlulukları arasındadır. Eczacıların uygun danışmanlıkları tedavi sürecini ve devletin sağlık harcamalarını etkilemektedir [8].

Bu çalışmada parasetamol etkin maddesini içeren 4 adet ağrı kesici ilaç eczacıların görüşleri ile oluşturulan ölçütlere göre değerlendirilmiştir. Eczacıların görüşleri alınırken kesin ifadeler yerine dilsel ifadeler kullanıldığından Bulanık Çok Ölçütlü Karar Verme (Bulanık ÇÖKV) tekniklerinden yararlanılmıştır. Ölçütlerin önem ağırlıklarının belirlenmesinde Bulanık AHP, alternatifler arasında en uygun ağrı kesici ilacın belirlenmesinde Bulanık COPRAS yöntemi kullanılmıştır.

Literatürde sağlık alanında çok ölçütlü karar verme tekniklerinin kullanıldığı çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Stevic vd. [11] tarafından yapılan çalışmada sağlık sektöründe sürdürülebilir tedarikçi seçimi için yeni bir ÇÖKV yöntemi olan MARCOS (Uzlaşma Çözümüne göre Alternatiflerin Ölçümü ve Sıralaması) yönteminden yararlanılmıştır. Bharsakade vd. [12] tarafından sağlık sektöründe yalın atıkların çıkarılması ve önceliklendirilmesine yönelik gerçekleştirilen çalışmada Bulanık AHP yöntemi kullanılmıştır. Özşahin vd. [13] tarafından yapılan çalışmada 24 alternatif migren ilacı belirlenen ölçütler doğrultusunda TOPSIS metodolojisi ile değerlendirilmiştir. Uçar ve Balo [14] tarafından yapılan çalışmada bağışıklık sistemini güçlendiren takviye gıdaların değerlendirilmesi için AHP yönteminden yararlanılmıştır. Uçar ve Balo [15] tarafından yapılan bir diğer çalışmada uygun boğaz pastili seçimine yardımcı olunması adına belirlenen sağlık ölçütleri doğrultusunda 10 ayrı boğaz pastili AHP yöntemiyle değerlendirilmiştir.

İzleyen bölümde çalışmada kullanılan metodoloji aktarılmıştır. 3. Bölümde uygulama hakkında bilgiler yer alırken 4. Bölümde çalışmadan elde edilen sonuçlar ve gelecekte yapılabilecek çalışmalara yönelik önerilere yer verilmiştir.

2 Metodoloji

2.1 Bulanık küme teorisi

Gerçek hayat problemleri karmaşıklıklar içerdiğinden bu problemler ile ilgili modelleme, akıl yürütme ve hesaplamalar yapılmasında geleneksel mantığı temel alan ve kesin ifadeleri içeren deterministik problem çözme araçlarından yararlanılması yetersiz kalmaktadır [16]. Geleneksel mantıkta bir ifadenin doğru ya da yanlış olduğu kabul edilmekte, doğru ve yanlış ifadelerinin arasında bir değer kullanılmamaktadır. Çoğunlukla gerçek hayatta karşılaşılan problemlerin çözümü için oluşturulan modellerde parametrelerle ilgili kesin değerlere ulaşılamamaktadır [17].

Belirsizliği ele alan bulanık küme teorisi ilk kez Zadeh tarafından 1965 yılında ortaya koyulmuştur. Bu teoriye göre kesin sayılar kullanılması yerine sayılar 0 ile 1 arasında bir aralıkta tanımlanarak değer almakta ve bulanık olarak ifade edilmektedir [18].

2.2 Bulanık AHP

Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) 1970'li yıllarda Thomas L. Saaty [19] tarafından geliştirilen bir ÇÖKV tekniğidir. Bu yöntemde amaç, birden çok kriter ve alternatifler hiyerarşik bir yapı oluşturularak değerlendirilebilmektedir. Bulanık küme teorisi ve AHP yöntemi bir arada kullanılarak Bulanık AHP yöntemi uygulanmaktadır [20]. Yöntemde yer alan sözel ifadelere ve bulanık karşılıklarına ilişkin bilgiler Tablo 1'de bulunmaktadır.

Tablo 1. Sözel ve bulanık sayı önem ölçeği

Sözel Önem	Tanım	Önem Derecesi	Üçgen Bulanık Ölçek	Üçgen Bulanık Karşılık Ölçeği
Eşit derecede önemli	İki kriter eşit düzeyde önemlidir.	$\tilde{1}$	(1, 1, 1)	(1/1, 1/1, 1/1)
Orta derecede önemli	Bir kriter diğer kritere göre biraz daha önemlidir.	$\tilde{3}$	(2, 3, 4)	(1/4, 1/3, 1/2)
Kuvvetli derecede önemli	Bir kriter diğer kriterden fazla önemlidir.	$\tilde{5}$	(4, 5, 6)	(1/6, 1/5, 1/4)
Çok kuvvetli derecede önemli	Bir kriter diğer kriterden daha fazla önemlidir.	$\tilde{7}$	(6, 7, 8)	(1/8, 1/7, 1/6)
Kesin önemli	Bir kriter diğer kriterden kesin önemlidir.	$\tilde{9}$	(9, 9, 9)	(1/9, 1/9, 1/9)
		$\tilde{2}$	(1, 2, 3)	(1/3, 1/2, 1/1)
Ara değerler	$\tilde{1},\tilde{3},\tilde{5},\tilde{7}$ve $\tilde{9}$ da yer alan yargılar arasında uzlaşma gerektiğinde kullanılacak değerler	$\tilde{4}$	(3, 4, 5)	(1/5, 1/4, 1/3)
		$\tilde{6}$	(5, 6, 7)	(1/7, 1/6, 1/5)
		$\tilde{8}$	(7, 8, 9)	(1/9, 1/8, 1/7)

Bulanık AHP yönteminin adımları şu şekildedir:

Adım 1: Ölçütler arası karşılaştırma matrisi karar vericiler tarafından Tablo 1'deki önem değerleri yardımı ile oluşturulur. Eşitlik 1'de gösterilen matris bu çalışmada karşılaştırma matrisidir.

$$\tilde{A} = [\widetilde{a_{IJ}}]_{nxn} \quad (1)$$

Adım 2: Her bir ölçüt için bulanık ikili karşılaştırma değerlerinin geometrik ortalaması alınır.

$$\widetilde{c_I} = (\prod_{j=1}^{n} \widetilde{a_{IJ}})^{1/n} \quad (2)$$

Adım 3: Her bir ölçütün bulanık ağırlığı Eşitlik 3 ile hesaplanır.

$$\widetilde{w_I} = \widetilde{c_I} \otimes (\widetilde{c_1} \oplus \widetilde{c_2} \oplus \ldots\ldots \widetilde{c_n})^{-1} = (lw_i, mw_i, uw_i) \quad (3)$$

Burada, *l,m* ve *u* sırasıyla üçgen bulanık sayının alt, orta ve üst değerlerini gösterir.

Adım 4: Bir önceki adımda elde edilen bulanık ölçüt ağırlıkları Hsieh ve arkadaşları (2004) tarafından [21] geliştirilen en iyi bulanık olmayan performans değeri (BNP-Best Nonfuzzy Performance Value) yöntemi ile durulaştırılarak crisp (kesin) değere dönüştürülür.

$$w_i = lw_i + [(uw_i - lw_i) + (mw_i - lw_i)]/3 \quad (4)$$

Adım 5: Ölçütlerin önem ağırlıkları normalize edilir.

$$N_{wi} = \frac{w_i}{\sum_{i=1}^{n} w_i} \quad (5)$$

Adım 6: Son olarak karşılaştırma matrisinin tutarlılığı aşağıdaki eşitlikler ile bulunur.

$$CI = \frac{(\lambda_{max} - n)}{(n-1)} \quad (6)$$

$$CR = CI/RI \quad (7)$$

Burada, λ_{max} en büyük temel değer, CI tutarlılık göstergesi, CR tutarlılık oranı ve RI tesadüfilik göstergesi olarak ifade edilir. Eğer tutarlılık oranı (CR) 0,1'den küçükse karşılaştırma matrisi tutarlı kabul edilir.

2.3 Bulanık COPRAS

Karmaşık Nisbi Değerlendirme (COmplex PRoportional ASsesment –COPRAS) metodu Zavadskas ve Kaklauskas (1996) tarafından alternatiflerin sıralanması için geliştirilmiştir [22]. Bulanık COPRAS yöntemi bulanık küme teorisi ile COPRAS yönteminin birlikte ele alınmasıyla oluşturulmuştur.

Tablo 2'de verilen ölçek kullanılarak uygulanan Bulanık COPRAS metodunun adımları aşağıda özetlenmiştir:

Tablo 2. Değerlendirmede kullanılan ölçek

Dilsel ifade	**Bulanık skor**
Çok düşük (ÇD)	(0,0,1)
Düşük (D)	(0,1,3)
Ortanın altı (OA)	(1,3,5)
Orta (O)	(3,5,7)
Ortanın üstü (OU)	(5,7,9)
Yüksek (Y)	(7,9,10)
Çok yüksek (ÇY)	(9,10,10)

Adım 1: İlk olarak karar vericiler için bulanık karar matrisi oluşturulur:

$$\widetilde{D} = [\widetilde{X}_{lj}] = \begin{array}{c} P_1 \\ P_2 \\ \dots \\ \dots \\ P_l \\ \dots \\ \dots \\ P_m \end{array} \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} & \dots & \tilde{x}_{1j} & \dots & \tilde{x}_{1n} \\ \tilde{x}_{21} & \tilde{x}_{22} & \dots & \tilde{x}_{2j} & \dots & \tilde{x}_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \tilde{x}_{l1} & \tilde{x}_{l2} & \dots & \tilde{x}_{lj} & \dots & \tilde{x}_{in} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \tilde{x}_{m1} & \tilde{x}_{m2} & \dots & \tilde{x}_{mj} & \dots & \tilde{x}_{mn} \end{bmatrix} \quad (8)$$

Burada, l alternatifi j ise ölçütü göstermektedir.

Adım 2: Karar matrisindeki her bir değer aşağıdaki eşitlik ile normalize edilir:

$$\tilde{x}^*_{lj} = \frac{\tilde{x}_{lj}}{\sum_{l=1}^{m} \tilde{x}_{lj}} \qquad j = 1,2, \dots . n \quad (9)$$

Adım 3: Normalize edilmiş skorlar ölçüt ağırlıkları ile çarpılıp, ağırlıklı normalize edilmiş matrisi bulunur:

$$\widetilde{D}' = [\tilde{d}_{lj}]_{m \times n} = \tilde{x}^*_{lj} \times w_j \quad (10)$$

Adım 4. Ağırlıklı normalize edilmiş matristen, her bir alternatif için faydalı ölçütlerin ve faydalı olmayan (maliyet ve risk ölçütleri) ölçütlerin ayrı ayrı toplamları bulunur:

$$\text{Ölçüt faydalı ise,} \quad \tilde{S}^+_l = \sum_{j=1}^{o} \tilde{d}_{lj} \quad (11)$$

$$\text{Faydalı olmayan ölçüt ise,} \quad \tilde{S}^-_l = \sum_{j=o+1}^{n} \tilde{d}_{lj} \quad (12)$$

Adım 5. Faydalı ve faydalı olmayan ölçütlerin ağırlıkları bulunduktan sonra yakınlık önem değeri her bir alternatif için bulunur:

$$\tilde{Q}_l = \tilde{S}^+_l + \frac{\sum_{l=1}^{m} \tilde{S}^-_l}{(\tilde{S}^-_l * \sum_{l=1}^{m} \frac{1}{\tilde{S}^-_l})} \quad (13)$$

Adım 6. Yakınlık önem değeri bulunduktan sonra, en büyük yakınlık önem değeri her bir yakınlık önem değerine bölünüp, performans değeri bulunur. Ardından, performans değerleri Eşitlik 4'teki BNP yöntemi ile durulaştırılır, en yüksek değer en uygun alternatifi gösterir.

$$\widetilde{U}_l = (\frac{\tilde{Q}_l}{\tilde{Q}_{max}}) \quad (14)$$

3 Uygulama

Bu çalışmada parasetamol etkin maddesini içeren 4 farklı ağrı kesici ilaç eczacılar tarafından belirlenen ölçütler doğrultusunda Bulanık AHP ve Bulanık COPRAS bütünleşik modeli ile değerlendirilmiştir. Eczacılar tarafından belirlenen ölçütler şu şekildedir.

- Ağrı hissini azaltma
- Güvenlilik
- Farklı hasta gruplarına uygunluk
- Maliyet
- Etkileşim Gösterme
- Dikkati Azaltma

Değerlendirmede kullanılan alternatif ağrı kesiciler A1, A2, A3 ve A4 olarak adlandırılmıştır. A1 alternatifi 650 mg parasetamol ve 4 mg klorfeniramin maleat etkin maddelerini ve yardımcı maddeleri, A2 alternatifi 500 mg parasetamol ve 30 mg kafein etkin maddelerini ve yardımcı maddeleri, A3 alternatifi 250 mg parasetamol, 150 mg propifenazon, 50 mg kafein etkin maddelerini ve yardımcı maddeleri, A4 alternatifi 500 mg parasetamol ve 25 mg deksketoprofen etkin maddelerini ve yardımcı maddeleri içermektedir. Çalışmada tüm alternatiflere ilişkin etkin maddeler belirtilirken sadece uygulama sonucunda 1. Sırada yer alan ağrı kesici ilacın ismine yer verilmiştir.

Ölçütlere ilişkin ağırlıkların hesaplanmasında Bulanık AHP yöntemi kullanılmıştır. Eczacılar tarafından belirlenen 6 adet ölçüt kullanılarak en uygun ağrı kesici ilacın belirlenmesinde Bulanık COPRAS yönteminden yararlanılmıştır. Ölçütlerin önem sıralarının belirlenmesi için Bulanık AHP ile hesaplanan bulanık ağırlıklar, kesin sayı önem ağırlıkları ve normalize edilmiş ağırlıklar Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Bulanık ağırlıklar, kesin sayı önem ağırlıkları ve normalize edilmiş ağırlıklar

Değerlendirme Ölçütleri	Bulanık Ağırlık			BNP (Best Nonfuzzy Performance Value)	Normalize Edilmiş Ağırlıklar
Ağrı Hissini Azaltma	0,092	0,127	0,179	0,132	0,129
Güvenlilik	0,270	0,365	0,482	0,372	0,362
Farklı Hasta Gruplarına Uygunluk	0,110	0,152	0,210	0,158	0,153
Maliyet	0,033	0,043	0,058	0,045	0,043
Etkileşim Gösterme	0,197	0,260	0,341	0,266	0,258
Dikkati Azaltma	0,039	0,053	0,078	0,057	0,055
Toplam				1,030	1,000

Tablo 3'ten elde edilen sonuçlara göre ağrı hissini azaltma, güvenlilik, farklı hasta gruplarına uygunluk, maliyet, etkileşim gösterme, dikkati azaltma ölçütleri için Buckley tarafından geliştirilen Bulanık AHP yöntemi ile hesaplanan ağırlıklar sırasıyla 0.129, 0.362, 0.153, 0.043, 0.258 ve 0.055'tir. Alanında uzman ve eşit tecrübeye sahip karar vericilerin ortak görüşlerini içeren ölçütlere ilişkin karşılaştırma matrisinde tutarlılık oranı (CR=CI/RI) 0.038 olarak hesaplanmış ve matrisin tutarlı olduğu görülmüştür. Modelin alternatif seçim aşamasında 4 adet ağrı kesici ilacın sıralamasının yapılabilmesi amacıyla Bulanık COPRAS yöntemi uygulanmıştır. Ölçütler dikkate alınarak alternatif ağrı kesici ilaçların karar vericiler tarafından değerlendirilebilmesi için ayrı bir değerlendirme formu oluşturulmuştur. Tablo 2'de yer alan puanlara göre karar vericilerin ortak görüş ile değerlendirme formunda verdiği yanıtlar kullanılarak Bulanık COPRAS karar matrisleri oluşturulmuştur. A1, A2, A3 ve A4 alternatiflerine ilişkin Bulanık COPRAS yöntemi ile elde edilen sonuçlar ve önem sıralaması Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. Bulanık COPRAS yönteminin sonuçları

Alternatifler	**A1**			**A2**			**A3**			**A4**		
S_l^+	0,096	0,173	0,321	0,112	0,192	0,334	0,079	0,144	0,265	0,066	0,134	0,265
S_l^-	0,033	0,078	0,172	0,032	0,072	0,164	0,065	0,118	0,227	0,041	0,089	0,191
Q_l	0,106	0,272	1,381	0,122	0,298	1,437	0,087	0,209	0,807	0,075	0,221	1,121
U_l	0,074	0,911	11,291	0,085	1,000	11,748	0,060	0,703	6,601	0,052	0,741	9,166
Kesin değer		4,092			4,278			2,455			3,320	
Sıralama		**2**			**1**			**4**			**3**	

Tablo 4'ten elde edilen sonuçlara göre A1, A2, A3 ve A4 alternatifleri için Bulanık COPRAS yöntemi ile elde edilen skorlar 4.092, 4.278, 2.455 ve 3.320 olmuştur. Alternatiflerin önem sırasının A2>A1>A4>A3 şeklinde olduğu görülmüştür.

4 Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada parasetamol etkin maddesini içeren 4 farklı ağrı kesici ilaç alanında uzman eczacıların ortak görüşleri ile belirlenen ölçütler doğrultusunda Bulanık AHP ve Bulanık COPRAS bütünleşik modeli ile değerlendirilmiştir. Ağrı hissini azaltma, güvenlilik, farklı hasta gruplarına uygunluk, maliyet, etkileşim gösterme, dikkati azaltma ölçütleri Bulanık AHP yöntemi ile ağırlıklandırıldıktan sonra alternatiflerin önem sıraları Bulanık COPRAS yöntemi ile belirlenmiştir. Bulanık AHP yöntemine göre ölçütlerin önem ağırlıklarının farklı olduğu görülmüştür. Bulanık COPRAS yönteminden elde edilen sonuçlara göre hafif ve orta şiddetli ağrıların azaltılması için en uygun alternatif ilaç A2 (Vermidon) çıkarken izleyen alternatifler A1, A4 ve A3 olmuştur. Sonraki çalışmalarda farklı çözüm metotlarının kullanılması ve farklı ilaçların analize dâhil edilmesi ile çalışmanın kapsamı genişletilebilir. Değerlendirme sürecinde karar verici sayısının arttırılması sonucun güvenilirliğini arttırabilir. Ayrıca, belirsizliği ele alan farklı küme teorisi yaklaşımları kullanılabilir.

Kaynaklar

[1] Raja, M. A. G., Al-Shammari, S. S., Al-Otaibi, N. and Amjad, M. W. "Public attitude and perception about analgesic and their side effects". Journal of Pharmaceutical Research International, 32(3), 35-52, 2020.

[2] Karami, N. A., Altebainawi, A. F., Alfarki, S. A., Aldossari, N. B., Asiri, A. N., Aldahan, M. S. and Alqhtani, T. R. "Knowledge and attitude of analgesics use among Saudi population: A cross-sectional study". International Journal of Medical Science and Public Health, 7(2), 137-142, 2018.

[3] Ozkan, O., Hamzaoglu, O., Erdine, S., Balta, E. and Domac, M. "Use of analgesics in adults with pain complaints: prevalence and associated factors, Turkey". Rev Saude Publica, 43(1), 140-146, 2009.

[4] https://www.drugs.com/paracetamol.html

[5] Sarganas, G., Buttery, A.K., Zhuang, W., Wolf, I. K., Grams, D., Rosario, A. S., Scheidt-Nave, C. and Knopf, H. "Prevalence, trends, patterns and associations of analgesic use in Germany". BMC Pharmacology and Toxicology, 16, 2015.

[6] Emet, M. ve Yayla, M. "Asetaminofen (Parasetamol) Zehirlenmesi". Turkiye Klinikleri J Emerg Med-Special Topics, 2(1), 51-57, 2016.

[7] Saygılı, M., Kandemir Türe, A., Kaya, M. ve Sönmez, S. "Eczaneye başvuran hastalarda akılcı ilaç kullanımı". Uluslararası Sağlık Yönetimi ve Stratejileri Araştırma Dergisi, 6(3), 529-540, 2020.

[8] Kilic Baygutalp, N. and Toktanis, D. "A survey study on rational drug use among pharmacy faculty students in Turkey". International Journal of Current Multidisciplinary Studies, 2(1), 101-105, 2016.

[9] Alpdoğan, C. ve Altındiş, S. "Eczacıların akılcı ilaç kullanımı ile ilgili yaklaşımları". Sakarya Tıp Dergisi, 9(1), 103-112, 2019.

[10] Toklu, H. Z. ve Dülger Ayanoğlu, G. "Akılcı ilaç kullanımı ve eczacının rolü". Marmara Pharmaceutical Journal,15, 89-93, 2011.

[11] Stevic, Z., Pamucar, D., Puska, A. and Chatterjee, P. "Sustainable supplier selection in healthcare industries using a new MCDM method: Measurement of alternatives and ranking according to Compromise solution (MARCOS)". Computers & Industrial Engineering,140, 2020.

[12] Bharsakade, R. S., Acharya, P., Ganapathy, L. and Tiwari, M.K. "A lean approach to healthcare management using multi criteria decision making". OPSEARCH, 2021.

[13] Uzun Ozsahin, D., Hamidat, L., Alimi, F., Uzun, B. and Ozsahin, I." Evaluation of migraine drugs using MCDM methods". Applications of Multi-Criteria Decision-Making Theories in Healthcare and Biomedical Engineering, 261-275, 2021.

[14] Uçar, U. ve Balo, F. "İlaç Etken Maddeler Açısından Bağışıklık Sistemini Güçlendiren Takviyelerin AHP Yöntemi ile Değerlendirilmesi". 3rd International Conference on Data Science and Applications, İstanbul, Türkiye, 25-28 Haziran.

[15] Uçar, U. ve Balo, F. "Çeşitli Sağlık Kriterleri Açısından Boğaz Pastillerinin Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi ile Değerlendirilmesi". 3rd International Conference on Data Science and Applications, İstanbul, Türkiye, 25-28 Haziran.

[16] Zimmermann, H. J. "Fuzzy set theory". WIREs Computational Statistics, 2, 317-332, 2010.

[17] Paksoy, T., Yapıcı Pehlivan, N. ve Özceylan, E. Bulanık Küme Teorisi. Birinci Baskı. Ankara, Nobel Yayınları, 2013.

[18] Zadeh, L.A. Fuzzy Sets. Inf. Control. 8: 338-353, 1965.

[19] Saaty, T.L. In: The Analytic Hierarchy Process. 1st ed. New York: McGraw-Hill, 1980.

[20] Buckley, J.J. "Fuzzy hierarchical analysis". Fuzzy. Set. Syst., 17(3): 233–247, 1985.

[21] Hsieh, T.Y., Lu, S.T., and Tzeng, G.H. "Fuzzy MCDM Approach for Planning and Design Tenders Selection in Public Office Buildings". International Journal of Project Management, 22, 573–584, 2004.

[22] Zavadskas, E., Kaklauskas, A. "Determination of an efficient contractor by using the new method of multicriteria assessment". International Symposium for "The Organization and Management of Construction". Shaping Theory and Practice, 94-104,1996.

Derin Öğrenme ile Yazılım Hata Tespiti

Yusuf Kartal*[1,2], Merve Ceyhan[1,2], Kemal Özkan[1,2]

[1]*Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği, Eskişehir, Türkiye*
[2] *Akıllı Sistemler Uygulama ve Araştırma Merkezi, ESOGU, Eskişehir, Türkiye*

Özet

Günümüzde yazılım hatalarının tespitinde derin öğrenme yaklaşımları kullanılan yöntemler arasındadır. Derin öğrenme yaklaşımlarının günümüzdeki kadar yaygın olmadığı dönemlerde statik ve dinamik analiz yöntemleri çoğunlukla tercih edilmiştir. Derin öğrenme yaklaşımlarının kullanımının artması ile günümüzde statik ve dinamik analiz araçlarından daha başarılı sonuçlar ortaya koyma potansiyeli olan öğrenme tabanlı sistemlerin tercih edilmesi kaçınılmazdır. Derin öğrenme yaklaşımları statik ve dinamik analizden farklı olarak yazılımdaki hataları tespit etmede daha etkili sonuçlar vermektedir. Yapılan çalışmada yazılımdaki hataları tespit etmek amacıyla derin öğrenme yaklaşımı ile bir yöntem önerilmiştir ve bu yöntemde Draper VDISC veri seti kullanılmıştır. Yapılan deneysel çalışmalardan da görüldüğü üzere önerilen yöntemin hatalı kodları sınıflandırma potansiyeli yüksek olmakla birlikte veri setindeki çift yönlü dengesizlik doğruluk oranında %98-99 değerlerine ulaşılmasına rağmen kesinlik, duyarlılık metriklerine ait sonuçların beklenen seviyelere ulaşmasını engellemektedir.

Anahtar Kelimeler: *Derin Öğrenme, Yazılım Hata Tespiti, Makine Öğrenmesi*

Software Defect Detection with Deep Learning

Abstract

Today, deep learning approaches are among the methods used to detect software errors. When deep learning approaches were not as common today, static and dynamic analysis methods were most preferred. With the increasing use of deep learning approaches, it is inevitable to prefer learning-based systems that can produce more successful results than static and dynamic analysis tools. Unlike static and dynamic analysis, deep learning approaches give more effective results in detecting errors in software. A method with the deep learning approach was proposed to detect the software errors in the study, and the Draper VDISC dataset was used in this method. As can be seen from the experimental studies, the proposed method has a high potential to classify erroneous codes. Although results have reached 98-99% accuracy, the bidirectional imbalance in the dataset prevents the precision and recall metrics from reaching the expected levels.

Keywords: *Deep Learning, Software Defect Detection, Machine Learning*

1 Giriş

Teknolojinin gelişmesi ile birlikte yazılım alanında da hızlı gelişmeler görülmektedir. Yaşanan teknolojik değişimlere bağlı olarak yazılım geliştirme süreçlerinde geliştiricilerden beklentiler de değişmektedir. Geliştirilen yazılımların kaliteli olmasına, beklenen performansı göstermesine ve bunları kısa sürede gerçekleştirebilecek yaklaşımlara yönelik çalışmalar popüler olmuştur [1]. Yaşanan ilerlemelerle beraber büyük ölçekli projelerde zaman yönetimi de öncelikli hale gelmiştir. Zaman yönetiminin sağlanmasında geliştiricilerin karşılaştığı kodlama hatalarının kısa sürede çözülmesi önemli bir faktördür. Geliştiricilerin kodlama sırasında mantıksal ya da

* İletişim e-posta: ykartal@ogu.edu.tr

sözdizimsel olarak yaptıkları hatalar önemsiz gibi görünse de kod satırları arttığında güvenlik sorunlarına bile yol açabilmektedir [2]. Geçmiş dönemlerde yapılan çalışmalarda yazılım geliştirme süreçlerine odaklanılırken artık hataların daha kısa sürede fark edildiği; kodlarda uyum, birleştirme, okunabilirlik ve karmaşıklık gibi kalite özelliklerinin önem kazandığı yaklaşımlar denenmektedir [3]. Yürütülen projelerde zaman yönetimini sağlamak amacıyla geliştiricilerin karşılaştıkları hatalara hızlı ve doğru çözüm bulmak gerekmektedir. Zamanında fark edilmeyen hatalar, geliştirilen yazılımların test aşamasında ya da kullanıcıya teslim edildikten sonra ortaya çıkabilmektedir. Bu durum projelere zaman ve para kaybı olarak yansımaktadır. Yapay zekâ, makine öğrenimi teknikleri ve derin öğrenme tabanlı yaklaşımlar bu durumların giderilmesinde önemli bir gelişme olarak görülmektedir. Böylece hata potansiyeli olan kodlar erken evrede tespit edilmekte, kaliteli kodlama standardı yakalanmakta ve hataların tespiti için daha az zaman harcanmaktadır.

Günümüzde araştırmacılar, karşılaşılan yazılım hatalarını tahmin etme ve tahminlerde doğruluk oranını artırmak amacıyla çalışmalar yapmaktadır. Tahminlerdeki doğruluğu artırmak için farklı çalışma mantığına sahip modeller geliştirilmektedir. Derin öğrenme, bilgisayarların deneyimlerden öğrenmesini ve dünyayı kavramlar hiyerarşisi açısından anlamasını sağlayan bir makine öğrenimi biçimidir [4]. Bunun yanında istatiksel yaklaşımlar ve makine öğrenimi yaklaşımları da hata tahmin modelleri oluşturmada kullanılan yaklaşımlardır [5]. Derin öğrenmenin kullanılmasıyla birlikte dinamik olarak sürekli öğrenen, tahmin değeri yüksek yaklaşımlar elde edilmiştir. Derin öğrenme yaklaşımlarından önce statik analiz ve dinamik analiz ile hatalar tahmin edilmeye çalışılmıştır. Bu yaklaşımlar kodun sözdizimini ve anlamını tam olarak yansıtmamaktadır [6]. Belirli bir programlama dili ile yazılmış projede elde edilen hatalar başka bir projede aynı şekilde elde edilemeyebilir. Aynı analiz algoritmalarını statik analiz ve dinamik analizde yeniden kullanan analiz mimarileri de oluşturulmuştur [7]. Statik ve dinamik analiz yöntemleri günümüzde kullanılmaktadır fakat yeni çalışmalar ile kodun sözdizimini ve anlamını kaybetmediği derin öğrenme tabanlı yaklaşımlar üzerinde durulmaktadır.

Bu çalışma kapsamında Draper VDISC veri seti üzerinde hata tespiti yapan derin öğrenme tabanlı bir model üzerinde durulmuştur. Hata tespiti için lexical analiz ön işleminden geçirilen veri setinde uygulanan yöntem ve elde edilen sonuçlar incelenmiştir.

Yapılan çalışma ile hata tespiti alanında çalışma yapmak isteyen araştırmacılara uygulanan yöntem ve değerlendirme sonuçlarının aktarılması hedeflenmiştir. Bölüm 2'de literatür taraması sonucunda hata tespiti alanında yapılmış olan çalışmalar ele alınmıştır. Bölüm 3'te veri seti ve uygulanan yöntem ve senaryolar hakkında detaylı bilgilere yer verilmiştir. Bölüm 4'te elde edilen sonuçlar ile birlikte öneri ve düşünceler paylaşılarak çalışma sonlandırılmıştır.

2 Literatür

Öncelikle yapılacak çalışmada kullanılacak Draper VDISC veri setini kullanan ve hata tespiti yapmayı amaçlayan çalışmalar ele alınmıştır. Bu çalışmalarda veri seti üzerinde uygulanmış yöntemlere ve yapılmış çalışmalara, uygulanan modellerin karşılaştırmalarına yer verilmiştir. Bu amaçla incelenen çalışmalardan ilkinde hata tespiti amacıyla makine öğrenmesi metotları kullanıldığı görülmektedir. Draper VDISC veri setinde yer alan veriler ilk olarak Abstract Syntax Tree (AST) yöntemi ile ayrıştırılmıştır. Daha sonra elde edilen AST verileri derinlik, vektör uzunluğu gibi kavramlar açısından ele alınarak sonuçların iyileştirilmesi üzerine işlemler gerçekleştirilmiştir [8].

Başka bir çalışmada hata tespit işlemi için yeni bir yöntem önerilmiş ve bu yöntemler Draper VDISC, Juliet ve s-Babi veri setlerinde ayrı ayrı denenerek elde edilen sonuçlara yer verilmiştir [9]. AST yöntemi kullanılan bir diğer çalışmada Draper VDISC veri seti üzerinde uygulanan yöntemlere, hata tahminlemede elde ettikleri başarı oranlarına ve karşılaştırmalara yer verilmiştir [10].

Detayları verilen çalışmalar dışında farklı veri setleri üzerinde kaynak kod üzerinde hata tespiti yapmayı hedefleyen çalışmaların yöntemleri, veri setleri ve yazarlarına ait bilgiler Tablo 1'de verilmiştir.

3 Metodoloji

Bu çalışmanın amacı kaynak kodlar üzerinden derin öğrenme tabanlı hata tespiti yapmaktır. Hata tespiti yapmak amacıyla kullanılan veri setleri araştırıldığında geniş içeriğe sahip olan Draper VDISC veri setinin bu çalışma için uygun olabileceği düşünülmüştür. Bu veri seti üzerinde lexical analiz işleminden geçirilen kaynak kodların derin öğrenme ile hata sınıfı tespiti üzerindeki doğruluk (1), kesinlik (2), duyarlılık (3) ve F1-Skor (4) değerlerinin ortaya konması hedeflenmiştir.

Tablo 1. Kaynak kod üzerinde hata tespiti ile ilgili çalışmalar

Yöntem	Veriseti	Yazar
Stack Sparse Auto-Encoder (SSAE) ve Deep Belief Network (DBN)	NASA	Ahmad Hasanpour[5]
Principal Component Analysis (PCA), Random Forest (RF), Naive Bayes (NB), Support Vector Machine (SVM)	PC3, MW1, KC1, PC4 ve CM1	C.Lakshmi Prabha [11]
Abstract Syntax Tree (AST), Long Short Term Memory (LSTM)	PROMISE	Dam ve ark. [6]
Machine Learning	Jureczko	Esteves [12]
Back Propagation (BP) Sinir Ağı	AEEEM	Liu [13]
AST, CNN	PROMISE	Meillong ve ark. [14]
Support Vector Machine, Naive Bayes, Decision Tree, Metaheuristics-Based Colleration Feature Selection, Random Forest	NASA	Raheem [15]
Deep Learning	Open-Source Repository	Russell [16]
PathPair2Vec	PROMISE	Shi [17]
Long Short-Term Memory Network Based on Bidirectional and Tree Structure	Open-Source Repository ve PROMISE	Zhou [18]

TP: True Positive, TN: True Negative,

FP: False Positive, FN: False Negative

Doğruluk = (TP + TN) / (TP + TN +FP + FN) (1)

Kesinlik = (TP) / (TP +FP) (2)

Duyarlılık = (TP) / (TP +FN) (3)

F1-Skor = (2*TP) / (2*TP + FP + FN) (4)

3.1 Veriseti

Draper VDISC veri seti açık kaynak yazılımlardan toplanan ve potansiyel güvenlik açıkları için statik analiz yöntemi ile etiketlenmiş verileri içeren bir veri setidir [16]. Veri setinde yer alan her bir sınıf etiketine ait veri sayılarına ait detaylar Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Veri setindeki fonksiyon sayısı

	Fonksiyon Sayısı
Train	3,061,100
Test	127,418
Validate	127,475

Veri seti oluşturulurken C ve C++ programlama dillerinde yazılmış fonksiyonlar ele alınmış ve bu fonksiyonlarda statik analiz araçları ile tespit edilmiş güvenlik açıkları ile etiketlenmiştir. Veri seti; CWE-119, CWE-120, CWE-469, CWE-476 ve CWE-other şeklinde beş hata sınıfı içermektedir. Common Weakness Enumeration (CWE), yazılım ve donanım zayıflık türlerinin bir listesidir [19]. Veri setinde yer alan etiket bilgileri Tablo 3'te yer almaktadır.

Tablo 3. Draper VDISC veri seti etiketleri

CWE-119	Bir Bellek Arabelleğinin Sınırları İçinde İşlemlerin Uygunsuz Kısıtlanması
CWE-120	Giriş Boyutunu Kontrol Etmeden Arabellek Kopyalama
CWE-469	Boyutu Belirlemek için İşaretçi Çıkarma Kullanımı
CWE-476	NULL Pointer Referansı
CWE-Other	CWE-119, CWE-120, CWE-469 ve CWE-476 dışındaki hatalar

Draper VDISC veri seti orijinal halinde train, test ve validation olarak üç bölümden oluşmaktadır. Girdi olarak kullanılan fonksiyonlara ait kaynak kodlar vektörlere çevrilerek derin öğrenme modelinin anlayacağı bir yapı sağlanmıştır. Bunun yanı sıra başarımın artmasını sağlamak amacıyla kaynak kod içerisindeki geliştiriciye göre değişiklik gösterebilen ancak temelde aynı durumu ifade eden metinlerin

etkisinin azaltılması için lexical analiz uygulanmıştır. Lexical analiz ile yazılımdaki hataların tespitinde kaynak kodlar birer cümle gibi kabul edilerek değişken türleri, değişken isimleri, fonksiyonlar, yorum satırları, boşluklar ve özel karakterler ayrıştırılarak kök haline getirilmektedir. Böylece kaynak kodlarda yer alan değişken isimleri, değişken türleri, fonksiyonlar, yorum satırları, boşluklar ve özel karakterler birer kök gibi ayrı ayrı ele alınarak semantik ve söz dizimsel anlam yakalanmaya çalışılmaktadır. Lexical analiz işlemi kaynak kodları baştan sona okuyarak tanımlanan parçalama kriterlerine göre parçalama işlemini gerçekleştirmektedir.

3.2 Uygulanan Yöntem

Sistemin genel akışı Şekil 1'de verilmiştir. İlk adımda lexical analiz işlemi ile Draper VDISC veri setinde yer alan değişkenlik gösterebilecek değişken, parametre, fonksiyon ismi gibi metinlerin derin öğrenme içerisinde daha iyi bir örüntü oluşturmasının sağlanması hedeflenmiştir. Elde edilen değerler veri setine ait her 3 parça için de vektör haline getirilerek derin öğrenme modelinin eğitilmesi amacıyla kullanılmıştır. Böylece vektörel çıktılar ve bu çıktılara karşılık gelen beş sınıflı bir tablonun derin öğrenmenin yapısına uygun olarak oluşturulması sağlanmıştır. Elde edilen sayısallaştırılmış vektör girdiler ile 6 adımdan oluşan evrişimsel sinir ağı modeli eğitilmiş ve test verisi üzerinde tahminler yapması sağlanmıştır.

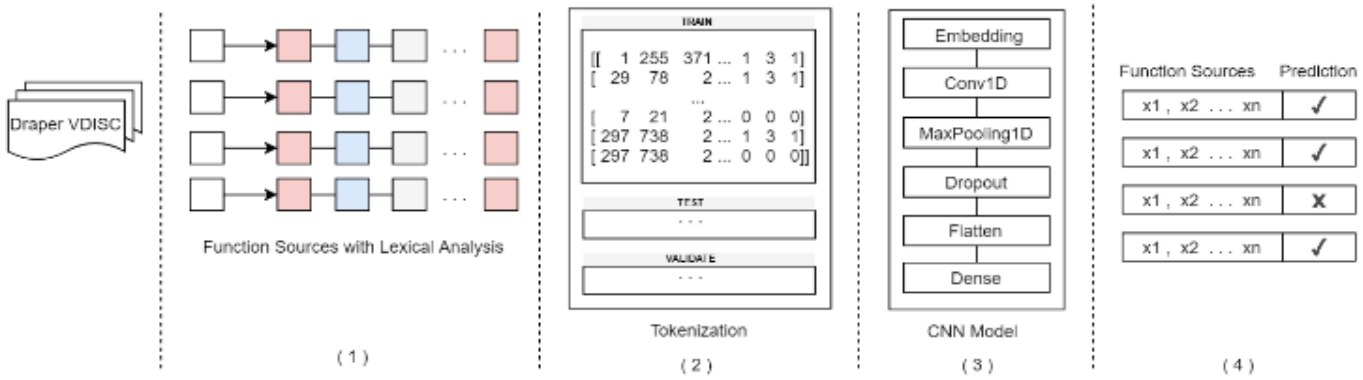
3.3 Senaryolar

Önerilen derin öğrenme modeli öncelikle üç farklı senaryo ile aynı veri seti üzerine lexical analiz ön işlemine tabi tutulmadan doğrudan uygulanmıştır. İlk senaryo derin öğrenme modelinin beş farklı sınıfın her biri için ikili(true/false) çıktı üretmesi üzerine kuruludur. İkinci senaryo diğer sınıfların etkilerinin ortadan kaldırılması için tek bir sınıf(CWE-119) üzerinde ikili(true/false) çıktı üretmesi üzerine kuruludur. Üçüncü senaryo ise herhangi bir sınıfa ait hata olması durumunda tek bir ikili(true/false) çıktı üretmesi üzerine kurulmuştur. Bu sebeple üçüncü senaryo için ek bir sütunda herhangi bir hata içeren satıra True değeri atanmış ve bu sütun üzerinde çalışılmıştır. Bu senaryolar ile sonuçların elde edilmesinin ardından ardından verisetine lexical analiz önişlemi uygulanarak aynı senaryolar tekrarlanmıştır. Birinci, ikinci ve üçüncü senaryolar sonucunda elde edilen doğruluk, kesinlik, duyarlılık ve F1 Skoru değerleri ön işlem uygulanmış ve uygulanmamış olarak Tablo 4'te verilmiştir.

4 Sonuçlar

Yürütülen çalışmada öncelikli amaç hata tahminleme başarısı yüksek bir model oluşturmak ve kaynak kodlardaki mantıksal ve sözdizimsel ilişkinin yakalanabilmesi amacıyla lexical analiz işleminin tahminleme başarısına etkisini test etmektir. Lexical analiz işleminden geçirilmiş veriler ile oluşturulan modelin tahminleme başarısını artırdığı gözlenmiştir. Buradan yola çıkarak kaynak kodların değişken türleri, değişken isimleri, fonksiyonlar, yorum satırları, boşluklar ve özel karakterlerden ayrıştırılarak kök haline getirilmesinin modelin hata tahminleme oranında olumlu etkisinin olduğu söylenebilir.

Elde edilen çıktılarda doğruluk değeri yüksek çıkmasına karşılık kesinlik, duyarlılık ve F1 skor değerlerinin düşük kaldığı gözlenmiştir. Draper VDISC veri seti içeriği incelendiğinde barındırdığı beş sınıfa ait veri sayılarının ve true/false oranlarının oldukça dengesiz olduğu görülmektedir. Öyle ki CWE-469 kodlu hata sınıfı için test verisetinde 127418 fonksiyon içinden sadece 278 tanesi hatalı olarak tanımlanmıştır ve bu hata kodu barındıran fonksiyonlar diğer hata kodları ile de yüksek oranda çakışmaktadır.



Şekil 1. Uygulanan yöntem

Tablo 4. Lexical analiz ön işleminin metrikler üzerine etkisi

		Senaryo 1					Senaryo 2	Senaryo 3
		CWE-119	*CWE-120*	*CWE-469*	*CWE-476*	*CWE-OTHER*	*CWE-119*	*Hata Var/Yok*
Orijinal Veriseti	Doğruluk	0.9620	0.9257	0.9976	0.9894	0.9554	0.9682	0.9071
	Kesinlik	0.2461	0.3038	0	0.3613	0.2315	0.3403	0.3717
	Duyarlılık	0.4714	0.7235	0	0.1694	0.2699	0.6937	0.6278
	F1 Skoru	0.3234	0.4279	0	0.2307	0.2492	0.4566	0.4670
Önişlem uygulanan Veriseti	Doğruluk	0.9739	0.9432	0.9978	0.9903	0.9642	0.9726	0.9160
	Kesinlik	0.3192	0.3116	0	0.3908	0.2973	0.3134	0.3531
	Duyarlılık	0.3115	0.3956	0	0.0645	0.2246	0.3523	0.3561
	F1 Skoru	0.3151	0.3486	0	0.1108	0.2559	0.3317	0.3546

Verisetindeki dengesizlik durumu CWE-469 hata kodu için hataların %100 doğruluk ile saptanmış olunsa bile özellikle duyarlılık ve kesinlik değerlerinin 0'a yakın hesaplanmasına sebep olmaktadır. Bu sebeple hem sınıf bazlı hem de hata bazlı dengesiz dağılımların modelin hata tespit oranlarını olumsuz etkilediği düşünülmektedir. Veri setindeki hata sınıflarına ait dengesizliklerin giderilmesi için yapılacak ileri çalışmalar ya da daha dengeli bir veriseti ile model eğitildiğinde daha yüksek başarı değerleri elde edilmesi beklenebilir.

Teşekkür

Bu çalışma Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından 202015034 nolu proje ile desteklenmiştir.

Kaynaklar

[1] Lenarduzzi V, Lomio F, Moreschini S, Taibi D, Tamburri DA. Software Quality for AI: Where We Are Now? in International Conference on Software Quality. 2021. Springer.

[2] Chess B, McGraw G, Static analysis for security. IEEE security & privacy, 2004. 2(6): p. 76-79.

[3] Pantiuchina J, Lanza M, Bavota G. Improving code: The (mis) perception of quality metrics. in 2018 IEEE International Conference on Software Maintenance and Evolution (ICSME). 2018. IEEE.

[4] Goodfellow I, Bengio Y, Courville A, Bengio Y, Deep learning. Vol. 1. 2016: MIT press Cambridge.

[5] Ahmad Hasanpour PF, Ali Tehrani, Reza Akbari, Software Defect Prediction Based On Deep Learning Models: Performance Study. arXiv pre-print server, 2016.

[6] Dam HK, Pham T, Shien Wee N, Tran T, Grundy J, Ghose A, Kim T, Kim C-J, A deep tree-based model for software defect prediction. arXiv preprint arXiv:1802.00921, 2018.

[7] Artho C, Biere A, Combined static and dynamic analysis. Electronic Notes in Theoretical Computer Science, 2005. 131: p. 3-14.

[8] Bilgin Z, Ersoy MA, Soykan EU, Tomur E, Çomak P, Karaçay L, Vulnerability Prediction From Source Code Using Machine Learning. IEEE Access, 2020. 8: p. 150672-150684.

[9] Suneja S, Zheng Y, Zhuang Y, Laredo J, Morari A, Learning to map source code to software vulnerability using code-as-a-graph. arXiv preprint arXiv:2006.08614, 2020.

[10] Tanwar A, Sundaresan K, Ashwath P, Ganesan P, Chandrasekaran SK, Ravi S, Predicting Vulnerability In Large Codebases With Deep Code Representation. arXiv preprint arXiv:2004.12783, 2020.

[11] Prabha CL, Shivakumar N, Software Defect Prediction Using Machine Learning Techniques. 2020.

[12] Esteves G, Figueiredo E, Veloso A, Viggiato M, Ziviani N, Understanding machine learning software defect predictions. Automated Software Engineering, 2020.

[13] Liu Y, Sun F, Yang J, Zhou D. Software Defect Prediction Model Based on Improved BP Neural Network. in 2019 6th International Conference on Dependable Systems and Their Applications (DSA). 2020. IEEE.

[14] Meilong S, He P, Xiao H, Li H, Zeng C, An Approach to Semantic and Structural Features Learning for Software Defect Prediction. Mathematical Problems in Engineering, 2020. 2020: p. 6038619.

[15] Raheem M, Ameen A, Ayinla F, Ayeyemi B, Software Defect Prediction Using Metaheuristic Algorithms and Classification Techniques. Ilorin Journal of Computer Science and Information Technology, 2020. 3(1): p. 23-39.

[16] Russell R, Kim L, Hamilton L, Lazovich T, Harer J, Ozdemir O, Ellingwood P, McConley M. Automated vulnerability detection in source code using deep representation learning. in 2018 17th IEEE International Conference on Machine Learning and Applications (ICMLA). 2018. IEEE.

[17] Shi K, Lu Y, Chang JF, Wei Z, PathPair2Vec: An AST path pair-based code representation method for defect prediction. Journal of Computer Languages, 2020. 59.

[18] Zhou X, Lu L, Defect Prediction via LSTM Based on Sequence and Tree Structure. 2020.

[19] Martin B, Brown M, Paller A, Kirby D, Christey S, CWE. SANS top, 2011. 25.

VERGİ KAÇAKÇILIĞI TESPİTİNDE BÜYÜK VERİ ANALİTİĞİ

Derya YAYMAN1*

Akdeniz Üniversitesi, İİBF, Maliye Bölümü, Mali Hukuk ABD, Antalya, TÜRKİYE

Özet

Büyük veri analitiği, yapılandırılmış, yarı yapılandırılmış ve yapılandırılmamış verileri içeren çok büyük, çeşitli büyük veri kümelerine karşı, farklı kaynaklardan ve terabaytlardan zettabaytlara kadar farklı boyutlarda gelişmiş analitik tekniklerin kullanılmasıdır. Büyük verinin özellikleri arasında yüksek hacim, yüksek hız ve yüksek çeşitlilik bulunur. Veri kaynakları, yapay zekâ (AI), mobil cihazlar, sosyal medya ve Nesnelerin İnterneti (IoT) tarafından yönlendirildiği için geleneksel verilerden daha karmaşık hale gelmektedir.

Büyük veri, ister bağımsız olarak ister mevcut geleneksel verilerle kullanılsa da işletmeler için geniş fırsatlar sunar. Veri bilimcileri, analistler, araştırmacılar ve iş kullanıcıları, daha derin içgörüler sunan gelişmiş analizler ve yenilikçi büyük veri uygulamalarına destek sağlamak için bu yeni veri kaynaklarından yararlanabilir. Bazı yaygın teknikler arasında veri madenciliği, metin analitiği, tahmine dayalı analitik, veri görselleştirme, yapay zekâ, makine öğrenimi, istatistik ve doğal dil işleme yer almaktadır. Veri analizi araçlarının avantajı, büyük miktarda bilgiyi aynı anda işleyebilmesidir. Bu çözümler genellikle bir bilgi koleksiyonunda neyin normal olduğunu ve anormalliklerin nasıl tespit edileceğini öğretir. Veri analitiği teknolojisi, içeriği ve bulguları inceleyen insanlara duyulan ihtiyacın yerini almaz, ancak eğilimleri ve olası sorunları yardım almadan insanların izleyebileceğinden önemli ölçüde daha hızlı izleyebilir.

Vergi kaçırma, bir ekonominin rekabet gücünü artırmanın önündeki en büyük engellerden biridir. Büyük verinin vergi kaçakçılığı analizinde kullanılan tekniği, özel işleme veri madenciliğidir. Vergi kaçakçılığı keşfinde kullanılan iki temel veri inceleme görevi; tahmine dayalı görevler ve açıklayıcı görevlerdir. Tahmine dayalı görevler her gözlem için bir tahminde bulunabilirken, açıklayıcı görevler esasen incelenen verileri açıklar.

Araştırmacılar, doğrudan ve dolaylı prosedürler de dâhil olmak üzere vergi kaçakçılığını tespit etmek için çeşitli yöntemler kullanırlar. Doğrudan yöntemler, bildirilen verilerin gelir idare servisleri tarafından alınan bilgi iadeleriyle eşleşmesini içerir. Dolaylı yöntemler analitik prosedürleri, belgelerin gözden geçirilmesini, gözlem ve muhbirleri içerir.

Büyük veri analitiği, risk yönetimini geliştirerek ve böylece kontrol çabalarını en riskli vakalara odaklayarak hem vergi tahsilatının artmasında hem de vergi kaçakçılığının önlenmesinde oldukça önemli rol oynar.

Anahtar Kelimeler: *Büyük Veri, Analitik, Vergilendirme, Vergi Kaçakçılığı, Kaçakçılık Analitiği*

BİG DATA ANALYTİCS İN TAX FRAUD DETECTİON

Abstract

Big data analytics is the use of advanced analytical techniques from different sources and different sizes from terabytes to zettabytes against very large, diverse large data sets containing structured, semi-structured and unstructured data. Features of big data include high volume, high speed, and high variety. Data sources are becoming more complex than traditional data because they are driven by artificial intelligence (AI), mobile devices, social media, and the Internet of Things (IoT).

[1] e-posta: dyayman@akdeniz.edu.tr.

Big data offers ample opportunities for businesses, whether used independently or with existing traditional data. Data scientists, analysts, researchers, and business users can take advantage of these new data sources to support advanced analytics and innovative big data applications that offer deeper insights. Some common techniques include data mining, text analysis, predictive analytics, data visualization, artificial intelligence, machine learning, statistics, and natural language processing.
The advantage of data analysis tools is that they can process large amounts of information simultaneously. These solutions usually teach what is normal in a collection of information and how to detect anomalies. Data analytics technology does not replace the need for people who examine content and findings, but it can monitor trends and potential issues significantly faster than humans without assistance.
Tax evasion is one of the biggest obstacles to improving the competitiveness of an economy. The technique used in tax evasion analysis of big data is private processing data mining. The two main data review tasks used in tax evasion discovery are; predictive and descriptive tasks. Predictive tasks can make an estimate for each observation, while descriptive tasks mainly describe the data being examined.
Researchers use a variety of methods to detect tax evasion, including direct and indirect procedures. Direct methods involve matching reported data with returns of information received by revenue management services. Indirect methods include analytical procedures, review of documents, observation, and informants.
By improving risk management and thus focusing control efforts on the riskiest cases, data analytics play an important role in both increasing tax collection and preventing tax evasion.

Key Words: *Big Data, Analytics, Taxation, Tax Fraud, Fraud Analytics*

1 Giriş

Dünya çapında dijitalleşme eğilimlerinin artışıyla dijital yaşam, dijital dönüşüm, dijital para, dijital toprak, dijital maden gibi kavramlar güncel yaşamda sürekli söylenegelmiş ve insanoğlu bu değerlerin hayatlarını kolaylaştırdığı noktasında hemfikir hale gelmiştir. Büyük veri analitiği teknolojisi dijitalleşen dünyamızda adından her geçen gün daha fazla bahsettirmektedir. Büyük verinin kaynakları; internet, mobil cihazlar ve çevresel sensörler gibi araçlardır. Büyük veri bu kaynaklardan gelen çok geniş hacimli verilerin bir bütünüdür. Büyük veri mevcut geleneksel teknolojinin yeterli gelmediği durumlarda başvurulabilecek yeni nesil çözümlerdir. Büyük veri, aynı zamanda veri kümesi, veri koleksiyonu gibi isimlerle adlandırılır.

Veri kapasitesinin hızla büyümesi, bilgi güvenliğini tehdit eden riskler, siber saldırıların giderek artması, altyapı yetersizliği gibi nedenlerle geleneksel teknolojiler ve kısıtlı veriler uzun süreli ve büyük çaplı analizleri destekleme konusunda yetersiz kalmıştır. Büyük veri analitiği; ağ trafiği, web işlemleri, ağ sunucuları, ağ kaynağı ve kullanıcı kimlik bilgileri ile siber güvenliği sağlamada faydalı olabilir. Örneğin anormal trafik örüntüleriyle şüpheli kaynakları ve hedefleri tespit ve tahmin edebilir. Kaynağın işlediği, ilettiği ve aldığı veri türüne göre bir makinenin anormal kullanım şekillerini tahmin edebilir. Ya da işlem davranışlarının dışına çıkan kullanıcılarla ilgili anormal durumları tespit edebilir.

Özel sektör giderek artan bir şekilde vergiden kaçınmayı sağlayan teknolojik yazılımları kullanmaya başlamaktadır. Artan sayıda satıcı, kaçakçılık tespitine özel yazılım ve bulut hizmetleri sağlamaktadır [1]. Birçok kuruluş buna vergi idareleri de dahil, büyük miktarda veriye ihtiyaç duyar. Büyük veri analitiği, ileri istatistiksel fonksiyonlar, görselleştirme araçları, veri bilimi ve algoritmaları kullanır. Büyük veri analitiği inovasyonu arttırır ve kurum ve kuruluşların daha verimli hale gelmelerini sağlar. Büyük verilerin büyük çoğunluğu kamudan elde edilir. Devlet bu yaklaşımla şeffaf bir şekilde tüm projelerini, araştırma raporlarını, istatistiklerini, kısacası tüm verilerini herkese açmakta ve bunların hayata geçmesini kolaylaştırmaktadır.

Dijital yıkım, yeni dijital teknolojilerin mevcut mal ve hizmetlerdeki değer önermelerini tamamıyla değiştirerek yeni hizmetlerin, yeni ürünlerin, yeni yöntemlerin ortaya çıkmasıdır. Dijital yıkım yaşanmadan dijitalleşme olmaz. Dijital yıkımdan herkes etkilenmektedir. Forrester, birçok firmanın

dijitalleşme eğrisinin altında olduğunu, şirketlerin sadece %27'sinin gerçekten işleyen bir dijitalleşme stratejisine sahip olduğunu açıklamıştır [2].

Dijital dönüşüm sürecinde dijital yıkım, küresel ekonomide Schumpeterci[2] bir yaratıcı yıkım fırtınası estirmektedir. Yaşanan değişim rüzgârları, tüketici refahında önemli artışlar sağlamaktadır. Akla gelebilecek her türlü mal veya hizmeti bir akıllı telefonun parlayan cam ekranından parmaklarımızın ucuyla sipariş edebiliriz. Değişim rüzgârlarına ayak uyduran firmaların pazar güçleri önemli ölçüde artmaktadır.

Havacılık, robotik, elektronik, biyoteknoloji, ilaç ve bilgisayar gibi yüksek teknoloji endüstrileri yıllardır rekabet hukukunun sınırlarını zorlamaktadır. Yüksek teknoloji endüstrilerinin birçoğunda rekabet, geçici piyasa gücü sağlayan bir fikri mülkiyet hakkı şeklinde olmuştur. Ancak, mevcut dijital yıkım genelde düşük maliyetle gerçekleşmektedir. Örneğin Marcus Persson, Minecraft oyununu geliştirip 2 milyar ABD Dolarına sattığında, özellikle de yazılımı yatak odasında kodladığı için gerçekten bir "yüksek teknoloji" endüstrisine düşük maliyetle katılmıştır. Bu şekilde, dijital yıkımın yapı taşları milyarlarca dolarlık Ar-Ge'yi gerektirse de, bir yazılım geliştiricisi artık belirli bir yazılım uygulamasını geliştirmek ve başlatmak için Ar-Ge devlerinin omuzlarında yükselebilir. Bir geliştirici, "yapı taşı" yazılım uygulamalarını etkinleştirmeyi de kullanabilir. Bu tür uygulamalar, uzman olmayanlara yazılım oluşturma yeteneğini açmıştır. 21. yüzyıldaki 'dijital yıkım' kavramı bu nedenle yüksek teknoloji ekosistemi olarak görülebilir. Bu ekosistem, tüketici dostu, kitlesel pazar yazılımı için dijital bir platform oluşturarak düşük maliyetli inovasyonu kolaylaştıran yüksek teknoloji endüstrilerini içermektedir.

Ortaya çıkan Schumpetervari yenilik fırtınası artık sektör sektör, pazar pazar tüm dünyayı kasıp kavurmaktadır. Ekosistem, fiziksel ürünlerden ziyade bilgisayar kodu (yani yazılım) biçimindeki fikri mülkiyet ile desteklenmektedir. Yazılımın dijital platformlar üzerindeki merkeziliği, yazılımın kendisinin maliyet özelliklerinden, tekrarlanabilirliğinden ve esnekliğinden türetilen bir dizi önemli çıkarıma sahiptir.

Ağustos 2011'de, Silikon Vadisi girişim kapitalisti ve başarılı İnternet girişimcisi Marc Andreessen, endüstrileri yazılım yoluyla dönüştürmek için gereken dijital platformun artık çalıştığını ve dünya çapında milyarlarca akıllı telefon kullanıcısını içeren adreslenebilir bir küresel pazarın kilidini açan anahtarın yazılım olduğunu belirtmektedir. Mikroişlemcinin icadından bu yana 40 yıl ve modern internetin yükselişine kadar geçen 20 yıllık sürede, endüstrileri yazılım yoluyla dönüştürmek için gereken tüm teknoloji küresel çapta yaygın olarak sunulabilmektedir. 2 milyardan fazla insan şu anda geniş bant internet kullanmaktadır. Daha düşük başlangıç maliyetleri ve çevrimiçi hizmetler için büyük ölçüde genişleyen bir pazarla, sonuç, ilk kez tamamen dijital olarak bağlanacak küresel bir ekonomidir.

Yazılım şirketlerinin ekonominin büyük bir bölümünü ele geçirmeye hazır olduğu dramatik ve geniş bir teknolojik ve ekonomik değişimin ortasındayız. Kazananların çoğu, yerleşik endüstri yapılarını istila eden ve alt üst eden Silikon Vadisi tarzı girişimci teknoloji şirketleridir. Önümüzdeki 10 yıl boyunca, dünyayı yenen yeni Silikon Vadisi şirketlerinin yıkımı gerçekleştirdiği yazılımlar tarafından çok daha fazla endüstrinin bozulması beklenmektedir. Silikon Vadisi'nden gelen tahminlere dayanarak, yazılım odaklı dijital yıkımın bir sonraki aşamada finans, enerji, sağlık ve lojistik sektörlerini vurması muhtemel. Bu arada, Amazon, Skype (Microsoft), WhatsApp (Facebook), Netflix ve Uber gibi yazılım odaklı markaları içeren perakendecilik, telekomünikasyon, medya ve ulaşımda Schumpetarian fırtınası çoktan şiddetlenmiştir.

Yazılım tabanlı şirketlerin yükselişiyle bağlantılı olarak, dijital yıkım, halk arasında "büyük veri" olarak bilinen bilgi devriminden de güç almaktadır.

'Büyük veri' terimi onlarca yıldır ve aynı şekilde veri analitik yetenekleri de onlarca yıldır var olmuştur. Son birkaç yılda çarpıcı biçimde değişen şey; verilerin hızı, çeşitliliği ve hacmidir. Dünyadaki verilerin yaklaşık %90'ı son birkaç yılda oluşturulmuştur. Avrupa Komisyonu'nun Dijital Gündemden Sorumlu eski Komisyon Üyesi ve Avrupa Komisyonu Başkan Yardımcısı Neelie Kroes'un Mart 2014'te yaptığı önemli bir

[2] Schumpeter, yaratıcı yıkım mekanizmasını yeni teknolojilere bağlamış, yenilikler çıktıkça eskilerin yıkılacağını ve yerini yenisinin alacağını savunmuştur.

konuşmada belirttiği gibi; artık yeni bir endüstriyel devrimle karşı karşıyayız: dijital bir devrim. Bu dijital devrimin, bulut bilişim yeni motoru, büyük veri yeni yakıtıdır.

Dijital yıkımın rekabet sonuçlarına yol açan birçok benzersiz özelliği vardır. Microsoft, yıkıcı inovasyonun hızlı oranının rekabete aykırı zararı önlemek için yeterli olduğunu iddia etse de (çünkü piyasa gücü yalnızca geçicidir), İnternet tabanlı pazarlardaki potansiyel kusurlu rekabet boyutunun düzenleyici baskılara yol açacağı da açıktır.

Yazılım odaklı dijital platformlar, genellikle belirli tüketicilerin kişisel ihtiyaçlarına daha uygun ürün ve hizmetler sunmak için veri işleme yeteneğini kullanan iş modellerini içermektedir. 21. yüzyılda müşteri bilgileri, stratejik bir ticari varlık ve dijital bir platforma sahip rekabet avantajı sağlayabilecek değerli bir emtiadır. Veri depolama maliyetleri, veri depolamanın artık birçok işletme için önemli bir maliyet sorunu olmadığı ölçüde düşmüştür. Bu arada, bilgisayar işleme kapasitesi, yüksek kaliteli rekabetçi bilgileri elde etmek için "büyük verileri" işlemek mümkün olacak şekilde artmıştır [3].

Vergi idareleri; vergi beyannamelerindeki tutarsızlıkları tespit etmek, idari kararlar almak, mükellef problemlerini vakalar itibariyle sınıflandırmak ve çok büyük miktardaki veri akışını yönetmek gibi çeşitli sorunlarla karşı karşıyadırlar. Mükelleflerin vergi mevzuatlarındaki boşluklardan faydalanarak vergiden kaçınma eğilimlerinin yanı sıra yeni dijital teknolojileri kullanarak vergiyi gerçek miktarından az ödeme eğilimleri her ülkede gelir kaybına sebebiyet vermektedir. Bu nedenle vergi idarelerinde dijital teknolojilerin hızla uygulanması elzemdir. Büyük veri analitiği teknolojisi vergi yönetimlerinin acilen vergi sistemlerine yerleştirmeleri gereken çok önemli bir teknolojidir.

Büyük veri, modern yaşamın ve insan davranışının her yönü hakkında fikir veren bilgisayarların gücünü, hiper bireyselleştirilmiş bilgilerin en büyük envanterlerinden bazılarıyla bir araya getirmektedir. Doğal olarak, veri bilimcilerinin, politikacıların ve vergi uzmanlarının vergilendirme çalışmalarını ve reformlarını ilerletmek için aynı tür büyük veri mekanizmalarını kullanmakla ilgilenmeleri doğaldır.

Google, Facebook, Instagram gibi sosyal medya platformları tarafından toplanan verilerin ölçeği ve ayrıntısı kısmen kullanıcı tabanlarına bağlıdır. Bu plafformlar modern yaşamın neredeyse ayrılmaz parçası haline gelmişlerdir. Bu nedenle nüfusun büyük çoğunluğu hakkında veri toplayan platformlardır. Vergi verileri de nüfus idareleri, tapu idareleri, bankalar, sosyal güvenlik kurumları vb. çeşitli kurumlardan gelen bilgilerle toplanır. Tabii ki, vergi kayıtları ve vergi analizi yeni bir şey değildir; bu tür işlevler vergi tahsilatı kadar uzun süredir vardır. Büyük verinin vergi analizi için anlamı, ölçeğin artması, hassasiyet ve gelişmiş hesaplama potansiyeli ve bu yeni teknolojiyi vergi politikasının evrimini bilgilendirmek için kullanmaktır. Modern bilgisayarların gücü ve gelişmişliği, her bireyin, kuruluşun veya devlet dairesinin vergi verilerini nasıl inceledikleri ve işledikleri, bilgisayarları ve veri bilimini her zamankinden daha fazla bütünleştirmeleri, daha verimli hale gelebileceği anlamına gelir.

Özellikle, veri bilimcileri ve vergi uzmanları vergi verilerini iki yeni işlev için kullanmak için birlikte çalışıyorlar: içgörü ve öngörü sağlamak. İçgörü, zaten toplanmış olan verilere daha yakından ve adli olarak bakmak ve daha karmaşık sorguların mevcut verilerden yeni anlayış ve görselleştirmeler çıkarabilmesi için düzenlemek anlamına gelir. Bu arada öngörü, vergi verilerine sadece geçmişi anlamak için değil, geleceği eşi görülmemiş bir ayrıntı ve doğrulukla tahmin etmek anlamına gelir [4].

Günümüz dünyasında tüm işlemler ve belgeler dijital şekilde kaydedildiğinden vergi inceleme elemanları için vergi kayıp ve kaçaklarını belirlemede en büyük kanıt, sosyal platformlardaki kayıtlardır. Büyük veri analitiği, büyük miktarda veriyi analiz edebilen bir teknoloji olduğundan vergi kayıp ve kaçaklarının da tespitinde oldukça etkin olarak kullanılır. Büyük veri analitiği, vergi idarelerinin kayıp ve kaçakları önleyici tedbirleri almasına yardımcı olan yararlı bilgileri çıkarmak ve tanımlamak için istatistiksel, matematiksel, yapay zekâ ve makine öğrenimi tekniklerini kullanır.

Çeşitli sektörlerde vergi kaçakçılığının tespitinde; yapay sinir ağları, kendi kendini organize eden haritalar, karar ağaçları, destek vektör makinesi, lojistik regresyon ve bayesian öğrenimi kullanılmış ve faydalı bulunmuştur.

En çok sömürülen parasal sektörlerden biri vergi yönetim sektörüdür. Vergi kaçakçılığı, kişinin vergi borcunu azaltarak bireye mali kazanç sağladığı için yaygındır. Vergi kaçakçılığı bir ülkenin ekonomik büyümesini engellediği için vergi kaçakçılığı tespitini yapan sistemi geliştirmeye acil bir ihtiyaç vardır. Vergi kaçakçılığını tespit etmek ve önlemek vergi idarelerinin en büyük amacıdır.

Genel olarak, büyük veri, verileri, mantıksal gruplara ve analiz etmeden önce mantıksal bir yapı formuna bölmek için, sınıflandırma algoritmaları ve kümeleme kullanarak işler. Kümeleme, etiketlenmemiş veriler üzerinde gerçekleştirilen ve benzer veriyi gruplamak için kullanılan denetimsiz bir öğrenme tekniğidir. Yaygın olarak kullanılan kümeleme teknikleri, k-ortalama kümeleme, aykırı değer saptama yöntemi, kendi kendini organize eden harita ve gizli markov modelidir. Diğer yandan, sınıflandırma, öznitelik bazında veri noktalarına önceden tanımlanmış sınıfları atamak için kullanılan denetimli bir öğrenme tekniğidir ve etiketlenmiş veriler üzerinde gerçekleştirilir. Yaygın olarak kullanılan sınıflandırma yöntemleri; naive bayes, kneaest komşu, karar ağacı, destek vektör makinesi vb.'dir.

Vergi suçluları, vergiden kaçındıklarında vergi kaçakçılığını tespit eden vergi kaçırmayı önleyici mekanizmalar devreye girer. Vergi kaçakçılığını tespit etmek, gerçekleştirilmekte olan şüpheli işlemleri en kısa sürede tespit etmek ve belirlenen kalıpları kullanarak etkili kararlar alabilmek için etkili teknikler uygulanabilir.

Mükelleflerin davranışlarını karakterize etmek için verimli kümeleme ve sınıflandırma yöntemleri kullanılabilir ve bazı ayırt edici bu kümeler arasında desenler belirlenebilir.

Bu özelliklere ve kalıplara dayanarak, sistem eğitilebilir ve bir makine öğrenimi algoritması kullanılarak vergi kaçakçıları tespit edilebilir. Makine öğrenimi, kaçakçılığın gerçekleştirilebileceği çeşitli yolları analiz etmeyi mümkün kılar. Dolayısıyla, denetimli bir sınıflandırma yeni bir işlemin yasal mı yoksa hileli mi olduğunu belirlemeye yardımcı olur [5].

Çalışmada büyük veri analitiğinin niteliği, vergi kaçakçılığı büyük veri ilişkisi, vergi kaçakçılığını önlemede büyük verinin rolü ve önemi konuları ülke uygulama örnekleriyle birlikte ele alınacaktır.

2 Büyük Veri ve Analitiği

Büyük veri, geleneksel veri tabanı teknolojisinin normal sınırlarını aşan vergilendirme dahil tüm profesyonel alanlardan toplanan veri kümelerine uygulanan terimdir. Toplanan veri kümeleri; sağlık, imalat, perakende ve kamu sektörü gibi tüm alanlardan gelmektedir. Finans ve muhasebe alanı, vergilendirme de dahil olmak üzere büyük veri devriminden etkilenmektedir [1].

Büyük verinin özellikleri, yeni depolama ve analiz tekniklerine ihtiyaç duyulmasına yol açmaktadır. Büyük verinin en çok açıklanan özellikleri; hacim, hız, doğruluk ve çeşitliliktir. Hacim, sayısız cihazdan toplanan veri miktarını ifade eder.
Hız, verilerin değişebileceği hızdır. Çeşitlilik, formata (yapılandırılmış veriler, yapılandırılmamış veriler, yarı yapılandırılmış veriler ve karmaşık veriler) olduğu kadar veri kaynaklarına (mobil, sosyal medya, videolar, çizelge, genomik ve sensörler) ilişkin çeşitli referanslardır. Doğruluk, verilerin kalitesini gösterir. Büyük veri, çeşitli kaynaklardan toplanan, çeşitli biçimlerde depolanan ve farklı aralıklarla güncellenen büyük miktarda depolama alanı kullanır. Büyük verinin özellikleri, yeni verilerin kullanılmasını gerektirir. Büyük verinin özellikleri, yeni işleme yöntemlerinin kullanılmasını gerektirmektedir. Büyük veri için kullanılan işleme yöntemleri genellikle alternatif olarak analitik veya veri madenciliği olarak adlandırılır.
Veri madenciliği, veri setinde önceden tanınmayan kalıpları keşfetmek için veri hacimlerini analiz etme sürecidir.
Keşfedilen kalıplar genellikle şüphesiz bağlantılardır. Veri tabanlarında (KDD) daha geniş genel bilgi keşfi sürecinde bir adım olarak kabul edilen veri madenciliği, bu kalıpları bulmak için istatistiksel analiz ve veri tabanı teknolojisinden yararlanır. KDD sürecindeki adımlar şunlardır:

1.) veri temizleme - hatalı veya ilgisiz olanların kaldırılması,
2.) veri asimilasyonu - çeşitli veri kaynaklarından gelen verilerin konsolidasyonu,
3.) veri çeşitliliği - genel veri setinden analiz için seçilen verilerin alınması,
4.) veri dönüşümü - verilerin seçilen analizler için gerekli forma dönüştürülmesi,
5.) veri madenciliği - faydalı keşfedilen deneklerin çıkarılması,
6.)model değerlendirme - modellerin tanımlanması ve modeller için ölçümlerin tanımlanması ve

7.) bilgi temsili - modellerin daha iyi anlaşılmasını sağlamak için veri görselleştirme.

Veri madenciliği süreci tek başına birkaç aşama gerektirir:

1.) problem tanımı - spesifik analizin hedeflerini belirlemek,
2.) veri keşfi - toplanan veriler, seçilen analiz için uygundur; değilse, için öneriler değişen toplama süreci geliştirilir,
3.) veri hazırlama - eksik ve geçersiz veriler ile geçerli verilerin tutarlılığı için kuralların mevcut olmasını sağlanır,
4.) modelleme - veri madenciliği algoritması seçilir (analiz teknikleri) ve değerlendirme ve dağıtım -analizi yürütülür ve yorumlanır [1].

Veri analitiği yöntemleri, 1950'lerin ortalarında "Analytics 1.0" olarak bilinen ilk veri analizi faaliyetlerinin ortaya çıkmasından bu yana gelişmektedir. O zamandan beri, veri analitiği uygulaması önemli ölçüde genişlemiş ve destekleyici araçlar gittikçe daha karmaşık hale gelmiştir. Özellikle finans, lojistik ve bilimsel alanda, veri analitiği, bu alanlarda çalışan kişilerin tipik becerilerinin (örneğin, analitik zihniyetin) büyük hacimli farklı veri kümeleriyle çalışmak için gerekli kapasiteye sahip olması nedeniyle hızla büyümüştür. Ancak vergi dünyasında, günlük vergi danışmanlığı çalışmalarının bir parçası olarak veri analitiğinin uygulanması nispeten yenidir. KDV iadesi dosyalarının eksiksiz olup olmadığını kontrol etmek için sadece yaklaşık 5 yıl önce basit bir analizle başlamıştır. MS Excel, insanların normal işlerinde uyguladıkları vergilendirici bir analitik karaktere sahip hala en yaygın kullanılan teknolojidir. Vergi alanında veri analitiği uygulamasının son 2 yılda hızla artmasının nedenlerinden biri, vergi sorumluları ile analitik geçmişi olan kişiler arasındaki daha sıkı işbirliğidir. Her iki dünyanın kombinasyonu (vergi ve BT), vergi alanında veri analitiğinin başarılı bir şekilde uygulanmasında kritik bir faktördür.

Dolaylı vergiler dünyası hızla değişmektedir. Dolaylı vergi süreçlerinde gelişen teknoloji ve artan ERP[3] sistemlerine bağımlılık, dış paydaşların vergilendirme ve vergi risklerine artan odağını karşılamak için dolaylı vergi uzmanlarından yeni beceriler gerektirmektedir. Veri analitiğinin yardımıyla, karmaşık ERP ortamı ve dolaylı vergi süreçleri çözülebilir. Verilerdeki anormallikler zamanında bildirilebilir ve verimli bir şekilde takip edilebilir, bu da uçtan uca dolaylı vergi sürecinin kontrolünün artmasıyla sonuçlanır. Dahası, artan kontrol verisi analizi, dolaylı vergi süreçlerinde ve vergi tedarik zincirlerinde ticari iyileştirmeler için bir temel oluşturabilecek veriler içinde ek vergi değerinin kilidini açabilir [6].

Veri analizi araçlarının birincil avantajı, büyük miktarlarda bilgiyi aynı anda kullanabilmeleridir. Bu çözümler genellikle bir bilgi koleksiyonunda neyin normal olduğunu ve anormalliklerin nasıl tespit edileceğini öğrenir. Veri analitiği teknolojisi, içeriği ve bulguları inceleyen insan ihtiyacının yerini almaz, ancak eğilimleri ve olası sorunları, yardım olmadan insanların yapabileceğinden önemli ölçüde daha hızlı izleyebilir [7].

Uluslararası anlaşmalar neticesinde ortaya çıkan bilginin işlenmesinde büyük veri analitiği ve yapay zekâ teknolojisinin kullanımı son derece önemlidir. Yapay zekâ destekli büyük veri sistemleri, mevcut programlarda kayıtlı bilgilerin sistemlerde işlenmesini sağladığı gibi geçmişe dönük verilerin de incelenmesini sağlar.

Büyük veri aynı zamanda mükellef beyanına bağlı kalmayı önler. Böylelikle beyana dayalı vergilendirme sisteminin mükelleflerce kötüye kullanımından kaynaklı sorunlara çözüm getirir. Analitik kullanımı, vergi idarelerinin ekonomik işlemlerle ilgili bilgi ve belge toplama maliyetlerini düşürür. AICPA [The American Institute of Certified Public Accountants (Amerikan Serbest Muhasebeci Mali Müşavirler Enstitüsü] tarafından 2015 yılında yapılan bir çalışma, büyük veri analitiği kullanımıyla bilgi ve belge toplamak için yapılan harcamanın normal denetime kıyasla daha az maliyetli olduğunu göstermiştir. Vergi davalarının açılma sıklığını azalttığı gibi, davaların daha kısa sürede sonuçlanmasını sağlar.

Büyük veri analitiği, incelenecek sahanın tüm yönleriyle denetlenmesini sağladığından vergiden kaçınma faaliyetlerini kolaylaştırır.

Büyük veri analitiği ile farklı formatlardaki dijital kayıtlar işlenip izlenir. Nesnelerin internetinin kullanımıyla fiziki aktiviteler de izlenip, kaydedilebilir. Bu sayede benzin istasyonlarından ulaşım araçlarına kadar tüm merkezler izlenip, tüm illegal faaliyetler gerçek zamanlı kaydedilebilir [8].

[3] ERP, finans, üretim, tedarik zinciri, hizmetler, satın alma ve daha fazlasındaki süreçler de dahil olmak üzere tüm işinizi yürütmenize yardımcı olan bir tür yazılım sistemidir.

Büyük verilerle güçlendirilmiş öngörüye genellikle tahmine dayalı analitik denir ve vergi uzmanları zaten tahmine dayalı analizleri vergi toplama ve uyumluluk uygulama konusunda çalışmakla meşguldürler. Uygulama söz konusu olduğunda, hemen hemen tüm gelir idaresi kurumlarının kullandığı birincil mekanizma tarihsel olarak denetimler olmuştur. Bu zaman alıcı soruşturmalar, tutarsızlıkları, hataları veya cezai vergiden kaçınmayı aramak için vergi kayıtlarının ve bir kişinin veya kuruluşun mali kayıtlarının adli incelemesine odaklanmaktadır. Hükümete çok pahalıya mal olmaktadır ve geri kazanılan gelir açısından son derece mütevazı getiriler sağlamaktadırlar.

Büyük veri çağında vergi veri analitiğinin en büyük gücü, hem bireyler hem de vergi ödeyen kuruluşlar, ayrıca gelir idareleri ve tahsilatlar veya icra makamları tarafından tahmine dayalı olarak kullanılabilmesidir. Tüm bu verileri yöneten, işleyen ve analiz eden kişi ve makinelere sahip olmak, ileriye doğru uzanan verileri üretebilir ve bir kuruş gerçekten toplanmadan vergi gelirlerinin ve davranışlarının nasıl görünmesi gerektiğine dair bilimsel ve istatistiksel olarak sağlam tahminler oluşturabilir. Geleceğe yönelik ayrıntılı modeller oluşturmak için geçmiş verileri kullanarak, hem ödeyenlerin hem de toplayıcıların hatalarını bulmak ve denetim sürecinin çoğunu etkili bir şekilde önleyen varyasyonları veya önemli değişiklikleri açıklamak için iadeleri hemen gözden geçirebilir. Bu bilgisayar modelleri kullanılarak, vergi tahsilatları en azından bu tahmine dayalı analizlere göre kısmen otomatikleştirilmiş olabilir ve denetimlerin hem hükümete hem de vergi mükelleflerine maliyetini azaltabilir.

Bunun sadece uyum ve uygulama için değil, vergi politikası ve vergi reformu geliştirme açısından da bariz etkileri vardır. Gelirler için daha kesin beklentiler, vergi kodundaki olası değişiklikleri yansıtacak şekilde ayarlanmış tahmine dayalı modellere göre ayarlanabilir. Uyumluluk, gelir idaresi personel alımında veya manuel uygulama faaliyetlerinde önemli bir artış gerektirmeden, bireysel veya kurumsal kuruluşa kadar gerçek getirilerle karşılaştırıldığında, öngörülen iadelerin daha fazla incelenmesi yoluyla daha iyi uygulanabilir.

Doğal olarak, veri bilimi vergi denkleminin her iki tarafında - ödeyenler ve tahsilat yetkilileri tarafından - kullanıldığında, sürecin daha fazlasını otomatikleştirmeye başlamak mümkün hale gelir. Teorik olarak, vergilendirmenin otomatikleştirilmesi, gelir idarelerinin genel giderlerini azaltarak ve vergi mükelleflerinin (bireyler veya şirketler) vergi planlama ve raporlama taahhüdünde bulunmaları gereken süreyi önemli ölçüde azaltarak tasarruf sağlayabilir. Bununla birlikte, tüm potansiyel faydalar için öncelikle veri yönetimi ve raporlama standartlarına ulaşmak gerekir. Büyük veriden yararlanmak için paylaşılabilir olması gerekir. Bu aynı zamanda veri bilimcilerinin ve vergi uzmanlarının ele almak için çalıştığı bir önceliktir.

Büyük veriyi güçlü kılan şeyin bir kısmı sadece yönetilen bilgilerin ölçeği değil, aynı zamanda nasıl yönetildiğidir. Büyük veri, tanım olarak, büyük miktarda bilgi içerdiğinden, her şeyi anlamlandırmak ve ham verileri yararlı içgörülere dönüştürmek için son derece yapılandırılmış algoritmalar çalıştıran karmaşık bilgisayarlar gerektirir. Bu verileri bilgisayarlara tutarlı ve bu algoritmalarla uyumlu hale getirmek, yapının, depolamanın ve organizasyonun standartlaştırılmasını gerektirir. Verilerin standartlaştırılmasının yan etkisi, paylaşmanın daha kolay hale gelmesidir.

Bu tür veri yapılanmasının sonuçları uluslararası finansal raporlamada görülebilir. Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü veya OECD, vergilendirme ve finansal raporlama ile ilgili veri paylaşımı için uluslararası bir standart bulmak için ABD makamlarıyla birlikte çalışmıştır. Bu ortak raporlama standardını kullanarak, 90'dan fazla ülke artık yerleşikler, varlıklar, gelir ve diğer ortak bilgiler hakkında otomatik olarak bilgi paylaşmakta ve alışverişi yapmaktadır.

Muhasebe ve vergi hukuku dünyasında, büyük veri ve analitik otomasyonla yakından ilişkilidir. Bilgisayarlara ne kadar çok işlem gücü ve veri yönetimi yüklenebilirse, insanların, sayıları elle kırıp geçirmek, modeller oluşturmak ve bağımsız analizler yapmak için o kadar az zaman harcaması gerekecektir. Ancak, bu vergi uzmanları için fırsatın sonunu yazmamaktadır. Bunun yerine, birçok yeni başlangıcı, yeni fırsatları ve bu sofistike makinelerle birlikte çalışan vergi uzmanlarının yenilenen önemini temsil etmektedir.

Büyük veri ve desteklediği analitik yetenekler, birçok endüstri için dönüştürücü olduğunu kanıtlamıştır. İnternet sayesinde, 21.yy vergilendirme trendinin istisnası değildir. Bireysel vergi mükellefleri ve özel işletmeler, vergi planlama ve uyumunu daha acısız, basit ve otomatik hale getirmek için çözümler ve fırsatlar aramaktadırlar. Hükümetler de benzer şekilde,

vergilerin uygulanmasının yanı sıra reformları desteklemek için büyük verileri toplamanın, organize etmenin ve kullanmanın yeni yollarını bulmaktadırlar. İnsan marifeti, analitik yetenekler ve modern teknoloji ile birleştiğinde, vergilendirme için heyecan verici yeni bir geleceği temsil etmektedir [4].

Büyük veri analitiğinin faydaları yanında zararları da olabilir. Yapay zekânın gelişmesiyle siber saldırılar da artmıştır. Derin öğrenme, makine öğrenimi gibi teknikler, büyük veri analitiğinin aşağıda belirtilen kötü amaçlara da hizmet etmesine neden olabilir;

- Gizli örüntülerin bulunmasını ve yorumlamasını amaçlayan modeller, güvenlik açıklarını belirlemede kullanılabilir.
- Yapay zekâ modelleri iyi korunmadığı takdirde, kötü niyetli aktörlerce hatalı verilerin işlenmesiyle yeni güvenlik açıkları ortaya çıkabilir.
- Akıllı kötü etkili yazılımlar ve fidye yazılımları geliştirilebilir
- Makine zekâsı kontrolüyle küresel saldırılar gerçekleştirilebilir.
- Davranış takibi yapabilen gelişmiş veri analiziyle özel saldırılar gerçekleştirilebilir [9].

3 Vergi Kaçırma ve Büyük Veri Analitiği

Vergi kaçırma, bir ekonominin rekabet gücünü artırmanın önündeki en büyük engellerden biridir. Yasal olarak beyanda bulunan ve vergi ödeyen, üretim maliyetlerini yapan, dolayısıyla vergi ve katkı ödemeyen rakiplerin fiyatlarına göre ürün ve hizmetlerinin fiyatını daha yüksek yapan şirketler için piyasadaki ticari faaliyet koşullarını doğrudan ve olumsuz yönde etkilemektedir. Dahası, nispeten düşük bütçe gelirleri nedeniyle vergi kaçırma, kamu mal ve hizmetlerinin seviyesini ve kalitesini ve vatandaşların memnuniyetini artırma alanını doğrudan aşındırmaktadır. Kayıt dışı sektörde çalışan bireylerin bakış açısından, temel insan haklarının güvensizlik ve inkâr koşullarını, yani modern bir toplumun özelliklerini (sağlık, emeklilik, maluliyet sigortası vb.) oluşturur [10].

Vergi kaçakçılığı, günümüz dünyasında özellikle vergilendirme alanında önemli bir sorundur. Analitik, vergi uzmanına, muhasebe firmasına ve kaçakçılığı keşfetmeye çalışan devlet birimine yardımcı olmak için kullanılabilir [1].

Veri madenciliği görevleri ve teknikleri, finansal dolandırıcılığın göstergesi olan kalıpları bulmak için kullanılır. Keşfedilen modeller mali dolandırıcılığın tespiti veya önlenmesinde kullanılabilir. Veri madenciliği görevlerinin iki geniş alt grubu, öngörücü görevler ve tanımlayıcı görevlerdir. Tahmine dayalı görevler böyle adlandırılır çünkü makine öğrenimi ve ilgili teknolojilerle birlikte bu görevler her gözlem için bir tahmin yapar. İlişki kuralları ve küme analizini içeren tanımlayıcı görevler, incelenen verileri tanımlar. Tahmin, bir veya daha fazla bağımsız değişken ile bağımlı değişken arasındaki ilişkileri incelemek için regresyon analizini kullanır. Finansal durumların karmaşıklığı, daha doğru tahminler yapmak için büyük verinin sağladığı değişken hacmini gerektirir. Bunlar için istatistiksel teknikler arasında; doğrusal regresyon, çok değişkenli doğrusal regresyon, doğrusal olmayan regresyon ve çok değişkenli doğrusal olmayan regresyonun yanı sıra daha karmaşık lojistik regresyon, karar ağaçları ve sinir ağları sayılabilir.

Sinir ağları, her biri bağlı bir ağırlığa sahip olan bağlı giriş / çıkış birimleri setlerinden oluşur. Ağırlık, ağın tahminde kullanılabilecek kalıpları çıkarmasına izin vermek için "öğrenme aşamasında" ağ analizinde ayarlanır. Dolandırıcılık tespiti veya önleme için uygun diğer, daha karmaşık öngörücü veri madenciliği teknikleri arasında kural tabanlı bulanık akıl yürütme, genetik algoritmalar, Bayes inanç ağları ve bulanık sinir ağları bulunur.

Açıklayıcı görevler, davranış veya işlem modelleri oluşturmak için kullanılabilir. Şüpheli olabilecek davranış veya işlem modelleri oluşturmak için açıklayıcı görevler kullanılabilir. Açıklayıcı görevler, ilişkilendirme kuralı analizi türleri olabilir çok düzeyli ilişkilendirme kuralları, çok boyutlu ilişkilendirme kuralları ve nicel ilişkilendirme kuralları dahil.

İlişkilendirme kuralı algoritmaları, potansiyel olarak hileli durumları tanımlayan kurallar üretir. Küme analizi, verileri ilgili alt küme modellerine veya "sınıf içi benzerliği yüksek ve sınıflar arası benzerliği düşük olan yüksek kaliteli kümeler" olarak toplar. İlişkilendirme kurallarında olduğu gibi, kümeleme analizi veya kümeleme, örüntülerin keşfini içerir; keşfedilen modeller, mali dolandırıcılığı keşfetmek veya önlemek için kullanılabilir. Analitik, büyük veri, yani birden çok veri kaynağının kullanılmasını gerektirir. Bir şirket

denetiminde, önceden sadece denetlenmekte olan şirketin verilerini incelemek ve bazı sınırlı "endüstri normları" araştırması yapmak tipik olurdu.

Dolandırıcılığı keşfetmek için yapılan bir denetim, demografik bilgiler, vergi mükellefi veya şirket profilleri, önceki başvurular, çağrı merkezi verileri ve denetim geçmişleri gibi veriler dahil olmak üzere büyük dahili ve harici veri setlerini bütünleştirecektir.

Analiz edilen veriler bu nedenle uzun yıllara dayanan geçmiş verileri ve dış verileri içerebilir. Analitik araç seti olmadan verilerin hacmi ve çeşitliliğini analiz etmek zor olurdu.

Veri madenciliğinde kullanılan tüm görevler ve teknikler, istatistik ve bilgisayar bilimidir. Bu nedenle tekniklerin uygulanması, bu alanlara dayalı analitik beceriler gerektirecektir. İstatistiksel yazılım paketlerini ve gelişmiş elektronik tablo uygulamalarını kullanma yeteneği, çoğu işleme için yeterli olmalıdır [1].

4 Vergi Kaçırmayı Önlemede Büyük Veri Analitiği

Vergi inceleme elemanları tarafından yürütülen vergi soruşturmaları, vergi kaçakçılığı olgusunu bulmak için sosyal ağlara ücretsiz erişim yoluyla büyük veri analitiğinin kullanımına odaklanmaktadır. Ancak sosyal ağ verileri sadece boşanma davalarında kanıt olarak kullanılabilmektedir. Yargıda çevrimiçi platformlarda toplanan verilerin kullanılma olasılığı hala tartışmalıdır. Vergi kaçakçılarının izini sürmek için sosyal ağların kullanılması, artık sosyal ağlarda yayınlanan bilgileri (fotoğraflar, videolar, ses kayıtları gibi) önceden araştırmak için değil, kontrol etmek için kullanabilen yetkili makamların eylemlerinde yerleşen bir uygulamadır. Sosyal ağ, soruşturmaya yönelik bir ipucu oluşturmaz, ancak bu, soruşturmanın son aşamasıdır [11].

Vergi mükelleflerinden, üçüncü taraflardan ve diğer devlet dairelerinden toplanan verilerle, vergi daireleri, anormallikleri tespit etmek ve vergi denetim vakalarını belirlemek için risk profili oluşturma ve gelişmiş veri analitiği (sosyal ağ analizi, tahmine dayalı analitik ve denetimsiz makine öğrenimi) kullanabilir [12].

Vergi idarelerinin vergi tahsilatını arttırma ve vergi kayıp ve kaçaklarını önlemede büyük veri teknolojisini kullanması oldukça önemlidir. Büyük veri analitiğinin bu süreçleri kolaylaştırmasının birkaç yolu şöyledir;

- *Daha hızlı veri toplanır ve işlenir:*

Gerek mükellefler gerekse devletler vergi ile ilgili büyük hacimli bilgileri işlemekte zorlanırlar. Bürokrasi, yavaş veri toplama ve işlemede en önemli problemdir. Büyük veri analitiği veri toplama ve işlemeyi önemli ölçüde hızlandırabilir ve bu da daha verimli bir vergi toplama sürecine yol açar.

- *Farklı departmanlar arasında bilgi paylaşımını teşvik eder:*

Veri bilimi ve büyük veri analizi, bilgi silolarını ortadan kaldırır ve farklı kuruluşlar arasında veri paylaşımını teşvik eder. Vergiler genellikle farklı departmanlar tarafından denetlenir. Örneğin, eyalet ve ulusal hükümetlerin takip etmesi gereken kendi kuralları vardır ve iki kesim arasında çok az bilgi paylaşılır. Bununla birlikte, veri analizi, veri paylaşımını teşvik eder, çünkü analitik, geniş bir veri havuzundan yararlanır. Verilerin paylaşılması, devlet kurumları için daha hızlı işleme, daha az atık ve dolandırıcılık faaliyetlerini daha iyi ifşa etme şansı gibi çeşitli faydalar sağlar.

Elektronik fatura uygulaması fatura kullanım sürecinin tamamen dijital ortamda yapılmasını sağlayan önemli gelişmelerden biridir. Denetimde etkinlik, güvenilirlik, kolay arşivlenebilirlik ve düşük maliyet gibi avantajları getirmiştir. E-vergileme uygulaması, çeşitli kurumlardan gelen bilgilerin değerlendirilmesiyle vergi tahsilatında etkinliğin artmasına yol açmıştır [13].

- *Veri bilimi ve büyük veri analitiği vergi dolandırıcılığını önler:*

Veri bilimi ve büyük veri analitiği, vergi kaçakçılığını önlemek için mükemmel çözümlerdir. Bunun nedenleri ise şunlardır;

- *1-Meşru bir vergi mükellefi ile dolandırıcı arasında ayrım yapabilirsiniz*

Devlet kurumlarının karşılaştığı en büyük sorunlardan biri, iyi niyetli vergi mükellefleri ile sistemi, vergilerini düşük ödemek veya daha büyük bir indirim elde etmek için gelirlerini abartmak için oynamaya çalışanlar arasında ayrım yapmaktır. Veri bilimi ve büyük veri analitiği, vergi mükellefi verilerini belirli niteliklere dayalı olarak düzenlemek için veri sınıflandırması, kümeleme ve iz tabanlı örüntü tanıma kullanarak bu sorunu çözer, bu da kaçakçılar ile gerçek ödeme yapanları ayırmayı ve ayırt etmeyi kolaylaştırır. Veri

analitiği, etkinlikleri gerçek zamanlı olarak izlemek için bile kullanılabilir.

- *2-Analiz için farklı kaynaklar kullanılabilir*

Vergi tahsilatı, gelir düzeyinden iş durumuna kadar farklı değişkenler içermektedir. Veri bilimi ve büyük veri analitiği, hem yapılandırılmış hem de yapılandırılmamış verilerden yararlanmada mükemmeldir. Bu kadar çok farklı değişkenin kullanılması, devlet kurumlarının derinlemesine içgörü elde etmesine ve durum hakkında daha derin bir anlayış kazanmasına olanak tanıyan kapsamlı analizlere yol açar.

Örneğin, gelecekteki GSYH projeksiyonlarını dahil etmek, devletin bir zaman diliminde ne kadar vergi geliri elde etmesi gerektiğini tahmin etmesine olanak tanır. Devlet daha sonra, vergi kaçakçılığından ne kadar kayıp olduğunu belirlemek için tahminleri gerçekte kazandıklarıyla karşılaştırabilir. Analizi bilgilendirmek için diğer veri kaynakları arasında başvuru formları için son tarihler, iş kaybı beyanı, değişen konutlar ve çok daha fazlası yer alır.

- *3-Bilgileri küçültürler*

Vergi kaçakçılığı, işlenmesi gereken çok fazla bilgi olduğu ve devlet kurumlarının bu bilgileri zamanında işlemekte zorlanmaları nedeniyle oluşur ve bu da kaçakçıların yasal boşluklardan kendi çıkarları için yararlanmalarına olanak tanır. Ancak, veri bilimi ve büyük veri analitiği ile devlet kurumları, sosyal ilişkileri kaynaştırarak bilgiyi küçültebilir. Bir vergi kaçakçılığı sistemi, analitik kullanarak, kaçakçılık tespitini eskisinden daha kolay hale getirmek için şüpheli sayısını ve bunlarla ilişkili şüpheli işlemleri azaltabilir.

- *4-Analitik ile kaçakçılık azaltılır*

Bankalar ve birçok finans kurumu, sahtekârlığı gerçek zamanlı olarak tespit etmek ve yakalamak için gelişmiş veri analitiği programları kullanmaktadır. Dolayısıyla, vergi kaçakçılığı olaylarını azaltmak için devlet kuruluşlarının benzer tedbirleri alması mantıklıdır. Vergi kaçakçılığının önlenmesi karmaşıktır, çünkü hem şirketler hem de bireyler, vergilerde ödedikleri tutarı azaltmak veya geri ödemelerde geri aldıkları tutarı artırmak için yasal boşluklar kullanırlar. Bununla birlikte, veri bilimi ve büyük veri analitiği bu karmaşıklıkları ortadan kaldırarak kaçakçılığı önlemeyi ve vergi sistemini korumayı kolaylaştırır [14].

Belirli bir vergi türünde, en önemli karar, denetlenecek doğru vergi mükellefi dosyalama kümesini seçmektir. Her vergi dairesi tarafından toplanan büyük miktarda veri, aşağıdakiler de dahil olmak üzere gelişmiş veri madenciliği ve analitik teknikler için bir dizi potansiyel uygulama sağlar:

- *Denetim seçimi:* Denetim seçimi her vergi idaresi kurumu için en önemli görevlerden biridir. Tahsilatları en üst düzeye çıkarmak için, en olası eksik raporlama vergi mükelleflerini tanımlayan denetim seçim stratejilerinden yararlanmak önemlidir. Veri madenciliği, geçmiş denetimlerden öğrenerek denetim seçicilerinin en iyi denetim adaylarını belirlemesine yardımcı olan tahmine dayalı modeller oluşturmak için kullanılabilir.
- *Müşteri adayı önceliklendirmesi:* Veri tabanı arası eşleştirme teknikleri son zamanlarda çeşitli vergi türlerinde dosyalayıcı olmayanları tanımlamak için kullanılmıştır. Bu işlemler, dosyalama dışı durumu ve vergi sorumluluklarını doğrulamak için önemli miktarda kaynak gerektiren binlerce müşteri adayı oluşturabilir. Veri madenciliği, olası vergi geliri temelinde servis taleplerini sıralayarak müşteri adaylarını önceliklendirmeye yardımcı olabilir.
- *Vergiler arası benzeşim için vergi mükellefi profili:* Mevcut vergi mükellefleri arasında, işletme türü ile mükellefin şu anda sorumlu olduğu vergi türleri arasında dernekler bulunabilir. Ayrıca, belirli vergi türlerinin birlikte ortaya çıkması, nexus'u vergi mükellefinin şu anda dosyalamadığı başka bir vergi türüne çıkarmak için kullanılabilir. Bu tür veri madenciliği uygulaması dosyalayıcı olmayanları tanımlamak için kullanılabilir.
- *Aykırı Tabanlı Algılama:* Bu analitik yaklaşım, çeşitli denetim veya inceleme seçim süreçlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Fikir, adayların tüm nüfusa kıyasla "norm dışı" veya daha tipik olarak ilgili bazı "akran grubuna" kıyasla "norm dışı" olan bir veya daha fazla metriğe göre seçilmesidir. Kümeleme gibi veri madenciliği teknikleri, büyük olasılıkla çok sayıda ölçüme dayalı olarak doğal eş gruplarını otomatik olarak oluşturmak için kullanılabilir. Aykırı tabanlı algılama, denetim seçimi uygulamalarında kullanılabilir.
- *İş akışı analizi*: Müşteri adayı takibi, vergi dairesi ile potansiyel işleri olmayan olarak sınıflandırılan bir kuruluş arasındaki birden fazla posta alışverişinden oluşan uzun bir işlem olabilir. Bu işlemi izlemek, işlemin kendisini modellemek için yararlı veriler oluşturur. Bu modeller daha sonra geçerli işlem hattının değerini tahmin etmek ve kaynak ayırmayı en iyi duruma getirmek için kullanılabilir.

- *Anormallik tespiti:* Vergi mükellefleri birkaç önemli özelliği (SIC, kuruluş türü vb.) kendi kendine bildirir. Bununla birlikte, kaçınılmaz veri girişi hataları nedeniyle, bazı vergi mükellefleri yanlış ve hatta kategorize edilmemiş olarak kategorize edilir. Bu öznitelikler ve kategoriler denetim seçimini ve diğer işlemleri yönlendirdiği için, hataları ve anormallikleri algılamak için veri madenciliğinin kural indüksiyon tekniklerini uygulamak her zaman iyi bir fikirdir.
- *Strateji ve optimizasyon*: Çoğu geleneksel hedef seçim uygulamasında olduğu gibi, gerçekleştirilmesi gereken denetim sayısı ile ilişkili işgücü maliyeti arasında bir maliyet takası vardır. Bu nedenle, maliyet bilgileri göz önüne alındığında, genel getirileri en üst düzeye çıkaran en uygun kaynak atama stratejilerini önermek için ekonomik analiz seçim modelleriyle birlikte uygulanabilir [15].

Priya Mehta ve Jithin Mathews adlı araştırmacılar 2019 yılında, Hindistan'ın Telangana eyaletinde, ticari vergiler departmanı için vergi kaçırmayı önlemede büyük veri analizi, android uygulamaları ve bilgi teknolojisinin etkisini araştırmışlardır. Araştırma için şüpheli hesapların incelenmesini sağlayan bir yazılım kullanmışlardır. Sistem, şüpheli satıcıları belirli hassas parametreler kullanarak tespit etmekte ve hesapların inceleme sürecini standart hale getirmektedir. Şüpheli satıcıları tespit etmek için gelişmiş istatiksel ve makine öğrenimi araçlarını kullanmışlardır. Uyumluluk düzeylerini artırmak ve memurların vergiyi toplamasına yardımcı olmak için geri dönüş temerrütlerini ve kullanıcı dostu Android uygulamalarını tanımlamak için bir regresyon modeli geliştirmişlerdir. Vergi kaçakçılığını algoritmik ve sosyal ağ analitik teknikleri ile belirlemeye çalışmışlardır. Dolaylı vergi odaklı çalışmışlardır. KDV, aşamalı olarak alınan ve vergi yükü son tüketicide kalan bir vergidir.

Bir işadamı, aşağıdaki yöntemlere başvurarak vergi yükünü azaltabilir;

- Gerçek bilgileri gizlemek, kayıtları manipüle etmek,
- Vergi kanunlarındaki boşluklardan yararlanmak
- Vergi yükümlülüğünü azaltmak için vergi kanunlarındaki meşru taviz ve muafiyetlerin kullanıldığı vergi planlamaları yapmak

Vergi kaçakçılığı, vergilendirmenin kendisi kadar eskidir. Vergi kaçakçılığı, hükümetin işleyişine ciddi zarar verir ve bir ekonominin büyümesini engeller. Bu, toplumda ciddi eşitsizliğe yol açar. Araştırmacıların yaptıkları çalışma, aşağıdaki yöntemlerden herhangi biriyle başvurulabilecek vergi kaçakçılığı çalışması üzerinedir.

- Tacir, müşteriden toplanan vergiyi havale etmeyecek veya müşteriden daha yüksek bir oran tahsil etmeyecek ve daha düşük bir oranda Devlete havale yapmayacaktır.
- Tacir, kendisi tarafından yapılan tüm işlemleri rapor etmez, ancak aynısını kaydedebilir.
- Tacir, öngörülen hesaplamaları yanlış uygulayarak daha düşük vergilendirilebilir ciroya ulaşacaktır.
- Tacir, malların hareketinin olmadığı hayali bir işlem yaratır, ancak Girdi Vergisi Kredisi (ITC) talep etmek ve vergi ödemesinden kaçmak için yalnızca faturalar dalgalanır. Bu aynı zamanda fatura ticareti olarak da adlandırılır.

Çalışmayı üç aşamada gerçekleştirmişlerdir. Birinci aşamada; şüpheli satıcıları belirleyen hassas parametreleri kullanmışlardır. Her şüpheli satıcı hakkında ayrıntılı bir dosya hazırlamışlardır. İkinci aşamada, olası geri dönüş temerrütlerini tahmin etmek için regresyon modeli oluşturmuşlardır. İade dosyalama işlemlerini izlemek ve vergi memurlarına gerçek zamanlı bilgi sağlamak için android uygulamaları geliştirmişlerdir. Üçüncü aşamada, döngüsel ticareti tespit etmek için algoritmalar kullanmışlardır.

Stankevicius ve Leonas'ta, vergi kaçakçılarının belirlenmesinde büyük veri işleme yeteneğinin faydaları tespit edilmiştir. Wu ve ark., çeşitli vergi kaçakçılarının tespiti için veri madenciliği ve veri bilimi tekniklerini kullanmışlardır. Veri madenciliği aracını kullanarak, olası şikâyet dışı vergi iadelerini belirleyebilecek bir sistem tasarlamışlardır. Lin ve diğerleri, veri madenciliği tekniklerini uzman anketleri ile birlikte kullanarak vergi kaçakçılığı faaliyetlerini önemlerine göre derecelendirmişlerdir. Frunza, KDV sahtekârlığı yapmanın neden olduğu piyasa sömürü etkisini ölçmüştür. Gonz´alez ve diğerleri, sahte faturaların potansiyel kullanıcılarını tespit etmek için tacirlere vergi ödemesi ve geçmiş performanslarının yanı sıra çeşitli veri madenciliği tekniklerini kullanmışlardır. Prat-P´erez ve diğerleri, kötü niyetli geri ödemeleri tespit etmek amacıyla, telekomünikasyon şirketindeki dolandırıcılık

faaliyetlerini tespit etmek için K-araçlar kümeleme algoritmasını kullanmıştır. Khadivi ve diğerleri, K-ortalamalı kümeleme algoritmasına dayanan yeni bir akış tabanlı anormallik algılama tekniği tasarlamıştır. Klymko ve diğerleri, firmalar tarafından temerrüde düşülen vergi miktarını tahmin etmek için çeşitli analitik modeller geliştirmişlerdir. Paylaşılan üyelik yoluyla birbirine bağlanan bir sosyal şirket ağı oluşturmuşlardır. Durak ve arkadaşları, daha iyi bağlantılı bireysel denetçilerle ilişkilendirilen müşterilerin diğer müşterilerle karşılaştırıldığında daha düşük efektif vergi oranlarına sahip olduğunu göstermiştir. Çalışmaları, çoklu görevlerde bireysel çapraz atamaları teşvik eden bir ortamın, profesyonel ekiplerin üyeleri arasında uzmanlık aktarımı için kapıyı açabileceğini öne sürmektedir.

Şüpheli tacirleri tespit etmek için kullandıkları yazılım sistemiyle muhtemel vergi kaçıranları tespit etmişlerdir. Bu tespiti, farklı düzeyde beyan edilen ciroları karşılaştırarak yapmışlardır. Bunun için yol faturaları ile aylık beyannameleri karşılaştırmışlar, alışların satışlara oranını incelemişler ve muaf satışların vergiye tabi satışlara oranına bakmışlardır. Ayrıca, çevrimiçi pazar yerleri, diğer devlet kurumları ve bankalar gibi üçüncü taraflardan alınan verileri kullanmışlardır. Şüpheli satıcıları belirlemek için Benford analizi, oran analizi, veri kümeleme, zaman serisi analizi gibi gelişmiş istatistiksel ve makine öğrenimi tekniklerini uygulamışlardır.

Vergi kaçakçılarını tespit etmek için kullandıkları veri tabanı milyonlarca satır içermektedir ve boyutu 1.5 terabayttır. Gerçek veri tabanı, mal türü, vergi oranı, mal miktarı, malların taşınması için kullanılan araç, araç numarası, taşıyıcı adı, fatura numarası, UOM (ölçü birimi), eklenen tarih gibi daha birçok ayrıntıyı içermektedir.

Vergi kaçakçılığı yapan tacirleri aşağıdaki yöntemlerle belirlemek için kümeleme modelleri tasarlamışlardır;

- Satışların bastırılması,
- Malların değerlemesi,
- Sahte satın alımları göstererek aşırı girdi vergisi kredisinin (ITC) gösterilmesi,
- Yanlış vergi oranının uygulanması.

Kümeleme, dolandırıcılığı tespit etmek için kullanılabilen denetimsiz bir veri madenciliği tekniğidir. Kümeleme algoritmaları verilerden öğrenebilir ve sahtekârlığı tespit edebilir. Kümeleme tabanlı dolandırıcılık tespitinde model, hem normal hem de hileli veri noktalarından oluşan etiketsiz veriler kullanılarak eğitilir. Bu tekniğin arkasındaki motivasyon, anormal veri noktalarının toplam verilerin küçük bir yüzdesini oluşturmasıdır. Her kümedeki tacirlerin dağılımına ve küme boyutuna bağlı olarak anormal veri noktaları tespit edilebilir. Üç boyutlu verilerde (TRR, LIR ve PVA) spektral kümeleme algoritmasını kullanmışlar ve her kümenin sınırında bulunan tacirleri olası vergi kaçakçıları olarak ele almışlardır.

Tacirlerin hesaplarının vergi dairelerince incelenmesini sağlayan bir modül geliştirmişlerdir. Modül, hesaplardaki tutarsızlığın özetini, kesin ciroya ulaşmak için hesaplayıcılar ve faturaları doğrulamak için eşleştirme sistemleri kullanmaktadır. Sistem vergi kaçakçılığını kolay ve şeffaf olarak belirlediğinden insan önyargılarını ortadan kaldıran bir sistemdir. Modülü kullanarak vergi memurları ödeme emirleri ve hukuki sorunları talep edebilmektedirler. İade talebinde bulunulmayan olası durumları tespit etmek için bir lojistik regresyon modeli ve vergi memurlarına kristalize talebin uygulanmasına yardımcı olmak için Android mobil uygulamaları geliştirmişlerdir.

Lojistik regresyon kullanarak getiri temerrüt edenleri tanımlama aşamasında amaçları KDV iadelerini gelecek ay dosyalayıp vermeyeceğini öngören bir makine öğrenimi modeli tasarlamışlardır.

Model, aşağıdaki niteliklere göre oluşturulmuştur.

- Ticari işletmenin önceki ay vergi beyannamesini verme davranışı
- İş miktarı
- Bir bayinin diğer bayilerle etkileşimleri

Birinci basamak Benford yasasının[4] firmanın satış işlemlerine ilişkin ortalama Mutlak Sapma değeri oluşturulan modelin 0,5'e eşit kesimdeki eğitim doğruluğu şu şekildedir:

- % 86.38 ve test doğruluğu % 86.33'e eşittir.
- Modelin kesinliği % 85.5.

[4] 1939 yılında Frank Benford adli bir mühendis, yaptığı araştırmasında 20000'den fazla gözlemden oluşan bir veri kümesinde 1'den 9'a doğru rakam arttıkça ilk rakamın belli bir değeri alma olasılığının azaldığını ortaya koymuş, bulduğu formüle anormal sayılar yasası adını vermiştir. Bu kanun şimdilerde Benford Yasası olarak bilinmektedir.

- Modelin geri çağrılması % 97.97'dir.

Model için karışıklık matrisleri Şekil 1a ve b'de verilmiştir. Bunları gözlemleyerek, neredeyse tüm sınıf 1 kayıtlarının ve sınıf 0 kayıtlarının %54'ünün doğru şekilde sınıflandırıldığı sonucuna varılabilir.

	Predicted 0	Predicted 1
Actual 0	5953	4933
Actual 1	612	29209

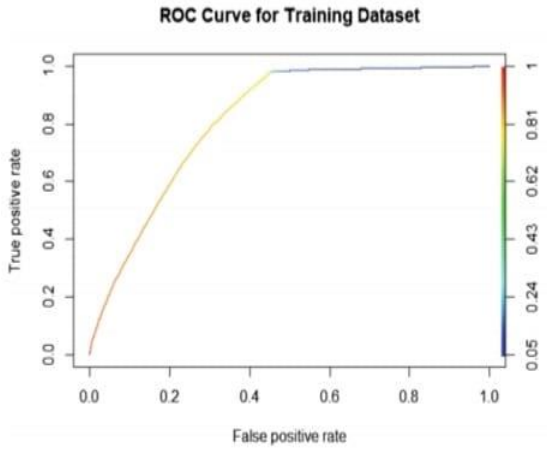
(a) Eğitim Karışıklık Matrisi

	Predicted 0	Predicted 1
Actual 0	2514	2125
Actual 1	260	12548

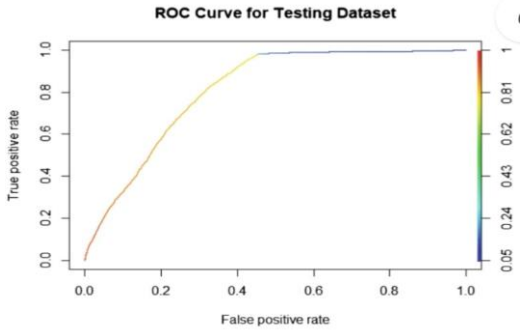
(b) Karışıklık Matrisinin Test Edilmesi

Şekil 1: Karışıklık Matrisleri

Uyum ve uyumsuzluk testleri de yapılmıştır. Model için uyum değeri 0.8119749 ve uyumsuzluk değeri 0.1880251'dir. Şekil 2a ve b'de verildiği gibi, eğitim ROC eğrisinin altındaki alan 0.814'tür ve test ROC eğrisi 0.812'dir. Her iki eğrinin altındaki alan hemen hemen aynı olduğu için modelin fazla uymadığı sonucuna varılabilir. Ayrıca, eğitim ROC eğrisinin altındaki alan 0.7'den fazla olduğu için model uygun değildir.



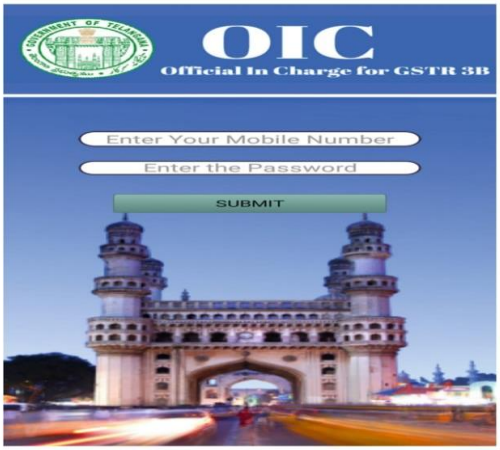
(a) Eğitim Karışıklık Matrisi



(b) Karışıklık Matrisinin Test Edilmesi

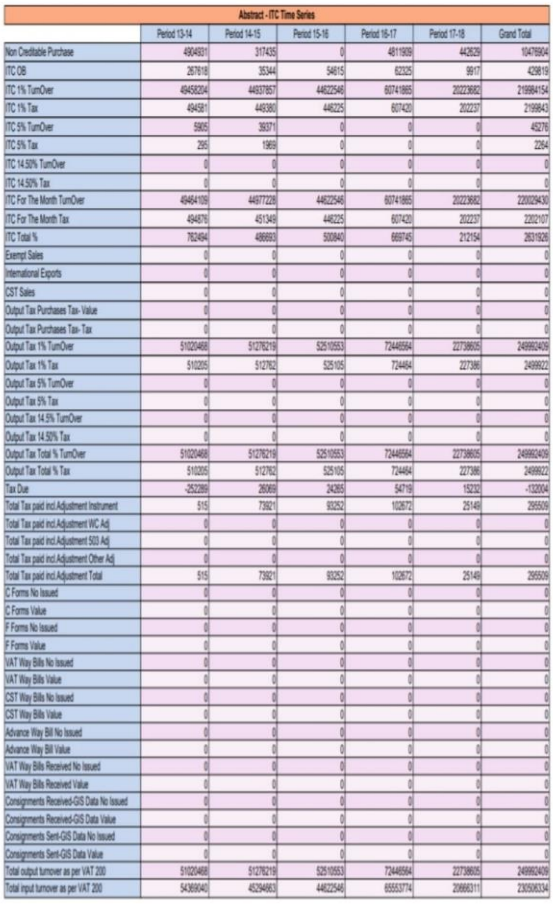
Şekil 2: ROC Eğrileri

Vergi memurlarının kristalleşmiş talebi yerine getirmesine yardımcı olmak için Görevli (OIC) Android uygulaması ve arka uç yazılım sistemleri geliştirmişlerdir. Bu mobil uygulama, geri dönüş temerrütleri ve gerçek zamanlı dosyalama istatistikleri hakkında ayrıntılı bilgi sağlar. Vergi memurlarının, temerrüde düşenleri fiziksel konumlarına göre gruplandırarak seyahat sürelerini optimize etmelerine yardımcı olur. Buna ek olarak, yetkililer, bu mobil uygulamadan temerrüde düşenlere yasal uyarılar da gönderebilir. Şekil 3, 4, 5, Android uygulamasının birkaç ekran görüntüsüdür.



Şekil 3: Giriş Ekranı

Şekil 4: Liste ekranı



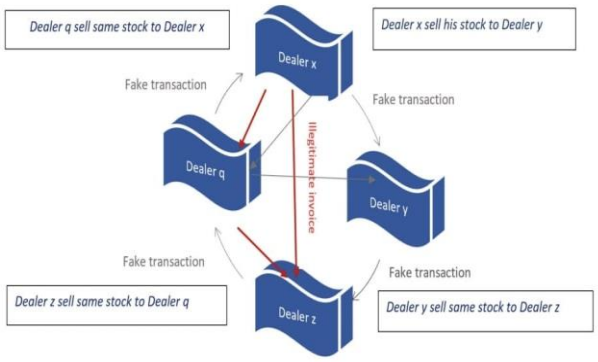
Abstract - ITC Time Series						
	Period 13-14	Period 14-15	Period 15-16	Period 16-17	Period 17-18	Grand Total
Non Creditable Purchase	4904931	317435	0	4811909	442829	10476904
ITC OB	267618	35344	54815	62325	9917	429819
ITC 1% TurnOver	49456204	44937857	44622546	60741985	20223662	219984154
ITC 1% Tax	494581	449380	446225	607420	202237	2199843
ITC 5% TurnOver	5905	39371	0	0	0	45276
ITC 5% Tax	295	1969	0	0	0	2264
ITC 14.50% TurnOver	0	0	0	0	0	0
ITC 14.50% Tax	0	0	0	0	0	0
ITC For The Month TurnOver	49464109	44977226	44622546	60741985	20223662	220029430
ITC For The Month Tax	494876	451349	446225	607420	202237	2202107
ITC Total %	762494	486693	500840	669745	212154	2631926
Exempt Sales	0	0	0	0	0	0
International Exports	0	0	0	0	0	0
CST Sales	0	0	0	0	0	0
Output Tax Purchases Tax- Value	0	0	0	0	0	0
Output Tax Purchases Tax- Tax	0	0	0	0	0	0
Output Tax 1% TurnOver	51020468	51276219	52510553	72446564	22738605	249992409
Output Tax 1% Tax	510205	512762	525105	724464	227386	2499922
Output Tax 5% TurnOver	0	0	0	0	0	0
Output Tax 5% Tax	0	0	0	0	0	0
Output Tax 14.5% TurnOver	0	0	0	0	0	0
Output Tax 14.50% Tax	0	0	0	0	0	0
Output Tax Total % TurnOver	51020468	51276219	52510553	72446564	22738605	249992409
Output Tax Total % Tax	510205	512762	525105	724464	227386	2499922
Tax Due	-252289	26069	24265	54719	15232	-132004
Total Tax paid incl.Adjustment Instrument	515	73921	93252	102672	25149	295509
Total Tax paid incl.Adjustment WC Adj	0	0	0	0	0	0
Total Tax paid incl.Adjustment 503 Adj	0	0	0	0	0	0
Total Tax paid incl.Adjustment Other Adj	0	0	0	0	0	0
Total Tax paid incl.Adjustment Total	515	73921	93252	102672	25149	295509
C Forms No Issued	0	0	0	0	0	0
C Forms Value	0	0	0	0	0	0
F Forms No Issued	0	0	0	0	0	0
F Forms Value	0	0	0	0	0	0
VAT Way Bills No Issued	0	0	0	0	0	0
VAT Way Bills Value	0	0	0	0	0	0
CST Way Bills No Issued	0	0	0	0	0	0
CST Way Bills Value	0	0	0	0	0	0
Advance Way Bill No Issued	0	0	0	0	0	0
Advance Way Bill Value	0	0	0	0	0	0
VAT Way Bills Received No Issued	0	0	0	0	0	0
VAT Way Bills Received Value	0	0	0	0	0	0
Consigments Received-GIS Data No Issued	0	0	0	0	0	0
Consigments Received-GIS Data Value	0	0	0	0	0	0
Consigments Sent-GIS Data No Issued	0	0	0	0	0	0
Consigments Sent-GIS Data Value	0	0	0	0	0	0
Total output turnover as per VAT 200	51020468	51276219	52510553	72446564	22738605	249992409
Total input turnover as per VAT 200	54369040	45294663	44622546	65553774	20866311	230506334

Şekil 5: Dosya

Döngüsel ticaret, yaygın mali dolandırıcılıktır. Döngüsel ticaretin amacı, vergi yükümlülüğünü en aza indirmek için yapılan gayri meşru işlemleri gizlemektir. Bu gayri meşru işlemleri, herhangi bir katma değer olmaksızın birkaç hileli (sahte) işlemi aşırı empoze ederek gizlerler. Bu şekilde vergi memurlarında kafa karışıklığı yaratırlar. Genel olarak döngüsel ticarette ortaya çıkan iki model vardır.

- Herhangi bir değer katmayan mallar etrafında daireler,
- Hileli işlemler kısa sürede gerçekleştirilir.

Herhangi bir hileli işlemde gerçek katma değer sıfır olduğundan, tacirler döngüsel bir ticarette mevcut işlemler için fiilen vergi ödemezler. Aslında, döngüsel bir ticarette, bazı kötü niyetli ticari satıcılar, dolandırıcı tüccarlar tarafından yaratılır. Şekil 6'da şüpheli işlemler kırmızı renkte olanlardır.



Şekil 6: Dairesel Satış/Satın Alma Akışı

Vergi otoritelerinin soruşturmalarından kaçmak için tacirler, gri çizgilerle gösterildiği gibi şüpheli işlemle ilgili kötü niyetli işlemlerle örtüşmektedir. Görülebileceği gibi, tacirlerin vergi yükümlülüğü ince gri çizgilerin üst üste binmesiyle değişmemiştir. İnce çizgili işlemlerin üst üste getirilmesinin herhangi bir tacirin vergi borcunu değiştirmediği dikkate alınmalıdır. En büyük zorluk, şüpheli satış işlemlerini, döngüsel ticaretteki kötü niyetli satış işlemlerinin bileşik sıralarını belirlemektir.

Yasal olmayan işlemleri gizlemek için oluşturulan dolandırıcı işlemleri belirlemek ve kaldırmak için algoritmalar tasarlamışlar ve uygulamışlardır. Bu, manipüle edilen işlemlerin vergi uygulama görevlileri tarafından daha kolay tanımlanmasını sağlar.

Çalışma yapılmadan önce büyük çaplı vergi kaçakçılığı ve vergi beyannamelerini inceleme sürecini otomatikleştirecek bir sistem yoktu. Teknik uzman eksikliği de vardı. Yapılan modelleme sayesinde uyum seviyeleri önemli

ölçüde arttırılmış ve vergi tahsilatı %16 oranında arttırılmıştır. İİT Android uygulaması aracılığıyla vergi toplama sorumluluğu, küçük memurlardan en üst düzey memurlara kadar her düzeydeki vergi memurlarına verilmektedir. Bu da vergi departmanında aidiyet duygusunu artırarak gelir tahsilatına dolaylı olarak katkı sağlamıştır. Sonuç olarak vergi mükellefleri hakkında bilgi akışı artmıştır.

Telanga eyaletinde geliştirilen bu sistem vergi kaçakçılığını önlemek ve ticari kuruluşların ödediği vergiyi izlemek için geliştirilen ilk girişimdir. Sistemin ülke genelinde farklı eyaletlere yayılabileceği sonucuna varılmıştır [16].

Yashashwita Shukla, Neena Sidhu, Akshita Jain, T.B. Patil, S.T. Sawant-Patil adlı araştırmacılar; sahte faturaların kullanımı ile ilgili iyi ve kötü mali davranış içinde olan vergi mükelleflerini ayırıcı kümeleme yöntemleri ve çeşitli sınıflandırmaları analiz etmişlerdir. Küçük işletmeler için kullandıkları parametreler; kullanılan vergi teşvikleri miktarı ve daha önce yapılan denetim sonuçlarıdır. Ayrıca beyan edilen KDV matrahları da kullanılmıştır. Orta ve büyük ölçekli işletmelerde fazla kullanılan vergi teşvikleri, menkul ve gayrimenkul malların alışlarıyla ilgili faturalar, parametre olarak kullanılmıştır. Araştırmacılar, karar ağaçları ve yapay sinir ağlarıyla vergi kaçakçılarını tespit eden bir sistem kullanılmasını önermişlerdir. Çalışmalarının amacı şüpheli KDV kaçakçılarını tespit etmede veri madenciliği tekniklerini uygulamaktır.

Araştırmacılar, manuel tarama yöntemlerine kıyasla potansiyel vergi kaçakçılarını tespit etmek için daha bilimsel ve kaynak tasarrufu sağlayan bir yaklaşım sunan bir tarama modeli tasarlamışlardır.

Model, personel kaynaklarının gereksiz yere israfını azaltmaya yardımcı olabilir ve ayrıca kaçakçılık tespitinin doğruluk oranını iyileştirebilir. Bütçe kısıtlamaları nedeniyle, mevcut çalışmanın uygulama sürecinde kullanılan veri madenciliği aracıyla ilgili birkaç sınırlaması vardır. Araç çok verimli ve gelişmiş değildir. Bu nedenle, vergi kaçakçılığı tespit performansını ve doğruluğunu artırmak için diğer verimli veri madenciliği yazılımlarını önermişlerdir. Araştırmacılar, farklı vergi mükelleflerinin davranışlarını ayırt edebilmek ve vergi kaçaklarını yakalayabilmek için heterojen bir bilgi ağı kullanılmasını önermiştir. Ayrıca, şüpheli vergi mükellefi gruplarını tespit etmek için ize dayalı desen tanıma sistemi kullanılmasını önermiştir. Yaptıkları deneysel analizler sonucunda geliştirdikleri sistemin vergi kaçakçılığını tespit ettiğini görmüşlerdir.

Önerdikleri takip sistemi geleneksel veri akışını takip eden bir sistemdir ve vergiden kaçınanları ve vergi kaçıranları tespit etmede başarılı bir sistemdir.

Benzer davranış ve karar ağacı sınıflandırmasına sahip mükellefleri bir araya getirerek hileli ve masum vergi mükelleflerini sınıflandıran ve işlemlerini tespit edebilen iki algoritma K-mean ve Clusteringdir [5].

5 Ülke Uygulamaları

Dünyanın dört bir yanındaki vergi dairelerinin vergi denetim ve uygulama programlarına yeni teknolojileri aktif olarak dahil ettikleri gözlemlenmektedir. Birçok ülkedeki vergi daireleri yeni beceriler öğrenmekte ve veri bilimcilerini ve teknolojiyle ilgili diğer yeni yetenekleri işe almaktadır. Şeffaflık düzenlemeleri ile çok daha fazla bilgi edinmektedirler ve toplanan bilgileri analiz etmek için teknolojiyi yenilikçi yollarla uygulamaktadırlar. Bu eğilim, vergi idarelerinin gerçek zamanlı, veriye dayalı vergi uyumuna odaklanmalarını hızlandıracağı sonucunu güçlendiren en son OECD tartışma makalesi "Tax Administration 3.0: The Digital Transformation of Tax Administration"da belirtilen yönle daha da gösterilmiştir [17].

Büyük veri analitiği, risk yönetimini geliştirerek ve böylece kontrol çabalarını en riskli vakalara odaklayarak vergi tahsilatını iyileştirmek için muazzam bir fırsat sunar.

Vergi ve muhasebe sistemlerimizi büyük veri ve analitik kullanımıyla daha verimli hale getirmek, herkesin adil payını ödediğinden emin olmak için en iyi adımdır [1].

Avustralya, tüm verileri içine alan büyük veriyi 2015 yılında oluşturmuştur. Singapur Gelir İdaresi (IRAS), sosyal ağ analizi sistemi kullanmaktadır. IRAS, bu sistemle risk profili oluşturabilmekte ve karar verme uygulamalarını kullanabilmektedir. Yeni Zelanda Gelir İdaresi, mükellefleri sınıflandıran proaktif bir takip sistemi kullanmaktadır. Meksika vergi idaresi e-fatura kullanımını başlatmıştır. Meksika ayrıca, veri analizi programını kullanarak mükelleflerin riskli davranışlarını analiz edebilmekte ve böylelikle vergi tahsilatının artışında yol alabilmektedir.

MIT üniversitesi vergi kaçakçılığı tahmini için geliştirilen yapay zekâ destekli simülasyon modeli (Simulating Tax Evasion and Law through Heuristics, STEALTH) geliştirmiştir. Slovakya, veri madenciliğini kullanmaktadır. Büyük veri analitiğinin vergi denetiminde kullanımı konusunda Hollanda, İsviçre, Macaristan, İrlanda gibi ülkelerin vergi idareleri; hatalı kayıtların belirlenmesi, verilerin tek tip standartlaştırılması, sosyal ağ analizlerinin tasarlanması, gelir tahminlerinin ve kamu borçlanma ihtiyaçlarının doğru tahmin edilebilmesine yönelik çalışmalarına devam etmektedir [8].

Büyük 4 olarak bilinen uluslararası vergi danışmanlığı kurumları; yıllardır analitiği kullanmaktadırlar. ABD gelir idaresi IRS de analitiği uzun süredir kullanmakta, bu sayede vergi tahsilatında artış sağlamaktadır.

Analitik ve yapay zekâ (AI) için yetenekli çalışanlardan oluşan bir kanal geliştirmenin, gelecekte bu ortamda müşterilere hizmet vermenin anahtarı olacağını kabul eden EY, Mart 2019'da NextWave Data Science Challenge'ın lansmanını duyurmuş ve 16 ülkedeki yüzlerce üniversiteden en iyi veri bilimi öğrencileri belirlenmiştir.

PwC, vergi analizlerini beş seviyede gruplandırmaktadır:

(1) vergi iş zekâsı self servis;
(2) gösterge panoları, kokpitler, puan kartları ve görselleştirme;
(3) tahmine dayalı analitik ve vergi planlaması;
(4) kuralcı analitik, vergi modellemesi ve karar otomasyonu; ve
(5) uyarlanabilir öğrenme: veri madenciliği, yapay zekâ ve makine öğrenimi.

Öğrencileri ilk üç seviyeye götürmek için bir çevrimiçi analiz akademisi ve otomasyon akademisi başlatmıştır. PwC ayrıca Coursera ile veri analizi ve sunum becerileri üzerine beş derslik bir dizi oluşturmak için ortaklık kurmuştur.

KPMG, gelişen teknolojiler ve veri analitiği ile ilgili müşteri ihtiyaçlarını karşılamanın bir yolu olarak "veriye dayalı teknoloji için Küresel Mükemmellik Merkezi" olan Lighthouse'u başlatmıştır. Ve KPMG, yüksek lisans öğrencilerine sponsor olmak için ortaklıklar oluşturmuştur. 2017'de Villanova Üniversitesi ve Ohio Eyalet Üniversitesi ile KPMG Veri ve Analitikle Muhasebe Yüksek Lisans Programı'nı sunmak için ortaklıklar kurulmuştur [18].

Türkiye'de VEDOP, Say2000i, MEOP gibi projelerle bilişim teknolojileri kullanımında oldukça büyük gelişim sağlanmıştır. Vergi Denetim Kurulu Risk Analiz Programı kullanarak analiz ve karşılaştırmalar yapmakta, riskli sektörleri belirlemektedir. E-teftiş çalışmalarına devam etmektedir.

VERİA (Veri Ambarı) sistemi,
Merkezi Risk Analizi ve Katmanlaştırma Modeli (MERAK);
KDV İadesi Risk Analiz Sistemi (KDVİRA);
KDV İadesi Makro Analiz Raporu (MAR);
Sahte Belge Risk Analiz Programı (SARP);
Riskli İade Takip ve Analiz Programı (RİTAP);
Gelir ve Kurumlar Vergisi Standart İade Sistemi (GEKSİS)
projelerini uygulamaya başlamış ve büyük verinin alt yapısı hazır hale getirilmiştir.

5.1 ABD Uygulaması

Amerika gelir idaresi (IRS), yasal zorunluluklar ve iş operasyonları konusunda karar vermede, veriyi uzun yıllardır kullanmaktadır. 100 yılı aşkın bir süredir IRS, kongre ve halka sunduğu vergi istatistiklerini, katmanlı ve karmaşık örnekleme tekniklerini kullanarak üretmektedir.

İlk kez 50 yılı aşkın bir süre önce vergi beyannamesi hacim tahminlerinde en küçük kareler regresyonu kullanılmıştır. 1970'li yıllarda doğrusal diskriminant analizi, uyumsuz vergi beyannamelerinin incelenmesinde bir yöntem olarak tanıtılmış ve Diskriminant Index Function (DIF) programı başlatılmıştır. Günümüzde denetim seçimi için birkaç teknikten yalnızca biri kullanılırken, DIF o zamanlar devrim niteliğinde kabul ediliyordu.

IRS, 1980'li yılların ortalarında araştırma bölümüyle geleneksel istatistiklerin ötesine geçmek amacıyla bir yapay zekâ laboratuvarı kurmuştur. Doğal dil işleme ve basit ileri besleme (örneğin, Hopfield) sinir ağları gibi sembolik muhakeme üzerine odaklanılmıştır.

1990'larda birkaç kullanım senaryosunun muhtemel çözümleri, bir bölge ofisi çağrı merkezi için bilgi tabanını kapsayan anahtar kelime araması, Kazanılan Gelir Vergisi Kredisi (EITC) iadelerine uyumsuzluğu tespit etmek için uzman bir sistem ve modern bir soru cevaplama sisteminin ilkel özelliklerine sahip web tabanlı otomatik bir vergi hukuku asistanı gibi sınırlı bir temel sahada test edilmiştir.

Otomatik Sorun Tanımlama Sistemi (AIIS), hiçbir zaman devreye alınmamış olsa da, Form 1040 satır

öğelerinin bir bileşiğindeki anormallikleri tespit etmek için tasarlanmış uzman bir sistemdir ve DIF'nin ilk kural tabanlı alternatifi haline gelmiştir.

ABD, doğrusal programlamayı; kapalı alanlar, istihdam ofisleri ve diğer tesisler için coğrafi konumları optimize etmek üzere model oluşturmak için kullanmıştır. EITC'yi talep eden ayrı vergi beyannameleri üzerindeki mükerrer bağımlı SSN'leri belirlemek için kural tabanlı bir algoritma geliştirilmiştir. Bu model, geri ödenebilir kredi sahtekârlığını tespit etmek için birincil IRS sistemi olan Bağımlı Veri Tabanına (DDb) dönüşecektir. Karar ağaçlarına dayanan yeni bir istatistiksel çerçeve, tahsilat iş yükünde ödeme riskinin sınıflandırılması ve vaka yönlendirmesi temel alınmıştır.

IRS'deki en büyük analitik bilgi işlem ortamı olan Uyum Veri Ambarı 1990'lı yıllarda da oluşturulmuştur. 2000'li yıllarda, ortaklıklardan, alt bölüm S şirketlerinden ve tröstlerden K_1 çizelgesinde rapor edilen akışkan geliri analiz etmek için ilk kez grafik teorisi kullanılmıştır. Bunun sonucunda, YK-1 Bağlantılı Analiz Sistemi geliştirilmiştir. Bu sistem, IRS gelir temsilcilerine karmaşık, bağlantılı varlıkları hızlı bir şekilde görselleştirme yeteneği vermiştir. Bu girişim aynı zamanda IRS'de sınıflandırma için vektör makineleri desteğinde bilinen ilk kullanımı da içermektedir. IRS, elektronik dosyalamayı başlattıktan sonra vergi kaçakçılığını belirleyebilmek için elektronik iade incelemesinin habercisi olan dolandırıcılık tespit sistemini (EFDS) başlatmıştır. Vergi politikasındaki veya idari prosedürlerdeki değişikliklere dayalı olarak farklı alt gruplar için yükün dağılımsal etkisini analiz etmek için vergi mükellefinin mikro simülasyon modelleri geliştirilmiştir. İlk kez, uyumsuzluk davranışının kendi kendini organize eden dinamiklerini incelemek için ajan tabanlı modeller oluşturulmuştur. Bu dönemde yeni teknikler kullanan diğer kayda değer projeler arasında, her ikisi de vergi beyannameleri ile ilgili raporlama uyumsuzluğunu tespit etmeyi amaçlayan kural indüksiyonu ve Benford Yasasıdır.

Bilgiyi kurallar aracılığıyla kodlamak için alan uzmanlığından yararlanma geleneğini takip ederek, 2010-2015 döneminde; kimlik hırsızlığı, iade dolandırıcılığı, hazırlayıcı uyumsuzluğu ve federal vergi depozitosu ödemeleri için bir dizi yeni kurala dayalı model üretilmiştir.

Form 1099-K hakkında bilgi raporlaması oluşturan mevzuat, anormallik tespiti ve vaka seçimi için büyük, çok aşamalı bir kümeleme modelinin geliştirilmesine öncülük etmiştir. Bu, denetimsiz öğrenmeyi böyle bir amaç için kullanmaya yönelik ilk önemli girişimlerden biridir. Ayrıca bu dönemde, varlık üretim ve piramitleme şemalarını tanımlamak için ilk yerel grafik veri tabanı kullanılmıştır.

IRS, geçtiğimiz birkaç yılda endüstri ve akademi ile ortaklıklar yoluyla ilerleme kaydetmiştir ve makine öğrenimi, doğal dil işleme gibi yapay zekâ alt alanları, bilgi gösterimi ve evrimsel sistemler gibi bir dizi yeni analitik yaklaşımı test etmiştir.

Ulusal bilim akademisinden yapay zekâ ve Ulusal Bilim ve Teknoloji Konseyi; verileri iyileştirecek ajansları gerektiren yeni bir yasal mevzuatın çıkarılmasına öncülük etmiştir. ABD'nin yapay zekâda liderliğini korumaya yönelik adımları özetleyen 2019 Beyaz Saray İcra Emri, analitik yönetişimle ilgili düzenlemeler de büyük veri ve analitiği uygulamalarının benimsenmesini sağlamıştır.

IRS, bazen basit istatistiksel yöntemlere dayalı, çeşitli ve sofistike şu yöntemleri kullanmaktadır [19];

Makine Öğrenimi ve Derin Öğrenme,

Öneri Sistemleri,

Doğal Dil İşleme,

Grafik Madenciliği,

Evrimsel Sistemler ve Simülasyon.

5.2 Birleşik Krallık Uygulaması

Birleşik Krallık, gelir ve gümrük idaresi (HMRC)'ne kişilerin ve şirketlerin yanıltıcı beyanlarının tespit edilmesini sağlayabilmek için vergi kayıtlarının diğer veri tabanları ile çapraz bağlanmasını sağlayan The Connect adlı sosyal ağ veri madenciliği analiz yazılım sistemini kullanmaktadır. Bu sistem, 28 farklı kaynaktan gelen verilerin tek havuzda toplanmasını sağlamış, bu sayede yükümlülerin yanıltıcı beyanlarının tespit edilmesinde önemli bir aşama kaydetmiştir. Polonya da bu sisteme benzer bir yazılım sistemi kullanmaktadır. Hindistan, 2013 yılında bu sistemin bir benzerini kullanma kararı almıştır. Vergi kaçaklarının belirlenmesi için banka, finansal kurumlar, sosyal medya siteleri gibi kaynaklardan

veri toplayan yapay zekâ destekli veri havuzu oluşturma projesi üzerinde çalışmaktadır [8].

5.3 Hindistan Uygulaması

Daimi bir Parlamento komitesi, 2019 yılında hem Hindistan içinde hem de dışında, hesaplanmayan gelir ve servetin durumuna ilişkin bir rapor hazırlamıştır. Tahminlere ulaşma görevini üç ulusal organ icra etmiş ve GSYH'nin yüzde 7 ila 12'si arasında değişen farklı cevaplar bulmuşlardır.

Vergi departmanı tarafından kullanılan çeşitli Büyük Veri Analitiği uygulamaları, vergi mükellefinin bir profilini oluşturmak için sosyal medya dahil olmak üzere birçok kaynaktan veri toplayan karmaşık sistemlerdir. Dosyalama yapmayan bir izleme sistemi veya NMS, potansiyel vergi yükümlülükleri olan dosyalama yapmayanlara odaklanır. Sistem, yüksek değerli finansal işlemler gerçekleştiren, ancak geri dönüşlerini dosyalamayan kişileri belirlemek için kurum içi bilgilerin yanı sıra "üçüncü şahıslardan" alınan işlem verilerini özümser ve analiz eder.

Büyük Veri Analitiğinin kullanılmasıyla Hindistan, vergi kaçakçılığını kontrol altında tutmak için hâlihazırda Büyük Veri kullanan Belçika, Kanada, ABD, İngiltere ve Avustralya gibi bir grup gelişmiş ülkeye katılmaya hazırlanmaktadır.

Vergi idaresinin tüm alanlarında uyumluluğu ve bilginin etkin kullanımını iyileştirmek için müdahaleci olmayan bilgi odaklı yaklaşımı güçlendirmek için Project Insight adlı bir proje başlatılmıştır. Projeyle entegre bir veri ambarı ve iş zekâsı platformu aşamalı bir şekilde kullanıma girmiştir.

Bu proje kapsamında, Gelir Vergisi İşlem Analiz Merkezi (INTRAC) veri entegrasyonu, veri ambarlama, veri kalitesi yönetimi ve veri analitiği dahil veri zenginleştirme işlemlerini yürütmek için faaliyete geçirilmiştir. Raporlama yapan kuruluşlar ile Gelir Vergisi Departmanı arasında kapsamlı bir ara yüz sağlamak için özel bir raporlama portalı da başlatılmıştır. "Insight Platform", NMS kapsamında yüksek riskli dosyalama yapmayanların belirlenmesi, Bilgisayar Destekli İnceleme Seçimi altında vakaların seçilmesi ve otomatik bilgi alışverişi altında, alınan bilgilerin merkezi bir şekilde işlenmesi için kullanılmaktadır.

Mevcut terrabayt verilere bir başka örnek, GSTN'nin veri havuzunu daha da zenginleştiren gelir vergisi bilgileriyle bağlantısıdır. GSTN, işlem bazında ayrı ayrı verilere sahiptir ve tek bir vuruşta, bir veri bilimcisi teorik olarak, işletmenin ödediği gelir vergisiyle karşılaştırılabilecek bir işletmenin tam karını ve zararını bir araya getirebilir.

Hindistan'da arazi ve bina kayıtlarını doğrulamak için insansız hava araçları kullanan birkaç belediye ve eyaletin hakkında raporlar mevcuttur. Binaların 3 boyutlu görüntülerini oluşturmak, arazi kayıtlarını sayısallaştırmak ve tapuları ve emlak vergisi değerlendirmelerini aktarmak ve yerdeki varlıkları birbirine bağlamak için mekânsal araştırmalar kullanılır. Lucknow Municipal Corporation, emlak vergisi değerlendirmesi ve tahsilat sürecinin verimliliğini artırmak için drone kameraları kullanmaktadır.

Daha yeni bilgi kaynaklarından yararlanmak ve verileri eyleme geçirilebilir bilgiler haline getirmek için yenilikçi yöntemler kullanmak, vergi oranları hala yüksek ve vergi gelirleri düşük olduğundan, imkânsız bir döngü oluşturduğundan, vergi departmanının üzerinde çalışması gereken alanlar olacaktır. Bugün GST [Goods And Services Tax (Mal ve Hizmet Vergisi] ağının dışında kalan küçük tüccarlar hakkında bilgi toplamanın daha yeni yolları ve ayrıca vergiden kaçınmaya en yatkın sektörlere odaklanma, düşük aşılı meyvelerden bazıları olabilir.

1,2 milyar nüfusa sahip bir ülkede, şahıslara yalnızca 0,45 milyar PAN [Permanent Account Number (kalıcı hesap numarası] numarası verilmiştir. Bunların sadece yaklaşık yarısı Aadhaar ile bağlantılı ve sadece 0,05 milyar vergi beyannamesi verilmiştir. Dosyalananlardan ancak 200.000 kişi IN R [International Normalized Ratio (Uluslararası normalleştirilmiş oran] 1 crore'nin üzerinde bir gelir bildirmiştir[20].

6 Sonuç

Vergi kaçakçılığının azaltılması bir zamanlar vergi denetim faaliyetlerinin artışına bağlıyken, şimdilerde dijital teknoloji araçlarının etkili ve yaygın kullanımına bağlıdır. Büyük veri teknolojisinin vergi kayıp ve kaçaklarını önlemede son derece önemli bir rolü olduğu çeşitli ülkelerde yapılan araştırmalarla kanıtlanmıştır. Bu nedenle blockchain, bulut bilişim, nesnelerin interneti gibi teknolojilerle beraber büyük veri analitiğinin kullanılması, vergi idarelerinin gelirlerinin artmasına ve vergi kayıp ve kaçaklarının azalmasına sebebiyet verecektir.

Gelişmiş ülkelerin birçoğu büyük veriyi vergicilikte kullanmaktadırlar. Türkiye uyguladığı çeşitli bilişim teknolojisi programlarıyla vergi idarelerinde, büyük verinin alt yapısını hazırlamıştır. Ancak henüz tam manasıyla büyük veriye geçilememiştir.

Vergi denetiminde büyük veri teknolojisinin kullanılması gerekmektedir. Veri güvenliği denetim sürecinin ağır işlemesine neden olmaktadır. Mükelleflere kişisel bilgilerinin korunacağına dair verilen haklar veri güvenliğinin sağlanması için önemlidir. Bulut depolama teknolojisi henüz sınırlı uygulanmaktadır. Bulut sisteminin vergi verilerinde uygulanması bir çözüm olabilir. Genel bulutta veriler işlenirken özel bulutta vergi ile ilgili kişisel bilgiler işlenebilir. Bulut bilişime güvenin artmasıyla herkese açık buluta geçilebilir.

Vergi idarelerinin ayrıca şu önerilere dikkat etmesi vergi kaybını önleme açısından önemli olacaktır:

- Vergi idarelerinde dijital teknoloji kullanımında uzmanlaşmış personel ihtiyacı planlı bir şekilde karşılanmalıdır. Mevcut personele de bu konuda eğitici eğitimlerin yaygınlaştırılması gerekmektedir.
- Veri analizinde kullanılacak programların denetim ve şeffaflık içinde, hukuki alt yapısı kurulmalıdır.
- Büyük veri teknolojisinin etkinliği bu teknoloji ile kullanılan verinin doğru olmasıyla doğru orantılıdır. Verinin elde edilmesi konusunda ülkelerin tercihleri farklıdır.
- Yazılım satıcısı tarafından sağlanan ihtiyaçlar ve hizmet seçenekleri (bulut bilişim seçenekleri dahil), altyapı ihtiyaçlarının belirlenmesi için bir temel sağlayacaktır. Altyapı ve beceri edinmeyi düşünmeden önce, firmadaki karar vericiler seçenekleri anlamalıdır. Profesyonel topluluklar, vergi ve muhasebede büyük veri analitiği ihtiyacını karşılamaya başlamıştır. Toplum toplantılarına katılmak ve ilgili yayınları okumak, profesyonellerin ihtiyaçlarını nasıl inceleyeceklerini ve belirli bir firma için en uygun çözümü nasıl geliştireceklerini öğrenmelerine yardımcı olacaktır [1].
- Vergi idaresinin tüm verileri ve analitik yöntemleri en üst düzeye çıkararak ilerlemesi için, analitik ve yapay zekâ gibi yeni nesil becerilerle donatılmış bir işgücüne ihtiyacı vardır. Günümüz rekabetçi analitik yetenek ortamında üst düzey liderliğe ihtiyaç vardır. Vergi idaresi, araştırmalarını en ileri düzeyde tutmak için, istatistik, makine öğrenimi, yazılım, yapay zekâ ve modern bilgi işlem gibi alanlarda bir dizi uzmanlığa sahip liderleri işe almaya öncelik vermelidir. Çalışanların ilgili alanlarda iki yıllık yüksek lisans derecesine sahip olmaları şartı aranarak personelin niteliği arttırılmalıdır. Vergi idaresi yöneticileri yeni nesil teknoloji bilgisi veren temel eğitim programlarından geçmelidir.
- Gizlenmiş yeni mülkleri tespit etmek, belediyenin aldığı vergi gelirlerini arttırmak ve şehirlerin alt yapısını belediyelerin verimli bir şekilde yönetmelerini sağlamak için dronlar kullanılabilir.
- Kamuya açık video kameralardan toplanan görüntülerden yapay zekâ ve tahmine dayalı analitik kullanarak pazarlar ve satıcılar araştırılabilir ve böylelikle ticari alanlardaki ekonomik faaliyetlerin bir profili çıkarılabilir.
- Ekonomide dijital ödemeleri yönlendirmek ve kasıtlı bir şekilde kâğıt para kullanımını azaltmak, ekonomik faaliyetleri izleme yeteneğini arttırabilir.

Kaynakça

[1] Malaszczyk, K. ve Purcell, M. B. (2018). "Big Data Analytics İn Tax Fraud Detection", Journal of Finance and Accountancy, 23:1-10.

[2] Köksal, U. (2021). "Digital Disruption'ı Yönetmek İçin Organizasyonel ve Dijital Çeviklik", https://www.ukdanismanlik.com/digitaldisruption (30.05.2021).

[3] [3] Taylor, M. (2016). "What are The Competition İmplications of 'Digital Disruption", https://www.nortonrosefulbright.com/en/knowledge/publications/9574b9f5/what-are-the-competition-implications-of-digital-disruption.

[4] Vıllanova University (2021). "Bıg Data and Tax Reform", https://taxandbusinessonline.villanova.edu/blog/big-data-and-tax-reform/

[5] Shukla, Y. Sidhu, N. vd. (2018). "Big Data Analytics Based Approach to Tax Evasion Detection", International Journal of Engineering Research in Computer Science and Engineering (IJERCSE) 5 (I3): 56-59.

[6] Zegers, A.T.M., Loo, L.P. ve Haenen, R.C.H. (2015). "Data Analytıcs Applıed İn The Tax Practice", https://www.compact.nl/en/articles/data-analytics-applied-in-the-tax-practice/

[7] Matthews, K. (2019). "How Data Analytics Can Assist in Fraud Detection", https://www.kdnuggets.com/2019/11/data-analytics-assist-fraud-detection.html (29.11.2019).

[8] İlgün, M.F. (2020). "Vergi Denetim Sürecinde Büyük Veri Analitiği", Siyaset, Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi, 8(1):1-23.

[9] Sağıroğlu, Ş. ve Sinanç, D. (2018). Siber Güvenlik İçin Büyük Veri Yaklaşımları, Grafiker Yayınevi, Ankara, 375-384.
[10] Ehrhardt, M. (2020). "How Data Science and Big Data Analytics Leads To Better Tax Fraud Prevention", https://seleritysas.com/blog/2019/08/06/how-data-science-and-big-data-analytics-leads-to-better-tax-fraud-prevention/ (06.08.2019).
[11] Faccia, A. (2020). "Tackling Tax Evasion through Big Data Analytics", http://www.alexpander.it/05-BigDataAnalyticsTaxEvasion.htm.
[12] Fok, A. ve Lee, A. (2020). "Digitisation of Tax Authorities Requires An İntelligent Tax Function", https://www.internationaltaxreview.com/article/b1m9413xttdt06/digitisation-of-tax-authorities-requires-an-intelligent-tax-function (30.06.2020).
[13] Çetin, G. (2010). "Bilişim Teknolojilerindeki Gelişmelerin Vergilemede Kayıt Düzeni ve Denetim Uygulamalarına Etkisi", Ekonomi Bilimleri Dergisi, 2(1):79.
[14] Dixon, M. (2019). "How Data Science And Big Data Analytics Leads To Better Tax Fraud Prevention", https://seleritysas.com/blog/2019/08/06/how-data-science-and-big-data-analytics-leads-to-better-tax-fraud-prevention/
[15] Goran Dragosavac (2021). "Big-Data Analytics for Tax Compliance", http://www.bigdatanalysis.com/big-data-analytics-for-tax-compliance/
[16] Mehta, P. vd. (2019). "Big Data Analytics for Tax Administration, https://doi.org/10.1007/978-3-030-27523-5_4, 47-57.
[17] Krivinzkas, M. Ve Costa, P. (2021). "The Digital Journey of The Tax Function", https://www.internationaltaxreview.com/article/b1qhsbccrf76qp/the-digital-journey-of-the-tax-function (11.02.2021).
[18] Franklin, M. ve Morrow, M. (2020). "Incorporating Analytics İnto The Tax Curriculum", https://www.thetaxadviser.com/issues/2020/feb/analytics-tax-curriculum.html.
[19] Butler, J. (2020). "Analytical Challenges In Modern Tax Administration A Brıef Hıstory Of Analytiics At The Irs", The Ohıo State Technology Law Journal, 16 (1):259-275.
[20] Sidhwa, R. (2019). "Data Analytics to Check Tax Evasion", https://www.livemint.com/opinion/online-views/data-analytics-to-check-tax-evasion-1561813322679.html (29.06.2019).

Small pelagic fishery statistics on the central Algerian coast (SW Mediterranean) combined with satellite abiotic data

ALI Lamia1, BACHARI Nour El Islam1 and MOKRANE Zakia2

[1]*Faculty of Biological Sciences (FSB), Laboratory of Spatial Oceanography, University of Science and Technology Houari Boumediene (USTHB), Bab Ezzouar, Algiers, Algeria*

[2]*CNRDPA/National Center for Research and Development of Fisheries and Aquaculture, Bou-Ismail, Tipaza, Algeria*

Abstract

The central Algerian coast contributes greatly to the national fish production, which has undergone considerable exploitation in recent years. Remote sensing has been used to measure abiotic parameters between 2008 and 2018 (Sea Surface Temperature and chlorophyll), and combine them with monthly catches of small pelagics. Sea Surface Temperature and chlorophyll vary according to the season and are negatively correlated (r2 = 0.45). Sardine (Sardina pilchardus), is very strongly related to Sea Surface Temperature (r2 = 0.9) and moderately related to chlorophyll (r2 = 0.43), while horse mackerel (*Trachurus trachurus)* is weakly related to Sea Surface Temperature (r2 = 0.23) and strongly related to chlorophyll (r2 = 0.57). Bogue (Boops boops) is weakly correlated with Sea Surface Temperature (r2 = 0.23) and chlorophyll (r2 = 0.21). Round sardinella (Sardinella aurita) is negatively correlated with Sea Surface Temperature (r2 = 0.42) and weakly correlated with chlorophyll (r2 = 0.12). All these species are seasonal, except round sardinella which is positively correlated with chlorophyll and negatively correlated with Sea Surface Temperature, i.e. when chlorophyll increases and Sea Surface Temperature decreases. This phenomenon is present in the winter season or is related to upwelling.

Keywords: *Small pelagic, SST, Chl-a, correlation, Remote sensing*

Introduction

The main fishing productions in Algeria are carried out by a fleet divided into three main segments. It is made up of small trades (65.4%), sardine boats (24.3%) and trawlers (9.8%). The year 2017 saw a considerable increase in the sardine growers number (+165%) compared to the previous year. The West coast contributes greatly to the national fisheries production, followed by the central coasts (especially Tipaza and Boumerdes) and finally the East coast. According to the Directorate of Fisheries and Fishery Resources, catches are dominated by pelagic fish, representing more than 75% of total fishing.

Pelagic fishing is mainly focused on a few species with a large consumption of small pelagic fish, notably sardine (*Sardina pilchardus*), round sardinella (*Sardinella aurita*), horse mackerel (*Trachurus trachurus)*, bogue (*Boops boops)*, anchovy (*Engraulis encrasicolus*) and mackerel (*Scomber scombrus)*.

Understanding the biology, ecology and behaviour of these species optimises fish production and improves economic performance. In this context, these species are the subject of several studies that have been carried out along the Algerian coast: *Sardina pilchardus*: Bedairia & Djebar [1]; Bouderoua *et al.* [2]; Bouazi *et al.* [3] and Khatib *et al.* [4]. *Sardinella aurita*: Bouaziz *et al.* [5] ; Benamar & Zitouni [6] and Dahal *et al.* [7]. *Trachurus trachurus*: Ichalal *et al.* [8] ; Gherram *et al.* [9] and Rahmani *et al.* [10]. *Boops bopps*: Derbal *et al.* [11] ; Rachid *et al.* [12] and Amira *et al.* [13]. *Engraulis encrasicolus*: Basilone *et al.* [14] ; Bacha *et al.* [15, 16] ; Mezdjri *et al.* [17].

The study of the interaction between small pelagics and the abiotic parameters of their environment is a non-negligible factor. Indeed, chlorophyll

pigments (Chl-α) concentration is used as an indicator of phytoplankton biomass, while Sea Surface Temperature (SST) is used to explain the environment conducive to marine productivity. The study of these parameters helps to understand and explain the local marine environment and the availability of favourable conditions in an ecosystem in order to establish a good strategy for the exploitation of fishery resources. That is why several studies have shown the importance of these parameters in the distribution, growth and abundance of small pelagic species. Several other studies focus on the correlative study between SST and Chl-α, and fish catches of small pelagics around the world. Hannesson, [18] for example has shown that there is a positive correlation between temperature and mackerel catches in the North Sea and the Norwegian Sea, and between temperature and sardine catches in the North Sea. Lanz *et al.* [19] demonstrated over a long period of time in California gulf that SST did not have a significant affect on most species, except for northern anchovy while Chl-α was significant for Pacific sardine thread herring, and Pacific mackerel. Furthermore, In the most recent research, Harahap [20] concluded that the dynamics of SST and Chl-α have a positive effect on the abundance and distribution of mackerel in Indonesia.

In addition, the regular measurement of the SST makes it possible to report changes in this parameter, which is directly related to global warming of planet earth. Nacef *et al.* [21] pointed out that the long-term surface warming may have an impact on the future thermohaline circulation of the Mediterranean Sea, and significant increase of SST may diminish the dense water formation rates in the various deep/intermediate water formation sites of the basin and thus may slow down the thermohaline circulation. Indeed, temperature change can have impacts on the main biological processes, in particular on the distribution and abundance of the first link in the marine food chain (phytoplankton: Chl-α) in the world, as well as their phenology and productivity, which change in response to ocean warming, acidification and stratification [22].

Previous work highlights the importance of studying the correlation between abiotic parameters (Chl-α and SST) and marine resources, especially fish production. In Algeria, no work has been done on the study of the correlation between catches of small pelagics and abiotic parameters. Our study thus constitutes the first work which attempts to demonstrate this correlation in the central Algerian coast. This study is based on the combination of satellite data of Chl-α and SST over a ten-year period (2008 - 2018), and small pelagic fish catches over a two-year period (2016 - 2017). The SST satellite data were complemented by in-situ measurements by carrying out vertical profiles (0m - 100m) in spring 2016 and summer 2017.

Material and methods

2.1 Study Area

In order to carry out our study, the three most important bays were chosen on the central coast of Algeria (Figure1.), due to the economic interest they have in it.

Algiers bay: it is located in the capital of Algeria with the shape of a semicircle with a coastal opening of about 15 kilometres between 3°13'E – 36°48'N and 3°00'E – 36°49'N. In the middle of this bay flows Oued El Herrach, and in the east flows Oued El Hamiz.

Bou-Ismail bay : it is located in Tipaza in the west of the capital of Algiers, between 2°54' E - 36°48' N and 2°24' E - 36°38' North (Figure1). It has a coastal opening of 40 km. It is considered to be one of the most important bays on the Algerian coast [23]. Absence of important wadis that flow into this bay.

Zemmouri bay: it is located in Boumerdes to the east Algiers bay, very open to the north and spread over 53.7 km between 3°42'E - 36°52'N and 3°15'E - 36°48'N. The main wadis flowing into the bay are Ouest Isser and Oued Reghaia.

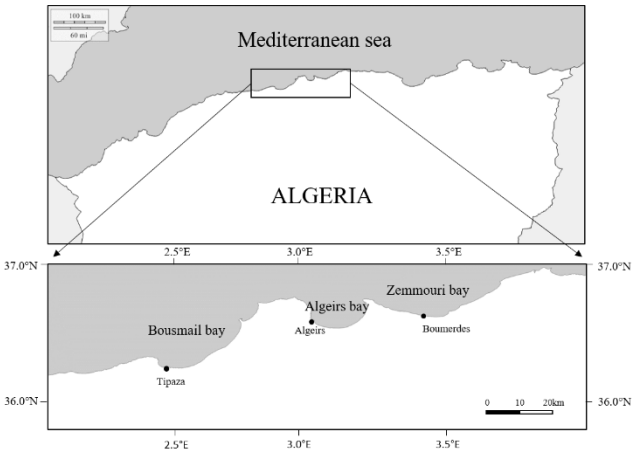


Figure 1: Location of the study area.

2.2 Data base creation

2.2.1 Fishery statistics

Daily fishing statistics were collected from the Directorate of Fishing and Fishery Resources of Algiers (DFFR) between 2016 and 2017.

In order to create the database, the main species of small pelagics that are widely consumed in Algeria were chosen: sardine (*Sardina pilchardus*), round sardinella (*Sardinella aurita*), horse mackerel (*Trachurus trachurus*), bogue (*Boops boops)*, anchovy (*Engraulis encrasicolus*) and mackerel (*Scomber scombrus)*.

Note$_1$: Fishing effort has been taken into account for the creation of the fisheries production database, i.e. number and size of vessels, fishing time, and also weather conditions.

Note$_2$: The DFFR's daily fishing statistics for small pelagics are considered accurate.

2.2.2 Temperature in-situ measurement

Measured using the Conductivity-Temperature-Depth (CTD). Temperature is given in degrees Celsius (C°).

2.2.3 Satellite image processing

The MODIS AQUA (EOS PM-1) sensor is chosen for his spectral resolution with 9 bands which are used to observe the color oceans.

Satellite images are downloaded 5km from the shoreline to extract SST values and at 15km to extract chl values in order to move away from coastal suspended solids that may distort the results. The download was done over a period of 10 years (2008-2018) by using internet web side (http://reason.gsfc.nasa.gov/Giovan-ni) to access to database of GSFC (Goddard Space Flight Center) of NASA (National Aeronautics and Space Administration).

Images downloaded were then stored by month and year, selected in clear sky and then treated on three stages:

- Calibration: it consist to transform reflectance values to numerical values by using algorithms integrated in ENVI software: Day MCSST Split algorithm for extracting SST values and OC3 algorithm for extracting chlorophyll concentrations.

- Geo-referencing: to have the punctual geographic coordinates according to the chosen stations by using projection system Geodesie WGS-84.

- Extraction of the information: by using the software ENVI 4.8, data were displayed by clicking on pixel under a clear sky.

Displayed values were used to calculate the averages and standard deviations. The results obtained are classified in a spreadsheet that combines the SST and the Chl-α values for each month for each region. Calculated the mean values of SST and Chl-α in the three bays were calculated in order to understand their variability and to have a global view of their spatial and temporal variation.

2.3 Statistical Analysis

The processing of the daily fishing statistics data was done on the XLSTAT extension of Excel software. Correlation analysis was used to analyse the relationship between the fish production and the abiotic parameters to see any association. The regression coefficient (linear association) is a statistical measurement of the relationship between two sets of variables.

The closer the coefficient is to 1, the stronger the positive linear relationship between the variables, and the closer the coefficient is to -1, the stronger the negative linear relationship between the variables. On the other hand, the closer the coefficient is to 0, the weaker the linear relationship between the variables. Correlation analysis was used in this study because it is adapted to the available data. The abiotic parameters (Chl-α and SST) are considered as independent variables and fish production is considered as the dependent variable.

Results and discussion

2.4 Sea surface temperature (SST) and chlorophyll-a concentration (Chl-α).

In general, both parameters follow seasonal variations throughout the year. The three SST curves are practically similar and show no significant variation for the three bays over all months of the year. For the three bays, the maximum and minimum values are similar. Indeed, the maximums is recorded around 24 °c for all three bays (February), and minimums around 15 °c (September for Bousmail and Algiers, August for Zemmouri). On the other hand, there is an increasing gradient of SST_{Max} from Bousmail to Zemmouri. Indeed, the East of Algiers is a little cooler than the West. Conversely, there is a decreasing gradient of SST_{Min} from Bousmail to Zemmouri. Several studies have shown that there is an increasing gradient in temperature and salinity from west to east in the region [24, 25 , 26, 27].

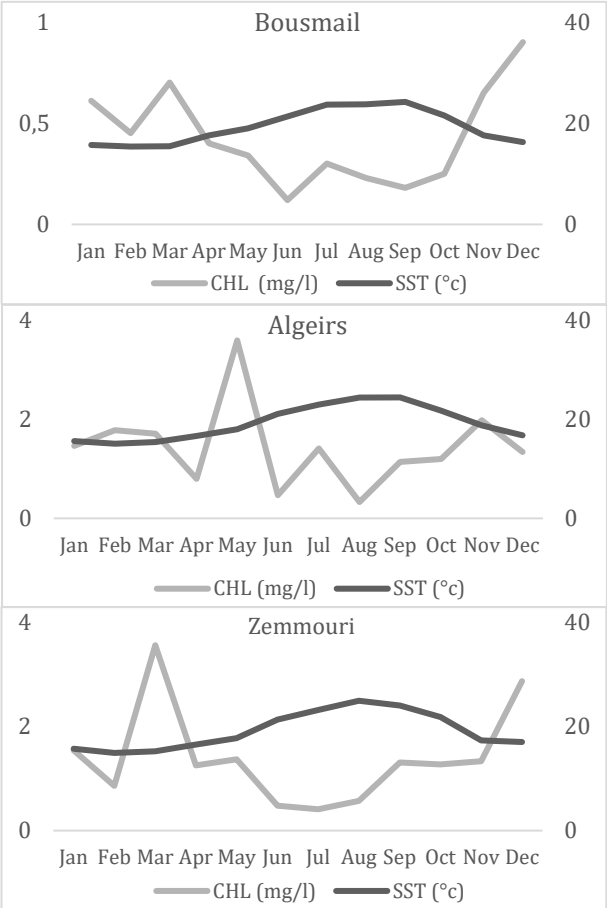
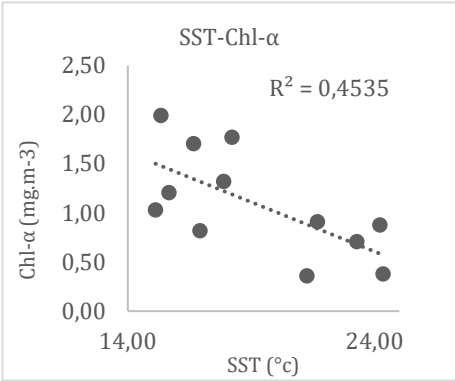


Figure 2. Monthly evolution of satellite measurements of SST and Chl-α between 2008 and 2018 in the three bays.

Concerning chlorophyll, the bay of Bousmail is the poorest. Indeed, the Chl-α_{Max} in this bay does not exceed 1 mg/l (December), while in the bay of Algiers and Zemmouri the Chl-α_{Max} is simultaneously around 3.5 mg/l (May and March respectively). The lowest Chl-α_{Min} value was also noted in this bay (0.12 mg/l in June). Chl-α_{Min} is 0.33 mg/l in Algiers bay in August, and 0.41 mg/l in Zemmouri bay in July. Furthermore, in Bousmail bay there is a 5-month period between the values of Chl-α_{Max} and Chl-α_{Min} (between December and June). In Algiers bay, the passage from Chl-α_{Max} to Chl-α_{Min} is only two months (between May and August), and in Zemmouri bay three months (between March and July) (Figure2). This shows that despite the poverty of Bousmail bay in Chl-α, the depletion and provisioning of Chl-α is gradual over time. We believe that the enrichment of Bousmail Bay is essentially controlled by hydrodynamics due to an eddy demonstrated by Taupier-Letage and Millot [28]. The fluctuation of chlorophyll concentrations are the result of the superposition of the water circulation, the biological pump and the estuarine reverse circulation (wadis and anthropogenic activity) [24]. Moreover, in each bay the SST and the Chl-α evolve inversely. Indeed, the mean of the two parameters between the bays shows that they are negatively correlated with a relatively high correlation



coefficient r=0.67 (Figure3).

Figure 3. Correlation between SST and Chl-α
Chl-α (mg/l)= -0.1007 SST+3.0232

It has been shown by several researchers that there is a close relationship between SST and Chl-α concentrations. e.g. Baudouin and rayera [29]. In our study, in order to better understand this seasonal relationship between the two parameters we drew vertical profiles of SST measured in the upper water column (between 0m and 100m). These measurements were made in the west and east of Algiers (Bousmail and Zemmouri respectively) in spring 2016 and summer 2017 (Figure4). The same remarks are valid for the two bays. There is a gradual decline in SST noted in spring accompanied by small disruptions. Absence of the thermocline in this season marking a large mixing llayer.

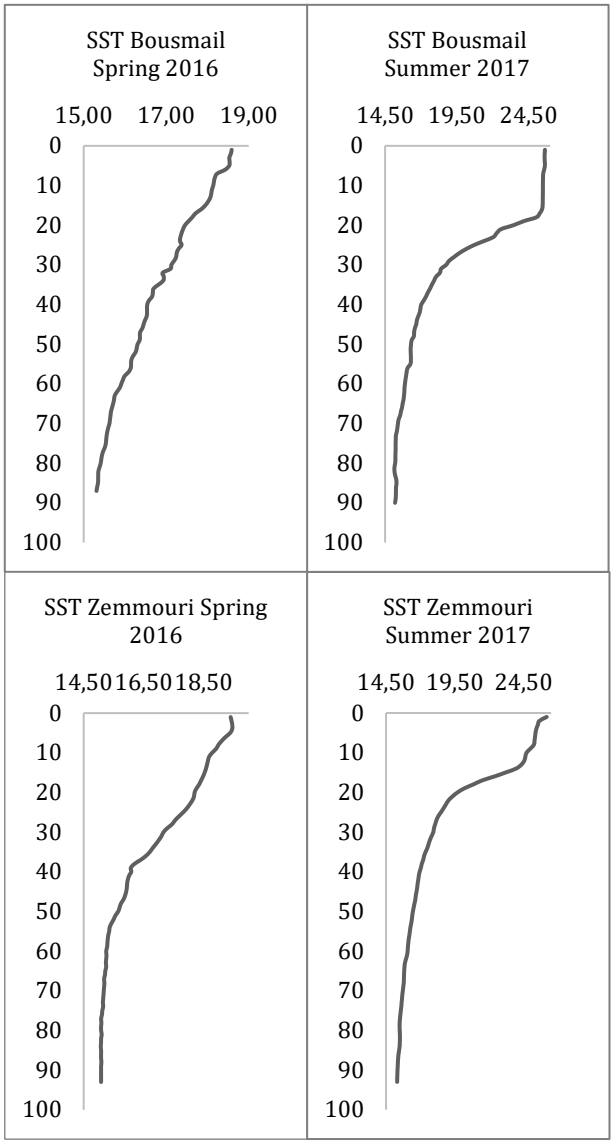


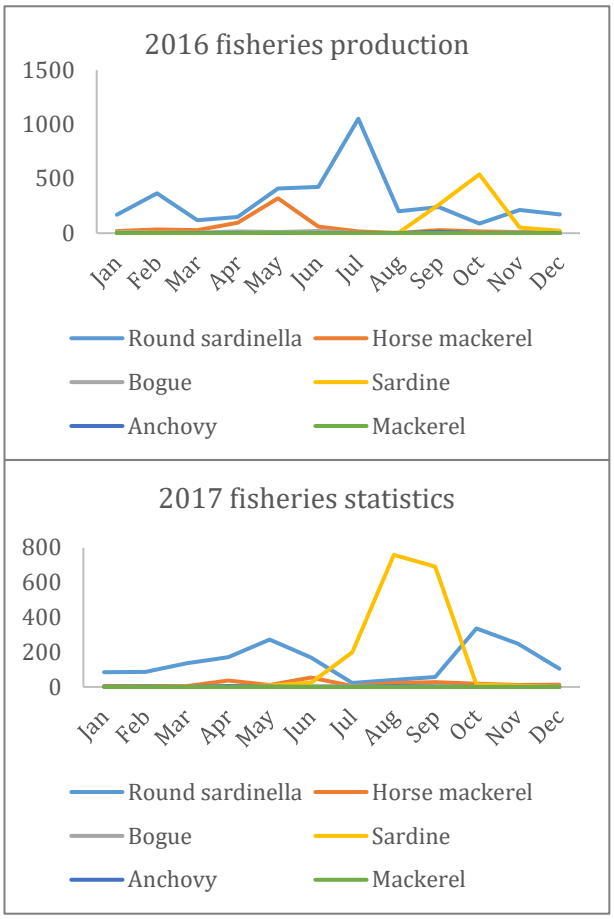
Figure 4. Vertical profiles of SST in the bay of Bousmail and Zemmouri in spring 2016 and summer 2017.

summer 2017, the SST is stable in the mixing layer, which is located between 0m and 18m. A remarkable decrease to 40m is noted, indicating the installation of the thermocline between 18m and 40m. The temperature continues to decrease slowly until it reaches 15°C. In the spring, the mixing layer ensures a continuous supply of nutrients by resuspending them. In addition, the terrigenous contributions enrich the water column through runoff and snow splitting. This explains the peak of chlorophyll concentrations in the three bays which was reported in spring (March in Bousmail and Zemmouri; May in Algiers). In summer, the thermocline does not allow nutrients to pass to the surface, trapping them at the bottom. As a result, chlorophyll activity at the surface is slowed down. The lowest concentrations of Chl-α in all three bays is noted during this season.

2.5 Evolution of fishing production per month for each species

As the physical characteristics are similar in all three bays, the monthly total of fish production is combined. Fish production is calculated for the years 2016 and 2017, and expressed in tonnes (Figure6).

A clear difference between the total production balance sheet for 2016 (3360 t) and 2017 (5573 t) is noted; 2016 was less productive than 2017. This increase in small pelagic production in 2017 is due to the increase in sardine boats according to the DFFR (+165%), with a 3% increase for pelagic fish, which account for 78.1% of total fisheries. In order to understand the reasons for this difference in fishing results between 2016 and 2017, the evolution of fishing production per month for each species was studied (Figure6). Roud sardinella: represents the species with the highest fishing product in 2016 with a total production of 1730 t. There are two peaks: the first in the spring between March and June with a maximum in May (273 t) and the second in the autumn between September and December with a maximum in November (248 t). Low values in the remaining months are recorded, especially in summer (July; 23 t). In 2017 it is also the most caught species with an annual production of 3605t. Maximum production is reached during July (1052 t). There is moderate production during



February, May and June (300-400 t) and low production for the remaining months (100-200 t).

Sardine: it is the most caught species in 2016 after Roud sardinella, with an annual production of 1707t with a maximum recorded between July and September, peaking in August (760 t). It is weakly present during the rest of the year, especially between December and April (0.8-2.5 t). Total sardine production has been estimated at 888t in 2017.

Figure 6: Evolution of fishery products of the six species studied per month for 2016 and 2017.

It has low production from January to May (between 0.5-3.5 t) and is non-existent during June and July. The exception is made during September to November, with a spike in October for a fishing product of 541 t. Horse mackerek: annual production has been estimated at 214 t in 2016. The species is present throughout the year but in low production. The maximum was noted in April (36 t) and June (54 t). Low values were recorded between January, March and July (4-6 t). Its annual production in 2017 is 645 t and it exists throughout the year with moderate productions between 11-30 t. The maximum is reached between April and June with a peak in May (321 t). The minimum is observed in August with only 1t. Bogue : In 2016 it presents low values along the year, with an annual production of 28t which varies between 0.5 t and 4.5 t. A slight increase in production was noted in 2017 to reach 76 t. The maximum is recorded between April and June, of which May presents the highest production in this species (20 t). The minimum is recorded in July, August and December (0.12 t. 0.2 t and 0.5 t respectively). In the rest of the year production varies between 1-7 t. Anchovies: non-existent or very low production values for most of the year except in April and August (a little over 4 t) and in 2016 of September when it reaches 11.9 t in 2017. Mackerek: non-existent throughout the year except in October (0.24 t) in 2016 and in mand september (3.8 - 2.4 t) in 2017.

2.6 Modelling of fish production and abiotic factors

The main species were taken to study their correlation with abiotic parameters (SST and Chl-α), the results are shown in the table below.

The Sardine is very strongly related to SST ($r^2 = 0.9$) and moderately related to Chl-α ($r^2 = 0.43$), while horse mackerel is weakly related to SST ($r^2 = 0.23$) and strongly related to Chl-α ($r^2 = 0.57$). Bogue is weakly correlated with SST ($r^2 = 0.23$) and Chl-α ($r^2 = 0.21$). Round sardinella is negatively correlated with SST ($r^2 = 0.42$) and weakly correlated with Chl-α ($r^2 = 0.12$).

Between the linear regression of the surface temperature sardine ($r^2 = 0.9$) and the multiple regression ($r^2 = 0.7876$), there is a slight decrease in the coefficient value after combination with Chl-α. According to the equation, the combination with Chl-α is negative, and with SST is positive. Sardines appear to be a seasonal species directly related to SST. For the horse marckerel the multiple linear combination of the regression of SST and chlorophyll ($r^2 = 0.599$) indicates that there is not much difference in the equation and the specie is negatively correlated with Chl-α and positively

correlated with SST, as horse marckerel is also a seasonal species mainly related to Chl-α. The multiple linear regression of the bogue shows an increase in the value of the regression coefficient (r^2 = 0.5), the equation shows that the bogue is negatively correlated with Chl-α and positively correlated with SST. The bogue is also seasonal like other species. The multiple linear regression (r^2 = 0.3121) of the Round sardinella shows the opposite of the other species: the species is positively correlated with Chl-α and negatively correlated with SST.

Species	SST/Fish	Chl-α /Fish	SST& Chl-α /Fish	Equation SST& Chl-α/Fish
Sardine	0,9022	0,4383	0,7876	S = -31368 - (1215 × Chl-α) + (1982,6 × SST)
Round sardinella	0,4223	0,1230	0,3121	R = 4685,44 + (1409,93 × Chl-α) -(55,80 × SST)
Horse marckerel	0,2398	0,5719	0,5999	H =762,84 - (324,92 × Chl-α) + (18,85 × SST)
Bogue	0,2324	0,21	0,5060	B =762,84 - (324,92 × Chl-α) + (18,85 × SST)

Table 1: Correlation coefficients between fish catchs and abiotic parameters.

This phenomenon is present in the winter season, when Chl-α increases and SST decreases, or is related to upwelling. There is no doubt that abiotic factors play a major role in the distribution of species of high human consumption, notably fish production as demonstrated by Azmi *et al.* [30] where fishing catches were strongly correlated with SST and ch-a measurements. Furthermore, Sabatés *et al.* [31] demonstrated the close relationship between abundance and distribution of round sardinella and water temperature in the western Mediterranean. The same result obtained by Fach [32] in the eastern Mediterranean for the same species. In addition, it is necessary to point out that the peak in round sardinella catches in 2016 corresponds to its reproduction period, which lasts between June and September in the Mediterranean [33]. It is the same for the bogue, whose maximum coincides with its breeding period in Algeria, which is between February and June [13]. As a result, there is fishing pressure on this species as reported by Maouel et *al.* [34], who concluded that it is necessary to limit the entry of large capacity vessels and, at the same time, reducing daily fishing time would help ensure the sustainability of the fishing resources.

Conclusion

Correlation coefficients indicate that Chl-α and SST can be used as parameters for modelling the Algerian fishery. It clear that is not possible to have exact temporal and spatial fishing statistics, nevertheless our study focuses on a few small pelagic species in a limited geographical framework, thus contributing to the understanding of the behaviour of the most consumed species in Algeria, and making it a model applicable to other species. It would be interesting to extend the study of fisheries catches over long periods and combine them with variations in SST and Chl-α.

Acknowledgements

The authors will like to thank the Directorate of Fishing and Fishery Resources of Algiers (DFFR) for access to the fishery statistics database.

REFERENCES

[1] Bedairia, A., & Djebar, A. B. (2009). A preliminary analysis of the state of exploitation of the sardine, Sardina pilchardus (Walbaum, 1792), in the gulf of Annaba, East Algerian. Animal biodiversity and conservation, 32(2), 89-99.

[2] Bouaziz, A., Kerzabi, F., & Brahmi, B. (2014). Impact of the natural mortality (m) variability on the evaluation of the exploitable stock of sardine, Sardina pilchardus (Actinopterygii: CLupeiformes: Clupeidae) of the central region of the Algerian coast. Acta Ichthyologica et Piscatoria, 44(2), 87.

[3] Bouderoua, K., Mourot, J., Benmehdi-Tabet-Aoull, F., & Selselet-Attou, G. (2011). The effects of season and site of catch on morphometric characteristics, mineral content, and fatty acids of sardines (Sardina pilchardus)

caught on the Algerian coast. Journal of Aquatic Food Product Technology, 20(4), 412-420.

[4] Khatib Zagh, N., & Bachari, N. E. I. (2019). Study of the toxic contaminants cadmium and lead in sardines (Sardina pilchardus) in the Bay of Algiers (Algeria). Journal of Aquatic Food Product Technology, 28(6), 667-676.

[5] Bouaziz, A., Semroud, R., Brahmi, B., & Cheniti, S. (1998). Assessment of sardinelle growth (Sardinella aurita Valenciennes, 1847) in the Algerian region using size frequencies analysis. Cahiers Options Mediterraneennes (CIHEAM).

[6] Benamar, N., & Zitouni, B. (2013). Levels of chromium and copper in liver and muscle tissues of the round Sardinella Sardinella aurita (Valenciennes) from the Oran Coastline, Algeria. Jordan Journal of Biological Sciences, 147(916), 1-5.

[7] Dahel, A., Tahri, M., Bensouilah, M., Amara, R., & Djebar, B. (2016). Growth, age and reproduction of Sardinella aurita (Valenciennes, 1847) and Sardina pilchardus (Walbaum, 1792) in the Algerian eastern coasts. Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation, 9(5), 1172-1181.

[8] Ichalal, K., Chikoune, A., Ramdane, Z., Iguer-Ouada, M., & Kacher, M. (2017). The parasite fauna of Trachurus trachurus (Linnaeus, 1758)(Teleostei: Carangidae) from the Eastern coast of Algeria. Bulletin de la Société Zoologique de France, 142(1), 29-45.

[9] Gherram, M., Talet, A. B., Dalouche, F., & Ayad, S. M. E. A. A. (2018). Study of reproductive aspects of Trachurus trachurus (Linnaeus, 1758) from western coast of Algeria.

[10] Rahmani, K., Koudache, F., Mouedden, N. E. R., Talet, L. B., & Flower, R. (2020). Spawning period, size at first sexual maturity and sex ratio of the atlantic horse mackerel trachurus trachurus from béni-saf bay (western coast of algeria, southwestern mediterranean sea). In Annales: Series Historia Naturalis (Vol. 30, No. 1, pp. 43-52). Scientific and Research Center of the Republic of Slovenia.

[11] Derbal, F., Madache, S., Boughamou, N., & Kara, M. H. (2010). Length-Weight Relationships and Reproduction of Three Coastal Sparidae (Diplodus cervinus cervinus, Boops boops, and Spondyliosoma cantharus) of the Eastern Coast of Algeria. In Global Change: Mankind-Marine Environment Interactions (pp. 367-369). Springer, Dordrecht.

[12] Rachid, B., Salim, M. O. U. F. F. O. K., & Zitouni, B. O. U. T. I. B. A. (2014). Estimation of the exploitable biomass and the reference biological point, F0. 1, of bogue, Boops boops L., in the bay of Bou-Ismail, centre Algerian. Journal of Biodiversity and Environmental Sciences (JBES), 5(2), 420-427.

[13] Amira, S., Alioua, Z., & Harchouche, K. (2019). Gonadal development and fecundity of bogue Boops boops (Linnaeus, 1758)(Sparidae) on the central Algerian coast. Turkish Journal of Zoology, 43(1).

[14] Basilone, G., Guisande, C., Patti, B., Mazzola, S., Cuttitta, A., Bonanno, A., & Kallianiotis, A. (2004). Linking habitat conditions and growth in the European anchovy (Engraulis encrasicolus). Fisheries Research, 68(1-3), 9-19.

[15] Bacha, M., & Amara, R. (2009). Spatial, temporal and ontogenetic variation in diet of anchovy (Engraulis encrasicolus) on the Algerian coast (SW Mediterranean). Estuarine, Coastal and Shelf Science, 85(2), 257-264.

[16] Bacha, M., Moali, A., Benmansour, N. E., Brylinski, J. M., Mahe, K., & Amara, R. (2010). Relationships between age, growth, diet and environmental parameters for anchovy (Engraulis encrasicolus L.) in the Bay of Bénisaf (SW Mediterranean, west Algerian coast). Cybium, 34(1), 47-57.

[17] Mezedjri, L., Kerfouf, A., & Tahar, A. (2013). Reproductive cycle of the European anchovy Engraulis encrasicolus (Linnaeus, 1758)(Clupeiformes Engraulidae) in the gulf of Skikda (Algerian East coasts). Biodiversity Journal, 4(2), 269-274.

[18] Hannesson, R. (2007). Geographical distribution of fish catches and temperature variations in the northeast Atlantic since 1945. Marine Policy, 31(1), 32-39.

[19] Lanz, E., Nevarez-Martinez, M., López-Martínez, J., & Dworak, J. A. (2009). Small pelagic fish catches in the Gulf of California associated with sea surface temperature and chlorophyll. CalCOFI Rep, 50, 134-146.

[20] Harahap, S. A., Syamsuddin, M. L., & Purba, N. P. (2020). Range of sea surface temperature and chlorophyll-a values based on mackerel catches in the northern waters of West Java, Indonesia. Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation, 13(4), 2265-2272.

[21] Nacef, L., Bachari, N. E. I., Bouda, A., & Boubnia, R. (2016). Variability and decadal evolution of temperature and salinity in the mediterranean sea surface. International Journal of Engineering and Geosciences, 1(1), 20-29.

[22] Hoegh-Guldberg, O., & Bruno, J. F. (2010). The impact of climate change on the world's marine ecosystems. Science, 328(5985), 1523-1528.

[23] Chalabi, A., & Akkacha, S. ESSAI DE STANDARDISATION DE L'EFFORT DE PÊCHE A LA SENNE EN BAIE D'ALGER.

[24] Crise, A., Allen, J. I., Baretta, J., Crispi, G., Mosetti, R., & Solidoro, C. (1999). The Mediterranean pelagic ecosystem response to physical forcing. Progress in Oceanography, 44(1-3), 219-243.

[25] Bouzinac, C., Font, J., & Johannessen, J. (2003). Annual cycles of sea level and sea surface temperature in the western Mediterranean Sea. Journal of Geophysical Research: Oceans, 108(C3).

[26] Shaltout, M., & Omstedt, A. (2014). Recent sea surface temperature trends and future scenarios for the Mediterranean Sea. Oceanologia, 56(3), 411-443.
[27] Boudjnah, M., Mokrane, Z and Soualili, D., 2019. Diversity of Phytoplanktonic populations along the Algerian coastline. Biodiversity Journal, 2019, 10 (2): 81–92.
[28] Taupier-Lesage, I., & Millot, C. (1988). Surface circulation in the Algerian basin during 1984. Oceanologica Acta, Special Issue.
[29] Baudouin, M. F., & Ravera, O. (1972). Chlorophylle-a et phéophytine et leurs relations avec les concentrations d'azote et de phosphore dans le seston du lac de monate (Italie du nord). In Annales de Limnologie-International Journal of Limnology (Vol. 8, No. 1, pp. 1-10). EDP Sciences.
[30] Azmi, S., Agarwadkar, Y., Bhattacharya, M., Apte, M., & Inamdar, A. (2015). Indicator based ecological health analysis using chlorophyll and sea surface temperature along with fish catch data off Mumbai Coast. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 15(4), 923-930.
[31] Sabatés, A. N. A., Martín, P., Lloret, J., & Raya, V. (2006). Sea warming and fish distribution: the case of the small pelagic fish, Sardinella aurita, in the western Mediterranean. Global Change Biology, 12(11), 2209-2219.
[32] Fach, B. A. (2014). Modeling the influence of hydrodynamic processes on anchovy distribution and connectivity in the black sea. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 14(2), 353-365.
[33] Fisher W., Scneider M., & Bauchtm L., (1987). Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche Méditerranéenne et Mer Noir, Zone de pêche 37 FAO et CEE. Volume II, Vertébrés.
[34] Maouel, D., Maynou, F., & Bedrani, S. (2014). Bioeconomic analysis of small pelagic fishery in Central Algeria. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 14(4), 897-904.

Sosyal Medya Analitiği: Twitter Verileri Kullanılarak Bilişim Şirketlerinin Teknoloji ve İş Terimlerinin Kategorize Edilerek Karşılaştırılması

Aylin AKDEMİR[1], Begüm EROL[2]

[1]Sakarya *University, Computer Science, Sakarya, TURKEY*

[2] Sakarya *University, Department of Management Information Systems, Sakarya, TURKEY*

Özet

İnternetin genişlemesi ve insanların kişisel fikirlerini paylaşmaları ile sosyal medya önemli bir bilgi kaynağı haline gelmiştir. Bunlar içinde en popüler uygulamalardan birisi olan Twitter, duygu ve düşünceleri belli konular altında toplamakta ve çok büyük miktarlarda işlenmeye hazır metin verileri oluşmaktadır. Oluşan bu büyük verilerin analiz edilip, çıktılarının yorumlanması özellikle firmalar için ileride atılacak adımlara yönelik değerli bilgiler sunmaktadır. Bu çıktılara göre firmalar gözden kaçırdıkları faktörleri yakalayabilmekte ve daha doğru stratejik kararlar alınabilmektedir. Bu da büyük veri ve bu verilerin analiz edilerek çıktılarının değerlendirilmesinin önemini ortaya koymaktadır. Bu çalışmada Twitter büyük veri kaynağı olarak alınmış ve bir şirketin rakip veya iş ortaklarının sosyal medya etkileşimlerinden ve sosyal medya analitiğinin avantajlarından yararlanarak teknoloji ve iş terimlerinin trendlerinin çıkarılması amaçlanmıştır. Analiz edilen metinlere kategorilendirme yapılarak tarihsel olarak hangi dönemde hangi teknolojinin trend olduğu raporlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Veri Bilimi, Büyük Veri, Twitter, Categorization

Social Media Analytics: Categorizing and Comparing IT Companies' Technology and Business Terms Using Twitter Data

Abstract

Social media has become an important source of information with the expansion of the internet and people sharing their personal opinions. Twitter, one of the most popular applications among these, gathers feelings and thoughts under certain topics and produces large amounts of text data ready to be processed. The analysis of these big data and the interpretation of the outputs provide valuable information especially for companies for future steps. According to these outputs, companies can catch the factors they overlook and make more accurate strategic decisions. This reveals the importance of analyzing big data and evaluating the outputs of these data. In this study, Twitter was taken as a big data source and it was aimed to determine the trends of technology and business terms by taking advantage of the social media interactions of a company's competitors or business partners and the advantages of social media analytics.

Keywords: *Data Science, Big data, Twitter, Categorization*

1 Giriş

Sosyal Ağlar, kolektif eğilimler çıkarımı için önemli bir ortam haline geldi. Kullanıcılar arasındaki etkileşimler, tercihleri ve ilişkileri hakkında bilgi sağlar. Bu bilgi, fikirlerin veya fikirlerin etkisini ve ağ içinde nasıl yayıldıklarını ölçmek için kullanılabilir. Şu anda, en alakalı ve popüler Sosyal ağlardan biri Twitter'dır. Bu Sosyal ağ, yorum ve fikirlerin paylaşılması için oluşturulmuştur. Kullanıcılar tarafından sağlanan bilgiler, özellikle pazarlama gibi farklı alanlarda ve araştırma alanlarında yararlıdır. Bu veriler, gerçek kişiler tarafından ifade edilen farklı fikirleri içeren kısa metin dizileri olarak sunulur. Bu temsil ile fikirlerin anlamını ayırt etmeye çalışan bilgi çıkarımı için

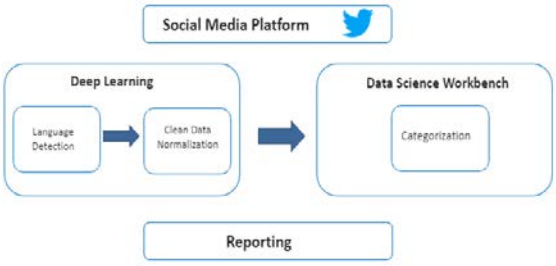
farklı Veri Madenciliği ve Metin Madenciliği teknikleri (sınıflandırma ve kümeleme gibi) kullanılabilir [1].

Sosyal medya araçları özellikle de firmaların, rakip firmalar ile arasındaki rekabet avantajını kullanabilmesi için önemli bir unsur haline gelmiştir. Firmaların güncel olarak yaptıkları reklam paylaşımları hangi alana yöneldikleri, sıklıkla hangi konulardan bahsettikleri hakkında bilgiler içermektedir. Düzenli olarak bu sosyal medya kanallarının incelenip bahsedilen konuların çıkartılıp incelenmesi ve raporlanması, firmaların hangi konularda geri kaldıklarını ya da mevcut pazarda hangi konularda yeni atılımlara öncülük ettiğini göstermektedir. Firma, rakiplerinden geri kaldığı konuları belirleyip bu yönde çok hızlı aksiyon alabilir ve bu sayede rekabet gücünü kaybetmemiş olur.

Çalışmada farklı teknoloji danışmanlık firmalarının verileri Twitter üzerinden toplanmış ve analiz edilip, karşılaştırılarak raporlanmıştır. Veriler Twitter üzerinden çekildikten sonra python programlama dili ile veri temizleme ve kategorilendirme işlemi gerçekleştirilmiştir. Firmaların kendi attıkları tweetler üzerinden bahsettikleri teknolojiler gruplandırılmış, elde edilen sonuçlar Power BI kullanılarak raporlanmıştır.

2 Mimari ve metodoloji

Veriler Twitter'dan toplanır. Teknoloji ve iş terimi eğilimleri, derin öğrenme algoritmaları kullanılarak çıkarılır. Elde edilen sonuçlar ile analitik raporlamalar ya da web front-end (ön uç) çalışmalar yapılabilmektedir. Şekil 1'de metodoloji (yöntem) gösterilmektedir.



Şekil 1. Metodoloji

2.1 Veri akışı

Twitter verilerini çekebilmek için bir twitter API'ye ihtiyaç bulunmaktadır. Çalışmada, elde edilen Key'ler ile Nifi kullanılarak twitter verilerine ulaşılmıştır. Nifi, veri akışını sağlamak ve sistemler arasında bilgi transferi yapmak için tasarlanmıştır. Veri bir kaynaktan alınıp başka bir hedefe aktarılır. Nifi, verilerin gerçek zamanlı olarak izlenmesini sağlamaktadır [2]. Nifi'da tweet verilerine GetTwitter işlemcisi ile ulaşılıp, elde edilen tweetler bir kafka topic'ine aktarılır. Kafka, gerçek zamanlı veri akışını sağlamak için kullanılmıştır.

Kafka topiclerinde tutulan verileri okumak yani kafka consumer işlemini gerçekleştirmek için python kullanılmıştır. Consumer edilen tweetler üzerinden ön işleme adımları ve diğer işlemler gerçekleştirilmiştir.

3 Ön işleme

Twitter Türkçe metin verileri, Türkçe karakterler içermesi ve yazım yanlışları bulunan cümlelerin model başarı sonuçları çok yüksek olmamaktadır. Analize uygun hale getirilebilmesi için çeşitli ön işleme adımlarından geçirilmesi gerekmektedir. Bu sebeple veri ön işlemede kullanılmak üzere birçok yöntem araştırılmış ve başarılı sonuç alınabilen yöntemler çalışmaya uygulanmıştır. Veri ön işleme için kullanılan en yaygın kütüphanelerden bir tanesi NLTK (Natural Language Toolkit)'dir. NLTK, doğal dil verileriyle çalışmak için Python programlama dili ile geliştirilmiş açık kaynaklı bir kütüphanedir [3].

NLTK kütüphanesi metin ön işleme için kapsamlı bir kütüphane olarak gözükse de İngilizce tabanlı olarak geliştirildiğinden ve çoğu modülü Türkçeyi desteklemediğinden dolayı Türkçe duygu analizinde kullanılması sağlıklı sonuçlar döndürmemektedir. Bu sebeple Türkçeyi destekleyen alternatif kütüphane ve çalışmalar araştırılmış, turkishnlp, trnlp, TurkishStemmer, zemberek-nlp kütüphanelerinin doğal dil işleme konusunda türkçe için geliştirilmiş başarılı kütüphaneler olduğu görülmüştür [4]. Zemberek modelleri Tablo 1'de gösterilmiştir.

Modül Adı	Maven ID	Açıklama
Core	zemberek-core	Special Collections ,Hash Fonksiyonları ve yardımıcı fonksyionlar
Morphology	zemberek-morphology	Türkçe morfolojik analiz ,anlam ayrımı ve kelime üretimi
Tokenization	zemberek-tokenization	Türkçe sınıflandırma ve cümle sınırlarının belirlenmesi
Normalization	zemberek-normalization	Basit yazım denetleyicisi , kelime önerme ve hatalı merin düzenleme
NER	zemberek-ner	Türkçe Kelime Sınıflandırma
Classification	zemberek-classificatiion	FastText projesinin Java'ya uyarlanmış hali
Language Identification	zemberek-lang-id	Yazının dilini belirler
Language Modeling	zemberek-lm	Language Model karşılaştırma algoritmasını sağlar
Applications	zemberek-apps	Konsol uygulamaları
gRPC Server	zemberek-grpc	Diğer diller için gRPC server'a erişmeyi sağlar
Examples	zemberek-examples	Kullanım örnekleri

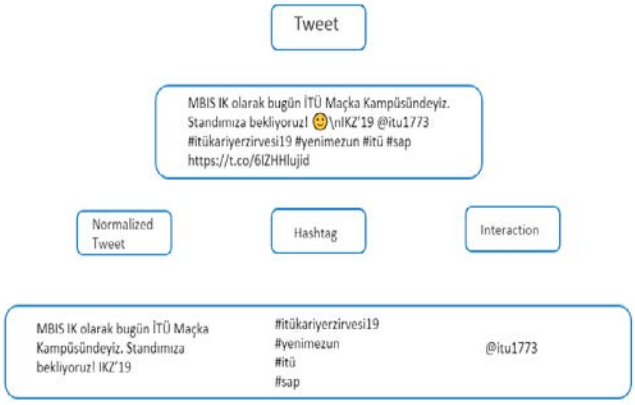
Tablo 1. Zemberek Modülleri [5]

Çalışmanın ön işleme kısmında, Zemberek NLP yazım yanlışı düzeltme, turkishnlp dil tespiti, trnlp kelimeleri tokenlara ayırma aşamalarında kullanılmıştır. İhtiyaç duyulması durumunda kütüphanelerin diğer modüllerinin kullanılması düşünülmektedir. Şekil 2'de Zemberek kullanılarak düzeltilen yazım yanlışlarının örnekleri gösterilmiştir.

```
Yrn okua gidicem
yarın okula gideceğim

Tmm, yarin havuza giricem ve aksama kadar yaticam :)
tamam , yarın havuza gireceğim ve akşama kadar yatacağım :)

ah aynen ya annemde fark ettı siz evinizden cıkmayın diyo
ah aynen ya annemde fark etti siz evinizden çıkmayın diyor
```

Şekil 2. Zemberek ile Yazım Yanlışlıklarının Düzeltilmesi

Ön işleme adımları olarak; RT,#,@,http gibi karakterlerin cümleden filtrelenmesi, yazım yanlışlarının düzeltilmesi, kelimeler arası boşluk kontrolü gibi ön işleme yöntemleri ile veriler analize hazır hale getirilmiştir. Şekil 3'te ön işleme adımları örnek olarak gösterilmiştir.



Şekil 3. Ön İşleme

4 Kategorilendirme

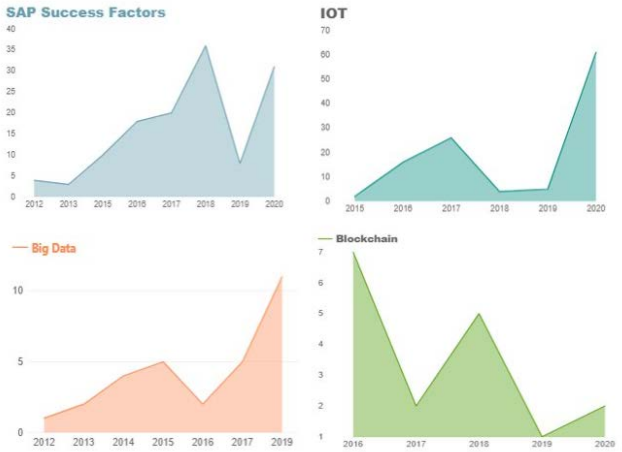
Yapılan çalışma sonucunda elde edilen tweetler, farklı konular içerdiği ve karşılaştırma yapmak için her tweetin ana konusuna ihtiyaç olduğundan burada iki farklı yol izleyerek tweetlerin kategorilendirme işlemi gerçekleştirilmiştir. Her iki yol da python programlama dili kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Birinci yolda şirketler neyi vurgulamak isterlerse onu etiket olarak tweetlerinde kullandıklarından, cümleler ve hashtagli (#) ifadeler birbirinden ayrılmış ve sadece hashtagli ifadeler analiz edilmiştir [6]. Farklı şekillerde büyüklü küçüklü yazılan kelimeler tüm harfleri küçük harfe çevrilerek tek bir forma getirilmiştir. Böylece analiz sonucunda hangi konudan ne kadar bahsedildiği daha anlaşılır şekilde ortaya konulacaktır. Burada hashtagli kelimeler eklerden (-ler,-lar) arındırılmış ve kelime kökleri üzerinden analiz gerçekleştirilmiştir. İkinci yolda cümleler içindeki gereksiz kelimeler temizlenmiştir. Named Entity Recognition (Varlık ismi tanıma) ile bahsedilen konular, cümle içinde geçen özel varlık isimleri döndürülmüştür [7]. Cümleler daha sonrasında kelimelere bölünmüş ve unique (eşsiz) kelimeler incelenmiştir. Tüm veri setinde en az sıklıkta geçen kelimeler çıkartılmış ve bu kelimelerin hangi zamanlarda tweetler içerisinde yer aldığı incelenmiştir. Sadece istenilen zaman aralığında tweetler içinde yer alan öncesinde yer almayan kelimeler yeni bir teknolojinin o firmada kullanılmaya başlandığına işaret edebileceğinden bu kelimeler raporlanmıştır. Ayrıca aynı konudan bahsedilip farklı yazılan tweetler ortak bir konu altında birleştirilmiştir. Bu daha sonra firmalardan yeterli veri toplandığında model eğitimi için kullanılacak ve cümle bazlı olarak otomatik bir şekilde sınıflandırma gerçekleştirilebilecektir. Bu sayede rakip firmaların attıkları tweetler anlık veya istenilen süre için raporlanabilecektir. Ayrıca kullanıcının kendisinin dinamik bir şekilde kelime girerek bu kelimenin kendi tweetlerinde ve rakip firmalarda ne kadar geçtiğini görebilmesi için temizlenmiş veri üzerinden işlem yapabileceği, collection paketinin Counter fonksiyonu kullanarak bir yapı oluşturulmuştur. Bu sayede firma kendisinde geçip rakip firmalarda geçmeyen, ya da rakip firmalarda sıklıkla bahsedilip kendisinin henüz yönelmediği alanları keşfedip bu yönde stratejik planlamalarda ve ARGE yatırımlarında bulunabilecektir.

5 Veri tabanı yönetimi ve raporlama

Ön işleme adımlarından sonra veriler raporlanmaya hazır bulunmaktadır. Ön işlemeden sonra verilerimiz Hbase veri tabanında depolanmıştır [8]. HBase'de bulunan verilerimiz, ODBC/JDBC driver (sürücü) kullanılarak Power BI raporlama aracına bağlanarak raporlanmıştır. Raporlamalar birbirine rakip beş firma seçilerek yapılmıştır ve sonuçlar buna göre değerlendirilmiştir.

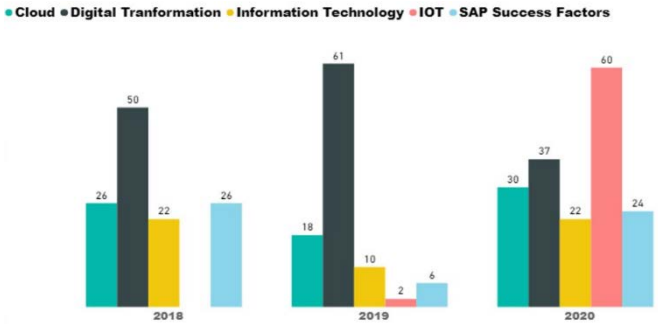
Şekil 4'te seçilen şirketlerin en çok eğilim gösterdikleri trend (eğilim) konuların yıllık olarak

frekansları gösterilmiştir. Şekilde x ekseni yılları y ekseni tweet adetlerini göstermektedir. 2020 yılında en çok "IOT (Nesnelerin İnterneti)" teknolojisinden bahsedilmişken 2019 yılında en çok "Big Data" teknolojisinden bahsedildiğini görmekteyiz. 2016 yılında mevcut şirketlerce "Blockchain" teknolojisinden daha fazla bahsedildiğini de grafikler üzerinden söyleyebiliriz.



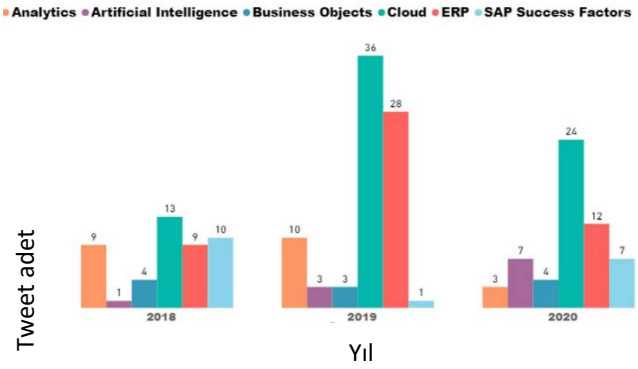
Şekil 4. Trend olan teknolojilerin yıllık dağılımı

Şekil 5'te A firmasına ait veriler üzerinden en çok eğilim gösterilen beş teknoloji ve iş terimlerinin yıllık olarak frekansları gösterilmektedir. 2018 ve 2019 yıllarında en çok eğilim gösterilen konu "Digital Transformation" iken 2020 yılında en çok bahsedilen konunun "IOT" olduğunu görmekteyiz. "IOT" teknolojisinin, 2018 yılında hiç gündemde yokken 2019 yılında başlayan eğiliminin 2020 yılında zirve yaptığı şeklinde yorumlanabilir.



Şekil 5. A Firması Yıllık Trend Dağılımı

Şekil 6'da B firmasına ait veriler üzerinden en çok eğilim gösterilen beş teknoloji ve iş terimlerinin yıllık olarak frekansları gösterilmektedir. B firması için 2018, 2019, 2020 yıllarında en çok eğilim gösterilen konunun "Cloud" teknolojisi olduğunu görmekteyiz. 2018 yılında bahsedilmeye başlayan Artificial Intelligence (Yapay Zeka) teknolojisinin ise 2019 ve 2020 yıllarında artarak devam ettiği şeklinde yorumlanabilir.



Şekil 6. B Firması Yıllık Trend Dağılımı

Şekil 7'de seçilen beş firmanın raporlaması gerçekleştirilmiştir. Bu rapor üzerinden şirket, yıl, ay ya da trend filtrelenerek şirketler hem kendi trendlerini takip edebilir hem de diğer şirketler ile kendi şirketlerindeki trendleri karşılaştırıp buna göre aksiyonlar alabilir. Aynı zamanda raporda firmaların twitter hesabına ait tweet sayısı, retweet sayısı ya da favoriye aldıkları tweet sayıları da gösterilmiştir. Bu sayede eğilim gösterdiği konular için yeterince tweet atılmış mı diye bakılabilir ve istedikleri teknolojiyi ya da iş terimini ön plana çıkaramamış ise bu konuda daha çok tweet atarak, reklam yaparak bunu sağlayabilir.

Şekil 7. Firma Bazlı Trendlerin Karşılaştırılması

6 Sonuçlar

Bu çalışma Twitter üzerinden toplanan veriler ile Türkçe tweetler üzerinden şirketlerin eğilim gösterdiği, trend olan teknolojilerin çıkarılması amacıyla yapılmıştır. Türkçe tweetlerde yaşanan sorunları çözmek adına Zemberek NPL ile yazım yanlışı düzeltme işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu

çalışmada iki farklı yol izlenmiştir. Birinci yol hashtagli (#) tweetler üzerinden şirketlerin eğilim gösterdikleri konuların ve teknolojilerin analizi iken, ikinci yol ise Named Entity Recognition (Varlık ismi tanıma) ile cümle içerisinde geçen özel varlık isimleri ile yapılan analizlerdir. Bu analiz verileri Power BI raporlama aracı kullanılarak, şirketler arası karşılaştırmalar, şirketlerin yıllık olarak en çok eğilim gösterdiği konular ve eğilim gösterilen teknolojilerin bilgileri raporlanmıştır. Bu çalışma ile şirketler, rakip firmaların eğilim gösterdiği konuları ve teknolojileri öğrenebilir ve buna göre stratejik kararlar alabilir. En çok eğilim gösterilen teknolojileri keşfedip, o teknolojiye eğilim göstererek kazanımlar sağlayabilir. Şirketler, rakiplerinden geri kaldığı teknolojileri belirleyip bu yönde çok hızlı aksiyonlar alabilir ya da pazarda hangi teknolojilerde öncülük ettiğini görebilir ve bu sayede de pazarda rekabet gücünü kaybetmemiş olur.

Çalışmada Twitter veri kaynağı olarak kullanılsa da hazırlanan mimari ve fonksiyonlar farklı sosyal medya araçlarından da veri çekip analiz etmeye uygundur. Bu sayede firma istediği platform verilerinden karşılaştırma yapabilmektedir.

Firmalar için ayrıca mevcut mimari ile tasarlanan diğer bir yaklaşımla da firmaların kendisi ile ilgili atılan tweet veya diğer sitelerdeki şikayet içeren yorumları kolaylıkla sınıflandırabilir hale gelmesi sağlanacaktır. Bu yaklaşımda firma ile şikayet sebepleri için belli kategoriler belirlenecek ve (kötü hizmet, kargo, kalitesiz ürün vb.) var olan veriler öncelikle manuel olarak etiketlenecektir. Etiketli veriler ile eğitilen model ile daha sonrasında gelen şikayetlerin anlık olarak sınıflandırılması sağlanacak ve en fazla şikayet alan konular raporlanabilecektir.

Kaynaklar

[1] Anastasia, S. and Budi, I. "Twitter sentiment analysis of online transportation service provider", Proceedings of the International Conference on Advanced Computer Science and Information Systems (ICACSIS), 359 – 365, (2016).Haupt RL, Haupt SE. Practical Genetic Algorithms. 2nd ed. New York, USA, Wiley, 2004.

[2] Samal, B., and Mrutyunjaya Panda. "Real time product feedback review and analysis using apache technologies and nosql database." International Journal of Engineering and Computer Science 6.10 (2017): 22551-22558.

[3] Loper, E., & Bird, S. (2002). NLTK: the natural language toolkit. arXiv preprint cs/0205028.

[4] Gülşen Eryiğit. 2014. ITU Turkish NLP web service. In Proceedings of the Demonstrations at the 14th Conference of the European Chapter of the Association for Computational Linguistics (EACL), Gothenburg, Sweden, April. Association for Computational Linguistics.

[5] https://ugurozker.medium.com/zemberek-nlp-7add032881e9

[6] Ben-Lhachemi, Nada. "Using tweets embeddings for hashtag recommendation in Twitter." Procedia Computer Science 127 (2018): 7-15.

[7] Yamada, Ikuya, Hideaki Takeda, and Yoshiyasu Takefuji. "Enhancing named entity recognition in twitter messages using entity linking." Proceedings of the Workshop on Noisy User-generated Text. 2015.

[8] Lee, Sanghoon, and Seung-Jin Moon. "HBase-based Automatic Summary System using Twitter Trending Topics." Journal of Internet Computing and Services 15.5 (2014): 63-72.

Twitter Verileri ile Duygu Analizi: Bir E-ticaret Firması Hakkında Atılan Tweetlerin Analizi ve Model Karşılaştırması

Aylin AKDEMİR1, Begüm EROL2

[1]Sakarya *University, Computer Science, Sakarya, TURKEY*

[2] Sakarya *University, Department of Management Information Systems, Sakarya, TURKEY*

Özet

Günümüzde insanlar duygu ve düşüncelerini paylaşmak, şikayetlerini dile getirmek hatta sorunlarına çözüm bulabilmek için sosyal medya araçlarını kullanmaktadır. Bunlar içinde en popüler uygulamalardan birisi olan Twitter, hashtag (#) ile bu düşünceleri belli konular altında toplamakta ve devasa miktarlarda işlenmeye hazır metin verileri oluşmaktadır. Oluşan bu büyük veri havuzundaki verilerin analiz edilip, çıktılarının yorumlanması ile ileride atılacak adımlara yönelik değerli bilgiler elde edilebilmekte, bu çıktılara göre stratejik kararlar alınabilmektedir. Bu da büyük veri ve bu verilerin analiz edilerek çıktılarının değerlendirilmesinin önemini ortaya koymaktadır. Bu çalışmada Twitter büyük veri kaynağı olarak alınmış ve bir e-ticaret şirketi hakkında atılan Türkçe tweetler ile duygu analizi gerçekleştirilmiştir. E-ticaret firması hakkında hashtagli (#) atılan tweetlerin olumlu mu olumsuz mu olduğu tespit edilmiştir. Zamana bağlı olarak da olumlu ve olumsuz yorumların değişimi gözlenmeye çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Veri Bilimi, Büyük Veri, Twitter, Duygu Analizi, Turkish BERT

Sentiment Analysis with Twitter Data: Analysis of Tweets About an E-commerce Company and Model Comparison

Abstract

Today, people use social media tools to share their feelings and thoughts, express their complaints and even find solutions to their problems. Twitter, one of the most popular applications among these, collects these thoughts under certain topics with its hashtag (#) and creates huge amounts of text data ready to be processed. By analyzing the data in this large data pool, interpreting the outputs, valuable information can be obtained regarding the steps to be taken in the future, and strategic decisions can be made according to these outputs. This reveals the importance of analyzing big data and evaluating the outputs of these data. In this study, Twitter was taken as a big data source and sentiment analysis was carried out with Turkish tweets about an e-commerce company. It has been determined whether the tweets sent with hashtags (#) about the e-commerce company are negative or positive. It has been tried to observe the change of positive and negative comments depending on the time.

Keywords: *Data Science, Big data, Twitter, Sentiment Analysis, Turkish BERT*

1 Giriş

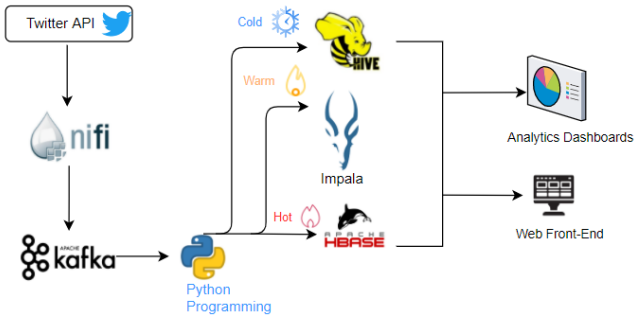
İnternetin yaygınlaşması ve cihaz kullanımının artması ile beraber çeşitli sosyal medya platformlarında paylaşılan gönderilerin sayıları da gün geçtikçe artmaktadır. Her yaş grubundan bireyler duygularını, belli bir konu hakkındaki düşüncelerini ve şikayetlerini bu platformlar üzerinden paylaşmakta, bu paylaşımlar büyük boyutlarda bir veri havuzu oluşturmaktadır. Bireyler duygu ve düşüncelerini bu platformlar üzerinden açıkça dile getirebildiklerinden, bu platformlar toplumun genel düşünce yargısının anlaşılabilmesi için önemli bir kaynağa dönüşmüştür. Bu durum hem araştırmacılar hem de bilgiyi kazanca dönüştürmek isteyen firmalar için bir potansiyel olarak ortaya çıkmış ve sosyal medya üzerinden gerçekleştirilen analizler artmıştır.

Çevrimiçi perakendecilerin ortaya çıkmasıyla da, müşteri geri bildirimi, sadık müşterileri korumak ve gelişmiş çevrimiçi alışveriş deneyimleri sağlamak için önemli bir bileşen haline geldi. Bu çalışmada bir e-ticaret firması hakkında insanların duygu durumlarının gözlemlenebilmesi için veri kaynağı olarak sosyal medya platformu olan Twitter tercih edilmiştir. Twitter, kullanıcıların sınırlı sayıda karakterlerden oluşan mesajlar göndermesine ve okumasına izin veren bir sosyal ağ sitesidir. Bu sınırlı karakter sayısı başlangıçta 140 karakter iken, Çince, Japonca ve Korece dışındaki diller hariç 7 Kasım 2017'de iki katına çıkarılmıştır. Gönderilen mesajlara tweet denir. Twitter'ın 2016 yılındaki bilgilerine göre aylık 300 milyon aktif kullanıcısı vardır [1]. Twitter, başta gençler olmak üzere her yaştan kesim tarafından kullanılan oldukça popüler bir sosyal medya platformu haline gelmiştir. Dünyanın en çok ziyaret edilen siteleri içinde 7. sırada yer alan Twitter'da, 2019 yılından itibaren günde ortalama 500 milyon tweet, saniyede 5.787 tweet atılmaktadır [2]. Hashtag (#) kullanarak belli bir konu hakkında atılan binlerce hatta milyonlarca tweet insanların o konu hakkındaki genel düşüncelerini ortaya koymaktadır. Atılan tweetler ile günden güne büyüyen bir veri havuzuna dönüşen Twitter, araştırmacılar, işletmeler ve firmalar için işlenmeyi bekleyen büyük bir kaynaktır.

Çalışmada farklı modeller kullanılarak Twitter verileri üzerinde Sentiment (Duygu) Analizi gerçekleştirilmiş ve model sonuçları karşılaştırılmıştır. Duygu analizi ile ilgili pek çok çalışma bulunmaktadır fakat Türkçe gibi dillerde yapılan çalışmalar oldukça azdır. Türkçe sondan eklemeli bir dil olduğu ve Türkçe için İngilizcede olduğu kadar farklı yöntemler bulunmadığından bazı modeller için yüksek performansta sonuçlar alınamamıştır. Çalışma Jupyter Hub üzerinde Python dili kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Twitter API ile e-ticaret firması hakkında atılmış olan tweetler çekilmiş, ön işleme adımları uygulanmış, ardından modeller tarafından negatif ve pozitif olarak sınıflandırılarak işaretlenmişlerdir. Analizde Naive Bayes, Support Vector Machine ve BERT (TURKISH- BERT) modelleri kullanılmıştır. Bildirinin ikinci bölümünde geliştirilen mimari ve sistemden, üçüncü bölümünde verilerin ön işleme sürecinden, dördüncü bölümde metinlerin sınıflandırılması ve model karşılaştırma sonuçlarından bahsedilmektedir.

2 Mimari ve metodoloji

Çalışmada Twitter API ile Ambari Nifi kullanılarak tweetlere gerçek zamanlı olarak erişim sağlanmıştır. Gelen tweetler, veri kaybı yaşamamak adına Kafka topiclerinde tutulur. Kafka topiclerinden okunan veriler kullanılarak Python programlama dili ile Jupyter Hub üzerinde duygu analizi gerçekleştirilir. Duygu analizi sonucunda oluşan çıktılar (negatif ve pozitif sonuçları da içeren veri) farklı veritabanlarında tablolarda depolanır. Veritabanlarında bulunan veriler ile analitik raporlamalar ya da web front-end (ön uç) çalışmalar yapılabilmektedir. Şekil 1'de duygu analizi için tasarlanmış olan mimari gösterilmektedir.



Şekil 1. Mimari

2.1 *Veri akışı*

Twitter verilerini çekebilmek için bir twitter API'ye ihtiyaç bulunmaktadır. Bu yüzden ilk önce Twitter' dan API talebinde bulunulması gerekmektedir. Twitter gönderilen talebi onaylarsa verilere erişim sağlanabilmesi için Key'ler gönderir. Çalışmada elde edilen Key'ler ile Nifi'da get twitter processor ile twitter verilerine ulaşılmıştır. Nifi, veri akışını sağlamak ve sistemler arasında bilgi transferi yapmak için tasarlanmıştır. Veri bir kaynaktan alınıp başka bir hedefe aktarılır. Hem yapısal hem de yapısal olmayan veri tipleri ile çalışabilir. Kaynaktan alınan veri yapısı ile hedeften alınan veri yapısının farklı olması durumunda Nifi bunu tolere edebilmektedir. Nifi, verilerin gerçek zamanlı olarak izlenmesini sağlamaktadır. Nifi içerisinde hazır bulunan işlemciler (processor) ile satırlarca kod yazmak yerine işlemcilerin konfigürasyon ayarları yapılarak veri akışı kolaylıkla sağlanmaktadır. Nifi'da tweet verilerine GetTwitter işlemcisi ile ulaşılıp, elde edilen tweetler bir kafka topic'ine aktarılır. Kafka, gerçek zamanlı veri akışını

sağlamak ve kopyalama (replica) şeklinde çalıştığı için veri kaybının önlenmesi için kullanılmıştır.
Çekilen tweetler bir Json yapısına sahiptir. Json yapısına bakıldığında dil (Türkçe seçim) ve yalnızca e-ticaret firması ile ilgili tweetlerin alınmasını sağlayacak bir filtre olmadığı görülmüştür. Bu yüzden ilk önce dilin filtrelenmesi, daha sonra e-ticaret firması ile ilgili tweetlerin filtrelenmesi için filtre kullanılmış ve tweetler bu şekilde PublishKafka processoru ile ilgili kafka topic'e basılmıştır. Bu aşamada Türkçe karakterlerin bozuk gelme sorunuyla karşılaşılmış ve bu sorun Python'da topic ve sunucu bilgisi verildikten sonra utf-8 ile decode işlemi gerçekleştirilerek çözülmüştür.
Kafka topiclerinde tutulan verileri okumak yani kafka consumer işlemini gerçekleştirmek için python kullanılmıştır. Consumer edilen tweetler üzerinden ön işleme adımları ve diğer işlemler gerçekleştirilmiştir.

3 Ön işleme

Twitter metin verileri, günlük konuşma dilinin hızlıca ifade edilmeye çalışılması, kısaltmalar ve hatalı kelime kullanımları gibi sebeplerden direkt olarak modele sokulabilecek ve anlamlı sonuçlar üretilebilecek şekilde gelmemektedir. Analize uygun hale getirilebilmesi için çeşitli ön işleme adımlarından geçirilmesi gerekmektedir. Bu sebeple veri ön işlemede kullanılmak üzere birçok yöntem araştırılmış ve başarılı sonuç alınabilen yöntemler çalışmaya uygulanmıştır. Veri ön işleme için kullanılan en yaygın kütüphanelerden bir tanesi NLTK (Natural Language Toolkit)'dir. NLTK, doğal dil verileriyle çalışmak için Python programlama dili ile geliştirilmiş, 50'nin üzerinde derleme ve sözcük kaynağı ile oluşturulmuş açık kaynaklı bir kütüphanedir [3]. NLTK kütüphanesi içinde ön işleme adımlarında kullanılabilecek farklı modüller bulunmaktadır. Bu modüller Şekil 2'de gösterilmektedir.

Şekil 2. NLTK modülleri

Tokenization (Dizgecikleme); cümleyi tokenlara ayırmak (kelime kelime bölmek) için kullanılan pakettir. Python'da kullanılan split() fonksiyonuna benzetilebilir. Fakat split() kullanılırken noktalama işaretleri kelime ile beraber ayrılmaktadır. Yani kelime ve noktalama işareti ayrı bir token olarak değil bir bütün olarak alınır. Tokenizationda ise noktalama işaretleri de tokenlaştırılmaktadır yani ayrı bir token olarak kabul edilirler. Bu işlem Türkçe 'de NLTK kütüphanesi kullanılarak başarılı bir şekilde gerçekleştirilebilmektedir.

Stop Words (Etkisiz kelimeler); bu kelimeler cümlenin genel anlam ve bütünlüğünü sağlamak için kullanılan fakat analiz yapılırken analize bir etkisi olmayan ve çıkartılmasının anlamlı sonuçlar almak açısından daha faydalı olacağı kelimeleri ifade etmektedir. Örnek vermek gerekirse; ama, bazı, ile, o, bu, şu, ve, gibi, fakat, ise vb. sözcükler Türkçe etkisiz kelimelerdir.

Stemming (Köke indirme); kelimelerdeki çoğullaştırma ekleri gibi ekleri atmamızı sağlamaktadır. Kelimenin kökünü değil "–ler", "–lar" gibi ekler çıkarıldıktan sonra kalan kelimeyi döndürür.

Part of Speech Tagging (Konuşma bölümü etiketleme); cümledeki kelimelerin türlerinin (isim, sıfat, zamir vb.) belirlenebilmesi için kullanılmaktadır.

Named Entity Recognition (Adlandırılmış varlık tanıma); kişi, yer, organizasyon gibi önceden tanımlanmış varlık bilgi çıkarımlarının gerçekleştirilebilmesi için kullanılmaktadır. Cümledeki varlıkların ve özel isimlerin belirlenip kullanılabilmesini sağlar.

Lemmatizing (Gövdeleme); cümle içindeki kelimelerin köklerini döndürmektedir. Kelimeler morfolojik olarak ele alınır ve kelimenin aldığı ekler çıkarılarak kök elde edilir.

NLTK kütüphanesi metin ön işleme için kapsamlı bir kütüphane olarak gözükse de İngilizce tabanlı olarak geliştirildiğinden ve çoğu modülü Türkçeyi desteklemediğinden dolayı Türkçe duygu analizinde kullanılması sağlıklı sonuçlar döndürmemektedir. Bu sebeple Türkçeyi destekleyen alternatif kütüphane ve çalışmalar araştırılmış, turkishnlp, trnlp, TurkishStemmer, zemberek-nlp kütüphanelerinin doğal dil işleme konusunda türkçe için geliştirilmiş başarılı kütüphaneler olduğu görülmüştür. Ayrıca named entity recognition (adlandırılmış varlık tanıma) için

Turkish Bert Modelinin de etkili sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir. Turkishnlp kütüphanesi [5]; dil tespiti, boşluksuz yazı düzeltimi, yazım yanlışı düzeltme, türkçe köken kontrolü ve kelimeleri hecelere ayırma işlemlerinin python üzerinden gerçekleştirilmesini sağlayan açık kaynak kodlu bir kütüphanedir. Trnlp kütüphanesi [6]; kelimelerin tokenlara ayrılması, kelime kökü bulunması, yanlış veya ascii karakter kullanılarak yazılmış kelimelerin düzeltilmesi gibi işlemlerin yapılabilmesine olanak sağlayan python için geliştirilmiş açık kaynak kodlu bir doğal dil işleme kütüphanesidir. TurkishStemmer [7]; cümledeki Türkçe kelimelerin köklerini geri döndüren python için geliştirilmiş açık kaynak kodlu bir kütüphanedir. Zemberek-NLP [8]; tokenlara ayırma, yazım yanlışı düzeltme, kelime kökü bulma vb. işlemlerin gerçekleştirilmesine olanak sağlayan Ahmet Afşin Akın ve Mehmet Dündar Akın tarafından geliştirilmiş, Java tabanlı açık kaynak kodlu bir kütüphanedir. Türkçe doğal dil işleme konusunda oldukça başarılıdır ve birçok akademik çalışmada kullanıldığı gözlemlenmiştir. Python için kullanımı da mevcuttur.

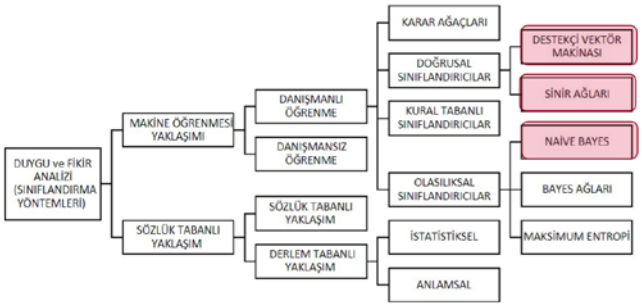
Çalışmanın ön işleme kısmında, Zemberek NLP yazım yanlışı düzeltme, turkishnlp dil tespiti, trnlp kelimeleri tokenlara ayırma aşamalarında kullanılmıştır. İhtiyaç duyulması durumunda kütüphanelerin diğer modüllerinin kullanılması düşünülmektedir.

Çalışmadaki ön işleme adımları aşağıda belirtilmiştir;

1. Rt, #, @ , http ile başlamayan kelimelerin cümleden filtrelenmesi.
2. Dil tespitinin gerçekleştirilmesi, sonucu True dönen tweetlerin filtrelenmesi.
3. Yazım yanlışı düzeltme, kelimeler arası boşluk kontrolü gibi ön işleme yöntemlerinin verinin analize hazır hale getirilmesi için kullanılması.
4. Sınıflandırmaya olumsuz etki eden kelimeler cümleden temizlenmiş veya yerine skoru tarafsız etki yapan başka bir kelime konulmuştur.

4 Sınıflandırma

Ön işleme adımı gerçekleştirildikten sonra tweetlerin sentimentlerini (duygularını) negatif veya pozitif olarak sınıflandıracak modelin belirlenmesi gerekmektedir. Duygu analizinde kullanılan yöntemler, genel olarak sınıflandırma algoritmalarına dayalı yaklaşımlardır. Duygu analizinde kullanılan sınıflandırma yöntemleri makine öğrenmesine dayalı, sözlüğe dayalı ve hibrit yaklaşım olarak üçe ayrılır [9]. Duygu analizinde kullanılan sınıflandırma yöntemleri ve popüler algoritmalar Şekil 3'te gösterilmektedir [10].



Şekil 3. Duygu analizinde kullanılan sınıflandırma algoritmaları [10]

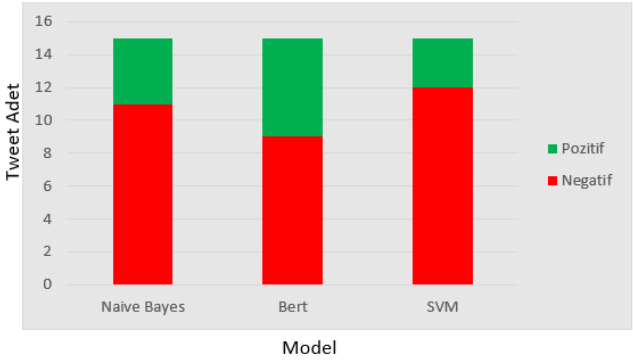
Duygu analizi için çoğunlukla makine öğrenmesi algoritmaları kullanılmaktadır. Bu yöntemde ilk önce metinler için nitelik kümeleri oluşturulur ve sınıflandırıcılar bu metinlerle eğitilir. Eğitim aşamasında ne kadar çok metin varsa sınıflandırıcı algoritma o kadar iyi eğitilir ve elde edilen sonuçlar da aynı oranda başarılı olur. Yapılan literatür araştırmaları ve incelenen çalışmalar sonucunda Naive Bayes, Support Vector Machine ve Sinir ağı tabanlı Turkish Bert modellerinin denenmesi, sonuçlarının karşılaştırılarak en güçlü modelin belirlenmesi amaçlanmıştır. Naive Bayes sınıflandırma algoritması, saf bayes olasılık kuralına dayanır. Eldeki verilere göre hipotezlerin doğru olma olasılığına göre hareket eder. Gelen verilere göre maksimum olasılığa sahip hipotez seçilir. Niteliklerin hepsi aynı derecede önemli ve birbirinden bağımsızdır. Naive Bayes sınıflandırıcı algoritması metin dokümanlarını sınıflandırmak için kullanılan en başarılı algoritmalardan biridir. Uygulanabilirliği kolay bir algoritma olup performans ve zaman bakımından da başarılıdır. Naive Bayes'e göre kelimeler sınıftan bağımsızdır [11]. Support Vector Machine istatistiksel öğrenme teorisine dayalı bir kontrollü sınıflandırma algoritmasıdır. SVM'nin sahip olduğu matematiksel algoritmalar başlangıçta iki sınıflı doğrusal verilerin sınıflandırılması problemi için tasarlanmış, daha sonra çok sınıflı ve doğrusal olmayan verilerin sınıflandırılması için genelleştirilmiştir. SVM'nin çalışma prensibi iki sınıfı birbirinden ayırabilen en uygun karar fonksiyonun tahmin edilmesi, başka bir

ifadeyle iki sınıfı birbirinden en uygun şekilde ayırabilen hiper düzlemin tanımlanması esasına dayanmaktadır [12]. BERT (Bidirectional Encoder Representations from Transformers), Google tarafından 2018 yılında duyurulmuştur. Yapay zeka ve makine öğrenmesi teknolojilerini bir arada kullanan BERT, cümleleri hem sağdan sola hem de soldan sağa değerlendirdiğinden kelimelerin birbirleriyle olan ilişkilerini daha güzel bir şekilde anlamaktadır. BookCorpus ve Wikipedia gibi büyük veri kaynakları kullanılarak eğitilen BERT, sınıflandırma, soru-cevap gibi çeşitli çalışmalar için kullanılabilmektedir. BERT kavramsal olarak basit ve deneysel olarak güçlüdür [13]. BERT'in geliştirilmesi doğal dil işleme sürecinde bir sıçrayış olarak kabul edilmektedir. Turkish BERT; Türkçe için hazır olarak eğitilmiş ve fine-tuning tekniği ile kolaylıkla kullanabileceğimiz bir modeldir [14]. Turkish BERT modeli gibi eğitilmiş modellere 'Hugging Face' [15] üzerinden erişebiliriz.

Çalışmada Naive Bayes, Support Vector Machine ve Turkish BERT modelleri, temizlenmiş ve analize hazır tweetler içinden random olarak seçilmiş 15 test verisine (bk. Tablo 1) uygulanmıştır. Naive Bayes ve Support Vector Machine algoritmaları, SentiTürk tarafından paylaşılan, içinde duygu skorları da olan bir sözlük üzerinden eğitilmiş ve ardından test verisindeki tweetleri pozitif ve negatif olarak tahmin edebilmeleri için çalıştırılmıştır. Turkish BERT için önceden eğitilmiş model fine-tuning edilerek kullanılmıştır. Şekil 4'te de görüldüğü üzere seçilmiş olan tweetler üzerinde en başarılı olan Turkish BERT olmuştur. Turkish BERT'in kinayeli cümleleri sınıflandırma konusunda da oldukça başarılı olduğu gözlemlenmiştir. Çalışmaya Turkish Bert üzerinden devam edilmiş ve algoritmanın metin içinde bulunan kelime ve emojilere göre nasıl bir sınıflandırma yaptığı anlaşılmaya çalışılmıştır. Tweetler içinde yer alan emojilerin metinlerin sınıflandırılmasına etki ettiği ve olumsuz kinayeli bir cümle olup kalp, gülen yüz gibi emojiler ile biten cümlelerin pozitif olarak sınıflandırıldığı gözlemlenmiştir. Kinayeli cümlelerin daha iyi anlaşılabilmesi ve doğruluğun artırılması için metinlerin emoji ile kullanılmasına karar verilmiştir. Elde edilen çıktılar yapılan değişikliklerin sınıflandırma performansını arttırdığını göstermiştir.

Tablo 1. Seçilen tweetler ve model tahminleri

Tweet	**Naïve Bayes**	**T. Bert**	**SVM**
1 sene önce imzaladığımız sözleşmenin bir örneğini vergi dairesi istemesine rağmen bir aydır yollamiyorsunuz. Defalarca destek kaydı açtım, hep aynı cevap ? #bir e-ticaret	Pos	Neg	Pos
Bari bi zile basma zahmetinde bulunun ya kapıya bırakıp gidiyosunuz. Bu gizli saklı haller niye?😒	Neg	Neg	Neg
Örnek almanız gereken bi #bir e-ticaret var ve siz sıfırın altısınız	Neg	Neg	Neg
#bir e-ticaret bebeğim hadi favorimdeki tüm ürünleri %50 indirim yap heycanlanayim . Hayatıma renk kat #8Mart	Neg	Pos	Neg
Bir #ciceksepeti bir #bir e-ticaret reklamı valla baydı diziden çok reklam izledik😐	Pos	Neg	Neg
#bir e-ticaret yemek yemek istemeyenlerin adresi. Siparişinizin iptali bile diğer yemek servislerinden daha yavaş	Neg	Neg	Neg
İzin verde youtube da video izleyelim her videoda bıktık senden #bir e-ticaret #bir e-ticaretpismanlıktır	Neg	Neg	Neg
O kadar uzun zamandır #bir e-ticaret dan alışveriş yapmadım ki. Bi bakayım dedim "bebek çantası " indirimdeymiş alasım geldi. Not; sadece sevgilim var. Evli değilim, nişanlı değilim, çocuuum yok. Ahh trendiiiiii, kanmam oyunlarınaaa	Neg	Pos	Neg
İşini iyi yapan insanları seviyorum Oğuzhan beye teşekkür ederim gerçekten yardımcı olmak isteyen insanlar oluyor bu paylaşımı kendisi hakk etti	Pos	Pos	Pos
#bir e-ticaret güvenilir alışveriş diye sizi tercih ediyoruz ama bin pişman ediyorsunuz.. Sizin sitenizden bir telefon aldık pardon iki telefon aldık bin pişmanız.. Birisinin bataryası şişmiş ki telefon sıfır değil kullanılmış diğerinin ise IMAIL numarası yok... Kaç gündür uğraşıyoruz	Pos	Neg	Neg
Ürün yorumlarına fotoğraf ekleyebilsek çok güssel olmaz mı bence bi düşünün tişikkirlir. #bir e-ticaret	Neg	Pos	Neg
Hepsiburada nasıl bu hizmet anlayisiniz var kardeşim yapamıyorsanız yapana bırakın çevre kirliliği http://yapmayın.ne hizmetiniz var ne de musteri hizmetiniz.yasasin #bir e-ticaret	Neg	Neg	Neg
Çok kötü hizmet veren bir firmasınız. Yemek departmanı açıyorsunuz. Verdiğimiz sipariş 1 saat sonra kendiliğinden iptal ediliyor. Bu kötü firmadan alışveriş yapmayın.. #bir e-ticaret	Neg	Neg	Neg
Doğum günümü kutlayan twitter'a, facebook'a, yapı krediye, bir e-ticareta teşekkür ediyorum.	Neg	Pos	Pos
Bir e-ticaret yorum kısmına foto ekleme gelmiş hadiii canlarım fotolu yorumlar bekliyorum	Neg	Pos	Neg
Neg	**11**	**9**	**12**
Pos	**4**	**6**	**3**



Şekil 4. Model karşılaştırma sonuçları

5 Veri tabanı yönetimi ve raporlama

Uygun yöntem ve algoritma ile Twitter verisi işlenmiş, negatif ve pozitif olarak sınıflandırılmıştır. Yapılan çalışmanın mimarisi ve geliştirilen kodlar başka konularda da veri çekip analiz etmeyi mümkün kılmaktadır. Firma hakkındaki yorumlar, ürün yorumları ya da gündemde olan herhangi bir popüler konu ile ilgili analiz gerçekleştirilebilir. Bu sebeple elde edilen verilerin daha sonradan raporlanabilmesi için bir veri tabanına aktarılması gerekmektedir. Raporlama için her zaman sıcak (hot) bir veriye ihtiyaç duyulmadığı fark edilmiştir. Bu yüzden veri tabanı seçiminde Şekil 5' te gösterilen veri sıcaklık (Data Temperature) tablosundan yararlanılmıştır.

	Hot	Warm	Cold
Volume	MB-GB	GB-TB	PB-EB
Latency	us,ms	ms-sec	min-hrs
Durability	Low-High	High	Very High
Request Rate	Very High	High	Low
Cost / GB	$$-$	$-cc	c

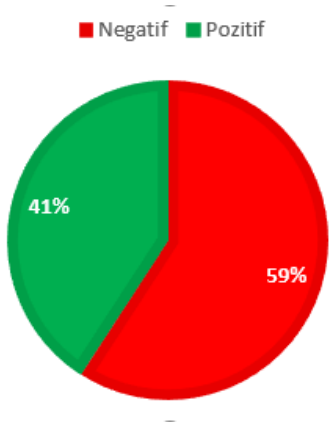
Şekil 5. Veri sıcaklık tablosu

Çalışmada, sıcak (hot) veri erişim isteği olursa "Hbase", ılık (warm) veriler için "Impala", soğuk (cold) veriler için de "Hive" kullanılmasına karar verilmiştir. Veri tabanından verileri raporlamaya aktarmak için ODBC/ JDBC driver kullanılmaktadır.

Çalışma sonucunda elde edilen zaman serisi formatındaki rapor Şekil 6'da gösterilmektedir. Bu rapor ile tarihsel olarak negatif ve pozitif yorumların değişimini izleyebilir ve negatif olan yorumlar için hızlı aksiyon alarak müşteri kaybının önüne geçilebilir.

Şekil 6. Zaman serisi raporlama örneği

Çalışma sonucunda elde edilen tweetlerin duyarlılık açısından dağılımı Şekil 7'de gösterilmektedir. Bir firma için yapılan yorumların ne kadar negatif ya da ne kadar pozitif olduğunu canlı olarak görebilir ve buna göre genel müşteri memnuniyeti takip edilebilir.



Şekil 7. Tweetlerin duyarlılık açısından dağılımı

Çalışma sonucunda elde edilen duygu puanlarına göre ilk beş negatif tweetin raporlaması Şekil 8'de gösterilmektedir. Bu raporlama firmalara, hangi konularda negatif duygu puanlarının olduğunu göstermektedir. Yüksek negatif puana sahip yorumlar için müşteri bazlı iletişime geçilip sorunun çözülmesi için hızlı aksiyon alarak müşteri kaybı azaltılabilir.

Top 5 Negatif Sentiment
Bir #ciceksepeti bir #trendyol reklamı valla baydı diziden çok reklam izledik😒
#trendyol yemek yemek istemeyenlerin adresi. Siparişinizin iptali bile diğer yemek servislerinden daha yavaş
Çok kötü hizmet veren bir firmasınız. Yemek departmanı açıyorsunuz. Verdiğimiz sipariş 1 saat sonra kendiliğinden iptal ediliyor. Bu kötü firmadan alışveriş yapmayın.. #trendyol
#trendyol güvenilir alışveriş diye sizi tercih ediyoruz ama bin pişman ediyorsunuz.. Sizin sitenizden bir telefon aldık pardon iki telefon aldık bin pişmanız.. Birisinin bataryası şişmiş ki telefon sıfır değil kullanılmış diğerinin ise IMAIL numarası yok... Kaç gündür uğraşıyoruz
Bari bi zile basma zahmetinde bulunun ya kapıya bırakıp gidiyosunuz. Bu gizli saklı haller niye?😒

Şekil 8. Duygu puanlarına göre ilk beş negatif tweet

6 Sonuçlar

Bu çalışmada Twitter üzerinden bir e-ticaret etiketi ile toplanan Türkçe tweetler üzerinde duygu analizi çalışması yapılmıştır. Duygu analiz yöntemi olarak cümle seviyesi kullanılmıştır. Ayrıca duygu kütüphanesi geliştirilmiştir. Duygu kütüphanesine duygu yönelim gruplamaları ve duygu yoğunluğu parametreleri eklenmiştir. Böylelikle, cümle seviyesinde yapılan analiz çalışmalarında oluşan anlam kayıplarından çıkan hatalar en aza indirilmiştir. Ek olarak, emojilerin duygu etkileri başta dikkate alınmasa da sınıflandırılmaya etkisi olduğu gözlemlenmiş ve çalışmaya yeniden katılmıştır. Türkçe paylaşımlarda yaşanan sorunları çözmek adına Zemberek NPL ile yazım yanlışı düzeltme işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu sayede Twitter kullanıcılarının eksik ya da yanlış yazdıkları Türkçe cümlelerin düzeltilerek duygu sınıflandırılmasının doğruluk oranında artış sağlanmıştır. Bu çalışmada iki deney yapılmıştır. Birinci deneyde, e-ticaret firması ile ilgili insanların atmış oldukları tweetler ile negatif ya da pozitif tüm yorumların analizi yapılmıştır. Bu sayede e-ticaret firması ile ilgili yorumların tarihsel olarak duygu değişimi sonuçları çıkartılmıştır. İkinci deneyde ise, Türkçe tweetler üzerinden analizin hangi model ile daha başarılı olacağının testi yapılmıştır. Çalışmada üç farklı algoritma denenmiş ve sonuçları karşılaştırılmıştır. Turkish BERT modelinin en yüksek performansı gösterdiği ve kinayeli cümleleri dahi anlayıp buna göre bir sonuç döndürdüğü gözlemlenmiştir. Yapılan çalışma sonuçları ile Power BI raporlama aracı kullanılarak analitik görseller çıkarılmıştır. Bu çıktılar canlı olarak firmalara iç görüler (insight) sağlayabilir. Canlı iç görüler ile müşteri kaybı azaltılabilir ve firma müşteri görüşündeki değişiklikleri tespit edebilir. Aynı zamanda müşteri memnuniyetini pozitif ve negatif yorumlar sayesinde izleyebilir ve buna göre de ek satış fırsatları yaratabilir. Bu tasarım ve modellemeler ile bireylerin bir konu hakkındaki görüş ve düşünceleri veya firmalar hakkındaki düşünceleri öğrenilebilir. Bu durum müşterilerin görüş ve düşüncelerinin öğrenilip hızlı bir şekilde reaksiyon alınabilmesine imkan sağlayabilmektedir. Alınan raporlara göre hoşnutsuz olunan noktalar belirlenebilir ve o noktalara yönelik iyileştirme çalışmaları gerçekleştirilebilir.

Kaynaklar

[1] Anastasia, S. and Budi, I. "Twitter sentiment analysis of online transportation service provider", Proceedings of the International Conference on Advanced Computer Science and Information Systems (ICACSIS), 359 – 365, (2016).Haupt RL, Haupt SE. Practical Genetic Algorithms. 2nd ed. New York, USA, Wiley, 2004.

[2] https://pazarlamaturkiye.com/sosyal-medya-kullanim-istatistikleri/

[3] Loper, E., & Bird, S. (2002). NLTK: the natural language toolkit. arXiv preprint cs/0205028.

[4] https://github.com/ahmetax/trstop/blob/master/dosyalar/turkce-stop-words

[5] https://github.com/MeteHanC/turkishnlp

[6] https://github.com/brolin59/trnlp

[7] https://github.com/otuncelli/turkish-stemmer-python

[8] https://github.com/ahmetaa/zemberek-nlp

[9] Medhat, W., Hassan, A., and Korashy, H., "Sentiment analysis algorithms and applications: A survey", Ain Shams Engineering Journal, 5(4), 1093-1113, (2014)..

[10] Fatih G, "Duygu Ve Fikir Analizinde Kullanılan Doğal Dil İşleme Yöntemleri Ve Yordamları" , 1st International Turkish World Engineering and Science Congress in Antalya, December 7-10, 2017, Turkey

[11] GÜRCAN, Fatih. Web içerik madenciliği ve konu sınıflandırılması. 2009. PhD Thesis. Karadeniz Teknik Üniversitesi.

[12] KAVZOĞLU, Taşkın; ÇÖLKESEN, İsmail. Destek vektör makineleri ile uydu görüntülerinin sınıflandırılmasında kernel fonksiyonlarının etkilerinin incelenmesi. Harita Dergisi, 2010, 144.7: 73-82.

[13] Devlin, J., Chang, M. W., Lee, K., & Toutanova, K. (2018). Bert: Pre-training of deep bidirectional transformers for language understanding. arXiv preprint arXiv:1810.04805.

[14] https://github.com/savasy/Turkish-Bert-NLP-Pipeline

[15] https://huggingface.co/

Forecasting of Labor Requirement for Faulty Parts of the Vehicles Visiting the Service Stations

Mervenur GÜLEL[1*], Mustafa HEKİMOĞLU[1], Ahmet YÜCEKAYA[1], Habib GÜLTEKİN[2], Nilay AY[2]

[1]*Kadir Has University, Faculty of Engineering and Fundamental Sciences, Industrial Engineering, İstanbul, TURKEY*
[2]*Doğuş Teknoloji, Machine Learning and Artificial Intelligence, İstanbul, TURKEY*

Abstract

The information of the faulty parts and their necessary labor that visit a service station is critical for better planning of the operation and smooth scheduling of the repair services. In this study, the main objective is to forecast vehicle breakdowns' solutions with more detailed and larger data at the dealer/service level, rather than the prediction of single-vehicle systems. Thus, the appropriate solution method will be presented as output as a result of this model, which is created with the data of the breakdowns received by the vehicle that has previously entered the system (service) and the solution methods applied. While the studies on the subjects such as predictions and solution methods are carried out with only one machine/system, it can be regarded as the innovative aspect of the study to carry out a more comprehensive study on different faults for different circumstances, considering many vehicles coming to the service instead of a single machine/vehicle. Thus, it is aimed to design a system involving the prediction of the appropriate solution by using machine learning algorithms, instead of the classical perspective in studies such as preventive/predictive maintenance work done so far [1-6]. With the system to be designed, breakdowns detection and their decisions will be more focused on the appropriate solution. In this study, we choose XGBoost and LightGBM methods for the prediction of necessary labor according to the fault information dataset. Then, we compare the accuracy scores.

Keywords: *Labor Prediction, Machine Learning, Service Station*

1 Introduction

Today, high productivity, efficient and effective use of resources are among the most important factors in a competitive structure. Therefore, improvement and development activities should be carried out in processes that can be automated and predicted where sufficient data is available. For this reason, different projects are carried out for activities such as maintenance, breakdown, and service operations that have a large share in cost items, where errors due to human factors can be made frequently, and require a lot of time and effort. Although there are some studies in this field, they have generally been presented with a more limited perspective and using a single machine/vehicle. But the methods for studies are not generally focused on the vehicles visiting the services. However, considering the process or system, there is not only one vehicle or machine for that system in general. If the scope of the problem is considered in terms of vehicle service, the objective is to develop the appropriate solution by predicting the different faults of different types of vehicles instead of a single application of the vehicles that come to that service.

2 Literature review

There are many studies focusing on predicting the faulty parts and solutions of the vehicles. However, only the subsets of the studies use the machine learning approaches and these works generally concentrate on single machine systems.

In a study, a factory with different production lines and depending on the production capacity was preferred. In this factory, it is aimed to increase efficiency by minimizing downtime and unplanned breakdowns. With an artificial neural network model established for this purpose, it was aimed to predict when a machine will get an error and the periods between breakdowns. Thus, it is aimed to increase the net working time [1]. In another study performed by Gökçe et all [2] study was carried out for predictive maintenance with a big data approach in a

company that has a production line for another industry. Thus, it is aimed to plan and optimize maintenance based on predictions with machine learning algorithms using real-time data. The main motivation here is to ensure the continuity of the factory, and it is aimed to balance issues such as cost and processing accuracy according to historical data. In a different study on data mining, it was aimed to predict machine downtime with real data sets with the help of different data mining methods for cold forging machines in the company [3]. In IoT application study, they focused on the problem of fault diagnosis and prediction. All this information comes from IoT data. Furthermore, by collecting data from devices, faults can be detected. With detecting some faults for certain devices also make it possible to predict faults of other related devices based on the relationship. Thus, appropriate actions can be suggested [4]. Other approaches are also related to IoT and Industry 4.0. Performed by Li, Lee et all, they searched the innovative way of predictive maintenance related to modern techniques. Because they released that there is a big potential for studies of prediction. And they focused on development, problems, and opportunities of prediction and to be preventive [5], [6].

At the end of these researches, we can say that this study will be different developed, and related to the real-life problem. Some studies use different methods but we will choose the actuals like machine learning for prediction. Also, we will have a wider viewpoint about problem description and focus on the system, not only one machine or vehicle. Also model will be for all cities which have car service networking. So, it is closer to real life scenario. Thus, we can predict the vehicle's fault and their solutions (like the prediction of necessary labor) in a real car service system.

3 Problem description

With the associated data in the vehicle breakdown and labor sales report, it is aimed to estimate the labor to be assigned for the solution. The data includes vehicle information, worker and labor requirements, breakdown records, work orders are available and will be used. In this context, the data to be taken by diagnosis will be matched with the associated brand.

Considering the system in general, it consists of the activities planned and performed based on the experience of the staff in the team according to the vehicles coming to the service, the requests received from the customer, and the complaints. These activities are planned under the name of work orders, and after the detection of faults in the vehicles, maintenance/repair works are planned. In this process, the necessary records are kept by using the data obtained from the diagnosis device, and assignments are made for the labor orders. After the vehicle has entered the system, the historical fault records are used for the diagnosis device and the solutions are applied according to the result after the control (such as applied labor & replaced part). In this paper, a machine learning model is proposed that effectively determines the solution to different conditions using fault records of vehicles with different brands. The proposed solution will allow finding the appropriate solution for the repairs once the vehicle logs are used using the past data.

3.1 General frame of problem datasets

In a real system, there are different datasets. First, one is directly related to the car and its information. We called it diagnosis data. Because we use diagnostic tools for getting some detailed information. Another one is related to the car service system. There is so much information about the car and the solution (like labor).

3.1.1 Diagnostic tool/device

The systems used in vehicles are created with electronic circuit systems. The stable operation and control of the system become even easier. Diagnostic tools or Fault detection devices are equipment that helps us quickly see and detection of faults in the vehicle. The cutting-edge technology used in today's cars makes it impossible to find faults manually. Automotive engineers use diagnostic devices to facilitate troubleshooting. As all technical data and faults are recorded on microcomputers with reduced cables and interconnections used in vehicles, faults have become easier to detect [7].

Therefore, the usage of diagnostic tools is a common method for car service systems. After diagnosis, we can get some detailed information about the car and answers to questions like: Is there any fault in the system? If yes, in which main unit/part did the fault occur? When was the error logged by the system?

According to all these, we can say that if any fault has occurred in the system, detailed information such as date, mileage, frequency number of faults, and faulty location can be accessed.

3.1.2 Labor report

After the solution of the fault in the car, there is another detailed report kept in the car service systems. This report is Labor Report and it includes so much detailed information such as the brand information of the vehicle, even the detailed model

and feature information of the brand, the labor applied to the car, date, etc.

4 Methodology

First of all, we decided to analyzing and preprocessing our datasets. Then, our aim was using with some Feature Engineering methods and especially Feature Selection algorithm for reaching the best attributes for the final dataset. After evaluating the final dataset for prediction, we chose two different machine learning algorithms. They are XGBoost and LightGBM. In the implementation, we created different scenarios to get closer to real life and compared all of them.

4.1 Feature selection

The purpose of feature selection is to select and model optimal features from the data that increase the information we receive from the data. There are two points for us:

- Selecting attributes that provide information about the question we are asking
- Choosing attributes that provide information from different views about the question we are asking. Because if our attributes give the same information, we cannot learn enough about other fields [8].

4.2 Machine learning algorithms

According to all initial steps we evaluated the final dataset and checked all dataset for the prediction algorithm. Then, we decided on our variables. We wanted to predict the necessary labor information using the detailed car model information, fault information, and faulty unit. We searched different machine learning algorithms and finally tried the XGBoost and LightGBM.

4.2.1 XGBoost

XGBoost is a distributed gradient boosting toolkit that is optimized for efficiency and also flexibility. The Gradient Boosting framework is used to develop machine learning algorithms. XGBoost is a parallel tree boosting algorithm that solves a variety of data science issues quickly and accurately [9]. Therefore our reasons to prefer XGBoost: It prevents overfitting by combining gradient boosting, bagging-bootstrap aggregation, and feature randomness, and provides bias-variance trade-off [10].

4.2.2 LightGBM

LightGBM uses histogram based algorithms to work better. Sorts the histogram for categorical variables according to their accumulated values. Selects the best split in the sorted histogram. This speeds up training and reduces memory usage. It focuses on the accuracy of results.

While its use is recommended for data containing many rows by those with various experiences, its use is not recommended for very small datasets.

Generally, its distinguishing features from others:

- Provides faster and higher efficiency.
- It performs better with less memory usage.
- It focuses on better accuracy.
- It can handle big data.
- Supports parallel and GPU learning [11].

6 Implementation

After analyzing the datasets we have, first we merged the two datasets (Diagnostic device dataset and Labor report dataset). Then we did some steps for choosing the best attributes for prediction with Feature Selection method. In this way, we evaluate the final dataset for prediction. The attributes for prediction are related to the car model and detail definition, control unit which is related to the fault, fault number, and labor information for faults. So, the dataset is ready for the prediction and to be input after some process for the machine learning algorithms.

In the prediction step, we used the Classifier model for XGBoost and LightGBM (additionally before prediction we encoded our dataset with Label Encoder). Thereafter, we split our data to train and test the dataset with the percentage of 80 and 20, respectively. Then, we created the XGBoost and LightGBM Classifier model. Before getting results we did some tuning steps for a better model and optimization of parameters. On the other hand, we created different scenarios for prediction. Finally, we compared our prediction results with the Accuracy Score metric. The results are shown in Table 1.

Table 1. Comparison of scenarios

Scenarios	**Accuracy Score (%)**	
	XGBoost	**LightGBM**
Scenario - 1	34.55	27.78
Scenario – 2	43.51	35.5
Scenario – 3	74.72	64.35
Scenario - 4	**80.28**	78.88

According to Table 1, in Scenario-1 we used dataset with no elimination and filter. In other scenarios, specific and unpredictable labors are eliminated. Because sometimes maybe we have special labors or cause of the time interval we don't have enough data and information for prediction. Therefore, we did

some assumptions for number of labors like if we have smaller than 5 labor counts, then eliminate it. For each scenario our criteria number for labor counts are changeable and relatively for scenarios are 1, 5, 7. We decided these criteria according to the statistical distribution.

7 Conclusion

It has been observed that breakdown and maintenance work projects remain in a narrow perspective, where costs are high and improvements are almost necessary in terms of efficiency. Therefore, it is aimed to develop such an important and open-for-improvement issue with methods such as machine learning and to spread it over a wider area of use, and to apply it to a real system with an innovative perspective. Thus, a more efficient and automated system design is planned, with reduced costs, by reducing human labor errors and the time spent in the decision phase. With efficient and effective use of resources, systems with high customer satisfaction, experience and prestige, and low loss and cost can be developed. Considering the previous studies, it is aimed to create a more general system instead of a single process-or machine and apply the same methodology to vehicle service. Thus, an appropriate solution method for the breakdowns can be offered by predicting the breakdown records for different vehicles. Moreover, it is aimed to offer enabling the optimal decision support and creating a corporate memory in the shortest time frame.

In this study, we have different scenarios for getting closer to real life. And we found the best results in Scenario-4 with XGBoost in Python. According to all these, we can say that if we have fault code, faulty unit and car model, we can predict the necessary labor with 80.28% accuracy score.

We found a gap in the literature that is related to our study. And we tried some methods and improvements. Our study can be initial paper in this view. But we know that there are so many points for improvement. Also, almost all of them are our aim for nowadays. For example, we will continue with not only labor information but also faulty parts in prediction. On the other hand, we have date information. According to date we can do some analysis and prediction with time window. Additionally, we have other detailed information like mileage. It can be different view for attributes and prediction.

References

[1] Aydemir, S., & Sipahioğlu, A. (2019). Makine Arıza Zamanlarının Tahminlenmesi İçin Bir Yapay Sinirsel Ağ Modeli.

[2] Gürsoy, M. Ü., Çolak, U. C., Gökçe, M. H., Akkulak, C., & Ötleş, S. (2019). Endüstri İçin Kestirimci Bakım. International Journal of 3D Printing Technologies and Digital Industry, 56-66.

[3] Türkoğlu, B., Komesli, M., & Ünlütürk, M. S. (2018). Veri Madenciliği Üzerine Endüstriyel Bir Durum Çalışması. 5th International Management Information Systems Conference, (pp. 107-110). Ankara.

[4] Wang, C., Vo, H. T., & Ni, P. (2015). An IoT Application for Fault Diagnosis and Prediction. IEEE International Conference on Data Science and Data Intensive Systems, (pp. 726-731).

[5] Lee, J., Kao, H.-A., & Yang, S. (2014). Service Innovation and Smart Analytics for Industry 4.0 and Big Data. Product Services Systems and Value Creation. Proceedings of the 6th CIRP Conference on Industrial Product-Service Systems, (pp. 3-8).

[6] Li, Z., Wang, K., & He, Y. (2016). Industry 4.0 – Potentials for Predictive Maintenance. International Workshop of Advanced Manufacturing and Automation, (pp. 42-46).

[7] About Motor Parts: Cars Technic. Cars Technic: https://carstechnic.com/motorparcalari/arac-ariza-tespit-cihazi-obd-nedir/

[8] Aydemir, A. E. (2016, January 27). Öznitelik Dönüştürme, Seçme ve Oluşturma. Datanoord: https://datanoord.wordpress.com/2016/01/27/oznitelik-donusturme-secme-ve-olusturma-2/

[9] XGBoost Documentation. XGBoost: https://xgboost.readthedocs.io

[10] Noyan, M. (2020, March 24). XGBoost Dosyaları. Medium: https://medium.com/deep-learning-turkiye/xgboost-dosyalar%C4%B1-25d31fda6900

[11] Kurt, K. (2020, March 18). Matematiği ve Python Uygulamasıyla LightGBM. Medium: https://medium.com/kaveai/matemati%C4%9Fi-ve-python-uygulamas%C4%B1yla-lightgbm-hafif-gradyan-art%C4%B1rma-makinesi

Veri Analizi ve Optimizasyon Yöntemleri Kullanılarak Tam Zamanında Ağ Tasarım Model Önerisi ve Çözüm Yöntemi

Beren GÜRSOY[1]*, Selin SONER KARA[2]

[1]*Karadeniz Technical University, Faculty of Engineering, Department of Industrial Engineering, Trabzon, TÜRKİYE*
[2] *Yıldız Technical University, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Industrial Engineering, İstanbul, TÜRKİYE*

Özet

Günümüzde işletmelerin tedarik zinciri ağını verimli ve hızlı cevap verebilir şekilde tasarlamaları rekabet avantajı sağlamaları açısından oldukça önemlidir. Tedarik zinciri ağında bu özellikleri sağlayabilmek içinse birçok strateji kullanılmaktadır. Bu stratejilerden birisi de yalın üretim sisteminin bir parçası olan "Tam Zamanında (Just-in-Time)" yaklaşımıdır. Çoğunlukla üretim faaliyetlerinde kullanılan Tam Zamanında yaklaşımı, tedarik zincirinde "Tam Zamanında Teslimat" olarak benimsenmektedir. Tam Zamanında Teslimatta önemli olan tedarik zinciri içinde fazla maliyet oluşturmadan istenilen kalitedeki ürününün, doğru müşteriye istenilen zamanda ulaştırılmasını sağlamaktır. Bu çalışmada da farklı kalitedeki hammaddelerden elde edilen ürünlerin tam zamanında teslimatını gerçekleştirecek bir tedarik zinciri ağının tasarımı yapılmaktadır. Bu amaçla çok aşamalı karma tamsayılı matematiksel model oluşturulmuş ve GAMS paket programı kullanılarak çözümlenmiştir. Modelde kullanılan veri setinin dağılımını belirlemek için veri analizleri gerçekleştirilmiştir. Ayrıca büyük veri setlerinde hızlı ve kolay uygulanabilen K-Ortalamalar Algoritması kullanılarak perakendeciler birbirlerine olan uzaklıklarına ve talep miktarlarına göre kümelendirilmiştir. Bu analizde amaç elde edilen kümelerin kendi içinde benzerliklerinin maksimum, diğer kümelere olan benzerliklerinin ise minimum yapılmasıdır. Yapılan kümelendirme analizi sonucunda ise belirlenen dağıtım merkezi yerleri matematiksel modelin sonuçları ile karşılaştırılarak modelin etkinliği ölçülmektedir.

Anahtar Kelimeler: *Tedarik Zinciri Ağ Tasarımı, Tam Zamanında Teslimat, K-Ortalamalar Algoritması, Optimizasyon Modeli*

Just-in-Time Network Design Model Proposal and Solution Methods Using Data Analysis and Optimization Methods

Abstract

Nowadays, it is very important for businesses to design their supply chain network efficiently and quickly in terms of providing a competitive advantage. Many strategies are used to provide these features in the supply chain network. One of these strategies is the "Just-in-Time" approach, which is a part of the lean production system. The Just In Time approach, which is mostly used in production activities, is adopted as "Just In Time Delivery" in the supply chain. The important thing in Just-In-Time Delivery is to ensure that the product of the desired quality is delivered to the right customer at the desired time without creating too much cost in the supply chain. In this study, supply chain network is designed that will deliver the products obtained from different quality raw materials on time. For this purpose, a multi-stage mixed-integer mathematical model was created and analyzed using the GAMS package program. Data analyzes were carried out to determine the distribution of the data set used in the model.

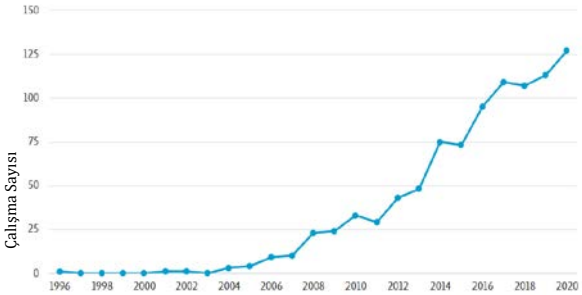
*Corresponding author e-mail:berengursoy7@gmail.com

In addition, retailers have been clustered according to their distance from each other using K-Means Algorithm, which can be applied quickly and easily in large data sets. The purpose of this analysis is to make the similarities of the obtained clusters to the maximum and the similarities to the other clusters to be minimum. The efficiency of the model is measured by comparing the distribution center locations determined as a result of the clustering analysis with the results of the mathematical model.

Keywords: *Supply Chain Network Design, Just-in-Time Delivery, K-Means Algorithm, Optimization Model*

1 Giriş

Tedarik zinciri sistemi, müşteri isteklerinin karşılanması için tedarikçilerin, üreticilerin, dağıtım merkezlerinin ve perakendecilerin birbirleri ile ilişkili süreçler içinde bulunduğu bir ağdan oluşmaktadır. 1980'lerin başında bu ağ üzerinden rekabet avantajı sağlamak isteyen şirketler "Tedarik Zinciri Yönetimi (TZY)" kavramını ortaya çıkartmıştır [1]. Böylece TZY özellikle ticaretin küreselleşmesi ile birlikte rekabet avantajı sağlamak ve zaman ile hizmet kalitesi hedeflerine ulaşmak isteyen bütün şirketler için stratejik bir konu haline gelmiştir [2]. Giderek artan küreselleşme ve rekabet ise işletmeleri birden fazla şirketin yer aldığı tedarik zinciri yönetim yapısını daha verimli tasarlamaya yöneltmiştir [3]. Bu amaçla tesislerin sayısını, kapasitesini, yerini, tedarik zinciri şirketleri arasındaki gönderim miktarlarını belirlemek için tedarik zinciri ağ tasarım problemleri oluşturulmaktadır [4]. Bu problemlerde şirketlerin amaçları tedarik zinciri ağı için oldukça önemlidir. Çünkü belirlenen amaçlara göre tedarik zinciri ağı ve ele alınan problemin parametreleri de değişkenlik göstermektedir. Genellikle maliyetleri azaltmak ya da karı arttırmak olarak belirlenen amaçlar günümüzde rekabetin artması ile müşteri memnuniyetini arttırmak üzerinde farklılaşmaktadır. Bu amaçla çeşitli stratejik konular tedarik zinciri ağ tasarım problemlerine entegre edilmeye başlamıştır. Bu konulardan birisi de 1950'ler üretim sistemlerini yalınlaştırmak üzerine ortaya çıkan "Tam Zamanında (Just-in-Time)" anlayışıdır. Bu anlayışla üretimde yaşanan israfların ortadan kaldırılarak sistemin tam zamanında üretim yapması sağlanmaktadır. Bu anlayışın tedarik zinciri ağının tüm aşamalarına entegre edilmesiyle israfların ve maliyetlerin azaltılarak müşteri memnuniyetinin arttırılması amaçlanmaktadır. Şekil 1'de gösterildiği gibi tedarik zinciri ağ tasarım problemleri konusunda yapılan birçok çalışma bulunmaktadır. Giderek artan bu çalışmalar içerisinde ise tedarik zincirine "Tam Zamanında" anlayışının entegre edildiği çalışma sayısı ise oldukça azdır. Bu konuda yapılan çalışmaları aşağıdaki gibi özetleyebiliriz;



Şekil 1. Tedarik Zinciri Ağ Tasarım Çalışmalarının Yıllara Göre Sayısı[5]

Memari, Ahmad ve Hassan [6] tam zamanında lojistik problemini çözümlemek için karma tamsayılı doğrusal optimizasyon modeli geliştirmişlerdir. Geliştirilen bu modelde tam zamanında teslimatı sağlarken toplam lojistik maliyetlerinin minimizasyonu amaçlanmaktadır. Çalışmada müşteri talebi ve tedarikçi kapasitelerindeki belirsizlik bulanık sayılarla ele alınmaktadır. Önerilen modelin çözümü için Parçacık sürü optimizasyonu ve Harmoni Arama Algoritması kullanılmaktadır. Yang, Ho ve Kao [7] çalışmalarında belirsiz teslim süresi ve kusurlu kalite kısıtları altında çok aşamalı tam zamanında envanter modelini geliştirmişlerdir. Geliştirilen model Karınca Kolonisi Algoritması ile çözümlenerek Parçacık Sürü Optimizasyonu algoritması ile karşılaştırılmıştır. Ghasimi ve Ghodsi [8] çalışmalarında tam zamanında dağıtım gerçekleştiren tedarik zincirinde bozulabilir ürünler için üç yeni stok kontrol modeli sunmaktadır. Sunulan modellerde tedarik zincirinin toplam maliyetini minimize etmek amaçlanmaktadır. Bu modellerin çözümü için de Genetik Algoritma ve CPLEX programı kullanılmaktadır. Farahani ve Elahipanah [9] tam zamanında dağıtım yapan tedarik zinciri ağı için iki amaçlı karma tamsayılı matematiksel model oluşturmuşlardır. Birinci amaç toplam tedarik zinciri maliyetlerini minimize etmek iken ikinci amaç zincirdeki stok ve yoksatma miktarını minimize ederek tam zamanında dağıtımı gerçekleştirmektir. Modelin çözümü için de hibrit bir genetik algoritma uygulanmıştır. Wang ve Sarker [10] ise Tam Zamanında anlayışı ile dağıtım yapan çok aşamalı bir tedarik zinciri sistemini

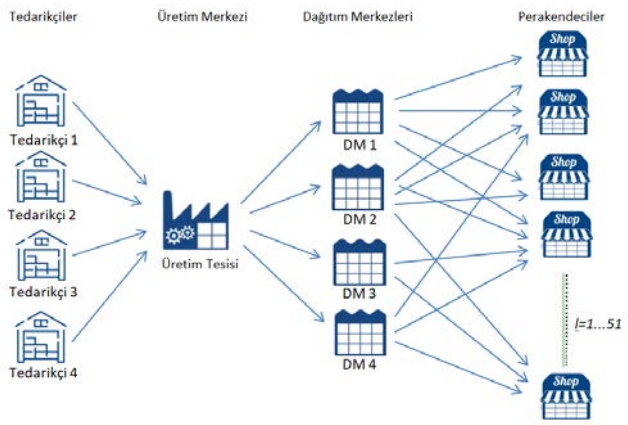
incelemişlerdir. Bu tedarik zinciri sistemi, tam zamanında dağıtım politikası açısından karma tamsayılı doğrusal olmayan programlama modeli ile formüle edilmiştir. Modelde amaç Kanban sayısı, parti büyüklüğü, parti sayısı ve toplam tedarik zinciri maliyetini minimize etmektir. Çözüm yöntemi olarak ise dal-sınır algoritması ve geliştirilen sezgisel yöntem kullanılmaktadır. Wang, Fung ve Chai [11] sınırlı tedarik kapasitesi altında tam zamanında bir dağıtım ağı sistemi önermektedir. Önerilen modelin amacı, toplam üretim ve taşıma maliyetlerinin yanı sıra, sınırlı depo kapasitesi altındaki perakendeci gereksinimlerinin karşılanmasında gecikme cezasını minimize etmektir. Model, matematiksel çıkarım kullanılarak doğrusal programlama problemine çevrilerek çözülebilmektedir. Memari, Ahmad ve Rahim [12] tam zamanında teslimatı sağlarken çevresel faktörlere önem veren karma tamsayılı doğrusal programlama modeli önermektedir. Önerilen iki amaçlı modelde; birinci amaç ürün teslim zamanını, ikinci amaç ise bütün tedarik ağında toplam karbon emisyonunu minimize etmektir. Çalışmada teslimat sayısını ve teslim zamanını azaltmanın çevreye olan etkisi incelenmektedir. Modeli çözüm içinde genetik algortma yöntemi kullanılmıştır.

Literatürde yer alan bu çalışmalara katkı sağlamak ve literatürdeki eksiklikleri tamamlamak amacıyla bu çalışmada da çok aşamalı ve çok periyotlu tedarik zinciri için ağ tasarım modeli önerilmiştir. Bu modelde işletmenin, farklı kalitedeki hammadde temini ile elde ettiği ürünleri tam zamanında teslim etmesi için gerekli olan dağıtım merkezlerinin seçimi yapılarak, tedarik zinciri ağı tasarlanmaktadır. Bunun yanı sıra tercih edilen dağıtım merkezleri yeri K-Ortalamalar Algoritması kullanılarak model sonuçları ile de karşılaştırılmaktadır. K-Ortalamalar Algoritması 1967'de Mac Queen tarafından geliştirilen ve birçok alanda sıklıkla kullanılan bölümleyici kümeleme yöntemidir [13]. Bu algoritma fazla bilgi miktarına sahip olan veri setlerini gruplandırmak ve verilerdeki önemli bilgileri ortaya koymak için kullanılan önemli yöntemlerden birisidir. Kümelendirme işleminin sonucunda elde edilen kümeler içinde bulunan verilerin birbirleri ile maksimum benzerlik; farklı kümelerde bulunan verilerle ise maksimum farklılık göstermesi beklenmektedir [14]. K-Ortalamalar Algoritması birçok alanda kullanıldığı için bu konuda yapılan çalışmaların sayısı 30 bini aşmaktadır. Bu çalışmada da uygulanabilirliği kolay ve büyük veri setlerinde hızlı cevap verebilir olması nedeniyle önerilen modelin etkinliğini ölçmek için kullanılmaktadır.

Çalışmanın bölümleri şu şekilde devam etmektedir. İkinci bölümünde problemin tanımı, kabulleri ve kurulan matematiksel modelin formülasyonu açıklanmaktadır. Üçüncü bölümde karma tamsayılı matematiksel model için kullanılacak verilerin analizler ve model çözümünün sonuçları yer almaktadır. Dördüncü bölümde K-ortalamalar Algoritmasının adımları ve uygulama sonuçları anlatılmaktadır. Son bölümde ise yapılan uygulamalar karşılaştırılarak çalışmada sunulan konunun sonuçlarına ve gelecek çalışmalar için önerilere yer verilmektedir.

2 Problemin Tanımlanması

Çalışmada ele alınan problem bir fındık işleme tesisinin tam zamanında teslimat gerçekleştirecek şekilde tedarik zinciri ağının tasarlanması için gerekli olan dağıtım merkezilerinin seçimidir. İşletmenin tedarik zinciri ağı Şekil 1'de gösterilmektedir. Bu ağda işletme üretilen fındık ezmesi ürünü için 4 adet tedarikçiden 2 farklı kalitede hammadde temin etmektedir. Temin edilen hammaddeler tesiste kalitesine göre yeniden işlenmektedir. Bu işlem üretici için kalite maliyeti ve ek işlem süresi oluşturmaktadır. Bu nedenle üretici firma hammadde kalitesinin yaratmış olduğu satın alma maliyetleri ile kalite maliyetleri arasında ikilem yaşamaktadır. Ayrıca oluşan ek işlem süresi de ürünün perakendeciye erken ya da geç teslimine etki etmektedir. Üretimden sonra ürünler 51 adet perakendecinin talebini zamanında karşılamak için açılması planlanan 4 alternatif dağıtım merkezine direk kanallarla ulaştırılmaktadır. Tedarik ağı boyunca tedarikçi, üretici, dağıtım merkezi ve perakendecilerde kapasite kısıtlıdır. Perakendeci ve dağıtım merkezlerinin ilk ve son dönem stokları bulunmamaktadır. Perakendecilerin satışı ilk taleplerin karşılanması ile başlamakta ve planlanan 4 dönem boyunca bütün talepler karşılanmaktadır. Tedarikçi, üretici ve perakendecilerin konumları belirlidir. Ürünler yeterli kapasitedeki kamyonlarla ve tek tip taşıma modu ile taşınmaktadır. Tedarikçi, üretici ve dağıtım merkezi arasındaki teslim süreleri, üretim ve ek işlem süreleri belirlidir. Problemin çözümü için önerilen karma tamsayılı matematiksel modelde amaç toplam tedarik zinciri maliyetini minimize etmektir.



Şekil 2. Tedarik Zinciri Ağ Yapısı

2.1 Model Formülasyonu

Bu bölümde önerilen karma tamsayılı modelin formülasyonu yer almaktadır.

Notasyonlar

i: Tedarikçiler $i=\{1,2...İ\}$

j: Üreticiler $j=\{1,2...J\}$

k: Dağıtım merkezi $k=\{1,2...K\}$

l: Perakendeciler $l=\{1,2...L\}$

q: Kalite Düzeyi $q=\{1,2...Q\}$

p: Periyot $p=\{1,2...P\}$

Karar Değişkenleri

X_{ijqp}: i. tedarikçiden j. üreticiye q. kalitedeki hammaddenin p. periyotta taşınan miktarı

Y_{jkp}: j. üreticiden k. dağıtım merkezine p. periyotta taşınan ürün miktarı

Z_{klp}: k. dağıtım merkezinden l. perakendeciye p. periyotta taşınan ürün miktarı

R_{jqp}: j. üreticinin q. kalitedeki hammaddeyi p. periyotta yeniden işleme miktarı

TS_{klp}: *k*. dağıtım merkezinden l. perakendeciye p. periyotta ürünün taşıma süresi

YM_{lp}: l. perakendecinin p. periyotta yoksatma miktarı

S^1_{kp}: k. dağıtım merkezinin p. periyottaki stok miktarı

S^2_{lp}: l. perakendecinin. periyotta stok miktarı

O_{kp}: dağıtım merkezi açılırsa 1; aksi halde 0

W_{klp}: dağıtım merkezi perakendeciye hizmet verirse 1; aksi halde 0

$Y1_{lp}$: Perakendecide yoksatma oluşursa 1; aksi halde 0

Parametreler

C^1_{ijqp}: i. tedarikçiden j. üreticiye q. kalitedeki hammaddenin p. periyotta taşıma maliyeti

C^2_{jkp}: j. üreticiden k. dağıtım merkezine p. periyotta taşınan ürünün taşıma maliyeti

C^3_{klp}: k. dağıtım merkezinden l. perakendeciye p. periyotta taşınan ürünün taşıma maliyeti

K^1_{iqp}: i. tedarikçinin q. kalitedeki hammaddenin p. periyottaki kapasitesi

K^2_{jp}: j. üreticinin p. periyottaki ürün kapasitesi

K^3_{kp}: k. dağıtım merkezinin p. periyottaki stok kapasitesi

D_{lp}: l. perakendecinin p. periyottaki talebi

P_{iqp}: i. tedarikçinin q. kalitedeki hammaddeyi p. periyotta satın alma maliyeti

RQ_q: q. kalitedeki hammaddenin yeniden işleme oranı

I^1_{kp}: k. dağıtım merkezinin p. periyotta stok tutma maliyeti

I^2_{lp}: l. perakendecinin p. periyotta stok tutma maliyeti

B_{lp}: l. perakendecinin p. periyotta yoksatma ceza maliyeti

OC_{kp}: k. dağıtım merkezinin açılma sabit maliyeti

U_{jp}: j. üreticinin p. periyotta üretim maliyeti

YN_{jqp}: j. üreticinin q. kalitedeki hammaddeyi p. periyotta yeniden işleme maliyeti

T^1_{ijp}: i. tedarikçiden j. üreticiye p. periyotta hammaddenin temin süresi

T^2_{jp}: j. üreticinin p. periyotta üretim süresi

T^3_{jqp}: j. üreticinin q. kalitedeki hammaddeyi p. periyotta yeniden işleme süresi

T^4_{jkp}: j. üreticinin k. dağıtım merkezine p. periyotta ürünü temin süresi

T^5_{klp}: k. dağıtım merkezinden l. perakendeciye p. periyotta maksimum taşıma süresi

T^6_{klp}: k. dağıtım merkezinden l. perakendeciye p. periyotta minimum taşıma süresi

T^7_{lp}: l. perakendeciye p. periyotta toplam tedarik zamanı

$$\begin{aligned}\text{Min ZET} = &\sum_{i}\sum_{j}\sum_{q}\sum_{p} \mathrm{X}ijqpC^{1}{}_{ijqp} \\ &+\sum_{j}\sum_{k}\sum_{p} \mathrm{Y}jkpC^{2}jkp \\ &+\sum_{k}\sum_{l}\sum_{p} \mathrm{Z}klpC^{3}klp \\ &+\sum_{j}\sum_{k}\sum_{p} \mathrm{Y}jkp\mathrm{U}jp \\ &+\sum_{j}\sum_{q}\sum_{p} \mathrm{YN}jqp\mathrm{R}jqp \\ &+\sum_{k}\sum_{p} \mathrm{OC}kp\,\mathrm{O}kp \\ &+\sum_{i}\sum_{j}\sum_{q}\sum_{p} \mathrm{X}ijqp\mathrm{P}iqp \\ &+\sum_{k}\sum_{p} I^{1}kpS^{1}kp \\ &+\sum_{l}\sum_{p} I^{2}lpS^{2}lp \\ &+\sum_{l}\sum_{p} Blp\,\mathrm{YM}lp\end{aligned} \tag{1}$$

$$\sum_{j} \mathrm{X}ijqp \le \mathrm{K}^{1}iqp \qquad \forall_{i,q,p} \tag{2}$$

$$\sum_{k} \mathrm{Y}jkp \le \mathrm{K}^{2}jp \qquad \forall_{j,p} \tag{3}$$

$$\sum_{l} \mathrm{Z}klp \le \mathrm{K}^{3}kp\mathrm{O}kp \qquad \forall_{k,p} \tag{4}$$

$$\sum_{i}\sum_{q} \mathrm{X}ijqp = \sum_{k} \mathrm{Y}jkp \qquad \forall_{j,p} \tag{5}$$

$$\sum_{j} \mathrm{Y}jkp + S^{1}{}_{kp-1} = \sum_{l} \mathrm{Z}klp + S^{1}{}_{kp} \qquad \forall_{k,p} \tag{6}$$

$$\sum_{k} \mathrm{Z}klp + S^{2}{}_{lp-1} = \mathrm{D}_{lp} + S^{2}{}_{lp} + YM_{lp-1} + YM_{lp} \ \forall_{l,p} \tag{7}$$

$$\mathrm{RQ}q\sum_{i} \mathrm{X}ijqp = \mathrm{R}jqp \qquad \forall_{j,q,p} \tag{8}$$

$$\begin{aligned}\sum_{i}\sum_{j} \mathrm{T}^{1}ijp + \sum_{j} \mathrm{T}^{2}jp + \sum_{j}\sum_{q} \mathrm{T}^{3}jqp + \sum_{k} \mathrm{T}^{4}jkp \\ + \sum_{k} TSklp = \mathrm{T}^{7}lp \quad \forall_{l,p}\end{aligned} \tag{9}$$

$$\sum_{k} \mathrm{O}kp \le 4 \qquad \forall_{p} \tag{10}$$

$$\mathrm{W}klp \le \mathrm{O}kp \qquad \forall_{k,l,p} \tag{11}$$

$$\mathrm{TS}klp \le \mathrm{T}^{5}klp\mathrm{W}klp \qquad \forall_{k,l,p} \tag{12}$$

$$\mathrm{TS}klp - \mathrm{T5}klp \le Y1_{lp} * M \qquad \forall_{k,l,p} \tag{13}$$

$$\mathrm{YM}lp \ge Y1_{lp} \qquad \forall_{l,p} \tag{14}$$

$$\mathrm{TS}klp \ge \mathrm{T}^{6}klp\mathrm{W}klp \qquad \forall_{k,l,p} \tag{15}$$

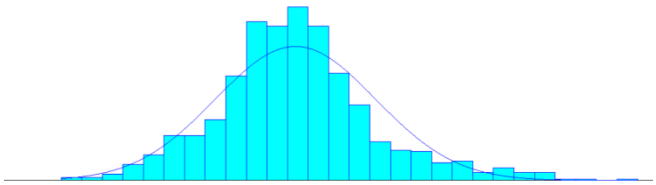
$$\mathrm{X}ijqp, \mathrm{Y}jkp, \mathrm{Z}klp, \mathrm{R}jqp, \mathrm{S}^{1}kp, \mathrm{YM}lp, \mathrm{TS}klp \ge 0 \quad integer\ \forall_{i,j,k,l,q,p} \tag{16}$$

$$\mathrm{O}kp, \mathrm{W}klp, Y1_{lp} \in \{0,1\} \tag{17}$$

Burada Denklem (1) amaç fonksiyonunu ifade etmektedir. Bu denklemde aşamalar arası taşımaların maliyetlerinin, satınalma maliyetlerinin, üretim ve kalite maliyetlerinin, açılan dağıtım merkezinin sabit maliyetlerinin, stok ve yoksatma maliyetlerinin minimum yapılması amaçlanmıştır. Denklem (2) tedarikçi, Denklem (3) üretici, Denklem (4) ise dağıtım merkezi için gönderilen ürünlerin aşamaların kapasitesini aşamamasını sağlamaktadır. Denklem (5) üreticilere gelen ürün miktarının giden ürün miktarına eşit olmasını sağlayan denge kısıtıdır. Denklem (6) ve Denklem (7) dağıtım merkezi ve perakendecilere gelen ürünler ile giden ürünlerin erken ya da geç gelmesini engelleyen ve tam zamanında teslimatı sağlayan denge kısıtıdır. Denklem (8) hammadde kalitesine göre üreticiye gelen hammaddenin yeniden işleme miktarını vermektedir. Denklem (9) dağıtım merkezinden perakendecilere gerçekleşen teslimatın süresini belirlemektedir. Denklem (10) her periyotta maksimum 4 dağıtım merkezinin açılmasını sağlarken Denklem (11) her perakendecinin açık olan dağıtım merkezinden hizmet almasını sağlamaktadır. Denklem (12) dağıtım merkezinden perakendeciye gerçekleşen teslimatın maksimum süreyi aşmamasını sağlayan kısıttır. Denklem (13) ve Denklem (14) ürünün teslim zamanının maksimum teslim süresini aştığı durumlarda perakendecide yoksatma durmunun gerçekleşmesini sağlamaktadır. Denklem (14) ise dağıtım merkezinden perakendeciye gerçekleşen teslimatın minimum süreden önce gelmesini engellemektedir. Denklem (16) modeldeki değişkenlerin pozitif olmasını, Denklem (17) ise tam sayılı değişkenlerin 0 ya da 1 değerlerini almasını sağlamaktadır.

3 Veri Analizleri ve Model Sonuçları

Önerilen model için işletmenin son 5 yıllık talep verileri Arena Input Analyzer programı kullanılarak analiz edilmiştir. Bu analizde yapılan Ki-kare testi sonucunda elde bulunan verilerin normal dağılıma uygunluğu Şekil 3'deki grafikte gösterilmektedir.



Şekil 3. Talep Verilerinin Dağılım Analizi

Tablo 1'de ise analiz sonucunda veri setinden elde edilen ortalama, standart sapma, verilerin maksimum ve minimum değerleri yer almaktadır.

Tablo1. Veri Değerleri Tablosu

Ortalama Değer	3883
Standart Sapma	595
Minimum Değer	2143
Maksimum Değer	6413

Tabloda yer alan ortalama ve standart sapma değerleri işletmenin son dönemlerdeki talep verilerini oluşturmak için kullanılmıştır. Bu talep verileri ile önerilen model GAMS Distribution 23.5 programında ve 2.50 GHz işlemci ve 16 GB RAM içeren bir bilgisayarda çözümlenmiştir. Tablo 2' de model sonucunun istatistik verileri yer almaktadır.

Tablo 2. Model İstatistikleri

Amaç Fonksiyonu	56803738.4 TL
Çözüm Süresi	0,016 sn
Sürekli Değişken Sayısı	2945
Kısıt Sayısı	3808
Kesikli Değişken Sayısı	832
İterasyon Sayısı	3376

Modelin çözümüne göre 4 adet alternatif dağıtım merkezinden 1,2 ve 4 nolu dağıtım merkezleri açılmıştır. Açılan dağıtım merkezlerinin hizmet verdiği perakendeciler ve perakendecilerin toplam talepleri Tablo 3'de gösterilmektedir. Ayrıca model sonucunda ürünlerin üretimi için kullanılan hammaddenin %54'ü birinci kalite hammadde, %46'sının ise ikinci kalite hammadde olduğu görülmektedir. Elde edilen bu sonuçlar kaliteli hammadde temininin tam zamanında dağıtım için daha uygun olduğunu göstermektedir.

Tablo 3. Açılan Dağıtım Merkezlerinin Hizmet Verdiği Perakendeciler

	Dağıtım Merkezi			
Perakendeci	1	2	3	4
1		15813	-	
2		15637	-	
3		15734	-	
4		15502	-	
5	15401		-	
6		15456	-	
7		15407	-	
8		15254	-	
9		15663	-	
10		15647	-	
11		15721	-	
12		15419	-	
13		15729	-	
14		15696	-	
15	15771		-	
16	15461		-	
17	15436		-	
18	15565		-	
19		15438	-	
20		15551	-	
21		15752	-	
22		15587	-	
23		15698	-	
24		15573	-	
25		15190	-	
26			-	15634
27			-	15328
28			-	15359
29			-	15648
30			-	15383
31			-	15733
32			-	15708
33			-	15346
34			-	15390
35			-	15532
36			-	15579
37			-	15508
38		15244	-	
39			-	15885
40			-	15742
41			-	15696
42			-	15499
43			-	15247
44		15546	-	

45		15670	-		
46			15492	-	
47			15414	-	
48			15493	-	
49			15496	-	
50			15236	-	
51			15562	-	

4 K-Ortalama Algoritmasının Uygulanması

K-ortalamalar Algoritması, 50 yıldan daha fazla süredir en sık kullanılan bölümleyici yöntemlerden birisidir. Bu yöntem nesne sınıflandırma, görüntü bölümleme, veri madenciliği, makine öğrenmesi gibi bilişim uygulamaları yanı sıra iktisat, pazarlama ve mühendislik araştırmaları gibi hemen her alanda kullanılmaktadır. K-ortalamalar algoritması aşağıda verilen fonksiyonu miminize etmeyi amaçlamaktadır [15];

$$\mathrm{JKO(X;\ V)} = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{k} D_{ij}^{2} \qquad (1)$$

Burada k küme sayısını, n nesne sayısını, $Dij2$, nesneler ile küme merkezleri arasındaki uzaklık ölçüsünü ifade etmektedir. K-ortalamalar algoritması aşağıdaki adımlar ile uygulanmaktadır:

Adım 1: k adet küme merkezi, $\boldsymbol{X}$ veri setinden rastgele olarak seçilir.

Adım 2: Veri noktaları ile küme merkezleri arasındaki uzaklıklar hesaplanır. Burada uzaklık normu olarak genellikle Öklid uzaklıkları kullanılmaktadır.

Adım 3: Veri noktaları kendilerine en küçük uzaklığa sahip olan merkezlere ait kümelere atanır.

Adım 4: Küme merkezleri Denklem (2) ile yeniden hesaplanır:

$$v_j = \sum_{i=1}^{n_j} x_{ij}/n_j; \qquad 1 \le j \le k \qquad (2)$$

Adım 5: Kümede değişiklik gösteren veri noktaları yoksa ya da birbirini takip eden iki adımda hata karelerindeki artma miktarı tanımlanmış bir yaklaşma değerine eşit veya küçükse kümeleme analizi sona erdirilir, değilse 2. adıma geri dönülerek işlemler yeniden yapılır.

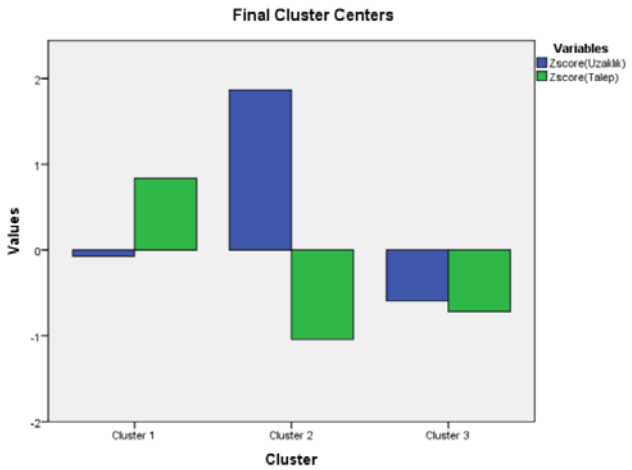
Çalışma kapsamında 51 adet perakendeci talep ve dağıtım merkezlerine uzaklıklarına göre 3 adet kümeye bölümlendirilmiştir. Veri setine SPSS programı kullanılarak 2.50 GHz işlemci ve 16 GB RAM içeren bir bilgisayarda K-Ortalamalar algoritması yöntemi uygulanmıştır. Uygulama sonucunda Tablo 4'de gösterilen ANOVA testinde Sigma değerinin 0.05'ten küçük olması uzaklık ve talep değişkenlerinin yapılan kümeleme analizi için anlamlı değişkenler olduğunu göstermektedir.

Tablo 4. ANOVA Testi

ANOVA

	Cluster		Error		F	Sig.
	Mean Square	df	Mean Square	df		
Zscore(Uzaklık)	15,592	2	,392	48	39,778	,000
Zscore(Talep)	17,332	2	,320	48	54,246	,000

Kümelendirme analizi sonucunda Şekil 4'te verilen grafik veri noktalarının hangi değişkene önem verilerek atandıklarını göstermektedir. Küme 1 ve Küme 3 için talep değişkeni ön planda tutulurken küme 2 için uzaklık değişkeni ön planda tutulmuştur.



Şekil 4. Kümelendirme Analizi

Veri setine uygulanan K-ortalamalar algoritması sonucunda 51 adet perakendeci 3 kümede gruplandırılmıştır. Perakendecilerin hangi kümeye atandıkları Tablo 5'de gösterilmektedir. Burada kümelerin toplam uzaklıkları karşılaştırılarak hangi dağıtım merkezine ait olduğu hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar 1. kümenin 1.dağıtım merkezini, 2. Kümenin 4. Dağıtım merkezini, 3. Kümenin ise 2. dağıtım merkezini ifade ettiğini göstermektedir.

Tablo 5. Kümelere Atanan Perakendeciler

	Kümeler		
Perakendeciler	1	2	3
1	15813		
2	15637		
3	15734		
4			15502
5			15401
6			15456
7			15407
8			15254
9	15663		
10	15647		
11	15721		
12			15419
13	15729		
14	15696		
15	15771		
16			15461
17			15436
18	15565		
19			15438
20			15551
21	15752		
22	15587		
23	15698		
24	15573		
25			15190
26	15634		
27		15328	
28		15359	
29	15648		
30		15383	
31	15733		
32	15708		
33		15346	
34		15390	
35	15532		
36	15579		
37			15508
38			15244
39	15885		
40	15742		
41	15696		
42		15499	
43		15247	
44	15546		
45	15670		
46			15492
47			15414
48			15493
49			15496
50			15236
51			15562

5 Sonuçlar

Bu çalışma ile tedarik zinciri ağ tasarım problemlerine tam zamanında anlayışı entegre edilerek günümüz rekabet ortamında işletmelere avantaj sağlama olanağı sunulmaktadır. Önerilen model ile fındık işleme tesisinin tam zamanında teslimat gerçekleştirmek isteyen tedarik zinciri sistemi için tedarik zinciri ağ tasarım problemi çözümlenmiştir. Elde edilen sonuçlar işletmeye istenen talebi istenilen zamanda ve doğru kalitede karşılamak için dağıtım merkezi yeri seçeneği göstermektedir. Bu çalışma ile hammadde kalitesinin tam zamanında tedarik zincirine etkisi de görülmektedir. Model sonuçları satın alma maliyeti yüksek olsa bile birinci kalite hammaddenin daha çok tercih edilmesi ile kalite maliyetlerinden kurtularak tam zamanında teslimat yapıldığını göstermektedir. Ayrıca uygulanan K-Ortalamalar Algoritma ile modelin dağıtım merkezi yeri seçimindeki etkinliği de ölçülmektedir. K-ortalamalar algoritması sonuçları ile model sonuçları karşılaştırıldığında açılan dağıtım merkezi yerinin aynı olduğu fakat dağıtım merkezlerine atanan perakendecilerin farklı olduğu görülmektedir. Modelde 2. ve 4. dağıtım merkezine yoğunluk varken K-Ortalamalar algoritmasında 1. dağıtım merkezine yoğunluk olduğu söylenebilir. Bunun nedeni ise modelde bulunan diğer değişkenlerin sonuçları etkilemesi olarak açıklanabilir.

Gelecek araştırmalar için makalede önerilen modele belirsiz değişkenler eklenerek model gerçek hayat problemlerine daha çok yaklaştırılabilir. Bu belirsizlikleri ortadan kaldırmak içinse çeşitli stokastik ve sezgisel yöntemler kullanılabilir. Modelde tek bir amaç yerine birden fazla amaç oluşturulup hedef programlama yöntemleri gibi çeşitli yöntemler ile çözümlenebilir. Ayrıca modelin etkinliğini ölçmek

için çeşitli yöntemler kullanılarak karşılaştırma yapılabilir.

Kaynaklar

[1] Govindan K., Fattahi M., Keyvanshokooh E., " Supply chain network design under uncertainty: A comprehensive review and future research directions" European Journal of Operational Research Vol. 263 pp. 108–141, 2017.

[2] Eskandarpour M., Dejax P., Miemczyk J., Péton O., "Sustainable supply chain network design: An optimization-oriented review", Omega 54, 11–32, 2015.

[3] Özceylan E., Tedarik Zinciri Yönetiminde Üretim/Dağıtım Ağlarının Tasarımına Yeni Model Yaklaşımları, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya, Türkiye, 2010.

[4] Alglawe A., Schiffauerova A., Kuzgunkaya O. and Shiboub I., "Supply chain network design based on cost of quality and quality level analysis" The TQM Journal Vol. 31 No. 3, pp. 467-490, 2019.

[5] https://www.scopus.com/term/analyzer

[6] Memari A., Ahmad R., Rahim A., Hassan A., " Optimizing a Just-in-Time Logistics Network Problem Under Fuzzy Supply and Demand: Two Prameter-Tuned Metaheuristics Algorithm", Neural Comput & Applic, 30: 3221-3233, 2017.

[7] Yang M., Lin Y., Ho L.H., Kao W.F., " An Integrated Multiechelon Logistics Model with Uncertain Delivery Lead Time and Quality Unreliability", Mathematical Problems in Engineering, Volume 2016, ss 13.

[8] Ghasimi S.A., Ghodsi R., " Improvement and Solving Three New Supply Chain Inventory Control Models for Perishable Items Using Just-in-time Logistic", 11th International Conference on Computer Modelling and Simulation, 2009.

[9] Farahani R.Z., Elahipanah M., " A Genetic Algorithm to Optimize the Total Cost and Service Level for Just-in-time Distribution in a Supply Chain", International Journal of Production Economics, 111, ss229-243, 2008.

[10] Wang S., Sarker B.R., " Optimal Models for a Multi-stage Supply Chain System Controlled by Kanban Under Just-in-time Philosophy", European Journal of Operational Research, 172, ss 179-200, 2006.

[11] Wang W., Fung R.Y.K., Chai Y., " Approach of Just-in-time Distribution Requirements Planning for Supply Chain Management", International Journal of Production Economics, 91, ss 101-107, 2004.

[12] Memari A., Ahmad R., Rahim A., " Multi-objective Genetic Algorithm in Green Just-in-Time Logistics", 2014.

[13] Khan S.S., Ahmad A., Cluster Center Initialization Algorithm for K-means Clustering, Pattern recognition letters, 25 (11), 1293-1302, 2004.

[14] Çınaroğlu S., Bulut H., "K-ortalamalar ve Parçacık Sürü Optimizasyonu Tabanlı Kümeleme Algoritmaları için Yeni İlklendirme Yaklaşımları"

[15] Cebeci Z., Yıldız F., Kayaalp G., "K-Ortalamalar Kümesinde Optimum K Değeri Seçilmesi" 2. Ulusal Yönetim Bilişim Sistemleri Kongresi, Erzurum, s. 231-242, 2015

A Comparative Study of WEKA Clustering Algorithms on Evaluation of Students' Performance

Nur UYLAŞ SATI

Muğla Sıtkı Koçman University, Bodrum Maritime Vocational School, Muğla, Turkey

Abstract

In recent years, by the technological development, Educational Institutes can record massive amount of data. Educational data mining is a research field that uses these data to get useful and relevant knowledge to improve educational processes and to make important decisions. In educational data mining, various techniques are used. In this paper one of key technique, clustering, is explained. Comparative analysis between commonly used clustering algorithms on Waikato Environment for Knowledge Analysis (WEKA) tool is studied. A real world "Students' Performance Dataset" is used in the implementations. All obtained results in terms of accuracy, running times and percentages of the clustered instances are presented in tables and shown in screen shot figures. According to the obtained results, Simple K-means clustering algorithm is chosen as the most effective clustering method on evaluation of students' performance.

Keywords: *Educational data mining, Clustering methods, Simple K-means algorithm, Hierarchical clustering algorithm, Farthest First clustering algorithm.*

1 Introduction

Data mining is the process of analyzing data from different perspectives and summarizing it into useful information that can be used in real-world problems. Data mining is also the main process of the knowledge discovery in databases. In data mining there are three types of learning systems; supervised learning, semi-supervised learning and unsupervised learning.

The main subject in supervised learning is determining rules on the training set. This set consists of some labeled (the classes are known) data. Some of these labeled data are used in training to find rules and utility of the obtained rules is examined on the rest (test set). In supervised learning, decision trees, neural network, multilayer perceptron, support vector machine methods are used commonly. In unsupervised learning the training set only consists of input, the classes of data are unknown. In semi-supervised learning, data that have both known and unknown classes are used.

The clustering method, one of the important field of data mining, is an unsupervised classification technique which aims to divide the dataset into clusters considering the similarity on data points. This method has been used in various researches of different areas such as medicine, business, engineering, bioinformatics, banking, education etc. [1].

In this paper the commonly used Waikato Environment for Knowledge Analysis (WEKA) clustering algorithms are compared on a defined educational dataset for evaluation of students' performance. All data mining applications in education area is defined as Educational Data Mining (EDM). There are various survey articles about EDM in the literature [2-7]. In the following Section II, EDM notion will be explained in detail and the related works are presented. In Section III clustering methods and WEKA clustering algorithms that will be compared are presented. In Section IV, firstly the dataset is defined and the dataset preparation process is explained and then the results obtained after implementations are given in tables and figures. Finally in Section V the research is concluded.

2 Related Work

Educational data mining is defined as an emerging discipline that explore the data obtained from educational institutes and try to make knowledge analysis by the use of developed methods. The main

aim in EDM is to analyze the students and the settings they learn in [3]. The latest survey paper of EDM was written by in 2020 [8]. It includes an extensive literature survey of EDM methods. The article also discusses research trends and challenges in EDM. Also Bakhshinateg and his friends [10] and Martins and his friends [9] wrote an EDM review paper in 2018. It includes applied educational data mining studies from 2010 to 2017. In this survey papers, the end objectives of EDM applications were emphasized and the applications in categories with similar purposes were grouped.

The categories of the objectives in EDM are student modeling, decision support systems, adaptive systems, evaluation and scientific inquiry. In student modeling, prediction of performance and characteristics and prediction of undesirable behaviors are aimed. Besides in structure discovery objective profiling and grouping, and social network analysis are studied. In decision support systems the aim is providing reports, creating alerts for stakeholders, planning and scheduling, creating courseware, developing concept maps, generating recommendation. A detailed study that includes applications aiming all these objectives can be found in [10].

In EDM, as might be expected, various predictive or descriptive data mining activities and methods are used. Classification and clustering are the commonly used tasks in EDM [6]. Most of the predictive methods are used in classification tasks to predict unlabeled future values by using supervised learning functions [11]. Besides, descriptive methods used in clustering tasks, generate groups that have similar structure, relations and interconnectedness of the mined data by using unsupervised learning functions [12]. The methods in EDM are hidden markov model, decision trees, bayesian methods, instances based learning, etc. and the techniques in EDM are hierarchical clustering, logistic regression, linear regression and etc. [6].

Rahaella and his friends predicted the university students' academic performance by using EDM methods at the end of the 4-year and studied typical progressions for focusing on a small number of courses then these results were combined to identify the low and high achieving students in 2017 [13].

In 2017, Najera and his friends used clustering methods of k-means, expectation maximization and farthest first for an experimental study to associate students and teachers respectively for teaching and learning according to their skills [14].

In 2017, Abdullah and his friends studied classification and clustering methods in a blended learning university and they saw that these methods can provide insights for students, academic advisors and university management [15].

In 2018, data mining clustering approach in the personalized E-Learning Systems are studied by Kausar and his friends [16]. They have presented a clustering approach for partitioning the students into different clusters regarding to their learning capabilities and they have found that clustering by fast search and finding of density peaks via heat diffusion gets more robust results.

Two survey papers that consolidate different types of clustering algorithms used in EDM, were published in 2015 [17, 18]. Also a paper written in Portuguese language describes the analysis of data from the Moodle's database of a first class in Distance Education of a Federal University using different educational data mining clustering methods [19]. In 2012, Chaudhari and Parikh compared K-Means, Hierarchical clustering and Density based clustering algorithms by using weka tools in terms of correctly class wise cluster building ability [20]. In this research we aim to compare the clustering methods defined in Weka Tool to use in educational datasets for evaluating the performances of the students.

3 Methodology

In EDM, various data mining methods are used. In this paper one of commonly used clustering method is utilized. In the below sections this method will be examined in detail.

3.1 Clustering

The clustering is an unsupervised learning method and deals with the problem of dividing a collection of objects into clusters based on their similarities. An effective clustering method generates high superiority clusters with high interclass similarity and low interclass similarity. In the analysis of clustering methods, various types of data can be used such as interval scaled variables, binary variables, nominal, ordinal, ratio variables and variables of mixed types. Well separated clusters, density based clusters, center based clusters, shared property or conceptual clusters and

contiguous clusters are defined as different types of clusters [1].

Clustering methods can be classified as follows and a detailed study of these methods can be found in [21]:

Partitioning methods: Partitioning methods change locations of the data by changing their cluster, starting from an initial partitioning. Before starting the method the number of the clusters should be defined by the experimenter.

Hierarchical methods: These methods build the clusters by recursively partitioning the data in either a top-down or bottom-up fashion.

Density based methods: In density based methods it is supposed that clusters have a high density of points and every cluster have a special probability distribution [22].

Model-based methods: Model based methods use mathematical models that can be adapted to the possessed data. Optimization algorithms are used to find the best convenience.

Grid-based methods: In grid-based clustering methods, the area is divided into a defined number of cells such that it forms a grid structure. The cells are sorted according to their densities and cluster centers are identified. These methods are effective in large datasets according to the computational complexity [23].

Soft computing methods: These methods include fuzzy clustering, evaluation techniques and simulated annealing used in clustering.

In this paper, we use commonly used clustering algorithms in WEKA tool that will be defined below.

3.1.1 Simple K-means Algorithm

Simple K-means clustering algorithm, a partitioning method, was firstly defined by Mac Queen in 1967 [24]. In k-means approach to find a partition that minimizes the squared error between the empirical mean of a cluster and the points in the cluster is aimed [25].

Mathematical model of k-means clustering problem can be defined as follows:

Given a set of observations ($x_1,\ldots, x_m$) where each data is a d-dimensional real vector, k-means clustering aims to partition the m data into k sets ($k \le m$), S={$S_1,\ldots,S_k$}so as to minimize the within cluster sum of squares:

$$\arg\min_{s} \sum \sum_{x_j \in s_i} \left\| x_j - \mu_i \right\|^2 \qquad (1)$$

Where μ_i is the mean points in S_i.

3.1.2 Hierarchical Clustering Algorithm

In hierarchical clustering the aim is building a hierarchy of clusters. It is an agglomerative "bottom-up" approach. Such that analyses are started from a finite number of clusters, and pairs of clusters are combined as one moves up the hierarchy. At each iteration of an agglomerative algorithm two closest groups are chosen to merge. If single-link clustering is performed this distance is defined as the smallest distance between all possible pair of elements of the two groups:

$$d(G_i, G_j) = \min_{x^r \in G_i, x^s \in G_j} d(x^r, x^s) \qquad (2)$$

The process stops when k number of clusters is obtained. After an agglomerative hierarchical clustering generally the results are drawn as a hierarchical structure known as dendogram.

3.1.3 Farthest First Algorithm

Farthest First algorithm was defined by Hochbaum and Shymaysat in 1985. It is a modified algorithm of K-Means method [20]. Centroids are chosen and assignments of the data are done as in k-means but this method uses maximum distance instead of minimum distance. It lands every cluster center in turn at the point further most from the available cluster center. This method can be effective in the applications where time is important because in several cases it increases the speed since it makes less change of position.

4 Numerical Experiments

In numerical experiments all the implementations are made on The Waikato Environment for Knowledge Analysis (WEKA). It is a well-known machine learning tool and commonly used in data mining researches because it gives users free access to the source code, it is available in different platforms, it can be operated in various data formats and contains various learning algorithms. For the comparative study of the clustering algorithms on evaluation of students' performance we use an easily accessible real-world educational

dataset after preparation process. This process is explained in the below section.

4.1 Dataset Preparation

In the implementations we use an educational dataset called "Students' Performance Dataset" obtained from UCI Machine Learning Repository [26]. This dataset was constituted by using Portuguese school reports and questionnaires in secondary educations. It presents student grades, demographic, social and school related features. The original dataset consists of 397 instances that each have 33 attributes. The last attribute represents the final grades (0-20). Since we use letter system in grading we change the grade values as "F" for the grades "n" if 0<=n<4,"D" if 4<=n<8, "C" if 8<=n<12, "B" if 12<=n<16 else "A". The dataset has a high number of dimensions, which can cause some complicated relationships between the variables in the input data. Because of this reason we firstly aim to decrease the dimension of the problem by deleting some of the attributes that doesn't highly effect the success of the students. For attribute selection we use InfoGainEval function on WEKA. The results obtained after this task is shown in Fig. 1.

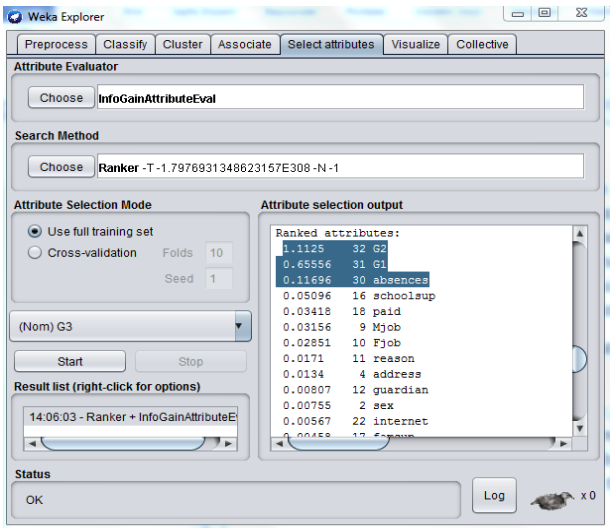


Fig. 1. Screen shot for the results of Attribute Selection

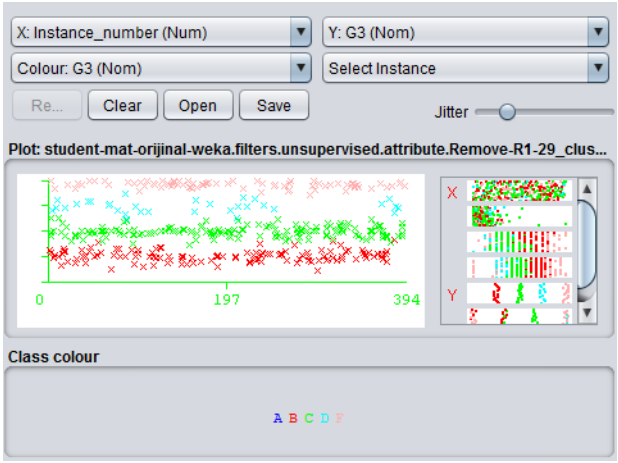


Fig. 2. Screen shot for the graphical illustration of used "Students' Performance Dataset"

We choose the most effective ones on G3 final grade by comparing the ranking values. We get the ones bigger than 0.1 (>0.1). These attributes are G2, G1 and absences. Such that these chosen attributes are the ones that are easily accessible by the educators. The descriptions of these attributes are given in Table 1. In Table 2 the data sets' details are presented. And in Fig. 2, the classes (final grades) of the data is shown according to the instance numbers.

Table 1. Used Attributes of "Students' Performance Dataset"

Attribute	Description	Possible Values
G2	Second grade	(numeric:0<n<100)
G1	First grade	(numeric:0<n<100)
absences	number of school absences	(numeric: 0<n<93)
G3	Final grade	A: 16<=n<=20 B: 12<=n<16 C: 8<=n<12 D: 4<=n<8 F: 0<=n<4

Table 2. Details of Used "Students' Performance Dataset"

Number of Instances	Number of Attributes	Number of Classes	Percentage of Labeled Instances %				
			A	B	C	D	F
397	4	5	0	30.73	41.05	8.06	19.64

4.2 Results

Obtained results after implementations are presented in tables. Table 3 shows the obtained percentages of correctly classified instances and running times respectively by the clustering algorithms; Farthest First, Hierarchical and Simple K-means. In the first experiment G3 is chosen as a class attribute for class based evaluation in WEKA cluster mode "classes to clusters evaluation". In this cluster mode, the classes (labels) are just used in testing phase. It compares how well the chosen clusters match a reassigned class (label) in the data. Besides, default cluster number parameter 2 is changed as 4 for each algorithm since there are 4 different classes; B,C,D,F. "A" class is not evaluated since there are not any students who get this grade in this dataset.

Table 3. Accuracy values in "classes to clusters evaluation"

Algorithms	Accuracy	Running Times
Farthest First	52.41%	0.03 sec.
Hierarchical	40.26%	0.15 sec.
Simple K-means	61.52%	0.02 sec.

When the obtained results are interpreted, the best algorithm is Simple k-means in terms of the accuracy and running times.

Besides the comparison in terms of the accuracy values (percentages of correctly classified instances) and running times, "use training set" cluster mode without G3 class attribute is also experimented. In this mode, there is no testing phase, in other words the original labels are not used. A list with how many instances have been assigned to each cluster (also in percent) is generated.

Obtained clustered output via "use training set" mode of each Simple K-means, Hierarchical and Farthest First algorithms are given in Fig. 3, 5, 7 and graphical illustration of the obtained cluster assignments via "classes to clusters" mode of each Simple K-means, Hierarchical and Farthest First algorithms are given in Fig. 4, 6, 8. In the graphical illustrations, x and y coordinates represent instance numbers and cluster numbers respectively. The G3 attribute is shown to see the efficiency in terms of classification. Clustered outputs of each algorithm in Fig. 4, 6 and 8 show the centroids of the obtained clusters and the percentages of the clustered instances.

In Table 4, obtained results according to the running times and percentages of clustered instances are presented as a whole for comparison. Running times are given in terms of seconds and clusters are defined as 0, 1, 2 and 3. These clusters can be thought as B, C, D and F grades of the students.

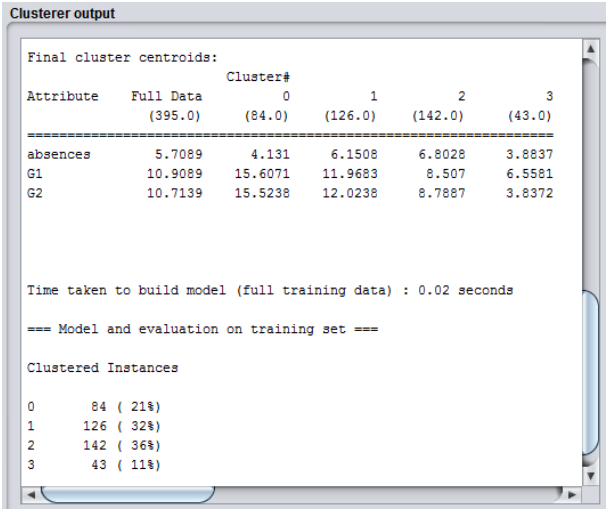


Fig. 3. Clustered output of Simple K-means Algorithm

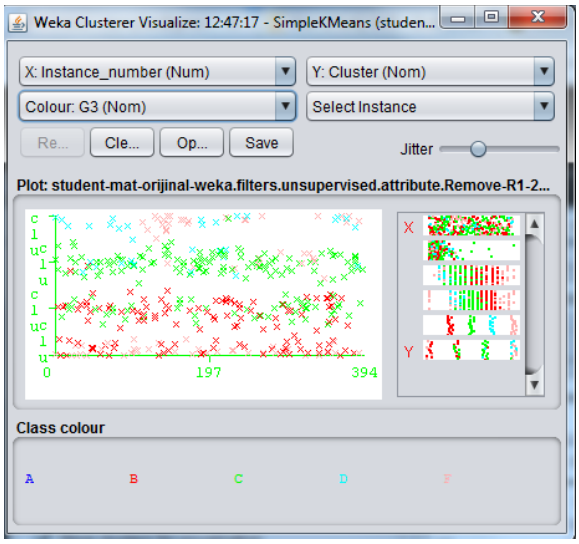


Fig. 4. Screen shot for graphical illustration of cluster assignments by Simple K-means Algorithm

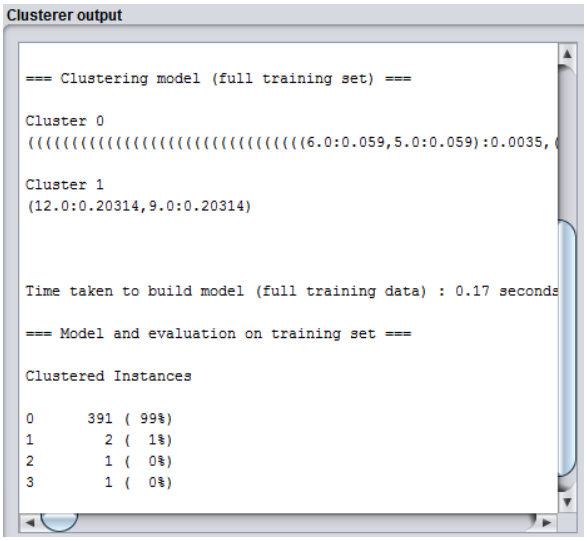


Fig. 5. Clustered output of Hierarchical Clustering Algorithm

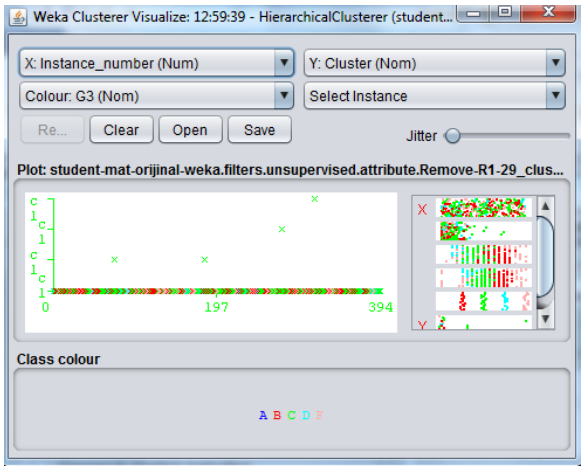


Fig. 6. Screen shot for graphical illustration of cluster assignments by Hierarchical Clustering Algorithm

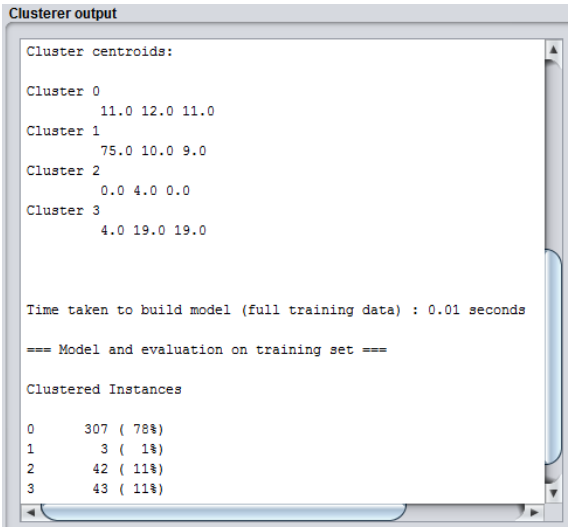


Fig. 7. Clustered output of Farthest First Algorithm

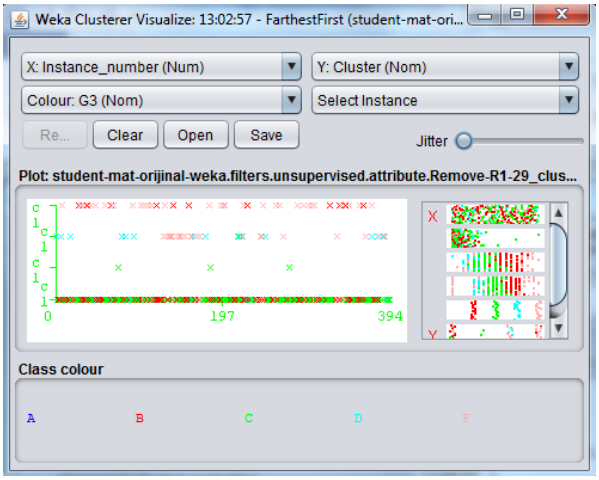


Fig. 8. Screen shot for graphical illustration of cluster assignments by Farthest First Algorithm

Table 4. Running times and percentages of clustered instances for each algorithms' implementation

Algorithms	Running Times	Percentage of clustered instances			
		0	1	2	3
Simple K-means	0.02 sec	21%	32%	36%	11%
Hierarchical	0.17 sec	99%	1%	0%	0%
Farthest First	0.01 sec	78%	1%	11%	11%

As can be seen from Table 4, Simple K-means algorithm get the closest partitioning results to the original dataset's percentages of labeled instances given in Table 2. When the running times are compared, it can be said that Hierarchical clustering is not so effective in computational complexity since it has the highest running time. Also as can be seen from the screen shot figures, Simple K-means obtained the most proper structure of the clusters that approaches to the original dataset.

5 Conclusion

In this paper, Simple K-means, Hierarchical and Farthest First clustering algorithms are compared in evaluation of students' performance by using "Students' performance dataset" available in UCI machine learning repository. Some preparations, mentioned in section IV, are performed before using the original dataset. WEKA tool is used for each implementation. The algorithms are experimented in two different cluster modes. In the first experiment the labels are used in the testing phase and accuracy results are used as performance

measures. The accuracy results are shown in table. Simple k-means get the highest accuracy in a short time.

In the second experiment, labels (classes) are not used at all. A list of how many instances are assigned to each cluster is generated. Again the closest results to the original dataset structure is obtained by Simple k-means algorithm. In accordance with the obtained results, it can be told that, Simple k-means algorithm is the most proper clustering method for evaluation of the students' performances in educational data mining. For future studies, these applications can be experienced on various educational datasets with recently developed algorithms.

References

[1] Mann, A. K. and Kayr, N. "Review Paper on Clustering Techniques". *Global Journal of Computer Science and Technology Software & Data Engineering*. Volume 13, Issue 5, 2013.

[2] Villanueva, M., A., Moreno, S., Luis, G., Salinas, S., Martha, J. "Data mining techniques applied in educational environments: Literature review". *Digital Education Review* Issue: 33 Pages: 235-266, 2018.

[3] Baker, R.S.J.D. and Yacef, K. "The State of Educational Data Mining in 2009: A Review and Future Visions". *Journal of Educational Data Mining*. 1, 3-16, 2009.

[4] Romero, C. and Ventura, S. "Educational Data Mining: A Review of the state of art". *IEEE Transactions on systems, Man, Cybernetics.- part C. Applications and reviews*. Vol. 40, No. 6, 601-618, 2010.

[5] Slater, S., Joksimovic, S., Kovanovic, V., et al. "Tools for Educational Data Mining: A Review", *Journal of Educational and Behavioral Statistics*, Volume: 42, Issue: 1, Pages: 85-106, 2017.

[6] Peña-Ayala, A. Educational Data Mining: Applications and Trends (Studies in Computational Intelligence). Springer, 2014.

[7] Mohamada, S. K. and Tasir, Z. "Educational Data Mining: A Review". *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Volume 97, 6 November 2013, Pages 320-324, 2013.

[8] A. Aleem and M. M. Gore, "Educational Data Mining Methods: A Survey," 2020 IEEE 9th International Conference on Communication Systems and Network Technologies (CSNT), pp. 182-188, doi: 10.1109/CSNT48778.2020.9115734, 2020.

[9] Martins, M. P. G., Migueis, V. L., Fonseca, D. S. B. "Educational Data Mining: A Literature Review", Conference: 13th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI) Book Series: Iberian Conference on Information Systems and Technologies Published: 2018 Location: Caceres, SPAIN Date: JUN 13-16, 2018.

[10] Bakhshinategh, B., Zaiane, O. R., ElAtia, S., Ipperciel, D. "Educational data mining applications and tasks: A survey of the last 10 years". *Education and Information Technologies*. Volume 23, Issue 1, pp 537–553, 2018.

[11] Hand, D. J., Mannila, H., Smyth, P. *Principles of Data Mining*. MIT Press, 2001.

[12] Peng, Y., Kou, G., Shi, Y., Chen, Z. "A descriptive framework for the field of data mining and knowledge discovery". *International Journal of Information Technology and Decision Making*. 7.04. pp. 639-682, 2008.

[13] Asif, R., Merceron, A., Ali, S.A. et al. "Analyzing undergraduate students' performance using educational data mining", *Computers & Education*, Volume: 113 Pages: 177-194, 2017.

[14] Urbina N., Argelia B., de la Calleja, J., Auxilio M.M. "Associating students and teachers for tutoring in higher education using clustering and data mining", *Computer Applications in Engineering Education*. Volume: 25 Issue: 5 Pages: 823-832, 2017.

[15] Alsheddy, A., Habib, M. "On the application of data mining algorithms for predicting student performance: a case study". *International Journal of Computer Science and Network Security*. Volume: 17 Issue: 10 Pages: 189-197, 2017.

[16] Kausar, S., Xu H., Hussain, I. "Integration of Data Mining Clustering Approach in the Personalized E-Learning System", *IEEE ACCESS* Volume: 6 Pages: 72724-72734, 2018.

[17] Dutt, A., Aghabozrgi, S., Ismail, M. A. B., Mahroeian, H. "Clustering Algorithms Applied in Educational Data Mining". *International Journal of Information and Electronics Engineering*. Vol.5(2): 112-116 ISSN: 2010-3719, 2015.

[18] Anuradha, C., Velmurugan T., Velmurugan T., Anandavally, R. "Clustering Algorithms in Educational Data Mining: A Review". *International Journal of Power Control and Computation (IJPCSC)* Vol 7. No.1 – 2015 Pp.47-52, 2015.

[19] Ramos, J. L. C., Silva, R. E. D., Rodrigues, R. L., Silva, J. C. S. and Gomes, A. S. "A Comparative Study between Clustering Methods in Educational Data Mining". *IEEE Latin America Transactions*, vol. 14, no. 8, 2016.

[20] Chaudhari, B., Parikh, M. "A Comparative Study of clustering algorithms Using weka tools". *International Journal of Application or Innovation in Engineering & Management*. Volume 1, Issue 2, 2012.

[21] Rokach L., Maimon O. Clustering Methods. In: Maimon O., Rokach L. (eds) *Data Mining and Knowledge Discovery Handbook*. Springer, Boston, MA. 2005.

[22] Banfield, J. D. and Raftery, E. A. "Model-Based Gaussian and Non-Gaussian Clustering". *Biometrics*. Vol. 49, No. 3 (Sep., 1993), pp. 803-821, 1993.

[23] Han, J. and Kamber, M. "Data Mining: Concepts and Techniques", *2nd ed. The Morgan Kaufmann Series in Data Management Systems*, Jim Gray, Series Editor Morgan Kaufmann Publishers, March 2006. ISBN 1-55860-901-6, 2006.

[24] MacQueen, J. "Some methods for classification and analysis of multivariate observations". In: *Proceedings of the Fifth. Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability*. Volume I, Statistics. Edited by Lucien M. Le Cam and Jerzy. Neyman. University of California Press, 1967.

[25] Jain, A. K. "Data clustering: 50 years beyond k-means". *Pattern Recognition Letters* Volume 31, Issue 8, 1 June, Pages 651-666, 2010.

[26] Cortez, P. Students' Performance Dataset. UCI repository of machine learning databases. Technical report. Department of informatics and computer science. University of California. Irvine. "https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/Students+Performance", 2008.

Yapay Sinir Ağı Modeli İle Döviz Kuru Tahminlemesi

Reyhan CAN[1*], Hatice Işın DİZDARLAR[2*]

[1]*Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Niğde Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu, Muhasebe ve Vergi Uygulamaları Bölümü, Niğde, TÜRKİYE*

[2]*Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, Niğde, TÜRKİYE*

Özet

Sabit kur sistemine dayalı olan Bretton Woods sisteminin işlerliğini yitirmesiyle birlikte esnek kur sistemi dönemi başlamıştır. Esnek kur sisteminde döviz kuru piyasadaki arz ve talebe göre belirlenmektedir. Ancak bu durum, kurların gelecekteki değerleri konusunda belirsizlik yaratır ve uluslararası ticaret ve uluslararası sermaye akımlarında riske neden olur. Döviz kuru riski, ülkelerin makro ekonomik göstergelerini, yatırımlarını, özellikle de işletmelerin maliyetlerini ve uluslararası rekabet gücünü, uluslararası işletmelerin ticari faaliyetlerini etkiler. Tüm sektörlerin ve bireylerin, tüm ekonomik paydaşların döviz kurundan etkilenmesi döviz kuru tahminini önemli kılmaktadır. Literatürde birçok araştırmacı tarafından doğrusal olmayan modellerin döviz kuru tahmininde daha başarılı olduğu gösterilmiştir.

Bu çalışmanın amacı, 2009-2020 yılları arasındaki makro ekonomik göstergelere dayalı olarak Dolar/TL kurunu ve Euro/TL tahmin etmektir. Çalışmada doğrusal ve doğrusal olmayan sistemleri modellemede kullanılabilen yapay sinir ağları modeli kullanılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yapay Sinir Ağı, Döviz Kuru Tahmini

Exchange Rate Forecasting With An Artificial Neural Network Model

Abstract

With the loss of functionality of the Bretton Woods system, which is based on a fixed exchange rate system, the flexible exchange rate system period has begun. In the flexible exchange system, the exchange rate is determined according to the supply and demand in the market. However, this situation creates uncertainty about the future values of exchange rates and, causes risks in international trade and international capital flows. Exchange rate risk affects the macroeconomic indicators of countries, their investments, especially the production costs and international competitiveness of businesses, and the commercial activities of international businesses. Exchange rate estimation has become important as all sectors, individuals and all economic stakeholders are affected by the exchange rate. It has been shown by many researchers in litarature that nonlinear models are more successful in predicting the exchange rate.

The purpose of this study is to forecast the dollar/TL and euro/TL exchange rate based on macroeconomic indicators fort he 2009 – 2020. In the study, artificial neural networks model that can be used in modeling linear and nonlinear systems was used.

Keywords: *Artificial Neural Network, Exchange Rate Forecasting*

**dizdarlar@ohu.edu.tr*

Giriş

Uluslararası finansal piyasalardaki ve dış ticaretteki gelişmeler, teknolojik gelişmeler sonucu artan iletişim kanallarıyla küreselleşmenin hızlanması, sürekli birbirinden etkilenen ekonomiler ve ortaya çıkan ekonomik ve finansal krizler yatırımcıların geleceği görmesini zorlaştırmıştır. Gayrimenkul,

menkul değer ve dövizin gelecekteki fiyatlarına olan ilgiyi artırmıştır.

Döviz, menkul değer gibi finansal varlık fiyat ve/veya getirilerinin belli bir olasılık dahilinde öngörülebilir olması, bu konu hakkında önceden bilgi sahibi olan yatırımcılara normal üstü getiri sağlama veya uğranılacak bir kaybı giderme fırsatı sağlayabilir. Döviz fiyatlarının tahmin edilmesi, bireysel yatırımcılar, fon yöneticileri, finansal analistler ve araştırmacılar için yatırım/finansal kararların alınmasındaki önemli bir sorundur. Fiyatların dinamik olmaları nedeniyle döviz fiyatlarının tahmini bir zorunluluk olarak karşımıza çıkmaktadır (1).

Bu çalışmanın amacı, temel ekonomik verilere dayalı olarak kurun tahmin edilebilirliğini araştırmaktır. Çalışmada hala dünyada rezerv para olma özelliğini koruyan dolar ve Avrupa Birliği para birimi olan Euro kullanılacaktır. Çalışmada öncelikle etkileyen faktörler ve döviz kuru tahmin yöntemleri incelenecektir. Daha sonra Dolar/TL ve Euro/TL kuru'nun tahmin edilebilirliği üzerine bir araştırma yapılacaktır.

Döviz Kurunu Etkileyen Faktörler

2.1 *Tercih Edilen Kur Sistemi*

Döviz kurunu etkileyen en önemli faktör, devletlerin tercih ettikleri döviz kuru sistemidir. Devletler, temel olarak, tam sabit kur sistemi, yarı sabit kur sistemi ya da esnek kur sistemini benimseyebilirler. Tercih edilen döviz kuru sistemi ile uyumlu olmayan ekonomik politikalar krize neden olur. Özellikle de yarı sabit kur sisteminde, hükümetin, uygulanan politikadan uygun zamanda çıkış yapması gereklidir. Aksi halde krizle karşı karşıya kalınabilir (2).

Bretton Woods sisteminin çöküşü, dış ticaretin finansmanının önem kazanması, döviz kurundaki yükselişler dövizle mal alım satımı yapan firmaları ve döviz pozisyonu tutan finansal kuruluşları kur riskiyle karşı karşıya bırakmıştır (3). Döviz kuru riski, döviz kurlarında beklenmedik değişimlerin, firmanın ya da yatırımcıların nakit akışlarında neden olduğu değişimlerdir (4). Döviz kuru riski, İthalat ya da ihracat yapan firmaların, döviz bazlı işlemler nedeniyle bankaların, uluslararası lisans anlaşması yapan firmaların, uluslararası portföy yatırımlarının nakit akışlarını etkiler (5).

2.2 Temel Ekonomik ve Finansal Faktörler

Kur riskine neden olan temel ekonomik faktörler, enflasyon oranı, faiz oranı ve ekonomik büyüme gibi faktörlerdir. Enflasyon oranı ile ulusal paranın değeri arasında ters yönlü bir ilişki vardır. Enflasyonu yüksek olan ülkenin ürettiği mallar, enflasyonu düşük olan ülkelerin ürettiği mallara kıyasla daha pahalıdır. İthal mallara olan talep artarken döviz talebi de artar. Dövize olan talep dövizin fiyatının artmasına neden olur ve ulusal paranın değeri düşer. Tüketime dayalı ekonomik büyüme mal ve hizmet talebine neden olur. Bu talep ithalat mallarına olan talebi artırır ve döviz fiyatı yükselir. Ancak, yatırıma dayalı büyümede, yatırımlardaki artışla üretim maliyetleri azalıyorsa, ihracat mallarına talep artar ve döviz girişi sağlanır (6). Kuru etkileyen diğer bir faktör, sermayenin getirisi olan faiz oranlarıdır. Yurtiçi faiz oranları dünya faiz oranlarından yüksekse ülkeye sermaye girer, ulusal para değer kazanır, döviz kuru düşer. Yurtiçi faiz oranları dünya faiz oranlarından düşükse ülkeden sermaye çıkışı olur ve ulusal para değer yitirir (7).

Dış ticarete ilişkin işlemlerin yer aldığı ödemeler dengesinde oluşan açıklar ya da fazlalıklar döviz arz ve talebini etkileyerek döviz kurunu etkiler. Ödemeler dengesindeki açık ülkenin dövize olan ihtiyacını artırır, kurun yükselmesine neden olur. Ödemeler dengesi fazla verdiğinde ise tersi geçerlidir (8).

Gelecekteki döviz kuru beklentileri kuru etkileyen diğer bir faktördür. Makro ekonomik değişkenleri ya da ekonomi politikasını etkileyecek siyasi bir gelişmeye ilişkin olumlu ya da olumsuz bir tepki döviz üzerinde baskı oluşturabilir (9).

Kurlardaki diğer bir dalgalanma, politik risk nedeni ile ortaya çıkar. Siyasi istikrarsızlık, ekonomi politikasında tercihler, savaş, sosyal patlama, terör gibi olaylardaki politik tercihler, politik yaklaşımlar nedeni ile ortaya çıkar (8).

Döviz Kuru Tahmin Yöntemleri

Piyasalarda artan risk ve belirsizlik yatırımcıların bu piyasalarda doğru ve güvenilir tahminler yapmasını önemli ve değerli hale getirmiştir. Yatırımcılar geleceğe ilişkin tahmin yaparken modele dayalı olarak temel analiz veya teknik analiz modellerinden yararlanırlar (1). Piyasaya dayalı tahminler ise forward döviz kurları ve faiz oranlarıdır.

Teknik analiz, kurların geçmiş verilerinin gösterdiği trendin gelecekte de tekrarlanacağını öngören bir yaklaşımdır. Teknik analiz kur değişiminin yönünü gösterir ancak, nokta tahmin yapma olanağı yoktur (4). Teknik analiz, çizelge yöntemi veya eğilim yöntemi ile yapılır. Çizelge yönteminde tekrar eden fiyat modelleri bilgisayar ortamında gerçekleştirilen programlarla, grafik veya ekstrapolasyon yöntemi ile kur tahmini yapar. Eğilim analizinde ise geçmiş

verilere dayalı matematik modelleri kullanılarak tahmin yapılır (8).

Temel analiz yönteminde, piyasada döviz kurları üzerinde etkili olan değişkenler kullanılarak uzun dönemli tahminler yapılır (8). Bu değişkenler, enflasyon oranı, faiz oranı, ekonomik büyüme, para arzı değişimleri, ihracat – ithalat gibi değişkenler olabilir (4). Temel analiz yapılırken, satın alma gücü paritesi, regresyon, riske maruz değer analizi, zaman serileri modelleri, stres testleri ve senaryo analizleri, finans kurumlarına ait risk metrik programları, yapay sinir ağları kullanılır (8). Son zamanlarda konuya odaklı çalışmalar yapay zeka uygulamaları ve makine öğrenimi tekniklerinden de yararlanmaya başlamıştır. Bu tekniklerin geleneksel istatistiksel modellerden daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür (1). Kantitatif tekniklerin başarılı bir şekilde kullanımı karmaşık problemlerin daha fazla doğruluk ile çözümünde işletmelere yardımcı olmaktadır (10).

Piyasaya dayalı tahminlerden, forward kurlar, döviz piyasasında geçerli olan döviz kurunun aynı süre sonunda spot kurunun sapmasının bir göstergesidir ve forward kurlar kısa vadeli kur tahminleri için kullanılır. Faiz oranına göre ise genellikle uzun vadeli yapılır. Göreceli faiz oranı ya da Fisher etkisi tahmin yöntemi kullanılabilir (4,8).

4 Yapay Sinir Ağları ile Döviz Tahminine İlişkin Literatür

Özkan (2012), çalışmada son yıllarda tahmin problemlerinde etkili olarak kullanılan YSA ile yapısal döviz kuru tahmin metotlarından biri olan Parasal Modelin tahmin performanslarını karşılaştırmıştır. Dolar/TL için 1986-2010, Avro için 1999-2010 döneminin incelendiği çalışmada yerli ve yabancı ülkenin enflasyon oranı, para arzı, faiz oranı ve milli gelir ekonomik verileri kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda YSA'nın yüksek tahmin gücüne (dolar için %99, avro için %98,4) ulaştığı görülmektedir [11].

Özkan (2011) çalışmasında YSA ile döviz kuru tahmininde alternatif çözüm yöntemleri aranmaktadır. Bu amaçla, döviz kuru tahmininde kullanılan zaman serisi modellerindeki "gecikmeli değerler" ve döviz kuru tahmininde kullanılan yapısal modellerden "Parasal model ve Satın Alma Gücü Paritesi modellerinin değişkenleri" kullanılarak oluşturulan YSA modellerinin tahmin performansları incelenmiştir. Çalışmada Dolar/TL'nin 1986 – 2010 ve Avronun 1999 – 2010 dönemi döviz kuru tahminleri yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda döviz kuru değişkeninin gecikmeli değerleri kullanılarak oluşturulan YSA modelinin en iyi tahmin gücüne sahip olduğu görülmüştür. Çalışmada, döviz kurunun zaman serileri, yerli ve yabancı ülkeye ait enflasyon, para arzı (M1), faiz ve milli gelir ekonomik verileri kullanılmıştır. Çıktı tabakasında ise döviz kuru çıktı olarak bulunmaktadır [12].

Pekkaya ve Hamzaçebi (2007), Ocak 1999 – Temmuz 2006 dönemi için YSA ile YTL/USD kurunu tahmin etmişlerdir. Kuru tahmin etmede %6,61 hata payı ile faiz oranı, enflasyon, para arzı, dış ticaret haddi için ihracat ve ithalat fiyat endeksine ilişkin makro ekonomik verilerin etkili olduğunu tespit etmişlerdir [13].

Taş, Yakak ve Uğurlu (2018), Euro/TL kurunun hareketinin istatistik ve YSA yöntemleri ile tahmin edilmesi üzerine bir araştırma yapmışlardır. Çalışmada iki farklı tahmin yöntemi ile Euro/TL tahmini yapılmıştır. Girdi olarak her iki modelde de son 10 yılın Euro/TL günlük kuru kullanılmış ve son bir yılın günlük dolar kuru tahmin edilmiştir. YSA yöntemi ile bulunan bulgular ortalama mutlak hatalar istatistik yöntemi ile bulunanların yaklaşık %2'si kadar daha azdır. Tahminler 365 günün her biri için "rolling window" yöntemi kullanılarak yapıldığından, elde edilen sonuçların "robust" olduğu söylenebilir. Araştırmada kullanılan her iki modelin de belirli bir başarı ile dolar kurunu tahmin edebildikleri ancak YSA modelinin, istatistik modeline kıyasla daha başarılı sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir [14].

Şeker, Yıldırım ve Berkay (2004) çalışmasında , Çok Katmanlı İleri Beslemeli YSA'na, Eğitim Algoritması olarak Backpropagation (Geri-Yayılım) algoritmasının uygulanmasıyla ABD Doları, Alman Markı, Japon Yeni, ve Avusturalya Doları için döviz kuru alış fiyatlarının tahmini yapılmıştır. Geçmiş dönem kayıtları kullanılarak yapılan hesaplamalar sonucunda, Geri Yayılım algoritmasının uygulandığı YSA bünyesindeki parametreler ve katman özelliklerinin değişik değerleri için üretilen tahmini değerler, gerçekleşen değerlerle kıyaslanmakta ve bu yolla, uygulanan tekniğin verimliliği ölçülmektedir. Araştırmanın sonucunda, tahmin edilen döviz kuru alış değerleriyle; gerçek döviz kuru alış değerleri arasındaki fark %2'yi aşmamıştır. Kullanılan tekniğin maksimum %2 hata ile tahmin değerleri ürettiği ve bu yaklaşıklığın tahmin değerlerinin doğruluğu için oldukça iyi bir değer olduğu tespit edilmiştir [15].

Qi ve Wu (2003), döviz kurlarının yapısının karmaşık olması nedeniyle kuru tahmin etmede doğrusal olmayan yöntemlerin daha iyi sonuç verip vermeyeceğini araştırmıştır. Bu amaçla, global sinir

ağları yaklaşımını ve random walk modelini kullanmıştır. Çalışmasında, yüksek frekanslı veriler için global sinir ağları yaklaşımının daha iyi sonuçlar verebileceğini belirtilmiştir. Ancak, araştırmasında düşük frekanslı (aylık) veriler kullanmıştır. Çalışmasında, Japon yeni, mark, pound ve Kanada dolarının Ocak 1990 – Temmuz 1997 dönemi için makro ekonomik verilere dayalı olarak kur tahmini yapmıştır. Araştırmasının sonucunda pound ve Kanada doları için sinir ağlarının daha destekleyici sonuçlar verdiğini, ancak, seçilen araştırma dönemi ve değişkenleri için, doğrusal olmayan modellerin döviz kuru hareketlerini tahmin etmede yetersizliğini tespit etmiştir [16].

Kadılar, Şimşek ve Aladağ (2009), hem doğrusal hem doğrusal olmayan yapılar için kullanılan YSA yönteminin yüksek dalgalanma gösteren Dolar/TL kurunun tahmininde daha iyi sonuçlar vereceğini öne sürmüştür. YSA yönteminin mevsimsel ARIMA ve ARCH modellerine göre daha iyi tahminler ürettiğini tespit etmiştir. 03 Ocak 2005 – 28 Ocak 2008 dönemi Dolar/TL kuru için haftalık veriler kullanılmıştır. Dolar/TL serisinin farkları ile yapılan çalışmanın sonucu çıktı nöronundaki aktivasyon seçiminin YSA tahmininde daha etkili olduğunu göstermiştir [17].

Chaudhuri ve Ghosh (2016), Hindistan rubisi/dolar kurunu tahmin etmek için, üç aylık Rupi/ dolar vadeli döviz kurunu, NIFTY, Dow Jones Endüstriyel, Hang Seng, DAX endekslerinin getirisini, ham petrol fiyatını, CBOE VIX ve Hindistan VIX endekslerini açıklayıcı değişken olarak kullanmıştır. YSA modelleri olarak, Çok Katmanlı İleri Beslemeli Sinir Ağı (MLFFNN) ve Dışsal Girişli (NARX) Sinir Ağı ile Doğrusal Olmayan Otoregresif modeller kullanılmıştır. Otoregresif Koşullu Heteroskedastic (GARCH) ve Üstel Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Heteroskedastic (EGARCH) teknikleri ise Zaman Serisi Ekonometrik yöntemler olarak kullanılmıştır. Araştırmanın sonucunda döviz kuru tahmininde MLFNN ve NARX'in daha etkili olduğu tespit edilmiştir [18].

5 Yapay Sinir Ağları ve Çok Katmanlı Algılayıcı

Yapay Sinir Ağ (YSA) modelleri, insanda kullanıldığına inanılan bazı örgütsel ilkeleri kullanan biyolojik sinir ağlarından esinlenerek ortaya çıkmıştır (19). Biyolojik sinir sisteminin çalışma şeklinin taklidi olarak tasarlandıklarından yapay sinir hücrelerini içerirler ve bu yapay sinir hücreleri birbirlerine bir bağ yardımıyla bağlanarak yapay sinir ağını oluşturur. Oluşan bu yapay sinir ağı öğrenme, hafızaya alma ve veriler arasındaki ilişkiyi ortaya çıkarma gibi insanın sahip olduğu özelliklere benzer özelliklerle problemlere çözüm üretebilmektedir (12).

Son zamanlarda kullanımı artan YSA'ların ekonomik modellerde kullanılmasının bazı avantajları ve dezavantajları söz konudur. YSA'nın daha geleneksel ekonometrik modellere göre avantajı, veri üretme sürecinde doğrusal olmayan ilişkileri de modelleyebilmesidir (20). Bunun yanı sıra YSA modellerinde veri sayısında bir kısıt bulunmaması (11), belirsiz, gürültülü ve eksik verileri de işleyebilmesi YSA'yı tahmin ve modelleme bakımından diğer tekniklere göre daha üstün kılmaktadır (21). Ayrıca istatistiki modellerde olduğu gibi gerekli ön varsayımlarının olmaması ve deneme yanılma yoluyla uyarlanabilen modeller olmaları YSA'ların başarısını artırmaktadır [22]. Sinir ağları örnek alarak öğrendiklerinde belli bir görevi gerçekleştirmek için programlanamazlar. Bu durum örnekler dikkatlice seçilmediğinde ağın hatalı çalışmasına neden olabilir. Ağın soruna kendi kendine çözüm bulması ve işleyişinin öngörülememesi YSA'nın dezavantajını oluşturmaktadır (23).

En basit yapay sinir hücresi girdiler, ağırlıklar, birleştirme fonksiyonu, aktivasyon fonksiyonu ve çıkış olarak beş bileşenden oluşur. Girdiler diğer hücrelerden ya da dış ortamlardan hücreye giren bilgilerdir (14). Ağırlıklar veriler arasında en uygun değeri bulmaya odaklanarak ağın eğitilmesini sağlar (24). Ağırlık değeriyle çarpılan her bilgi birleştirme fonksiyonu yardımıyla gizli katmandaki her bir hücrenin toplam net girdi değerinin bulunmasını sağlar (25). Aktivasyon fonksiyonu yardımıyla girdi verileri üzerinden yapılan işlemlerle net çıktı sonuçlarına ulaşılır. Aktivasyon fonksiyonu genelde doğrusallık göstermemektedir ve sonuçların performansı seçilen fonksiyonun doğruluğundan etkilenmektedir (24).

YSA ileri besleme ve geri besleme ağları şeklinde iki yolla tasarlanabilir. İleri besleme ağları, önceki katmandan girdileri almakta ve çıktıları bir sonraki katmana göndermektedir (20). Geri beslemeli ağlarda ise en az bir yapay sinir hücresinin kendi katmanındaki veya kendinden önceki katmana dönüş bağlantısı vardır (26).

YSA'lar öğrenme biçimlerine göre denetimli (supervised), denetimsiz (unsupervised) karma ve pekiştirmeli (reinforcement) öğrenme şeklinde gruplanabilir. Denetimli öğrenmede, her giriş modeli için doğru bir yanıt (çıktı) ile sağlanır. Ağın bilinen doğru yanıtlara olabildiğince yakın yanıtlar

üretmesini sağlamak için ağırlıklar belirlenir. Denetimsiz öğrenme, eğitim veri setindeki her bir girdi modeliyle ilişkili doğru bir yanıt gerektirmez. Verilerdeki temel yapıyı veya verilerdeki modeller arasındaki korelasyonu araştırır ve bu korelasyonlardan modelleri kategorize eder. Karma öğrenmede hem denetimli hem de denetimsiz öğrenme birlikte kullanılmaktadır. Pekiştirmeli öğrenme ise, ağa doğru yanıtların verilmediği, yalnızca ağ çıktılarının doğruluğu üzerine bir eleştirinin sağlandığı denetimli öğrenmenin bir çeşididir (19).

YSA'da değişkenler arasında doğrusal ilişkiler olmadığında Çok Katmanlı Algılayıcı (ÇKA- Multi Layered Perception-MLP) kullanılır ve ağ girdi, çıktı ve gizli katmandan oluşmaktadır (27). Girdi katmanı, çözülmesi istenilen probleme ilişkin bilgilerin YSA'ya alınmasını sağlarken, çıktı katmanı işlenen bilginin dışarıya aktarıldığı katmandır. ÇKA'da gizli katman girdi ve çıktı katmanları arasında yer almaktadır (28) Sebep-sonuç ilişkisine dayalı bir tahmin probleminde girdi nöronu sayısı bağımsız değişken sayısına ve çıktı nöronu sayısı da bağımlı değişken sayısına eşit alınır. YSA'nın başarısını etkileyen ve doğrusal olmayan ilişkinin kurulmasına yardımcı olan gizli katman ve gizli nöron sayısı deneme yanılma yöntemi ile belirlenmektedir. Yapılan denemeler sonucu en doğru sonucu veren gizli nöron sayısı seçilmektedir. Bir ÇKA'nın kendisinden istenen görevi yerine getirebilmesi için probleme ilişkin verilerle ağın eğitilmesi gerekir. Eğitme işlemi öğrenme algoritmaları sayesinde gerçekleştirilir (13). ÇKA'da girdi ve çıktı birimleri arasındaki eğrisel eşleşmeyi sağlamak için aktivasyon fonksiyonlarında yararlanılmaktadır. ÇKA'da sıklıkla kullanılan aktivasyon fonksiyonu Sigmoid fonksiyonudur (29). Sigmoid fonksiyonu doğrusal olmayan bir fonksiyondur ve bu nedenle verilerdeki doğrusal olmayışı yakalar (30).

YSA'nda, ağ giriş ve çıkışında kullanılacak verilere ön işlem uygulanarak verilerin eğitiminin daha verimli hala getirilmesi söz konusudur. Bunun için verilerin eğitime uygun hale getirilmesinde normalleştirmeden yararlanılmaktadır (29). Veri normalleştirme, verileri belirli bir aralıkta (0 ila 1 veya -1 ila 1) tutma işlemidir. Genellikle istenmeyen verileri kaldırmak için normalleştirme gerekir (30). Bu çalışmada, verileri 0 ile 1 arasındaki bir değere indirgemek için Min-Max normalizasyonu kullanılmıştır. Bu yöntemde en büyük değer bir, en küçük değer ise 0 olarak alınır ve diğer bütün değerler 0-1 aralığına yayılır. Veri normalizasyonu aşağıdaki denklem kullanılarak yapılmıştır.

$$x^{\iota} = \frac{x_{\mathrm{i}} - x_{min}}{x_{max} - x_{min}} \quad (1)$$

Bu eşitlikte (29);
X^{ι} = Normalize edilmiş veriyi
X_i = Girdi değerini
X_{min} = Girdi seti içerisinde yer alan en küçük sayıyı
X_{max} = Girdi seti içerisinde yer alan en büyük sayıyı gösterir.

Normalizasyon işleminden sonra, girdi veri seti eğitim ve test seti olarak ikiye ayrılmaktadır. Eğitim ve test seti belirlenirken genellikle %80-%20 veya %70-%30 şeklinde ayrıma gidilmektedir. Eğitim seti ağın eğitilmesi için kullanılmaktadır ve ağın eğitilmesinde eğitim algoritmalarından faydalanılmaktadır. Eğitim setinden öğrenen yapay sinir ağları test setleri için bir tahminde bulunmaktadır ve bu tahminin doğruya yakınlığı yapay sinir ağının başarısının göstergesidir.

6. Yapay Sinir Ağları ile Döviz Kuru Tahmini Üzerine Bir Araştırma

Bu çalışmada, yapay sinir ağları kullanılarak 2009 – 2020 dönemi için makro ekonomik veriler yardımıyla döviz kuru tahmini yapılmıştır. Çalışmada tüm değişkenlere ait veriler aylık olarak araştırmaya dahil edilmiş ve veriler T.C. Merkez Bankası ve TUİK web adreslerinden elde edilmiştir. Çalışmada dolar fiyatı ve Euro fiyatı ayrı ayrı incelenmiştir.

Dolar fiyatını tahmin etmek için kurulan modelde öncelikle belirlenen değişkenler arasında oto korelasyon olup olmadığı incelenmiş ve sonrasın aralarında korelasyonun düşük olduğu değişkenler araştırmaya dahil edilmiştir. Yapılan inceleme sonucunda ihracat rakamları, Merkez Bankası dolar rezervi, faiz oranı, ÜFE, BIST 100 Endeksi, dış ticaret açığı, sanayi üretim endeksi verileri giriş verisi olarak kullanılırken, çıkış değeri olarak dolar fiyatı değişkeni kullanılmıştır. Çalışmada dolar tahmini için 144 verinin 116'sı (%80) eğitim verisi olarak 14 veri (%10) test verisi ve 14 veride (%10) doğrulama (validation) verisi olarak kullanılmıştır.

Euro fiyat tahmini için ise ithalat rakamları, Merkez Bankası dolar rezervi, faiz oranı, kapasite kullanım oranı, altın fiyatları, dış ticaret açığı ve sanayi üretim endeksi verileri giriş verisi olarak kullanılırken, çıkış değeri olarak Euro fiyatı değişkeni kullanılmıştır. Çalışmada Euro fiyat tahmini için 144 verinin 100'ü (%70) eğitim verisi olarak 22 veri (%15) test verisi ve 22 veri de (%15) doğrulama verisi olarak kullanılmıştır.

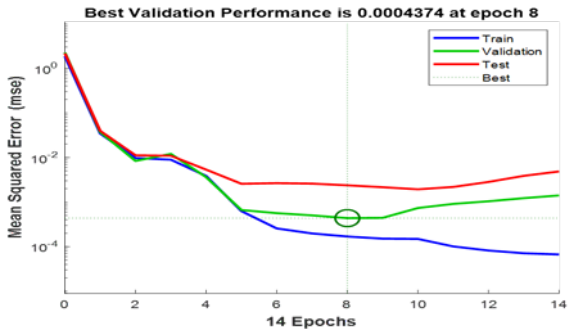
Veriler Min –Max yöntemiyle normalleştirilmiştir. ÇKA yöntemlerinden olan ileri besleme ağ yöntemi, gizli katmanda sigmoid transfer fonksiyonu

kullanılmıştır. Çalışmada ortalama kare hatası (Mean Squared Erorr- MSE) maliyet fonksiyonu olarak atanmıştır. Her iki tahminde de ağın eğitimi için Levenberg Marquardt (trainlm) algoritması kullanılmıştır.

Ağ eğitilirken öğrenme tipi olarak denetimli öğrenme seçilmiştir. Yöntemin uygulanması, Matlab (R2021a sürüm) bilgisayar programının yapay sinir ağı modülü (Neural Network Toolbox) ile gerçekleştirilmiştir. Modelde yedi adet bağımsız değişken olduğu için, girdi katmanında yedi adet girdi nöronu vardır. Çıktı katmanında ise bağımlı değişkene ait bir adet nöron bulunmaktadır. Değişik sayıda gizli nöronlarla ve gizli tabaka sayıları ile yapılan denemeler sonunda tek gizli tabakadan oluşan ağ mimarisinin daha iyi sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir. Bu gizli tabakada on-on beş tane nöron kullanılarak yapay sinir ağı oluşturulmuştur. Oluşturulan YSA modelinde toplama fonksiyonu olarak, doğrusal toplama işlemi tercih edilmiştir. Çalışmada, gizli katman ve çıktı katmanındaki nöronlarda aynı aktivasyon fonksiyonuna yer verilmiştir. Her iki katmanda da nöronlarda sigmoid fonksiyonu kullanılmıştır. Yapay sinir ağının performansını etkileyen faktörlerden birisi de eğitim algoritmasıdır. Yapılan denemeler sonucunda eğitim algoritması olarak Levenberg Marquart (trainlm) algoritmasının kullanıldığı ağ yapısı en iyi sonuçları verdiğinden eğitim algoritması olarak trainlm seçilmiştir.

Dolar tahmini için yapılan analiz sonucunda verilerin 14 iterasyon sonrası en iyi doğrulama performansına ait grafik Tablo 2'de yer almaktadır.

Tablo 2: Dolar Tahmini En İyi Doğrulama Performans Grafiği



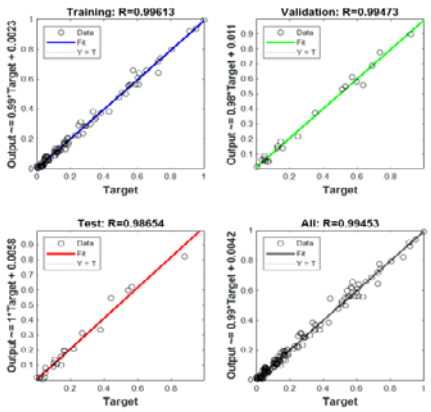
Regresyon grafikleri eğitim, doğrulama ve test kümeleri için hedeflere göre ağ çıktılarını göstermektedir. Mükemmel bir uyum için her durumda 0.93 veya üstü olan R değeri tüm veri kümeleri için makul kabul edilmektedir. Regresyon R değerleri, çıktılar ve hedefler arasındaki korelasyonu ölçmektedir. 1'lik bir R değeri, yakın bir ilişki olduğunu gösterirken, 0 R değeri rastgele bir ilişki olduğu anlamına gelmektedir.

Tablo 1: YSA Girdi Parametreleri

	Dolar Fiyat Tahmini	**Euro Fiyat Tahmini**
Öğrenme Şekli	Denetimli Öğrenme	Denetimli Öğrenme
Ağ Tipi	İleri Beslemeli Ağ	İleri Beslemeli Ağ
Aktivasyon Fonksiyonu	Sigmoid (tansig)	Sigmoid (tansig)
Eğitim Fonksiyonu	LevenbergMarquart-(Trainlm)	LevenbergMarquart-(Trainlm)
Öğrenme Fonksiyonu	Learngdm	Learngdm
Performans Fonksiyonu	MSE	MSE
Tabaka Sayısı	3	3
Giriş Katmanı Nöron Sayısı	7	7
Çıkış Katmanı Nöron Sayısı	1	1
Gizli Katman Nöron Sayısı	15	10

Tablo 3'de dolar tahmini için regresyon grafikleri yer almaktadır.

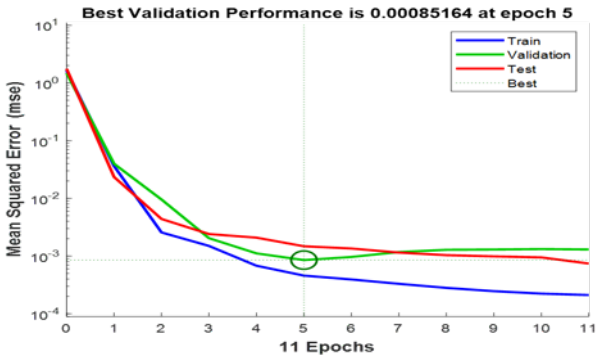
Tablo 3: Dolar Tahmini Regresyon Grafikleri



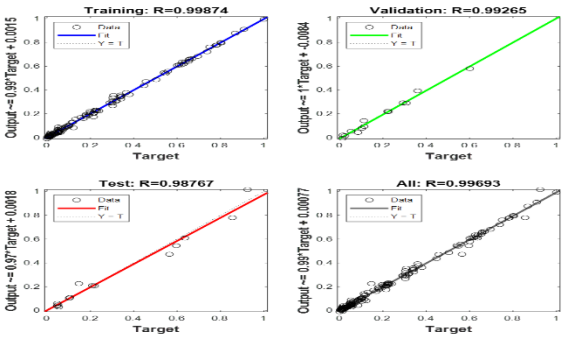
Yapılan yapay sinir ağı analizi ile girdi değişkenlerimiz dolar kuru tahmininde %99 güven aralığında doğru tahminde bulunmuştur. Regresyon R değerleri grafiği 1'e çok yakın olduğundan girdi değişkenlerimiz ile çıktı değerimiz arasında yakın bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Gerçek döviz kurunun (grafikte target (hedef) ile temsil edilir) ve tahmin edilen döviz kurunun (grafikte output (çıktı) ile temsil edilir) eğitim, doğrulama, test ve tüm veri seti için çok yakın olduğu grafikten görülebilmektedir. Gerçek veriler ve tahmin verileri arasında doğrusal bir eğilim gözlemlenmektedir.

Euro tahmini için yapılan analiz sonucunda verilerin 11 iterasyon sonrası en iyi doğrulama performansına ait grafik Tablo 4'de yer almaktadır.

Tablo 4: Euro Tahmini En İyi Doğrulama Performans Grafiği



Tablo 5: Euro Tahmini Regresyon Grafikleri



Yapılan yapay siniri analizi ile girdi değişkenlerimiz Euro kuru tahmininde %99 güven aralığında doğru tahminde bulunmuştur. Regresyon R değerleri grafiği 1'e çok yakın olduğundan girdi değişkenlerimiz ile çıktı değerimiz arasında yakın bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Gerçek döviz kurunun (grafikte target (hedef) ile temsil edilir) ve tahmin edilen döviz kurunun (grafikte output (çıktı) ile temsil edilir) eğitim, doğrulama, test ve tüm veri seti için çok yakın olduğu grafikten görülebilmektedir. Gerçek veriler ve tahmin verileri arasında neredeyse doğrusal bir eğilim gözlemlenmektedir.

7 Sonuç

Piyasalarda yatırımcılar geleceğe ilişkin kararlarında bugünkü bilgilerini kullanırlar. Yatırımcılar geleceğe ilişkin tahminlerinde genellikle makro ekonomik verileri kullanır. Etkin piyasaların söz konusu olduğu durumlarda hiçbir yatırımcı piyasayı etkileyemeyeceğinden uzun dönemde kurlar piyasaya gelen bilgilere göre fiyatlanmalıdır.

Döviz kuru ve döviz kurunu etkileyen değişkenlerden bir kısmı doğrusal olmayan yapı izlerler. Bu nedenle döviz kurunun tahminini yaparken doğrusal olmayan modellerle de tahmin yapılaması gerekir. Hem doğrusal hem de doğrusal olmayan yapılar için YSA yöntemi kullanılabilir.

Bu çalışmanın amacı, temel analiz modeli ile makro ekonomik faktörlere dayalı olarak Dolar/TL'nin ve Euro/TL'nin geleceğe ilişkin fiyatlarının yapay sinir ağları yöntemi ile tahmin edilebilirliğini ortaya koymaktır. 2009 – 2020 dönemine ilişkin Dolar/TL ve Euro/TL verileri kullanılarak yapılan araştırmanın sonucunda, Dolar/TL tahmini için Merkez Bankası dolar rezervi, faiz oranı, ÜFE, BIST 100 Endeksi, dış ticaret açığı, sanayi üretim endeksi verilerinden yararlanabileceğimiz, Euro/TL tahmini yaparken de Merkez Bankası dolar rezervi, faiz oranı, kapasite kullanım oranı, altın fiyatları, dış ticaret açığı ve sanayi üretim endeksi verilerinden

yararlanabileceğimiz tespit edilmiştir. Araştırmanın sonucu, Özkan 2012 ve 2011, Pekkaya ve Hamzaçebi (2007), Kadılar, Şimşek ve Aladağ (2009) çalışmaları ile uyumludur. Döviz kuru tahmininde yapay sinir ağları yönteminin kullanımı yüksek bir tahmin düzeyi vermektedir.

Kaynaklar

[1] İlarslan, K. "k-En Yakın Komşu (k-NN) Algoritması ile hisse senedi fiyatlarının tahmin edilmesi: BİST'den örnek bir uygulama". Asos Journal, 4(30), 375-392, 2016.

[2] Kansu, A. Döviz Kuru Sistemleri ve Döviz Krizleri. Türkiye 1994 ve 2001 Krizleri. Birinci basım. İstanbul, Güncel, 2006.

[3] Fisher, III, Frederic, G. Eurobonds, Euromoney publications PLC., London, 1988.

[4] Seyidoğlu, H. Uluslararası Finans. İstanbul, Güzem, 1994.

[5] Erdoğan, N. Uluslararası İşletmelerde Mali Risk ve Yönetimi & Çağdaş Finansman Teknikleri. İstanbul, Mü-Ka, 1993.

[6] Çağlar, Ü. Döviz Kurları Uluslararası Para Sistemi ve Ekonomik İstikrar. Birinci baskı. İstanbul, Alfa, 2003.

[7] Kurt, Ü. Döviz Piyasası. Birinci Baskı, İstanbul, Cinius, 2018.

[8] Yıldıran M, Tanyeri M. Reel Sektör Döviz Kuru Risk Yönetimi. Turhan Kitapevi Yayınları. Ankara, 2006.

[9] Madura, J. Uluslararası Finansal Yönetim I ve II. Onuncu basım. Çev. Hatice Doğukanlı, Ankara, Nobel, 2013.

[10] İlarslan K. "Hisse senedi fiyat hareketlerinin tahmin edilmesinde Markov Zincirlerinin kullanılması: İMKB 10 Bankacılık Endeksi işletmeleri üzerine amprik bir çalışma" Yaşar Üniversitesi E-Dergisi, 9(2014), 6158-6198, 2014.

[11] Özkan, F. "Döviz kuru tahmininde parasal model ve yapay sinir ağları karşılaştırması". Business and Economics Research Journal, 3(1), 27-39, 2012.

[12] Özkan, F, "Döviz kuru tahmininde yapay sinir ağlarıyla alternatif yaklaşım". Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi, 6(2), 185-200, 2011.

[13] Pekkaya, M, Hamzaçebi, C. "Yapay sinir ağları ile döviz kuru tahmini üzerine bir uygulama". Yöneylem Araştırması ve Endüstri Mühendisliği, 27, 2-4, 2007.

[14] Taş, O, Yakak, E, Uğurlu, U. "Using artificial neural network and a statistical method for the estimation of euro/turkısh lira exchange rate". 4th Global Business Research Congress (GBRC - 2018), (7), 414-417, 2018.

[15] Şeker, M, Yıldırım, ES, Berkay, A. "Yapay sinir ağlarının ekonomik tahminlerde kullanılması". Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimler Dergisi, (10), 79-83, 2004.

[16] Qi, M, Wu, Y. "Non linear prediction of exchange rates with monetary fundamentals". Journal of Emprical Finance, 10(2003), 623-640, 2003.

[17] Kadılar, D, Şimşek, P, Aladağ, A. "Forecasting the exchange rate series with ANN: the case of Turkey". Istanbul University Econometrics and Statistics e-Journal 0 (2011): 17-29, 2011.

[18] Chaudhuri, TD, Ghosh, I. "Artificial neural network and time series modeling based approach to forecasting the exchange rate in a multivariate framework". Journal of Insurance and Financial Management, 1(5), 92-123, 2016.

[19] Gupta, N. "Artificial neural network". Network and Complex Systems, 3 (1), 24-28, 2013.

[20] Pradhan, RP, Kumar, R. "Forecasting exchange rate in India: an application of artificial neural network model". Journal of Mathematics Research, 2 (4), 111, 2010.

[21] Filiz, E, Karaboğa, HA, Akoğul, S. "Bıst-50 endeksi değişim değerlerinin sınıflandırılmasında makine öğrenmesi yöntemleri ve yapay sinir ağları kullanımı". Journal Of The Çukurova University Institute of Social Sciences, 26(1), 2017.

[22] Akcan, A, Kartal, C. "İMKB sigorta endeksini oluşturan şirketlerin hisse senedi fiyatlarının yapay sinir ağları ile tahmini". Muhasebe ve Finansman Dergisi, (51), 27-40, 2011.

[23] Maind, SB, Wankar, P. "Research paper on basic of artificial neural network". International Journal on Recent and Innovation Trends in Computing and Communication, 2(1), 96-100, 2014.

[24] Öztürk, K, Şahin, ME. Yapay sinir ağları ve yapay zekâ'ya genel bir bakış. Takvim-i Vekayi, 6(2), 25-36, 2018.

[25] Bayır, F. Yapay Sinir Ağları ve Tahmin Modellemesi Üzerine Bir Uygulama. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul, 2006.

[26] Çalışkan, M M, T, Deniz, D, "Yapay sinir ağlarıyla hisse senedi fiyatları ve yönlerinin tahmini". Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi, 10(3), 177-194. 2015.

[27] Karakul, AK. "Yapay sinir ağları ile borsa endeksi tahmini-forecasting stock market index with artificial neural networks". Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 7(2), 497-509, 2020.

[28] Kaynar, O, Taştan, S. "Zaman serisi analizinde Mlp yapay sinir ağları ve arıma modelinin karşılaştırılması". Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, (33), 161-172, 2009.

[29] Yavuz, S, Deveci, M. "İstatiksel normalizasyon tekniklerinin yapay sınır ağının performansına etkisi. Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, (40), 167-187, 2012.

[30] Chandar, SK, Sumathi, M, Sivanandam, SN. "Sinir ağı kullanarak döviz kurunun tahmini". Uluslararası Mühendislik ve Teknoloji Dergisi, 7 (1), 99-108, 2015.

İZMİR BÖLGESİNDEKİ GEMİ KAZALARININ VERİ MADENCİLİĞİ YÖNTEMLERİYLE ANALİZİ

Nur UYLAŞ SATI[1]*, Tansu ÖZBEY[2], Mehmet AKMAN[3], Bülent İbrahim TURAN[4]

Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Bodrum Denizcilik MYO, MUĞLA, TÜRKİYE

Özet

Veri madenciliği, veri tabanlarında bilgi keşfi olarak da adlandırılan, büyük miktarda veriden yeni ve potansiyel olarak yararlı bilgileri keşfetme işlemidir. Veri madenciliği yöntemleri büyük miktarda veriyi barındıran birçok farklı alanda çeşitli uygulamalarda kullanılmaktadır. Bu çalışmada, Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı Ana Arama Kurtarma Koordinasyon Merkezi (AAKKM) veri tabanındaki kaza kayıtları kullanılarak İzmir Bölgesinde 2009-2015 yıllarında meydana gelen gemi kazaları incelenmiştir. Veri setinde yapılan ön hazırlık sonrası veri madenciliği yöntemlerini uygulamak için açık kaynak kodlu veri madenciliği programlarından biri olan WEKA (Waikato Environment for Knowledge Analysis) yazılımı kullanılmıştır. Kaza tipi ve nedenini tahminlemede farklı sınıflandırma yöntemleri kullanılarak test sonuçları karşılaştırılmıştır. Bunun yanı sıra yine bir veri madenciliği yöntemi olan özellik seçimi için InfoGainAttributeEval fonksiyonu kullanılarak kaza tipi ve kaza nedenine etkiyen özelliklerin etki değerleri hesaplanmış sonuçlar tablolar halinde sunulmuştur. Sonuçlara göre, kaza tipi ve nedenini belirlemede en önemli iki özelliğin kaza yeri, gemi tipi ve gemi gros tonajı olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: *Veri Madenciliği, Sınıflandırma, Özellik Seçimi, Gemi Kazaları*

ANALYSIS OF SHIP ACCIDENTS IN IZMIR REGION WITH DATA MINING METHODS

Abstract

Data mining, also called knowledge discovery in databases, is the process of discovering new and potentially useful information from large amounts of data. Data mining methods are used in various applications in many different areas that contain large amounts of data. In this study, after filtering the accident records in the database of the Main Search and Rescue Coordination Center under Ministry of Transport and Infrastructure (AAKKM), the ship accidents that occurred in the Izmir Region in 2009-2015 are analyzed. WEKA (Waikato Environment for Knowledge Analysis) software, one of the open source data mining programs, is used to apply the data mining methods after preliminary preparation in the data set. Different classification methods are used to estimate the type and the cause of the accidents. The obtained accuracy values after the test procedures are presented in the tables for comparison. In addition, InfoGainAttributeEval function which is also a data mining method for feature selection is used for determining the effect values of the features on the type and the cause of the accidents. According to the results, it was seen that the two most important characteristics in determining the accident type and cause are the accident location, ship type and ship gross tonnage.

Keywords: *Data Mining, Classification, Feature Selection, Ship Accidents*

1 Giriş

Deniz yolu ile taşımacılık, küresel ve yerel ticaretin büyümesi ve gelişmesi için büyük öneme sahip sektörlerden biridir. Deniz yolu taşımacılığının hacminin ve değerinin 1950'li yıllara kıyasla 2012 yılında yaklaşık 100 kat arttığı [1], durgun dönemlerine rağmen bu sektörün halen uluslararası mal ticaretinin %80'ini ve küresel ticaret değerinin %70'ini oluşturduğu rapor edilmiştir [2]. 1 Ocak 2020 itibariyle dünyada yaklaşık 56 bin ticari geminin aktif hizmette olduğu [3], bunlardan Türk sahipli ve 1000 gros tonaj üstü gemilerin sayısının 1484 olduğu bildirilmiştir [4]. Öte yandan, taşıma istatistiklerine göre, 2010 ile 2018 yılı mukayese edildiğinde limanlarımızda elleçlenen toplam yükün yaklaşık %32 oranında arttığı, yükleme, boşaltma ve transit operasyonlarını içeren toplam yük elleçleme kapasitesinin 460.1 milyon tona ulaştığı belirtilmiştir [5]. Artan gemi sayısı ve ticaret hacmi, küresel ve yerel gemi kaza sayılarına da yansımaktadır. Avrupa Deniz Emniyeti Ajansı'nın (EMSA) verilerine göre, 2011 - 2017 yılları arasında toplam 20616 deniz kazasının meydana geldiği ve bunların 683'ünün ölümle sonuçlandığı bildirilmiştir [6]. Türkiye'de meydana gelen deniz kazalarının yıllık değişimi incelendiğinde ise, 2001 ile 2016 yılları arasında 2114 kazanın meydana geldiği ve kazaların yıllara göre artma eğiliminde olduğu rapor edilmiştir [7]. Ek olarak, sadece 2016 yılında toplam 183 kişinin deniz kazalarında yaşamını yitirdiği belirtilmiştir [8]. Aynı raporda [8], Marmara, Ege, Akdeniz ve Karadeniz bölgelerinde meydana gelen toplam deniz olayı ve kaza sayısının sırasıyla 123, 348, 20 ve 13 olduğu, kazaların yangın, çatışma, karaya oturma, makine arızası, sürüklenme, alabora olma, yardım talebi, denize adam düşmesi, kayıp ve yasa dışı göç gibi nedenlerle meydana geldiği bildirilmiştir. Bu bağlamda, sözü edilen sayısal verilere istinaden kazaların nedenlerinin ve detaylarının değerlendirilmesi ve önlemler alınması, deniz kazalarının sayısının asgariye indirilmesi açısından büyük öneme sahiptir.

Konu ile ilgili literatür çalışmaları incelendiğinde, Türkiye'de meydana gelen deniz kazalarının farklı matematiksel yöntemlerle analiz edildiği birçok çalışma görülür. Ece [9], İstanbul Boğazı'nda meydana gelen deniz kazalarını frekans dağılımı ve ikili ilişki analizi ile incelemiş, gemi trafik sisteminin (VTS) boğazlardaki kazaların engellenmesi açısından büyük öneme sahip olduğunu belirtmiştir. Yıldırım ve diğ. [10], karaya oturma kazalarında insan faktörünü analitik hiyerarşi prosesi (AHP) ile analiz etmiş, karaya oturma kazalarının asgariye indirilmesinde en önemli faktörün güverte vardiya zabiti sayısının artırılması olduğuna dikkat çekmiştir. Çakır ve Kamal [11], 2001 – 2016 yılları arasında, İstanbul Boğazı'nda meydana gelen ticari gemi kazalarını karar ağacı yöntemiyle analiz etmiş, gemide pilot bulunması durumunu, gemi tipini ve kaza zamanını, kaza türünü etkileyen en önemli girdi faktörleri olarak değerlendirmiştir. Aykanat [12], dünyada farklı memorandum verilerini ve internet veritabanlarını kullanarak gemi kazalarını istatistiki olarak analiz etmiş, kazalarda insan faktörünün en fazla paya sahip olduğunu belirtmiştir. Kılıç ve Sanal [13], Çanakkale Boğazı'nda karaya oturan gemiler ile ilgili kaza verilerini hata analizi yöntemiyle incelemiş, en fazla karaya oturma kazalarının 15000 gros tonajdan küçük kuru yük gemilerinde meydana geldiğini ve bu kazaların insan hatası kaynaklı olduğunu bildirmiştir.

Bu çalışmada ise, Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı'na bağlı Ana Arama Kurtarma Koordinasyon Merkezi (AAKKM) veri tabanında bulunan kaza kayıtları, İzmir Bölgesi için 2009-2015 yıllarını kapsayacak şekilde veri madenciliği yöntemleri ile incelenmiştir. Analizlerde açık kaynak kodlu veri madenciliği programlarından biri olan WEKA (Waikato Environment for Knowledge Analysis) yazılımı kullanılmıştır. Kaza tipi ve kaza nedenini tahminlemede farklı sınıflandırma yöntemleri kullanılmış ve test sonuçları karşılaştırılmıştır. Ayrıca, bir veri madenciliği yöntemi olan özellik seçimi için InfoGainAttributeEval fonksiyonu kullanılarak kaza tipi ve kaza nedenine etkiyen özelliklerin etki değerleri bulunmuş ve sonuçlar tablolarda verilmiştir.

2 Yöntem ve Teknikler

Bu çalışmada, günümüzde birçok araştırmacı tarafından kullanılan veri madenciliği yöntemlerinden özellik seçimi ve sınıflandırma yöntemlerinden Naive Bayes, Lojistics ve ClassificationViaRegression yöntemleri kullanılmıştır. Bu yöntemlere ait detaylı bilgilendirmeler bir sonraki bölümlerde sunulmuştur.

2.1 Özellik Seçimi

Veri madenciliği uygulamalarında kullanılan önemli yöntemlerden biri Özellik Seçimi' dir. Özellik seçimi, probleminizi modelleme aşamasında, veri kümesi

içerisinde yer alan hangi özelliklerin kullanılacağını belirlemede araştırmacıya yol gösterici bir yöntemdir. Bu sayede uygulamada kullanılacak veri kümesinden, ilgili olmayan ve gürültü yaratan veri çıkartılarak, boyut azaltılır ve algoritma hızlandırılabilir [14].

Özellik seçiminde kullanılan yöntemler, filtreleme (filter), sarmal (wrapper) ve gömülü (embedded) yöntemler olmak üzere genel olarak üç grupta toplanmaktadır. Filtreleme yöntemlerinde veri madenciliği algoritması çalışmadan önce özellik seçimi yapılırken, sarmal yöntemlerde veri madenciliği algoritması en iyi özelliklerin seçimi için bir araç olarak kullanılmaktadır. Gömülü yöntemlerde ise, veri madenciliği algoritması ve özellik seçimi algoritması eş zamanlı olarak çalışmaktadır [15].

Bu çalışmada, filtreleme yöntemlerinden sıkça kullanılan bilgi kazanımı "information gain" yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemle çıktı değişkeninin her bir özniteliği için ayrı ayrı bilgi kazancı (entropi değeri) hesaplanmıştır. Bu değerler, 0 (bilgi yok) ile 1 (maksimum bilgi) arasında değişmektedir. Daha fazla bilgiye katkıda bulunan özellikler daha yüksek bir bilgi kazanım değerine sahip iken, fazla bilgi eklemeyenler daha düşük bir puana sahip olurlar.

2.2 Sınıflandırma

Sınıflandırma, veri madenciliğinin ana tekniklerinden birisidir. Sınıflandırmada iki grup veri kümesi (eğitim ve test veri kümeleri) ele alınır, amaç eğitim verilerini kullanarak yeni kurallar oluşturmak ve test verileri üzerinde kuralların etkinliğini incelemektir. Sınıflandırma yöntemi, eğitim veri kümesinin etiket(sınıf) durumuna bakılarak, denetimli, denetimsiz veya yarı-denetimli sınıflandırma olarak adlandırılır. Veri sınıflandırmanın tıbbi ve sosyal bilimler, ekonomi, mühendislik, finans ve yönetim, pazarlama vb. çeşitli alanlarda birçok uygulaması bulunmaktadır [16].

Sınıflandırmada kullanılan birçok farklı yöntem mevcuttur. Bu çalışmada, literatürde en sık tercih edilen kategorik sınıflandırma yapabilen Naive Bayes, Logistics ve Classification Via Regression yöntemleri kullanılmıştır.

Naive Bayes: Naive Bayes sınıflandırıcısı, olasılıklı bir makine öğrenme modelidir. Herhangi bir X noktasının y sınıfında olma olasılığı şu şekilde hesaplanır:

$$P(y|x_1,\ldots,x_n) = \frac{P(x_1|y).P(x_2|y)\ldots P(x_n|y).P(y)}{P(x_1).P(x_2)\ldots(x_n)}$$
$$= P(y).\prod_{i=1}^{n}(x_i|y)$$

Burada $X = (X_1,\ldots,X_n)$ özellikleri temsil eder. Son olarak maksimum olasılığa sahip sınıf seçilir [17];

$$y = P\ (y).\prod_{i=1}^{n} P(x_i|y)$$

Logistics: Lojistik regresyon, yanlış sınıflandırma maliyetini en aza indirerek iki veya daha fazla grubu ayırmak için sınıflandırıcı işlevleri üreten doğrusal regresyon modeline alternatif bir yöntem olarak örnek değerlerin gözlem olasılığını en yükseğe çıkaran parametreleri seçer. Lojistik regresyon yöntemi, doğrusal ayırt edici modellere göre daha az varsayıma sahiptir. Bire karşı hepsi yöntemi kullanılarak çoklu sınıflandırma problemlerinde de kullanılabilmektedir [18, 19].

Classification Via Regression: Yanlış sınıflandırma maliyetini en aza indirerek iki veya daha fazla grubu ayırmak için sınıflandırıcı işlevleri üreten doğrusal bir regresyon modelidir. Bire karşı hepsi yöntemi kullanılarak çoklu sınıflandırma problemlerinde de kullanılabilmektedir [20].

3 Uygulamalar

Bu çalışmada kullanılan veri kümesi Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı Ana Arama Kurtarma Koordinasyon Merkezi (AAKKM) den alınmıştır. AAKM veri tabanından alınan kaza kayıtlarına uygulanan filtrelemeler sonucunda İzmir Bölgesi'nde 2009-2015 yıllarında meydana gelen gemi kazaları incelenmiştir. Uygulamada kullanılan veri kümesinde 50 adet kaza ve her bir kazaya ait 13 adet özellik bulunmaktadır. Bu 13 özelliğe ait tanımlamalar Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1: Gemi kazasına ait özellikler ve tanımlamaları

Özellikler	Tanımlamalar
Kaza mevsimi	{Yaz, Kış, İlkbahar, Sonbahar}
Kaza yılı	numerik
Kaza saati	{Gece, Gündüz}
Kaza tipi	{0,1,2,3,4,5,6,7,8,9}
Kaza nedeni	{0,1,2,3,4,5,6,7,8,9}

Kaza yeri	{Kuşadası, Bodrum, İzmir, Fethiye, Çeşme, Karaburun, Göcek, Datça, Marmaris, Dalaman, Dalyan, Foça, Gökova, Aliağa}
Ölü sayısı	numerik
Gemi tipi	{0,1,2,3,4,5,6,7}
Mürettebat sayısı	numerik
Gemi gros tonajı	reel
Gemi boyu	reel
Yük durumu	{dolu,boş}
Pilot durumu	{var,yok}

Veri kümesinde yer alan benzer Kaza Tipi, Kaza Nedeni ve Gemi Tipi tanımları tek bir tanımlamada birleştirilerek Tablo 2, Tablo 3 ve Tablo 4 de sunulan numerik değerlerle tanımlanmıştır. Bu şekilde benzer özellikleri tek bir numerik tanımda birleştirerek, istatistiksel analiz çalışmalarında kolaylık sağlanması amaçlanmıştır.

Tablo 2: Kaza tipleri ve tanımlamada kullanılan nümerik değerleri

KAZA TİPLERİ	**KazaTip no**
Alabora	0
Çatışma	1
Çatma	2
Makine Arıza	3
Oturma	4
Su alma	5
Sürüklenme	6
Teknede hasar	7
Yan yatma	8
Yangın	9

Tablo 3: Kaza nedenleri ve tanımlamada kullanılan nümerik değerleri

KAZA NEDENLERİ	**KazaNeden no.**
Batma	0
Elektrik kaçağı/Elektrik Kontağı	1
Fırtına/Hava muhalefeti	2
Halat Sıyırma	3
Dikkatsizlik/Hatalı seyir/personel hatası	4
Makine Arıza/Dümen Arıza	5
Su Alma	6
Sığlıklara Oturma	7
Yangın	8
Sakınma Manevrası	9

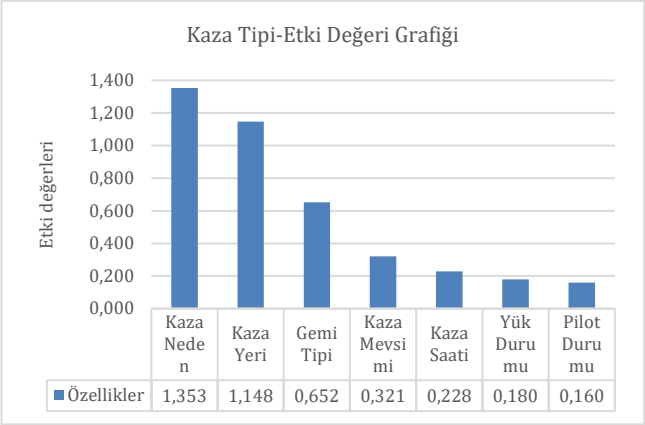
Tablo 4: Gemi Tipleri ve tanımlamada kullanılan nümerik değerleri

GEMİ TİPLERİ	**Gemitip no.**
Balıkçı/Balık Avlama	0
Araba Taşıyıcı Gemi/RO RO	1
Fiber Tekne	2
Diğer Tanımlanmamış/Yolcu Gemisi/Şehir Hatları/Yolcu Motoru	3
Gezinti/Yat/Özel Yat/Ticari Yat	4
Özel Sürat Teknesi	5
Kuru Yük	6
Tanker	7

Kaza Tipini belirlemede, veri kümesinde yer alan özelliklerin etki değerlerini hesaplamak için WEKA da yer alan InfoGainAttributeEval fonksiyonu kullanılmıştır. Tüm veri setinin kullanıldığı çalışmada elde edilen etki değerleri Tablo 5'te ve Şekil 1'de sunulmuştur.

Tablo 5: Kaza Tipini belirlemede özelliklerin etki değerleri

Özellikler	**Etki Değerleri**
Kaza Neden	1.353
Kaza Yeri	1.148
Gemi Tipi	0.652
Kaza Mevsimi	0.321
Kaza Saati (Gündüz/Gece)	0.228
Yük Durumu	0.18
Pilot Durumu (Var/Yok)	0.16

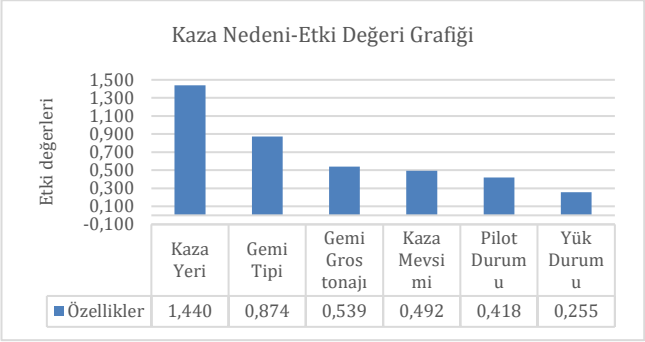


Şekil 1: Kaza Tipi-Etki Değeri Grafiği

Yapılan bu çalışmaya istinaden bir de kaza tipinin bilinmediği durumlarda kaza nedenini etkileyen faktörlerin etki değerleri aynı yöntem kullanılarak hesaplanmıştır. Bu çalışmada veri setinden kaza tipi özelliği çıkarılmış ve geri kalan tüm veri seti çalışmaya dahil edilmiştir. Elde edilen sonuçlar Tablo 6' da ve Şekil 2'de sunulmuştur.

Tablo 6: Kaza nedenini belirlemede özelliklerin etki değerleri

Özellikler	**Etki Değerleri**
Kaza Yeri	1.44
Gemi Tipi	0.874
Gemi Gros tonajı	0.539
Kaza Mevsimi	0.492
Pilot Durumu (Var/Yok)	0.418
Yük Durumu	0.255



Şekil 2: Kaza Nedeni-Etki Değeri Grafiği

Kaza Veri Setinde yer alan Gemi Tipi, Kaza Nedeni, Kaza Tipi ve Pilot Durumu özellikleri, her biri ayrı ayrı, Veri madenciliği sınıflandırma yöntemlerinden Naive Bayes, Logistics, Classification Via Regression yöntemleri kullanılarak tahminlemeler yapılmıştır. Bu yöntemlerin kısa açıklamaları Yöntem ve Teknikler Bölümünde sunulmuştur.

Her bir yöntem için, Tablo 7'de sunulan 4 adet farklı özelliğin sınıf olarak tanımlandığı ve her bir sınıf için 3 farklı modelin denendiği 18 uygulama yapılmıştır. Her bir sınıflandırma sürecinde 2 farklı test yöntemiyle çalışılmıştır.

Çapraz sorgulama (Cross validation) test sürecinde, eğitimde kullanılan veri seti benzer sayıda veri içerecek şekilde 10 farklı alt kümeye ayrılır ve her bir alt küme için onu eğitim kümesi kabul edilip geri kalan verileri teste tabii tutacak şekilde 10 defa doğruluk değeri hesaplanarak, son doğruluk yüzdesi hesaplanırken tüm bulunan yüzdelerin ortalaması alınır [21].

Eğitim kümesi (Training set) ile test sürecinde ise eğitimde ve test sürecinde aynı veri seti kullanılmıştır. Her iki yöntemde de kullanılan doğruluk değeri aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır:

$$doğruluk\ değeri = \frac{doğru\ tahmin\ edilen\ veri\ sayısı \times 100}{tüm\ veri\ sayısı}.$$

Yapılan sınıflandırma uygulamaları sonrası elde edilen sonuçlar Tablo 7' de sunulmuştur.

Tablo 7: Uygulanan sınıflandırma yöntemleri ile elde edilen doğruluk değerleri

	Sınıflandırma Modeli					
	Naive Bayes		Logistics		ClassificationVia Regression	
SINIF	Çapraz Sorgulama	Eğitim Kümesi	Çapraz Sorgulama	Eğitim Kümesi	Çapraz Sorgulama	Eğitim Kümesi
Gemi Tipi	**%62**	%62	%46	**%100**	%52	%88
Kaza Nedeni	%50	%74	**%54**	**%100**	**%54**	%84
Kaza Tipi	%50	%82	%56	**%100**	**%60**	%90
Pilot durumu	%90	%96	%92	**%100**	**%94**	%96

Tablo 7 incelendiğinde görülüyor ki; Eğitim kümesi ile yapılan test sürecinde, en iyi sonuçlar Logistics yönteminde alınmıştır. Ancak çapraz sorgulama

yöntemi ile yapılan testlerde farklı sınıf tahminlerinde farklı modellerin doğruluk değerlerinin yüksek çıktığı gözlenmiştir. Bu sonuçlardan da anlaşıldığı üzere özellikle çapraz sorgulama doğruluk değeri düşük fakat eğitim setinde yüksek skor elde ettiğimiz Logistics uygulamasında over-fitting (aşırı uyum) gözlenmiştir. Aşırı uyum durumunda model eğitim setindeki durumları ezberlemiştir ve test veri setinde bu durumları bulamadığında kötü tahmin skorları elde etmiştir. En iyi tahminleme yüzdesi pilot durumunun belirlenmesi uygulamasında sağlanmıştır. Her üç sınıflandırma yönteminde oluşturulan model ile %90 üzerinde doğru bir tahminleme ile kaza yapan gemide pilotun var olup olmadığı söylenebilir.

4 Sonuç ve Değerlendirmeler

İzmir Bölgesi, Akdeniz ve Marmara'yı birbirine bağlayan Ege Denizinde yer alması ve turistik çekiciliğinin yoğun olmasından dolayı hem ticari hem de turizm odaklı farklı tipte pek çok deniz aracının seyir yaptığı bir bölgedir.

Bu araştırmada İzmir Bölgesinde 2009-2015 yıllarında yaşanan Türk Bayraklı gemilerin bulunduğu deniz kazaları incelenmiştir. Veri madenciliği yöntemlerinden biri olan özellik seçim yöntemi ile bu bölgede meydana gelen kaza tipi ve nedenini belirleyici en önemli özelliklerin kaza yeri, gemi tipi ve gemi gros tonajı olduğu bulunmuştur. Bu nedenle kaza kayıtları tutulurken, bu verilerle yapılacak bilimsel çalışmalar için bilhassa bu özelliklerin tam ve doğru şekilde sisteme girişinin yapıldığı kontrol edilmelidir. Özellik seçiminin yanı sıra yine bir veri madenciliği yöntemi olan sınıflandırma ile belli bazı kaza özellikleri tahmin edilmeye çalışılmıştır. Sınıflandırma yöntemlerinden Naive Bayes, Lojistik Regresyon ve Regresyon kullanılarak yapılan çalışmalardan elde edilen modeller ile özellikle Pilot Durumunun %90 üzerinde bir doğruluk değeriyle tahmin edilebilir olduğu gözlenmiştir. Gemi Tipi, Kaza nedeni ve tipi özelliklerinin ise %50 üzerinde bir doğruluk değeriyle tahmin edildiği gözlenmiştir.

Yapılan bu tahminlemeler kaza kayıtlarında yer alan eksik verileri doldurma veya sigorta şirketlerinde yapılan risk analiz çalışmalarında kullanılabilir. Bu çalışma, daha kapsamlı büyük veriye sahip sürdürülebilir uygulamalar için bir ön çalışma niteliğindedir.

Kaynaklar

[1] World Trade Organization. *International Trade Statistics.* 2012.

[2] Ahn, J., Joung, T.-H., Kang, S.-G., & Lee, J. "Changes in container shipping industry: Autonomous ship, environmental regulation, and reshoring". *Journal of International Maritime Safety, Environmental Affairs, and Shipping*, 3(3–4), 21–27, 2019.

[3] Statista, 2020. "Number of ships in the world merchant fleet". https://www.statista.com/statistics/264024/number-of-merchant-ships-worldwide-by-type/ (Erişim tarihi: 10.05.2020).

[4] UAB. 2020. 2019-2020 "Türkiye' nin Denizyolu Verileri". https://denizcilik.uab.gov.tr/uploads/pages/deniz-ticareti-gostergeleri/2020-yili-turkiye-denizcilik-profili.pdf (Erişim tarihi: 10.05.2020).

[5] UAB. 2018. "Deniz Ticareti İstatistikleri". https://denizcilik.uab.gov.tr/uploads/pages/yayinlar/deniz-ticaret-2018-istatistikleri.pdf (Erişim tarihi: 10.05.2020).

[6] EMSA. 2018. "Annual Owerview of Marine Casualties and Incidents".

[7] UAB. 2016. "Deniz Kazaları İstatistikleri". https://atlantis.udhb.gov.tr/denizkaza/yayin/hepsi.asp (Erişim tarihi: 10.05.2020).

[8] UAB. 2016. "Deniz Kazaları İstatistikleri". https://atlantis.udhb.gov.tr/istatistik/diger_deniz_kazalari.aspx (Erişim tarihi: 10.05.2020).

[9] Ece N. J. "İstanbul Boğazı'nda Meydana Gelen Deniz Kazalarının İncelenmesi ve Analizi". *Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dergisi*, 3 (2), 2011.

[10] Yıldırım U., Uğurlu Ö., Başar E. "Karaya Oturma Kazalarında İnsan Hatası: Konteyner Gemileri için Örnek Çalışma. *Journal of ETA Maritime Science*, 3(1), 1-10. 2015.

[11] Çakır E., Kamal B." İstanbul Boğazı'ndaki ticari gemi kazalarının karar ağacı yöntemiyle analizi". *Aquatic Research*, 4(1), 10-20, 2020.

[12] Aykanat E. "Liman ve Bayrak Devleti Kontrolleri Verileri Yardımıyla Gemi Kazalarının Analizi". Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. 2010.

[13] Kılıç A., Sanal H.T. BAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 17(2), 38-50, 2015.

[14] Ladha, L., Deepa, T. "Feature Selection Methods And Algorithms", *International Journal on Computer Science and Engineering*, 3(5), 1787-1797. 2011.

[15] Budak, H. "Özellik Seçim Yöntemleri ve Yeni Bir Yaklaşım", *Süleyman Demirel University Journal of Natural and Applied Sciences* Volume 22, Special Issue, 21-31. 2018.

[16] Uylaş Satı N. "A Binary Classification Approach Based On Support Vector Machines Via Polyhedral Conic Functions", *Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, Volume 12, Issue 2, 2016.

[17] Aji W., Ahmad C. K., Della M. P. M., Risky Perdana A., Sandika Maulana P., Sulton Aji K., Youngga Rega N. "Naïve Bayes Classifier for Journal Quartile Classification", *International Journal of Recent Contributions from Engineering, Science & IT (iJES),* Vol.7, No.2. 2019.

[18] Kiang M Y. "A comparative assessment of classification methods", Decision Support Systems 35, 441 – 454. 2003.

[19] Press S J, Wilson S. "Choosing between Logistic Regression and Discriminant Analysis", *Journal of the American Statistical Association*, Volume 73, Issue 364. 1978.

[20] Frank E., Wang Y, Inglis S, Holmes G, Witten I H. "Using model trees for classification", Machine Learning. 3 2(1):63-76. 1998.

[21] Kohavi, R. "A study of cross-validation and bootstrap for accuracy estimation and model selection", *International Joint Conference on Artificial Intelligence*. 1995.

A New Student Attendance System using Face Recognition into Classroom

Muhammad Ismail 1 , Naveed Islam 1, Hüseyin Gürüler 2

1 Islamia College University Peshawar, Department of Computer Science, Peshawar, Pakistan

2 Muğla Sıtkı Koçman University, Information Systems Engineering, Muğla, Turkey

Abstract

Manual attendance management in classrooms is a time-consuming and tedious job for teachers. To overcome this problem a new student attendance framework is proposed in this paper. The students' attendance check is lesson-wise recorded and stored. According to the timing of the lesson, the system automatically starts to capture images from the live video stream acquired from a video camera mounted in the classroom in front of students. The main steps in this system are to extract frames from the video stream, detect and recognize faces in each frame of video using OpenCV and dlib libraries. After face recognition attendance of the recognized students is marked on the defined class attendance list document. This system was tested on a classroom of forty-five students for a week and the results were obtained with 100% accuracy.

Keywords: *Face Recognition, Student's attendance check, OpenCV*

1 Introduction

Traditional method for attendance marking in many educational institutes is tedious and time consuming task. It is also an extra burden on the instructor to call each student by their names and mark their attendance on the attendance sheet which may take an extra 5 to 10 minutes depending on the strength of students in the class. There is also a chance of proxy attendance. To solve this problem many institutes started to deploy other techniques for attendance marking like radio frequency identification(RFID) [1], fingerprint recognition, iris recognition [2] and so on. However these techniques are interactive in nature and also time consuming. Face recognition system is non-interactive and can be easily deployed. Face recognition system is oblivious to various facial expressions. Nowadays, face recognition is gaining more popularity and has been deployed in many areas. In this paper our proposed system will detect and recognize the faces of students from a live video stream of a camera inside the classroom and mark the attendance of the students whose faces are recognized. This system is more accurate and efficient as compared to the traditional attendance methods.

2 Literature review

The authors in [2] have designed a web based attendance system using iris biometric identity. First the system stores the attendees details along with their iris template and at the time of attendance it captures the images of attendees eyes and recognizes their iris for matching in the pre-build database. In [1] the author proposed an automatic attendance system using radio frequency identity (RFID) incorporated with face recognition. The system also counts the students coming in and out of the class. The system also records data of each registered student for each subject. In [3] the author proposed a facial recognition based attendance system. The system was implemented in MATLAB using Viola Jones, histogram of oriented gradient(HOG) features along with support vector machine(SVM) classifier. In [5] author proposed students attendance system for classroom using Discrete Wavelet Transform (DWT) and discrete Cosine Transform (DCT) to extract features from students images and then apply Radial Basis Transform (RBF) for facial objects classification. The accuracy achieved by the system is 82%. In [4] the author demonstrates an accurate and robust facial recognition algorithm (Eigenface and Fisherface) using OpenCV comparing the Receiver Operating Characteristic (ROC) curves and implementing it in a facial recognition based attendance system. On the basis of his experimentation work, the Eigenface algorithm performs much better than Fisherface algorithm. Systems implemented with the Eigenface algorithm

provided 70% to 80% accuracy. Peker and Guruler [6] used important facial points as input data to feed-forward neural network for face detection and recognition.

3 Proposed Methodology

All the students' images are captured and stored along with other necessary information stored in the database. During each session images of student faces are captured from a live video stream of the classroom and compared to the stored dataset. Attendance is marked for students whose faces are matched. At the end of each class the attendance sheet is shared with the class instructor.

The proposed system architecture is given in Fig 1.

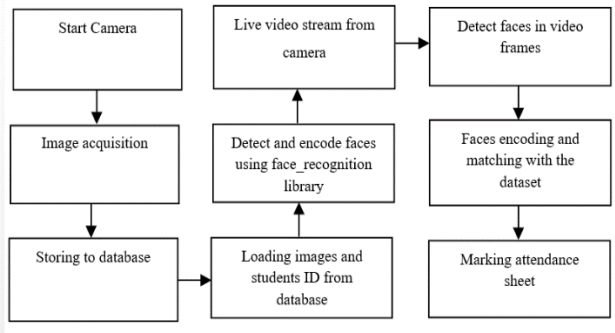


Fig 1. The proposed system architecture

Typically this process can be divided into four stages.

3.1 Database Creation

Images of students are captured using a camera. These images are pre-processed to enhance image quality before it is saved to the database. The images are cropped and resized to desired dimensions. Upon capturing each image the system asks for the student name and roll number which is used as the name for the captured image. Each student image is saved with the student name followed by the student roll number. Once all the students are registered the session is closed and the database is ready. The database creation window is shown in Fig 2.

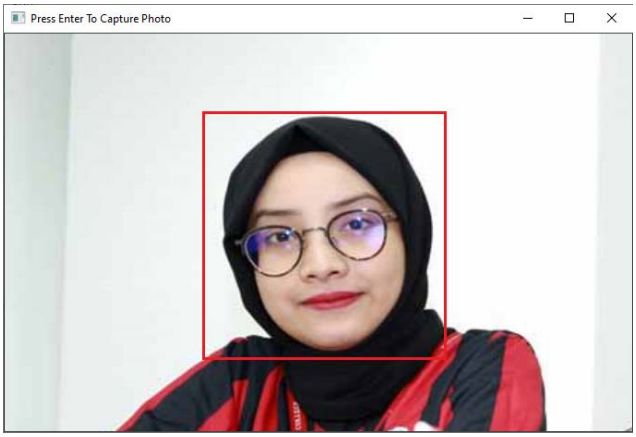


Fig 2. Face Detection

3.2 Face detection and encoding

Once the session is started all the students' images are loaded from the student database. Face detection and encoding is done by using face_recognition library (based on dlib library). We used dlib frontal face detector function for face detection which uses Histogram of Oriented Gradients (HOG) followed by a support vector machine (SVM). The calculated face encodings for each student are stored in variables with the student's name followed by their roll numbers.

3.3 Face recognition

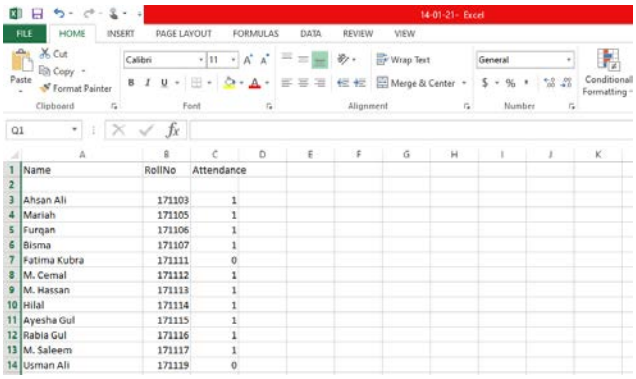
Once the face encodings are calculated from the database the system starts to capture images from the live stream and detect faces in each frame. Face encodings are calculated for each face in every frame of the video stream and then matched with already calculated face encodings from the database. The system returns the name and id of the students whose faces are matched.

3.4 Attendance marking

After the face recognition process the attendance of the students with the defined faces are marked present while the other students are marked absent in excel attendance sheet along with the current date and time on the system. After registration, the system automatically starts according to the course timing and marks the attendance sheet for the students whose faces are recognized.

When the class time is over the system save the attendance sheet and name it to the subject name followed by the current system date.

Fig.3 Face Recognition with defined students names



	A	B	C
1	Name	RollNo	Attendance
2			
3	Ahsan Ali	171103	1
4	Mariah	171105	1
5	Furqan	171106	1
6	Bisma	171107	1
7	Fatima Kubra	171111	0
8	M. Cemal	171112	1
9	M. Hassan	171113	1
10	Hilal	171114	1
11	Ayesha Gul	171115	1
12	Rabia Gul	171116	1
13	M. Saleem	171117	1
14	Usman Ali	171119	0

Fig.4 shows the updated attendance sheet, students marked with '1' are present and students marked with '0' are absent.

CONCLUSIONS

In this study an efficient attendance system for the classroom is proposed. The proposed system is able to mark the attendance of students using face recognition. The system detects and recognizes students' faces and marks their attendance in the attendance sheet. The system is very efficient and makes the attendance process much easier and time saving as compared to the traditional attendance systems.

References

[1] Akbar, Md Sajid, et al. "Face Recognition and RFID Verified Attendance System." 2018 International Conference on Computing, Electronics & Communications Engineering (iCCECE). IEEE, 2018.

[2] Okokpujie, Kennedy O., et al. "Design and implementation of a student attendance system using iris biometric recognition." 2017 International Conference on Computational Science and Computational Intelligence (CSCI). IEEE, 2017.

[3] Rathod, Hemantkumar, et al. "Automated attendance system using machine learning approach." 2017 International Conference on Nascent Technologies in Engineering (ICNTE). IEEE, 2017.

[4] [Siswanto, Adrian Rhesa Septian, Anto Satriyo Nugroho, and Maulahikmah Galinium. "Implementation of face recognition algorithm for biometrics based time attendance system." 2014 International Conference on ICT For Smart Society (ICISS). IEEE, 2014.

[5] Lukas, Samuel, et al. "Student attendance system in classroom using face recognition technique." 2016 International Conference on Information and Communication Technology Convergence (ICTC). IEEE, 2016.

[6] M. Peker, H. Guruler, Real-Time Face Recognition with Artificial Neural Network Trained by Particle Swarm Optimization, International Symposium on Sustainable Development

GÖRME ENGELLİLER İÇİN GÖRÜNTÜ İŞLEME TABANLI BİR PARA TANIMA UYGULAMASI GELİŞTİRİLMESİ

Kıvanç Özgür[1] , Serkan BALLI[2]

[1,2]Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Bilişim Sistemleri Mühendisliği Bölümü, Muğla, TÜRKİYE

Özet

Görme engelliler için bir takım zorluklar, yaşamın her alanında onları beklemektedir. Kısa bir zaman önce yolda yürümekte bile desteğe ihtiyaçları varken şimdi kaldırımlarda onlar için özel yapılmış yollar bulunmakta ve bu durum onların hayatını kolaylaştırmaktadır. Günümüzde, teknoloji ve bilimin sunduğu imkanlar ile onlar için yaşamı kolaylaştıracak çalışmaların yapılması daha kolay hale gelmiştir. Bu çalışmanın amacı, görme engelliler için görüntü işleme tabanlı para tanıma, seslendirme ve döviz çevirme için bir sistem tasarımı oluşturmak ve buna uygun bir mobil uygulama geliştirmektir. Bu uygulamada görme engelliler için hayatı kolaylaştıran uygulamalardan bir tanesi olacaktır. Uygulama sayesinde, görme engelliler telefonun kamerası vasıtasıyla ellerinde olan paraların değerini öğrenebilecek, hangi ülkeye ait olduğunu ve nerelerde geçerli olduğunu sesli olarak işitebilecektir. Bu uygulama sadece görme engelliler için değil aynı zamanda elindeki para hakkında bilgi almak isteyenler içinde güzel bir fırsat yaratacaktır. Bu işlemler dışında güncel kura göre dövize çevirme işlemi de yapılabilecektir.

Anahtar Kelimeler: Görme Engelli Kişiler, Görüntü İşleme, Para Tanıma, Döviz Çevirme

DEVELOPING AN IMAGE PROCESSING BASED MONEY RECOGNITION APPLICATION FOR THE VISUALLY IMPAIRED PERSONS

Abstract

A number of difficulties await them in all areas of life for the visually impaired. While a short time ago they needed support even when walking on the road, now there are roads specially made for them on the sidewalks and this makes their lives easier. Today, with the opportunities offered by technology and science, it has become easier to carry out studies that will make life easier for them. The aim of this study is to create a system design for image processing based money recognition, voiceover and currency conversion for the visually impaired and develop a mobile application accordingly. This application will be one of the application that make life easier for the visually impaired. Thanks to the application, the visually impaired will be able to learn the value of their money through the camera of the phone, and hear aloud to which country it belongs and where it is valid. This application will create a good opportunity not only for the visually impaired but also for those who want to get information about the money they have. Apart from these transactions, it will be possible to convert to foreign currency according to the current exchange rate.

Keywords: Blind persons, Image Processing, Money Recognition, Currency Conversion

1. Giriş

Ana hedef kitlenin görme engelliler olacağı bu çalışmada, onların hayatlarını kolaylaştıracak bir mobil para tanıma uygulaması geliştirmek amaçlanmıştır. Mobil uygulama yapılmasının sebebi ise telefonların aynı paralar gibi cepte taşınıyor olmasıdır. Bir görme engelli için ikisine de ulaşmak eşit uzaklıktadır. Çalışmanın amacı, kullanıcının en kolay şekilde istediği bilgiye hızlı bir şekilde ulaşabilmesidir.

Para tanıma uygulaması bir görüntü işleme uygulamasıdır. Görüntü içerisinde görüntü aramak için, arama işlemlerini ve görüntü işleme çalışması içerisinde olan görüntü eşleme uygulamalarının beraber kullanımını gerekmektedir. (Karakoç, 2011)

Bu konuda literatürde çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Dittimi ve Suen (2018), Nijer parasını tanıyıp kNN algoritmasına göre sahte paraların tespitini yapmaktadır. Banknotların tanımlanması ve doğrulanması için gerekli olan yeterli hesaplama kapasitesine sahiptirler. Onların çalışması, çok platformlu bir mobil uygulama geliştirme sistemi olan Unity 3D kullanarak banknot değerlerinin tanınması ve sahte Nijeryalı Naira banknotlarının tespiti için bir mobil uygulama sunmaktadır. Sistem, banknotların itibari değerini çıkarmakta ve Kademeli Ensemble yaklaşımına dayalı birkaç KNN uzak ölçüm kombinasyonunu kullanarak performansını değerlendirmektedir. Sırasıyla bir Samsung Galaxy S6 ve bir iPhone 6 kullanılarak Android ve iOS platformlarında test edilmiştir. Deneysel sonuçlarda % 99.27 tanıma oranı, % 94.70 tespit oranı bulunmuştur.

Oral ve Gençal (2008), SIFT Yöntemini Kullanarak Madeni Para Tanıma yapmışlardır. Onların çalışmasının amacı günümüzde, ticari işlemlerde kullanılan paraların, bir sistem tarafından tanınması, var olan parasal işlemlerin daha kısa zaman almasını sağlayacağından büyük önem arz etmektedir. Bu tanıma sistemi, Scale Invariant Feature Transform (SIFT) yöntemini kullanarak bir fotoğrafta var olan madeni para ya da paraları tanımaktadır. SIFT yöntemi, bir resmin, aydınlatma, döndürme ve ölçeklendirmeye karşı değişmeyen bölgesel özelliklerini belirleyip tanımlayan bir algoritmadır.

Algoritma tanıma işlemini şu şekilde gerçekleştirir: Resimde var olan bölgesel özellikler ile eğitim kümesinde var olan örnekler SIFT tanımlayıcıları yardımıyla kıyaslanır ve en çok doğru eşleşmenin olduğu örneğe göre tanıma işlemi tamamlanır. Sistem farklı koşullar; hiç madeni para bulunmayan resimler, sadece para/paralar olan resimler, üst üste gelmiş ya da sadece bir parçası gözüken para/paralar olan resimler, üzerine diğer nesnelerin gölgesi düşmüş para/paralar olan resimler ve renk değişimine uğramış paraların olduğu resimler, göz önünde bulundurularak test edilmiş ve tanıma, performans açısından tatmin edici sonuçlar ürettiği gözlemlenmiştir (Oral ve Gençal, 2008). Çalışmada sadece madeni paralar üzerine çalışılmıştır. Bu çalışmada kağıt paralarda dahil olacaktır.

Bu çalışmanın geçmiş çalışmalardan farkları şunlardır:

- Geliştirilecek uygulamada da kamera veya galeriden seçilen fotoğraf sayesinde kullanıcılar hem paraların değerini sesli bir şekilde duyabilecek hem de o para hakkında bilgi alabilecektir.
- Tanıttığı parayı veya herhangi bir başka parayı anında güncel döviz kuruyla diğer para birimlerindeki karşılığını görebileceklerdir.
- Bu çalışmada sesli okuma ile birlikte paraları tanıma olacaktır. Sadece madeni paralar değil kağıt paralar da tanınabilecektir.

2. Yöntemler

Uygulanan metot, verilen bir resimde mevcut olan madeni paraları, değerini gösteren kısma bakarak tespit etmektedir. İlk olarak, verilen resme Hough dönüşümü uygulanarak, resimde var olan daire şekilleri tespit edilir. Daha sonra, SIFT yöntemini kullanarak, resimde var olan bölgesel özellikler ile eğitim kümesinde var olan örnekler anahtar nokta tanımlayıcıları yardımıyla kıyaslanır ve en çok doğru eşleşmenin olduğu örneğe göre tanıma işlemi tamamlanır. (Oral ve Gençal, 2008)

2.1. Hough Dönüşümü

Hough dönüşümü, verilen bir resimde var olan herhangi bir şekli belirlemek için kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntemde, her pikselin, bulunduğu yerin özelliklerini belirten nitelikleri, büyüklük ve derece açısından, kullanılarak oylama yöntemi yardımıyla bu bilgiler bir tabloda toplanır. Toplanan bu bilgi, resimde var olan şeklin nerede olduğunu gösterir niteliktedir. Uygulamış oldukları bu metotta, Hough dönüşümü kullanarak resimde var olan daire şekilleri tespit edilir

2.2. Eğitim Kümesi

Metodun önemli kısımlarından birisi de uygun eğitim kümesi seçebilmektir. Paranın orta kısmının, bir madeni parayı tanımada yeterli olduğunu varsayımıyla, paranın tamamı yerine orta kısımlarını alarak bir eğitim kümesi oluşturdular. Şekil 1'de örnek madeni paraları görülmektedir.

Şekil 1. Örnek madeni paralar

2.3. SIFT Yöntemini Kullanarak Eşleştirmek

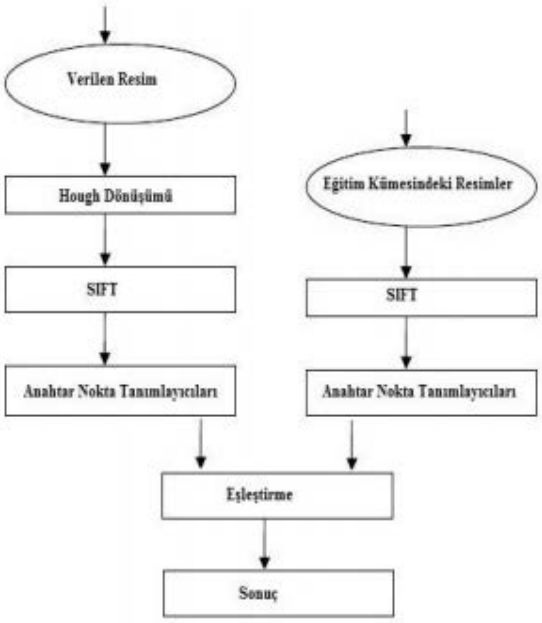
SIFT yönteminden faydalanarak, görselin içerisinde var olan kilit noktalar ve bu kilit noktaların tanımlayıcıları bulunur. Bu işlemin aynısı, eğitim kümesinde yer alan tüm elemanlara eşit olarak uygulanır. Görseldeki tanımlayıcılar ve eğitim kümesindeki tüm elemanların tanımlayıcılarıyla karşılaştırarak eşleştirir. Eşleştirme sonucunda yöntem, resimde madeni para var mı, varsa kaç kuruş/lira olduğunu söyler. Şekil 2' de yöntemin akış diyagramını görülmektedir.

3. Tasarımın Yazılım Aşamaları Ve Kullanılan Hazır Kütüphaneler

Tasarımın yazılım aşamaları 4 kısımdan oluşmaktadır.

Birinci kısım Mobil uygulama kısmıdır. Bu kısımda Mobil uygulamanın geliştirilme süreci yapılacaktır.

İkinci kısım ise API*'ların bağlantı kısmıdır. Burada ise internetten çekilecek olan verilerin çalışması kısmıdır. Üçüncü kısımda ise Google Asistanın kullanılması aşaması olacaktır. Dördüncü ve son aşamada ise Sayısal Görüntü İşleme sisteminin kurulmasıdır.



Şekil 2. Akış Diyagramı

3.1. Mobil Uygulamanın Geliştirilmesi

Mobil uygulama geliştirmek için çapraz platforma destek veren Flutter kullanılacaktır. Flutter, Google destekli açık kaynak kodlu bir UI(*) yazılım geliştirme aracıdır. iOS, Android, Windows, Mac, Linux ve web için projeler geliştirebilmek için tercih edilmektedir. Flutter' ın ilk karşımıza gelen sürümü "Sky" olarak bilinmektedir ve Android sistemlerde çalışmaktadır. Flutter kullanan firmaların başında Google, Alibaba, BMW ve Tencent gibi dev markalar yer almaktadır.

3.2. API Hizmetlerinin Bağlantısı*

Bu bölümde döviz için API ile mobil uygulamaya güncel döviz kurlarını çekmek ele alınacaktır. API'ler farklı yazılımlarda tanımlanan bir yazılımın, gerekli olan işlevleri kullanması için oluşturulan tanım bütünü anlamına gelir. API' ler web projelerinin uygulamalarına, işletim sistemlerinde, veritabanı sistemlerinde, gerek görülen donanımlarda veya yazılımlarda kütüphane olarak kullanılabilirler. Bu günlerde ise sıklıkla web projelerinin sunucu ile istemci arasında bir köprü görevi görür ve verilerin taşınması işelevini sağlayan bir sözleşmedir. İstemci özellikli bir veri isteğinde bulunursa ve her ihtimallede sunucudan belirli özellikte yanıt almak durumundadır. İşte bu durumlarda API' nın özel bir formu olarak WebAPI olarak isimlendirilir.

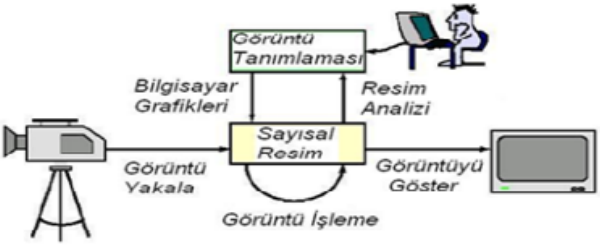
3.3. Google Asistan Bağlantısı

Google Asistanı seslendirme işlevini kullanarak ona gönderilen verileri okutarak kullanıcının işitmesini sağlar. Google Asistan ile yeni teknoloji bir arama yöntemidir. Bu aramayı Google üzerinden gerçekleşmektedir. Web sitelerine linkler ile

ulaştırmak yerine, kullanıcıyla sesli olarak sohbet ederek iletişim kurarak edindiği görevi uygulamaya koyulur. Kullanıcılardan aldığı kelimelerden bağlam kurarak arama sonuçlarını sesli olarak okumaktadar. Örnek vermek gerekirse, hava kaç derece diye sorabilirsiniz. Google Asistan size bulunduğunuz konumdaki havanın kaç derece olduğunu söyleyebilir.

3.4.Sayısal Görüntü İşleme

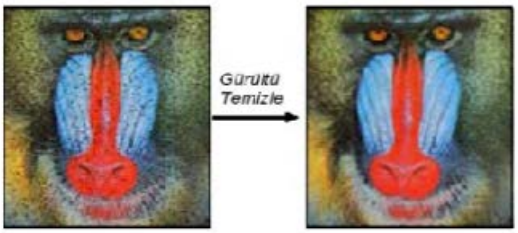
Projede sayısal görüntü işlemeden faydalanılacaktır. Sayısal görüntü işleme, verilerin yakalanıp ölçme ve değerlendirme işleminden sonra, başka bir aygıtta okunabilir bir biçimde dönüştürülmesi ya da bir elektronik ortamdan başka bir elektronik ortama aktarılmasına yönelik bir çalışma olan "sinyal işlemeden" farklı bir işlemdir. (Gonzalez ve Woods 2007).



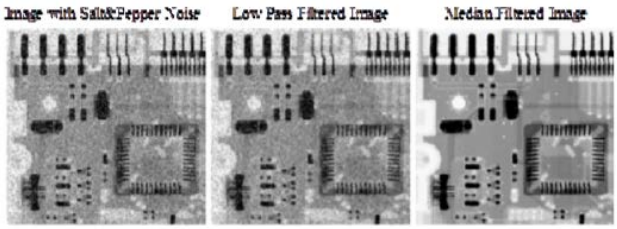
Şekil 3. Görüntü işleme yapısının blok şeması

Görüntü işlemeler, sayısal bir resim haline getirilmiş olan gerçek yaşamdaki görüntülerin bir giriş resmi olarak işlenerek o resmin özelliklerinin ve görüntüsünün değiştirilmesi sonucunda yeni bir resim oluşturmaktadır. Şekil 3' te görüntü işlemenin sistemsel yapısının blok şemasını görebilirsiniz.

Resimlerin benzer ortamlardan dijital ortamlara geçirilmesi süreci sonrasında yeni oluşan görüntü, gürültü (noise) içerir. Görüntü işleme ile gürültülerin giderilmesi Şekil 4'te ve Şekil 5'te görülmektedir.



Şekil 4 Sayısal ortama geçirilen gürültülü ve gürültüleri giderilmiş görüntüler.



Şekil 5 Görüntüyü gürültüden arındırma örneği.

4. Görme Engelliler İçin Görüntü İşleme Tabanlı Bir Para Tanıma Uygulaması

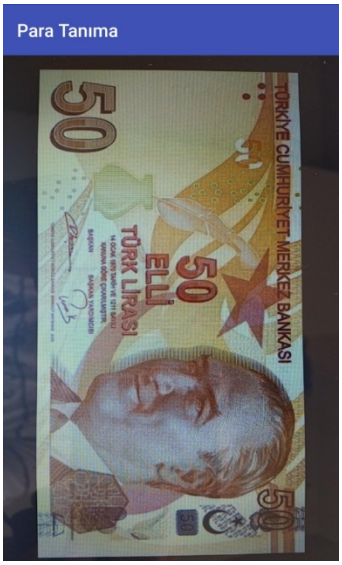
Sistemin genel mimarisi şu şekildedir:

- Kullanıcı internete bağlı bir cihazdan mobil uygulamaya giriş yapar.
- Uygulamaya girdikten sonra paraları tanıması için sisteme okutur
- Sistem paraları tanıyıp kullanıcıya sesli bir şekilde değerini okur.

Sistemin şeması Şekil 6' da gösterilmiştir.

Şekil 6. Sistemin genel mimarisi

Şekil 7' de örnek bir mobil uygulamada kameradan okunan Türk lirası banknotunu görülmektedir.



Şekil 7 Örnek Uygulama

SONUÇ

Geliştirilen sistem sayesinde görme engeliler en yakınında olan akıllı mobil cihazları sayesinde paraları sesli olarak duyabilecek, yabancı bir para ise o paranın hangi ülkelerde geçerli olduğunu öğrenecek aynı zamanda döviz işlerini gerçekleştirebilecektir. Bu uygulama görme engelliler için hayatı kolaylaştıran uygulamalardan bir tanesi olacaktır. Telefonlar için yapılmış çok kullanışlı uygulamalar bulunmakta ama bunlardan çok azını görme engelliler kullanabiliyor. Görme engelliler için yapılmış örnek uygulamalar: Sesli Adımlar Uygulaması, Voice Dream Reader (Sesli Hikaye Oku), CEYD-A (Sesli Asistan Uygulaması) gibi örnekler vardır. Geliştirilen uygulama ile görme engeliler en yakınında olan akıllı mobil cihazları sayesinde paraları sesli olarak duyabilecek, yabancı bir para ise o paranın hangi ülkelerde geçerli olduğunu öğrenecek aynı zamanda döviz işlerini gerçekleştirebilecektir.

KISALTMALAR

API* = Application Programming Interface (Uygulama Programlama Arayüzü)
UI* = User Interface (Kullanıcı Arayüzü)

KAYNAKÇA

[1] Dittimi, T. V., & Suen, C. Y. (2018). Mobile app for detection of counterfeit banknotes. In Canadian Conference on Artificial Intelligence (pp. 156-168). Springer, Cham)

[2] ORAL, M., & GENÇAL, M. C. (2016). SIFT Yöntemini Kullanarak Madeni Para Tanıma. Elektrik-Elektronik ve Bilgisayar Sempozyumu, 11-13 Mayıs 2016, Tokat TÜRKİYE

[3] YAMAN, K., SARUCAN, A., Mehmet, A. T. A. K., & AKTÜRK, N. (2001). Dinamik çizelgeleme için görüntü işleme ve arıma modelleri yardımıyla veri hazırlama. Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 16(1).

[4] Karakoç, M. (2011). Görüntü işleme teknikleri ve yapay zeka yöntemleri kullanarak görüntü içinde görüntü arama (Master's thesis).

[5] Samtaş, G., & Gülesin, M. (2011). Sayısal görüntü işleme ve farklı alanlardaki uygulamaları. Ejovoc (Electronic Journal of Vocational Colleges), 2(1), 85-97

[6] Gonzalez R. C., Woods R. E. (2007). Digital Image Processing, 3th Ed., (pp. 1-7), A.B.D., New Jersey : Prentice Hall.

[7] Jähne, B. (2005). Digital Image Processing, Springer, 6th Ed., (pp. 7-19), Berlin, 2005.

[8] https://www.argenova.com.tr/flutter-nedir-ve-neden-ogrenmek-gerekir

[9] https://tr.wikipedia.org/wiki/G%C3%B6r%C3%BCnt%C3%BC_i%C5%9Fleme

[10] https://flutter.dev/

[11] https://tr.wikipedia.org/wiki/Flutter

[12] https://tr.wikipedia.org/wiki/Uygulama_programlama_aray%C3%BCz%C3%BC

[13] https://www.vargonen.com/blog/google-asistan-suite-nedir-ve-ne-ise-yarar/

On Some Special Correlation Coefficients

Ebru KESKİN*, Mehmet MENDEŞ

Çanakkale Onsekiz Mart University, Agriculture Faculty, Animal Science Department, Biometry&Genetics Unit, 17100, Çanakkale, TURKEY

Abstract

Researchers, especially in the field of social sciences and education sciences, are commonly interested in investigating relationship between one continuous and one truly binary variable or relations between one continuous and one artificial binary variable or relationship between two truly/artificially binary variables. Preferring widely used correlation coefficient like Pearson and Spearman rank correlations for such cases will not be appropriate. Therefore, Point biserial, biserial, rank biserial, polyserial, tetrachoric, and polychoric correlations should be used for investigating such relations. In this study, it was aimed at describing these correlations over real and simulated data sets. At the same time, it was also showed that which correlation coefficient was more appropriate for our data set, how to compute these coefficients and how to interpret the results. We think that the results of this study will be useful especially for non-statistician researchers.

Keywords: *Correlation, Binary Variable, Point Biserial Correlation, Tetrachoric Correlation*

Bazı Özel Korelasyon Katsayıları Üzerine

Özet

Araştırmacılar, özellikle sosyal bilimler ve eğitim bilimleri alanında yaygın olarak bir sürekli ve bir gerçek ikili değişken arasındaki ilişkiyi veya bir sürekli ve bir yapay ikili değişken arasındaki ilişkileri veya iki gerçek/yapay ikili değişken arasındaki ilişkiyi araştırmakla ilgilenir. Böyle durumlarda yaygın olarak kullanılan Pearson ve Spearman rank korelasyon katsayılarının tercih edilmesi uygun olmayacaktır. Bu nedenle, böyle ilişkileri araştırmak için Point biserial, Biserial, Rank biserial, Polyserial, Tetrachoric ve Polychoric korelasyonlar kullanılmalıdır. Bu çalışmada, bu korelasyon katsayılarının gerçek ve simüle edilmiş veri setleri üzerinden tanımlanması amaçlanmıştır. Aynı zamanda hangi korelasyon katsayısının veri setimize daha uygun olduğu, bu katsayıların nasıl hesaplanacağı ve sonuçların nasıl yorumlanacağı da gösterildi. Bu çalışma sonuçlarının özellikle istatistikçi olmayan araştırmacılar için faydalı olacağını düşünüyoruz.

Keywords: *Korelasyon, İkili Değişken, Point Biserial Korelasyon, Tetrachoric Korelasyon*

1 Introduction

Correlation analysis is one of the most commonly used techniques for investigating relations between/among the variables almost in all branches of science [1, 2, 3, 4, 5]. Although many different correlation coefficients have been proposed such as Pearson, Spearman, Kendall-Tau, Winsorized, Permutation Based, Distance, Percentage Bend, Sheapard, Biweight Midcorrelation, Biserial, Point Biserial, Rank Biserial, Polyserial, Phi, Tetrachoric, Polychoric correlation, majority of them are still not included in basic statistics text books and widely used package programs such as SPSS and Minitab.

* İletişim e-posta: ebru.phd@outlook.com

Therefore, since many researchers (especially non-statisticians) still do not have any information about them, they do not know when and how these correlation coefficients could be used in their researches. For example, what correlation coefficients should be used if one variable is continuous and the other is binary, or if both variables are actually continuous but they are converted into binary variables depending on the purpose? The main purpose of this study is to describe Biserial, Point Biserial, Polyserial, Tetrachoric and Polychoric correlation coefficients and to show how these correlation coefficients should be used and how to interpret them. For this purpose these correlation coefficients have compared over large samples.

2 Material and Methods

Material of this study consisted of random numbers generated by using simulation technique. Different pairs of variables were generated based on the characteristics of correlation coefficients. All computations were performed in R-package [6,7].

2.1 Correlation Coefficients

2.1.1 Point-Biserial correlation coefficient

The Point-Biserial correlation coefficient is an appropriate correlation for investigating relations between one continuous and one truly dichotomous. The Point-Biserial correlation coefficient [8,9] can be calculated as below (1):

$$r_{pb} = \left(\frac{\overline{Y}_1 - \overline{Y}_0}{S_Y}\right)\sqrt{p_1 p_0} \qquad (1)$$

Where

$\overline{Y}_1$ and $\overline{Y}_0$ are the means of group 1 and 0

S_Y is the standard deviation for Y

p_1 and p_0 are the proportions of group 1 and 0

$p_0 = \frac{n_0}{N}$ and $p_1 = \frac{n_1}{N}$

n_0 and n_1 are the number of observations in group 0 and 1, respectively.

N is the total number of observations.

It takes on a value between -1 and 1. The higher absolute value of the rpb, the stronger the relationship between the two variables [10]. Positive value of the r_{pb} shows that Y values when variable X takes the value 1 tend to be higher than when variable X takes the value zero.

If sample size is enough large, then the distribution of r_{pb} is normal with mean ρ and variance $\sigma^2_{pb} = \frac{(1-\rho^2)^2}{n}\left[1 + \rho^2\left(\frac{1-6p_0p_1}{4p_0p_1}\right)\right]$ [11, 12, 13]. As a result, the following test statistic can be used in testing the null hypothesis that H_0: ρ = 0. As it can be noticed that this test statistic is equivalent to the two-sample t-test (2).

$$t_{pb} = \frac{r_{pb}\sqrt{(n-2)}}{\sqrt{1 - r^2_{pb}}} \qquad (2)$$

t_{pb} test statistic follow Student's t distribution with (n-2) d.f.

2.1.2 Biserial correlation coefficient

The Biserial correlation, r_b, is used to investigate the relations between a continuous variable and an artificially dichotomous variable (3).

$$r_b = \left(\frac{\overline{Y}_1 - \overline{Y}_0}{S_Y}\right)\frac{p_1 p_0}{h} \qquad (3)$$

Where

$\overline{Y}_0$ and $\overline{Y}_1$ are the mean scores for data pairs for X=0 and 1, respectively

p_0 and p_1 are the proportions of data pairs for X=0 and 1, respectively

S_Y is the standard deviation of Y, and

"h" is the height of the standardized normal distribution at the point Z, where P(Z'<Z)= p_0 and P(Z'>Z)= p_1. Since the factor involving p_1, p_0 and the height (h) is always greater than 1, the biserial is always greater than the point-biserial.

Since the relation between rb and rpb, it is possible to find the rb as long as the the point-biserial correlation is known. Thus, the rb can also be computed by ussing following formula [9](4):

$$r_b = r_{pb}\sqrt{\frac{p_1 p_0}{h}} \qquad (4)$$

2.1.3 Polyserial correlation coefficient

The Polyserial correlation is a generalization of the biserial correlation. This correlation is recommended when one variable is truly continuous and the second one is polychomotomized into r ordered categories [14].

2.1.4 Tetrachoric correlation coefficient

The Tetrachoric correlation coefficient, rtet, is recommended to use if both variables are originally continuous but transformed into binary variables. This correlation assumes that both variable are really continuous and normally distributed (artificially dichotomous) and it provides how strong the association between two artificially dichotomous. It is recommended for large sample sizes (especially more than 100) and takes values between -1 and 1 [7, 15, 16, 17]. The formula for Tetrachoric correlation coefficient is (5):

$$r_{tet} = cos\left(\frac{180}{1+\sqrt{({}^{BC}/_{AD})}}\right) \qquad (5)$$

Another means of determining the tetrachoric correlation coefficient is given by following formula (6):

$$r_{tet} = sin\left(\frac{\pi}{2}\left(\frac{\sqrt{AD}-\sqrt{BC}}{\sqrt{AD}+\sqrt{BC}}\right)\right) \qquad (6)$$

2.1.5 Polychoric correlation coefficient

Polychoric correlation is suggested the cases where both variables are ordinal or ordered and the categories of the data exceeds two [18]. Therefore, the polychoric correlation is used in assessing relation between two ordinal variables. This correlation is commonly used in analyzing survey data. For a 2 × 2 contingency table, the polychoric correlation coefficient is called the tetrachoric correlation coefficient [17, 19, 20]. The range of the polychoric correlation is from –1 to 1.

3 Results and Discussion

Since its easy calculation and interpretability, the Pearson Correlation coefficient is commonly used by scientists and researchers in investigating relations between two variables. Unfortunately, the Pearson correlation coefficient is not appropriate and a useful measure for many cases like when the relationship between variables is not linear, or there are outliers in the datasets or one of the variables or both variables are binary or ordinal. Especially in studies related to social, education, and physiological sciences, natural and artificial nominal data are very common. Therefore, in many cases, the researchers in these fields are interested in investigating the relations between one continuous and one natural/ artificial binary variable or between two natural/ artificial binary variables or between one continuous and one ordered variable. In this study five of special correlation coefficients were discussed and they compared over large samples. Results of this study have given in Table 1. When Table 1 is examined the correlation coefficient values were computed between 0.3900-0.4534 for Biserial correlarion, between -0.0554 and 0.2030 for Point Biserial correlation, between 0.9943 and 1.000 Polyserial correlation, between 0.3647 and 0.4698 for Polychoric correlation, and between 0.2278 and 0.4673 for Tetrachoric correlation. As it can be noticed, it is seen that the Polyserial correlation coefficient is not affected by the sample size. The coefficients that are more affected by the sample size are the Point Biserial and Tetrachoric correlation coefficients.

In summary, although these correlations are not commonly used in practice it is important to familiar about them and to know how and when they can be used in investigating relations between two variables. This case can be summarized as in Table 2.

Table 1. Changes in correlation coefficient values based on sample size

n	Pair of variables	Correlation Coefficients	Value	Corresponding P value
100	Y,X	Biserial	0.4452	0.000
100	Y,X1	Point Biserial	0.2030	0.043
100	Y,X3	Polyserial	0.9943	0.000
100	X3,X4	Polychoric	0.4093	0.000
100	X,X2	Tetrachoric	0.4673	0.000
300	Y,X	Biserial	0.3900	0.000
300	Y,X1	Point Biserial	-0.0554	0.347
300	Y,X3	Polyserial	0.9994	0.000
300	X3,X4	Polychoric	0.3647	0.000
300	X,X2	Tetrachoric	0.2278	0.000
500	Y,X	Biserial	0.4534	0.000
500	Y,X1	Point Biserial	0.0278	0.535
500	Y,X3	Polyserial	1.0000	0.000
500	X3,X4	Polychoric	0.4698	0.000
500	X,X2	Tetrachoric	0.2671	0.552

Table 2. Correlation, when to use and example

Correlation	When to use	Example
Biserial	One variable is truly continuous and one variable is artificially dichotomous.	Relation between income and working year (<=5 years, not experienced and >5 years experienced)
Pont Biserial	One variable is truly continuous and one variable is truly dichotomous.	Relation between anxiety scores and results Covid-19 test (+ and -)
Polyserial	One variable is truly continuous and one variable is polychomotomized into r ordered categories.	
Tetrachoric	Both variables are artificial dichotomous	Relation between weight (<75kg and >75 kg) and total cholesterol level (<150 dl/l and >150 dl/l)
Polychoric	Both variables are ordered	Relation between socio economic status (low, medium, high) and frequency of going to the concert (rare, sometimes, often)

References

[1] Carroll, J.B. (1961). The natüre of the data, or how to choose a correlation coefficient. Psychometrika, 26:347-372.

[2] Chen, P.Y., Popovich, P.M. (2002). Correlation: Parametric and Nonparametric Measures. Sage University Paper Seris on Quantitative aplication in social sciences, no:07-139, Thousand Oaks, CA:Sage.

[3] Chok, N.S. (2010) Pearson's versus Spearman's and Kendall's Correlation Coefficients for Continuous Data. Master's Thesis, University of Pittsburgh, Pittsburgh.

[4] Tuğran, E., Kocak, M., Mirtagioğlu, H., Yiğit, S., Mendes, M. (2015). A simulation based comparison of correlation coefficients with regard to type I error rate and power. Journal of Data Analysis and Information Processing, 3 (03): 87-101.

[5] Mendeş, M. (2019). İstatistiksel Yöntemler ve Deneme Planlanması. Birinci Baskı, Kriter Yayınları, İstanbul, 636 s.

[6] R (4.0.2). R version 4.0.2 (2020-06-22) -- "Taking Off Again" Copyright (C) 2020 The R Foundation for Statistical Computing Platform: x86_64-w64-mingw32/x64 (64-bit).

[7] R Studio (1.2.5033). RStudio Version 1.2.5033 – © 2009-2020 RStudio, Inc.

[8] Sheskin, D.J. (2007) Handbook of Parametric and Nonparametric Statistical Procedures. 4th Edition, Chapman & Hall/CRC, Boca Raton.

[9] Sheskin, D.J. (2011) Handbook of Parametric and Non-Parametric Statistical Procedures. 5th Edition, Chapman & Hall/CRC, London.

[10] Brown, J. D. (1996). Testing in language programs. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.

[11] Tate, R. F. (1954). Correlations between a discrete and a continuous chance variable.Ann. Math. Statist., 25: 603–607.

[12] Tate, R. F. (1955a). The theory of correlation between two continuous variables when one is dichotomized. Biometrika, 42, 205–216.

[13] Tate, R. F. (1955b). Applications of correlation models for biserial data. Journal of the American Statistical Association, 50, 1078–1095.

[14] Olsson, U., Drasgow, F., Dorans, N. (1982). The polyserial correlation coefficient. Psychometrika, 47:337-347.

[15] Kirk, D. (1973) On the numerical approximation of the bivariate normal (tetrachoric) correlation coefficient. Psychometrika, 38, 259-268.

[16] Gunther, A., Hofler, M. (2006). Different results on tetrachorical correlations in mplus and stata-stata announces modified procedure. Int J Methods Psychiatr Res, 15(3):157-166.

[17] Uebersax, J.S. (2015). Introduction to the Tetrachoric and Polychoric Correlation Coefficients. Http://Www. John-Uebersax. Com/Stat/Tetra. Htm.[Links].

[18] Holgado-Tello, F., Moscoso, S., Barbero-Garcia, I., Villa, E. (2010). Polychoric versus Pearson correlations in Exploratory and Confirmatory factor Analysis with ordinal variables. Quality&Quality, 44(1):153-166.

[19] Olsson, U. (1979). Maximum Likelihood Estimation of the Polychoric Correlation Coefficient. Psychometrika, 44 (4): 443–460.

[20] Drasgow, F. (1986) CorPolychoric and polyserial correlations. Pp. 68–74 in S. Kotz and N. Johnson, eds., The Encyclopedia of Statistics, Volume 7. Wiley.

Finansal Gelişme ve Ekonomik Büyüme: Türkiye İçin Nedensellik Analizi

İlhan EROĞLU[1] Fatih YETER[2*]

[1]*Tokat Gazi Osmanpaşa Üniversitesi, İİBF, İktisat, Tokat, TÜRKİYE*
[2] *Tokat Gazi Osmanpaşa Üniversitesi, Pazar MYO, Tokat, TÜRKİYE*

Özet

Finansal gelişme ve ekonomik büyüme ilişkisi literatürde oldukça zengin ve çok yönlü bir çalışma sahasını oluşturmaktadır. Finansal sistem, ekonomik sistemin işleyişinin önemli bir parçası olarak fon talep edenler ile fon arz edenleri bir araya getiren finansal kuruluşlar, finansal araçlar, kurumsal ve yasal düzenlemelerden oluşmaktadır. Finansal sistemin gelişimi, finansal kurumların ve finansal araçların niteliklerinin ve niceliklerinin artması, kurumsal ve yasal düzenlemelerin ise finansal etkinliği ve istikrarı artırıcı yapıda olmasıdır. Finansal gelişmeyi gösteren literatürde birçok değişken kullanılmaktadır. Bu çalışmada ekonomik büyümeyi temsilen kişi başına gayri safi yurtiçi hasıla (GDPPC); finansal gelişmeyi temsilen özel sektör banka kredileri (DCBS) ile hisse senedi piyasası işlem hacmi (STOCK) değişkenlerinin oluşturduğu finansal gelişme değişkeni (FD) kullanılmıştır. Türkiye ekonomisi için 1991 - 2019 yılları arasında finansal gelişme ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki Toda Yamamato (1995) nedensellik testi kullanılarak nedensellik ilişkisinin varlığı ve yönü tahmin edilmiştir. Yapılan ampirik çalışma neticesinde ilgili dönemde Türkiye ekonomisi için finansal gelişmeden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: *Finansal Gelişme, Ekonomik Büyüme*

Financial Development and Economic Growth: Causality Analysis for Turkey

Abstract

In the literature, the relationship between financial development and economic development is a rich and diverse area of study. The financial system, which brings together fund demanders and fund suppliers, is an integral part of the functioning of the economic system. It consists of financial institutions, financial instruments, structural and legal regulations. The evolution of the financial system, including the growth in the quality and quantity of financial institutions and financial instruments, as well as the framework of institutional and legal regulations that promote financial performance and stability. In the literature on financial growth, several variables are included. In this paper, per capita gross domestic product (GDPPC) represents economic growth; Financial development variable (FD) formed by domestic credit to private sector by banks (DCBS) and stock market transaction volume (STOCK) variables was used to represent financial development. Turkey's economy between financial development and economic growth relationship between Toda and Yamamoto (1995), the existence and direction of causality between financial development and economic growth with causality test was calculated using related variables for the years 1991 to 2019. As a result of the empirical study, it shows that there is a one-way causality relationship from financial development to economic growth for the Turkish economy in the relevant period.

Keywords: *Financial Development, Economic Growth*

1 Giriş

Finansal Gelişme (FG) ve Ekonomik Gelişme (EG) ilişkisi literatürde oldukça zengin ve çok yönlü bir çalışma sahasını oluşturmaktadır. Finansal sistem, ekonomik sistemin işleyişinin önemli bir parçası olarak fon talep edenler ile fon arz edenleri bir araya getiren finansal kurumlar, finansal araçlar, kurumsal ve yasal düzenlemelerden oluşmaktadır. Finansal sistemin gelişimi, finansal kurumların ve finansal araçların niteliklerinin ve niceliklerinin artması, kurumsal ve yasal düzenlemelerin ise finansal etkinliği ve istikrarı artırıcı yapıda olmasıdır. Ekonomik sistemin gelişimi ve performans düzeyi fiziki ve beşeri sermaye, doğal kaynaklar, nüfus artışı, iş gücü ve faktör piyasası, teknolojik gelişme ve beklentiler tarafından yönlendirilen ve sermaye birikimi için önemli bir unsur olan yatırımlar gibi birçok etken içerisinde değerlendirmek gerekir.

Ancak çalışmanın yönü itibariyle ekonomik gelişme/performansı etki eden bir diğer önemli değişkenin finansal sistemin gelişiminin de etki edeceği yönündedir. Finansal gelişme ekonomik büyüme arasındaki ana teorik düşünceleri ifade etmeden önce Dünya ekonomisinde kabaca 1980 sonrası dönüşümlerin kritik noktasının serbestleşme olgusu ile beraber bilgi, iletişim teknolojilerindeki gelişmelere paralel olarak finansal teknolojilerin de hızla artmış olmasına bağlı olarak finansallaşma ve finansal serbestleşme hareketlerinin arttığını söylemek gerekir. Bu gelişmeler finansallaşmanın Dünya ekonomisindeki genel sektörel kompozisyonu önemli ölçüde değiştirme ve dönüştürmeye başlamış ve Dünya ekonomisinin ağırlık merkezi reel sektörden finansal sektöre doğru kaydığı görülmektedir. Bu savı destekleyici çarpıcı bulgular tüm dünyada finansal işlemlerin günlük hacminin 1983 yılında 2,3 milyar dolar iken, 2001 yılında yaklaşık 60 kat artışla 130 milyar dolar düzeyine çıktığı [1] ve son veriler itibariyle 2020 yılında 4,4 trilyon dolara çıktığı görülmektedir [2]. Hiç kuşkusuz finansal gelişme ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin varlığının ve yönünün araştırılmasına ilişkin çalışmalar önemini korumakta ve hem daha geniş kapsamlı ampirik çalışmalar ile genel bulgulara ulaşmak mümkün iken ulusal düzeyde de yapılacak çalışmalarla ekonomik büyümenin belirleyicilerini özellikle gelişmekte olan ülkelerde finansallaşma ve finansal serbestleşme adımları sonrası ortaya konulması da önem kazanmaktadır.

Çalışmanın ulusal düzeydeki FG-EG ilişkisinin araştırılmasında Türkiye ekonomisi mercek altına alınmış ve çalışma bir yönüyle Türkiye ekonomisinin tarihsel dönüşüm noktalarının küresel ekonomik dönüşümler ile paralel olduğu tezine ilişkin ampirik kanıtların ortaya konulması amacını taşımaktadır. Türkiye ekonomisinde son 40 yılda yapılan en önemli dönüşümün 24 Ocak 1980 kararları ile başlayan ve 1989 yılında 32 sayılı KHK ile tamamlanan dışa açık, serbest piyasa düzeninin tesis edildiği, finansal serbestleşme-finansal entegrasyon süreci olduğu görülmektedir.

Bu açıdan Türkiye'nin finansal serbestleşme – finansallaşma tecrübesinin ekonomik gelişiminde rolünün olup olmadığına ilişkin Türkiye'de 1991 - 2019 dönemini için test edilerek araştırılmıştır. Bu çalışma da öncelikle finansal gelişme – ekonomik gelişme ilişkisini dair teorik yapılar tasvir edilmiş ve izleyen bölümde Türkiye ekonomisi için FG EG ilişkisini inceleyen ampirik çalışmaların seçilmiş bir özet taraması yapılmış, daha sonra çalışmanın veri seti hakkında genel bilgiler, değişkenler, iktisadi ve ekonometrik modellerin ve amprik yöntemlerin kısa bir tanıtımı yapılmıştır. Çalışmanın dördüncü bölümünde Toda Yamamato nedensellik testinin dayandığı VAR modeline ilişkin tanı (diagnostic) testleri ile modelin istikrar koşullarını sağlayıp sağlamadığı test edilerek uygun VAR modelinin belirlenmiş ve Toda ve Yamamato nedensellik testi sonuçları [3] ile ilgili dönemde Türkiye ekonomisi için EG FG nedensellik ilişkisi ortaya çıkarılmıştır. Çalışmanın son bölümünde ampirik bulguların literatürde yer alan teorik yapıyla uyumu konusu tartışılmıştır.

2 Literatür Taraması

FG ile EG arasındaki ilişkinin araştırılmasında literatürdeki ampirik çalışmaları (1) FG'den EG'ye doğru nedensellik; (2) EG'den FG'ye doğru nedensellik; (3) EG ile FG arasında çift yönlü nedensellik ve son olarak (4) EG ile FG arasında herhangi bir nedenselliğin olmadığını ileri süren çalışmalar olmak üzere dört kategori içerisinde toplamak mümkündür.

Türkiye'nin FG EG arasındaki nedensellik ilişkisine ait seçilmiş çalışmaların kısa bir taraması yapıldığında konuyla ilgili diğer panel veri çalışmaları ya da diğer ülkeler için ulusal düzeydeki çalışmalardaki bulgular ile paralellik arz ettiği görülmektedir. Şöyle ki farklı veri aralığı, veri frekans büyüklüğü, finansal gelişmeyi temsil eden değişkenlerin farklı ve çok sayıda olması gibi

etkenlerden dolayı çalışmalar yukarıdaki kategorize etmiş olduğumuz dört teorik varsayımları destekler bulguları da içermektedir. Bu konuda açık bir örnek çalışma olarak Kar ve Pentecost (2000) çalışması gösterilebilir [4]. Bu çalışmaya göre 1963-2005 arasında Türkiye'de yıllık veriler kullanılarak finansal gelişmeyi temsilen birçok değişken kullanılmıştır. Bunlar literatürde de oldukça fazla yer alan kredi büyüklükleri; özel sektöre verilen krediler/toplam yurtiçi krediler, yurtiçi krediler/GSMH ve özel sektöre verilen krediler/GSMH; parasal büyüklük olarak M2/GSMH ve başka bir bankacılık sektörü içerisinde başka bir finansal gelişme göstergesi olarak banka mevduatları/GSMH'ya oranı gibi değişkenler kullanılmış ve nedenselliğin yönünün seçilen finansal gelişmeyi temsil eden değişkene bağlı olarak farklılık arz ettiği söylenmektedir. Örneğin özel sektör kredilerinin toplam kredi içerisindeki payının finansal gelişme göstergesi olarak alındığında nedensellik FG'den EG'ye doğru iken diğer finansal gelişme göstergeleri için nedenselliğin yönü EG'den FG'ye doğru olduğu bulunmuştur. Sonuç olarak nedenselliğin yönüne ilişkin tam ve yeterli kanıtlar olmasa da finansal gelişmeyi temsil eden değişkenlerin biri hariç diğerleri için EG'den FG'ye doğru nedenselliğin olduğu belirtilmiştir.

Kar ve Pentecost çalışmasındaki sonuç argümanları farklı finansal gelişme göstergeleri kullanıldığında nedenselliğin yönü net olarak saptanamadığına ilişkin görüşü [4] destekleyici çalışmaları Yılmaz ve Kayalıca [5], Güngör ve Yılmaz [6], Altunç [7], Aslan ve Koralp [8] çalışmalarını gösterebiliriz. Buna göre Yılmaz ve Kayalıca çalışmasında seçilen finansal gelişme değişkeni M2 parasal büyüklük ile piyasa kapitalizasyonunun toplamının GSYİH'ya oranı olduğunda FG'den EG'ye doğru nedensellik ortaya çıkarken, özel sektöre verilen kredilerin yurt içi kredilere oranı finansal gelişme değişkeni olarak seçildiğin nedensellik ilişkisi ortaya çıkmamaktadır [5]. Güngör ve Yılmaz çalışmalarında 1987-2005 yılları arasında üç aylık frekans sıklığını içeren veriler ile yaptığı çalışmada hisse senedi piyasasının finansal gelişme değişkeni olarak alındığında FG EG arasında çift yönlü nedensellik olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Yine aynı çalışmada bu kez özel sektör kredileri finansal gelişme göstergesi olarak alındığında EG'den FG'ye doğru tek yönlü nedensellik olduğu sonucuna ulaşılmıştır [6]. Altunç (2008)'de 1970-2006 yılları arasında yıllık veriler ile yapılan çalışmada nedenselliğin yönü seçilen finansal gelişme göstergesine göre değişkenlik arz ettiği sonucuna ulaşılmıştır [7]. Benzer sonuçlar Aslan ve Koralp çalışmasında 1987-2004 arasında üç aylık veriler ile yapılan çalışma sonucunda ulaşıldığı görülmektedir [8].

Nedenselliğin yönünün daha net olarak saptandığı çalışmalar içerisinde yine panel veri ve diğer ulusal düzeydeki çalışmalara benzer nitelikte FG'den EG'ye doğru nedenselliğin literatürde daha fazla ampirik kanıt bulduğu görülmekte talep çekişli yaklaşımı ifade eden EG'den FG'ye doğru nedenselliği kanıtlayan çalışmaların görece daha az olduğu görülmektedir. Buna göre Çetintaş ve Barışık [9], Danışoğlu [10], Aslan ve Küçükaksoy [11], Acaravcı vd. [12], Türedi ve Berber [13], Karaca [14], Ak vd. [15] çalışmaları Türkiye için seçilen dönem aralığında FG'den EG'ye doğru nedenselliğin olduğunu savunan arz öncüllü yaklaşım ile uyumlu ampirik kanıtlar bulmuşlardır. Bu çalışmalardan Çetintaş ve Barışık incelenen dönem itibariyle ayrıca FG ile EG arasında uzun dönemde pozitif bir ilişki olduğunu savunmaktadır [9]. Acaravcı vd. çalışmalarında FG EG arasında eş bütünleşme analiz sonucunda uzun dönemli bir ilişki bulunamamış ancak nedensellik analizinde kısa dönemde FG'den EG'ye doğru nedensellik ilişkisi olduğu saptanmıştır [12]. Ak vd. çalışmalarında 1989-2011 dönemi için analiz ettiği FG EG ilişkisinde kullanılan finansal gelişmeyi temsilen oluşturulan değişken finansal gelişmeyi daha bütüncül bir yaklaşım ile temsil edecek şekilde elde edilmeye çalışılmıştır. Finansal gelişme değişkenini oluşturmak için M2 para arzı, hisse senedi piyasasında yer alan şirketlerin toplam değeri, özel sektör yurt içi krediler, borsa işlem hacmi değişkenleri kullanılarak temel bileşenler yöntemi ile finansal gelişme endeksi oluşturulmuştur. Çalışmada ampirik bulgulara FG'den EG'ye doğru nedenselliğin olduğu sonucuna ulaşılmıştır [15].

Türkiye'de FG EG ilişkisinin nedenselliğinin yönüne ilişkin daha kesin bulgular içeren çalışmaların bir diğer ayağını ise EG'den FG'ye doğru nedenselliğin olduğunu ortaya koyan çalışmalardır. Yılmaz ve Kaya [16], Kandır vd. [17], Öztürk [18], Kar vd. [19], Ceylan ve Durkaya [20], Keskin ve Karşıyakalı [21] Özcan ve Arı [22], Güneş [23] çalışmaları bu argümanı destekler nitelikte sonuçlara ulaştığı görülmektedir. Örneğin Güneş çalışmasında 1988-2009 yılları arasında finansal gelişme göstergesi olarak kullanılan finansal sektörde istihdam artış oranı ile ekonomik büyüme arasında nedensellik

ilişkisi olduğu ortaya konulmuş ve EG'den FG'ye doğru nedenselliğin olduğu ortaya konulmuştur [23]. Öztürk ise çalışmasında FG EG arasında eş bütünleşme ilişkisi uzun dönemde tespit edilememiş ancak EG'den FG'ye doğru nedenselliğin olduğu ortaya konulmuştur [18].

Türkiye'de FG EG arasındaki nedensellik ilişkisinin çift yönlü olduğunu savunan çalışmalar başlıca Ünalmış [24], Oktayer [25], Akkay [26], Demirhan vd. [27], Karahan ve Yılgör [28] çalışmalarını gösterebiliriz. Ünalmış'ın çalışmasına göre 1970-2001 yılları arasında yıllık veriler kullanılarak kısa dönem ve uzun dönem nedensellik ilişkisi araştırılmıştır. Bu çalışmaya göre kısa dönemde finansal gelişme göstergelerinin biri dışında FG'den EG'ye doğru tek yönlü nedensellik olduğunu uzun dönemde ise EG'den FG'ye doğru nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır [24]. Oktayer ise çalışmasında uygulamaya konu olan veri dönemine göre nedensellik ilişkisi farklılık arz etmektedir. Bu çalışmaya göre 1987-2016 yılları arasında üç aylık verilere göre ilgili finansal gelişme göstergelerinin tamamında FG EG arasında nedensellik ilişkisine rastlanılamadığı ancak çalışma dönemi 1987 yılı I. çeyrek ile 2002 II. çeyrek arasındaki dönem olarak seçildiğinde FG ile EG arasında çift yönlü nedensellik ilişkisinin olduğu sonucuna varılmıştır [25]. Benzer şekilde bir yöntem ile Akkay çalışmasında yine üç aylık veriler ile 1989 2001 arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna ulaşırken, 2001-2010 arasındaki dönem için EG'den FG'ye doğru tek yönlü nedenselliğin olduğu sonucuna ulaşmıştır [26].

3 Veri Seti ve Modelin Belirlenmesi

Bu çalışma da Türkiye'de finansal gelişme ekonomik büyüme arasında nedenselliğin varlığını ve yönünü belirlemek için 1991 – 2019 yılları arasındaki yıllık veriler kullanılmış ve örneklem dönem toplamda 28 gözlemden oluşmaktadır. Değişkenlere ilişkin gözlem verileri ve tanımlamalar ise Dünya Bankasının World Devolopment Indicator (WDI) veri sisteminden alınmıştır. Değişkenler arasındaki ilişkinin nispi değişim oranları ortaya çıkartılması için tüm değişkenlerin doğal logaritması alınmıştır. Değişkenlere ait bilgiler aşağıda sunulmaktadır.

GROWTH: Ekonomik büyümeyi temsilen kişi başına gayri safi yurtiçi hasıla kullanılmış ve Reel GDPPC'nin doğal logaritmasının birinci düzeyden farkı yıllık kişi başına reel GDPPC oranını vermektedir [29]:

$$GROWTH(GDPPC) = logGDPPC_{i,t} - logGDPPC_{i,t-1}$$

Yukarıdaki denklemde birinci fark yöntemi ile ekonomik büyüme verisi elde edilmektedir ve bu durum neoklasik büyüme modeli ile uyumludur [31] Dolayısıyla uygulamada GDPPC'nin doğal logaritmasının farkı alınmış değişken GDPPC'nin yıllık büyüme oranını vermektedir. Bundan dolayı GDPPC'nin yıllık büyüme oranı kullanılmıştır.

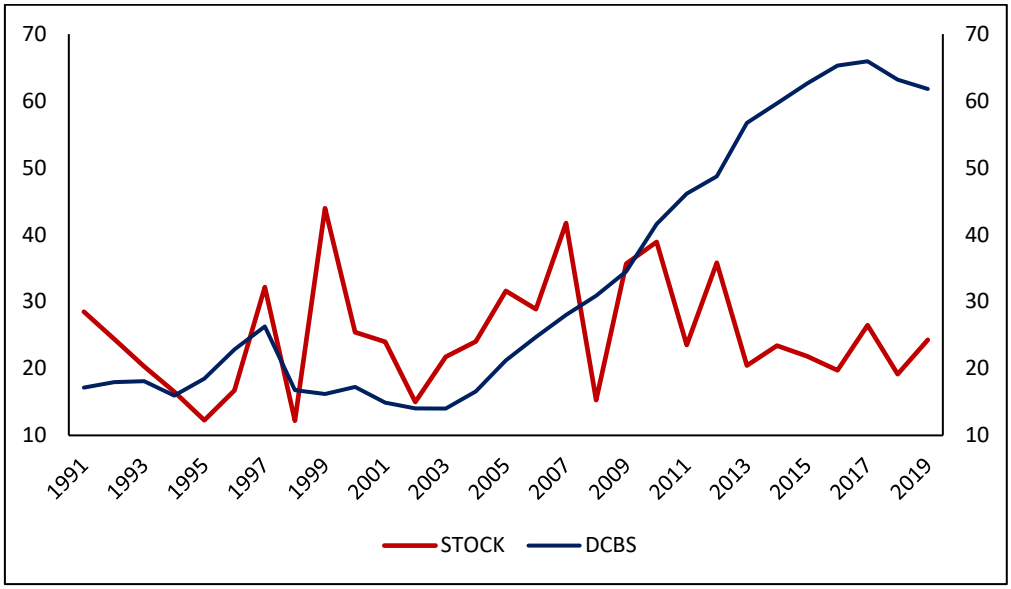
DCBS: Finansal gelişmeyi temsilen ilk değişken olan DCBS bankalar tarafında özel sektöre verilen kredilerin GDP'ye oranını yüzde olarak ifade edilmesidir. DCBS, bankaların özel sektöre verdikleri yurtiçi krediler, krediler, hisse senedi olmayan menkul kıymet alımları ve ticari krediler ve diğer alacak hesapları gibi diğer saklama kuruluşlarının (merkez bankaları hariç mevduat kabul eden kuruluşlar) özel sektöre sağladığı finansal kaynakları kapsamaktadır. Burada kullanılan DCBS verisi yıllık verilerin yine yıllık reel GDP'ye oranını ifade eder. Krediler parasal aktarım mekanizmasının önemli bir aracı olarak bir ekonomideki iktisadi faaliyetlerin –üretim, tüketim, yatırım- bağlantısını gösterir. Doğal olarak bu bağlantının gücü başka bir deyişle DCBS'in yüksek olması ekonomik faaliyetlerin finansmanı için bankalara olan bağımlılığın da fazla olduğunu gösterir. Sonuç olarak DCBS finansal gelişmeyi temsilen iyi bir ölçüt(değişken) olduğu söylenebilir [30]

STOCK: İlgili dönemde Borsa İstanbul'a (BIST) kote olan şirketlerin hisse senetleri değerlerinin toplamını ifade etmektedir ve model içerisinde DCBS'de olduğu gibi reel GDP'ye oranını ifade eder. Hisse senedi piyasasında daha yüksek işlem hacmi bu piyasada alım-satım işlemine konu olan sermayenin daha yüksek likiditeye sahip olduğu anlamına gelmektedir. Bu durum daha etkin kaynak tahsisine ve daha yüksek büyüme oranlarında belirleyici bir rolü olabileceğini göstermektedir [32].

GDS ve TRADE: Modelde gözlemlenemeyen etkileri azaltmak ve dışlanan değişkenler sorunu yaşamamak için GDP'yi önemli ölçüde belirleyici – DCBS ve STOCK değişkenlerinin daha tutarlı bir tahmini için- GDS ve TRADE değişkenini de modele dâhil edilmiştir. GDS gayri safi yurtiçi toplam tasarrufları ifade ederken TRADE ise ihracat ve ithalat toplamlarını ifade etmekte ve ticari açıklığı göstermektedir. Yine bu değişkenler de GDP'ye yüzdelik oranı olarak modelde yer almaktadır.

Finansal gelişmeyi doğrudan temsil edecek değişken bulunmamasından dolayı temsili (proxy) değişkenler kullanılmaktadır. Bu durum ise literatürde çok sayıda finansal gelişmeyi temsil eden finansal piyasalarla ilgili ya da doğrudan bankacılık sektörü ile ilgili değişkenlerin kullanılmasına yol açmaktadır. Kullanılan değişkenlerin niteliği EG FG ilişkisini doğrudan etkilemesi literatürde birbirinden farklı sonuçların çıkmasına neden olmaktadır. Temsili değişken seçimine bağlı hatalı model kurulmasından kaçınmak için literatürde en çok kullanılan iki finansal gelişmeyi temsil eden değişken olarak DCBS ve STOCK değişkenleri kullanılmıştır. Bu çalışmada yine finansal gelişmeyi temsilen Karaca çalışmasının takip ettiği bir yöntem olarak DCBS ve STOCK değişkenlerinin toplamını oluşturan değişkeni finansal gelişmeyi temsil eden değişken olarak yer verilmiş ve FD (financial development) olarak bu değişken ekonometrik modellerde yer almaktadır [14]. FD'yi oluşturan DCBS finansal sektörün bankacılık ayağını temsil ederken, STOCK değişkeni finansal sektörün diğer ayağını oluşturan sermaye piyasalarını temsil etmektedir. İlgili dönemdeki DCBS ve STOCK değişkenlerine ilişkin aşağıdaki grafik yer almaktadır.

Grafik DCBS ve STOCK (GDP'ye Yüzdelik Oranı)



Grafikte Borsa İstanbul'da işlem gören hisse senetlerinin toplam değerinin GDP'ye oranının yaklaşık olarak %12 ile %43 arasında dalgalandığı kriz dönemlerinde dip değerleri gördüğü ve krizden çıkış ile değer kazanan ve zirve yapan bir eğilim içerisinde olduğu görülmektedir. Yaklaşık son 7 yıl içerisinde %19 ile %26 arasında seyrettiği görülmektedir. Diğer taraftan bankacılık sektörü açısından milat sayılan 2001 krizi sonrası dönüşümün etkisi ile özel sektöre verilen yurtiçi kredilerin 2003 yılı sonrasında istikrarlı bir artış gösterdiği ve son yıllarda %60-65 aralığında seyrettiği görülmektedir. Görüldüğü üzere her iki değişkenin de seyrinin kendine has karekteristik özelliği nedeniyle finansal gelişme ölçütü açısından birbirini ikame eden yapıda olmadığı ancak birbirini tamamlayıcı bir yapıda olması nedeniyle bu iki değişkenin toplamının finansal gelişme ölçütü olarak Türkiye ekonomisi özelinde daha yerinde olacak kanısı oluşmaktadır.

Bu çalışma da finansal gelişmeyi temsil eden değişkenlerin (DCBS, STOCK) toplamını ifade eden FD değişkeni ile ekonomik gelişmeyi temsil eden kişibaşına reel geliri ifade eden GDPPC değişkeni arasındaarasındaki olası nedensellik ilişkisinin tespit edilmesi ve nedenselliğin yönünün ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. Bu amaca yönelik ekonometrik yöntem olarak VAR (vektör otoregresyon) Granger nedensellik testine dayanan Toda Yamamato nedensellik testi seçilmiştir [3].

Nedensellik testi Granger 1969 yılındaki çalışması ile literatürde yerini almış ve çeşitli ekonometrik yöntemler ve önsel testler ile nedensellik araştırılmaya başlanmıştır [33].

Çalışmada kullanılan Toda ve Yamamato nedensellik testi Granger nedensellik testinin geliştirilmiş halidir. Granger nedensellik testi için değişkenlerin birinci farklarının birim kök içermemesi gerekmektedir. Aksi durumda VAR modeli geçersiz olacaktır. I(1) düzeyinde

değişkenler durağan ise VAR modeli ile Granger nedensellik ilişkisi araştırılabilir. Ancak Toda Yamamato birinci farkta değişkenlerin koentegre olsalar dahi f istatistiği standart dağılıma uymayarak geçersiz olacağını göstermektedir. Toda ve Yamamato geliştirdikleri model çerçevesinde değişkenlerin aynı derece de durağan olmalarından ve dolayısıyla değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisinden bağımsız bir şekilde model belirlenmektedir. Toda ve Yamamato nedensellik testi üç adımdan oluşmaktadır. Birinci adım değişkenlerin durağanlık analizleri (ADF) yapılarak değişkenleri durağan yapan maksimum fark düzeyi (dmax.) belirlenecektir. İkinci adımda VAR modeli kurularak uygun gecikme (k) belirlenecektir. Burada kritik nokta k ve dmax.'ın belirlenmesidir ve modelin tahmin gücü buna bağlı olacaktır. Bu açıdan değişkenlerin entegre dereceleri belirlenmesi sonrasında var modelinin en iyi tahmin gücüne sahip olması için gecikme uzunluğu kriterini sağlayan VAR(p) modeli istikrar koşulu, otokorelasyon testi, değişen varyans ve normallik varsayımı testlerinden %1 önem düzeyinde geçmiş olması gerekir. Üçüncü adımda en iyi VAR modeli belirlendikten sonra dışsal değişkenler k+dmax. kadar eklenerek ulaşılan VAR(k+dmax) modeli Granger nedensellik testi Wald istatistiğindeki ki-kare asimptotik dağılımı yardımıyla sonuçlar yorumlanacaktır [34].

$$Y_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{k+dmax} \alpha_i Y_{t-i} + \sum_{i=1}^{k+dmax} \theta_i X_{t-i} + e_{1t} \quad (1)$$

$$X_t = \gamma_0 + \sum_{i=1}^{k+dmax} \gamma_i X_{t-i} + \sum_{i=1}^{k+dmax} \vartheta_i X_{t-i} + e_{2t} \quad (2)$$

Yukarıdaki denklemlerden 1 no'lu denklem Y 'den X'e doğru nedensellik ilişkisini gösterirken 2 no'lu denklem ise X'den Y'ye doğru nedensellik ilişkisini göstermektedir. Modellerde yer alan e_{1t}, e_{2t} hata terimleri temiz dizi (White noise) oldukları ve otokorelasyonun olmadığı varsayılmaktadır.

Modelin belirlenmesinde teoriye uygun şekilde finansal gelişmeyi temsilen değişkenlerin (DCBS, STOCK) toplamını oluşturan FD ile ekonomik büyüme temsil eden GDPPC değişkeni arasındaki karşılıklı nedensellik ilişkisinin araştırılması şeklinde olacaktır.

$$GDPPC = f(FD, GDS, TRADE) \quad (3)$$

$$FD = f(GDPPC, GDS, TRADE) \quad (4)$$

$$GDS = f(GDPPC, FD, TRADE) \quad (5)$$

$$TRADE = f(GDPPC, FD, GDS) \quad (6)$$

Yukarıdaki 4 fonksiyonel ilişkiden ilk ikisi EG FG arasındaki ilişkiyi fonksiyonel olarak gösteren denklemler iken diğer 3 ve 4 no'lu denklemler değişken kontrol değişkenlerin diğer değişkenler ile arasındaki fonksiyonel ilişkiyi göstermektedir. Ekonometrik model de ise yukarıdaki 4 fonksiyonel ilişkinin sonucunda var modelinden toplamda 12 nedensellik testi sonuçları ortaya çıkmaktadır. Burada her bir VAR modeli denkleminin göstermek yerine örnek olarak $GDPPC = f(FD, GDS, TRADE)$ fonksiyonel ilişkisine ait VAR modeline dayanan Toda ve Yamamato nedensellik testi denklemi gösterilmiştir:

$$GDPPC_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{k+dmax} \alpha_i GDPPC_{t-i} + \sum_{i=1}^{k+dmax} \beta_i FD_{t-i} + \sum_{i=1}^{k+dmax} + \sum_{i=1}^{k+dmax} \lambda_i GDS_{t-i} + \sum_{i=1}^{k+dmax} \theta_i TRADE_{t-i} + e_{1t}$$

4 Ampirik Bulgular

Yukarıdaki değişkenlere ilişkin serilerin ekonometrik yöntem çerçevesinde belirtilen adımlar araştırılmış, uygulamanın bulguları ve bulgulara ilişkin analizleri aşağıda yer almaktadır.

Tablo 1 itibariyle değişkenlerin durağanlık düzeyleri Artırılmış Dickey-Fuller (ADF) testi ile araştırılmıştır. Tüm değişkenler için sabitli ve sabitli-trendli modellerde seviyede birinci farkta birim kök test sonuçlarına ulaşılmıştır. GDPPC, değişkeni sabitli ve sabitli-trendli modeli için seviyede ve birinci fark düzeyinde %1 anlamlılık düzeyinde durağan olduğu görülmüştür. FD değişkeni sabitli modelde seviyede durağan değilken birinci fark düzeyinde, sabitli-trendli modelde seviye ve birinci fark düzeyinde %1 olasılık düzeyinde H_0 hipotezi reddedilmiş ve alternatif hipotez kabul edilmiştir. GDS ve TRADE değişkenleri sabitli modelde durağan değilken birinci fark düzeyinde %1 olasılık düzeyinde durağandır. Sabitli-trendli modelde seviyede %5 olasılık düzeyinde durağan iken birinci fark düzeyinde %1 olasılık düzeyinde durağan olduğu görülmüştür. Sonuç olarak tüm değişkenler birinci farkında t istatistiği %1 olasılık düzeyinde anlamlı ve seriler birinci derecede entegre *I(1)* oldukları tespit edilmiştir. Tüm bu birim kök test sonuçları ışığında maksimum fark düzeyinin 1 olduğu tespit edilmiştir (dmax=1).

Tablo 1 ADF Birim Kök Test Sonuçları

Değişkenler	**Sabitli**		**Sabitli ve Trend**	
	Seviye	**1. Fark**	**Seviye**	**1. Fark**
GDPPC	-5.3865 (0.0001)*	-8.8023 (0.0000)*	-8.2894 (0.0010)*	-8.6530 (0.0000)*
FD	-0.8090 (0.8004)	-9.3168 (0.0000)*	-5.5588 (0.0058)*	-9.1897 (0.0000)*
GDS	-1.9326 (0.3133)	-4.9278 (0.0005)*	-3.5884 (0.0492)**	-4.9066 (0.0029)*
TRADE	0.9238 (0.9939)	-4.5807 (0.0012)*	-4.3065 (0.0108)**	-7.8493 (0.0000)*

İlk satırdaki değerler t istatistiğini ikinci satırda ( ) içindeki değerler t istatistiğinin olasılık değerini vermektedir. Olasılık değerlerinde *, ** ve *** işaretleri sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeyini göstermektedir.

Değişkenlere ilişkin maksimum fark düzeyi belirlendikten sonra uygun gecikme düzeyinin belirlenmesi gerekmektedir. VAR modeli kurularak uygun gecikme (k) düzeyi belirlenmesi için Akaike Bilgi Kriteri (AIC), Schwarz Bilgi Kriteri (SC) ve Hannan-Quin Bilgi Kriteri(HQ) kullanılacaktır. Yıllık verilerde maksimum gecikme uzunluğu 2 veya 3 olarak belirlenmektedir. Tablo 2'de maksimum 2 gecikme uzunluğuna kadar olan gecikme bilgi kriterleri yer almaktadır. Uygun gecikmenin AIC, SC ve HQ bilgi kriterine bakıldığında SC ve HQ minimum yapan gecikme 1. gecikme iken AIC minimum yapan gecikme 2. gecikmedir. Hangi gecikmenin seçileceğine karar verilirken tüm gecikme kriterleri içerisinde minimum yapan ortak gecikme uzunluğunun 1. gecikme olduğuna karar verilmiştir.

Tablo 2 Gecikme Uzunluğu Kriterleri

Lag	**AIC**	**SC**	**HQ**
0	-1.693343	-1.501367	-1.636259
1	-4.254039	-3.294159*	-3.968616*
2	-4.323262*	-2.595480	-3.809502

VAR modelinde tüm değişkenlerin birinci dereceden tümleşik *I(1)* ve uygun gecikme kriterinin (lag=1) istikrar koşullarını (karakteristik ters polinom kökleri) ve tanı testlerini (otokorelasyon testi, değişen varyans ve normallik sınamaları) geçmiştir. (7) no'lu örnek denkleme göre (k+dmax=1+1=2) dereceden gecikmeler dışsal değişken olarak modele dahil edilerek geleneksel ki-kare (Wald) testine dayanan ve Toda ve Yamamato nedensellik sonuçları Tablo 3'de yer almaktadır.

Tablo 3 Toda Yamamato Nedensellik Sonuçları

Bağımlı Değişken	**Bağımsız Değişken**			
	GDPPC	**FD**	**GDS**	**TRADE**
GDPPC	---	**6.1435 (0.0132)****	0.8051 (0.3696)	0.4448 (0.5048)
FD	0.03722 (0.8470)	---	**3.5927 (0.0580)*****	1.5106 (0.2190)
GDS	**4.0293 (0.0447)****	0.2456 (0.6202)	---	**6.1967 (0.0128)****

TRADE	0.2957 (0.5866)	1.9346 (0.1643)	**3.4103** **(0.0648)*** **	---

İlk satırdaki değerler t istatistiğini ikinci satırda ( ) içindeki değerler t istatistiğinin olasılık değerini vermektedir. Olasılık değerlerinde *, ** ve *** işaretleri sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeyini göstermektedir.

Yukarıda yer alan 3, 4, 5 ve 6 no'lu fonksiyonel ilişkide yer alan bağımlı değişken ile bağımsız değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisi VAR modeline dayanan Toda ve Yamamato nedensellik testi sonuçları Tablo 3'de verilmiştir. GDPPC'nin bağımlı değişken olduğu tablodaki ilk satır verilerine bakıldığında FD GDPPC'nin Granger nedeni iken GDS ve TRADE değişkenleri için Granger nedensellik bulunmamaktadır. İkinci satırda FD'nin bağımlı değişken diğerlerinin bağımsız değişken olduğu görülmekte ve GDPPC'den FD'ye doğru nedensellik ilişkisi olmadığı bunun yanı sıra TRADE'den FD'ye doğru da nedenselliğin bulunmadığı saptanmış ayrıca GDS'den FD'ye doğru nedenselliğin olduğu görülmektedir. İlk iki satırdaki bulgular itibariyle ekonomik gelişmeyi temsilen kullanılan GDPPC ile finansal gelişme göstergesi FD arasında FD'den GDPPC'ye doğru tek yönlü nedenselliğin olduğu ortaya çıkmış ve t istatistiğinin pozitif olması bu ilişkinin doğru orantıya sahip olduğunu göstermektedir. Bu durumda Türkiye'de 1991-2019 yılları arasında değişkenlerin yıllık verileri ile yapılan ampirik bulgular neticesinde FG'den EG'ye doğru nedensellik ilişkisinin olduğu ve dolayısıyla teorik düzlemde arz öncül yaklaşımın geçerli olduğu ortaya konulmuştur. Buna göre yurtiçi özel sektör kredilerindeki artış ya da hisse senedi piyasasının likidite kolaylığı sağlayan yapıda olması ekonomik büyümeyi artırıcı bir etki yaptığı görülmektedir. Özel sektöre aktarılan kredilerin ya da farklı bir finansman yolu olarak sermaye piyasasının etkinliğinin artması, şirketlerin finansman kolaylığının artmasına ve bu durumun ekonomik büyümeyi artırıcı etkiye sahip olduğu sonucuna ulaşılabilir.

Tablo 3'de çalışmanın ana amacı dışındaki kontrol değişkenler TRADE ve GDS'e ait nedensellik sonuçları da gösterilmektedir. Buna göre GDS'den FD'ye doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi; yurtiçi tasarruflardaki artışın finansal gelişmeyi artırdığı görüşünü destekler mahiyette olduğu görülmektedir. Diğer taraftan üçüncü ve dördüncü sütundaki bulgular ışığında GDPPC ve TRADE arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi olduğu görülmektedir. Bu durumda yurtiçi tasarruflardaki artış ticari açıklığı desteklerken, nedenselliğin diğer yönü olarak ticari açıklıktaki artışın da yurtiçi tasarrufları artırdığı görülmektedir. Son olarak üçüncü sütunda GDS'den GPPC'e doğru nedenselliğin olduğu görülmektedir. Buna göre yurtiçi tasarruflardaki artış kişi başına geliri artırmaktadır ve neoklasik büyüme modelinde yer alan tasarruflardaki artışın ekonomik büyümeyi desteklediği argümanı ile uyumlu olduğu görülmektedir.

5 Sonuç

FG EG ilişkisi literatürde oldukça popüler konu olmasına karşılık finansal sektördeki niceliksel ve niteliksel gelişmelerin bilgi, iletişim ve finansal teknolojik ilerlemeler ile kurumsal yapıların etkinliği artırıcı şekilde düzenlemeleri içermesi gibi birçok etken/değişken içerisinde değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu gerekliliğinde FG'yi temsil edecek değişken veya değişkenlerin uzun zaman serileri boyunca temsil kabiliyetlerinin farklılık göstermesi sorunlarını ortaya çıkarmaktadır. Bu nedensellik ilişkisinin diğer ayağı olan ekonomik gelişmeyi temsil eden değişken(ler) ise literatürde sınırlı olduğu ve görece uzlaşının olduğu söylenebilir. Bazı çalışmalar reel GDP'yi temsil değişken olarak alsa da çoğunlukla kişi başına reel GDP'nin alındığı söylenebilir. Bu konudaki genel uzlaşı ekonomik gelişmeyi temsil eden kişi başına reel GDP'nin kusursuz bir temsil değişken olduğu anlamına gelmemekte ancak mevcut koşullarda kişi başına reel GDP'den daha iyi bir temsili değişkenin olmadığı sonucu çıkarılabilir. Tüm bu sorunlar ışığında ve yapılan literatür incelemesi neticesinde FG için iyi bir temsili değişken ya da değişken konusundaki uzlaşının yeterli düzeyde olmaması finansal sistemin farklı yönünü ve dolayısıyla gelişmesini temsil eden onlarca değişken olduğu tespit edilmiş ve bu durumun FG EG nedensellik ilişkisi için birbirinden farklı ve belirsiz sonuçları ortaya çıkardığı görülmektedir.

Çalışma FG EG ilişkisinin literatürdeki bu sorunlarına karşı basit ama makul bir çözüm ile temsili değişken sorunun çözmektedir. Buna göre Türkiye'de finansal yapının iki ayağı olan bankacılık ve sermaye piyasasının iki temsili değişkeni, özel sektöre verilen yurt içi krediler toplamı ve hisse senedi piyasasının toplam değerinin birleştirilerek

GSYH'ya oranı ile oluşturulan finansal gelişme değişkeni oluşturulmuştur. Söz konusu finansal gelişme değişkeni ile kişi başına reel GDP değişkeni arasındaki nedensellik ilişkisi araştırılarak bu temsili değişkenler vasıtasıyla FG EG ilişkisi ortaya konulmuştur.

Ayrıca uygulanan ekonometrik yöntem Toda ve Yamamato nedensellik testi, VAR modeline dayanan Granger nedensellik testi olarak değişkenlerin seviyede durağan olmasına ve değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisine olup olmadığına bakılmadan bu değişkenlerin seviye değerleri kullanılarak oluşturulan VAR analizi dayanmaktadır. Yöntemin bu avantajlarına rağmen iyi bir VAR modeli için uygun gecikme kriteri ve ön tanı istatistiklerinin belirlenmesi kritik bir öneme sahiptir. Ancak Türkiye ekonomisi için FG EG ilişkisinin Toda ve Yamamato yöntemi kullanılan çalışmaların çoğunda iyi bir VAR modeli için uygun gecikme kriterinin yeterli olduğu kanısına varılarak diğer ön tanı testleri ile VAR modelinin sınanmadığı görülmektedir. Bu açıdan yapılan çalışmada uygun gecikme kriterini içeren VAR modeli için ayrıca ön tanı testleri yapılarak ilgili VAR modelinin bütün istikrar koşullarını sağlayıp sağlamadığı araştırılmıştır.

Çalışmanın Türkiye ekonomisi için yaklaşık son otuz yılda finansal gelişmenin ekonomik gelişmeyi desteklediği, ekonomik gelişmenin finansal gelişmeyi desteklemediği sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuca göre Türkiye ekonomisi için ilgili dönemde arz öncüllü yaklaşımın geçerli olduğu söylenebilir. Diğer taraftan gelişmekte olan ülke statüsündeki bir ülke olması sebebiyle Patrik (1966)'nın tezinin ilk aşaması olan gelişmekte olan ülkelerde ilk önce FG'den EG'ye doğru nedenselliğin olduğu görüşüyle uyumludur. Patrick (1966)'nın tezinin ikinci aşaması olan gelişmekte olan ülkelerin gelişmiş ülke statüsüne geçtiğinde bu ilişkinin tersine işleyerek [35] EG'den FG'ye doğru olduğu tezi Türkiye'nin gelişmekte olan ülke statüsünden gelişmiş ülke statüsüne henüz evril(e)mediği için bu görüşün Türkiye ekonomisi için geçerliliği belirsizdir.

Ayrıca FG EG ilişkisi dışında kontrol değişkenleri yurtiçi tasarrufların ve ticari açıklığın, nedensellik sonuçları da bulunmuştur. Buna göre kişi başına gelirden yurtiçi tasarruflara doğru nedenselliğin olduğu görülmüştür. Bu durum kişi başına reel gelir arttıkça yurtiçi tasarrufları da artıracaktır Yine yurtiçi tasarrufların finansal gelişmeyi desteklemektedir. Finansal yapının önemli bir aktörü olarak tasarruf sahiplerinin kilit rolde olduğunu söylemek mümkündür. Politika yapıcılar tasarruf sahibi olan kişi ve kurumları daha çok finansal sisteme entegre ederek hem bankacılık sisteminin hem de sermaye piyasasının daha derinleşmesin sağlamış olacaktır. Böylelikle Türkiye'de üretici gücün bel kemiği olan küçük ve orta ölçekli işletmeler ile sermaye piyasalarına entegre olmuş büyük şirketlerin finansmana ulaşma kolaylığını artmasına, kaynak tahsis etkinliği ile verimlilik artışlarına yol açacaktır. Bu durum hiç kuşkusuz ekonomik büyümeyi de destekleyici olacaktır. Son olarak bulgular ticari açıklık ile yurtiçi tasarruflar arasında karşılıklı nedenselliğin olduğunu göstermektedir. Bulgular ticari açıklıktan yurtiçi tasarruflara doğru nedenselliğin daha güçlü olduğunu göstermektedir. Buna göre ticari açıklığı önemli unsuru olan ihracata dayalı büyüme stratejisinin yurtiçi tasarruflar üzerinde etkisi olduğunu göstermektedir. Bu durum EG ve FG için kilit rol de olan yurtiçi tasarrufların önemini daha da artırdığı düşünülebilir.

Kaynaklar

[1] Harvey, D. (2015). Neoliberalizmin Kısa Tarihi. *İstanbul: Sel Yayıncılık.*

[2] Statista. (2020, 07 17). Digital Payments Worldwide: https://www.statista.com/outlook/296/100/digital-payments/worldwide adresinden alınmıştır.

[3] Toda, H. Y., & Yamamoto, T. (1995). Statistical inference in vector autoregressions with possibly integrated processes. *Journal of econometrics, 66(1-2),* 225-250.

[4] Kar, M., & Pentecost, E. J. (2000). Financial development and economic growth in Turkey: further evidence on the causality ıssue. *Loughborough University Economic Research Paper No:00/27,* 1-21.

[5] Yılmaz, Ensar, Özgür Kayalıca. 2002. Finance and Growth in Turkey: Causality Issue. *İstanbul Stock Exchange Review. 6(24)* 33-48.

[6] Güngör, B., & Yılmaz, Ö. (2008). Finansal piyasalardaki gelişmelerin iktisadi büyüme üzerine etkileri: Türkiye için bir VAR modeli. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 22(1),* 173-193.

[7] Altunç, Ö. F. (2008). Türkiye'de finansal gelişme ve iktisadi büyüme arasındaki nedenselliğin ampirik bir analizi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi, 3(2),* 113-127.

[8] Aslan, Ö,H.L.Koralp (2006). Türkiye 'de Finansal Gelişme ve Ekonomik Büyüme İlişkisi. *Muğla Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi,17,* 1-20.

[9] Çetintaş, H., & Barışık, S. (2003). Türkiye'de bankalar, sermaye piyasası ve ekonomik büyüme: Koentegrasyon ve nedensellik analizi (1989-2000). *İmkb Dergisi, 7(25-26),* 1-16.

[10] Danışoğlu Çelikel, A. (2004). Finansal gelişme ve iktisadi büyüme ilişkisi: Türkiye örneği. Yönetim Dergisi: *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi İşletme İktisadı Enstitüsü, 15(49),* 19-29.

[11] Aslan, A. G. Ö., & Küçükaksoy, İ. (2006). Finansal gelişme ve ekonomik büyüme ilişkisi: Türkiye ekonomisi üzerine ekonometrik bir uygulama. *Ekonometri ve İstatistik e-Dergisi, (4),* 25-38.

[12] Acaravci, A., Ozturk, I., & Acaravci, S. K. (2007). Finance–Growth Nexus: Evidence from Turkey. *Internatıonal Research Journal Of Fınance And Economıcs, (11),* 30.

[13] Ak, M. Z., Altıntaş, N., & Şimşek, A. S. (2016). Türkiye'de finansal gelişme ve ekonomik büyüme ilişkisinin nedensellik analizi. *Doğuş Üniversitesi Dergisi, 17(2)*, 151-160.

[14] Karaca, O. (2012). Finansal Gelişme ve Ekonomik Büyüme: Türkiye İçin Bir Nedensellik Analizi. *Journal of BRSA Banking & Financial Markets, 6(2),* 85-111.

[15] Yilmaz, Ö., & Kaya, V. (2006). Finansal kalkınma ve iktisadi büyüme arasındaki nedensellik. *Iktisat Isletme ve Finans, 21(244),* 120-131.

[16] Aydın, M. K., Ak, M. Z., & Altıntaş, N. (2014). finansal gelişme'nin büyüme'ye etkisi: Türkiye özelinde nedensellik analizi. *Maliye Dergisi, 167,* 149-162.

[17] Kandır, S. Y., & İskenderoğlu, Ö.Önal, Y.B. (2007). Finansal gelişme ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin araştırılması. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 16(2),* 311-326.

[18] Ozturk, I. (2008). Financial Development And Economic Growth: Evidence From Turkey. *Applied Econometrics and International Development, 8(1*), 85-98.

[19] Kar, M., Nazlioglu, S., & Agir, H. (2014). Trade Openness, Financial Development, and Economic Growth in Turkey: Linear and Nonlinear Causality Analysis*. Journal of BRSA Banking and Financial Markets, 8(1),* 63-86.

[20] Ceylan, S., & Durkaya, M. (2010). Türkiye'de kredi kullanimi-ekonomik büyüme ilişkisi. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 24(2),* 21-35.

[21] Keskin, N., & Karşıyakalı, B. (2010). Finansal gelişme ve ekonomik büyüme ilişkisi: Türkiye Örneği. *Finans Politik ve Ekonomik Yorumlar, 47(548),* 76-94.

[22] Ozcan, B., & Ari, A. (2011). Finansal Gelisme ve Ekonomik Büyüme Arasindaki Iliskinin Ampirik Bir Analizi: Türkiye Örnegi. *Business and Economics Research Journal, 2(1),* 121.

[23] Güneş, S. (2012). Finansal Gelişmişlik ve Büyüme Arasındaki Nedensellik Testi: Türkiye Örneği. *Doğuş Üniversitesi Dergisi, 14(1)*, 73-85.

[24] Unalmis, D. (2002). The Causality Between Financial Development and Economic Growth: The Case of Turkey. *Research and Monetary Policy Department, Central Bank of the Republic of Turkey.*

[25] Oktayer, A. (2008). Finansal derinleşme ve iktisadi büyüme ilişkisi: Türkiye Örneği. *İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Mecmuası, 58(2),* 45-74.

[26] Akkay, C. (2010). Finansal Entegrasyon Sürecinde Finansal Gelişme Ekonomik Büyüme Arasındaki Nedenselliğin Türkiye Açısından Dönemsel Olarak Araştırılması. *Sosyal Bilimler Dergisi, (2),* 55-70.

[27] Demirhan, E., Aydemir, O., & Inkaya, A. (2011). The direction of causality between financial development and economic growth: evidence from Turkey. *International Journal of Management, 28(1),* 3-19.

[28] Karahan, O., & Yılgör, M. (2011). Financial deepening and economic growth in Turkey. *MIBES Transactions, 5(2),* 19-29.

[29] World Bank Indicator (2017). data.worldbank.org (E.T: 07.03.2021)

[30] Levine, R. (1997). Financial development and economic growth: Views and agenda. Journal of Economic Literature, 35, 688–726.

[31] Mankiw, N. (1995). The growth of nations. *Brooking Papers on Economics Activities, 1*, 275–310.

[32] Beck, T. (2003). Stock markets, banks, and economic development: theory and evidence. *EIB papers, 8(1),* 37-54.

[33] Granger, C. W. (1969). Investigating causal relations by econometric models and cross-spectral methods. *Econometrica: journal of the Econometric Society*, 424-438.

[34] Mert, M., & Çağlar, A. E. (2019). Eviews ve Gauss uygulamalı zaman serileri analizi. *Ankara: Detay Yayıncılık.*

[35] Patrick, H. T. (1966). Financial development and economic growth in underdeveloped countries. *Economic development and Cultural change*, *14*(2), 174-189.

Comparison of Feature Selection and Classification Methods Performances for Microarray Data of Leukemia, Cervical and Prostate Cancer

Özlem ARIK[1]*, Erdem KARABULUT[2]

[1]*Kutahya Health Sciences University, Faculty of Medicine, Department of Biostatistics, Kütahya, TURKEY*

[2]*Hacettepe University, Faculty of Medicine, Department of Biostatistics, Ankara, TURKEY*

Abstract

One of the research areas of the bioinformatics, which covers the fields of statistics, mathematics, computer, genetics and biology, is gene analysis. Low n (sample number) and high p (feature number) parameters in microarray data obtained by DNA microarray technology used in gene analysis negatively affect the performance values of machine learning algorithms. Therefore, feature selection and data mining methods are very important in the modeling of microarray data. With the frequently used classification methods in data mining, the data is parsed by using the common properties of the data and the classification of the new data is decided. The main purpose of this study is, to obtain classification models and measure their performance by making feature selection on data sets belonging to three different cancer types obtained from NCBI-GEO database. Feature (gene) selection was performed using rf, lasso, rfe and limma feature selection methods on the microarray gene expression data of leukemia, cervical and prostate cancers. Classification models were obtained through naive bayes, support vector machines, k-nearest neighbor, artificial neural networks and deep learning methods in the data sets for which feature selection was made. The performances of the models were measured by accuracy, sensitivity, specificity and area under the curve criteria. In general, in the study conducted through the R program, the performance values of the classification models, created after feature selection with lasso and limma methods, were found to be higher. Among the classification models obtained, while classification success of deep learning method was better, that of artificial neural networks was lower.

Keywords: *Cancer, Microarray, Feature Selection, Classification, Data Mining.*

***** Corresponding author: ozlem.arik@ksbu.edu.tr

1 Introduction

The importance of bioinformatics, which includes the fields of biology, computer, mathematics, statistics and genetics, is increasing day by day. [1, 2]. One of the most important research topics of bioinformatics, which is an interdisciplinary science, is gene analysis and it is developing to understand genetic-based data [3]. Thanks to the DNA microarray technology used in gene analysis, simultaneous expressions of all genes are determined to reveal gene differences and similarities in the sick and healthy tissues [4, 5]. Thanks to the developments in these fields, better diagnosis, treatment and prevention studies are carried out, especially by understanding the genome structure of cancerous cells and the changes in the internal dynamics of cancer [6]. Finding genes directly related to the disease with microarray gene expression data is important in diagnosing and classifying diseases such as cancer.

In the analysis of genetic data, analysis can be made with various data mining methods and computer programming, since it is difficult to obtain meaningful results with classical statistical methods due to the large size of the data [7, 8].

In this study, large-scale microarray gene expression data including individuals in the row and features (genes) and response variable (tumor structure) in the column were used. After the data preprocessing steps, important and meaningful features were selected with rf (random forest), lasso (least absolute shrinkage and selection operator), rfe (recursive feature elimination) and limma (linear models for microarray data) feature selection methods. Then, with the selected data, naive bayes, support vector machines, k-nearest neighbor and artificial neural networks classification methods, which are frequently used in data mining, were preferred along with deep learning to create models of sick-healthy classification. Model performance measures such as accuracy, sensitivity, specificity and under the ROC curve were used to evaluate the performance of classification models obtained by using feature selection methods and classification methods on microarray gene expression data of leukemia, cervical and prostate cancers.

2 General information

Data mining, which first entered the literature in the 1980s, is widely used today [9-11]. Data mining, which is an interdisciplinary field, is getting more and more accepted with the combination of concepts such as statistics, machine learning and artificial intelligence, together with the fact that classical statistical methods cannot provide valid and reliable results for large amounts of data [12, 13].

The methods used in data mining, which involve a certain process flow such as determining the problem, understanding the data, preparing the data, establishing the model, evaluating the model, using the model-application and following the model, are generally divided into two as predictive and descriptive [14-16]. Predictive methods are used to obtain the results of new situations encountered in relation to the problem, thanks to the model created through the data of known results of any event. Classification; among the predictive methods. Thanks to the classification methods, a classification model is obtained with the data known to belong to which class, and it is decided which class the newly added data will be included [13].

The term bioinformatics began to be used after the mid-1980s and the need for bioinformatics has increased for the processing of genetic information resulting from the Human Genome Project. Therefore, the type of data that bioinformatics mostly studies is genetic data and accordingly gene expression data [4, 17-19]. It is the most important web-based biological database in NCBI (National Center for Biotechnology Information), a branch of NLM (National Library of Medicine), which was established in Maryland in 1988 for the benefit of researchers in bioinformatics [4, 20].

2.1 Microarray gene expression data

The gene that forms the root of the word genetics; with genetic functions and DNA (Deoxyribo Nucleic Acid) regions with start and end points. There are approximately 25000 gene regions in each cell of humans and each has different characteristics [21]. DNA, which is the main material of genetic studies, is found in all cellular organisms, carries the biological information that a living thing needs for its development, and takes part in transferring this information to the next [22-24]. DNA with a helical structure; it consists of four types of nucleotides: Guanine (G), Cytosine (C), Thymine (T) and Adenine (A). Each of the nucleotides; consists of a phosphate group, an organic base and a five-carbon sugar. Only T with A and G with C can be connected to each other [25].

Gene expression (gene expression), which shows whether the genes are active for a situation being studied and how active they are if they are active, is

the stage of conversion of genes from DNA to RNA structures and proteins. There is a positive linear relationship between overproduction of protein and high gene expression [26]. All of our organs contain the same genetic material. However, because the genes are expressed differently in different cells, cells such as breast, lung and brain do not have the same functions [27, 28].

With the advancing technology, microarray technology, which is one of the steps taken to investigate the effects of the genetic code on the life of living things, can examine the expressions of the genome of an organism in one go [29, 30]. Due to the size and complexity of the data obtained, the need for computational genomic approaches for analysis and interpretation has increased. Biostatistical analysis and bioinformatics have a great place in meeting these needs [5, 31].

Using the gene expression data obtained by gene expression analysis made by microarray technology, it is shown where and when the genes are active, thus how much they express themselves [5, 32]. Microarrays are also referred to as chips consisting of thousands of spots (spots) where thousands of different DNA fragments are synthesized or inserted. A solid surface made of glass, plastic or silicon is called a chip. Probe is every point on the surface of the chip [30, 33]. If the gene is not expressed or read, the probe will appear black. Green, healthy individuals; red indicates sick individuals. If the state of being sick or healthy is close to each other, it is shown in yellow. With computer analysis, these colors are converted into numerical values and made suitable for analysis [34, 35].

The most important public microarray databases; It is GEO (Gene Expression Omnibus) under NCBI, which is the world's most comprehensive biological database of American origin, and ArrayExpress, which is under EBI, a large and comprehensive biological database of European origin [36]. The actual data sets used in this study also belong to the NCBI-GEO database.

The gene expression data matrix of size mxn is in row data structure format. The column contains the samples, the row the genes [8, 37]. In order to perform analyzes such as feature selection and classification, the gene expression data matrix is transposed and samples are placed in rows and genes are placed in columns. The number of classes may be more than two and the number of samples, ie individuals, in each class may be different from each other. When there are different scenarios, the methods to be used for analysis will also vary.

By applying data mining and statistical methods on the obtained gene expression data matrix, genes effective on diseases such as cancer can be determined, genes with common functions can be clustered, and individuals can be classified as sick-healthy [26]. Some changes in genes that control how cells grow and divide, that is, how they function, cause cancer [24]. Early diagnosis is very important in cancer, and working with gene expression data during the diagnosis and classification phase is of great importance [32].

3 Material and method

There is a similar definition of a feature with the concept of a variable that expresses properties or states that take different values from sample to sample. In microarray gene expression data, which is usually among high-dimensional data, the number of features (genes) is very high and the number of samples is very low. Therefore, working with microarray gene expression data with unwanted data structure is a problem [38].

For the purpose of the application planned to be made on a large data set such as microarray gene expression data, the process of determining the best feature subset that can represent the original data set by removing unnecessary features instead of using all of the features and selecting the most useful and important features is called feature selection. Thanks to feature selection, better models are obtained in terms of speed and success performance [39, 40].

Classification methods are used to obtain a meaningful model to predict the future by using data including independent variables and categorical response variable [9]. In this study, while the features express the independent variables, the response variable consists of two classes as sick-healthy. In the microarray gene expression data, which includes samples, features and categorical response variable, it is known which class the samples are in. With the classification models created using this information, when a new sample arrives, it is predicted in which class this sample will be [13, 41].

There is a process followed for the classification process. After the data preprocessing step, not all of the available datasets are used in model building. In the training dataset, a model with known class samples and classification rules is created. In the test dataset, the obtained model is tested and its

accuracy is measured [42]. In this study, 75% of the dataset was used as training and 25% as a test dataset, and 5-fold cross validation was performed for model generalization. In the cross validation method, the dataset is divided into k subsets. k-1 clusters are used in training and one in testing. The process is repeated k times and the accuracy values obtained each time are averaged and the accuracy performance of the model is calculated [12, 43].

When working with microarray gene expression data, after the features are selected, classification methods, one of the most frequently used methods of data mining, are applied. When we look at the studies with gene expression data, it is seen that the most preferred classification methods are naive bayes, support vector machines and k-nearest neighbor [44]. In this study, in addition to these three classification methods, artificial neural networks and deep learning methods were used.

3.1 Feature selection methods (FSM)

There are different methods to perform feature selection, including statistical methods, helix methods, and embedded methods [44]. Statistical methods that make a selection using only statistical information are also called filtering methods. Data mining methods are used as a tool for feature selection in spiral methods. Embedded methods are the methods in which the feature selection method and the data mining method are applied simultaneously [39, 45].

Especially in microarray gene expression data, the use of embedded methods is more ideal [46]. Since there are many features in the data sets used in this study, four different feature selection methods in the R program were used in order to find important and meaningful features that will affect the classification result more.

There are R packages created for applications with large data sets such as microarray gene expression data. The R program is suitable for integration with the Bioconductor environment, which includes genomic data sources, especially a large number of microarray data sets, and open source analysis tools [43]. Gene expression data of microarray studies are located in the Bioconductor ExpressionSet object. The ExpressionSet object stores data of size GxN, denoted by the number of genes on a chip, G, and the number of samples, N. ExpressionSet object; it contains metadata information about the data set, such as the description of the experiment that is the subject of the data set, the number of features, the information about the samples in the experiment. ExpressionSet object has been created in order to convert different information sources into a single structure and make them more useful [43, 47].

In this study, microarray gene expression data of cancer types taken from the NCBI-GEO database were converted into ExpressionSet object via Bioconductor and made ready for application. CMA and geneFilter packages are used to perform feature selection on microarray gene expression data using the ExpressionSet object [48].

Random forest-rf, which is a classification method that is widely used in data mining and has a high success rate, is also used for feature selection [39]. This method, which is based on decision trees, includes many decision trees applied in different subsets of the data set [49]. In this method, CART (Classification and Regression Trees) algorithm and gini coefficient are used [44]. In addition to the CMA package, the randomForest package was also used for the application of the rf method used in the study.

Lasso (least absolute shrinkage and selection operator) is one of the embedded methods that uses a search algorithm to select the features that will have the most impact on the model from the features to create a model with good performance [45]. Lasso is a method that can perform coefficient estimation and variable selection simultaneously in regression analysis [50, 51]. In gene expression data, independent variables are features, and there are many features. In the model created by using the features in the data set with the Lasso method, problems such as overfitting and multicollinearity are eliminated, and the coefficients of less important features are calculated as zero. Thus, feature selection is made automatically with lasso [52]. For the implementation of the Lasso method, the glmnet package was used together with the CMA package.

In the studies conducted on cancer data in the 2000s, it was aimed to obtain a model with high classification performance through the selected features with the method created by combining support vector machines, which is a classification method, and recursive feature elimination-rfe, which is one of the embedded feature selection methods. In the literature, there are also feature selection methods obtained by using different classification methods such as rf together with feature selection methods. The most preferred method for rfe is support vector machines with good generalization ability and high accuracy. rfe works like the use of a support vector machine classifier by

selecting the features that provide the largest boundary, or margin, of class separation [44, 46]. In the application of the rfe method used in the study, the e1071 package was used together with the CMA package.

Limma (linear models for microarray data), which is one of the methods in the geneSelection() function in the CMA package of Bioconductor in the R program, was first introduced by Smyth in 2003 [53]. In the analysis of gene expression data obtained through RNA sequencing or microarray technologies, limma is used to identify differential gene expressions and analyze experimental designs [54, 55]. In this study, the application of the limma method on datasets that have two classes, namely the features and the sick-healthy, is examined whether there is a difference between the two groups as sick-healthy in terms of features (genes). Feature selection is performed by identifying differentially expressed genes between the two groups [56]. For the application of the limma method, the limma package was used alongside the CMA package.

3.2 Classification methods (CM)

Naive Bayes (NB) classification method, which shows high performance in terms of speed and accuracy when applied in large data sets, is an effective method with a simple algorithm structure and applicability [57-60]. There are opinions that the NB classification method, which has applications in many fields, gives better results in gene expression data than other classification methods [44, 59]. Bayes theorem, which includes a priori probabilities and conditional probabilities, is used to predict which class the new data belongs to by using previously classified data [61, 38]. In the study, the train() function of R's caret package was used to obtain the NB classification model.

Although it was developed for situations where the number of classes is two, the use of the Support Vector Machines (SVM) classification method, which has become applicable by expanding it for data sets where the number of classes is more than two and cannot be separated linearly, has become widespread with the first successful applications in the 1990s [62, 63]. It is a very preferred method because it gives classification results with high performance in large data sets such as gene expression data with a large number of features and in many other fields [63, 64]. In the SVM classification method, the plane that will best make the correct classification is determined when distinguishing between the instances of the classes by using feature sets belonging to different classes. Points that bring the boundary width to a limited state are called support vectors. The farther the borders are from each other, the better [44, 41, 65]. In this study, train () function of the caret package of R is used to obtain the DVM classification model.

The k-Nearest Neighbor (kNN) classification method, which is the most basic of sample or memory-based methods, was developed and popularized towards the end of the 1960s [66-68]. In the kNN classification method, the similarity of the new sample between the samples in the training dataset is checked by using distance measures for the classification process, and the class estimate is made for the sample by determining the closest training dataset sample [60, 68]. For this, the Euclidean distance measure is generally used [69]. In the study, the knnCMA() function of R's CMA package was used to obtain the kNN classification model.

Artificial Neural Networks (ANN) is a structure that mathematically models the functioning of nerve cells in the human brain in a computer environment and has become widespread after the 1980s [61, 70, 71]. The structure of the artificial nerve cell was created by inspiring from the structure of the biological nerve cell. In response to the nuclei (neurons), dendrite, soma (cell body), axon and synapse structures in the biological nerve cell, the sensor, summation function, activation function, sensor output and weights are respectively in ANN [41]. Nerve cells, the smallest and basic element of ANN, do not come together randomly. In general, neural networks are formed by connecting three layers, namely input, hidden and output; They have features such as memory, learning, etc. [72]. In short, the general structure of ANN includes the input layer with the input data, the output layer consisting of the output data and the hidden layer between these two layers. A person learns new things from his experiences at every stage of his life and can make decisions by using what he has learned in any situation he encounters. Inspired by human learning ability in ANN. When the network is overtrained, it cannot predict a previously unobserved sample, and when it is undertrained, it can also make a false prediction [61, 13]. In the study, the nnet() function of R's nnet package was used to obtain the ANN classification model.

In the 2000s, it was shown how multi-layer artificial neural networks work, and in the Deep Belief Network study in 2006, the way multi-layer deep

structures work and the self-completion of missing features are expressed and this is called Deep Learning (DL) [73]. In the DL method, which is an advanced extended approach of artificial neural networks consisting of three layers, input, hidden and output, the hidden layer is more than one, so that the data can be comprehensively represented [73]. Thanks to the hidden layers, the result in the output layer is obtained. DL methods generally cover deep structures of successive layers. By successive layer, the output of each layer forms the input of the next layer. Thus, learning is provided in a hierarchical manner. In RNA sequencing and microarray gene expression data, there are fewer studies in which the DL method is used for classification compared to the studies in which classical data mining classification methods are used [74, 64, 75]. As in other classification methods, the data set in DL is divided into two as training and test data sets. The h2o package developed by the H2O.ai team (2017) is then used to build the classification model. Datasets are converted to h2o objects by running this package with the h2o.init() function. Using the h2o.deeplearning() function, the DL model is obtained from the h2o data object [43].

In this study, in order to show the effect of feature selection methods on the performance of classification methods and to make a comparison, in order to have the results in a certain standard, the application of feature selection methods as in other classification methods has been obtained by the application of DL classification models [73]. It is increasingly preferred as a result of its high performance in terms of accuracy in solving questions [76].

3.3 Model performance measures

Various model performance measures are used to evaluate and interpret the performance of classification methods regarding how accurately they classify. Since there is no imbalance in the distribution of the number of classes in the data sets discussed in this study, the most preferred measures such as accuracy, sensitivity, specificity and the area under the ROC curve were used. In a data set with two classes, there are four possible values: true positive, true negative, false positive, and false negative. With these values, the performance measures used in the study can be calculated [64, 77].

Accuracy is a very preferred simple method in determining the performance of the classification method and is a general success measure. It is the ratio of the number of correctly classified samples (TP+TN) to the total number of samples (TP+FP+FN+TN).

Sensitivity is the proportion of samples that are actually in the positive class and whose predicted class is positive. It is the performance of the classification method in identifying samples with positive values.

Specificity is the proportion of samples with a predicted negative class among samples that are actually in a negative class. It is the performance of the classification method in identifying samples with negative values.

Area Under the ROC Curve, which was first used in signal detection in the 1950s, is widely used in biomedical studies. The main purpose of creating the ROC curve is to examine the result obtained from the classification method in terms of accuracy values. Therefore, firstly, the sensitivity and specificity values are calculated. The area under the curve (AUC) obtained on the ROC graph, which consists of 1- specificity on the horizontal axis and sensitivity values on the vertical axis, takes values between 0,5 and 1. The closer the AUC is to 1, the better the classification performance of the method used; the method with an AUC of 0,5 is quite unsuccessful in classification [64, 78]. The response variable of the data used in this study consists of two classes as sick-healthy. The power of the classification methods used to distinguish between sicks and healthy people are shown by AUC [79].

3.4 Data sets

The actual data sets used in the study consist of gene expression data obtained from microarray experiments belonging to three different cancer types, including leukemia, cervical and prostate. Data sets can be accessed through the GEO data repository offered by NCBI. GEO data repository can be accessed at www.ncbi.nlm.nih.gov/geo/ [26, 43]. GEO; GDS data set is a set that contains information about platform and sample data records. Preprocessing steps in microarrays such as normalization and background processing have been done on the data set, and it is assumed that the measurements are made in an equivalent way. Each dataset has code starting with GDS [43].

While there are 22283 features in the leukemia and prostate cancer data sets from the microarray gene expression data used in this study; cervical cancer dataset has 54675 features. In the considered data sets, there is a response variable that includes two class values as sick and healthy.

Considering the total number of samples, there are a total of 64 samples, 38 sicks-26 healthy, in the leukemia dataset, 39 samples, 19 sicks-20 healthy, in the cervical cancer dataset, and a total of 79 samples, 40 sicks-39 healthy, in the prostate cancer dataset. The sample numbers of the sick-healthy classes in each data set are very close to each other.

Data preprocessing of genomic or clinical datasets is important in data analysis. Especially in large data sets, the analysis is carried out without any problems if the data preprocessing steps are taken into consideration before starting the analysis of the data [43]. In the study, missing value analysis, data scaling, imbalance in the distribution of class numbers, and outlier analysis were performed in microarray gene expression data of three different cancer types. It has been concluded that there are no missing and outlier values in the datasets discussed, and that unbalanced datasets are not observed in the distribution of class numbers. By using Z-score scaling, which takes into account the mean and standard deviation of the data, the superiority of the features over each other is prevented.

In addition, while applying the feature selection and classification methods; Since the data set should be in matrix form with examples in the row, the transpose of the gene expression data matrix, which is in the form of row data structure, was taken and the operations were continued.

4 Results

rf, lasso, rfe and limma feature selection methods were used to reduce the number of features in microarray gene expression data of leukemia, cervical and prostate cancer types. With the important and useful features selected on the data sets, classification models were created through five different classification methods such as NB, SVM, kNN, ANN and DL. Four different model performance measures were calculated, namely accuracy, sensitivity, specificity and AUC, which show how accurately the obtained models make the sick-healthy classification. With these calculated values, the effect of the feature selection methods used for each data set on the success of the classification methods was examined and comparisons were made between the methods.

Findings regarding the data sets are given in table 1, table 2 and table 3, respectively. First, the results of the leukemia dataset are included in Table 1.

Table 1. Comparison of the performance of classification models created by using the features determined by feature selection methods in the leukemia dataset.

CM (FSM)	Accuracy	Sensitivity	Specificity	AUC
NB (rf)	0,891	0,971	0,773	0,954
SVM (rf)	0,937	1,000	0,867	0,971
kNN (rf)	0,922	0,985	0,807	0,915
ANN (rf)	0,840	0,946	0,680	0,870
DL (rf)	0,960	1,000	0,950	0,965
NB (lasso)	0,906	1,000	0,853	0,981
SVM (lasso)	0,971	0,980	0,932	0,975
kNN (lasso)	0,937	1,000	0,867	0,945
ANN (lasso)	0,971	0,980	0,932	0,975
DL (lasso)	0,985	1,000	0,980	0,985
NB (rfe)	0,816	0,811	0,827	0,815
SVM (rfe)	0,948	0,960	0,920	0,955
kNN (rfe)	0,985	1,000	0,960	0,985
ANN (rfe)	0,708	0,850	0,547	0,685
DL (rfe)	0,780	0,650	0,923	0,793
NB (limma)	0,937	1,000	0,867	0,950
SVM (limma)	0,940	0,962	0,930	0,955
kNN (limma)	0,953	1,000	0,887	0,968
ANN(limma)	0,985	0,975	1,000	0,990
DL (limma)	1,000	1,000	1,000	1,000

In the leukemia data set; except for rfe, the classification method with the best performance measure values in other feature selection methods is DL. In the rfe feature selection method, the kNN classification method has the best performance measure values. Especially in rfe and rf feature selection methods, the method with the lowest classification performance measure values is ANN. The performance measure values are quite good in the lasso and limma feature selection methods of the ANN classification method, which generally has lower performance measure values. In the lasso and limma feature selection methods, the performance measure values of the classification methods are generally higher than the performance measure values in the other feature selection methods. Sensitivity values of the models created with DL in rf, lasso and limma feature selection methods, DVM in rf feature selection method, NB and kNN in lasso and limma feature selection methods, and kNN in rfe feature selection method are quite high.

The high sensitivity value of the models indicates that their performance in identifying sick individuals are very good. In the limma feature selection method, the specificity values of the ANN and DL classification methods are high. The high specificity value shows that the performance of classification models in determining healthy individuals is very good.

Considering the accuracy and AUC measures, which indicate that sicks and healthy individuals are correctly classified, the DL classification method is

very successful in the limma feature selection method.

The results of the cervical cancer data set are given in Table 2.

Table 2. Comparison of the performance of the classification models created using the features determined by the feature selection methods in the cervical cancer dataset.

CM (FSM)	Accuracy	Sensitivity	Specificity	AUC
NB (rf)	0,639	0,617	0,650	0,671
SVM (rf)	0,689	0,567	0,800	0,724
kNN (rf)	0,721	0,683	0,750	0,758
ANN (rf)	0,639	0,567	0,700	0,581
DL (rf)	0,862	1,000	0,823	0,836
NB (lasso)	0,671	0,633	0,700	0,679
SVM (lasso)	0,593	0,533	0,650	0,623
kNN (lasso)	0,614	0,617	0,600	0,628
ANN (lasso)	0,651	0,733	0,600	0,656
DL (lasso)	0,925	1,000	0,923	0,952
NB (rfe)	0,593	0,567	0,600	0,608
SVM (rfe)	0,693	0,783	0,600	0,716
kNN (rfe)	0,618	0,705	0,500	0,607
ANN (rfe)	0,568	0,400	0,750	0,625
DL (rfe)	0,865	0,950	0,850	0,865
NB (limma)	0,693	0,633	0,750	0,729
SVM (limma)	0,639	0,683	0,600	0,674
kNN (limma)	0,696	0,700	0,690	0,757
ANN(limma)	0,721	0,467	0,950	0,779
DL (limma)	0,965	1,000	0,929	0,985

In the cervical cancer data set; the classification method with the highest performance level in feature selection methods is DL. ANN is the classification method with the lowest performance in rf and rfe feature selection methods. In the lasso and limma feature selection methods, the performance of the SVM classification method is lower than the other classification methods.

When the sensitivity values of the models created with the DL classification methods in rf, lasso, rfe and limma feature selection methods are examined, it shows that their performance in identifying sicks are very good. The most accurate cases of identifying healthy individuals are the models created by the DL classification method in the limma and lasso feature selection methods, and the model created by the ANN classification method in the limma feature selection method.

When we look at the accuracy and AUC measures, which express that the classification of the sick and healthy individuals are done correctly, the classification method of DL is very successful in the limma and lasso feature selection methods.

Finally, the results of the prostate cancer data set are given in Table 3.

Table 3. Comparison of the performance of classification models created by using features determined by feature selection methods in prostate cancer dataset.

CM (FSM)	Accuracy	Sensitivity	Specificity	AUC
NB (rf)	0,644	0,636	0,650	0,646
SVM (rf)	0,596	0,561	0,625	0,605
kNN (rf)	0,583	0,482	0,675	0,580
ANN (rf)	0,493	0,231	0,801	0,550
DL (rf)	0,835	0,850	0,820	0,840
NB (lasso)	0,618	0,586	0,650	0,625
SVM (lasso)	0,578	0,511	0,625	0,598
kNN (lasso)	0,581	0,614	0,550	0,604
ANN (lasso)	0,506	0,275	0,750	0,500
DL (lasso)	0,870	1,000	0,850	0,875
NB (rfe)	0,454	0,325	0,583	0,483
SVM (rfe)	0,504	0,557	0,450	0,532
kNN (rfe)	0,568	0,454	0,675	0,628
ANN (rfe)	0,543	0,350	0,750	0,502
DL (rfe)	0,800	1,000	0,620	0,820
NB (limma)	0,682	0,611	0,750	0,673
SVM (limma)	0,581	0,561	0,600	0,585
kNN (limma)	0,580	0,664	0,500	0,650
ANN(limma)	0,569	0,307	0,825	0,570
DL (limma)	0,950	1,000	0,900	0,960

In the prostate cancer data set; the classification method with the best performance measure values in feature selection methods is DL. While the DL classification method has the best performance measure values in the limma feature selection method; it has lower performance measure values in rfe. Except for the rfe feature selection method, the classification method with the lowest success rate in other feature selection methods is ANN. NB is the classification method with the lowest performance in the rfe feature selection method. When looking at each of the feature selection methods, the performance measure values of the NB, DVM and kNN classification methods are generally close to each other.

In the lasso, rfe and limma feature selection methods, the sensitivity values of the models created by the DL classification method are quite high, showing that their performance in identifying sick individuals are very good. Considering the specificity values of the models created by the DL classification method in the limma feature selection method, he states that their performance in determining healthy individuals is very good.

Considering the accuracy and AUC measures, which indicate that the classification of sick and healthy individuals are done correctly, the DL model is very successful in the limma feature selection method.

5 Conclusion and evaluation

It is aimed to show the effect of feature selection methods used to reduce the number of features in

microarray gene expression data, which has a data type with a large number of features and low number of samples, on the performance level of classification methods frequently used in data mining. For this purpose, three real data sets were studied.

Classification models were created by applying NB, SVM, kNN, ANN and DL classification methods to the data sets that have important features obtained by applying rf, lasso, rfe and limma feature selection methods on microarray gene expression data related to three different cancer types. Model performance measure values in the form of accuracy, sensitivity, specificity and AUC for these models were obtained. When the results of each data set are examined; the performance measure values of the models created in the leukemia data set are generally higher. Performance measures are lower in cervical and prostate cancer data sets. In general, classification models with higher performance measure values were obtained by using classification methods in data sets where limma and lasso feature selection methods were applied. The classification models created when the DL method was applied on the data obtained using the rfe feature selection method mostly had low performance measure values. However, classification models with higher performance measures were obtained with DL and lower with ANN. The performance measure values of the classification models created with the NB, DVM and kNN classification methods were mostly close to each other. Except for a few cases, they followed the performance measure values of the models obtained by the DL classification method. Especially NB and SVM classification methods have lower performance measures than ANN classification methods in some cases.

In general, it may be preferable to use lasso and limma feature selection methods in microarray gene expression data with a large number of features. DL method has given more successful results than classical data mining methods in classification of large-scale data such as microarray gene expression data and it is recommended to be used. It is recommended not to use the rfe feature selection method before applying the DL method in large data sets. For future studies, it is planned to use DS method in different areas such as the recognition of data obtained by medical imaging devices, especially in the field of genetics.

References

[1] Öğüş E. To Be Together Medicine And Biostatistics İn History: Review. Turkiye Klinikleri J Biostat. 2017;9(1):74-83.

[2] Öner TÖ, Can Ş. Sağlıkta Biyoistatistiksel Uygulamalar. İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi. 2018;3(1):39-45.

[3] Karabulut E, Karaağaoğlu E. Biyoinformatik ve Biyoistatistik. Hacettepe Tıp Dergisi. 2010;41:162-170.

[4] Polat M, Karahan AG. Multidisipliner Yeni Bir Bilim Dalı: Biyoinformatik ve Tıpta Uygulamaları. S.D.Ü. Tıp Fak. Derg. 2009;16(3):41-50.

[5] Yoldaş A, Karaboz İ. DNA Mikroarray Teknolojisi ve Uygulama Alanları. Elektronik Mikrobiyoloji Dergisi TR. 2010;8(1):1-19.

[6] Baykara O. Kanser Tedavisinde Güncel Yaklaşımlar. Balıkesir Sağlık Bilimleri Dergisi. 2016;5(3):154-165.

[7] Demircioğlu HZ, Bilge HŞ. Yumurtalık Kanseri Veri Kümesindeki Gen İfadelerinin Veri Madenciliği İle Analizi. Marmara Fen Bilimleri Dergisi. 2015; 4:125-134.

[8] Coşkun E, Karaağaoğlu E. Veri Madenciliği Yöntemleri ile Mikrodizilim Gen İfade Analizi. Hacettepe Tıp Dergisi. 2011;42:180-189.

[9] Dolgun MÖ. Veri Madenciliği Sınıflama Yöntemlerinin Başarılarının; Bağımlı Değişken Prevelansı, Örneklem Büyüklüğü ve Bağımsız Değişkenler Arası İlişki Yapısına Göre Karşılaştırılması [Doktora tezi]. Ankara: Hacettepe Üniversitesi; 2014.

[10] Çelik N. Amiyotrofik Lateral Skleroz (ALS) Hastalığının Genetik ve Klinik Veri İlişkisinin Veri Madenciliği Yöntemleri ile İncelenmesi [Yüksek Lisans Tezi]. Antalya: Akdeniz Üniversitesi; 2017.

[11] Çataloluk H. Gerçek Tıbbi Veriler Üzerinde Veri Madenciliği Yöntemlerini Kullanarak Hastalık Teşhisi [Yüksek Lisans Tezi]. Bilecik: Bilecik Üniversitesi; 2012.

[12] Han J, Kamber M, Pei J. Data Mining Concepts and Techniques. 3.Baskı. ABD: Elsevier; 2012.

[13] Poyraz O. Tıp`Da Veri Madenciliği Uygulamaları: Meme Kanseri Veri Seti Analizi [Yüksek Lisans Tezi]. Edirne: Trakya Üniversitesi; 2012.

[14] Toprak U. Karsinogenezde Mutasyonlar Arası İlişkilerin Veri Madenciliği Metotları İle Tespiti [Yüksek Lisans Tezi]. Trabzon: Karadeniz Teknik Üniversitesi; 2015.

[15] Göker H. Üniversite Giriş Sınavında Öğrencilerin Başarılarının Veri Madenciliği Yöntemleri İle Tahmin Edilmesi. [Yüksek Lisans Tezi]. Ankara: Gazi Üniversitesi; 2012.

[16] Ergün K. Veri Madenciliğine Giriş. Balıkesir Üniversitesi MF Endüstri Mühendisliği Bölümü Veri Madenciliği Ders Notu.

[17] Luscombe NM, Greenbaum D, Gerstein M. What İs Bioinformatics? An İntroduction And Overview. Yearbook Of Medical Informatics. 2001;10(01):83-100.

[18] Tanır D. Genomik Veri Tabanlarında İndeksleme ve Arama Yöntemleri Üzerine [Doktora Tezi]. İzmir: Ege Üniversitesi; 2017.

[19] Gentleman RC, Carey VJ, Bates DM, Bolstad B, Dettling M, Dudoit S, ve ark. Bioconductor: Open Software Development For Computational Biology And Bioinformatics. Genome Biol. 2004;5(10):R80.

[20] Hopkins MM, Ibarreta D, Gaisser S, Enzing CM, Ryan J, Martin PA, ve ark. Putting Pharmacogenetics into Practice. Nature Biotechnology. 2006; 24(4): 403-410.

[21] Bakırcı ÇM. Temel Genetik Kavramlar: Nükleotit, DNA, Gen, Kromozom Nedir?. [İnternet]. 2019. Erişim adresi:

https://evrimagaci.org/temel-genetik-kavramlar-nukleotit-dna-gen-kromozom-nedir-7566.
[22] Roberts HF. Plant Hybridization before Mendel. Princeton: Princeton University Press, 1929.
[23] Tisdall J. Beginning Perl for Bioinformatics. ABD: O'Reilly; 2001.
[24] Özdoğan A. Gen Kümeleme İşleminin Özdüzenleyici Haritalar Kullanılarak Gen Ekspresyonu, Motif Sıklık Ve Gen Konum Verilerinden Faydalanılarak Gerçekleştirimi. [Yüksek Lisans Tezi]. İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi; 2009.
[25] DNA'nın Keşfi [İnternet]. Ocak, 2019. Erişim adresi: https://www.biyologlar.com/dnanin-kesfi.
[26] Zararsız G. Gen Ekspresyon Verilerinde Kümelemeye Dayalı Yeni Bir Sınıflandırma Yaklaşımı. [Yüksek Lisans Tezi]. Kayseri: Erciyes Üniversitesi; 2012.
[27] Haznedar B, Arslan MT, Kalınlı A. Karaciğer Mikrodizi Kanser Verisinin Sınıflandırılması için Genetik Algoritma Kullanarak ANFIS'in Eğitilmesi. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi. 2017;21(1):54-62.
[28] Lüleyap HÜ. Moleküler Genetiğin Esasları. İzmir: Nobel Kitabevi; 2008.
[29] Watson JD, Crick FH. Molecular Structure of Nucleic Acids: A Structure for Deoxyribose Nucleic Acid. Nature. 1953;171:737-738.
[30] Sarıkaş A, Odabaşıoğlu N, Altay G. Gen İfade Verilerinde Eksik Değerleri Düzelten Kestirim Yöntemlerinin Karşılaştırılması Comparison of Estimation Methods for Missing Value Imputation of Gene Expression Data. Tıp Teknolojileri Kongresi; 27-29- Ekim 2016; Antalya. s.114-117.
[31] Sassanfar S, Walker G. DNA Microarray Technology. What Is It and How Is It Useful, MIT, Biology Science Outreach. 2003.
[32] İdil NB. Gen İfade Verileri ile İşlemsel Kanser Sınıflandırılması [Yüksek Lisans Tezi]. Ankara: Başkent Üniversitesi; 2009.
[33] Gershon D. Microarray Technology: An Array of Opportunities. Nature. 2002: 885-891.
[34] Özkan Y, Selçukcan Erol Ç. Biyoenformatik DNA Mikrodizi Veri Madenciliği. 2. Baskı. İstanbul: Papatya Yayıncılık; 2017.
[35] George GVS and Raj VC. Review on Feature Selection Techniques and The İmpact Of SVM For Cancer Classification Using Gene Expression Profile. International Journal Of Computer Science & Engineering Survey. 2011;16-27.
[36] Öztemur Y, Aydos A, Gür-Dedeoğlu B. Meme Kanseri Mikrodizin Verilerinin Biyoinformatik Yöntemler ile Bir Araya Getirilmesi - Meta-Analiz Yaklaşımları. Turk Hij Den Biyol Derg, 2015;72(2):155-162.
[37] Jagota A. Microarray Data Analysis and Visualization. Bioinformatics by the Bay Press: Santa Cruz; 2001.
[38] Kaya A. Bilgisayar Destekli Tanı Sistemi ile Akciğer Nodüllerinin Nitelendirilmesi [Doktora Tezi]. Ankara: Hacettepe Üniversitesi; 2015.
[39] Budak H. Özellik Seçim Yöntemleri ve Yeni Bir Yaklaşım. Süleyman Demirel University Journal of Natural and Applied Sciences. 2018;22 (Special Issue):21-31.
[40] Yazıcı B, Yaslı F, Yıldız Gürleyik H, Turgut UO, Aktas MS, Kalıpsız O. Veri Madenciliğinde Özellik Seçim Tekniklerinin Bankacılık Verisine Uygulanması Üzerine Araştırma ve Karşılaştırmalı Uygulama. 9. Ulusal Yazılım Mühendisliği Sempozyumu; 15 - 17 Eylül 2015; İzmir. UYMS-15. s.72-83.
[41] Pala T. Tıbbi Karar Destek Sisteminin Veri Madenciliği Yöntemleriyle Gerçekleştirilmesi [Yüksek Lisans Tezi]. İstanbul: Marmara Üniversitesi; 2013.
[42] Akman M, Genç Y, Ankaralı H. Random Forests Yöntemi ve Sağlık Alanında Bir Uygulama. Turkiye Klinikleri J Biostat.2011;3(1):36-48.
[43] Özkan Y, Selçukcan Erol Ç. Kanser Biyoenformatiğinde Yapay Zeka. 2. Baskı. İstanbul: Papatya Yayıncılık; 2019.
[44] Kaya M. Gen İfade Verilerinde Öznitelik Seçimi ve Sınıflandırma [Yüksek Lisans Tezi].Ankara: Gazi Üniversitesi; 2014.
[45] Var E, İnan A. Sınıflandırma İçin Diferansiyel Mahremiyete Dayalı Öznitelik Seçimi. Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University. 2018;33(1):323-336.
[46] Zengin HY. Sosyal Ağ Analizinin Hastalık Biyobelirteçlerinin Belirlenmesinde Kullanımı [Doktora Tezi]. Ankara: Hacettepe Üniversitesi; 2018.
[47] [Falcon S, Morgan M, Gentleman R. An Introduction to Bioconductor's ExpressionSet Class [İnternet]. Temmuz, 2019. Erişim adresi: https://www.bioconductor.org/packages/release/bioc/vignettes/Biobase/inst/doc/ExpressionSetIntroduction.pdf.
[48] Gentleman R, Carey V, Huber W, Hahne F. Genefilter: Genefilter: Methods For Filtering Genes From High-Throughput Experiments [İnternet]. 2019. Erişim adresi: https://bioconductor.org/packages/devel/bioc/manuals/genefilter/man/genefilter.pdf.
[49] Daş B, Türkoğlu İ. DNA Dizilimlerinin Sınıflandırılmasında Karar Ağacı Algoritmalarının Karşılaştırılması. Elektrik – Elektronik – Bilgisayar ve Biyomedikal Mühendisliği Sempozyumu; 27 – 29 Kasım 2014; Bursa. Eleco 2014. s.381-383.
[50] [50] Tibshirani R. Regression shrinkage and selection via the lasso. Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological). 1996;58(1):267-288.
[51] Fontı V. Feature Selection using LASSO. Vrije Universiteit Amsterdam; 2017.s.26.
[52] Muthukrishnan R, Rohini R. LASSO: A Feature Selection Technique in Predictive Modeling for Machine Learning. IEEE International Conference on Advances in Computer Applications; 2016; Coimbatore. ICACA 2016. s.18-20.
[53] Smyth GK. Linear Models and Empirical Bayes Methods for Assessing Differential Expression in Microarray Experiments. Statistical Applications in Genetics and Molecular Biology. 2004;3(1):1-26.
[54] Slawski M, Boulesteix AL, Bernau C. CMA: Synthesis of microarray-based classification [İnternet]. Haziran, 2019. Erişim adresi: https://www.bioconductor.org/packages/release/bioc/manuals/CMA/man/CMA.pdf.
[55] Smyth GK, Hu Y, Ritchie M, Silver J, Wettenhall J, McCarthy ve ark. limma: Linear Models for Microarray Data [İnternet]. Eylül, 2019. Erişim adresi: https://bioconductor.org/packages/release/bioc/manuals/limma/man/limma.pdf.
[56] Smyth GK, Ritchie M, Thorne N, Wettenhall J, Shi W, Hu Y. limma:
Linear Models for Microarray and RNA-Seq Data User's Guide [İnternet]. Kasım, 2019.Erişimadresi:https://www.bioconductor.org/packages/devel/bioc/vignettes/limma/inst/doc/usersguide.pdf.

[57] Wibawa AP, Kurniawan AC, Murti DM, Adiperkasa RP, Putra SM, Kurniawan SA ve ark. Nugraha YR. Naive Bayes Classifier for Journal Quartile Classification. iJES. 2019;7(2):91-99.
[58] Onan A, Korukoğlu S. Metin Sınıflandırmada Öznitelik Seçim Yöntemlerinin Değerlendirilmesi. XVIII. Akademik Bilişim Konferansı; 30 Ocak-5 Şubat 2016; Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın.
[59] Korkem E. Mikroarray Gen Ekspresyon Veri Setlerinde Random Forest ve Naive Bayes Sınıflama Yöntemleri Yaklaşımı [Yüksek Lisans Tezi]. Ankara: Hacettepe Üniversitesi; 2013.
[60] Kayaalp F, Başarslan MS, Polat K. Kronik Böbrek Hastalığını Tanımlamada Bir Hibrit Sınıflandırma Örneği. Electric Electronics, Computer Science, Biomedical Engineerings Meeting;18-19 Nisan 2018; İstanbul Arel Üniversitesi, İstanbul.
[61] Karaibrahimoğlu A. Veri Madenciliğinden Birliktelik Kuralı ile Onkoloji Verilerinin Analiz Edilmesi: Meram Tıp Fakültesi Onkoloji Örneği [Doktora Tezi]. Konya: Selçuk Üniversitesi; 2014.
[62] Vapnik VN. An Overview of Statistical Learning Theory. IEEE Transactıons on Neural Networks.1999;10(5):988-999.
[63] Aydın Haklı D. Sınıf Dengesizliği Sorununu Çözmek için Kullanılan Algoritmaların Farklı Sınıflandırma Yöntemlerinde Performanslarının Karşılaştırılması. Ankara: Hacettepe Üniversitesi; 2018.
[64] Kaşıkçı M. Transkriptom Veri Seti Üzerinde Derin Öğrenme Yöntemi ile Klasik Veri Madenciliği Yöntemlerinin Sınıflama Performanslarının Karşılaştırılması [Yüksek Lisans Tezi]. Ankara: Hacettepe Üniversitesi; 2019.
[65] Gümüş E. Makina Öğrenme Yöntemleriyle Genom Dizilim Verilerinin Analizi [Doktora Tezi]. İstanbul: İstanbul Üniversitesi; 2013.
[66] Fix E, Hodges JL. Discriminatory Analysis, Nonparametric Discrimination: Consistency Properties. Technical Report 4. USAF School of Aviation Medicine, Randolph Field, Texas;1951. Report No:4.
[67] Cover MT, Hart P. Nearest Neighbor Pattern Classification. IEEE Transactions on Information Theory. 1967;13(1):21-27.
[68] Elasan S. Veri Madenciliğinde Farklı Karar Ağaçları ve K-En Yakın Komşuluk Yöntemlerinin İncelenmesi: Kadın Hastalıkları ve Doğum Verisinde Bir Uygulama [Doktora Tezi]. Van: Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi; 2019.
[69] Daş B, Türkoğlu İ. DNA Dizilimlerindeki Nükleotit Çiftlerinin Frekans Değerlerine Göre Farklı Sınıflandırma Yöntemleri ile Karşılaştırılması. Tıp Teknolojileri Ulusal Kongresi; 25 – 27 Eylül 2014; Kapadokya. TıpTekno`14. s.191 -194.
[70] Öğüş E, Can MB, Çamur E, Koru M, Özkan Ö, Rzayeva Z. Veri Kümelerinden Bilgi Keşfi: Veri Madenciliği; 15. Ulusal Biyoistatistik Kongresi, Uluslararası Katılımlı; 20-23 Ağustos 2013; Aydın.
[71] McCulloch WS, Pitts WH. A Logical Calculus of the Ideas Immanent in Nervous Activity. Bulletin of Mathematical Biophysics.1943;5:115-133.
[72] Çakmak I. Makine Öğrenmesi Yöntemleriyle Tümör Kontrol Olasılığının Hesaplanması [Yüksek Lisans Tezi]. Trabzon: Karadeniz Teknik Üniversitesi; 2017.
[73] Hinton GE, Salakhutdinov RR. Reducing the Dimensionality of Data with Neural Networks. Science.2006;313(5786):504-507.
[74] Çiftçi F, Kaleli C, Günal S. Öznitelik Seçme ve Makine Öğrenmesi Yöntemleriyle Eğitmen Performansının Tahmin Edilmesi. Anadolu Journal of Educational Sciences International. 2018; 8(2): 419-440.
[75] Türkçetin AÖ. Akciğer Kanserinin Tespit Edilmesinde Derin Öğrenme Algoritmalarının Kullanılması [Yüksek Lisans Tezi]. Isparta: Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi; 2019.
[76] Doğan F, Türkoğlu İ. Derin Öğrenme Algoritmalarının Yaprak Sınıflandırma Başarımlarının Karşılaştırılması. Sakarya University Journal of Computer and Information Sciences.2018;1:10-21.
[77] Çoşkun C, Baykal A. Veri Madenciliğinde Sınıflandırma Algoritmalarının Bir Örnek Üzerinde Karşılaştırılması. XIII. Akademik Bilişim Konferansı. 2-4 Şubat 2011.
[78] Kılıçkap M. Bilgi Kuramı Yaklaşımı ile Bilgisayarlı Tomografik Koroner Anjiyografinin Tanısal Değerinin Değerlendirilmesi [Yüksek Lisans Tezi]. Ankara: Hacettepe Üniversitesi; 2012.
[79] Dişçi R. Tanı Testlerinin Değerlendirilmesi ROC Analizi. İstanbul Üniversitesi, Onkoloji Enstitüsü; 2013.

Makine öğrenmesi yöntemleri kullanarak müşteri tahsilatı tahmini

Nilay Ay[1], Orçun Yalçın[2], Habib Gültekin[3]

[1]*Doğuş Teknoloji, Machine Learning and Artificial Intelligence, İstanbul, TURKEY*
[2] *Doğuş Teknoloji, Machine Learning and Artificial Intelligence, İstanbul, TURKEY*
[3] *Doğuş Teknoloji, Machine Learning and Artificial Intelligence, İstanbul, TURKEY*

Özet

Bir finansman kuruluşunun günlük nakit akışındaki en önemli maddelerden birisi müşterilerden o gün gelecek olan tahsilatların en az hata ile tahminlenmesidir. Bir gün için Volkswagen Doğuş Finans (vdf finans) firmasının normal koşullarda vadesi gelen veya vadesi geçmiş müşteriler için tahsil edilecek tutarların toplamının tahminlenmesi sağlanacaktır. Bununla birlikte, nakit ihtiyacının karşılanması sırasında ödenebilecek yüksek faize karşı işletmenin aksiyon alabilmesi ve riski en aza indirebilmesi mümkün olacaktır. İstatistiksel deneyler; ödeme planı, haftanın günleri, tatil günleri, geçmiş tahsilat bilgileri, hareketli özet istatistikleri, resmi tatil gibi bilgilerin günlük müşteri tahsilatını tahmin etmek için en önemli faktörler olduğunu ortaya koymaktadır. En yüksek performans gösteren model LightGBM olarak öne çıkmış ve vdf içerisinde devreye alınmıştır. Geçmiş ödeme davranışı ve gelecekteki öngörülebilir nakit akışı dikkate alındığında, önerilen tahmin sonuçlarının katkısı firma tarafından etkili bir şekilde görülmektedir. Bu sonuçların faydaları arasında finansman kuruluşun bankalardan en etkin biçimde kredi kullanması, faiz kaybının ortadan kalkması, bayi ve müşteri memnuniyetini artırması yer almaktadır.

Anahtar Kelimeler: *Tahsilat Tahmini, Finans Sektörü, Makine Öğrenmesi, Topluluk Öğrenmesi*

Forecasting Customer collection using machine learning approaches

Abstract

One of the most important items in the daily cash flow of a financial institution is the estimation of the collections that will come from customers that day with the least error. For one day, the firm will provide an estimation of the total amount to be collected for customers who are due or overdue under normal conditions. However, it will be possible for the enterprise to take action and minimize the risk against the high interest that can be paid while meeting the cash need. Statistical experiments show that payment schedule, days of the week, holidays, past collection information, moving summary statistics, public holidays are the most important factors for predicting daily customer collections. The best performing model stands out as LightGBM and was deployed in a financial institution. Given the past payment behavior and the predictable future cash flow, the contribution of the proposed forecast results is approved effectively by the firm. Benefits of these results include the most efficient use of loans from banks, elimination of interest losses, and increase in dealer and customer satisfaction.

Keywords: *Collection Forecasting, Finance sector, Machine Learning, Ensemble Methods*

1 Giriş

Finans kuruluşlarının günlük nakit akışındaki en önemli maddelerinden biri müşterilerden o gün gelecek olan tahsilatlardan oluşmaktadır. Firmanın müşterilerden tahsil edeceği tutarı en küçük hata oranı ile tahmin etmesiyle birlikte faiz maliyetini minimize etmesi hedeflenmektedir. Bu nedenle, yüksek faize karşı işletmenin aksiyon alabilmesi ve riski en aza indirebilmesi, müşteri memnuniyeti ve pazar rekabeti, tahsilat yapan şirketler için stratejik olarak çok önemlidir.

Gelecek olan tahsilatı en kısa sürede ve en az hata oranı ile tahmin etmek, hazine ve finans ekibi yöneticilerinin her gün karşılaştığı temel zorluklardan bazılarıdır. Nakit akışı içerisinde fazla tahmin yapılması ile birlikte olması gerekenden yüksek miktarda paranın atıl kalmasına, beklenen tahsilatın az olması ise gün içerisinde nakit dengesinde yüksek oranda faiz ile borçlanma ve gün sonunda azalan kâr ile sonuçlanacaktır.

Finans kuruluşlarının çalışma şekli ürün üzerinden kredilendirme işlemi uygulamalarıdır. Kredilere gelen taleplerin belirsizliği ve ürün satışlarının zamanla değişme eğiliminde olduğu göz önüne alındığında gelecek olan kredi talebi ve buna bağlı olarak gelecek olan tahsilat tutarını belirlemek zordur. Bu sorunları yönetmek için, kredilerin genel trendlerinin tahsilatlarını doğru bir şekilde tahmin etmek ve nakit akışını buna göre programlamak gerekir [1]. Makalenin amacı, topluluk öğrenmesi tahmin modellerini sunmak ve günlük tahsilat ve takvim değişkenlerini girdi olarak alarak yaklaşımların performans ölçütlerini karşılaştırmaktır. Daha sonra, tahsilat tahmini ve problem tanımı üzerine mevcut literatürün bir incelemesi sunulmaktadır. Bundan sonrasında, modellerin kısa bir açıklaması ve ardından sonuçlar ile birlikte makale tamamlanmıştır.

2 Problem Tanımı ve Literatür Araştırması

Faturaların veya kredilerin ödeme zamanını tahmin edebilmek birçok sektörde değerlidir ve çoğu finansal iş akışında karar verme süreçlerini desteklemektedir [2]. Nakit, tüm firmaların ana kaynağıdır. Kârsız bir firma bir süre hayatına devam edebilir, ancak nakit olmadan bir firma iflas edebilir ve iflas riskiyle karşı karşıya kalabilir. Nakit akışı tahmini; akış yönetimi, işletme sermayesi finansmanı ve iş değerlemesi gibi farklı amaçlara fayda sağlamaktadır [1].

İşletmelerin yeterli işletme sermayesi ile çalışmasını sağlamak ve nakit akışını verimli bir şekilde yönetmek için doğru bir nakit akışı tahmini kritik önem taşır [3]. Tüm bunlar ile birlikte yasal mevzuatlar gereği Basel II ve Basel III gibi uyum yönergelerinin getirilmesi ve buna bağlı olarak daha doğru kredi riski hesaplamalarına duyulan ihtiyaç artmıştır [4].

Son yıllarda bilgi teknolojilerinin, özellikle de makine öğrenimi tekniklerinin, birçok iş alanında yaygın şekilde kullanılmasına ve benimsenmesine rağmen, iç süreçlerde geçmişte yaptıkları aynı yöntemlerle ilerleyen birçok firma bulunmaktadır [2].

Bu çalışmada, vdf ile ortaklaşa yürütülen bir makine öğrenmesi çalışması sunuyoruz. Firma birçok kredi ürününe finansman sağlamaktadır; ancak bu proje yalnızca dört özel bankadan gelen tahsilatlar ve TL ödemelerine odaklanılmaktadır.

Tahmine dayalı modelleme yaklaşımları, kredi yönetimi ve vergi tahsilatı gibi birçok ilgili alanda yaygın olarak kullanılmaktadır [5]. Müşterilerden kredi tahsil etme üzerine yapılan çalışmalar için literatürde birden fazla yaklaşım ve bu yaklaşımlara bağlı olarak birden fazla çözüm bulunmaktadır.

Müşterilerin ne zaman temerrüde düştüğünü analiz etmek, genellikle hayatta kalma analizi kullanılarak ele alınan bir konu olmuştur [6]. Hayatta kalma analizi Belçika ve İngiltere finans kuruluşlarından alınan kredi verilerinde [4], tüketici kredi riskini modelleme çalışmalarında [7, 5] kullanılmıştır. Appel ve arkadaşları çok uluslu bir banka ile yapılan bir çalışmada alacak tahsilatlarına dair bir makine öğrenmesi araştırması ortaya koymuştur. Tahsilat yapan çalışanlar müşterilerinin ödeme davranışlarıyla ilgili tüm ayrıntılı bilgileri zihinlerinde tutarak işlem yapmaktadırlar. Çalışanın 100 müşterisinin olduğu bir ortamda tüm müşterileri ile olan ilişkileri ve detaylarının yürütülmesi ve tahsilat yapma durumlarının analiz edilmesi oldukça güçlük yaratmaktadır. Bu noktada sistem, bir tahsilatçının kendi müşteri listesini ve ödeme davranışlarını dikkate alarak, iletişime geçilecek kişiselleştirilmiş, sıralı bir müşteri listesi sunmakta ve tahsilatçıların eylemlerini optimize etmeyi ve böylece bu hesapların ödeme oranını iyileştirmeyi amaçlamaktadır.

Hayatta kalma analizinin kredi tutarları tahminleme konularında farklı metodlar ile kıyaslamaları bulunmaktadır;

- Teminatsız tüketici kredileri veya kredi kartları için temerrüt halindeki zararı (LGD: loss given default) tahmin etmek amacıyla,

geri kazanma oranlarını ve tahsilat miktarlarını modellemek için doğrusal regresyon ve hayatta kalma analizi modelleri karşılaştırılmıştır [8].

- Kredi riski alanında hayatta kalma analizi modellerinin kullanılmasına ve özellikle temerrüt olasılığının modellenmesine (yani borçlunun krediyi zamanında geri ödemek istemediği veya ödeyemediği bir durum) odaklanmaktadır. Çalışmada lojistik regresyon modelleri ile performans kıyaslamaları bulunmaktadır [9].
- Borçluların ödeme davranışlarını modellemek için deneysel analizler yapmak ve hesap alacaklarının tahsiline karar vermede kullanılabilecek tahmine dayalı çalışmalar yapan Janika Smirnov [10] tezi içerisinde hayatta kalma analizi ve rastgele orman tekniklerini ve özellikle 2016 yılında oldukça yeni bir yaklaşım olan rastgele hayatta kalma ormanları yöntemi kullanılarak geç fatura ödeme sürelerinin modellenmesine odaklanmaktadır.

Tahsilat tahminlemeye dair bir diğer yaklaşım ise Markov teknikleri ile olmuştur. Nakit akış tahmini [1], alacak hesapları [11], vergi ve genel olarak borç tahsilat süreçleri üzerine çalışmalar bulunmaktadır [5].

Alacak hesapları ve nakit tahsilatını geliştirmek için tahmine dayalı birçok analiz ve makine öğrenmesi yaklaşımları kullanılmıştır [12, 13, 14, 15, 16, 17]. Literatür üzerinde çalışmalara bakıldığında genel olarak kredinin hiç ödenmemesi ihtimali veya kredinin zamanında ödenme ihtimali üzerine durulmuştur. Araştırmamızda farklı bir bakış açısı ile bir gün içinde şirketin normal koşullarda vadesi gelen kredi müşterilerinin yapacağı ödeme sonucu toplayacağı para ya da vadesi geçmiş gecikmedeki müşteriler için ödeme sözü alındıysa tahsil edilecek tutarların toplamının tahminlemesi çalışması üzerine odaklanmaktadır.

Bu çalışmada, boosting(yükseltme) algoritmalarından XGBoost ve LightGBM kullanılmıştır. Yükseltme algoritmaları her iterasyonda elde edilen zayıf öğrenicilerin kendilerinden önce gelen bir diğer zayıf öğrenicinin hatalarını düzelterek güçlü bir öğrenici oluşturma prensibine dayanır [18]. XGBoost, Tianqi Chen ve Carlos Guestrin'in 2016 yılında sunduğu ve zayıf öğrenici olarak karar ağaçlarını kullanan bir gradyan yükseltme algoritmasıdır [19]. Eksik verileri yönetebilmesi ve aşırı öğrenmenin önüne geçebilmesi algoritmanın en güçlü taraflarıdır. LightGBM ise, Microsoft DMTK (Distributed Machine Learning Toolkit) projesi kapsamında 2017 yılında geliştirilmiştir [20]. Çoğu karar ağacı algoritmasının aksine yaprak odaklı bölünme stratejisini kullanan ve histogram tabanlı bir yükseltme algoritmasıdır. Karar ağacı tabanlı diğer algoritmalara kıyasla yüksek tahmin oranı, yüksek işlem hızı, daha az kaynak kullanımı ve paralel öğrenmeye yatkınlığı açışından oldukça avantajlıdır.

Modelimize ışık tutabilmek ve kullanılan tahmin değişkenlerinin model içindeki göreceli önemini saptayabilmek amacıyla oyun teorisi yaklaşımına dayanan Açıklanabilir Yapay Zekâ algoritması SHapley Additive exPlanations(SHAP) kullanılmıştır. Açıklanabilir Yapay Zekâ, insan kullanıcıların makine öğrenmesi modelleri tarafından oluşturulan sonuçları şeffaf bir bicimde kavramalarına ve bunları güvenerek kullanmalarına olanak sağlayan bir süreçtir [21]. SHAP ise, 2017 yılında Lundberg ve Lee'nin yayımladığı, model çıktılarını tahmin değişkenlerinin sunulan tahmine katkısını inceleyerek açıklayan ve model içindeki göreceli önemine göre her değişken için bir Shapley Value belirleyen bir Açıklanabilir Yapay Zekâ algoritmasıdır [22]. Literatürde bu tarz algoritmaların sundukları açıklamaların doğruluğu hakkında birçok çalışma mevcut olsa da SHAP'in diğer Açıklanabilir Yapay Zekâ algoritmalarına göre daha güvenilir ve doğru açıklamalar sunduğu kanıtlanmıştır [23].

Yapılan bu çalışma ile bankalardan en etkin biçimde kredi kullanılması, faiz kaybının ortadan kalkması, bayi ve müşteri memnuniyeti konularında kazanımlar olması beklenmektedir.

3 Veri ve Model

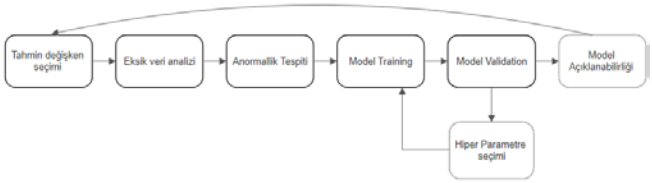
Müşterilerin ödeme davranışlarını etkili bir şekilde tahmin etmek için, sistemde üretilen ve modelleme için alınan verilerin kalite açısından doğru olması gerekir, aksi takdirde yanlış tahminlere neden olabilir.

Modelde 22 farklı tahmin değişkeni, hedef değişkeni Beklenen Tahsilat Tutarını tahmin etmede kullanılmıştır. Çalışmamızda kullandığımız tahmin değişkenlerinin 14 tanesi Tablo 1'de gösterilmiştir.

No:	Tahmin Değişkeni	Tahmin Değişkeni Tanımı
1	Taksit Tutarı	Kredi Taksit Tutarı.
2	Kapital	Kredinin Anapara Tutarı.
3	Haftanın Günleri	Haftanın günlerinin kategorik olarak temsili.
4	Ayin Günleri	Ayin günlerinin kategorik olarak temsili.
5	Hareketli Minimum Taksit Tutarı	Son 28 günün en düşük taksit tutarı.
6	Hareketli Minimum Kapital	Son 28 günün en düşük anapara tutarı.
7	Bir Önceki Hafta Maksimum Ödeme Tutarı	Önceki haftanın en yüksek ödeme tutarı.
8	Bir Önceki Hafta Maksimum Kapital	Önceki haftanın en yüksek anapara tutarı.
9-11	Tatil Öncesi (1,2,3)	Hafta Sonu tatilinden ve resmî tatillerden önceki 1,2 ve 3 günün ikili sınıflandırma ile temsili.
12-14	Tatil Sonrası (1,2,3)	Hafta Sonu tatilinden ve resmî tatillerden sonraki 1,2 ve 3 günün ikili sınıflandırma ile temsili.

Tablo 1: Tahmin değişkenleri ve açıklamaları

Bu çalışmada kullandığımız veri hattımız ise Şekil 1'de sunulmuştur:



Sekil 1: Model veri hattı

Bu çalışmada kullandığımız model veri hattı tekrarlı bir süreçtir. İlk iterasyonda veri setindeki tüm tahmin değişkenlerini modele dahil ederken, iterasyon sonucunda model açıklanabilirliği doğrultusunda modelimize katkısı minimal seviyede olan tahmin değişkenleri, takip eden iterasyonda kullanılmamaktadır.

Hareketli tahmin değişkenleri veri setinde bulunduğundan dolayı, train veri setimizde bazı eksik veriler meydana gelmiştir. Kullanacağımız makine öğrenimi algoritmaları LightGBM ve Xgboost eksik verinin bulunduğu durumlarda sorunsuz çalışıyor olsa da denemelerimize istinaden bu eksik verilerin train veri setimizden çıkarılması sonucu algoritmaların daha iyi performans verdikleri gözlemlenmiştir. Bu yüzden eksik verilere sahip veri satırları (1 Ocak 2018- 1 Şubat 2018) çalışmaya dahil edilmemiştir.

Veri setimizin hedef değişkeni Beklenen tahsilat tutarı için, kesif analizinde modeli olumsuz yönde etkileyebilecek belirgin derecede farklı olan değerler gözlemlenmiştir. Beklenen tahsilat tutarı için birinci dörtte birlik, üçüncü dörtte birlik ve çeyrekler açıklığı bulunmuştur. Birinci dörtte birlikten 1.5 çeyrekler açıklığı daha düşük veya üçüncü dörtte birlikten 1.5 çeyrekler açıklığı daha fazla olan tutarlar anomali olarak tespit edilip, veri setinden uzaklaştırılmıştır.

Train veri seti, 1 Ocak 2018 tarihinden 1 Şubat 2021 tarihine kadar elde edilen verilerden oluşturulurken, Validation veri seti ise 1 Şubat 2021 tarihinden 22 Nisan 2021 tarihine dek sahip olduğumuz verilerle oluşturulmuştur. 2 farklı yükseltme algoritması, LightGBM ve XGBoost kullanılmıştır. Sonuçlar kısmında bu algoritmaların validation verisi için performansı 3 farklı metrik ile incelenmiştir.

Validation verisi ile birlikte hiper parametre seçimi Grid Search yöntemi ile yapılmıştır. Sonuçlar kısmında performanslarını sunacağımız modeller için, optimize edilen hiper parametre seçimleri Tablo 2'de ve Tablo 3'te sunulmuştur. Geri kalan hiper parametreler için ise olağan değerleri kullanılmıştır.

Hiper Parametre	Değer
max_depth	7
num_leaves	16
learning_rate	0.05
max_bin	150
feature_fraction	1
min_data_in_leaf	20
lambda_l1	1
lambda_l2	0.3

Tablo 2: LightGBM Hiper Parametre seçimleri

Hiper Parametre	Değer
max_depth	5
colsample_bytree	0.5
colsample_bylevel	0.5
learning_rate	0.01
subsample	0.5
min_child_weight	2
reg_alpha	3
reg_lambda	3

Tablo 3: XGBoost Hiper Parametre seçimleri

Modelimizin karar mekanizmasını daha şeffaf bir hale getirmek ve tahmin değişkenlerinin yapılan tahminler üstündeki etkisini incelemek amacıyla SHAP kullanılmıştır. Böylece model içindeki önemi düşük seviyede kalan değişkenleri model dışına almamızı ve boyutsal bir küçülmeye gitmemize yardımcı olmuştur.

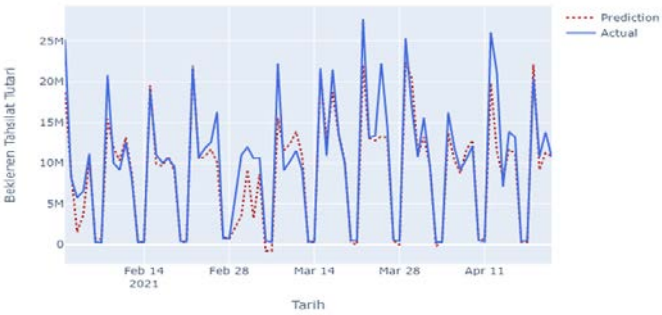
4 Sonuçlar

Çalışmamızda kullandığımız LightGBM ve XGBoost modellerinin Root Square Mean Error(RMSE), Mean Absolute Error(MAE) ve Mean Absolute Percentage Error(MAPE) metrikleri dikkate alınarak validation veri setindeki Beklenen Tahsilat Tutarını tahmin etmede sergiledikleri performans karşılaştırılması Tablo 4'te gösterilmiştir. *

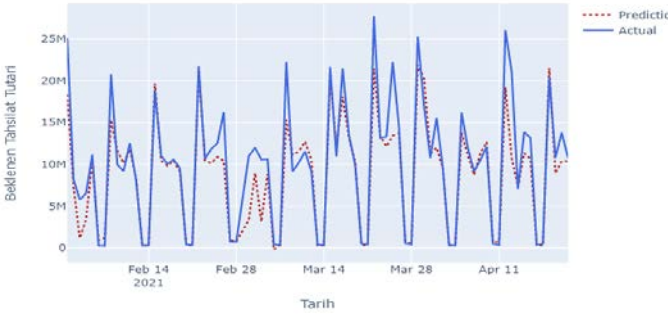
Model	RMSE	MAE	MAPE
LightGBM	2,611,554	1,689,747	0,20
XgBoost	2,953,839	1,794,289	0,22

Tablo 4: LightGBM ve XgBoost modellerinin performans karşılaştırılması

Tablo 4'te de görüldüğü üzere, LightGBM modeli XgBoost modeline göre RMSE bakımından yaklaşık 342,000 TL, MAE bakımından ise yaklaşık 105,000 TL daha doğru tahminlerde bulunmuştur. MAPE açısından bu iki modelin performansını ele alırsak ise, LightGBM modeli ile XGBoost'a göre 0.2 değerinde bir performans artışı gözlemlenmiştir.



Sekil 2: LightGBM modelinin Validation veri seti üzerindeki performansı



Sekil 3: XgBoost modelinin Validation veri seti üzerindeki performansı

Sekil 2'de ve Sekil 3'te sırasıyla LightGBM ve XgBoost modellerinin Validation verisi üzerindeki performansı tahminler ve gerçek değerler ile birlikte sunulmuştur. Görüldüğü ve beklendiği gibi Beklenen Tahsilat tutarları hafta başlarında yüksek bir seviye izlerken, hafta sonları ise çok düşük seviyelerde kalmaktadır. LightGBM modelimiz özellikle hafta sonları için Beklenen Tahsilat Tutarını XgBoost'a göre daha iyi tahminlemiştir. İki model de hafta başlarında Beklenen Tahsilat tutarından belirgin bicimde daha az tahminlemede bulunmuştur. Bunun nedeni olarak ise hafta başlarında müşterilerin önceden beklenmeyen ödemelerde bulunması gösterilebilir.

Firmalar nakit akışı tahminini, temel sorunları ortaya koymak ve zamanında aksiyon almak için gerçek nakit akışı ile tahmini nakit akışı arasındaki farkı kullanabilir [1]. Modelimizin tahmin çıktıları günlük bir düzende her sabah is birimine mail aracılığıyla iletilmekte ve model performansı kontrol edilmektedir.

Gelecek çalışmalarda tahsilatın toplu yaklaşımından farklı olarak müşteri bazlı tahmin edilmesi farklı bir bakış açısı olarak çalışmaya eklenebilir. Bir finansal kuruluşta yapılan bu çalışma farklı finansal kuruluşların verileri de dahil edildiğinde genelleştirilmiş bir model olmasını destekleyebilir. Ayrıca nakit akışının bir girişi olan müşteri tahsilatının yanında nakit akışının çıkışına dair kredi kuruluşunun müşterilere verilecek kredi tutarlarının da tahmin edilmesi ile birlikte uçtan uca nakit akışının makine öğrenmesi yöntemleri ile desteklendiği bir sistem haline gelebilir.

* Veri gizliliği sebebiyle sunulan sonuçlar bir katsayı oranıyla maskelenmiştir.

1. Referanslar

[1] Tangsucheeva, R., & Prabhu, V. (2014). Stochastic financial analytics for cash flow forecasting. International Journal of Production Economics, 158, 65-76.

[2] Appel, A. P., Malfatti, G. L., Cunha, R. L. D. F., Lima, B., & de Paula, R. (2020). Predicting Account Receivables with Machine Learning. arXiv preprint arXiv:2008.07363.

[3] Baas, T., & Schrooten, M. (2006). Relationship banking and SMEs: A theoretical analysis. Small Business Economics, 27(2-3), 127-137.

[4] Dirick, L., Claeskens, G., & Baesens, B. (2017). Time to default in credit scoring using survival analysis: a benchmark study. Journal of the Operational Research Society, 68(6), 652-665.

[5] Abe, N., Melville, P., Pendus, C., Reddy, C. K., Jensen, D. L., Thomas, V. P., ... & Gardinier, T. (2010, July). Optimizing debt collections using constrained reinforcement learning. In Proceedings of the 16th ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining (pp. 75-84).
[6] Baesens, B., Van Gestel, T., Stepanova, M., Van den Poel, D., & Vanthienen, J. (2005). Neural network survival analysis for personal loan data. Journal of the Operational Research Society, 56(9), 1089-1098.
[7] Cao, R., Vilar, J. M., & Devia, A. (2009). Modelling consumer credit risk via survival analysis. SORT: statistics and operations research transactions, 33(1), 0003-30.
[8] Zhang, J., & Thomas, L. C. (2012). Comparisons of linear regression and survival analysis using single and mixture distributions approaches in modelling LGD. International Journal of Forecasting, 28(1), 204-215.
[9] Rychnovský, M. (2018). Survival analysis as a tool for better probability of default prediction. Acta Oeconomica Pragensia, 2018(1), 34-46.
[10] Smirnov, J. (2016). Modelling late invoice payment times using survival analysis and random forests techniques (Doctoral dissertation, Ph. D. thesis).
[11] Grimshaw, S. D., & Alexander, W. P. (2011). Markov chain models for delinquency: Transition matrix estimation and forecasting. Applied Stochastic Models in Business and Industry, 27(3), 267-279
[12] Zeng, S., Melville, P., Lang, C. A., Boier-Martin, I., & Murphy, C. (2008, August). Using predictive analysis to improve invoice-to-cash collection. In Proceedings of the 14th ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining (pp. 1043-1050).
[13] Appel, A. P., Oliveira, V., Lima, B., Malfatti, G. L., de Santana, V. F., & de Paula, R. (2019). Optimize cash collection: Use machine learning to predicting invoice payment. arXiv preprint arXiv:1912.10828.
[14] Bahrami, M., Bozkaya, B., & Balcisoy, S. (2020). Using behavioral analytics to predict customer invoice payment. Big data, 8(1), 25-37.
[15] Fight, A. (2005). Cash flow forecasting. Elsevier.
[16] Kroes, J. R., & Manikas, A. S. (2014). Cash flow management and manufacturing firm financial performance: A longitudinal perspective. International Journal of Production Economics, 148, 37-50.
[17] Noury, B., Hammami, H., Ousama, A. A., & Zeitun, R. (2020). The prediction of future cash flows based on operating cash flows, earnings and accruals in the French context. Journal of Behavioral and Experimental Finance, 28, 100414.
[18] Schapire, R. E., & Freund, Y. (2013). Boosting: Foundations and algorithms. Kybernetes
[19] Chen, T., & Guestrin, C. (2016, August). Xgboost: A scalable tree boosting system. In Proceedings of the 22nd acm sigkdd international conference on knowledge discovery and data mining (pp. 785-794).
[20] Ke, G., Meng, Q., Finley, T., Wang, T., Chen, W., Ma, W., ... & Liu, T. Y. (2017). Lightgbm: A highly efficient gradient boosting decision tree. Advances in neural information processing systems, 30, 3146-3154.
[21] Adadi, Amina, and Mohammed Berrada. "Peeking inside the black-box: a survey on explainable artificial intelligence (XAI)." IEEE access 6 (2018): 52138-52160.
[22] Lundberg, S., & Lee, S. I. (2017). A unified approach to interpreting model predictions. arXiv preprint arXiv:1705.07874.
[23] Yalcin, M. O., and Fan, X. 2021. On evaluating correctnessof explainable ai algorithms: an empirical study on local ex-planations for classification.

YSA ile borsa endekslerini kullanarak ham petrol fiyatlarını tahminleme

Arda HEPBEKTAŞ, İpek DEVECİ KOCAKOÇ
Dokuz Eylül University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Econometrics, İzmir, Turkey

Özet

Tüketici fiyatlarının etkisi ham petrolu global ekonominin en önemli bileşenlerinden biri yapmaktadır.[1]. Ham petrol fiyatları gibi önemli bir faktörü tutarlı bir şekilde tahminlenmesi devletlerin para politikalarını yönetmesine yardımcı olabilir. Ayrıca şirketler ve kişiler de daha isabetli bütçe planlamaları yapabilir [2]. Ham petrolün doğası gereği ham petrol fiyatları ülkeler arası gerilim, pandemi, üretimde azalma ve ticari kısıtlamalar gibi global gelişmelerden etkilenmektedir [3,4]. Ham petrol fiyatlarının tahminlenmesi için birçok metod ve uygulama olmasına ragmen isabetli bir tahminleme yapmak çözümü zor olan bir problem olmaya devam etmekedir.

Yukarıda belirttildiği üzere, ham petrol global ekonominin önemli bir bileşenidir. İşlenmiş ham petrol diesel, gas ve jet yakıtı olarak kullanılmaktadır. Ayrıca üretim aşamasında ham madde olarak plastik kullanılan ürünlerin heme hemen endüstride bulunmaktadır. Bu sebeple ham petrol fiyatlarındaki değişimlerin uluslararası borsa endeksleri ile açıklanabilir. Bu çalışmada 2016 ve 2020 yıllarındaki S&P 500, Dow Jones Industrial Average ve Nasdaq 100 verilerini kullanarak Brent petrol fiyatlarını tahminlemeye çalışan yapay sinir ağları modeli oluşturduk. Borsa endekslerinin gün sonu kapanış verileri bağımsız değişkenler olarak kullanılmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Ham petrol, yapay sinir ağı, borsa, tahminleme*

Using stock market indices to forecast crude oil prices by ANN

Abstract

The incidence of consumer goods' prices makes crude oil one of the most decisive components in the global economy [1]. Forecasting a crucial factor like crude oil prices in an accurate way can help governments to manage their fiscal and monetary policies. Also, companies and individuals can able to make more accurate budget plans [2]. Because of the crude oil's nature, crude oil prices are affected by global developments like tensions between countries, pandemics, reduce production, and trade restrictions [3,4]. There are many methods and applications to predict future crude oil prices but an accurate prediction for crude oil remains a difficult problem to solve.

As we mentioned above, crude oil is an important component of the global economy. Refined crude oil is used as an energy source like diesel, gasoline, and jet fuel. Furthermore, it can be used as a raw material in almost all industries that consume plastic in production. For this reason, changes in crude oil prices can be explained by global stock markets. In this study, we build an artificial neural network model to predict future Brent oil prices with the help of the S&P 500, Dow Jones, and NASDAQ 100 indices by using the data between 2016 and 2020. Daily closing levels of the stock markets will be used as independent variables.

Key Words: *Crude oil, artificial neural network, stock market, prediction*

1 Introduction

Various kinds of crude oil can be used in different industries. It can be used as an energy source and a raw material in petroleum products. Leading fuel in the global economy makes crude oil a critical component of the global economy. The critical role of oil in the global economy creates attention in the literature [5,6,7].

Prediction of future crude oil prices is so hard to get important accuracy. Crude oil prices are affected by financial markets, international trading, economic indicators. These factors are also hard to predict because of their volatile nature [6,7]. The nonlinear behavior of crude oil price is a reason to use nonlinear models while forecasting future crude oil prices [8].

Finding a strong relationship between crude oil prices and stock markets can be useful for predicting future crude oil prices. Since changes in stock markets are in line with changes in crude oil prices, we employed an ANN model to predict future crude oil prices by some stock market data. We aim for a practical approach and accurate prediction results that predict with one-day lag or more. Also, we try to tune the model for a better prediction.

2 Literature Review

In literature, there are many studies that investigate the relationship between stock markets and crude oil prices [9]. According to Mensi and Beljid [10] empirical results showed a critical correlation and volatility between commodity and equity markets. A study belongs to Du and Hei [11] shows that the link between crude oil and stock markets consists of economical and financial activities of firms and investors. Yao and Liu's study [14] indicate a strong positive correlation between stock markets and crude oil prices. Another study [13] claims elderly stock market volatility data can be used to decide energy purchase. Basta and Molnar [14] used wavelet analysis to analyze the relationship between stock markets and the crude oil market. With this approach, Basta and Molnar concluded that both markets' volatility is highly correlated.

There are numerous approaches to forecast future crude oil prices in literature. Some of these studies employ artificial neural network to forecast future prices and volatility in crude oil. Gupta and Nigam [15] use a multilayer artificial neural network with a sigmoid activation function. Butler and Kokoszka [16] employed a focused time-delay neural network with splines. They modified a dynamic Nelson-Siegel model which used in the study of Barunik and Malinska [16,17]. Huang and Wang [18] used a wavelet neural network (WNN) with a random time effective function. WNN has an advantage when implements to strong nonlinear approximation. Mahdiani and Khamehchi [5] employed a hybrid artificial neural network that is optimized by a genetic algorithm. This study shows that a hybrid ANN-GA model has a better performance than ANN.

3 Data and analysis

In this study, we used data of Brent Oil Contract (Brent), NASDAQ 100 (NASDAQ), Dow Jones Industrial Average (DJIA), and Standard and Poor's 500 (SP500) indices. We obtained data from the Investing.com website. Brent data is daily and covers the period from 4 January 2016 to 31 December 2020, including 1.291 observations. NASDAQ data is daily and cover the period from 4 January 2016 to 31 December 2020, including 1.259 observations. Dow Jones data is daily and covers the period from 4 January 2016 to 31 December 2020, including 1.259observations. SP500 data is daily and covers the period from 4 January 2016 to 31 December 2020, including 1.259 observations. Brent data has 32 more observations than stock indices. For this reason, we omitted 32 days from the merged dataset. We split data as training set and test set to use in an ANN model. The training set has 1.204 observations and the test set has 55 observations. Test set has the last two months of 2020.

We prepared and analyzed the dataset with Pandas and NumPy packages in Python programming language. Tensorflow package is used to run the model.

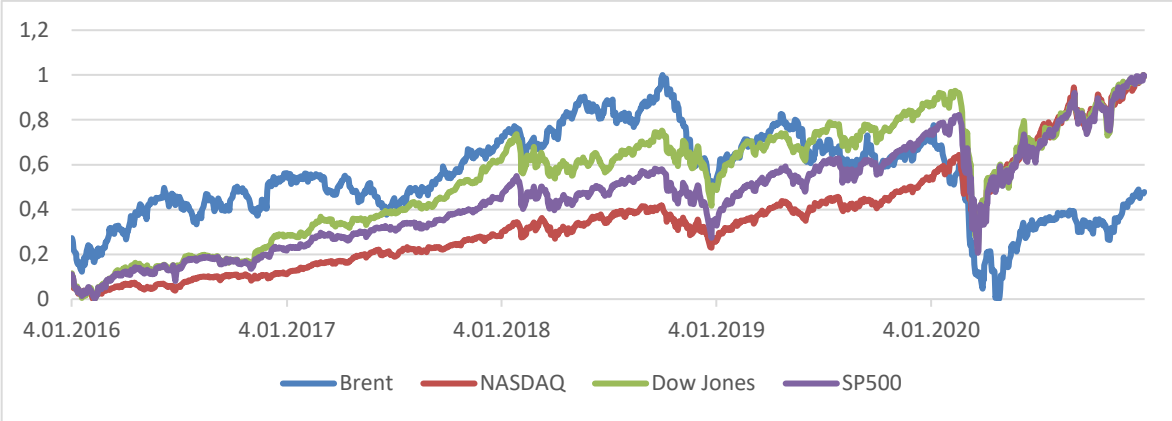


Figure 1. Graph of dependent and independent variables

In Figure1, we visualized the variables scaled by minimum and maximum scale method.

We ran the model with 5 days lag for independent variables. To understand long term relationship between Brent oil and the independent variable we applied Autoregressive Distributed Lag (ARDL) test. We tested stationarity with Augmented Dickey-Fuller test. Descriptive statistics and test results are given in Table 1.

We summarized one lag ADF test result in the table. Test critical value for 1% significance level equals -3.435. All ADF(1) test results are lesser than the critical value. With this result, we can interpret that there is no unit root for each variable. This result shows that one-day lagged variables are stationary. Additionally, all probability values of the Autoregressive Distributed Lag (ARDL) test are less than 1% significance level. This result shows that each independent variable is cointegrated with the independent variable.

In our study, we employed an ANN model to forecast Brent oil price which is a dependent variable in the models. DJIA, NASDAQ, and SP500 were included as independent variables with 5 days lag. In our models, we calculate loss with mean squared error and used neurons with a rectified linear unit activation function [19].

We ran two different ANN models. The only difference is the number of the hidden layers. Each ANN Model ran with different parameters. We tuned epochs and cells to find minimum sum squared error for our prediction. Figure 2 shows the pseudo algorithm to define ANN models that we ran. We define a number for hidden layer, neuron, and epoch with i, j, and k relatively.

Table 1. Descriptive statistics

Descriptive Statistics	Brent	NASDAQ	DJIA	SP500
Mean	55.76	7046.98	23600.65	2680.97
Standard Error	0.36	58.47	103.42	11.98
Median	55.66	6892.89	24585.71	2711.75
Mode	64.44	8666.57	17924.24	2882.00
Standard Deviation	12.92	2074.58	3669.42	425.21
Sample Variance	167.04	4303884.38	13464637ç78	180804.22
Kurtosis	-0.47	0.26	-0.94	-0.54
Skewness	-0.13	0.84	-0.37	0.18
Range	66.09	9005.93	14800.45	1903.75
Minimum	19.90	3903.93	15691.62	1827.25
Maximum	85.99	12909.86	30492.07	3731.00
Sum	70204.99	8872144.21	29713215.82	3375342.75
Count	1259	1259	1259	1259
ADF(1)	-34.33	-27.84	-23.35	-10.61
ARDL(5)	0.000	0.000	0.000	0.000

```
i = 1, 2
j = 1, 2,  ... , 99, 100
k = 10, 20, ... , 90, 100
For each i do
  For each j do
   For each k do
    Run ANN model with i, j and k parameters
    Calculate MSE
```

Figure 2. Pseudo-code for ANN

The least mean squared error is 5.89 when i, j, and k equal to 2, 82, and 80, relatively (Figure3). When we ran the ANN model with two hidden layers, we obtained better results than the one layer ANN model.

We employed the same topology to the latest data between 1 April 2021 and 13 May 2021. Mean squared error equals 5.58 for 30 observations (Figure4). Also trends in graph partially inline.

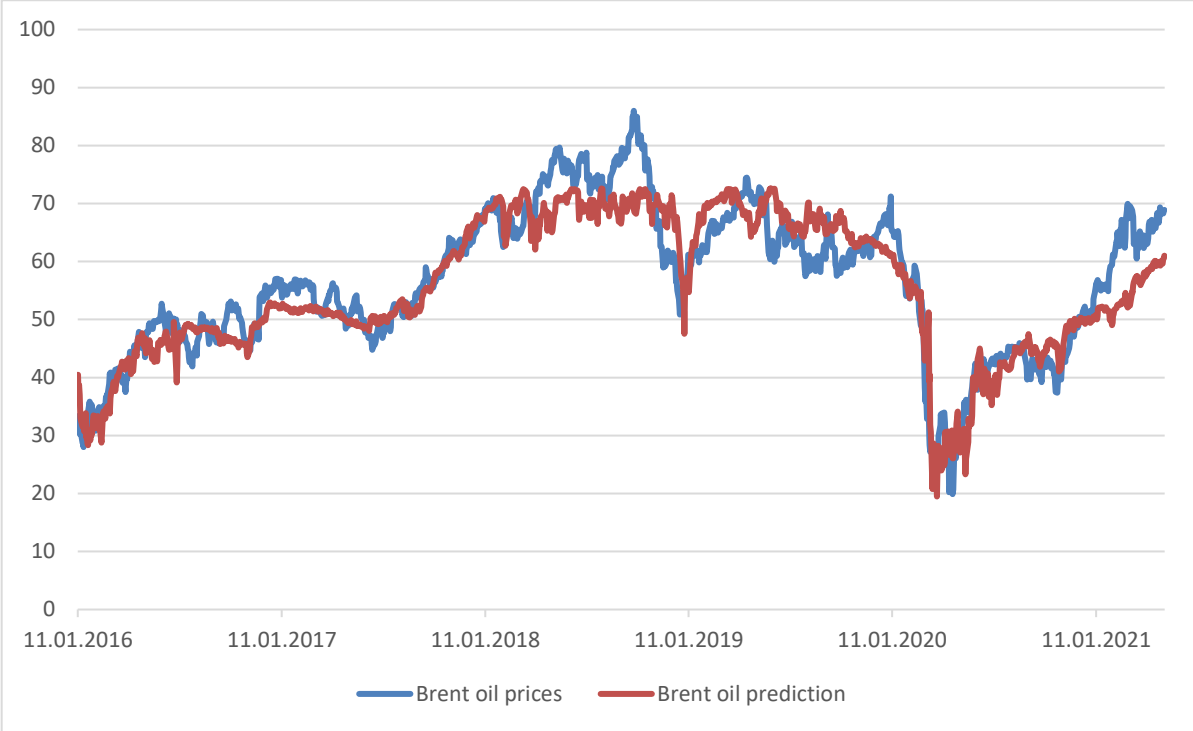


Figure3. Prediction results of the test set

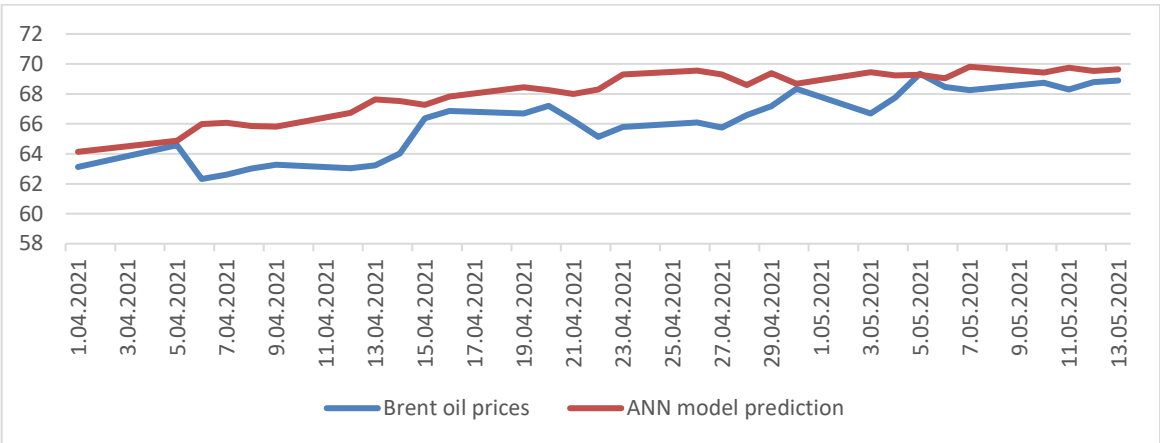


Figure4. Prediction results of the latest data set

4 Conclusions

Results show that stock market indices have a strong impact on crude oil prices. This practical approach can be useful for predicting the next 5 days of Brent oil prices. Also, there is always room for improvement. Hybrid models and tuning hyperparameters of ANN are triable for better predictions.

References

[1] Castillo, Paul, Carlos Montoro, and R. Vicente Tuesta. Inflation, oil price volatility and monetary policy. No. 2010-002. Banco Central de Reserva del Perú, 2010.

[2] Phan, Dinh Hoang Bach, et al. "The importance of managerial ability on crude oil price uncertainty-firm performance relationship." Energy Economics 88 (2020): 104778.

[3] Wang, Kai-Hua, Chi-Wei Su, and Muhammad Umar. "Geopolitical risk and crude oil security: A Chinese perspective." Energy 219 (2021): 119555.

[4] Bakirtas, Tahsin, and Ahmet Gökçe Akpolat. "The relationship between crude oil exports, crude oil prices and military expenditures in some OPEC countries." Resources Policy 67 (2020): 101659.

[5] Mahdiani, Mohammad Reza, and Ehsan Khamehchi. "A modified neural network model for predicting the crude oil price." Intellectual Economics 10.2 (2016): 71-77.

[6] Miao, Hong, et al. "Influential factors in crude oil price forecasting." Energy Economics 68 (2017): 77-88.

[7] Hamilton, James D. "Understanding crude oil prices." The Energy Journal 30.2 (2009).

[8] Gulay, Emrah, and Okan Duru. "Hybrid modeling in the predictive analytics of energy systems and prices." Applied Energy 268 (2020): 114985.

[9] Zhang, Yue-Jun, and Jin-Li Wang. "Do high-frequency stock market data help forecast crude oil prices? Evidence from the MIDAS models." Energy Economics 78 (2019): 192-201.

[10] Mensi, Walid, et al. "Correlations and volatility spillovers across commodity and stock markets: Linking energies, food, and gold." Economic Modelling 32 (2013): 15-22.

[11] Du, Limin, and Yanan He. "Extreme risk spillovers between crude oil and stock markets." Energy Economics 51 (2015): 455-465.

[12] Yao, Can-Zhong, Cheng Liu, and Wei-Jia Ju. "Multifractal analysis of the WTI crude oil market, US stock market and EPU." Physica A: Statistical Mechanics and its Applications 550 (2020): 124096.

[13] Liu, Zhenhua, et al. "Implied volatility relationships between crude oil and the US stock markets: Dynamic correlation and spillover effects." Resources Policy 66 (2020): 101637.

[14] Bašta, Milan, and Peter Molnár. "Oil market volatility and stock market volatility." Finance Research Letters 26 (2018): 204-214.

[15] Gupta, N, Nigam S, Crude Oil Price Predictions using Artificial Neural Network, Procedia Computer Science 170, 2020, 642-647

[16] Butler, Sunil, et al. "Neural network prediction of crude oil futures using B-splines." Energy Economics 94 (2021): 105080.

[17] Baruník, Jozef, and Barbora Malinska. "Forecasting the term structure of crude oil futures prices with neural networks." Applied energy 164 (2016): 366-379.

[18] Huang, Lili, and Jun Wang. "Global crude oil price prediction and synchronization based accuracy evaluation using random wavelet neural network." Energy 151 (2018): 875-888.

[19] Géron, Aurélien. Hands-on machine learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow: Concepts, tools, and techniques to build intelligent systems. O'Reilly Media, 2019.

Topluluk Öğrenmesi Yöntemleri ile Restoranlarda İş Gücü Planlaması

Sezin *DÜNYA* [1]*, Utku Kubilay *ÇINAR* [2], Habib *GÜLTEKİN* [3]

[1] *Doğuş Teknoloji, İleri Analitik, İstanbul, Türkiye*
[2] *Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstatistik, İstanbul, Türkiye*
[3] *Doğuş Teknoloji, İleri Analitik, İstanbul, Türkiye*

Özet

Restoranlara gelecek müşteri yoğunluğunun tahmin edilmesi, operasyonel süreçlerin planlanması ve iş gücü yönetiminde büyük önem arz etmektedir. Bu öngörünün sistematik bir şekilde yüksek doğrulukla yapılması, maliyetleri azaltabileceği gibi, personel planlamasının en verimli şekilde yapılmasını sağlayacaktır. Bu çalışmada, makine öğrenmesi yöntemleri kullanılarak gelecek haftalardaki müşteri yoğunluğunun tahminlenmesi yapılmaktadır ve geçmiş veri üzerinden yapılan istatistiksel çıkarımlar doğrultusunda, bu yoğunluğa denk gelmesi gereken personel sayısı hesaplaması yer almaktadır. Restoranların geçmiş müşteri kuver adedi ve geçmiş personel görev verileri kullanılarak topluluk öğrenmesi yöntemleriyle, bir sonraki hafta restoranlara gelecek müşterilerin saatlik bazda yoğunluğu, manual operasyona kıyasla yüksek doğrulukla tahminlenmiştir. Bu çalışmada restoranlar arası kıyaslama yapılabilmesi amacıyla, personel çalışma performansının restoran bazında ayarlanabildiği ortak bir tempo metriği de üretilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Topluluk Öğrenmesi, Personel Verimliliği, Restoran Yoğunluk Tahmini, Shift* Optimizasyonu

Workforce Planning in Restaurants using Ensemble Learning Methods

Abstract

It is of great importance for the planning of operational processes and workforce management to be aware of the customer density that will come to restaurants. Making this insight systematically with high accuracy can reduce costs as well as ensure that personnel planning is carried out in the most efficient way. In this study, the customer density in the coming weeks is estimated by using machine learning methods, and the calculation of the number of personnel that should coincide with this density is included in line with the statistical inferences made from past data. By using ensemble learning methods using past customer coverage and past staff duty data of restaurants, the hourly density of customers coming to restaurants next week is estimated with higher accuracy compared to manual operation. In this study, a common tempo metric has been produced in which the staff working performance can be adjusted on the basis of restaurants in order to make comparisons between restaurants.

Keywords: *Ensemble Learning, Staff Productivity, Density Estimation of Restaurants, Shift Optimization*

1 Giriş

Günümüzde bilgisayarların işlem gücünün artmasıyla beraber insanoğlu bilgisayarları daha etkin bir şekilde kullanmayı öğrendi. Makine öğrenmesi ve yapay zeka teknolojileri, 21. Yüzyılda, insana dokunan hemen hemen her alanda yaygın şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Gelecekteki olası durumları makine öğrenmesi ile öngörebilmek özellikle finans, tedarik, risk ve planlama yapabilme adına çok önemlidir. Bu sebeple, geleceği tahmin edebilen makine öğrenmesi algoritmaları sıklıkla kullanılmaktadır. Bu çalışmada, makine öğrenmesi

* İletişim e-posta: sezin.dunya@d-teknolloji.com.tr

teknikleri kullanılarak İstanbul'da bulunan 13 farklı restoranın personel planlamasının yapılabilmesi için öncelikle restoranlara gelebilecek saatlik müşteri yoğunluğu tahmini yapılmıştır. Saatlik ve restoran kırılımında yapılan 11 günlük tahmin değerleri ve geçmiş istatistikler kullanılarak ilgili restoranların personel optimizasyonu yapılmıştır. Restoran ve saat kırılımında restoran yoğunluğu tahmin edilirken, makine öğrenmesi algoritmalarından topluluk öğrenmesi yöntemleri tercih edilmiştir. Çalışmada kullanılan veri seti için en iyi performansı, Light Gradient Boosting Machine (LGBM) algoritması vermiştir. Model kıyaslama metriği ise kök ortalama hata karesi (RMSE) olarak belirlenmiştir.

Bu tahmin ve optimizasyon ile beraber daha doğru personel planlaması yapılabilmekte ve gelen müşteri sayısına göre ürünlerin restoranlarda bulunmama oranını düşürebilmesi amaçlanmıştır. Ek olarak, personellerin geçmiş performans istatistikleri analiz edilerek tempo kırılımı eklenmiştir. İş gücü optimizasyonunda kullanılmak üzere tempo değişkeni geliştirilmiştir.

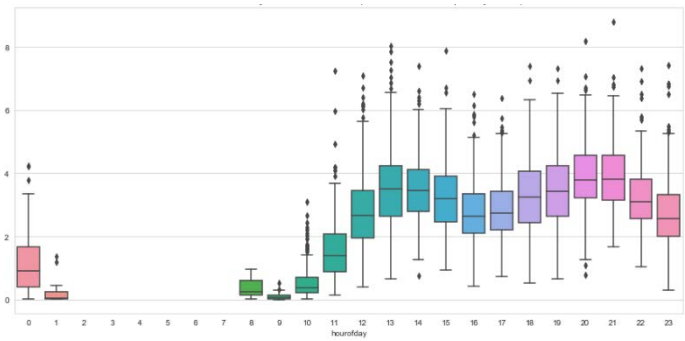
Tempo değeri için ilk olarak işletmenin yoğunluğu saatlik olarak hesaplanmıştır. Yoğunluk, 1 saat içerisinde işletmede verilen hizmet sayısının (eforunun) hesaplanması ile belirlenmiştir. Tempo oranı değişkeniyle, bir personelin ne kadarlık bir yoğunluğu karşılayabileceği ölçümlenmiştir. Geliştirilen tempo oranı, personelin saatlik kırılımda ne kadarlık bir yoğunlukla ilgilenebileceği hesaplanmıştır. Restoranın geçmişe dönük verisi ile işletmenin gerçekleşen yoğunluğu, her gün ve saat için hesaplanmıştır. Geçmişe dönük personel çalışma saatleri ile her gün ve her saat için görev bazlı çalışan personel sayısı çıkarılmıştır.

Temposu yüksek bir restoranın karşılayabileceği yoğunluk miktarı artmakta fakat hem personelin verimliliği düşmekte hem de müşteri memnuniyeti olumsuz etkilenmektedir. Tablo 1'de örnek tempo oranını ve bu tempo oranın ne kadar müşteriyi karşılayabileceği gösterilmiştir. Bu sebeple parametrik olarak seçilebilen restoranların optimal tempo değeri, restoran yöneticileri tarafından belirlenebilmektedir. Kaynak yönetimi yani tempo oranı %90 ya da %100 şeklinde ayarlanabilmektedir. Müşteri yoğunluğuna göre parametrik olarak belirlenebilen, esnek bir yapı bu çalışmada kurgulanmıştır.

Tablo 1. Tempo değeri örnek tablosu.

Tempo Oranı	Personel Sayısı	Müşteri Sayısı
1	0	0
10	46	2
20	23	3
30	17	5
40	13	6
50	12	7
60	10	8
70	9	9
80	8	10
90	7	11
100	4	20

Şekil 1'de örnek bir restoranın saatlik müşteri yoğunluğu gösterilmiştir. İlgili restoranın çalışma saatleri sabah 8'den, gece 2'e kadar olup, öğlen ve akşam saatlerinde en yoğun müşteri sayısına ulaşmaktadır.



Şekil 1. Saatlik kırılımda örnek bir restoranın müşteri yoğunluk grafiği.

2 Literatür

Bir işletmede çalışan personelin performansı işletmeye gelen müşteri sayısına, işletmenin servis yapısına, kapasitesine, servis ettiği ürünlere göre değişebilir. Restorana gelen müşteri yoğunluğu ile restoranda çalışan sayısı birbiriyle doğrudan ilişkilidir. Müşteri yoğunluğu ise mevsimsel, günlük veya saatlik olarak değişebilir [1]. Vardiya planları bu değişkenliğe göre tasarlanması ile personel maliyetleri düşürülebilir.

Restoranlarda vardiya planlaması problemine istatistiksel ve matematiksel yöntemlerle farklı yaklaşımlar vardır. Benzer bir yaklaşım ile Fujita ve Amasaka, 4 adımlı bir model ile restoranlarda iş yükü planlaması yaptılar. 1. Adımda restorana gelen müşteri sayısını, regresyon analizi ile geçmiş

restoran verisini kullanarak tahminlediler. 2. Adımda; personelleri görev farklılıklarına göre sınıflandırarak, her bir personel sınıfı için servis verilen müşteri sayılarını belirlediler. 3. Adımda ise 1 ve 2. Adım sonuçları; tahminlenen müşteri sayısı ve personele görev bazlı düşen müşteri sayısını kullanarak optimum çalışan sayılarına ulaştılar. Son adımda ise; personelleri deneyim ve yetkinliklerine göre sınıflandırarak vardiya çizelgesini oluşturdular [2].

Vardiya planı oluşturmada iş yüklerinin tahmin edilerek personel sayısının belirlenmesi ile çalışan memnuniyetinin çözülmesi, restoran bazlı tahminlemeler ile personele aşırı yük verilmesinin engellenmesi, fazla mesainin engellenmesi sağlanır [3]. Gary M. Thompson, bir hızlı servis restoranında, farklı personel ihtiyaçları, çalışma günü, saati ve vardiya aralıkları ile matematiksel model WSSP kullanarak, vardiya sayılarını optimal sayılara getirmiş, gerçek zamanlı planlama modelini geliştirmiştir. Müşteri talebine göre vardiya sayılarının artırılıp veya azaltılması ile gerçek zamanlı vardiya planlanmıştır [4].

Müşteri yoğunluğunun, yeme içme sektöründeki gibi personel sayısını ve temposunu etkilediği diğer sektörler oteller ve perakendedir [5, 6]. Perakende sektöründe, sepet tutarı ile birlikte, müşteri sayısı kullanılarak saatlik personel emeğinin satışa etkisi ekonometri modeli kullanılarak tahminlenir ve saatlik işgücü planına çevirir.[5] Oteller için ise vardiya planlamasında müşteri yoğunluğu tahminlenerek, personel yetkinliği ve yetenekleri ile eşleştirilerek iş gücü planlaması yapılması gözlemlenir [6].

3 Yöntem

Bu bölümde, çalışmada kullanılan veri seti, uç değer çalışması, parametre mühendisliği çalışmaları, yöntem ve metodoloji açıklanacaktır. Çalışma verisi olarak, Türkiye'nin önde gelen 13 farklı restoranının 22 Ocak 2019 ile 7 Ocak 2020 tarihleri arası restoranlara gelen müşteri sayısı, masanın açılış-kapanış saatleri ve personel sayısı kullanılmıştır. Restoranların açık olduğu saatler arasında kayıp veri bulunmamaktadır. Müşterilerin gelmediği saat dilimlerinde ise boş değerler sıfır ile doldurulmuştur. Modelleme süreçlerine geçilmeden önce dünya genelinde yaşanan COVID-19 salgını sebebiyle pandemiyle mücadele kapsamında restoranların kapatıldığı dönemler (Nisan-Haziran 2020 dönemi), 2 yıl önceki aynı döneme denk gelen tarihlerindeki müşteri sayıları ile değiştirilmiştir. Bu işlemle beraber model performansının yükseldiği gözlemlenmiştir. Veri setinde gözlemlenen uç değerler için 4 standart sapmanın üzerinde bulunan gözlemler silinip, son gözlem ile doldurulmuştur.

Restoran kırılımında saatlik müşteri sayılarının bulunduğu veri setinde, müşteri sayıları basit bir istatistiksel dönüşüm ile yoğunluğa çevrilmiştir. Müşterilerin restoranda masaya oturdukları saat ile kalktıkları saat farkı alınıp, yüzdesel oranıyla çarpılmış, sonrasında içinde bulunduğu saatin yoğunluğu olarak kabul edilmiştir. Örneğin, veri setimizde bulunan örnek olarak alınan bir restoranın bir masasına 3 kişi oturup, saat 14:30 ile 15:30 arasında hizmet aldıysa, burada yapılan dönüşümle yoğunluğun %50'si saat 14:00'daki yoğunluğu oluştururken, diğer %50'si saat 15:00'daki yoğunluğu oluşturur. Restoranda bulunan tüm masaların yoğunluğu saat kırılımında toplanarak, saat başına düşen müşteri yoğunluğu oluşturulup logaritması alınmıştır. Saatlik müşteri yoğunluğu değeri gelecek 11 gün için tahminlenip, personel optimizasyonu yapılmıştır.

Parametre mühendisliği kapsamında model başarısını arttırabilmek için yeni bağımsız değişkenler üretilmiştir. Bu kapsamda her bir restoranın geçmiş 168 saate kadar (geçmiş 24 gün) gecikmeli değerler üretilmiştir. Saat kırılımında ortalama-standart sapma-ortanca-eğiklik-basıklık ve her gecikmeli 168 saat için 12 saatlik hareketli ortalama müşteri yoğunluğu istatistikleri çıkartılmıştır. Aynı istatistikler gün kırılımında da çıkartılmıştır. Bazı restoranların açık alanları da olduğu için dış kaynak veri olarak İstanbul'un hava durumu ile zenginleştirilmiştir. Ayrıca Türkiye'nin özel günlerinin bulunduğu takvim verisi modelleme aşamasında kullanılmıştır. Model performansını arttırabilmek amacıyla dış kaynak verilerle (hava durumu ve takvim) veri seti çeşitlendirilmiştir. Ardından korelasyon bazlı bağımsız değişken eleme yöntemi kullanılmıştır. Bunun için her parametrenin birbiriyle olan korelasyon matrisi çıkartılmıştır. Hedef (bağımlı) değişkenle pozitif yönde 0.8 üstü, negatif yönde -0.75 altı korelasyonu bulunan bağımsız parametreler çıkartılmıştır. Bunlarla birlikte ilgili gözlemin bulunduğu tarih veri setine yılın hangi günü, yılın hangi ayı, yılın hangi çeyreği, yılın hangi haftası, haftanın hangi günü ve ayın hangi günü şeklinde gösterilmiştir. Ayrıca ayın başı-sonu, yılın başı-sonu ve çeyreğin başı-sonu gibi etiketler de veri setine eklenmiştir.

Veri seti eğitim, validasyon ve test olarak üç kısma bölünmüştür. Model eğitim verisiyle eğitilmiş olup, validasyon verisiyle hiperparametreler belirlenmiştir. Modellerin kıyaslanabilmesi için test

verisi kullanılmıştır. Veri seti üç kısma bölünürken tarihe göre ayırma işlemi yapılmıştır. 22 Ocak 2019'dan 1 Eylül 2019'a kadar eğitim, 2 Eylül 20219'dan 31 Kasım 2019'a kadar validasyon, 1 Aralık 2019'dan 7 Ocak 2020'e kadar test verisi olarak kullanılmıştır. Modellerin kıyaslanabilmesi için kök ortalama hata karesi (RMSE) metriği tercih edilmiştir.

Modelleme çalışması, ağaç modellerinin teorik temellerine dayanmaktadır ve çok ağaçlı yaklaşımlar, topluluk öğrenmeleri tercih edilmiştir. Çalışmada kullanılan boosting modelleri karar ağaçlarına dayalı geliştirilmiş, ağaç yapısı paralel ya da seri olarak çalışabilen ağaçları verimli bir şekilde kullanabilen modeller tercih edilmiştir. Boosting algoritmaları son yıllarda kullanımı yaygın bir şekilde artmış olup, zaman serileri problemlerinde de literatürde kullanıldığı görülmektedir. Müşteri yoğunluğunun tahmin edilebilmesi için Light Gradient Boosting Machine (LGBM), rastgele orman (random forest) ve Xgboost modelleri kullanılmıştır. Kullanılan modellerde gradyan artırma yaparak (model en iyilemesi) tahmin hatasını azaltmaktadır. Modellerde kullanılan çeşitli hiperparemtreler ile modeller iyileştirilmeye çalışılmıştır ve ceza puanları (düzenleme) ile model kontrol altına alınıp iyileştirilmiştir. Model performansının iyileştirilmesi ve hata metriklerinin azaltılması için rastgele araştırma (random search) algoritması kullanılmıştır. Böylelikle en uygun hiperparametreler belirlenmiştir. En uygun değerler için araştırılan hiperparametreler ise, öğrenme hızı, ağaç sayısı, ağaç başına düşen örnek yüzdesi, maksimum yineleme sayısı, düzleştirme değerleri, lambda kontrolleri içim L1 ve L2 düzleştirme ve bir düğümde gereken örnek sayısıdır.

Tablo 2'de görüldüğü üzere çalışmada kullanılan veri seti için LGBM algoritması, daha başarılı sonuç üretmiştir.

Tablo 2. Model rmse hata metrikleri.

	Train	Test
Lgbm	0.28	0.29
Xgboost	0.29	0.3
Random forest	0.39	0.41

Her restoranın geçmiş personel istatistikleri incelenerek tempo değeri üretildikten sonra 11 günlük müşteri yoğunluk tahminleri ile birlikte tempo kırılımında her restoranın, hangi gün hangi saatte kaç personelini çalıştırması gerektiği belirlenmiştir.

4 Sonuç

Makine öğrenmesi ve yapay zeka teknolojileri birçok alanda kullanıldığı gibi çalışanların iş gücü optimizasyonunda ve çalışma planlamalarında da kullanılmaktadır. Bu çalışmada, İstanbul'da bulunan 13 farklı restoranın saatlik kırılımda müşteri yoğunluğu modellenmiş olup, personellerin tempo değerine göre en uygun personel sayısının belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada kullanılan veri seti için en başarılı modelin Lgbm olduğu belirlenmiştir. Bu çalışma ile birlikte işletme yöneticileri, haftalık personel ve mesai optimizasyonunu yapabileceği gösterilmiştir. Ayrıca bu çalışmada, geliştirilen tempo değeri ile restoran yöneticileri personellerinin çalışma yoğunluğunu parametrik olarak belirleyebilmekte, müşteri memnuniyeti ile personel sayısını optimize edebilmektedir. Tablo 3'te örnek bir restoranın %80 tempoyla bir sonraki hafta için personel planlaması örnek verilmiştir.

Tablo 3. Örnek haftalık çalışma planı.

Saat	Pazartesi	Salı	Çarşamba	Perşembe	Cuma	Cumartesi	Pazar
10:00	0	0	0	0	0	0	0
11:00	0	0	0	1	0	0	0
12:00	3	4	2	4	4	1	1
13:00	5	5	4	5	5	4	3
14:00	4	5	5	5	5	5	4
15:00	4	4	4	5	5	5	5
16:00	4	4	4	5	5	5	5
17:00	4	4	4	5	5	5	5
18:00	5	5	6	6	6	5	5
19:00	6	4	6	6	6	6	6
20:00	6	3	6	6	6	6	5
21:00	3	3	4	5	5	5	3
22:00	1	1	1	1	1	1	1

Kaynaklar

[1] Nobutada Fujii, Jumpei Oda, Toshiya Kaihara, Takeshi Shimmura "A Combinatorial Auction-Based Approach to Staff Shift Scheduling in Restaurant Business", *International Conference on Serviceology*, 131-132, Kobe, Japan, 2015

[2] Kazuki Fujita, Kakuro Amasaka, "Creation of Total Shift Scheduling Model in Restaurant Service", *International Journal of Technical Research and Applications*, 2-3, Kanagawa-ken, Japan, 2015.

[3] Kazuki Fujita, Kakuro Amasaka, "Shift Scheduling Model Designed to Level Workloads of Employees",

IOSR Journal of Business and Management, 2-3, Japan, 2015.

[4] Gary M. Thompson, "Controlling Action Timnes in Daily Workforce Schedules", *Cornell Hotel and Restaurant Administration Quarterly*, 82-83, 1996.

[5] Daniel Yung, Victor Bucareya, Marcelo Olivares, Matias Christiansen, Labor Planning and Shift Scheduling in Retail Stores Using Customer Traffic Data, 2-4, 2020.

[6] Gary M. Thompson, "Workforce Scheduling: A Guide for the Hospitality Industry", *A Guide for the Hospitality Industry* ,2004.

Sleep Apnea Detection on ECG signals

EKG Sinyallerinde Uyku Apnesi Algılama

Betül Nurefşan YAMAN[1]*, İdil IŞIKLI ESENER [2]

[1]*Bilecik Seyh Edebali University, Graduate Education Institute, Department of Electrical and Electronics Engineering, Bilecik, TURKEY*

[2]*Bilecik Seyh Edebali University, Faculty of Engineering, Department of Electrical and Electronics Engineering, Bilecik, TURKEY*

Abstract

Computer-Aided Detection (CADe) systems for Sleep Apnea Syndrome (SAS) allow real-time SAS monitoring which is critically important to avoid possible complications during and after the medical treatments. The SAS is generally defined as temporary and/or complete obstruction of the upper respiratory tract during sleep, thus preventing air intake to the lungs, and is categorized according to whether a patient is in breathing effort during the cessation of airflow: Obstructive Sleep Apnea Syndrome (OSAS), central sleep apnea syndrome, and complex sleep apnea syndrome. The most frequently diagnosed apnea syndrome is known as the OSAS which typically occurs during approximately 20 seconds and in which an abdominal and thoracic effort exist. Besides the effects on ones's respiration, the SAS may also cause hypertension, coronary artery disease and arrhythmia by affecting the cardiovascular system.

A typical CADe system for SAS has the following stages: Initially, the SAS-related biomedical signals measured from the patients are needed to be pre-processed to eliminate the negative effects of line noise, baseline wander, etc. Then, feature extraction is realized on the pre-processed data, and the presence of SAS is determined by classifying the extracted features.

A subspace-based feature extraction scheme on electrocardiogram signals is proposed for a CADe system for the OSAS, in this paper. The OSAS detection performance of the proposed scheme using Principal Component Analysis and Common Vector Approach is compared with the performance of the existent heart rate variability and ECG-derived respiration features in the literature. Classification results found at the end of the study is compared, the highest accuracy rate is found with the EDR features and Bayes classifier with 68.52%.

Keywords: *Sleep Apnea Syndrome, Computer-Aided Detection, Electrocardiogram, Feature Extraction*

1 Introduction

Sleep Apnea Syndrome (SAS) is defined as temporary and/or complete obstruction of the upper respiratory tract during sleep, thus preventing air from entering the lungs [1]. SAS may also cause increased hypertension, coronary artery disease, and arrhythmia by affecting the cardiovascular system [2].

In the literature, complete cessation of breathing during sleep is called apnea, and partial arrest is called hypopnea [3]. In case of SAS, due to relaxation of the soft tissues during sleep and the negative pressure that occurs during breathing, the upper respiratory tract is blocked and sufficient airflow to the lungs is inhibited. SAS is evaluated as Obstructive Sleep Apnea Syndrome (OSAS), Central Sleep Apnea Syndrome (CSAS), and Complex Sleep Apnea Syndrome (CompSAS) based on the exerted breathing effort during cessation of airflow. The OSAS, defined by the existence of an abdominal and thoracic effort to maintain the patient's breathing during apnea seizures occur over 20 seconds to 1-2 minutes , is the most frequently diagnosed SAS type [4].

Polysomnography (PSG) is used to evaluate respiratory disorders during sleep. PSG meausers

all night snoring, nasal airflow, middle jaw movement, Respiration (RESP), ECG, electroencephalogram (EEG), respiratory effort, right and left electrooculogram (EOG), electromyogram (EMG), oxygen saturation (SpO2), chest motion, and abdominal motion, and collects about 16 signal recordings [5]. By analyzing these records, the number of times the breathing stops, how long it stops, and the characteristics of oxygen saturation when it stops, and the type of apnea are determined [6].

The CADe design studies in the literature mostly focus on ECG signals [7-17] for SAS diagnosis while RESP signals [18-21] are also evaluated. Besides, there also exist studies state the importance of SpO2 signals for discriminating apnea and hyopnea cases [22-26] as well as audio signals examined for snore tracking [27-29].

In this paper, feature selection using Principal Component Analysis (PCA) and Common Vector Approach (CVA) is proposed on the existent Heart Rate Variability (HRV) and ECG-Derived Respiration (EDR) features in the literature, for OSAS detection. A maximum accuracy of 68.52% is achieved via Bayes classifier when EDR features and PCA-applied EDR features are utilized.

2 Materials and Methods

2.1 Database

The publicly available PhysioNet Apnea-ECG database is used in this paper [30]. This database comprises a training set consisting of 35 records (a01 to a20, b01 to b05, c01 to c10) and a testing set of 35 records (x01 to x35). Each record comprises of 7-10 hours with apnea and R-peak annotations.

2.2 Pre-processing

Although QRS annotations of ECG signals are available in the Apnea-ECG database, the misdetected R peaks are stated in the annotation files. Hence, initially, R-peak correction is realized as Da Silva Pinho et al. And Pomo et al. did [31-32] for accurate determination of RR intervals. Then, one-minute segments of the ECG recordings, and RR intervals in each segment are obtained. Butterworth band-pass filter, with cut-off frequencies of 0.4 Hz and 40 Hz, is applied on RR intervals.

2.3 Feature extraction

The 17-dimensional Heart Rate Variability (HRV) features extracted in this paper are listed as follows: mean [32,33] standard deviation [32], sum of beats with inter-beat difference over 50 ms – variant 1 (NN50v1) [32,33], sum of beats with inter-beat difference over 50 ms – variant 2 (N50v2) [32,33], ratio of NN50v1 to segment length [32], ratio of NN50v2 to segment length [32], mean of inter-beat differentials [32], standard deviation of inter-beat differentials (SDRD) [32,33], root mean square of inter-beat differentials [32, 33], serial correlation coefficients (k = 1,2,3,4,5) [32,33], number of extreme points [32], ratio of changes SDRD to mean [33], median of the absolute values of the differences between RR intervals [33], NN20 divides by the number of RR intervals [33].

The 10-dimensional ECG-Derived Respiration (EDR) features proposed by Varon et al. [34] are extracted in this paper.

2.4 Feature selection

Feature dimension reduction on both HRV and EDR features are realized using Principal Component Analysis (PCA) and Common Vector Approach (CVA).

2.5 Classification

The HRV and EDR features, and the selected feature subsets from these features are utilized for OSAS diagnosis using Bayes classifier via 10-fold cross-validation technique. The performance of the study is evaluated through accuracy (ACC) metric given in Equation (1). In the equation, the terms TP, TN, FP and FN show the numbers of true positive, true negative, false positive, and false negative, respectively.

$$\%ACC = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} \cdot 100 \quad (1)$$

3 Results

PCA feature subsets selected from HRV features achieved the highest accuracy rate of 66.81% using 10-fold cross validation technique and Bayesian classifier. The total confusion matrices of Bayesian classifiers obtained by 10-fold cross validation for the study are given in Table 1.

		Classification Result	
		Apnea	Not Apnea
Real Class	Apnea	247	6273
	Not Apnea	25	10455

Table 1. PCA feature subsets selected from HRV features total confusion matrices of Bayesian classifiers obtained by 10-fold cross validation.

EDR features achieved the highest accuracy rate of 68.52% using 10-fold cross validation technique and Bayesian classifier. The total confusion matrices of Bayesian classifiers obtained by 10-fold cross validation for the study are given in Table 2.

		Classification Result	
		Apnea	Not Apnea
Real Class	Apnea	167056	254134
	Not Apnea	154981	532939

Table 2. EDR features total confusion matrices of Bayesian classifiers obtained by 10-fold cross validation.

HRV and EDR features and feature subsets selected from these features, average accuracy rates are obtained by using Bayes classifier with 10-fold cross validation techniqueare given in Figure 1.

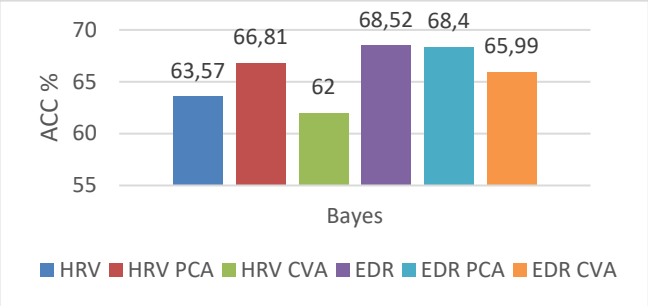


Figure 1. Average classification accuracies

4 Conclusion

In this paper, a CADe system is proposed for OSAS detection. The proposed CADe system is verified on the publicly available PhysioNet Apnea-ECG database. In this paper, a CADe system is proposed for OSAS detection. The proposed CADe system is verified on the publicly available PhysioNet Apnea-ECG database. In the proposed system, first, the RR intervals of the signals are corrected and determined by dividing them into 1 minute segments. Pre-processing is done with a Butterworth band-pass filter. In the feature extraction stage, statistical methods are used from HRV and EDR got from ECG signals. PCA and CVA methods are used in the feature selection phase.

The classification is carried out using the feature sets got for the diagnosis of sleep apnea, Bayes classifiers. Comparing the classification results, the highest accuracy rate is found with the EDR features and Bayes classifier with 68.52%. The highest accuracy rate with 66.81% was obtained through HRV features and size reduction with PCA method.

When the paper is evaluated, the success of classification can be increased and more successful results can be got by finding distinctive features between the classes with and without apnea in the diagnosis of sleep apnea in the future.

References

[1] Young T, Palta M, Dempsey J, Skatrud J, Weber S, Badr S. "The Occurrence of Sleep-Disordered Breathing among Middle-Aged Adults". N. Engl. J. Med. vol. 328, no. 17, 1230–1235, 29. Apr. 1993.

[2] Partinen M, "Epidemiology of sleep disorders". Handb. Clin. Neurol. vol. 98, 275–314, Jan. 2011.

[3] Nieto JF, Young TB, Lind BK, Shahar E, Jonathan MS, Redline S, D'Agostino RB, Newman AB, Lebowitz MD, Pickering TG, "Association of Sleep-Disordered Breathing, Sleep Apnea, and Hypertension in a Large Community-Based Study," JAMA, vol. 283, no. 14, p. 1829, 12. Apr. 2000.

[4] Bixler EO, Vgontzas AN, Lın H, Var T, Reın J, Vela-Bueno A, Kales A, "Prevalence of Sleep-disordered Breathing in Women". Am. J. Respir. Crit. Care Med. vol. 163, no. 3, 608–613, Mar. 2001.

[5] Moody GB, Mark RG, Goldberger A, Penzel T, "Stimulating rapid research advances via focused competition: the Computers in Cardiology Challenge 2000". in Computers in Cardiology 2000. Vol.27, 207–210. 24-27. Sept. 2000

[6] Whitney CW, Gottlieb DJ, Redline S, Norman RG, Dodge R, Shahar E, Surovec S, Nieto FJ, "Reliability of Scoring Respiratory Disturbance Indices and Sleep Staging". Sleep, vol. 21, no. 7, 749–757, 01. Oct. 1998.

[7] Sharma H, Sharma K, "An algorithm for sleep apnea detection from single-lead ECG using Hermite basis functions". Comput. Biol. Med. vol. 77, 116–124, 01. Oct. 2016.

[8] Martín-González S, Navarro-Mesa JL, Juliá-Serdá G, Kraemer JF, Wessel N, Ravelo-García AG, "Heart rate variability feature selection in the presence of sleep apnea: An expert system for the characterization and detection of the disorder". Comput. Biol. Med. vol. 91, 47–58, 01. Dec. 2017.

[9] Hassan AR, "Computer-aided obstructive sleep apnea detection using normal inverse Gaussian parameters and adaptive boosting". Biomed. Signal Process. Control, vol. 29, 22–30, Aug. 2016.

[10] Babaeizadeh S, White DP, Pittman SD, Zhou SH, "Automatic detection and quantification of sleep apnea using heart rate variability". J. Electrocardiol, vol. 43, no. 6, 535–541, Nov. 2010.

[11] Sharma M, Agarwal S, Acharya UR, "Application of an optimal class of antisymmetric wavelet filter banks for obstructive sleep apnea diagnosis using ECG signals". Comput. Biol. Med. vol. 100, 100–113, 01. Sep. 2018.

[12] Jafari A, "Sleep apnea detection from ECG using features extracted from reconstructed phase space and frequency domain". Biomed. Signal Process. Control, vol. 8, no. 6, 551–558, Nov. 2013.
[13] Janbakhshi P, Shamsollahi MB, "Sleep Apnea Detection from Single-Lead ECG Using Features Based on ECG-Derived Respiration (EDR) Signals". IRBM, vol. 39, no. 3, 206–218, 03. Jun. 2018.
[14] Tripathy RK, "Application of intrinsic band function technique for automated detection of sleep apnea using HRV and EDR signals". Biocybern. Biomed. Eng. vol. 38, no. 1, 136–144, Jan. 2018.
[15] Khandoker AH, Karmakar CK, Palaniswami M, "Automated recognition of patients with obstructive sleep apnoea using wavelet-based features of electrocardiogram recordings". Comput. Biol. Med. vol. 39, no. 1, 88–96, Jan. 2009.
[16] Bozkurt F, Uçar MK, Bozkurt MR, Bilgin C, "Detection of Abnormal Respiratory Events with Single Channel ECG and Hybrid Machine Learning Model in Patients with Obstructive Sleep Apnea". IRBM, vol. 41, no. 5, 241–251, Oct. 2020.
[17] Faust O, Barika R, Shenfield A, Ciaccio EJ, Acharya UR, "Accurate detection of sleep apnea with long short-term memory network based on RR interval signals". Knowledge-Based Syst. vol. 212, p.106591, 05. Jan. 2021.
[18] Huang W, Guo B, Shen Y, Tang X, "A novel method to precisely detect apnea and hypopnea events by airflow and oximetry signals". Comput. Biol. Med. vol. 88, 32–40, 01. Sep. 2017.
[19] Koley BL, Dey D, "Automatic detection of sleep apnea and hypopnea events from single channel measurement of respiration signal employing ensemble binary SVM classifiers". Measurement, vol. 46, no. 7, pp. 2082–2092, Aug. 2013.
[20] Caseiro P, Fonseca-Pinto R, Andrade A, "Screening of obstructive sleep apnea using Hilbert–Huang decomposition of oronasal airway pressure recordings". Med. Eng. Phys., vol. 32, no. 6, pp. 561–568, Jul. 2010.
[21] Özdemir G, Nasifoglu H, and O. Erogul O, "A Time-Series Approach to Predict Obstructive Sleep Apnea (OSA) Episodes". Conference: The 2nd World Congress on Electrical Engineering and Computer Systems and Science. vol. 117. July 2016.
[22] Rolón R, Larrateguy L, Di Persia L, Spies RD, Rufiner HL, "Discriminative methods based on sparse representations of pulse oximetry signals for sleep apnea–hypopnea detection". Biomed. Signal Process. Control, vol. 33, 358–367, Mar. 2017.
[23] Jung DW, Hwang SH, Cho JG, Choi BH, Baek HJ, Lee YJ, Jeong D, Park KS, "Real-Time Automatic Apneic Event Detection Using Nocturnal Pulse Oximetry". IEEE Trans. Biomed. Eng. vol. 65, no. 3, 706–712, Mar. 2018.
[24] Álvarez D, Hornero R, Abásolo D, Campo F, Zamarrón C, "Nonlinear characteristics of blood oxygen saturation from nocturnal oximetry for obstructive sleep apnoea detection". Physiol. Meas. vol. 27, no. 4, 399–412, Apr. 2006.
[25] Marcos JV, Hornero R, Álvarez D, Campo F, Zamarrón C, López M, "Utility of multilayer perceptron neural network classifiers in the diagnosis of the obstructive sleep apnoea syndrome from nocturnal oximetry". Comput. Methods Programs Biomed. vol. 92, no. 1, 79–89, Oct. 2008.
[26] Marcos JV, Hornero R, Álvarez D, Campo F, Zamarrón C, "Assessment of four statistical pattern recognition techniques to assist in obstructive sleep apnoea diagnosis from nocturnal oximetry". Med. Eng. Phys. vol. 31, no. 8, 971–978, Oct. 2009.
[27] Karunajeewa AS, Abeyratne UR, Hukins C, "Multi-feature snore sound analysis in obstructive sleep apnea–hypopnea syndrome". Physiol. Meas. vol. 32, no. 1, 83–97, Jan. 2011.
[28] Benavides AM, Pozo RF, Toledano DT, Murillo JLB, Gonzalo EL, Gómez LH, "Analysis of voice features related to obstructive sleep apnoea and their application in diagnosis support". Comput. Speech Lang. vol. 28, no. 2, 434–452, Mar. 2014.
[29] Solé-Casals J, Munteanu C, Martín OC, Barbé F, Queipo C, Amilibia J, Cantolla JD "Detection of severe obstructive sleep apnea through voice analysis". Appl. Soft Comput. Biomedical Signal Processing and Control. vol. 23, 346–354, Oct. 2014.
[30] Penzel T, Moody GB, Mark RG, Goldberger AL, Peter JH, "The apnea-ECG database". in Computers in Cardiology 2000. Vol.27, 255–258. 24-27. Sept. 2000.
[31] Da Silva-Pinho AM, Pombo N, Garcia NM, "Sleep apnea detection using a feed-forward neural network on ECG signal". in 2016 IEEE 18th International Conference on e-Health Networking, Applications and Services, Healthcom 2016, 1–6. 2016.
[32] Pombo N, Silva BMC, Da Silva-Pinho AM, Garcia N, "Classifier Precision Analysis for Sleep Apnea Detection Using ECG Signals". IEEE Access, vol. 8, 200477–200485, 2020.
[33] Razi AP, Einalou Z, Manthouri M, "Sleep Apnea Classification Using Random Forest via ECG". Sleep Vigil. 1–6, Apr. 2021.
[34] Varon C, Morales J, Lázaro J, Orini M, Deviaene M, Kontaxis S, Testelmans D, Buyse B, Borzée P, Sörnmo L, Laguna P, Gil E, Bailon R, "A Comparative Study of ECG-derived Respiration in Ambulatory Monitoring using the Single-lead ECG". Sci. Rep. vol. 10, no. 1, 1–14, Dec. 2020.

Müşteri Görüşmeleri Kayıtlarında Metin Madenciliği Teknikleri ile Etiketlendirme, Sınıflandırma ve Personel Performansını Değerlendirmeye Yönelik Veri Oluşturma Sistemi

Ece Gülistan Çakar[1*], Engin Bıçakçı[2], Aslı Terim[3], Mustafa Mert İnel[4]

[1] İstanbul Üniversitesi, Enformatik Bölümü, İstanbul, Türkiye, Speech and Data Engineer, ece.cakar@procat.com.tr*

[2] Marmara Üniversitesi, Atatürk Eğitim Fakültesi, Yabancı Dil Bölümü, İstanbul, Türkiye, Data Science Development engin.bicakci@procat.com.tr*

[3] Istanbul Teknik Üniversitesi, Çevre Mühendisliği, İstanbul, Türkiye Data Analyst, asli.terim@procat.com.tr*

[4] İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, İstanbul, Türkiye, Software Developer, mert.inel@procat.com.tr*

Özet

Veri madenciliği günümüzde hızla yayılmaya devam eden disiplinler arası bir disiplin olarak tanımlanmaktadır. Günümüzde teknoloji kullanımının yaygınlaşmasıyla veri miktarı hızla artmaktadır. Veri madenciliğinde kullanılacak verinin kalitesi sonuçları doğrudan etkilemektedir. Verilerin kalitesini arttırmanın yolu, en başta doğru veriyi seçmek ve seçilen veriyi doğru yapılandırmaktır. Çağrı merkezleri ürün veya hizmet sağlayıcıların müşteri ile temas sağladıkları noktalardan biridir. Müşteri etkileşiminin yoğun olduğu yerlerde, müşteriler ile iletişimde olan personelin faaliyetlerinin denetlenmesi ve değerlendirilmesi, hizmetin kalitesinin ölçülmesi ve arttırılması konusunda önemlidir. Personel sayısının çok olması, iletişim trafiğinin yoğun olması, değerlendirme ve denetleme süreçlerinde aksaklıklara sebep olabilmekte, sürecin objektif olmasını engelleyici bir faktör olmaktadır. Çağrı merkezi müşteri temsilcileri, müşterilerle ilk kontağı sağlayan kişilerdir. Bu nedenle çağrı merkezlerinde görüşmeler, ürün ve hizmet sağlayıcılar için önemli veriler içermektedir. Bu veriler üzerinde analiz yapılabilmesi için konuşma içeren ses ve metin dosyalarının yazıya dökülmesi gerekmektedir. Müşteri ile müşteri temsilcisi arasındaki sözlü iletişimin metne çevrilmesinden sonra otomatik olarak analiz yapılması ve görüşen personelin performansını değerlendirmeye yönelik algoritma ve yazılımın geliştirilmesiyle firmaların bu alandaki maliyetlerini azaltırken, çok daha fazla sayıda görüşmeyi otomatik olarak değerlendirme yeteneği kazanmaları ve bu sayede genel olarak ürün/hizmet kalitelerini arttırmaları mümkün olacaktır. Bu çalışmada konuşma tanıma teknolojilerinden faydalanılarak, çağrılar metinleştirilmiş ve veri sınıflandırma teknikleri (metin madenciliği, Word2Vec, faktör ağırlıklandırma, veri zarflama vb.) kullanılarak makine öğrenimi için yapılandırılmış data oluşturulmuştur. Çalışmada birden fazla sektördeki çağrı merkezi firmasının verileri arasından 12 farklı kategori seçilerek, anahtar kelimeler belirlenmiş, bu kelimeler ile çağrılar sınıflandırılıp, faktörel ağırlıkları belirlenmiştir. Böylece kullanılan veri makine öğrenmesi için uygun veri haline getirilmiştir. Performans yönetim sistemlerinde kullanılabilecek veriler elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Makine Öğrenmesi, Yapay Zeka, Performans Değerlendirme, Sınıflandırma, Çağrı Merkezi*

Data Creation System for Labeling, Classification and Evaluating Personnel Performance with Text Mining Techniques in Customer Interaction Records

Abstract

Data mining is recently defined as the ongoing rapid spread interdisciplinary discipline. The amount of data is increasing rapidly with the widespread use of technology today. The quality of the data to be used in data mining directly affects the results. The way to increase the quality of the data is to choose the right data first and to configure the selected data correctly. Call centers are one of the points where product or service providers contact their customers. In organizations where customer interaction is intense, it is important to inspect and evaluate the activities of staff in contact with customers, and to measure and increase the quality of the service. The high number of personnel, the intense communication traffic can cause disruptions in the evaluation and inspection processes and are a factor that prevents the process from being objective. Call center customer representatives are the people who make the first contact with customers. Therefore, calls in call centers contain important data for product and service providers. In order to analyze these data, audio and text files containing speech should be written down. After the verbal communication between the customer and the customer representative is translated into text, the automatic analysis and the development of the algorithm and software for evaluating the performance of the interviewing staff reduce the costs of the companies in this area while gaining the ability to automatically evaluate many more calls and thus increase their product/service quality, in general, will be possible. In this study, calls were textualized using speech recognition technologies, and structured data for machine learning was created using data classification techniques (text mining, Word2Vec, factor weighting, data envelopment, etc.).

In the study, 12 different categories were selected among the data of call center companies in more than one sector, keywords were determined, calls were classified with these words, and their factorial weight was determined. In this way, the data used has been turned into suitable data for machine learning. Data that can be used in performance management systems have been obtained.

Keywords: *Machine Learning, Artificial Intelligence, Performance Evaluation, Classification, Contact Center*

1. Giriş: Çağrı Merkezi nedir?

Çağrı merkezi firmaların, markaların müşterileriyle direk ve ilk temas noktasıdır. Çağrı merkezleri, firmaların satış, destek, tahsilat, danışmanlık gibi faaliyetleri yönettikleri için her açıdan bakıldığında müşteri kazanımı veya memnuniyeti için çok yüksek derecede öneme sahiptirler. Önceki yıllarda telefonla verilen hizmet dijitalleşmenin hızla yaygınlaşmasıyla birlikte email, webchat, sosyal medya, anlık mesajlaşma uygulamaları gibi yazılı kanalların da dahil genişlemeye ve boyut değiştirmeye başladı. Bu dönüşümle birlikte çağrı merkezi ismi yerine daha çok tercih gören iletişim merkezi (contact center) 'ne bıraktı. Dünyada olduğu gibi ülkemizde de çağrı merkezi endüstrisi direk ve dolaylı olmak üzere son yıllarda istihdama önemli katkılar sağlamaktadır. Yapılan hesaplamalara göre iletişim merkezlerinde çalışan toplam personel sayısının 135.000'ini geçtiği tahmin edilmektedir. [1] Dijitalleşmeye bağlı olarak iletişim trafiğinin ve personel sayılarının artmasıyla birlikte yazılım geliştiren firmaların iletişim merkezlerine yönelik ar-ge faaliyetlerinde bulunması da kaçınılmaz olmuştur.

2. Çalışmanın Amacı

Müşterilerle direk iletişimin yapıldığı iletişim merkezlerinde müşteri kazanımı ve memnuniyetini sağlayacak en önemli etken verilen hizmetin kalitesidir. Bu nedenle kalite ölçme ve personel performanslarının değerlendirilmesi olmazsa olmaz bir aktivedir.

Çok sayıda personelin çalıştığı iletişim merkezlerinde her bir personel için detaylı performans değerlendirme yapmak ve personel yeteneklerini geliştirmeye yönelik eğitim ihtiyacını planlamak oldukça zor; kapsamlı bir şekilde yapılmak istendiğinde ise yüksek maliyetli bir süreçtir. Böyle durumlarda performans değerlendirme çalışmaları birçok açıdan problem içermektedir. İlk problem değerlendirmelerin çağrı kayıtlarının manual dinlenmesi veya okunması sonrasında puanlanmasıdır. Puanlamaların manual yapılması çoğu zaman değerlendirme sonuçlarının da sübjektif olmasına yol açmaktadır. Diğer taraftan İletişim becerileri müşteri memnuniyetini sağlayabilmek için çok önemli bir özelliktir. Bu bağlamda müşteri temsilcilerinin konuşurken tonları, dinleme ve konuşma becerileri sübjektif faktörler olduğu için değerlendirme sonuçlarında sapmalar ortaya çıkabilmektedir.

En önemli ikinci problemse değerlendirilecek etkileşim sayısının fazlalığıdır. Manual dinleme,okuma ile tüm etkileşimlerin değerlendirilmesi mümkün değildir. Bu nedenle çoğunlukla karışık olarak her bir temsilci için belli sayıda etkileşim seçilip puanlanır. Ancak bu, gerçek anlamda kalite ölçümü ve performans değerlendirmede sapmalara neden olmaktadır.

Son olarak görülen diğer problem, Değerlendirmeleri yapan kişilerin de aynı iletişim merkezinde çalışan diğer personeller olmasıdır. Aynı müşteri temsilcisini değerlendiren farklı personelle aynı etkileşim için farklı sonuçlar üretebilmektedir.

İletişim merkezlerinde çalışanların performanslarının takibi, değerlendirmesi ve insan kaynağını geliştirmeye yönelik eğitim ihtiyaçlarının belirlenmesi gibi konularda Procat Ar-Ge merkezinde geliştirilmekte olan QuaServices yazılımı benzeri olmayan bütünleşik bir çözüm sunmaktadır.

Halihazırda belirli bir müşteri kitlesine ulaşmış ve kullanılmakta olan bu yazılımın veri madenciliği alanındaki gelişmeler ışığında yenilikçi yeteneklere kavuşması ve bu sayede müşterilere yenilikçi bir insan kaynakları hizmeti vermesi ayrıca bu ürünün sadece iletişim / çağrı merkezi sektörü ile sınırlı kalmadan, sektör bağımsız olarak çalışan performans yönetim sistemine dönüşebilmesi ve farklı sektör ihtiyaçlarını da karşılayarak yaygınlaşması da mümkün olacaktır.

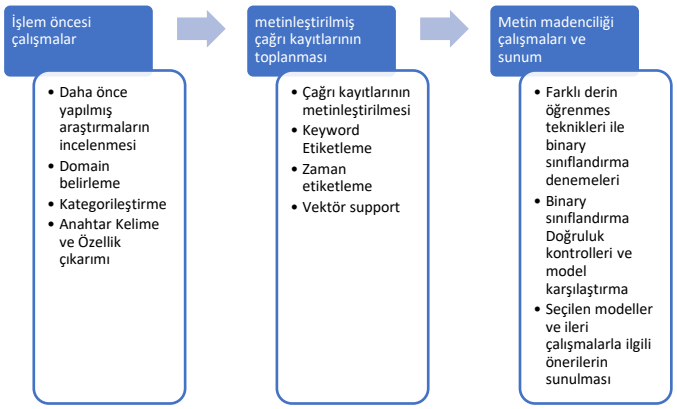
Bu alanda performans değerlendirmeyi kolaylaştıracak, büyük ölçüde otomatikleştirecek ve özellikle değerlendirme ve eğitim ihtiyacının tespitinde insan müdahalesine gerek duymayacak bir çözümün üretilmesi ihtiyacı bulunmaktadır. Yapılan işin doğası gereği çok sayıda personelin yapmış olduğu çok sayıda görüşme olması büyük veri analizi kapsamında veri madenciliği tekniklerinin bu alanda uygulanmasını gerektirmektedir.

3. Bu çalışmanın hedefi ve uygulanan yöntemler

Bu çalışmada iletişim merkezlerindeki manuel kalite ve performans ölçme faaliyetlerinin yarattığı sübjektif değerlendirme sonuçlarının önüne geçmeyi sağlayacak yazılımda kullanılacak veri

setlerinin oluşturulması ve bu doğrultuda kullanılacak en uygun metin madenciliği tekniklerinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Bu bağlamda çalışmada makine öğrenmesi algoritmalarından yararlanılmış, Naive Bayes, Max Weights Similarity (MWS), Sigmoid Fonksiyonu, Softmax Function gibi teknikler sınıflandırma amacıyla denenmiştir. Oluşturulan veri setlerinin doğruluğunun kontrol edilmesi dışında kalan kalite değerlendirme ve performans ölçme yazılımın geliştirilmesi çalışmanın kapsamına dahil edilmemiştir.

Çalışmada yer alan faaliyetler 3 ana bölüme ayrılmıştır. Bu yazının devamında her bölümde yapılan çalışmalar anlatıldıktan sonra yapılan araştırmanın sonucunda elde edilen sonuçlar paylaşılacaktır.



Şekil 1. Çalışmada gerçekleştirilen faaliyetler

4. Benzer çalışmalar

İletişim merkezleri sektörüne dönük makine öğrenmesi çalışmalarının birçoğu çağrı kayıtlarından müşteri davranışlarını ve/veya şikayetlerinin nedenlerini tespit etmek için görüşme kayıtlarının işlenmesiyle ilgilidir. [2] Geri kalan (nispeten daha az olan) çalışmalar görüşme kayıtlarının içeriklerinin analiz edilmesiyle servis kalitesinin ve trend konuların belirlenmesi üstüne yapılmıştır. Bu çalışmalar incelendiğinde çoğunlukla n-gram ve Cousine distance gibi benzerlik (similarity) algoritmalarının kullanılmasının önerildiği görülmektedir. [3] Bir kısım çalışmada performans değerlendirmelerinin iyileştirilmesi için çeşitli konuşma faktörlerinin incelenmesi önerilmiştir. Bu tip çalışmalarda özellikle konuşmalardaki ton seviyesi, konuşma ifadeleri, duygusal özellikler üstünde durulmuş ve iletişim kayıtlarının SVM (Support Vector Machine) yardımıyla bu faktörlere göre sınıflandırması üstüne önerilerde bulunulmuştur. [4]

Aynı zaman da bazı araştırmacılar duygu analizi çalışmalarıyla insan davranışının duygusal yönlerini ve jestlerini ölçmek için gelişmiş derin sinir ağı (deep neural network) eğitimine dayalı olarak konuşma kalitesini arttırmayı amaçlamışlardır. [5] Metin madenciliği veya konuşma tanımaya yoğunlaşılarak yapılan çalışmalarda çoğunlukla tek bir model üstünden ilerlenmişken az da olsa çoklu model ile sınıflandırmanın doğruluk oranının arttırılmasına yönelik araştırmalar da yapılmıştır. Bu çalışmalarda metin madenciliği ve konuşma modellerini birleştirerek önceki çalışmaların sınırlamalarının üstesinden gelmek ve sınıflandırma doğruluğunu artırmak için genişletilmiş konuşma özellikleri kullanılmıştır. [6] Bu çalışmada hem duygu analizi hem de konuşma modelleri üstünden bir araştırma yapılmamış, konuşmalar metne dönüştürüldükten sonra farklı metin madenciliği teknikleri ve derin sinir ağı eğitimi yardımıyla sınıflandırma testleri gerçekleştirilmiştir. Duygu analizi veya konuşma özellikleri (ton seviyesi (tone level), konuşma ifadeleri (speech utterances), Mel frekansı sepstral katsayıları (MFCC), temel frekans (fundamental frequency), biçimlendirme frekansları (formant frequencies), algısal doğrusal kestirimci cepstral katsayıları (perceptual linear predictive cepstral coefficients), CHROMA ve CENS özellikleri, ses yüksekliği, çizgi spektral frekansları (line spectral frequencies) ve doğrusal tahmin katsayıları (linear predictive coefficients) vb.) [6] 'nin kalite ve performans ölçümünde önemli bir katkı sunacağı göz önünde bulundurulmuş ancak bu araştırmaların ileriki çalışmalara bırakılmasına karar verilmiştir.

5. Gerçekleştirilen çalışmalar

İletişim merkezlerindeki görüşmeler normal hayattaki görüşmelere göre çok daha yapısaldır. Bu yapısallığın sağlanması için ister inbound (gelen) ister outbound (giden) olsun tüm görüşmelerde müşteri temsilcilerinin konuşma veya yazma esnasında kullanacakları metinler önceden belirlenir. Metinler belirlenirken işin içeriğinin yanı sıra müşteri memnuniyeti göz önünde bulundurulur ve hizmet kalitesini sağlayacak kriterlere uygun bir akış oluşturulur. Çoğunlukla müşteri temsilcisinin selamlama ve kendini tanıtması ile başlar, müşterinin talebini anlatması (şikayet, bilgi, ürün, destek talebi vb.) veya müşteri temsilcisinin çağrının içeriğini açıklamasıyla (ürün tanıtımı, destek açıklaması, bilgi güncelleme, tahsilat/borç bildirimi vb.) ile devam eder, son bölümde çağrı sonucunun (satış onayı, bilgi güncelleme onayı, borç ödeme sözü, problem çözüm onayı vb.) belirlenmesiyle tamamlanır. Bu yapısallık kalite değerlendirme ve performans ölçme amacıyla kategorilerin belirlenmesinde kolaylıklar sağlamaktadır. Aynı zamanda görüşmenin hangi anında hangi metinlerin kullanıldığı da yaklaşık olarak bilinebilmektedir.

Bu çalışmada Telekom sektöründe borç tahsilatı hizmeti veren bir iletişim merkeziyle işbirliği yapılmış ve hem önceden hazırlanmış görüşme içerikleri hem de bir aylık süre içinde farklı müşteri temsilcilerine ait 99.867 adet görüşme izin alınarak kullanılmıştır. İletişim merkezinden alınan wave formatındaki ses kayıtları Procat ar-ge merkezi tarafından geliştirilmiş olan speech to text yazılımı ile metinleştirilmiştir. Domain bazlı dil modeli iyileştirmeleri yapılarak sistemin "Kelime Hata Oranı" *Word Error Rate (WER)* %12,5'a kadar düşürülmüştür. Procat speech to text yazılımı görüşmeyi tek bir metin olarak değil konuşmaların başlama ve bitiş zamanları da belirgin olacak şekilde müşteri ve müşteri temsilcisi ayrımında diyalog olarak metinleştirmektedir. Örn: Şekil 1. Metne dönüştürülen kayıtlardaki tüm kişisel veriler etik kurallar ve regülasyon çerçevesinde anonimleştirilmiştir.

00:00:01	00:00:01	C	alo
00:00:02	00:00:02	A	iyi günler
00:00:03	00:00:03	C	iyi günler
00:00:06	00:00:07	A	bedirhan yöntemle görüşebilir miyim
00:00:08	00:00:09	C	ben babasıyım
00:00:11	00:00:13	A	isminizi öğrenebilir miyim
00:00:15	00:00:15	C	ismail
			ismail bey ben *** genel müdürlüğünden arıyorum otomobil fatura tahsilat biriminden ismim hülya görüşmelerimiz kalite standartları gereği kayıt altındadır *** faturalı hattımın ödemesiyle ilgili arıyoruz ismail bey ödemelerle kendisi ilgileniyor
00:00:16	00:00:28	A	siz
00:00:28	00:00:28	C	bir saniye
00:00:30	00:00:30	C	kendisi ilgileniyo bir saniye
00:00:31	00:00:31	A	tamam yalnız sağlayayım telefona
00:00:32	00:00:32	C	birde
00:00:32	00:00:33	C	evet
00:00:33	00:00:33	C	*K
00:00:34	00:00:47	C	*K
00:00:47	00:00:47	C	alo
00:00:47	00:00:47	A	iyi günler
00:00:48	00:00:49	C	*K
00:00:50	00:00:50	C	iyi günler buyurun
00:00:51	00:00:51	A	bedirhan yönelik ile görüşebilir miyim
00:00:52	00:00:52	C	evet
00:00:52	00:00:53	C	benim buyurun
00:00:53	00:00:54	A	bedirhan bey ben *** genel müdürlüğü mobil fatura tahsilat biriminden arıyorum ismim hülya görüşmelerimiz kalite standartları gereği kayıt altındadır adınıza kayıtlı beş yüz kırk iki iki yüz altımış sıfır dokuz doksan yedi nolu hattınızın ödenmemiş üç adet faturası
00:00:54	00:01:07	A	var üç aylık fatura yüz seksen dokuz lira yetmiş beş kuruştur bilginiz dahilinde miydi

Şekil 1. Metne dönüştürülmüş görüşme kaydı örneği

5.1 **Kategori belirleme ve özellik çıkarımı**

İletişim merkezi yöneticileriyle hizmet kalitesinin değerlendirilmesi ve performans ölçme amacıyla takip ettikleri kriterler hakkında görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Bu görüşmelerde öğrenilen toplam 28 başarı kriteri daha önce toplanmış olan hazır görüşme içerikleriyle birlikte analiz edilmiş ve her bir kriter için işin içeriğine (domain) göre anahtar kelimeler/söylemler incelenmiştir. Bu esnada henüz kategoriler kesin olarak kararlaştırılmamış ancak tahmin edilen söylemler listelenmiştir. Örn: "şikayet" kategorisi için "Yeter artık bıktım sizden, defalarca aradım ulaşamadım." Anahtar kelimeler/söylemler bir sözlük haline getirilmiş ve hem müşteri temsilcisi hem de müşteri tarafından konuşma esnasında kullanılabilecek olanlar ayrıştırılmıştır.

Anahtar kelimelere göre (Örn: defalarca aradım) metne dönüştürülmüş kayıtlar listelenmiş ve uzman

kişilerce dinlenerek belirlenen anahtar kelimenin/söylemin düşünülen kategoriye girip girmediği, hem anahtar kelimenin hem de kategorinin kalıp kalmayacağı belirlenmiştir. Bu işlemler belirli çağrı kümesinde tekrar edilerek her bir çağrının kategoriye girip girmediği etiketlenmiştir. Etiketleme işlemleriyle elde edilen örnek görüşmeler aynı zamanda test çağrısı olarak kullanılmıştır.

5.2 Kelime Yerleştirme ve Boyut Küçültme)

Kategorileştirme çalışmaları ve speech to text sisteminden elde edilen görüşme metinlerindeki tüm kelimeler ayrıştırılacak listeler oluşturulmuş ve bu anahtar kelimeler/söylemlerle oluşturulan korpus word2vec yöntemi ile sayısal forma dönüştürülmüştür. Word2Vec Word Embedding olarak isimlendirilen özellik çıkarımı modellerinden en çok tercih edilenidir. Bu vektörler, bir diğerinden önce veya sonra görünen her bir kelimenin olasılık dağılımından hesaplanır. Başka bir deyişle, aynı bağlamdaki kelimeler korpusta genellikle birlikte görünürler, bu nedenle vektör uzayında da yakın olurlar. Word2Vec korpustaki ortak bağlamları paylaşan kelimelerin/söylemlerin uzayda birbirine yakın yer alacağı şekilde, context içinde her benzersiz kelime ile tipik olarak birkaç yüz boyutlu bir vektör uzayı üretir. [7] Bu çalışmada tek bir kelimeden başlayarak context (bağlamı) kontrol etme yaklaşımı (Skip-gram) tercih edilmiştir. Word2Vec işlemleri başlatılmadan önce eğitim datası için programın çalıştırılacağı bilgisayarların işlemci gücü düşünülerek kelimeler/söylemler "Unigrams", "bigrams" ve "trigrams" olarak n-grams listelerine dönüştürülmüştür. Örn: Unigrams (defalarca), Bigrams (defalarca aradım), trigrams (defalarca aradım ulaşamadım).

Word2Vec ile ortaya konan vektör uzayında oluşan büyük boyutluluk (dimensionality) problemini aşmak için Stop Words removal, Word Cleaning, Silence Cleaning işlemleri gibi boyut küçültme (dimension reduction) işlemleri uygulanmıştır. Bu işlemlerde Türkçe'deki "-de, -da, ve, ile, zira, adeta, birdenbire vb." gibi bağlaçlar, zarflar çıkarılmıştır. Kelimelerin tamamı küçük harfe çevrilmiş ve noktalama işaretleri temizlenmiştir. Şekil 2.

Kategori	Metin	Temizlenmiş Metin
Şikayet	Yeter artık bıktım sizden, defalarca aradım da ulaşamadım.	yeter artık bıktım sizden defalarca aradım ulaşamadım

Şekil 2. Temizlenmiş metin örneği

Tüm bu işlemlerden bağımsız olarak görümlerin dinlenmesi ile çok kez tekrar edilen etiketleme işlemlerinden sonra 28 adet başarı kriteri indirgenerek 12 adet kategoride karar kılınmıştır. Tablo 1.

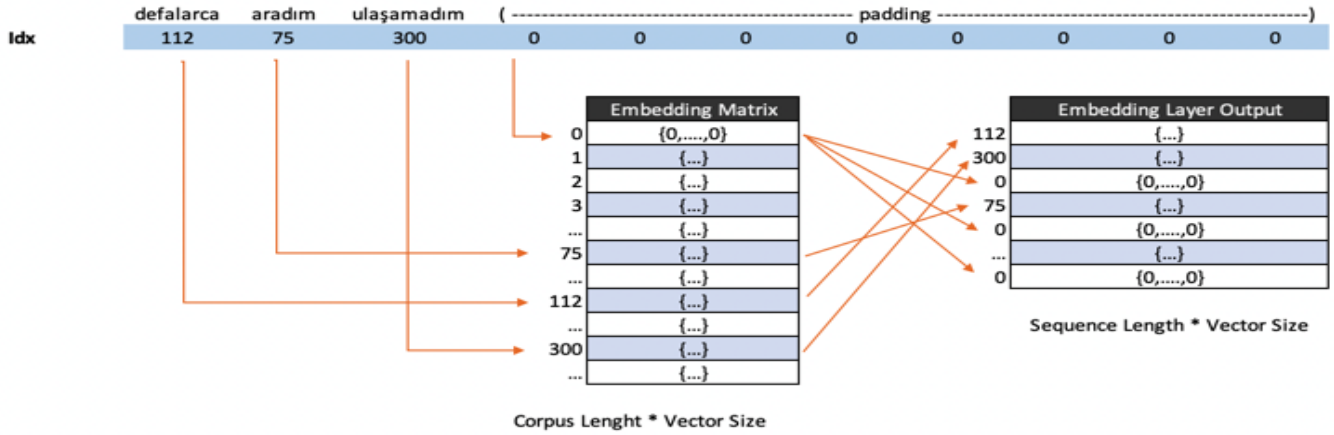
Tablo 1**.** Kategoriler ve söylemleri

#	Kategori İsmi	Tanımlı Söylemler Müşteri Temsilcisi (a veya b geçiyorsa)	Tanımlı Söylemler Müşteri (a veya b geçiyorsa)	Tanımlı Ters Söylemler Müşteri Temsilcisi (a ve b geçmiyorsa)
1,2	**Açılış Standartlarına Uyma veya Uymama**	iyi günler, iyi akşamlar, günaydın, merhaba, müşteri hizmetleri.*		Iyi günler, iyi akşamlar, günaydın, merhaba, müşteri hizmetleri. *
3,4	**BTK Metninin İletilmesi veya İletilmemesi**	beteka, betekanın cayma kararı uyarınca, borcunuzu ödememeniz durumunda, beteka süreçleri geçerlidir, aktarılan süreçler geçerlidir, ilk çağrıda aktarılan süreçler geçerlidir, yasal süreçler geçerlidir, daha önce aktarılan, beteka uyarınca, cayma kararı uyarınca, avantaj bedelleri		beteka, betekanın cayma kararı uyarınca, borcunuzu ödememeniz durumunda, beteka süreçleri geçerlidir, aktarılan süreçler geçerlidir, ilk çağrıda aktarılan süreçler geçerlidir, yasal süreçler geçerlidir, daha önce aktarılan, cayma kararı uyarınca

5,6	**Uygun Beklemeye Alma veya almama**	Bilgilerinize ulaş.*, bekletiyorum, bekletebilir miyim, bekler misiniz, çok kısa, hatta kalır mısınız		Bilgilerinize ulaş.*,bekletiyorum, bekletebilir miyim, bekler misiniz, çok kısa, hatta kalır mısınız
7	**Kurumsal Üsluba Uymama**	yapamazsınız, müsade edin, size söylüyorum, beni dinleyecek misiniz, anlattım ya, dedim ya, dinleyin, yapın, ödeyin, nedir, yapın, girin, verin, alın, söyleyin, gidin, susun, olmaz, gönderin, anlamadım, afedersiniz, alo, ama, anladınız mı, asla, çok özür, imkansız, kusura bakma.*, bilmiyorum, mümkün değil, şimdi şöyle, bozuk, yapamıyoru.*, benimle görüşmek, lider.* , zaten, hanımefendi, beyefendi, hanfendi		
8	**Polemik**	ne biçim, sorunum devam ediyor, uğraşmak istemiyorum, iş yapmıyorsunuz, hala aynı, farklı firma ile çalış.*, bağırmayın.*, yanlış anladı.*, dönüş olmadı, duyarsız.*, çok üzül.*, peşinizden koş.*, çağrı dinle.*, hasta etme.*, çileden çık.*, tekrarlıyorsu.*, rezalet.*, dönüş olmadı, sabır, şikayet.*, memnun değil.*, kötü.*, yardımcı olmuyo.*, yardımcı olamadın.*, defalarca.*, sürekli.*, devamlı.*,mağdur.*, kaç kere.*, kaçıncı.*, anlamıyorsun.*, anlamıyosun.*, yetkilin.*, takım lideri.*, nasıl iş yapıyorsun.*, mağdur sürekli.*, kötü.*, yardımcı olmuyo.*, defalarca.*, sürekli.*, devamlı.*, kaç kere.*, kaçıncı.*, kardeşim.*, anlamıyorsun.*, anlamıyosun.* önce belirt.*, önce söylediğim, bağırmayın, susun, anlaşamayız, takım lideri.*	ne biçim, sorunum devam ediyor, uğraşmak istemiyorum, iş yapmıyorsunuz, farklı firma ile çalış.*, bağırmayın.*, yanlış anladı.*, dönüş olmadı, duyarsız.*, çok üzül.*, peşinizden koş.*, çağrı dinle.*, hasta etme.*, çileden çık.*, tekrarlıyorsu.*, rezalet.*, dönüş olmadı, sabır, şikayet.*, memnun değil.*, kötü.*, yardımcı olmuyo.*, yardımcı olamadın.*, defalarca.*, sürekli.*, devamlı.*, mağdur.*, kaç kere.*, anlamıyorsun.*, anlamıyosun.*, yetkilin.*, takım lideri.*, nasıl iş yapıyorsun.*, mağdur sürekli.*, kötü.*, yardımcı olmuyo.*, sürekli.*, devamlı.*, kaç kere.*, kaçıncı.*, kardeşim.*, anlamıyorsun.*, önce belirt.*, önce söylediğim, susun, anlaşamayız	
9	**İhtiyaç Tespiti/İkna**	neden istemediğinizi, istememe sebebiniz, sebebi nedir, teklifi istememe, neden düşünmezdiniz, sizin için avantajlı, aklınıza takılan nedir, nedeni nedir pandemi, sağlık		

		çalışanı, kovid, yoğun talep, ihtiyaçlarınızı, yıllık olarak, motive, çalışan motivasyonu		
10	**Eksik Bilgi Verilmesi**	hizmet bedeli.*, komisyon.*, anket.*, değerlendirmemiz, çağrı sonu.*, görüşme değer.*, görüşme sonu.*, değerlendirme tuşla.*, beteka, cayma kararı uyarınca, borcunuzu ödememeniz durumunda, aktarılan süreçler geçerlidir, yasal süreçler geçerlidir, daha önce aktarılan, avantaj bedelleri, cayma kararı uyarınca hattınız iptal.*, iptal durumunda, hat iptal*, hat iptali, hattınız iptal edilerek hattınızın iptali, yasal süreç.*, daha önce aktarılan süreçler, ilk çağrıda aktarılan süreçler, ilk çağrıda aktarılan bilgiler, iptal edil.*, iptali* gerçek.*, iptallerini gerçek.*, iptali* sağ.*, iptalleri gerçek.*, abonelik iptal.*, iptal ol.*, iptali telko.*, iptal sağ.* aylık yüzde iki nokta beş, gecikme faizi, aktarılan yasal süreçler geçerlidir, ilk çağrıda aktarılan, daha önce aktarılan, iki nokta beş avukat masraf.* , borca avukatlık masrafı, ilk çağrıda aktarılan süreçler geçerlidir, yasal süreç.*, ilk çağrıda aktarılan bilgiler, avukatlık masraf.*, avukat vekalet*, daha önce aktarılan, aktarılan süreçler, avukat* dosya masraf.*, avukatlık masraf.*, avukatlık ve, icra masraf.*, takip masraf.*, daha önce iletilen*, ofisten iptal edebilirsiniz, ofis bayi, iptal için ofis, ofis müdürlükten, ofisten, müdürlüklerinden, bayi ve ofislerinden, bizlere ulaşabilirsiniz		
11, 12	**Görüşme Kayıt Bilgisi Verilmesi**	kalite standartları, kişisel veri.*, kanun kapsam.*,kvkk, kaydedil.*, kayıt, kaydedilmekte.*, görüşmeler		kalite standartları, kişisel veri.*, kanun kapsam.*,kvkk, kaydedil.*, kayıt, kaydedilmekte.*, görüşmeler

Çalışmada bu aşamaya kadar yapılan işlemler sonucunda korpus her biri eşsiz ID'si olan kelimeler/söylemler dizisine dönüştürülmüş, Ardından, N ID'sine sahip kelimenin/söylemin vektörünün N'inci satırda yer alması için bir yerleştirme matrisi (Word Embedding Matrix) oluşturulmuştur. Kelimeler bu matris içinden ID'leriyle bulunabilir hale gelmiştir. [7] Şekil 3



Şekil 3. Vektörel Matris

Örn:

Word2Vec (korpustaki kelime sayısı * vektör boyu)
kelime = "defalarca" | IDx = 112 | vektör = 300

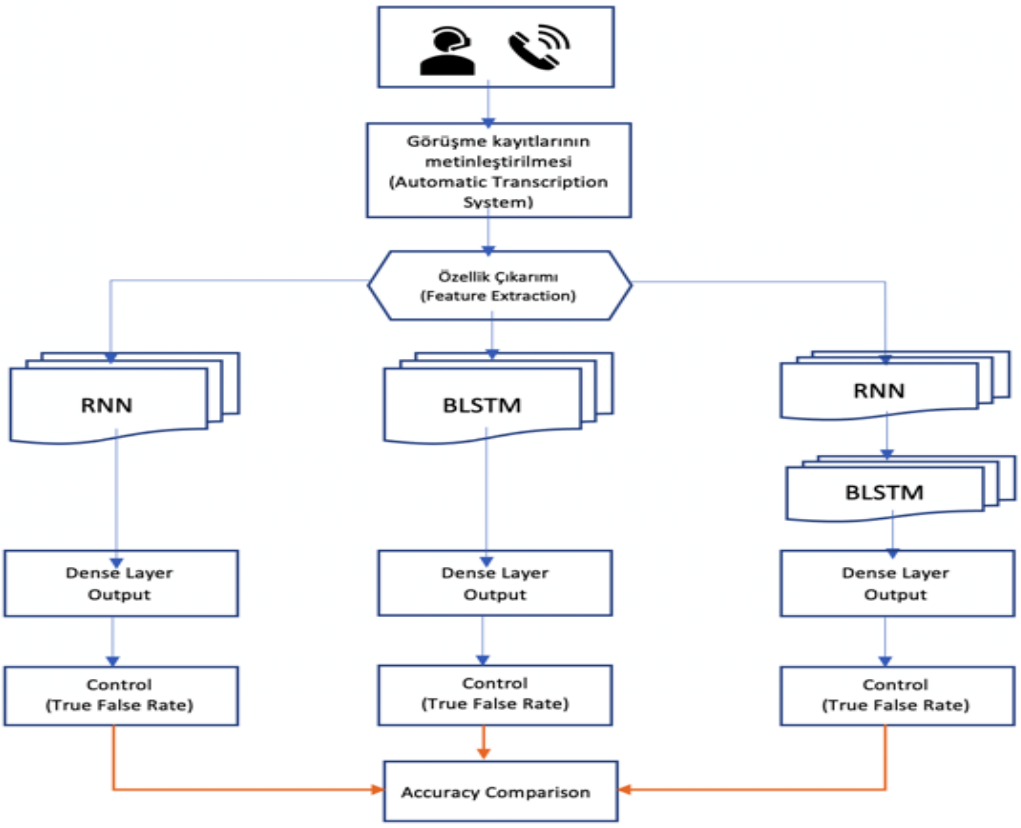
6. Eğitim Modeli (Training Model) ve Kontrol

Word2Vec ile elde edilen yerleştirme matrisi test veri grubundaki çağrılarda her bir kriter/kategori için döngüye sokulmuş ve her döngüde 3 veya 4 katmandan oluşan eğitim tekrarlanmıştır. Eğitim esnasında görüşme kayıtlarının binary olarak sınıflandırılması için birden fazla model hem ayrı ayrı kullanılarak hem de birbirini tamamlayacak şekilde testler yapılmış ve doğruluk oranı arttırılmaya çalışılmıştır. Şekil 4'te görülen örnekteki gibi Recurring Neural Network, Bidirectional Long Short Term veya RNN+BL Her döngüde anahtar kelime ve söylemlerin görüşmelerin bölündüğü selamlama/kendini tanıtma, müşterinin talebini anlatması/müşteri temsilcisinin çağrının içeriğini açıklaması ve çağrının sonuçlandırılması bölümlerine girip girmediğine odaklanılarak çağrılar her bir kategori için doğru yanlış olarak sınıflandırılmıştır. Her bir döngüde sınıflandırma sonuçları Multiclass Confusion Matrix ile kontrol edilmiş, [8] test datası için tahmin edilen sınıflandırma gerçek data ile karşılaştırılarak her sınıf için True Positive Rate, False Positive Rate, True Negative Rate, False Negative Rate hesaplanarak her modelin F1 skoru çıkarılmıştır.

Örn:
Recall_X = TP_X/(TP_X+FN_X)

Precision = No. of True Positives / (No. of True Positives + No. of False Positives)

F1 score = 2 * (Precision * Recall) / (Precision + Recall)



Şekil 4. Derin öğrenme test modeli

7. Sonuç

Çağrı merkezlerinde kalite değerlendirme ve performans ölçme sistemlerinde otomasyon sübjektifliği dolayısıyla hakkaniyetsizliği ortadan kaldırabilmek için çok önemlidir. Bu çalışmayla çağrı kayıtlarının metinleştirilmesiyle beraber metin madenciliği ve derin öğrenme teknikleriyle otomasyonun mümkün olabileceği tespit edilmiş ve hatta Telekom tahsilat domain'ine ait veri seti çıkarılmış ve önerilen yaklaşımda farklı sınıflandırma algoritmaları hem ayrı hem de bir arada test edilerek veri doğruluk oranı en yüksek olan model belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen sonuçlara göre;

Tablo 3. Kategori bazlı model doğruluk karşılaştırması %

Kategori	**RNN**	**BLSTM**	**RNN+ BLSTM**
Açılış Standartlarına Uyma	%80.1	%80.2	%80.5
BTK Metninin İletilmesi	%81.2	%80.8	%81.8
Uygun Beklemeye Alma	%81.0	%81.0	%81.1
Kurumsal Üsluba Uymama	%78.3	%80.8	%80.8
Polemik	%82.3	%79.1	%78.8
İhtiyaç Tespiti/İkna	%79.9	%78.0	%78.4
Eksik Bilgi Verilmesi	%78.5	%78.7	%77.9
Görüşme Kayıt Bilgisi Verilmesi	%83.1	%81.3	%83.4

Kaynaklar

[1] "Çağrı merkezlerinde istihdam 136 bin kişiye ulaştı" https://www.capital.com.tr/haberler/tum-haberler/cagri-merkezlerinde-istihdam-136-bin-kisiye-ulasti

[2] Bae, S.M.; Ha, S.H.; Park, S.C. A web-based system for analyzing the voices of call center customers in the service industry. Expert Syst. Appl. 2005, 28, 29–41.

[3] Karakus, B.; Aydin, G. Call center performance evaluation using big data analytics. In Proceedings of the 2016 International Symposium on Networks, Computers and Communications (ISNCC), Hammamet, Tunisia, 11–13 May 2016; pp. 1–6.

[4] Sudarsan, V.; Kumar, G. Voice call analytics using natural language processing. Int. J. Stat. Appl. Math. 2019, 4, 133–136.

[5] Neumann, M.; Vu, N.T. Attentive convolutional neural network based speech emotion recognition: A study on the impact of input features, signal length, and acted speech. arXiv 2017, arXiv:1706.00612.

[6] Ahmed, A.; Shaalan, K.; Toral, S.; Hifny, Y. A Multimodal Approach to Improve Performance Evaluation of Call Center Agent. Sensors 2021, 21, 2720.

[7] "Text Classification with NLP: Tf-Idf vs Word2Vec vs BERT" https://towardsdatascience.com/text-classification-with-nlp-tf-idf-vs-word2vec-vs-bert-41ff868d1794

[8] "The Best Metric to Measure Accuracy of Classification Models" https://www.kdnuggets.com/2016/12/best-metric-measure-accuracy-classification-models.html

Evaluation of Machine Learning Based Target Detection On Hyperspectral Images

Esma TURNA[1], Selda GÜNEY[2]*

[1]*Başkent Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Savunma Teknolojileri ve Sistemleri Anabilim Dalı, Ankara, TÜRKİYE*

[2]*Başkent Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, Ankara, TÜRKİYE*

Abstract

Hyperspectral image is a sensor data from visible and infrared electromagnetic spectrum. This knowledge helps to estimate different objects in the environment. Therefore, hyperspectral images from satellites and earth-observing aircraft have become increasingly important in many areas such as environmental monitoring, geological mapping, urban and agricultural planning, mineral exploration, land analysis. As a result of their outstanding predictive power, machine learning algorithms turn into a key tool for state of art hyperspectral image analysis. They identify targets of interest in a hyperspectral scene by exploiting the spectral signatures of the materials. This paper evaluates and compares most known learning-based methods suitable for target recognition through material classification. An assessment of reference based traditional target detection methods is also offered for comparison purposes. Machine learning algorithms covered are K-Nearest Neighbor Classifiers, Naive Bayesian Networks, Decision Trees, Support Vector Machines and Linear Discriminant Analysis. We also examine the open challenges in the area of hyperspectral imaging and explore promising future directions.

Keywords: *Target Detection, Hyperspectral Imaging, Machine Learning, Image Analysis, Feature Extraction*

Hiperspektral Görüntülerde Makine Öğrenmesine Dayalı Hedef Algılamanın Değerlendirilmesi

Özet

Hiperspektral görüntü, görünür ve kızılötesi elektromanyetik spektrumdan alınan sensör verileridir. Bu bilgi, ortamdaki farklı nesneleri tahmin etmeye yardımcı olur. Bu nedenle, uydulardan ve yeryüzünü gözlemleyen uçaklardan alınan hiperspektral görüntüler, çevresel izleme, jeolojik haritalama, şehir ve tarım planlaması, maden arama, arazi analizi gibi birçok alanda giderek daha önemli hale geldi. Tahmin gücünün bir sonucu olarak, makine öğrenimi algoritmaları son teknoloji hiperspektral görüntü analizi için anahtar bir araca dönüşmektedir. Materyallerin spektral imzalarından yararlanarak hiperspektral bir sahnede ilgilenilen hedefler belirlenebilmektedir. Bu çalışma, malzeme sınıflandırması yoluyla hedef tanımaya uygun en bilinen öğrenme tabanlı yöntemleri değerlendirilmekte ve karşılaştırmaktadır. Referans tabanlı geleneksel hedef tespit yöntemlerinin bir değerlendirmesi de karşılaştırma amacıyla sunulmaktadır. Bu çalışmada kullanılan makine öğrenimi algoritmaları, K-En Yakın Komşu Sınıflandırıcılar, Naif Bayes Ağları, Karar Ağaçları, Destek Vektör Makineleri ve Doğrusal Ayrımcı Analizdir. Ayrıca hiperspektral görüntüleme alanındaki zorluklar analiz edilmiş ve gelecek vaat eden yönleri araştırılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: *Hedef Tanıma, Hiperspektral Görüntüleme, Makine Öğrenmesi, Görüntü İşleme, Öznitelik Çıkarma*

* İletişim e-posta: seldaguney@baskent.edu.tr

1 Introduction

In remote sensing, Hyperspectral remote sensors are widely used for monitoring the earth's surface with the high spectral resolution. Hyperspectral Image (HSI) data often contains hundreds of spectral bands over the same spatial area which provide valuable information to identify the various materials. In HSI, each pixel can be regarded as a high dimensional vector whose entries correspond to the spectral reflectance in a special wavelength from visible to infrared. As a result, a HSI can be presented as a "hyperspectral data cube" which is shown in Fig. 1 [1].

The major advantage of HSI is the spectral resolution providing great potential for the subsequent information extraction. However, due to hardware restrictions, the spatial resolution of the sensor is generally low [2]. Moreover, the reflection spectra of objects tinier than the spatial resolution are mixed with their neighborhood (mixed spectra) [3]. Another problem of HIS is that the interference with external factors such like atmosphere and illumination may cause a great noise problem in the collected data.

The classification of HSI is the task of classifying a class label of every pixel in an image that was captured using the hyperspectral sensors. But, the high dimension of spectral data easily leads to the problem known as the "curse of dimensionality" which increases the complexity of calculation and decreases the accuracy of the classification.

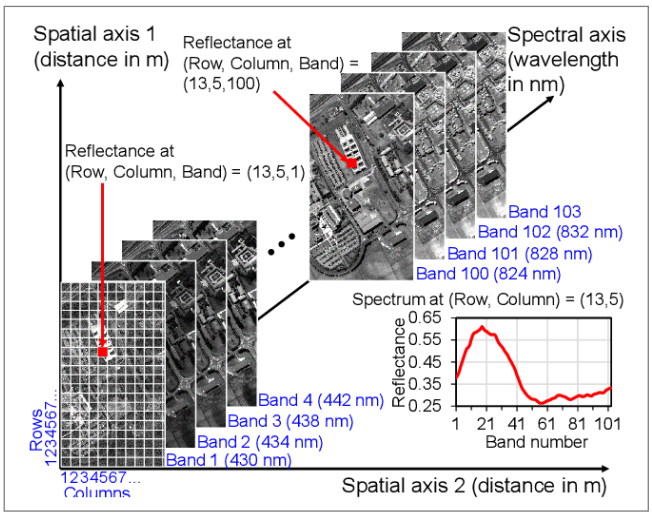


Figure 1. Hyperspectral data cube [1]

Traditional target detection methods depend simply on the theory of spectral matching. The pure spectral signature of the known target material is used to detect and locate the target in a hyperspectral image [4]. For example, the Spectral Angle Mapper (SAM) is a spectral matching method to detect man-made roofing materials (known target) in a hyperspectral image. The spectral signatures of all the pixels in the data cube are compared with the reference spectra and the best matching pixel spectra are classified as belonging to the target material [5].

HSI classification is a quite researched are over the past years [6-10]. Various techniques have been applied to target detection, including traditional statistical algorithms and recent machine learning approaches, such as random forest and support vector machines [1]. Former researches emphasizes more on the problem of noise reduction focusing on data filtering and reconstruction as a classification pre-process [11]. Later on, dimension reduction by using spatial data has been explored. Many feature extraction methods have been proposed for HIS classification [1].

Mixing spectral data with spatial data to assist the classification is the nearest trend to increase the classification performance. The last approach learns simultaneously spatial and spectral features by using specific kernels [3]. It has been shown that classifications that uses spectral data assisted with spatial provides higher accuracy than conventional learning-based classifiers [12].

In this study, the most straightforward approach for classifying hyperspectral data, which is to consider it as a set of 1D spectra, has been evaluated. Dimension reduction has been used to tackle the curse of dimensionality and to simplify the representation space to make the learning stage easier.

2 Materials and methods

2.1 Study Area and Dataset

The Pavia University data set used in this study has been acquired by the Reflective Optics System Imaging Spectrometer (ROSIS-03) sensor during a flight campaign over Pavia, Northern Italy. The image scene consists of 610*340 pixels, having a spatial resolution of 1.3 meters. The sensor has 115 spectral bands ranging from 430 to 860 nm. 12 heavy noisy bands are discarded. The ground truth data differentiates 9 classes. The RGB contrast-stretched image and the ground truth data is given in Fig 2. Black colored pixels are unclassified. The

data set can be downloaded from the website for free [13].

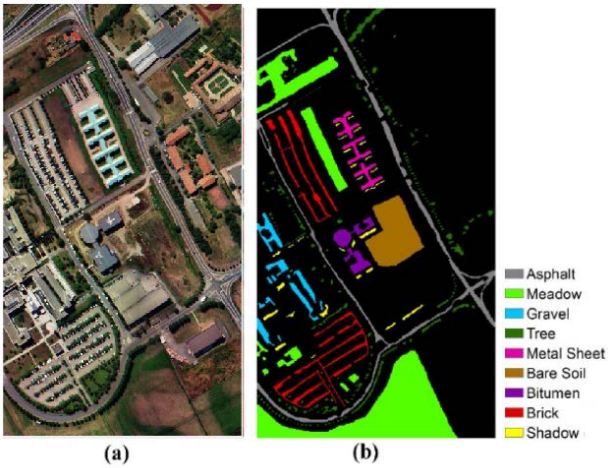


Figure 2. a) A contrast-stretched RGB image of the Pavia University dataset (b) 9 Classes of material (ground truth) [13]

The spectral reflectance curves of the material classes of the Pavia University set are presented in Fig. 3. As shown, painted metal sheets have an extremely diverging curve. Up to 0.74 nm wavelength which promises a good identification characteristic. They typically belong to the roofing materials type and are generally a desired target to be located.

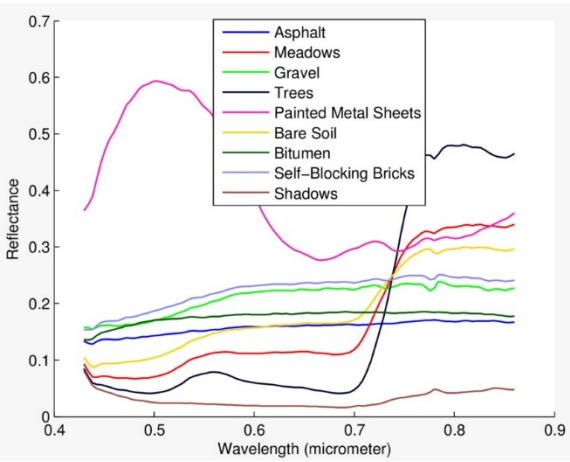


Figure 3. Spectral Reflectance Curves of the Pavia University data set

2.2 Dimension Reduction

Dimensionality reduction has become an important aspect of machine learning. It is often considered as a preprocessing step in the classification process. The presence of a large number of features in data sets affects the predictive capabilities of the classifiers. The dimensions of the dataset can be reduced by using two ways which are

- Feature Selection,
- Feature Extraction.

Feature selection is the process of selecting dimensions of features of the dataset which contributes mode to the classification task.

Feature extraction is a process of finding new features by selecting and/or combining existing features to create reduced feature space, while still accurately and completely describing the data set without loss of information. Feature extraction algorithms reduce the dimensionality of the data set, thereby paving way for the classifiers to generate comprehensive models at a reduced computational cost.

Principle Component Analysis (PCA) is a linear unsupervised dimensionality reduction technique for feature extraction that can be described as an eigen decomposition of the covariance matrix of the data. It increases the interpretability by reducing the information loss by creating uncorrelated features with maximized variance [14].

In this work, the test data set is dimensionally reduced using PCA and the principle components are used as features of the training and test set given to the classification algorithms.

2.3 Target Detection

In this study, target detection using HSI is defined as the task of classifying pixels or objects whose spectral characteristics are similar and allocating them to the designated classification classes such as metal. Hence, the class of interest in the data set is defined as painted metal sheets. The classifiers evaluated in this work are

- K-Nearest Neighbors (k-NN),
- Naive Bayesian Networks,
- Decision Trees (DT),
- Support Vector Machine (SVM),
- Linear Discriminant Analysis (LDA).

The results will be measured using the classification accuracy which is simply the number of correct predictions divided by the total number of predictions. The accuracy of each material will also be stated individually.

3 Materials and method

All classifications are performed on a desktop computer (2.20GHz i5-5200U, 6GB DDR-2 RAM) using MATLAB version 2021a. The results are measured via the Classification Learner API. The

Pavia University and ECOSTRESS spectral library data are built in sets that can be directly used for evaluation.

The data cube is dimensionally reduced using the principle component analysis (PCA) method using Eigen value decomposition. Deriving the principal component (PC) bands, coefficients, and retained variance we observed that almost 99% of the information in input hyperspectral data is captured by the first 3 principal components. Rescaling the band data to the range of [0, 1] the image of the principal component values are shown in Fig. 4. The plot of the principal component coefficients presenting the percentage of variance retained by each of the principal components is given in Fig. 5.

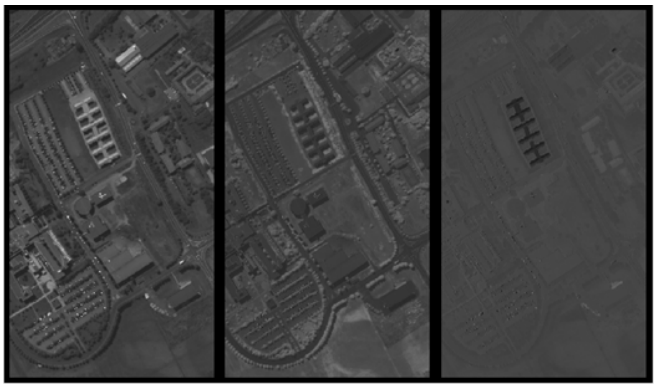


Figure 4. Principal Component Bands of Data Cube

The Pavia data set is completely used as training and test set. A 5-fold cross validation has been applied resampling. The number of samples for each material has been given in Table I. Pixels that are indicated as unclassified in the ground truth data are not taken into account.

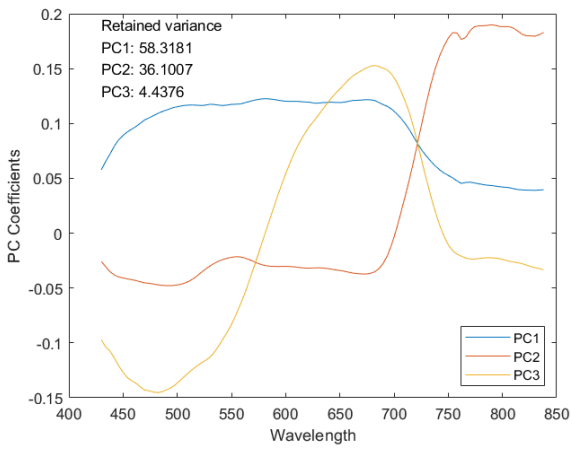


Figure 5. Retained variance and principal component coefficients

Table 1. Training and Test Set.

Class Number	***Class Description***	***Sample Count***
1	Asphalt	6431
2	Meadows	18449
3	Gravel	1899
4	Trees	2864
5	Painted Metal Sheets	1145
6	Bair Soil	1145
7	Bitumen	4829
8	Self-Blocking Bricks	3482
9	Shadows	747

The classification accuracy of five learning algorithms is presented in Table II. The class accuracies are stated in each row whereas the general accuracies of the classifiers are stated in the summary line. During the experiments, the spectral reflectance values of the dimensionally reduced principle components are normalized to [0,1] and all parameters obtained by 5-fold cross validation. During the performance it has been observed that changing the k parameter of the cross validation has no impact on the results. The k parameter of the k-NN algorithm has been chosen as 10. The Fine Gaussian kernel function of SVM gets the best accuracy. The most time consuming classifier has been noted as SVM.

Table 2. Accuracies of classifiers.

Class Number	Classification Results				
	k-NN	***Naive Bayesian***	***DT***	***LDA***	***SVM***
Asphalt	90,4	90,4	92,7	74,8	90,7
Meadows	83,9	81,1	80,8	78,3	84,3
Gravel	64	38,2	50,8	0	68,6
Trees	93,5	58,3	90,3	54,2	92,9
Painted Metal Sheets	99,2	97,3	99,6	99,1	99,6
Bair Soil	77,5	59,2	87	46,3	81,8
Bitumen	71	64,4	61,3	0	75,7
Self-Blocking Bricks	81,1	67,7	76,8	58,5	79,5
Shadows	100,00	99,9	99,9	99,7	100
General Accuracy	**84,2**	**75,7**	**81,2**	**72**	**85,1**

4 Conclusions

The best performing algorithm of the experiment is SVM which was very similar to many stated research results. Also we noticed that materials with diverging spectral characteristics, which are painted metal sheets and shadows, obtained the highest accuracy. Materials with near spectral characteristics, like Asphalt and Bitumen or Gravel and Bricks tends to misclassification. Hence the strength of spectral data directly affects the classification accuracy.

Researches with the trend of using both spectral and spatial facilities are doubtlessly a good area of enhancement. Using spatial data for dimension reduction or for avoiding anomalies will be the next step of our studies.

Acknowledgment

This research received support from The Researcher Training Program for Defense Industry (SAYP) managed by the Presidency of Defense Industries..

References

[1] U.B. Gewali, S.T. Monteiro and E. Saber, "Machine learning based hyperspectral image analysis: A survey," ArXiv, abs/1802.08701, 2018.

[2] W. Zhao, and S. Du, "Spectral-spatial feature extraction for hyperspectral image classification: A dimension reduction and deep learning approach," IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, vol. 54(8), pp. 4544-4554, 2016.

[3] N. Audebert, "Deep Learning for Classification of Hyperspectral Data: A Comparative Review," ArXiv, abs/1904.10674, 2019.

[4] C. Thomas, T. Ranchin, L. Wald, and L. Chanussot, "Synthesis of multispectral images to high spatial resolution: A critical review of fusion methods based on remote sensing physics," IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, vol. 46(5), pp. 1301-1312, 2008.

[5] F.A Kruse, J.W. Boardman, A.B. Lefkoff, K.B. Heidebrecht, A.T. Shapiro, P.J. Barloon, and A.F.H. Goetz, "The Spectral Image Processing System (SIPS): Interactive visualization and analysis of imaging spectrometer data," Remote Sensing of Environment, vol. 44, pp. 145-163, 1993.

[6] Y. Bazi, and F. Melgani, "Toward an Optimal SVM Classification System for Hyperspectral Remote Sensing Images," IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, vol. 44(11), pp. 3374-3385, 2006.

[7] H. Z. M. Shafri, A. Suhaili, and S. Mansor, "The Performance of Maximum Likelihood, Spectral Angle Mapper, Neural Network and Decision Tree Classifiers in Hyperspectral Image Analysis," Journal of Computer Science, vol 3(6), pp. 419-423, 2007

[8] N. Mayumi, and A. Iwasaki, "Image sharpening using hyperspectral and multispectral data," Proceedings: IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS 2011), pp. 519–522, July 2011.

[9] C. Ananasso, F. Battazza, G. N. Varacalli, F. Longo, and E. Lopinto, "PRISMA Mission – Program status future hyperspectral applications," Proceedings: IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS 2013), pp. 4558-4561, July 2014.

[10] M. Cihan, and M. Ceylan, "NE3D-CNN: A New 3D Convolutional Neural Network for Hyperspectral Image Classification and Remote Sensing Application," European Journal of Science and Technology Special Issue, pp. 65-71, September 2020.

[11] H. Akyürek, and B. Koçer, "Three-Dimensional Spatial-Spectral Filtering Based Feature Extraction for Hyperspectral Image Classification," Advances in Electrical and Computer Engineering, vol. 17, pp 95-102, 2017.

[12] K. Hanbay, "Hyperspectral image classification using convolutional neural network and two dimensional complex Gabor transform," Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University vol. 35:1, pp. 443-456, 2020.

[13] http://www.ehu.eus/ccwintco/index.php/Hyperspectral_Remote_Sensing_Scenes , 12.05.2021

[14] C. Rodarmel and J. Shan, "Principal component analysis for hyperspectral image classification," Surveying and Land Information Science, vol. 62(2), p. 115, 2002.

TGFβ'nın Epitelyal-Mezenkimal Dönüşüm Üzerindeki Transkripsiyonel Etkileri

Hazal AYTEKİN[1], Hani ALOTAİBİ[1,2],
[1]*Dokuz Eylul University, Izmir International Biomedicine and Genome Institute, Izmir, TURKEY*
[2]*Izmir Biomedicine and Genome Center, Izmir, TURKEY*

Özet

Epitelyal-Mezenkimal dönüşüm (EMT), epitel bir hücrenin mezenkimal bir fenotip kazanarak dönüşümüne neden olduğu bir süreçtir. Bu olay transkripsiyon faktörlerinin aktivasyonu ile gerçekleşir. Organogenez, embriyonik gelişim ve tümör hücrelerinin metastazı sırasında, hücreler EMT ve MET süreçleri yoluyla epitelyal veya mezenkimal durumlara farklılaşır. Dönüştürücü Büyüme Faktörü Beta (TGFβ) ve sinyal yolağı, EMT'nin en önemli uyarıcısıdır. TGFβ, kanser ilerlemesinde tümör baskılayıcı ve metastatik ajan olarak önemli bir rol oynar. Embriyonik gelişimden homeostaza kadar, TGFβ ve sinyal yolağının diğer regülatörleri çok önemlidir. TGFβ'nin bu süreçlerde görevli TGFβ1, TGFβ2 ve TGFβ3 olmak üzere üç izoformu vardır. Bu araştırma çeşitli biyoinformatik analizler, R programlama dili ve GSEA ve GO analizi gibi araçlar kullanılarak gerçekleştirildi. Analizde TGFβ1, TGFβ2 ve TGFβ3 izoformlarıyla muamele edilmiş insan ve fare hücrelerinin kullanıldığı genel veri kümeleri kullanılarak sonuçlar elde edildi. Tezin hipotezi doğrultusundaki bu analiz sonuçlarıyla, TGFβ izoformları arasında transkripsiyonel düzeyde, gen setleri, kanser tipleri, mutasyonlar, yolaklar ve moleküler fonksiyonlarda önemli farklılıklar tespit edildi. Araştırmanın bu sonuçları, TGFβ ve EMT alanındaki gelecek araştırmaları aydınlatma ve özellikle kanser tanı ve tedavisinde yeni terapötik bakış açıları geliştirilmesine önemli katkılar sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: *EMT, MET, TGFβ, Diferansiyal ekspresyon analizi*

Transcriptional Impact of TGFβ on Epithelial-Mesenchymal Transition

Abstract

Epithelial-to-mesenchymal transition (EMT) is a process that leads an epithelial cell to undergo a transition by gaining a mesenchymal phenotype during organogenesis, embryogenesis, and metastasis of tumor cells. Transforming Growth Factor Beta (TGFβ) and the signaling pathway is the most important stimulator of the EMT. TGFβ plays a prominent role as a tumor suppressor and a metastatic agent in cancer progression. TGFβ has three isoforms that are involved in these processes: TGFβ1, TGFβ2, and TGFβ3. Analysis was performed computationally by R programming and tools like GSEA and GO Analysis among TGFβ1, TGFβ2, and TGFβ3 isoform treated public datasets of human and mouse organisms. In the line of the hypothesis, significant differences in transcriptional level, gene sets, cancer types, mutations, pathways, and molecular functions were identified between the isoforms of the TGFβ. These research results can illuminate further research in the TGFβ and EMT area and obtain new therapeutic aspects, particularly in cancer diagnosis and treatment.

Keywords: *EMT, MET, TGFβ, Differential expression analysis.*

1 Introduction

1.1 EMT

An epithelial-mesenchymal transition (EMT) is a process that causes an epithelial cell, which is embedded on the basement membrane via ECM components, to undergo a transition by gaining a mesenchymal phenotype. EMT and MET (mesenchymal-epithelial transition) processes play an important role in organogenesis, embryogenesis, and metastasis of tumor cells. Invasive cancer cells extravasate from the primary tumor site by gaining mesenchymal phenotype and form a secondary tumor in a different site. (Kalluri & Weinberg, 2009) During the transition between epithelial and mesenchymal states, cells preserve their plasticity as the processes are reversible. Throughout the transition, cells gain a hybrid stage in which they co-express epithelial and mesenchymal markers. This mixed epithelial and mesenchymal stage of the cells is present in development, wound healing, especially in cancer metastasis (Liao & Yang, 2017).

1.2 TGFβ

Transforming Growth Factor Beta (TGFβ) is the most recognized and studied driver of EMT (Moustakas & Heldin, 2016). During EMT, cells lose their attachments and interactions with each other, and alterations in extracellular matrix proteins gain migratory features to become a fibroblast-like mesenchymal phenotype. This switch is caused by transcriptional changes in genes like E-cadherin and N-cadherin (cell adhesion molecules). TGFβ signaling pathway activates the transcription of those marker genes via transcription factors (TFs) like Zeb1,2, Twist1,2, Snail1,2. These EMT-inducing transcription factors, induced by TGFβ, facilitate the acquisition of mesenchymal phenotype and suppress E-cadherin expression, and increasing N-cadherin levels (Loh et al., 2019).

1.3 TGFβ and EMT in Cancer

TGFβ induced EMT is a key indicator of metastasis and invasiveness in many cancer types. (Massagué, 2008). TGFβ acts as a tumor suppressor in early-stage tumors with epithelial cells. TGFβ leads to cell cycle arrest by suppressing cell growth and proliferation in the G1 phase (Iordanskaia & Nawshad, 2011). It causes cell death of tumor cells at an early stage by expressing TGFβ-SMAD dependent apoptotic factors. (Spender et al., 2009). In later stages, tumor cells become resistant to the growth inhibition caused by TGFβ. Thus, cancer cells start to produce TGFβ to enhance their invasive and migratory profile. TGFβ, its downstream signaling molecules, and receptors are used in clinical trials as a drug target by itself or combined with other cancer therapy methods. Targeting is done by inhibiting receptor binding, blocking the expression of the ligand, and interfering with the translation (Hao et al., 2019). High expression levels of Vimentin (Vim) have been used as an EMT marker as it is associated with cell motility, adhesion, and invasion (C. Y. Liu et al., 2015). It is also used as a bad prognosis factor by causing EMT mediated metastasis in cancers. (Wu et al., 2018). Just as in the case of Vimentin, the results of this study will arise new possible EMT markers and prognosis markers for EMT-related metastasis in epithelial cancers, which will lead to new therapeutic aspects and illuminate the inadequacies in the literature.

2 Results

2.1 TGFβ has isoform-specific and common differentially expressed genes

Differential expression analysis was performed in R and Bioconductor package of R. Public datasets from the GEO database of TGFβ1, TGFβ2, TGFβ3 induced human, and mouse cell lines were analyzed, normalized, and filtered. Differentially expressed genes (DEGs) were ranked based on their fold change values when upregulated (+log2) and downregulated (-log2) top of the lists were visualized. Plots were based on logarithmic fold change values and adjusted p-values.

Some of the genes were common between the dataset and will be analyzed in further parts. Within

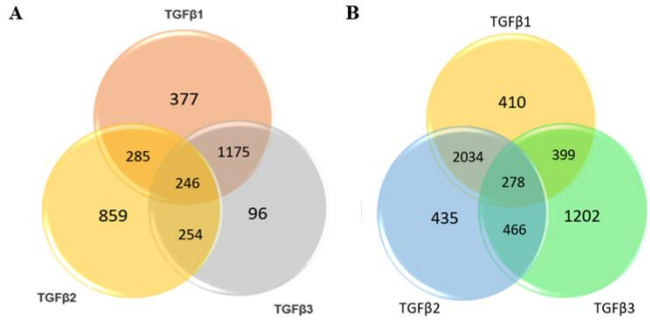


Figure 1: Differentially expressed genes treated with TGFβ1, TGFβ2, TGFβ3, shared in (A) Mus musculus (Mouse) datasets with GEO Accession numbers; GSE13986 for β1 and β3; GSE40466 for β2 (log2 fold change ± 0.6) (B) Homo sapiens (Human) datasets (log2 fold chang change ± 0.6). TGFβ treated datasets with GEO Accession numbers; GSE35830 (ECT1) for β3, GSE40266 (NOF151) for β1 and β2 and GSE114761 (A549, H358), GSE49644 (A549, H358) for β1 were used from Gene Expression Omnibus (GEO), NCBI portal.

the differential expression analysis, regulated genes were intersected to investigate the common genes with β1, β2, and β3 isotypes and genes regulated only in one isoform. Regulated genes were selected based on their logarithmic fold change values (log2+ for upregulated, log2- for downregulated genes) (Figure 1). For Mus musculus (Mouse) cell line NMuMG, Datasets GSE13986 for β1 and β3; GSE40466 for β2 were used. Intersection was performed out of 1590 genes in β1, 1175 genes in β2, and 1279 genes in β3. In Log2 fold change ±0.6 Mus musculus datasets (NMuMG cells), β1, β2, and β3 shared 246 genes, and β3 had 96 genes differentially expressed only with this phenotype. Those 96 genes may represent significant results for mouse cell line research.

For Homo sapiens (human) data, datasets GSE35830 (ECT1) for B3, GSE40266 (NOF151) for β1 and β2, and GSE114761 (A549, H358), GSE49644 (A549, H358) for β1 were used. Three isoforms have shared 278 genes in common.

2.2 All three TGFβ isoforms share common differentially expressed genes regardless of the cell line and the organism.

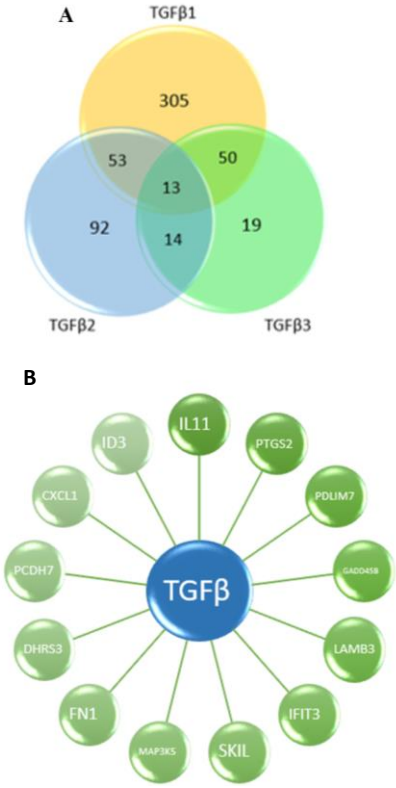


Figure 2:(A) Intersection of differentially expressed genes that are common between human and mouse datasets. (B) Commonly regulated genes for all isotypes obtained from intersected mouse and human datasets.

In the lists obtained from differential expression analysis (log2 fold change ± 0.6), out of 1590 genes from TGFβ1 treated mouse dataset and 2602 genes from human datasets had 395 common genes. Between these shared values, an intersection of 3 isoforms were checked. 13 genes were common for all isotypes obtained from common genes of mouse and human (Figure 2). Those 13 genes were IL11, PTGS2, PDLIM7, GADD45B, LAMB3, IFIT3, SKIL, ID3, CXCL1, PCDH7, DHRS3, FN1, and MAP3K5

2.3 Gene set enrichment analysis support that common regulated genes exist among isotypes.

Gene set enrichment analysis (GSEA) was performed to reveal the missing points from the single gene expression analysis, such as affected pathways and cellular processes. Overrepresented genes were ranked based on their expression differences and correlations with two different phenotypes (control vs. TGFβ treated).

Twenty genes that are on the top of the ranked list based on their enrichment score (ES) in control and TGFβ treated phenotype were listed. Genes like SERPINE1, IL11, TSPAN2, MAF, and CTGF appeared in more than three datasets in TGFβ treated phenotype as upregulated and in all isotypes regardless of the organism (Figure 3).

2.4 TGFβ induced genes are correlated with different gene sets.

Upregulated genes correlated with certain gene sets and functions were listed and separated by the TGFβ phenotype (Figure 4). Out of 13 datasets (11 TGFβ1 and 2 TGFβ3), all the genes were associated with myogenesis, EMT, and TGFβ signaling, which is accurate as all the datasets were treated with TGFβ to induce EMT. Apoptosis was seen in all the TGβ3 phenotype genes, but only 5 out of 11 TGFβ1 phenotype genes were correlated with apoptosis. G2/M checkpoint here is correlated with the upregulated genes where DNA damage repair occurs.

2.5 Each TGFβ isotype have distinct molecular functions and biological processes

GO (Gene Ontology) analysis was performed via G: profiler. Genes that are upregulated only in specific isoforms were used as queries and analyzed. Each gene set belonging to a certain isotype (TGFβ1, TGFβ2, and TGFβ3) was revealed based on their molecular functions, biological processes that they take part in, and cellular components they belong to. Lists were ranked based on their logarithmic P-values. For the TGFβ1 phenotype, the most

significant molecular function is adenyl nucleotide. TGFβ1 is mostly found in the cytoplasm, then membrane-bound organelle as revealed by the cellular component analysis. Biological processes highly correlated with TGFβ1 genes are mitotic cell cycle, cell division. TGFβ2 had molecular functions with high logarithmic significance as enzyme binding, protein binding. For cellular components, TGFβ2 is highly present in intracellular parts. In biological processes, TGFβ2 functions in metabolic cellular processes.

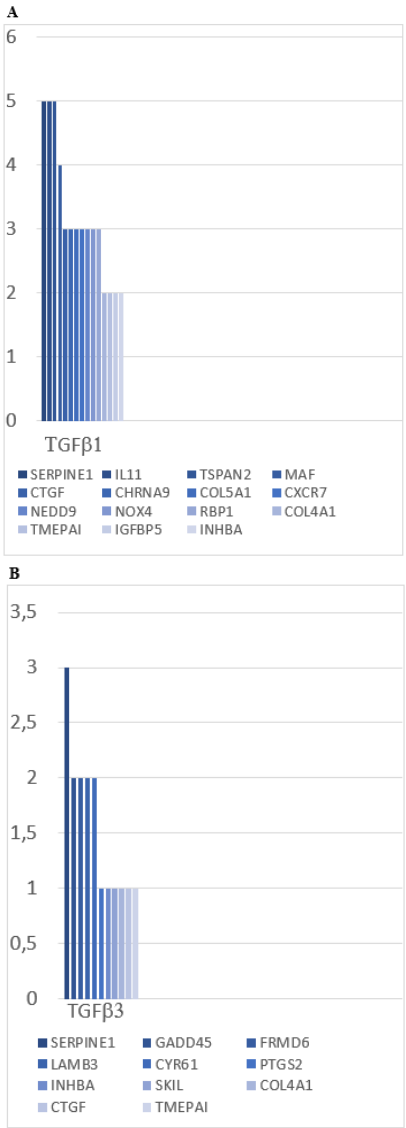


Figure 3: Gene set enrichment analysis; Upregulated genes common in more than one dataset in the TGFβ phenotype. (A) TGFβ1 common genes. (B) TGFβ3 common genes

Finally, TGFβ3 has similar molecular functions with TGFβ1, like protein binding and ATP binding. TGFβ3 took part in distinct biological processes like cellular response to chemical stimulus. TGFβ3 resides in the cell's intracellular components.

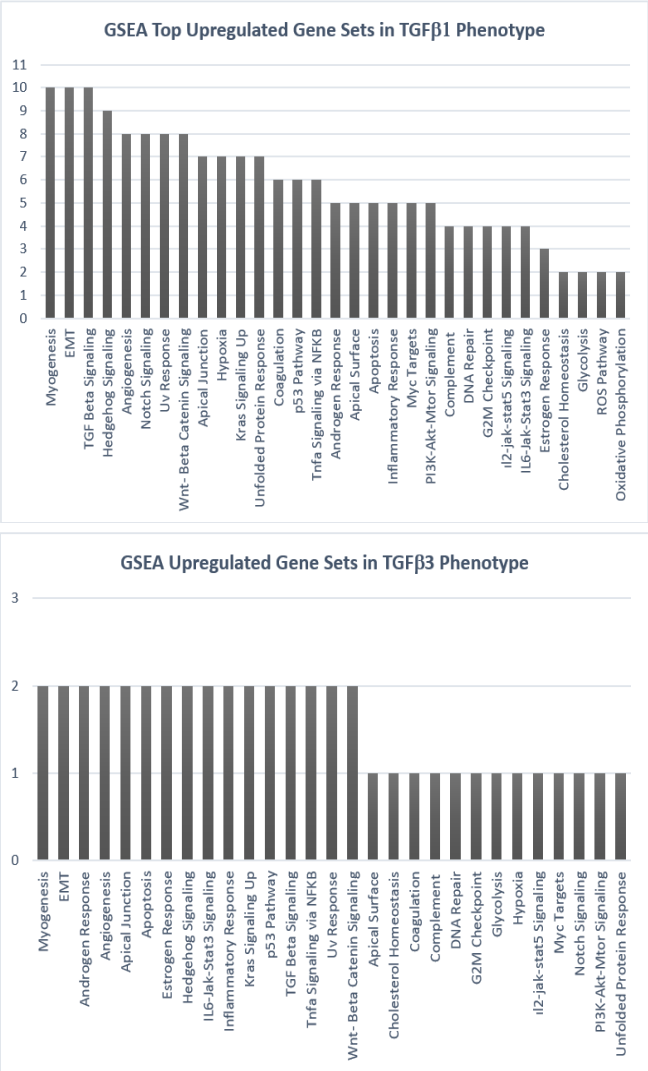


Figure 4: Gene set enrichment analysis (GSEA): Gene sets correlated with upregulated genes. (A) TGFβ1 phenotype (B) TGFβ3 phenotype.

2.6 Shared genes among isoforms show high alterations frequencies in cancer

Cancer genomic analysis was performed via CbioPortal. 74004 samples from 188 studies in TCGA PanCancer Atlas were used in the analysis. Alteration frequencies and cancer types are shown. 1503 (3%) of samples were altered in the TGFβ1 gene, and 1079 (2%) were altered in TGFβ2.

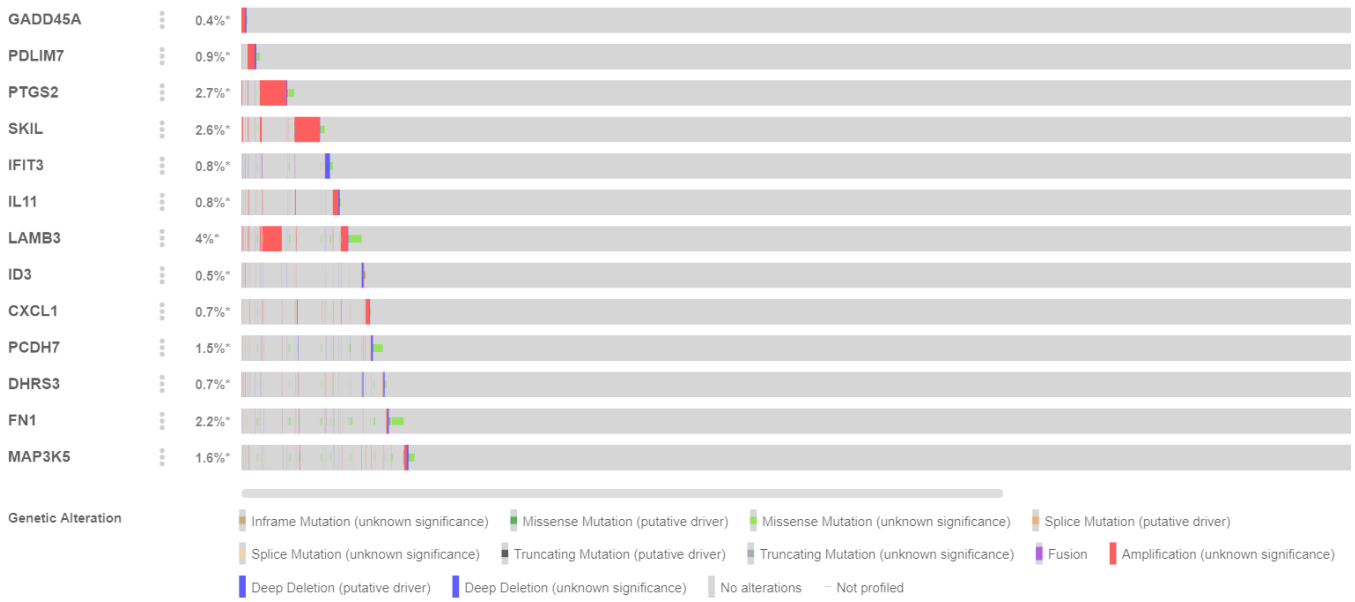


Figure 5: Genetic alterations in cancer types of 13 common genes shared in all isoforms regardless of organism. Percentages represent the alteration frequencies of the genes in cancer samples. Color coding shows the mutation type; red: amplification, green: mutat ion, blue: deep deletion, purple: fusion.

After investigating TGFβ isoforms in cancer studies, 13 common genes of all isotypes regardless of the organism were selected as query to be knowledgeable about their relationship with cancer types and mutations they are related with (Figure 5). LAMB3 was altered in 4%, SKIL was changed at 2.6%, PTGS2 was altered 2.7%, FN1 was altered 2.2% of the studies. Of 4%, LAMB3 was mutated in 15% of the breast cancer cases, mainly with an amplification, and 9% of the melanoma cases with missense mutation. PTGS2 was also associated with breast cancer cases with more than 12% alteration frequency.

SKIL is highly correlated with esophageal squamous cell carcinoma with around 30% alteration frequency and ovarian epithelial tumor with 23%; both are mostly caused by amplification mutations. High genetic alterations of the genes in the cancer studies show that they may be advantageous as if they are considered as prognosis markers.

3 Materials and Methods

3.1 Microarray Data Selection

Public microarray data were collected from the GEO (Gene Expression Omnibus) database in the NCBI portal. Chosen data were collected depending on (1) only from the Affymetrix platform, (2) various cancer and normal cell lines from only human and mouse organisms. (3) valid expression levels of epithelial and mesenchymal marker genes like CDH1, VIM, ZEB1, SNAI2 for TGFβ induced EMT presence. (4) at least three repeats of each treatment. (5) clear knowledge of the TGFβ isoform (1-2-3) used.

3.2 Population and Samples of The Study: TGFβ Induced Datasets

In GEO: GDS3710 dataset, Human A549 (Adenocarcinoma) cell line was induced with five ng/mL of TGFβ1 for 72 hours. GPL570, GPL81, and GPL1261 Affymetrix platforms were used for microarray data (Keshamouni et al., 2006). In GEO: GDS4106 dataset, Human Panc-1 (Pancreas) cell line was treated with five ng/mL of TGFβ1 for 48 hours (Maupin et al., 2010). In GEO: GSE13986 dataset, murine mammary gland cells (NMuMG) were treated with five ng/mL of TGFβ1 and TGFβ3 for 24 hours (Z. Liu et al., 2008). In GEO: GSE114761 dataset, human lung cancer cell lines A549, H1944, H292, and H358 were treated with five ng/mL of TGFβ1 for 48 hours (Gordian et al., 2019). In GEO: GSE35830 dataset, human ectocervical epithelial cells were treated with 15 ng/mL of TGFβ3 for 10 hours (Sharkey et al., 2012). In GEO: GSE49644 dataset, human non-small cell lung cancer cell lines (NSCLC) as; A549, HCC827, and H358 were treated with two ng/mL of TGFβ1 for three weeks (Sun et al., 2014). In GEO: GSE40266 dataset, human normal ovarian fibroblast (NOF) line NOF151 was treated with five ng/mL of TGFβ1 and TGFβ2 for 48 hours (Yeung et al., 2013). In GEO: GSE40466 dataset, murine mammary gland cells (NMuMG)

were treated with five ng/mL of TGFβ2 for 24 hours (Hussey et al., 2012).

3.3 Differential Expression Analysis

Differential expression analysis was performed using R programming. (Version 3.6.0 for Windows (32/64 bit)) (Amezquita et al., 2020). Data were normalized by the RMA Method using the Affy package of Bioconductor (Gautier et al., 2004). Quality control charts of the Affymetrix microarray datasets were created by using the Simpleaffy package (Miller, 2019). Using pOverA(0.25, log2(16)), filterfun and genefilter functions of Genefilter package, data were filtered (Gentleman et al., 2019). With the Limma package, differential expression analysis was performed (Ritchie et al., 2015).

3.4 GSEA and Go Enrichment Analysis

Gene set enrichment analysis (GSEA) was performed with GSEA software and The Molecular Signature Database (MSigDB) gene sets. Data were prepared in GenePattern modules (Reich et al., 2006). 50 Hallmark (H) gene sets from MSigDB collections were used as gene families. Regulated genes were ranked based on their enrichment scores (ES) on the assigned phenotype. False discovery rate (FDR) was determined as less than 25% and P-value as less than 0.01. (Subramanian et al., 2005).

GO (Gene Ontology) enrichment analysis was performed via G: profiler (Raudvere et al., 2019) online tool. Significant information based on the logarithmic P values about biological processes, molecular functions, and cellular components are determined. Upregulated genes belonging to each isoform phenotype (TGFβ1, TGFβ2, TGFβ3) from differential expression analysis were used as input queries.

3.5 Cancer Genomics Data Analysis

Cbio portal (Gao et al., 2013) was used for cancer genomic data analysis. Alteration types as mutation, deletion, amplification, expression rates of the TGFβ genes in the cancer types were determined using the portal.

4 Discussion

EMT is involved in plenty of processes from development to wound healing and cancer metastasis (Nieto et al., 2016). Since the TGFβ molecule is the key regulator of this transition, due to its central role in many processes and therapeutic possibilities, a large amount of data already exists in the literature about TGFβ and EMT. However, studies in the literature are mostly carried out with only one isoform of the TGFβ. Suppose the comparison among the isoforms is the case; it is only investigated in a cell line of interest like breast cancer (Hachim et al., 2018) or in a specific topic like gonadal development (Memon et al., 2008). Thus, there is a lack in the literature of a broad range of research on TGFβ isoforms and their transcriptional effects on many aspects, including datasets from different cell lines and different organisms. As indicated in this thesis's aim, differences among the isoforms of such a critical molecule are noteworthy for future research and therapeutic approaches.

To evaluate the research questions in a broad spectrum, 15 public datasets from 2 organisms of different ranges were analyzed with Bioconductor, R programming language, and a variety of online research tools (GO, GSEA). Results are consistent with the hypothesis; the differential expression and gene set enrichment analysis results indicate a significant difference in transcriptional level between TGFβ isoforms. Withal, there are common genes and functions among all three isoforms, some regardless of the organism. Mutations on the particular isotype of TGFβ are upfront in some cancer types; they differ in molecular functions; they reside in different cellular components and are associated with different pathways in some processes. The data contributes to a better understanding of the TGFβ isoforms and their transcriptional effects.

Thirteen genes were shared among all three isoforms of intersected human and mouse differentially expressed genes. These genes can be considered as TGFβ induced EMT markers as they do not depend on isoform, organism, and tumorigenic or normal cell type. Whereas genes selected for the query were specific for each phenotype, similar results in the GO analysis may show that different genes can be correlated with the same biological process or molecular function. Numbers in the intersected Venn schemes are now worthy of attention with the biological processes they participate in, molecular functions they regulate, and cellular components they reside in.

As in further research, these results can be considered when planning a target-oriented new research on TGFβ and EMT. They may affect the choice of isoform in the practice. Common genes of all TGFβ isotypes from differential expression

analysis results can be considered as TGFβ induced EMT markers. It can lead to a more specific way for possible drug targets and predictive markers. Especially in cancer research, since TGFβ has a dual role in tumor suppression and tumor invasion, different therapeutic approaches can develop for early and late-stage cancers based on the possible future research that may be carried out with this research's findings.

Acknowledgment

We would like to thank Izmir International Biomedicine and Genome Institute, Dokuz Eylul University, for allowing us to conduct the study and TUBITAK for supporting the work by grant no: 117Z223 and 219Z034.

References

[1] Amezquita, R. A., Lun, A. T. L., Becht, E., Carey, V. J., Carpp, L. N., Geistlinger, L., Marini, F., Rue-Albrecht, K., Risso, D., Soneson, C., Waldron, L., Pagès, H., Smith, M. L., Huber, W., Morgan, M., Gottardo, R., & Hicks, S. C. (2020). Orchestrating single-cell analysis with Bioconductor. *Nature Methods*, *17*(2), 137–145

[2] Foroutan, M., Cursons, J., Hediyeh-Zadeh, S., Thompson, E. W., & Davis, M. J. (2017). A transcriptional program for detecting TGFβ-induced EMT in cancer. *Molecular Cancer Research*, *15*(5), 619–631.

[3] Gao, J., Aksoy, B. A., Dogrusoz, U., Dresdner, G., Gross, B., Sumer, S. O., Sun, Y., Jacobsen, A., Sinha, R., Larsson, E., Cerami, E., Sander, C., & Schultz, N. (2013). Integrative analysis of complex cancer genomics and clinical profiles using the cBioPortal. *Science Signaling*, *6*(269), pl1.

[4] Gautier, L., Cope, L., Bolstad, B. M., & Irizarry, R. A. (2004). affy-analysis of Affymetrix GeneChip data at the probe level. *BIOINFORMATICS*, *20*(3), 307–315.

[5] R. Gentleman V. Carey and W. Huber and F. Hahne. (2019). *Genefilter: genefilter: methods for filtering genes from high-throughput experiments* (R package version 1.66.0).

[6] Gordian, E., Welsh, E. A., Gimbrone, N., Siegel, E. M., Shibata, D., Creelan, B. C., Cress, W. D., Eschrich, S. A., Haura, E. B., & Muñoz-Antonia, T. (2019). Transforming growth factor β-induced epithelial-to-mesenchymal signature predicts metastasis-free survival in non-small cell lung cancer. *Oncotarget*, *10*(8), 810–824.

[7] Hachim, M. Y., Hachim, I. Y., Dai, M., Ali, S., & Lebrun, J. J. (2018). Differential expression of TGFβ isoforms in breast cancer highlights different roles during breast cancer progression. *Tumor Biology*, *40*(1), 1–12.

[8] Hao, Y., Baker, D., & Dijke, P. Ten. (2019). TGF-β-mediated epithelial-mesenchymal transition and cancer metastasis. *International Journal of Molecular Sciences*, *20*(11).

[9] Hussey, G. S., Link, L. A., Brown, A. S., Howley, B. V., Chaudhury, A., & Howe, P. H. (2012). Establishment of a TGFβ-Induced Post-Transcriptional EMT Gene Signature. *PLoS ONE*, *7*(12), 1–12.

[10] Iordanskaia, T., & Nawshad, A. (2011). Mechanisms of transforming growth factor β induced cell cycle arrest in palate development. *Journal of Cellular Physiology*, *226*(5), 1415–1424. https://doi.org/10.1002/jcp.22477

[11] Kalluri, R., & Weinberg, R. A. (2009). The basics of epithelial-mesenchymal transition. In *Journal of Clinical Investigation*.

[12] Keshamouni, V. G., Michailidis, G., Grasso, C. S., Anthwal, S., Strahler, J. R., Walker, A., Arenberg, D. A., Reddy, R. C., Akulapalli, S., Thannickal, V. J., Standiford, T. J., Andrews, P. C., & Omenn, G. S. (2006). Differential protein expression profiling by iTRAQ-2DLC-MS/MS of lung cancer cells undergoing epithelial-mesenchymal transition reveals a migratory/invasive phenotype. *Journal of Proteome Research*, *5*(5), 1143–1154.

[13] Liao, T. T., & Yang, M. H. (2017). Revisiting epithelial-mesenchymal transition in cancer metastasis: the connection between epithelial plasticity and stemness. In *Molecular Oncology* (Vol. 11, Issue 7, pp. 792–804). Wiley Blackwell.

[14] Liu, C. Y., Lin, H. H., Tang, M. J., & Wang, Y. K. (2015). Vimentin contributes to epithelial-mesenchymal transition ancer cell mechanics by mediating cytoskeletal organization and focal adhesion maturation. *Oncotarget*, *6*(18), 15966–15983.

[15] Liu, Z., Wang, M., Alvarez, J. V., Bonney, M. E., Chen, C. C., D'Cruz, C., Pan, T. C., Tadesse, M. G., & Chodosh, L. A. (2008). Singular value decomposition-based regression identifies activation of endogenous signaling pathways in vivo. *Genome Biology*, *9*(12).

[16] Loh, C. Y., Chai, J. Y., Tang, T. F., Wong, W. F., Sethi, G., Shanmugam, M. K., Chong, P. P., & Looi, C. Y. (2019). The E-Cadherin and N-Cadherin Switch in Epithelial-to-Mesenchymal Transition: Signaling, Therapeutic Implications, and Challenges. In *Cells* (Vol. 8, Issue 10). NLM (Medline).

[17] Massagué, J. (2008). TGFβ in Cancer. In *Cell* (Vol. 134, Issue 2, pp. 215–230). NIH Public Access.

[18] Maupin, K. A., Sinha, A., Eugster, E., Miller, J., Ross, J., Paulino, V., Keshamouni, V. G., Tran, N., Berens, M., Webb, C., & Haab, B. B. (2010). Glycogene expression alterations associated with pancreatic cancer Epithelial-mesenchymal transition in complementary model systems. *PLoS ONE*, *5*(9)

[19] Memon, M. A., Anway, M. D., Covert, T. R., Uzumcu, M., & Skinner, M. K. (2008). *Transforming Growth Factor Beta (TGFβ1, TGFβ2 and TGFβ3) Null-Mutant Phenotypes in Embryonic Gonadal Development*.

[20] Miller, C. (2019). *simpleaffy: Very simple high level analysis of Affymetrix data.*

[21] Moustakas, A., & Heldin, C.-H. (2016). Mechanisms of TGFβ-Induced Epithelial–Mesenchymal Transition. *Journal of Clinical Medicine*, *5*(7), 63.

[22] Nieto, M. A., Huang, R. Y. Y. J., Jackson, R. A. A., & Thiery, J. P. P. (2016). EMT: 2016. In *Cell* (Vol. 166, Issue 1, pp. 21–45). Cell Press.

[23] Raudvere, U., Kolberg, L., Kuzmin, I., Arak, T., Adler, P., Peterson, H., & Vilo, J. (2019). g:Profiler: a web server for functional enrichment analysis and conversions of gene lists (2019 update). *Nucleic Acids Research*, *47*, 191–198.

[24] Reich, M., Liefeld, T., Gould, J., Lerner, J., Tamayo, P., & Mesirov, J. P. (2006). GenePattern 2.0 [2]. *Nature Genetics*, *38*(5), 500–501.

[25] Ritchie, M. E., Phipson, B., Wu, D., Hu, Y., Law, C. W., Shi, W., & Smyth, G. K. (2015). limma powers differential expression analyses for RNA-sequencing and microarray studies. *Nucleic Acids Research*, *43*(7).

[26] Sharkey, D. J., Macpherson, A. M., Tremellen, K. P., Mottershead, D. G., Gilchrist, R. B., & Robertson, S. A. (2012). TGF-β Mediates Proinflammatory Seminal Fluid Signaling in Human Cervical Epithelial Cells. *The Journal of Immunology*, *189*(2), 1024–1035.

[27] Spender, L. C., O'Brien, D. I., Simpson, D., Dutt, D., Gregory, C. D., Allday, M. J., Clark, L. J., & Inman, G. J. (2009). TGF-β induces apoptosis in human B cells by transcriptional regulation of BIK and BCL-XL. *Cell Death and Differentiation*, *16*(4), 593–602.

[28] Subramanian, A., Tamayo, P., Mootha, V. K., Mukherjee, S., Ebert, B. L., Gillette, M. A., Paulovich, A., Pomeroy, S. L., Golub, T. R., Lander, E. S., & Mesirov, J. P. (2005). Gene set enrichment analysis: A knowledge-based approach for interpreting genome-wide expression profiles. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *102*(43), 15545–15550.

[29] Sun, Y., Daemen, A., Hatzivassiliou, G., Arnott, D., Wilson, C., Zhuang, G., Gao, M., Liu, P., Boudreau, A., Johnson, L., & Settleman, J. (2014). Metabolic and transcriptional profiling reveals pyruvate dehydrogenase kinase 4 as a mediator of epithelial-mesenchymal transition and drug resistance in tumor cells. *Cancer & Metabolism*, *2*(1), 20.

[30] Wu, S., Du, Y., Beckford, J., & Alachkar, H. (2018). Upregulation of the EMT marker vimentin is associated with poor clinical outcome in acute myeloid leukemia. *Journal of Translational Medicine*, *16*(1), 170.

[31] Yeung TL, Leung CS, Wong KK, S. G. et al. (2013). TGF-β modulates ovarian cancer invasion by upregulating CAF- derived. *Cancer Research*, *23*(1), 1–7.

Uyarlamalı Ağ Tabanlı Bulanık Mantık Çıkarım Sistemi ile Zemin Özelliklerinin Tahmini

Özgür YILDIZ

Malatya Turgut Özal Üniversitesi,
Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi
İnşaat Mühendisliği Bölümü, Malatya, Türkiye

Özet

Geoteknik mühendisliğinde zemin özelliklerinin belirlenmesi ile ilgili çalışmalar, inşaat mühendisliği yapılarının tasarımı için büyük önem arz etmektedir. Bu çalışmalar iki başlık altında toplanmaktadır; laboratuvar ve arazi testleri. Zemin numuneleri üzerinde yapılan laboratuar testlerine ait sonuçlar zemin özelliklerini bazı durumlarda yeterli doğrulukla yansıtamamaktadır. Bu nedenle zeminin mühendislik ve mukavemet özelliklerinin yeterli doğrulukla elde edilmesi için bir çok defa arazi testleri tercih edilmektedir. Bu çalışmada, geoteknik mühendisliğinde yaygın bir arazi testi olan standart penetrasyon testi (SPT) sonuçları kullanılarak presiyometre testi (PMT) sonuçlarının tahmin edilmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda İstanbul'da yapılan zemin inceleme çalışmalarına ait 102 adet veriden yararlanılarak bir tahmin modeli geliştirilmiştir. Bu modelin girdi parametreleri olarak zemin tipi, zemin derinliği, efektif gerilme ve düzeltilmiş SPT-N sayısı (N_{60}) belirlenmiştir. Çıktı elemanı ise PMT test parametreleri olan pressiyometre deformasyon modülü (E_{PMT}) ve limit basınç (P_L) değeridir. Tahmin modelinin geliştirilmesinde Adaptif Ağ Yapısına Dayalı Bulanık Çıkarım Sistemi (ANFIS) kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar ile modern bilgi işlem yöntemlerinin, belirsizlik sayıları fazla olan zeminlerin mühendislik özelliklerinin belirlenmesinde uygulanabilirliği incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Syandart penetrasyon testi, Pressiyometre testi, ANFIS*

Prediction of Soil Properties Using Adaptive Neuro Fuzzy Inference System

Abstract

Studies on the determination of soil properties in geotechnical engineering are of great importance for the design of civil engineering structures. These studies are grouped under two headings namely; laboratory and field tests. The results of the laboratory tests performed on soil specimens cannot reflect the soil properties with sufficient accuracy in some cases. Therefore, field tests are preferred many times to obtain the engineering and strength properties of the soils with sufficient accuracy. In this study, it is aimed to predict the results of the pressuremeter test (PMT) using the results of the standard penetration test (SPT), which is a common field test in geotechnical engineering. In this context, a prediction model has been developed by using 102 data belonging to soil investigation studies carried out in Istanbul. The input parameters of this model are determined as; soil type, soil depth, effective stress and corrected SPT-N number (N_{60}). The target element is determined as pressuremeter deformation modulus (E_{PMT}) and limit pressure (P_L) value which are PMT test parameters. Adaptive Network Based Fuzzy Inference System (ANFIS) was used for the development of the prediction model. With the results obtained, the applicability of modern computing methods in determining the engineering properties of soils with a high number of uncertainties was examined.

Keywords: *Standard penetration test, Pressuremeter test, ANFIS*

1 Introduction

Geotechnical investigations are developed for the design of the superstructure on convenient foundation system by determining the soil properties. These investigations consist of determining the physical and engineering

properties of the soil through in-situ and/or laboratory tests. Laboratory studies performed on specimens, in some cases, lack the ability to represent true soil properties and field conditions with sufficient accuracy. For this reason, special importance is attached to field tests in geotechnical investigation studies. SPT is one of the most common and relatively practical test performed in the field. This test is based on the principle of driving the rods with a sample receiver to the soil with the weight dropped on it and to measure the vertical resistance of the soil. The resistance of the soil to the aforementioned operation is expressed in terms of number of blows (SPT-N) required to drive it until a total penetration of 45 cm from the bottom of the borehole is achieved. The time required for the experiment is short and the application method is simple. As a result of the widespread use of the experiment, a considerable knowledge and database have been formed for the interpretation of the experiment. The specimens obtained in the experiment provides a accurate definition of the soil. For these reasons, SPT is carried out in almost all soil investigation studies (Figure 1).

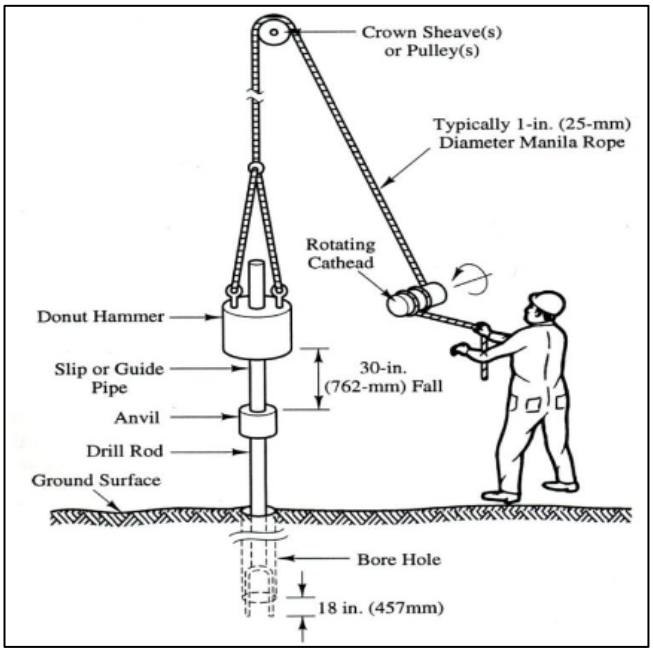


Figure 1. Standard penetration testing mechanism [1]

Another test performed through geotechnical investigations is the pressuremeter (PMT) test. This test is based on applying pressure through a cylindrical cell to the borehole wall. A measuring mechanism records the stresses and deformations applied to the soil simultaneously. The behavior of the soil can be determined from the measured stress - deformation relationship. In most of the geotechnical field tests, the stresses applied to the soil and the deformation that occurred in the lateral direction cannot be identified. In this respect, it is the PMT test provides a great advantage in determining the deformation properties of the soil. The experimental model, which was first developed by Lois Menard in 1955, was used in different models over time [3]. Over time, PMT has been applied to almost all types of soils and rocks. The test results are used to determine the strength and deformation modulus of soils and to calculate bearing capacity and settlement for the design of the foundation (Figure 2).

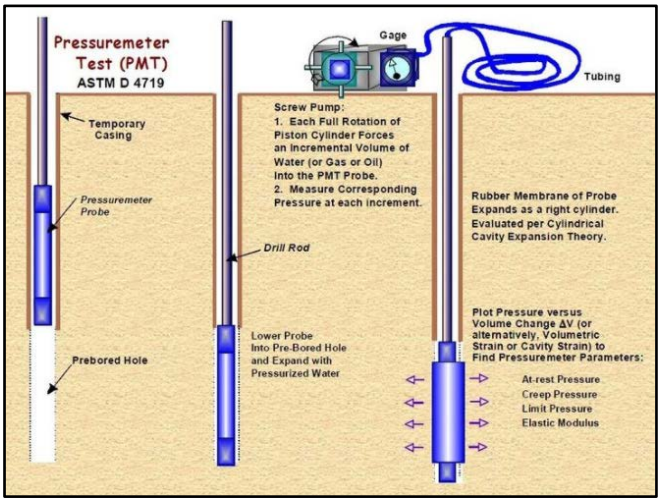


Figure 2. Pressuremeter testing mechanism[2]

While both field tests provide important information about the soil environment to be designed, field practices show that SPT test is widely performed, whereas, PMT test is not performed at the same frequency. The reason for this is that the PMT test procedure is more demanding and it is claimed that it often creates an additional cost burden. Fortunately, no matter how hard the contractors pushed the conditions for their own purposes, researchers have not hesitated to develop alternative solutions. Ampirical methods and computational calculations have been used to obtain pressuremeter test paramaters; deformation modulus E_{PMT} and limit pressure P_L, using commonly performed site investigation test results. Among these applications, artificial intelligence-based applications that include different approaches are the leading ones.

Aladağ et al. [4] proposed a NN based prediction model for estimation of presssuremeter test

parameters, E_{PMT} and P_L. Zaki et al. [5] used the group method of data handling process to predict pressuremeter modulus. Vasillios [6] developed NN based model to predict compressive strength of rock units. Moayed et al. [7] proposed a NN based prediction model to predict E_m and P_L using the water content, plasticity index and SPT-N_{60} numbers. Pham et al. [8] studied with four different soil types namely; sandy clay, fine sand, medium sand and coarse sand with mixing portland cement at different contents. The developed prediction model used to estimate compressive strength of the mixed specimens. Wu et al. [9] developed two different neural network applications; multilinear perceptron and Elman neural network model to predict limit pressure and pressuremeter modulus using the piezocone test results.

In this study, a database was created by compiling 102 soil data of geotechnical investigations carried out in Istanbul. The data in this database is belonging to SPT and PMT results performed in the field. An ANFIS model developed using Matlab 2021b software, trained and tested with the created database. The deformation modulus E_{PMT} and the limit pressure P_L values, which are pressuremeter test parameters, were estimated by developed model. The performance of the model in both training and testing phases was evaluated using R^2 and MSE coefficients. As an artificial intelligence-based computing algorithm, the usefulness of ANFIS for prediction of geotechnical parameters has been examined and it has been evaluated as an alternative method for the preliminary design stage study.

2 Fuzzy inference systems

ANFIS (Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System) has a structure in which both fuzzy logic and artificial neural networks are used together and it was put forward by Jang [10]. Fuzzy logic is a logic structure of cluster proposed by Zade [11]. According to the classical approach, an object may be or not an element of a cluster. However, in the fuzzy logic, each object has a membership degree belonging to a cluster. To express mathematically, in the classical approach objects take a value of "1" if they are members of a cluster and "0" if they are not an element of it. In the fuzzy set, each object has a degree of membership. The membership degree of the object can be any value in the range of 0 and 1 and the membership function is denoted by M (x). Depending on their membership level, objects become member of a cluster.

ANFIS is capable of generating solutions for nonlinear functions that incorporate the benefits of both approaches; artificial neural networks and fuzzy logic. The structure of this network consists of two parts; the premise and the conclusion parts with in total five layers. In the first layer, input values and membership functions belonging to them are determined. This layer is known as the fuzzification layer. The second layer is the layer where learning rules take place. The weights over interconnections are normalized in the third layer. In the fourth layer, the normalized weights are accepted as input elements and results are calculated. Finally, defuzzification values are delivered to the output layer. A typical architecture of ANFIS is presented in Figure 3.

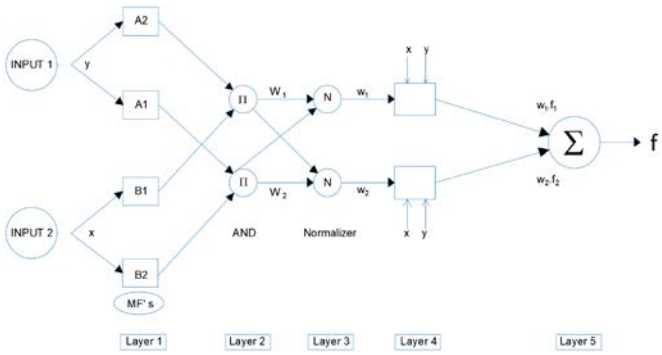


Figure 3. A typical architecture of ANFIS

3 Methodology

Data obtained from geotechnical investigations were first transformed into a meaningful data set. In this context, 4 main columns were formed for the analyzed data: soil type, soil depth, corrected SPT number (SPT-N60), and effective stress. Since the analyzed data belong to both sandy and clay soils, the data for each soil type have been brought together in two separate sections that make up all the data. Data groups with missing parameters in the data set are eliminated. Thus, meaningless null data, which will reduce the performance of the prediction model to be developed, has been disposed of.

In order to see the relationship between the results obtained from both soil tests, first of all, the relationship between the SPT-N number and the two parameters of the pressuremeter test was examined. Later, with the developed ANFIS-based prediction models an attempt was made to predict E_{PMT} and P_L parameters. Since the ANFIS prediction model can produce only one output element, two

models with the same input elements and network structure were created for both PL and E_{PMT}. The performances of the developed prediction models were evaluated on the MSE and R^2 values. Comparative evaluations were made by presenting the measured data and the estimated ones in a graphical environment.

4 Prediction model

The prediction model created consists of 4 input elements and one output element. SPT-N_{60} number, soil depth, soil type, and effective stress parameters were determined as input elements. Deformation modulus E_{PMT} and limit pressure P_L, which are pressuremeter test parameters, were determined as output elements. The higher amount of the data as 82% used for calculations of training phase and a lower amount of total data, 18% used for testing phase calculations. The Takagi–Sugeno inference model was used as the ANFIS model because of its high computational performance. Thus, the model worked in harmony with the adaptive techniques of neural networks. Adaptive techniques allow membership functions to be conformed. Based on this, input parameters are adapted during the training phase, thus creating membership functions. This calculation model allows one output element. Therefore, two models were developed with the same input elements and having the same structure to predict E_{PMT} and P_L. The schematic view of the model developed for E_{PMT} is shown in Figure 4.

With the developed model, 4 sub-sets for depth, 6 for SPT number, 2 for soil type and 6 sub-sets for effective stress were defined. Depending on the number of these sub-sets, a total of 1296 learning rules have been generated. The dataset was first loaded to the ANFIS calculation module of the software and then, the input and output parameters were defined. A fuzzy Inference System (FIS) was generated and training and testing processes were achieved. The predicted values for both the training and testing dataset were plotted with the targeted values. If the prediction model gives an acceptable error rate, the process is terminated. In case of the error is above the pre-determined level, the membership functions are modified and the process is repeated until the targeted error value is reached. The process is completed when the developed model gives a sufficiently low error. At this stage, output values are considered to be ready for presenting in a graphical environment with input values. The flowchart of the developed model can be seen in Figure 5.

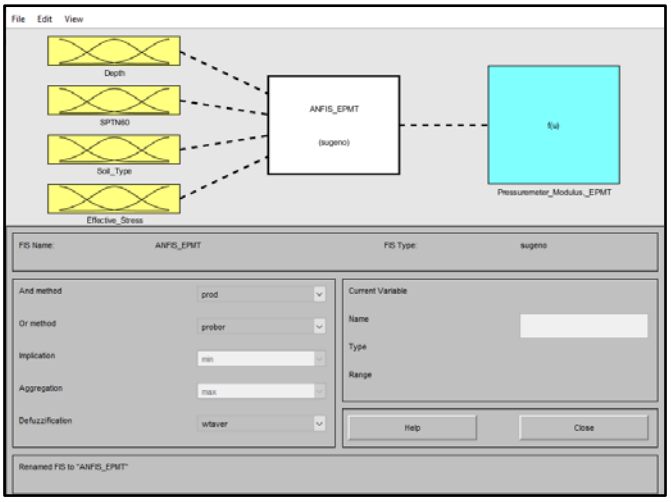


Figure 4. The schematic view of the model

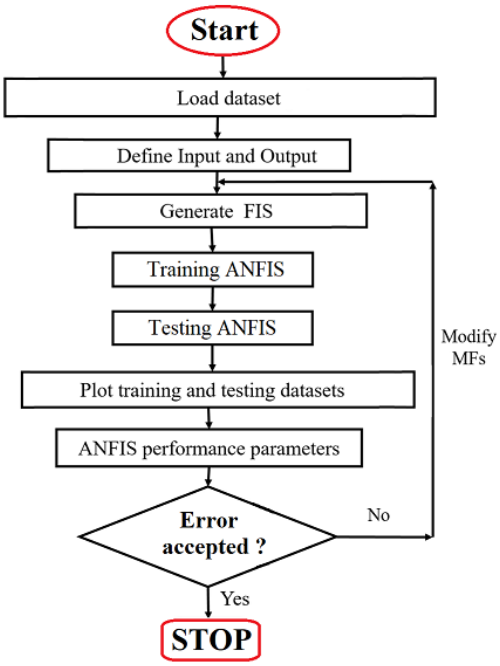


Figure 5. Flowchart of the developed ANFIS

5 Discussion and results

The variation of limit pressure, P_L with SPT-N_{60} is shown in Figure 6a. The correlation coefficient between SPT-N_{60} and P_L is calculated as R^2=0.64. The mean values of SPT-N_{60} and P_L are calculated as 33 and 2.1, respectively. The variation of deformation modulus E_{PMT} with SPT-N_{60} is shown in Figure 6b. The mean value of E_{PMT} is calculated as 2.17 MPa. Both of the parameters obtained by the pressuremeter test are observed to have linear variation with SPT-N_{60}, reasonably. Since the data is belonging to both clayey and sandy soils, the

effecting parameters such as stress history, fissured structure, the plasticity and moisture content for clays, and relative density for sands may lead to different orientations of the data. The scattered data affecting the establishment of the regression line is attributed to this fact.

The comparison of the target values of E_{PMT} with the predicted ones by the proposed model at two successive phases is shown in Figure 7. The regression coefficients are calculated as; R^2= 0.9858 and 0.7271 for training and testing phases, respectively. The MSE of both phases of predictions are calculated as; 0,93 and 44, respectively. The fact that the success achieved in the training phase is higher than of obtained by the testing phase is attributed to the considerably larger number of data used at this phase and the model's tendency to memorize. However, the prediction performance at the testing phase is also acceptable.

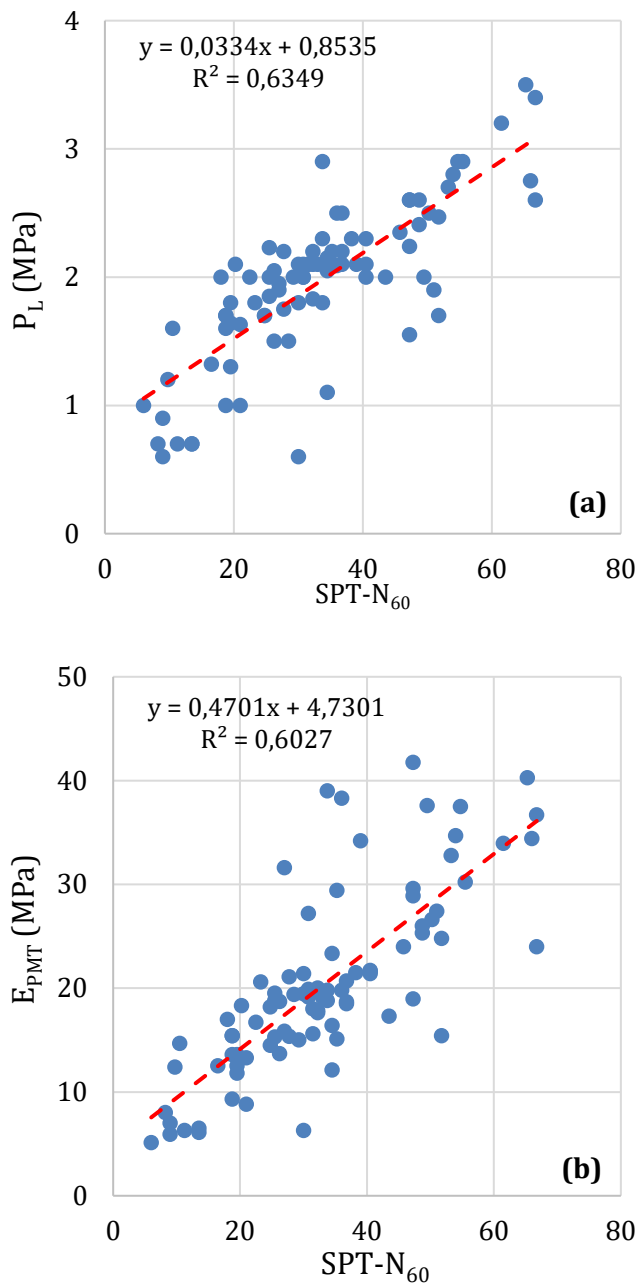


Figure 6. The variation of **a.** SPT-N_{60} with P_L and **b.** SPT-N_{60} with E_{PMT}

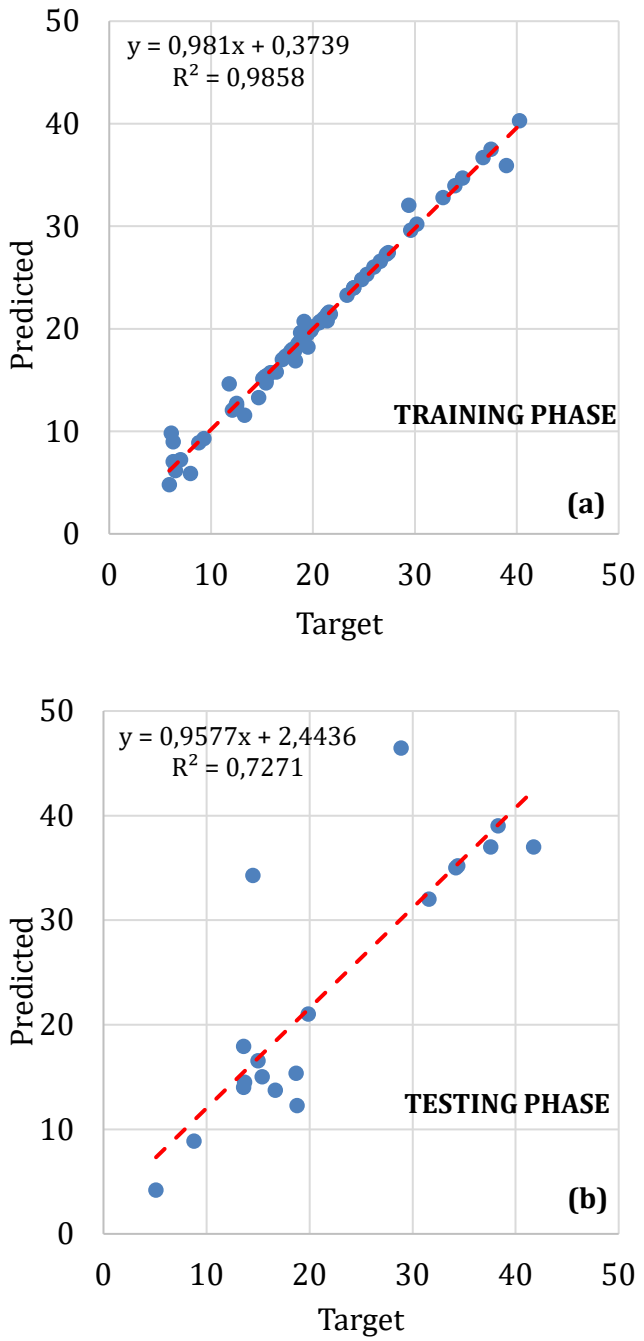


Figure 7. Comparison of target and predicted E_{PMT} for **a.** training phase and **b.** testing phase

The comparison of the targeted P_L values with the predicted ones is presented in Figure 8. The regression coefficients for training and testing phases are calculated as; R^2= 0.9754 and 0.6854, respectively. The calculated MSE values are 0.01 and 0.1, respectively. Fact that both the P_L and E_{PMT} parameters were obtained from the pressuremeter test, the relationship between the measured and predicted parameters followed a similar trend for both parameters. It is seen that the success of the model for the training phase is unquestionably high, while it is acceptable for the testing phase.

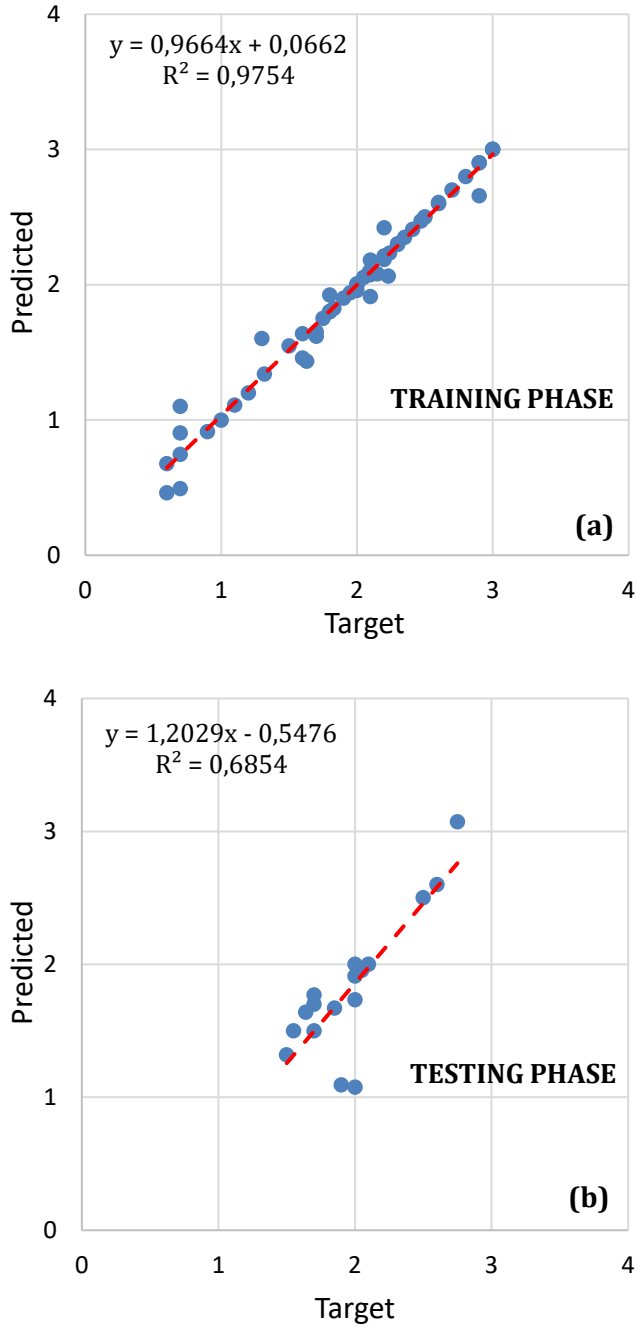


Figure 8. Comparison of target and predicted P_L for **a.** training phase and **b.** testing phase

6 Conclusion

In geotechnical investigations, in-situ tests provide a great advantage in terms of obtaining soil properties with sufficient accuracy. It is known that the experimental parameters, which could not be realized due to the field conditions, project constraints and other factors, were estimated by the researchers using correlations or different calculation methods developed. From this point of

view, it is seen that the fuzzy cluster logic is highly efficient for the estimation of geotechnical parameters that vary in a very wide range and are affected by the field and operator conditions. In this study, the relationship between SPT and PMT test resulst are provided for the investigated dataset. Then, pressuremeter test parameters, E_{PMT} and P_L were estimated using SPT data, which is a commonly used field test. ANFIS-based two prediction models have been developed that have the same input elements and structural properties for each parameter, P_L and E_{PMT}. The results obtained by the conducted study are as follows:

- Models developed for the estimation of E_{PMT} and P_L have been shown to make highly accurate predictions.
- The prediction performance achieved at the training phase is quite high, whereas it is lower for the testing phase but at acceptable levels.
- Proposed models for E_{PMT} and P_L yielded similar results.
- For the dataset studied, ANFIS as a system that combines the characteristics of artificial intelligence and fuzzy logic has been shown to give successful results in the prediction of considered geotechnical parameters.
- The success of experience based prediction models depends on the quality of the data set as well as the method used. As long as the data used is of good quality, the success of the developed prediction model will be higher. Therefore, the prediction model developed and the empirical equations produced in this study are suitable for use in similar soil conditions.

References

[1] Sarker, D., & Abedin, Z. (2015). Applicability of Standard Penetration Test in Bangladesh and Graphical Representation of SPT-N Value. International Journal of Science and Engineering Investigations, 4(41).

[2] Narimani, S., Chakeri, H., & Davarpanah, S. M. (2018). Simple and non-linear regression techniques used in sandy-clayey soils to predict the pressuremeter modulus and limit pressure: A case study of Tabriz subway. Periodica Polytechnica Civil Engineering, 62(3), 825–839. https://doi.org/10.3311/PPci.12063

[3] Bennert T, Hanson D, Maher A. "Influence of pavement surface type on tire/pavement generated noise". *Journal of Testing & Evaluation*, 33(2), 94-100, 2005.

[4] Bennert T, Hanson D, Maher A. "Influence of pavement surface type on tire/pavement generated noise". *Journal of Testing & Evaluation*, 33(2), 94-100, 2005.

[5] Bennert T, Hanson D, Maher A. "Influence of pavement surface type on tire/pavement generated noise". *Journal of Testing & Evaluation*, 33(2), 94-100, 2005.

[6] Zaki MFM, Ismail MAM, Govindasamy D, Zainalabidin MH. "Correlation between PMT and SPT results for Kenny hill formation". Bulletin of the Geological Society of Malaysia, 141–146, 2019.

[7] Vassilios C, Konstantinos "D. Predicting uniaxial compressive strength of serpentinites through physical, dynamic and mechanical properties using neural networks". Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering, 13(1), 167-175, 2021.

[8] Moayed ZR, Kordnaeij A., Mola-Abasi H. "Pressuremeter Modulus and Limit Pressure of Clayey Soils Using GMDH-Type Neural Network and Genetic Algorithms". Geotechnical and Geological Engineering, 36(1), 165–178, 2018.

[9] Pham VN, Do HD, Oh E, Ong DEL. "Prediction of unconfined compressive strength of cement-stabilized sandy soil in Vietnam using artificial neural networks (ANNs) model". International Journal of Geotechnical Engineering, 00(00), 1–11, 2021.

[10] Wu M, Congress SSC, Liu L, Cai G, Duan W, Chen, R. "Prediction of limit pressure and pressuremeterodulus using artificial neural network analysis based on CPTU data". Arabian Journal of Geosciences, 14(1), 2021.

[11] Jang, JR. "ANFIS: Adaptive-network-based fuzzy inference system. IEEE Transactions on Systems". Man, & Cybernetics, 23(3), 665–685, 1993.

[12] Zadeh, L.A. "Fuzzy sets, Information and Control", 8, 338-353, 1965.

Öğrencilerin Fen Okur Yazarlığı Yeterlilik Seviyelerinin Bilişim Teknolojilerine Yönelik Görüşleri Kullanılarak Tespiti

Hakan GÜLDAL[1*], Emrah OĞUZHAN DİNÇER[2]

[1]*Trakya Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Bölümü Edirne, TÜRKİYE*

[2]*Trakya Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü Edirne, TÜRKİYE*

Özet

Bu çalışmada, öğrencilerin bilişim teknolojilerine yönelik görüşleri kullanılarak fen okuryazarlığı yeterlilik seviyelerinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Çalışmanın veri seti PISA (The Programme for International Student Assessment) 2018 Türkiye uygulamasındaki fen okuryazarlığı yeterlilik seviyeleri ve öğrencilere yöneltilen anket sorularından oluşmaktadır. PISA 2018 Türkiye uygulamasına 186 okuldan 6890 öğrenci katılmıştır. Veri setinde, temizleme işleminden sonra 28 özellikle birlikte 5639 öğrenciye ait örnek bulunmaktadır. Analizlerde, Naive Bayes ve k-En Yakın Komşuluk ve ZeroR sınıflandırma algoritmaları k-Katlamalı Çapraz doğrulama yöntemi ile birlikte kullanılmıştır. Elde edilen bulgulara göre en yüksek başarıyı 35.04 doğruluk değeriyle k-En Yakın Komşuluk (k=5 parametresiyle) algoritması göstermiştir. K-En Yakın Komşuluk algoritmasını sırasıyla 34.53 doğruluk değeriyle ZeroR ve 32.68 doğruluk değeriyle Naive Bayes algoritmaları takip etmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Fen Okur Yazarlığı, Eğitsel Veri Madenciliği, PISA 2018, Sınıflandırma*

Determining of Science Literacy Proficiency Levels of Students by Using Their Views on Information Technologies

Abstract

The aim of the study was to determine the science literacy proficiency levels of students by using their views on information technologies. The dataset in the study consisted of the science literacy proficiency levels and student questionnaires in the PISA (The Programme for International Student Assessment) 2018 Turkey test. Turkey PISA 2018 test was conducted with 6890 students from 186 schools. In the data set, there are samples of 5639 students together with 28 features after the cleaning process. For analysis, Naive Bayes and k-Nearest Neighborhood and ZeroR classification algorithms were used together with k-fold Cross-validation method. According to the findings, the k-Nearest Neighborhood (with k = 5 parameter) algorithm showed the highest success with an accuracy of 35.04. The k-Nearest Neighborhood algorithm was followed by ZeroR with 34.53 accuracy values and Naive Bayes algorithms with 32.68 accuracy values, respectively.

Keywords: *Science Literacy, Educational Data Mining, PISA 2018, Classification*

1 Giriş

II. Dünya savaşından sonra, uzay teknolojilerinde yapılan atılımlar, ülkelerin teknoloji lideri olma istekleri fen eğitimine yeni bir yaklaşım getirilmesi gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. Böylelikle, toplumun bilimle bütünleştirilmesi hedeflenmiştir. Toplumla bilimin bütünleştirilmesi hedefinin en büyük yansıması da toplumun fen okuryazarı bireylerden oluşması gerektiği sonucu olmuştur. Bu anlayış tüm modern toplumlara yayılmıştır. Değişen fen

[1*] İletişim e-posta: hguldal@trakya.edu.tr

programlarındaki düzenlemelerle beraber günümüz toplumundaki bireylerin fen ve teknoloji okuryazarı yetişmeleri hedeflenmiştir. Ülkemizde de son 15 yıl içinde hazırlanmış fen öğretim programları incelendiğinde temel vizyonun fen bilimleri okuryazarı bireyler yetiştirme üzerine kurulduğu anlaşılmaktadır [7]. Fen okuryazarlığı literatürde karşımıza bilim okuryazarlığı olarak da çıkmaktadır. Fen okuryazarlığının uluslararası anlamda kabul edilmiş tek bir tanımı yoktur. Shen (1975) fen okuryazarlığının altı unsurunu a) temel fen kavramlarını anlamak, b) bilimin doğasını anlamak, c) fen ve toplum arasındaki ilişkiyi anlamak, d) fen ve beşeri bilimler arasındaki ilişkiyi anlamak ve f) fen ve teknoloji arasındaki ilişkiyi ve farklılıkları anlamak olarak tanımlamıştır [13]. OECD'nin PISA taslak çerçevesinde, fen okuryazarlığı sorumluluk sahibi bir birey olarak fen fikirleri ile ve fenle ilgili konularla ilgilenme yeteneği olarak tanımlanırken, fen okuryazarı bir bireyin olayları bilimsel olarak açıklayabilen, bilimsel araştırma tasarlayıp değerlendirebilen ve verileri bilimsel olarak yorumlayabilen bir birey olması gerektiğinin altı çizilmektedir [10].

Öğrencilerin fen alanındaki başarıları PISA ve TIMMS gibi uluslararası düzeyde yapılan araştırmalarla ölçülmektedir. PISA (Programme for International Students Assesment- Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı) 15 yaş grubundaki öğrencilerin matematik okuryazarlığı, fen okuryazarlığı ve okuma becerilerini ölçmek için üç yılda bir OECD (Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü) tarafından yapılan bir araştırmadır [9]. PISA'nın her uygulamasında periyodik olarak matematik, fen ve okuma becerileri alt alanlarından birine öncelik verilmektedir. Uluslararası bir araştırma olması ve yaşıt öğrencilerin günlük hayatta karşılaşabilecekleri problemleri çözme becerilerinin karşılaştırılıyor olması ülkelerin eğitim programlarını gözden geçirip, eksikliklerini belirleyip yeniden ele almaları için fırsat vermektedir [6].

Veri madenciliği, büyük miktarlardaki verinin içinden geleceği tahmin edilmesinde yardımcı olacak anlamlı ve yararlı bağlantı ve kuralların bilgisayar programlarının aracılığıyla aranması ve analizidir [11]. Thuraisingham (2003) veri madenciliğini büyük miktarda veriden önceden bilinmeyen bilgileri çıkarma süreci olarak tanımlamaktadır [12]. Eldeki ham haldeki veri bilgiye ve anlamlı hale veri madenciliği yolu ile getirilebilmektedir. Veri madenciliğinin eğitim alanında uygulamalarının yapılmasının verimli analizler üretebileceği düşünülmektedir [3]. Bu çalışmada PISA 2018 anket verileri kullanılarak öğrencilerin veri madenciliği yöntem ve teknikleri yardımıyla fen okuryazarlık düzeylerinin tahmin edilmesi amaçlanmıştır.

2 Yöntem

Çalışmada veri seti PISA 2018 Türkiye öğrenci anketi verilerinden ve öğrencilerin fen okuryazarlık yeterlilik seviyelerinden elde edilmiştir. Veri setinin elde edilmesinde OECD web sayfasında sunulan ve uygulamaya katılan tüm ülkelerin verilerini içeren SPSS formatındaki veri dosyası kullanılmıştır. Veri dosyasında Türkiye'ye ait 6890 örnekten oluşan veri filtrelenerek Excel yazılımına aktarılmıştır. Sonraki aşamada, eksik ya da hatalı girişler veri setinden çıkarılmıştır. Veri temizleme aşamasından sonra analiz uygulanan örnek sayısı 5639'dur.

PISA uygulamasında öğrencilerin fen okuryazarlıkları için 1B,1A,2,3,4,5,6 olmak üzere yedi seviye yer almaktadır. Veri setinde, öğrencilerin yeterlilik seviyelerinin sayısal değerleri *SEVIYE1B, SEVIYE1A, SEVIYE2, SEVIYE3, SEVIYE4, SEVIYE5, SEVIYE6* şeklinde nominal değerlere çevrilmiştir. Bu nominal değerler veri setinde sınıf etiketi olarak kullanılmıştır.

Veri seti öğrencilere anket sorularında yöneltilen bilişim teknolojilerinin kullanımı ile ilgili sorulardan oluşan 28 özellikten oluşmaktadır. Özellik kümesinin detayları Tablo 1'de sunulmuştur.

Analizlerde Naive Bayes ve k-En Yakın Komşuluk ve ZeroR sınıflandırma algoritmaları k-Katlamalı Çapraz doğrulama yöntemi ile birlikte kullanılmıştır. k-Katlamalı çapraz doğrulama yöntemi k=10 parametresiyle kullanılmıştır. Bu yöntem sınıflandırma analizlerinde veri setini k eşit parçaya bölerek ve analizi k kez tekrar ederek gerçekleştirilmekte ve böylece aynı veri setinin hem test hemde eğitim amaçlı kullanılması sağlanmaktadır. Analizler, Linux işletim sistemi üzerinde ve açık kaynak kodlu WEKA yazılımı [5] kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Tablo 1. Analizlerde Kullanılan Özellik Kümesi

PISA Kodu	Anket Sorusu
IC002Q01HA	İlk kez dijital bir cihazı kullandığınızda kaç yaşındaydınız?
IC004Q01HA	İlk kez internete girdiğinizde kaç yaşındaydınız?
IC005Q01TA	Hafta içi normal bir günde, okulda ne kadar süre internet kullanıyorsunuz?
IC006Q01TA	Hafta içi normal bir günde, okul dışında ne kadar süre internet kullanıyorsunuz?
IC007Q01TA	Hafta sonu normal bir günde, okul dışında ne kadar süre internet kullanıyorsunuz?
IC013Q01NA	Dijital cihazları kullanırken zamanın nasıl geçtiğini unuturum.
IC013Q04NA	İlgilendiğim bilgileri bulmak için internet büyük bir kaynaktır (ör. haberler, spor, sözlük gibi).
IC013Q05NA	İnternetteki sosyal ağlar çok faydalı.
IC013Q11NA	Yeni dijital cihazlar veya uygulamaları ilk kez kurcalarken çok heyecanlanırım.
IC013Q12NA	İnternet bağlantısı olmadığında kendimi gerçekten kötü hissederim.
IC013Q13NA	Dijital cihazları kullanmayı seviyorum.
IC014Q03NA	Çok alışkın olmadığım dijital cihazları kullanırken kendimi rahat hissederim.
IC014Q04NA	Arkadaşlarım ve akrabalarım yeni dijital cihazlar ya da uygulamalar satın almak istediklerinde onlara öneride bulunabilirim.
IC014Q06NA	Evde dijital cihazları kullanırken rahat hissederim.
IC014Q08NA	Dijital cihazlarla ilgili bir sorunla karşılaştığımda bu sorunu çözebileceğimi düşünürüm.
IC014Q09NA	Arkadaşlarım ve akrabalarım, dijital cihazlarla ilgili sorunla karşılaştıklarında onlara yardımcı olabilirim.
IC015Q02NA	Yeni bir yazılım programına ihtiyaç duyarsam bu programı kendim yükleyebilirim.
IC015Q03NA	Dijital cihazları kullanma konusunda başkasına bağımlı olmamak için bu cihazlar hakkında bir şeyler okurum.
IC015Q05NA	Dijital cihazları kullanmak istediğim için kullanıyorum.
IC015Q07NA	Herhangi bir dijital cihazla ilgili sorunla karşılaşırsam sorunu kendi başıma çözmeye çalışırım.
IC015Q09NA	Yeni bir yazılım programına ihtiyaç duyarsam bu programı kendim seçebilirim.
IC016Q01NA	Dijital cihazlarla ilgili yeni bir şeyler öğrenmek için bu ürünler hakkında arkadaşlarımla konuşmayı severim.
IC016Q02NA	İnternette diğer insanlarla, dijital cihazlarla ilgili sorunların çözümleri hakkında fikir paylaşımı yapmayı severim.
IC016Q04NA	Arkadaşlarla buluşarak birlikte bilgisayar ve video oyunları oynamayı severim.
IC016Q05NA	Dijital cihazlarla ilgili bilgileri arkadaşlarımla paylaşmayı severim.
IC016Q07NA	Arkadaşlarım ve akrabalarım ile tartışarak dijital medya hakkında çok fazla şey öğrenirim.

3 Bulgular

Analizler sonucunda elde edilen bulgular göre en yüksek başarıyı 35.04 doğruluk değeriyle k-En Yakın Komşuluk (k=5 parametresiyle) algoritması göstermiştir. K-En Yakın Komşuluk algoritmasını sırasıyla 34.53 doğruluk değeriyle ZeroR ve 32.68 doğruluk değeriyle Naive Bayes algoritmaları takip etmiştir (Tablo 2).

Tablo 2. Algoritmaların Başarı Oranları

Algoritma	Örnek Sayısı	Doğruluk Değeri
K-En Yakın Komşuluk (k=5)	5639	35.04
ZeroR		34.53
Naive Bayes		32.68

Sınıflandırma analizlerine ilave olarak, öğrencilerin anket sorularına verdikleri cevapların bilgi kazanç değerleri de hesaplanmıştır. Buna göre; en yüksek bilgi kazancı sunan anket sorusunun "IC002Q01HA - İlk kez dijital bir cihazı kullandığınızda kaç yaşındaydınız?" olduğu hesaplanmıştır. Diğer anket sorularının en yüksek bilgi kazanç değerlerine sahip olanlar Tablo 3 ile sunulmuştur.

Tablo 3. Anket Sorularının Bilgi Kazanç Değerleri

Anket Sorusu	Bilgi Kazanç Değeri
IC002Q01HA	0.08603
IC013Q04NA	0.06572
IC014Q06NA	0.0622
IC007Q01TA	0.05788
IC004Q01HA	0.05648

4 Tartışma ve Sonuç

PISA sınavı OECD tarafından organize edilip gerçekleştirilen ve pek çok ülkenin katıldığı uluslararası bir sınavdır. Aynı zamanda bu sınav esnasında öğrencilere, öğretmenlere, okul yöneticilerine ve hatta ailelere yönelik anketler uygulanmaktadır. Bu anketler sonucunda elde edilen ve herkesin erişimine açık bir şekilde sunulan büyük bir miktarda veri mevcuttur. PISA sınavı ve anket verileri üzerinde yapılan çalışmalara bakıldığında, önemli bir kısmının genellikle sosyal bilimciler tarafından gerçekleştirilen ve ilişki, eğilim, fark gibi olguları ortaya çıkarmayı amaçlayan istatiksel analizlerden oluştuğu görülmektedir. Bu çalışma ile veri madenciliği yöntem ve tekniklerinin kullanımına dayalı bir analiz gerçekleştirilmesi bu yönden anlamlıdır. Diğer yandan PISA verisi üzerinde veri madenciliği yöntemlerine dayalı araştırmalar da mevcuttur. Örnek olarak; Güre ve Diğerleri (2020) tarafından yapılan bir çalışmada öğrencilerin matematik okuryazarlıklarını etkilen faktörler veri madenciliği yöntem ve teknikleri kullanılarak incelenmiştir [6]. Yine PISA verisi ile veri madenciliği yöntemleri kullanarak [1], [2], [4] gibi çalışmalarda mevcuttur.

Bu çalışma ile elde edilen bulgulara bakıldığında ise, algoritmalarının başarı seviyesinin 32.68 ile 35.04 arasında olduğu görülmektedir. Bunun nedenlerinden birinin verideki sınıf etiketi sayısının fazla olması şeklinde yorumlanabilir. Bu bağlamda, ileri çalışmalarla veri üzerinde ilave ön işlem operasyonları yapılarak ve sınıf etiket sayıları azaltılarak algoritmaların başarı oranının yükseltilmesi sağlanabilir.

5 Kaynakça

[1] Aksu G. ve Güzeller C. O. (2016). PISA 2012 matematik okuryazarlığı puanlarının karar ağacı yöntemiyle sınıflandırılması: Türkiye örneklemi. *Eğitim ve Bilim, 41*(185), 101-122. doi:10.15390/EB.2016.4766

[2] Aksu, G. ve Doğan, N. (2018). Veri madenciliğinde kullanılan öğrenme yöntemlerinin farklı koşullar altında karşılaştırılması. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi,51*(3),71-100.

[3] Aksu, G. (2018). Pısa Başarısını Tahmin Etmede Kullanılan Veri Madenciliği Yöntemlerinin İncelenmesi. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

[4] Benzer, S. ve Benzer, R. (2017). Examination of International PISA test results with artificial neural networks and regression methods. *Savunma Bilimleri Dergisi, 16*(2), 1-13.

[5] Frank, E., Hall, M. A. ve Witten, I. H. (2016). The WEKA Workbench. Online Appendix for Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques Morgan Kaufmann, Fourth Edition.

[6] Güre Ö. B., Kayri M., Erdoğan F. (2020), PISA 2015 Matematik Okuryazarlığını Etkileyen Faktörlerin Eğitsel Veri Madenciliği ile Çözümlenmesi, Eğitim ve Bilim, Cilt 45 (2020) Sayı 202 393-415

[7] Karslı, N., Berberoğlu, G., & Çalışkan, M. (2019). Türkiye'de PISA Fen Okuryazarlık Puanlarını Yordayan Değişkenler. Uluslararası Bilim ve Eğitim Dergisi, 2(2), 38-49.

[8] Kaya, V. H., & Dogan, A. (2017). Determination and Comparison of Turkish Student Characteristics Affecting Science Literacy in Turkey According to PISA 2012. Research Journal of Business and Management, 4(1), 34-51.

[9] MEB – Millî Eğitim Bakanlığı. (2019). PISA 2018 Türkiye Ön Raporu Ulusal Raporu. Eğitim Analiz ve Değerlendirme Raporları Serisi, No:10, Ankara.

[10] Pisa, O.E.C.D. (2015). Draft science framework. 2014-07-17]. http://www. oecd. org/pisa/pisaproducts/Draft PISA 2015 Science Framework. pdf

[11] Savaş, S., Topaloğlu, N., & Yılmaz, M. (2012). Veri madenciliği ve Türkiye'deki uygulama örnekleri. İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Yıl:11 Sayı: 21 Bahar 2012 s. 1-23

[12] Thuraisingham, B. (2003). Web data mining and applications in business intelligence and counter-terrorism. CRC Press.

[13] Shen, B.S.P. (1975). Science literacy and the public understanding of science. In S. B. Day (Ed.), Communication of scientific information (pp. 44-52). Basel, Switzerland: S. Karger A.G.

Ön Yüz Tabanlı Geliştirmede Tasarım Odaklı Düşünme Yaklaşımı

Ceren Yavrutürk[1]*

[1]*Doğuş Teknoloji, İnteraktif Web Projeler, Frontend Developer, TÜRKİYE*

Özet

Bu makale, "Tasarım Odaklı Düşünme" biçimini, insan odağını ele alarak; planlama, modelleme, persona oluşturma ve stratejik düşünmedeki en ilginç kararların bazılarını örnekler ile ayrıntılı olarak aktarmaktadır. Bu düşünce biçimi, temelinde gereksinim veya ihtiyaç olan problemi ele alır. Çözüm için müşteri-kullanıcı ilişkisi arasında demografik ve değer yargılarını, ihtiyaç noktalarını, bireysel-toplumsal hedefleri, tercihleri ve daha pek çok ayrıştırıcı prensip ile somutlaştırarak birbirinden ayrı ve bir bütün halinde inceleme imkanı verir. Bu prensipte öğreneceklerimiz, insan ve kurumsal kimliği birleştirerek, yaşamsal dünya içerisinde yaş, eğitim, cinsiyet gözetmeksizin ihtiyacı karşılamaya yönelik yeni bir bakış açısı geliştirmektir. Kişinin ve o ihtiyaca hizmet edecek ürün için hitap edecek topluluğun; benliğini ve isteklerini iyi anlamaktır. Çıkarttığımız analiz ve raporlama sonuçlarında ise belirli kalıplarda personalar oluşturarak bu persona yapılarına uygun çözüm önerileri ile önce tasarımsal kalıba dökme gerçekleşir. Giydirme işlemi ile ön yüz tabanlı yazılımda ürün haline getirilir ve süreç tamamlanır. Bu süreç içerisinde kullanılan metotlar genellikle müşteri ve kullanıcı bazlı ihtiyaca yönelik sorgulamalar, soru-cevap görüşmeleri, kişi ve o ihtiyaca yönelik topluma hitap eden analizler ile oluşturduğumuz raporlamalardır. Bu yöntemi daha önce kullanmış olan örnek projeler, projelerimiz üzerinde çıkarttığımız grafikler, müşteri-kullanıcı (ihtiyaç-problem) bazlı karşılaştırmalarımız inceleme içerisinde yer alır. Aynı zamanda, bu metodolojiyi kullanmadan önce mevcut ihtiyaç belirleme stratejisini ve kullandığımız metodoloji ile ihtiyaç ve problem çözme analizimizde nelerin değiştiğini incelemektedir.

Anahtar Kelimeler: *Tasarım odaklı düşünme, ön yüz geliştirme, tasarım, davranış, strateji*

The Design Thinking Approach for Front-end Development

Abstract

This article discusses "Design Thinking" by considering the human focus; It details some of the most interesting decisions in planning, modeling, persona building, and strategic thinking, with examples. This way of thinking deals with the requirement or the need at its core. It provides the opportunity to examine demographic and value judgments, need points, individual-social goals, preferences and many other distinctive principles between the customer-user relationship for a solution, separately and as a whole. What we will learn in this principle is to develop a new perspective to meet the needs in the vital world, regardless of age, education and gender, by combining human and corporate identity. It is a good understanding of the person and the community that will appeal to the product that will serve that need; its self and desires. In the analysis and reporting results we have found, by creating certain personas, the design fiction is realized first with the solution suggestions suitable for these persona structures. The fiction we have created is turned into a product in front-facing software and the process is completed. The methods used in this process are generally customer and user-based needs-based inquiries, question-answer interviews, and reports that we create with analysis that appeal to the individual and the society for that need. Sample projects that have used this method before, graphics we have drawn on our

projects, customer-user-based comparisons are included in the review. At the same time, before using this methodology, it examines the current needs assessment strategy and what has changed in our needs and problem solving analysis with the methodology we use.

Keywords: *Design thinking, front-end web development, design, behaviour pattern, strategy*

Giriş

Mekanik olarak zihnimiz, uyandıktan uyuma sürecine geçiş evresine kadar, gün içinde sürekli çalışır, düşünce ve fikir geliştirir, beyin her koşulda işlem halindedir. Duyu organları ile algıladığı her bir soyut veya somut nesne için zihin, dönüt oluşturur bunu bedensel ve sözlü olarak ifade eder.

Tasarım, kişinin gereksinimleri ve bu gereksinimlerin doğrultusunda gelişen, her bireyin doğuştan gelen hayal gücüne hitap ederek, zihinde modelleme yaparak oluşturulmuş bir tür işleştirme sürecidir. "Tasarım terimi o kadar çok anlam basamağına sahiptir ki bu bile tek başına bir karmaşa kaynağıdır"[1] Başka bir deyişle; "Tasarım, insanın etrafında keşfettiği bir olguyu, bir problemi; anlayarak, hissederek ve deneyimleyerek bunun çözümünü çeşitli yöntemlerle anlatma sanatıdır" [2]

Zihin, işleştirme yolculuğunda çalıştığı süre boyunca farkında olmadan bir modelleme üzerinde hareket eder. "Yaratıcı beyninizi çalıştırmanın faydaları, iş yerinizde 'Kalıpların dışında düşünme', problemlere eşsiz çözümler bulma ve hatta belirli aktivitelerden daha çok hoşlanma yeteneğine sahip olmayı içerir".[3] İhtiyaç prensipleri doğrultusunda, gereksinimi doğrudan karşılayacak soyut veya somut nesneyi düşünür ve eğilimi bu yönde gerçekleşir. Örneğin; kişi susadığında bir bardak suya ihtiyaç duyar. Bunun için zihninde gerçekleşen düşünce bir bardak ve sürahi olacaktır.

Farklı bir örnek daha ise; 4 duvarlı ve tepesi açık bir odada mahsur kalan bir kişi çıkma düşüncesini zihninde üretmektedir. Zihinde çıkmak için gerekli ihtiyaçlar sıralanır; öncelikli ihtiyaç bir kapıdır fakat mevcutta yoktur. Tepenin açık olduğunu fark eder ve ihtiyaç analizi sıralanır; merdiven, sarkıt bir ip, bir insan veya farklı yardım talepleri fakat bunlar da mevcut değildir. Mevcut olmayan her detay, yeni bir bakış açısı doğurur. Düşünceler artar ve bakış açısını genişletmeye başlar, tırmanma iç güdüsünü denemek ister ve başarır. Sonunda birey, içgüdüsel olarak kurtulma ihtiyacı hissettiği için motor beceresini geliştirmiş ve deneyimleyerek tırmanma eylemi gerçekleştirmiştir. Bu durumda kişi odaklanıp, tasarımsal ihtiyacı benimsemiş, analiz haritası, yeni bakış açıları geliştirmiş ve ihtiyacına en uygun çözümü üreterek sonuca ulaşmıştır.

Tasarım odaklı düşünme veya düşünce; bir biçim, yeni bir bakış açısı yakalama metodolojisidir ve diğer bir isimle İnovatif (Yenilikçi) düşünce yaklaşımı olarak da tabir edilebilir.[4] Karar merceğinde, hedef kilit noktasına giden yolun doğru ve stratejik kararlar almasına dayanır, yol sonunda kararlı ve net bir cevap doğurması için türetilmiştir. Mantığında, çözümlenen ürün için, o ürüne giden yolun ihtiyaç haritasında ki doğruluğu ve kararlılığı prensibini taşır.

Topluluk ve bireysel olarak herkesin yaratıcılık iç güdüsü vardır. Bu yaratıcılık iç güdüsünü doğru ve yerinde kullanmak yöntem üzerinde açık kapılar bırakır ve böylelikle bireyin bakış açısı genişler, daha perspektif bir bakış açısı ile ürün ihtiyaç haritası üzerinde doğru durak noktaları belirler, durak noktalarını hedef haline getirir ve odaklama sağlar. Gidilen yol üzerinde bu hedefleri takip etmek doğru cevapları bulma olasılığını arttırır, aynı zamanda doğru ve net ihtiyaca giden yolu da belirleme de önemli bir rol oynar.

"Şimdi, evrimdeki yeni aşama, tasarım odaklı deneyim dönemi. Ayakta kalmanın tek yolu bu. Bunu düşün ve yaşa ya da öl! Bu nedenle tasarım odaklı düşünmelisiniz." [5]

Tasarımda Düşünce Kavramı

Tasarım kavramı ile düşünce kavramı birleşmeden önce ihtiyaç noktası, iş yapış biçimi ile ilgili bir değer ataması olmaksızın, kurallara bağlı olmadan veya uyumsuzluk çerçevesinde ilerleme sağlanan bir süreç içerisinde yer almıştır.

1950 yılından önce, "tasarım" ve "düşünce" kalıpları, bir bütün olarak düşünülmekten uzak şekilde çalışma prensibi olarak gelişmiş değildi. Elde edilen bilgilerin, ham ihtiyacı karşılayıp karşılamadığı gözetmeksizin, müşteri ile bir araya gelerek müşterinin ne istediği anlamaya çalışılır, ihtiyaç için tahminler yürütülerek müşteri ihtiyacı irdelenmeden eldeki verileri ve somut delilleri kullanarak ilerleme kaydedilirdi. Bu durum ürün çıkış noktasında harcanan sürenin uzamasına ve kesin olmayan yolların denenerek, proje üzerinde fazla maliyet oluşmasına sebep olurdu.

1950 yılından itibaren, teknolojinin geliştiği ve nüfus artışı ile birlikte sorunların derinleştiği dönemde, ihtiyaç talebinin artışı gözlemlenmeye başlamıştır.

Problem sayısı arttıkça, gereksinim karşılama metotları yetersiz gelmiş, kullanılan metotlar talepleri karşılamaya yetmediği için sorunun derinine inmek; ihtiyaç sahibine daha fazla soru, talebi, karşılayacak olan kişiye ise daha fazla bilgi ihtiyacı gereksinimi doğmuştur. Analizciler ve mühendisler, sorunların yüzeysel olarak çözülemeyeceğini fark etmiş, olay akışları üzerine perspektif bir yaklaşım deneyimleyerek, ürün üzerinde çevresel faktörleri, kişi analizini hedef alan sorular yöneltmişlerdir ve gelişmiş bir düşünme yelpazesi oluşturabilmek için problemi hedef alan bir tasarımsal yapı inşa etmeye karar verilmiştir.

"Nüfusun ve teknolojinin artmasıyla (askeri tehditler dahil), sorunların sayısı ve karmaşıklıkları katlanarak artıyordu. Amerikan yaşam tarzının sürekli iyileştirilmesi, sorunların daha iyi analizini ve yeni çözüm türlerini gerektiriyordu. Kısacası, mühendislerin daha yaratıcı olmaları, ele aldıkları problem türlerini genişletmeleri, tasarım sürecine dahil olan düşünme biçimlerini anlamaları ve tasarımları yeni perspektiflerden değerlendirmeleri gerekiyordu. Yaratıcılığa olan bu sosyal ihtiyaç, 1950'ler ortamının bir parçasıydı ve Carl Rogers (1953), 1952 Yaratıcılık Konferansı'ndaki tartışmalar üzerine düşüncelerinde özetledi:"[14]

"*Bir insan olarak yaratıcılıktan çok uyumluluktan zevk alıyorsak, bu seçeneğe izin verilmemeli mi? Tahminime göre, hepimizin üzerinde asılı duran büyük bir gölge olmasaydı, böyle bir seçim tamamen mantıklı olurdu. Yapıcı ve yıkıcı bilginin en inanılmaz sıçramalarla fantastik bir atom çağına doğru ilerlediği bir zamanda, gerçekten yaratıcı adaptasyon, insanın dünyasındaki sürekli değişen değişime ayak uydurabilmesinin tek olasılığını temsil ediyor gibi görünüyor…. Genel olarak pasif ve kültüre bağlı bir insan, çoğalan sorunlar ve sorunlarla baş edemez*" [14]

"Herhangi bir yön belirlenmeden önce, inovasyon sürecinin en başında tasarım düşünürlerini dahil edin. Tasarım odaklı düşünme, başka türlü yapabileceğinizden daha hızlı bir şekilde daha fazla fikir keşfetmenize yardımcı olacaktır."[6] Düşünce varoluşun temel yapı taşlarından biridir, somut veya soyut her bir nesne düşünce gücüyle ortaya çıkmış tasarımın temelini oluşturur. "Düşünmenin; bilgi, eğilim, işlemler olmak üzere üç bileşeni bulunmaktadır. Düşünmenin amacı yeni bir anlam oluşturmak, ürün ortaya koymak, bir problem için çözüm üretmek veya bir karar vermektir."[7]

Bir sorun dahilinde cevap aranan her türlü olay örgüsü, tasarımsal düşüncenin sonucunda bir ürün oluşturmayı hedef edinir. Tasarım düşüncesinin merkezi, ihtiyacın asıl odağıdır. İhtiyaç, problemi anlamayı ve tanımayı seçer, problem doğrultusunda, problemin ne olduğunu hedef edinmek için kendisini ve çevresini sorgulayarak düşünmeye yöneltir. Bir düşünce fırtınası süreci, ürünün somut hale getirilmeden geçtiği evrelerin tamamını kapsar.

Nigel'ın bir araştırmasında, tasarımda düşüncenin bilgeliğine doğru çıkan yolda, içgüdüsel davranmanın yaratıcılığı tetiklediği belirtilir ve bu görüşü, "Tasarımcılar genellikle çözümlerin üretilmesinde "sezgi" nin rolünü vurgular ve "yaratıcılık", tasarım düşüncesinde önemli bir unsur olarak kabul edilir. Yaratıcı tasarım, genellikle "yaratıcı sıçrama" olarak adlandırılan önemli bir olayın ortaya çıkmasıyla karakterize edilir. Tasarımdaki yaratıcı olaylarla ilgili son araştırmalar, tasarımın bu daha önce bilinmeyen (ve genellikle gizemli olan) yönüne daha fazla ışık tutmaya başladı."[8] sözleri ile ifade etmiştir.

Tasarımda Problem Kavramı

Bireylerin, toplumun ve hayat çerçevesi içerisinde yer alan yaşamsal formun, nesnel veya soyut olarak yetersiz kaldığı, erişime zorlandığı, karşılık olarak ise çözüm gerektiren ve bu yolda cevap aradığı her türlü kavramsal biçim birer problemdir. Tasarım merkezli düşünce biçimi özelinde, basit bir anlatımla, kullanıcı tarafından çözülmeyi bekleyen bir sorun (problem) olarak düşünülmelidir.

Yaklaşım biçimine göre özelleştirdiğimizde, ana merkezde insan ve ihtiyaç kavramları yer alır. Problemin keşif aşamasında, bireyin ihtiyaçları çerçevesinde hareket ederek demografik ve duygusal veriler, yaşam şartlarına uygun analizler ve çevresel faktörler ele alınmalıdır. "Problemin keşfedilmesi ve keşfedilen problem üzerine fikirlerin üretilmesi, sürecin kilometre taşlarını oluşturur"[2]. "Bir "sorun" (veya sorunlu durum), olumlu talepler ile etkili başa çıkma tepkilerinin varlığı arasındaki bir dengesizlik veya tutarsızlık olarak tanımlanır. Spesifik olarak, bir sorun, kişi için etkili bir yanıt hemen görünmediğinde veya mevcut olmadığında, bir hedefe ulaşmak veya bir çatışmayı çözmek için etkili bir yanıt gerektiren herhangi bir yaşam durumu veya görevdir." [9]

Yine benzer şekilde, Thomas J.D'Zurilla ve Arthur M.Nezu, *"Problem-Solving Therapy"* isimli bir

makalesinde, problemin varlığının ve çözüm aşamasında insan üzerinde ki etkilerini "Sosyal problem çözme aynı zamanda bir öğrenme süreci, genel bir başa çıkma stratejisi ve bir özdenetim yöntemidir. Son olarak, sosyal problem çözme kendi kendine yönelik bir öğrenme süreci ve başa çıkma stratejisi olduğu için, aynı zamanda tedavi etkilerinin sürdürülmesi ve genelleştirilmesi için önemli çıkarımları olan bir kendi kendini kontrol yöntemidir." cümleleri ile ifade etmiştir.

Problemin mantığını keşfetmek ve kullanıcı gözünde ihtiyacını giderebilmek için o duruma hizmet eden durumları, açık, karışık veya dinamik bir yapı üzerine kurulu olup olmadığını bulmak gerekir. "Olgun düşünme becerileri, problem çözmenin sıralı adımlarını uygulama ve ahlaki karar verme için sıralı testleri takip etme gibi özel bilgi ve temel düşünme becerileri gerektiren prosedürleri içerir."[10] Bu durumda problem kavramını 3 başlık altında ele alınabilir;

Açık

Problemin kendisini geniş bir kalıp içerisine alarak, sınırlar belirlenmeden her türlü sistematik sorunu ele alan durumdur. Sınırların belirlenmesi gereken alanın dışına (düşünmemize gerek kalmayan kısma) bağlam denir. Bu durum çerçevesi içerisinde, problem üzerinde herhangi bir düşünce veya varsayım, çözüm içerisinde iken var olan probleme ekstra bir sorun çıkartabilir, belirlenmeyen sınırlar içerisine yeni bir problem alarak bağlam ve asıl problem içe içe geçebilir ve çözüm, düşünülmesi güç hale gelebilir.

Karmaşık

Birden fazla unsur ve birbirleriyle ilişkili ya da değil sayısız bağlantıları içeren bir problem çeşididir. Zincirleme bir problem serisini oluşturabilir.

Dinamik

Mevcut sorun içerisine yeni ilişkilerin veya detayların eklenmesi varlığını her daim koruyan ve zaman içerisinde sürekli değişime uğrayan problem örneğidir.

"...Bildik sorun çözme tarzında, *'sorunun tanımlanması'* daima en başta gelir ve organizasyonların üzerinde yükseldiği sorun çözme pratiklerinin sağlam zemini budur. Çoğu kez, etraflarındaki dünyanın açık, karmaşık ve dinamik doğasını fark etmeyen organizasyonlar yerleşik rutinlerine başvurma yanılgısına düşerler, zira kendileri için tanımladıkları haliyle sorun çoğu zaman eski sorunların aynısı gibi görünür. Sorunun sınırlarını çizmek daha zordur ve bugün karşımıza çıkan sorunların çevresinde çok daha karmaşık ve dinamik bir bağlam vardır. Bu bağlam en nihayetinde hangi pratiklerin işe yarayıp hangilerinin yaramayacağını belirler." [2]

Anlama - Keşfetme

Problem ve ihtiyaç kavramları birey ve toplumsal olarak değişebilen yapılardır. Anlama ve keşif evresinde problemi karşılayacak bir çok farklı model kullanılabilir. Modelleme yöntemleri problemin niteliklerine göre değişkenlik gösterir. Bu sebeple anlatılan örnekler ve modelleme biçimleri her projede kullanılmak zorunda değildir. Dikkat edilmesi gereken nokta, problem analiz sürecinde uygun modelleme biçimini bularak proje özelinde en uygun soruları, kullanıcı hedef kitlesine yöneltmektir.

Proto-Persona Oluşturma Süreci

Proto-persona, personadan önce gerçekleşen deneyim çalışmasıdır. Problemi anlama ve keşfetme noktasının en temel başlıklarından biri, "*müşteri hedef kitlesi*"ni öğrenme sürecidir. Proto-persona, gerçek olmayan kullanıcılar üzerinden; ihtiyaca yönelik sorular sorarak, probleme hitap eden kitleyi bulmak ve gerçek kullanıcılar ile soru cevap aşamasına geçmeden önce oluşturduğumuz bir modelleme biçimidir.

Oluşturulan her proto-persona için, cevap bekleyen 5 soru bulunur;

- Amaç: Ürününü neden kullanıyorlar?
- Görev: Hizmetle nasıl etkileşim kuruyorlar?
- Duygu: Kullanım öncesinde ve sırasında düşünceleri nedir?
- Etki: Arka planda gerçekleşen durum nedir?
- Sorunlu Noktalar: Hangi engeller hedeflerine ulaşmalarını engeller?

Problem yaşayan hedef kitleye ait demografik bilgiler, amaçlar ve davranış biçimleri ele alınır, analizleri çıkartılır. Proto-persona modeli ile edinilen bilgiler doğrultusunda, proto-persona kartları oluşturulur.

Bu kart, sorun çözme aşamasında hedef kitle grubuna ulaşabilmek için, oluşturulmuş sorular ve edinilmiş cevaplar doğrultusunda, gerçekliği olmayan bir proto-persona örneğidir.

Persona Oluşturma Süreci

İnsan ile iletişim halinde olan her süreç, değişken hayat çerçevesi içerisinde iyileştirme ihtiyacı benimser. Başarılı bir ürünün temelinde, insan odağını hedef alan düşünce prensibi vardır. Bu odağı kaybetmemek ve değişim sürecine adaptasyon sağlamak için, ürünleştirme aşamalarında gerçek kullanıcı görüşlerinden faydalanılır. Persona deneyimi gerçekliği yansıtır.

Proto-personadan çıkan kabataslak analizler sonucunda kullanıcılara, proje özelinde soru setleri hazırlanır. Ele alınan analiz çıktıları ile gerçek persona kartları oluşturulması için, probleme hitap eden kişi ve davranış şekilleri, hedef kitle üzerinde aranmaya başlar. Hedef kitleye, kullanıcı görüşmelerinde demografik bilgileri, davranış biçimleri ve proje özelinde yöneltilen sorular ile çıkan bilgiler doğrultusunda, gerçek persona çalışmaları oluşturulur. Analiz-ihtiyaç noktasında problemin doğru anlaşılması için proto-persona kartları ile karşılaştırma yapılır.

Persona Çalışmasının Faydaları:

1. ***Araştırmalar sonucunda ortaya çıkan davranış kalıplarını gruplandırabilmek,***
2. ***Müşterilerinizin gözünden rakiplerinizi anlayabilmek,***
3. ***Ürüne eklenecek yeni özelliklerin, önceliklendirilmesini sağlamak,***
4. ***Kullanıcı senaryoları yaratabilmek,***
5. ***Kullanıcı testleri ile katılımcı ihtiyacına cevap verebilmek***

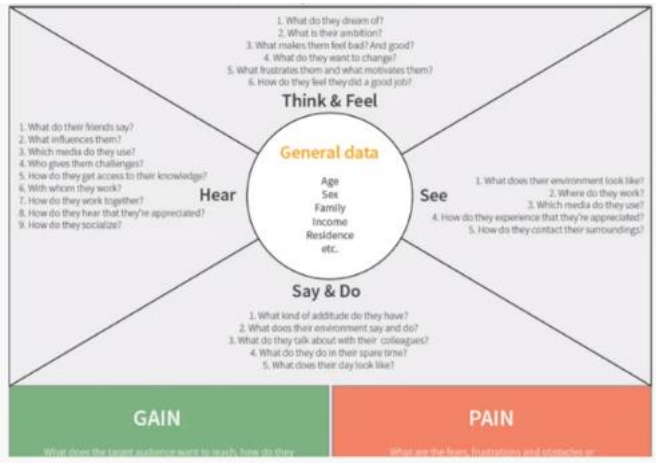
Buradaki önemli nokta, probleme hitap eden doğru hedef kitleyi bulmaktır. Çıkartılan analiz sonucunda net problem, hedef kitleye uymadığı takdirde, hedef kitle üzerinde yapılan kullanıcı testleri doğru bir sonuç vermeyecektir bu durum proje üzerinde yanlış değerlendirmelere, hatalı denemelere, maddi kayıplara ve zaman kaybı yaratan geliştirmelere sebebiyet verebilir.

Empati

Empati kavramsal bir tanım olarak, bireyin kendi duygu, düşünce ve irade gücünü farklı bireyler yerine kullanarak, başka bir bireyin algıladığı duygu, düşünce ve irade gücünü hissetme biçimidir. Empati, kişilerin karşılıklı olarak kurdukları iletişimde, ben merkezci yaklaşımın dışında düşünerek, kişinin kendi istek ve arzuları dışında, bir başkası yerine düşünmeyi ve idrak etmeyi sorgular.

Ürün geliştirme yaklaşımlarında kişi kendisini, ihtiyaç sahibinin yerine koyar, ihtiyaç sahibinin duygularını, düşüncelerini ve problemlerini araştırır, "*Empati Haritası*" olarak adlandırdığımız kanvas çeşidi ile;

Müşterinin "Ne düşündüğü ve "ne hissettiği",
Müşterinin "Ne gördüğü",
Müşterinin "Ne duyduğu" ,
Müşterinin "Nasıl etkilendiği" ,
Müşterinin "Acı noktaları",
Müşterinin "Kazanımları" sorgulanarak problemi tanımak için cevaplar üretilir.



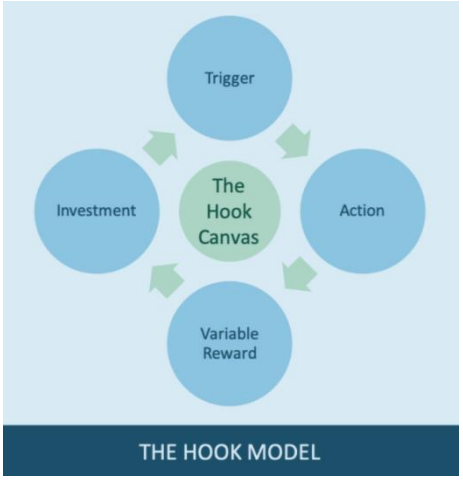
Bu sorgulama sistemi çift taraflı olarak pratik düşünmeyi ve düşüncede akıcılığı sağlar. Takımın veya bireyin kendi düşüncelerinden ve bilgi birikimlerinden arınmış bir şekilde daha geniş bir pencereden bakarak ihtiyaç sahibinin problemlerinin, tabloya dökümü gerçekleşir. Ürünü çıkaracak olan tasarımcı ve yazılımcının bakış açılarını genişleterek, iki farklı grubu ortak bir

noktaya taşır. Sorgulama sağlanırken ihtiyacın net anlaşılması için takımın veya bireylerin kişisel bilgi birikimleri, deneyimleri ve önyargıları bir köşeye kaldırılarak sorgulamadan uzak tutulmalıdır. Sorgulamada verilen cevapları zihin süzgecinden doğru geçirebilmek için, yazılımcı ve tasarımcı birlikte çalışarak ihtiyaç haritası üzerinde pratik düşünce güçlerini birleştirmelidir bu sayede ilerleyiş hızlı ve akıcı bir şekilde gerçekleşecektir. "Web tasarımının psikolojisi, tasarım ilkeleri ile insan davranış faktörlerinin örtüşmesine dayanmaktadır." [11]

Fikir Üretme

Oluşturulan hedef kitle veya kullanıcının, veri analizleri çıkartılıp, araştırması tamamlandıktan sonra fikir üretme aşamasına geçilir.

Fikir üretim aşaması, beyin fırtınası gerektirir ve ihtiyacı karşılamada çözümler geliştiren ekiplerin birlikte çalışması gerekir. Buradaki amaç; cevabı alınmış soruların, fazla kişiler tarafından beyin süzgecinden geçirilerek, bilgilerin ve deneyimlerin düşünceler ile harmanlanması ve bir çok farklı sonuç çıktısı hazırlanmasıdır. Ekipte, ihtiyacı karşılayacak her bireyin söz hakkı olmalıdır ve her fikrin değerlendirilmeye ihtiyacı vardır. Bu durumda karmaşıklık ve çatışmalar meydana gelmemesi ve her fikrin değerlendirme süzgecinden geçebilmesi için, eleme yöntemi uygulanabilir. Beyin fırtınası sonucu çıkan fikirler ekibin kontrol edebilmesi ve sonuçları görüntüleyebilmesi için bir kanvas modeli üzerine yansıtılmalıdır. Ekip üyeleri oylarını kullanarak fikir elemesini gerçekleştirebilir. Eleme gerçekleştikten sonra ekip kararı ile öne çıkan fikirler seçilir ve sonraki aşamaya geçilir.



Hook canvas modeli, fikir üretme aşamasında kullanılan, yaratıcı fikirlerin yönetildiği bir planlama modelidir. 4 aşamalı bir süreçten oluşan bu yapıda tetikleyici(trigger),aksiyon(action), sürpriz(variable reward)ve yatırım(invesment) olarak adlandırdığımız durak noktaları bulunur.

Tetikleyici(Trigger)

Kendi içinde, iç ve dış tetikleyiciler olarak 2 bölüme ayrılır. Dış tetikleyiciler, tekrarlı davranış biçimi oluşturma evresinde kullanılan fikir geliştirme sürecini kapsar. Kişi algısını yöneten ve kullanıcıyla birebir karşılaşmayı sağlayan kanallar kullanılır, reklam çalışmaları kişi algısını etkileme açısından büyük bir örnek olacaktır.

İç tetikleyiciler ise kişinin kendi motivasyonuna dışarıdan müdahale edilmeden etki eden davranış biçimini ele alır. Teknoloji dünyasını örnekleyelim, oturduğunuz bir anda refleks olarak elinize aldığınız telefonunuz ve sosyal medyayı kullanma durumunuz bir iç tetikleyici yaklaşımıdır. İç tetikleyici yaklaşımının doğru çalışması, dış tetikleyicinin doğru çalıştığını gösterir, sebebi ise tüm yönlendirmeler dış tetikleyiciler tarafından sağlanır.

Örneğin, bir anket sitesinin yönlendirmiş olduğu reklam prensibiyle, kullanıcının merak duygusu artarak, anket sitesini aktif olarak kullanmaya başlıyor. Site, etkileşimi canlı tutarak kullanıcısının hangi anket üzerinde ne kadar zaman geçirdiği verisini elinde tutuyor ve ilgisini çektiğini düşündüğü anket formlarını bildirim olarak kullanıcıya yönlendiriyor.

Aksiyon(Aksiyon)

Aksiyon, tetikleyici yaklaşım anında, kullanıcıyı hedef aldığı noktada, ürünün maksimum düzeyde performans göstermesi için, kolay ve basit bir kullanılabilirlik deneyimi sunmalıdır. Kullanıcıya o ürüne giden yolu basit olarak sunmak tetikleyici noktasında vazgeçmesine engel olacaktır. Aksiyon kolay ve basit olmalıdır.

Sürpriz(Variabla Reward)

Yaratılan bu düşünce deneyimlerini alışkanlığa dönüştürebilmek için, çeşitli ve değişken ödüller sunarak, kullanıcı üzerinde özellikli bir durum yaratmalı ve kullanıcının ürüne olan ilgisi arttırılmalıdır. Örneğin; Instagram üzerinde masa görsellerini inceledikten bir süre sonra, Instagram uygulaması, incelemelerinizin analinizi yaparak erişebileceğiniz ve fiyat bilgisini öğrenebileceğiniz

kullanıcıları siz aramadan önünüze çıkartmaya başlıyor.

Yatırım(Invesment)

Kullanıcı üzerine yapılan tüm fikir üretimlerinin ve etkileşimlerin, kullanıcı tarafında deneyimlenmesi ve hizmetin karşılığını verdiğine dair ürün üzerinde etkileşimde kalması, gerçekleşen fikir üzerinde bir yatırım değeri örneği olacaktır.

Prototipleme

Kullanıcıdan geri bildirim alabilmek ve ihtiyacı karşılayan bir ürün oluşturabilmek için, fikir havuzunda toplanan çıktılar, bir ürün taklidi oluşturmak ve tasarlanmak için hazırda bekler. Bu ürün taklidine prototip adı verilir. Daha düşük ve maliyeti az ölçeklendirilmiş bir deneyimi tasarlamak, prototip çıkarım aşamasının başlıca temellerinden biridir. Ürün son haline gelmeden önce, beyin fırtınasından çıkan ve ekip doğrultusunda seçilmiş olan fikirlerin, basit bir şekilde modellemesi çıkartılır. Bu modelleme adımının birden fazla denemesi olabilir. Amaç ihtiyacı karşılayan içeriğe sahip ürünü yaratmaktır.

"Prototip yapma, müşterilerin araştırma ve fikirleri yeniden şekillendirme arasında gidip gelen ve bitmek bilmeyen bir döngüdür. Tasarım, kimi zaman prototip, kimi zaman ise müşteri keşfiyle başlar. Tasarım eylemi, bir sonraki bölümde keşfedeceğimiz test etme eylemini besler." "Fikirlerinizi hızlı, ucuz ve kabataslak prototiplerle şekillendirin. Peçete çizimleri, doğaçlama prototipler ve değer öneri tabloları ile onları elle tutulur hale getirin. Bir prototipe erken safhada bağlanmayın. Prototiplerinizi sade tutmaya özen gösterin. Böylece başka olasılıkları keşfedebilir, onları kolaylıkla yırtıp atabilir ve müşterilerle gireceğiniz yorucu test etme sürecini atlatan prototipleri bulabilirsiniz"[12]

Kullanıcı Testi

Çıkartılan bir ürün prototipi, küçük gruplar veya persona modeli oluşturulurken, kullanıcı görüşmesi yapılan kişiler bazında test edilmelidir. Test etmenin en önemli aşaması dinleme aşamasıdır ve temel amacı daha fazla bilgi öğrenmektir. Kullanıcıya veya müşteriye tasarlanan modellemeyi test ettirerek, prototip üzerinde var olan sorunlar veya karşılanan talepler öğrenilmelidir.

Müşteri istekleri ve beklentisi, ürün ile doğru orantılı ilerler, ihtiyaç ve beklentiler, problem ile ne kadar uyuşuyorsa ürün o kadar başarılı demektir. Tasarlanmış prototip istenilen ihtiyacı karşılamayabilir veya belirli kurallar çerçevesinde probleme net cevap vermeyebilir, bu gibi bir yapıda analizler veya araştırma verileri eksik tanımlanmış olabilir. Net ihtiyacı anlayabilmek ve bir sonraki prototipte müşteri deneyimini maksimum düzeye çıkarabilmek için, ihtiyaç yol haritası tekrar çıkartılmalı, kullanıcılardan alınan geri bildirimler üzerinden, kullanıcılara ve ihtiyaç sahiplerine sorular yöneltilmeli ve daha fazla bilgi öğrenmeye çalışılmalıdır. Böylelikle gelişmiş veya kurulmuş yapıdan tamamen farklı bir prototip tasarlanarak tekrar test aşamasına gelinebilir. Bu bir deneyimdir, deneyimler soruları, sorular ise bilgiyi artırır.

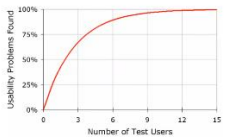
Kullanıcı davranış modeli ve proje özelinde sorulan sorulara istinaden örnek bir soru setini ele alalım;

- *Buna ilk tepkiniz nedir?*
- *Buna bakarken aklınızdan neler geçiyor?*
- *Bu sizin beklentilerinizle nasıl karşılaştırılır?*
- *Burada ne yapabilirsin?*
- *Şu anda herhangi bir sorunuz var mı?*
- *Neden biri bunu kullanıyor?*
- *Bunun size nasıl yardımcı olacağını düşünüyorsunuz?*
- *[Görev] yapmak isteseydin ne yapardın?*
- *Bunun hangi kısımları sizin için en önemlisi idi?*
- *Bilgileri daha anlamlı bir şekilde nasıl sunabiliriz?*
- *Bunu sizin için daha iyi hale getirmek adına değiştireceğiniz/ekleyeceğiniz/kaldıracağınız bir şey var mı?*
- *Beklenen ya da beklenmedik bir şey oldu mu?*
- *Bunu bugün kullanır mısın?*
- *İnsanların bunu kullanmasını engelleyen ne olabilir?*
- *Bunun için ödemek istediğiniz en yüksek fiyat nedir?*
- *Ne olsa severdin ya da sevmezdin?*
- *Sihirli bir değnek olsaydı, neyi değiştirirdin?*
- *Bunun sizin için tasarlandığını düşünüyor musunuz?*
- *Bunu tanımlamak için hangi sıfatları kullanırsınız?*

Bu soru seti ile kullanıcı testlerinde alınan cevaplar doğrultusunda, ürün üzerinde gelişme sağlanarak, istek ve beklenti karşılaması gerçekleştirilir. Soru setleri proje özelinde değişkenlik gösterebilir.

Nielsen Norman Araştırma Şirketine göre, minimum 5 maksimum 7 kullanıcıdan sonra, test edilen prototip üzerinde alınan cevapların, birbirini tekrar ettiği gözlenmiş ve bilimsel olarak kanıtlanmıştır. Bu gibi bir durumda, tekrarlanan cevapların üzerine düşünmek ve yeni sorular yaratmak, asıl ihtiyaç noktasından uzaklaşmaya sebep olabilir. İhtiyaç

noktasına odaklanmak için, prototip üzerinden gelen kullanıcı yorumlarının ayrıştırılarak bakılması önem taşır.



Önyüz Tabanlı Geliştirmede Tasarım Etkisi

Önyüz Tabanlı Geliştirme (*Front-end Development*), tasarımcının, müşteri ihtiyacını karşılayacak ve web ortamına uyacak şekilde deneyim niteliğinde tasarladığı her ürünün, *Html* iskeleti üzerine *CSS* ve *JS* gibi teknolojilerle koda dökülerek web ortamında giydirilmesi ile oluşturulmuş etkileşimli sayfalara verilen isimdir. Tasarımsal deneyimin yazılıma dökülme aşaması, bir anlamda *yazılımsal deneyim* süreci bu kısımda gerçekleşir.

Tasarımsal deneyim kısmında yazılımcı ile ortak çalışmak, ürün çıktı noktasında hızlı ve pratik düşünce için önemli ve kritik bir noktadır.

Deneyim esnasında, tasarımcının düşüncelerini, sonucunda çıktısı gerçekleşecek olan proje özelinde, önyüz tabanlı geliştirme için uygunluğu hedef alarak ilerletmesi, proaktif düşünmeyi ve farklı takımlar ile birlikte çalışıldığı durumda fikir alışverişinde bulunarak mesleki anlamda gözden kaçabilecek detayları öngörmeyi sağlar.

Tasarımcı ve yazılımcı gözünden gerçekleşecek olan farklı bakış açıları, ürün üzerinde katma değer yaratır, sorgulamayı arttırır ve süreç yolunda hedef süreyi minimuma indirir.

Basit bir örnekle; Bir web sitesi üzerinde arama yapmak isteyen bir kişi için, ihtiyaç bir text alanı ve arama butonu olabilir. Tasarımcı ihtiyacı konumlandırırken, kullanıcı deneyimini baz alarak bireylerin web alanında göz teması kurduğu alan hesaplaması yapabilirken, yazılımcı arama butonu aktifleştiğinde sistemin çevik çalışarak web üzerinde hızlı bir taraması yapması gerektiği noktasına değinebilir.

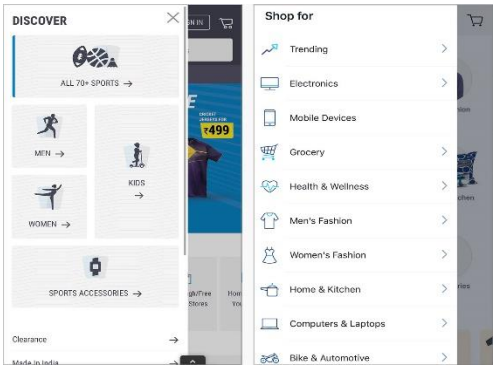
"Ürününüzün, işletim sistemleri veya tarayıcılar gibi kullanıcıların tercih ettiği cihazlar veya yazılımlarla uyumluluğu da hayati önem taşır. İnsanlar bu temel araçlara çok alışkın olduklarından ve yerel web sitelerinde gezinirken sorun yaşamadıklarından, ürününüz çalışmıyorsa, kullanıcılarınız bunun sizin sorununuz olduğuna inanacak, ancak onların değil." [13]

Önyüz geliştirmenin gerçekleştiği client-side tarafında, hızlı ve seri yaklaşımlar değerlendirilerek, teknolojik sistemler ile müşteri ihtiyaç profilinin analizlerinin çıkartılmasında frontend developer destek sağlayabilirken, müşteri ihtiyacına yönelik tasarımsal ihtiyacı ve kullanıcı deneyimini baz alarak oluşturulan arayüz ekranlarına, tasarımcı destek sağlayabilir. Bu iki alanın birbirleriyle etkileşimli çalışarak projeye olan yaklaşımlarında bilgi birikimlerini harmanlamaları, proje üzerinde sağlam adımlar atmaya yardımcı olur.

Bu ikili çalışma süreci içerisinde, tasarımsal deneyim ile ihtiyaç haritası çıkartıldıktan sonra, *UID (User Interface Designer - Kullanıcı Arayüzü Tasarımcısı)* grafiksel olarak çıktısı geliştirilecek olan ürün ihtiyacının, web arayüz tasarımı işlenir. Düşünce süzgecinden geçirilmiş olan deneyimler, yazılımsal tarafta hayata geçirilmek için test aşamasını bekler. Bu aşama *UXD (User Experience Designer – Kullanıcı Deneyimi Tasarımcısı)* olarak adlandırılır ve işlenen web arayüz tasarımının, müşteri ihtiyacına karşılayıp karşılamadığının test edildiği kısımdır. Front-end Development ile birlikte çalışarak, tasarlanan deneyimin, müşteri ihtiyacını karşılamasının yanında, aynı zamanda fiziksel olarak önyüz geliştirmenin, ürünleşme aşamasında çıkacak olan sorunlarını ele alır ve kod dökümüne uygunluğu test edilir.

Fiziksel kurallara ve yapısal formlara tabi tutularak, Html dökümüne uygunluğu kontrol edilen tasarımın, tasarımcı ile birlikte html kesimleri gerçekleştirilir ve giydirme işlemleri için tasarım önyüz tabanlı geliştirmeye hazır hale gelir.

Elde edilen veriler ile net problemi anlaşılmış, ihtiyacı belirlenmiş ve tasarımı gerçekleşmiş olan bir sürecin, fiziksel hale gelerek "*ürün*" evrimine geçebilmesi için Önyüz Geliştirmesi gerçekleşir, bu süreç tamamlandıktan sonra müşteri kullanımına uygun hale gelir ve ürünün yaşam döngüsü başlamış olur.



Decathlon.in karmaşık bir navigasyon kullandı (sol-üst). Her ana modül için, arama özelliğine sahip birkaç etkileşimli alt modül vardı. Navigasyonun yüklenmesi o kadar uzun sürdü ki bir katılımcı onu kullanmaktan vazgeçti. paytmmall.com'un (sağ-üst) hafif ve net navigasyonu çok daha hızlı yüklendi ve aynı katılımcı hızla alışverişe başladı.[13]

Yukarıdaki örnekte, ürünün kullanıcı tasarımına hitap etmesinin yanında, sistematik çalışma düzeninin iki farklı tasarım noktasında ihtiyacı karşıladığı ve karşılamadığı yapı gözlenmektedir.

Sonuç

Dünya üzerinde pek çok farklı iş yapış biçimi yer almaktadır. Her iş özelinde gerçekleşen bu yapılar kimi zaman ihtiyacı karşılama noktasına erişebilse de, kimi zaman ürün-hizmet amacına erişemeyebilir. Karmaşık bir düzen içerisinde yol haritası çizmek, ihtiyacı karşılayacak olan bireye labirent çözme hissi verebilir ve ortaya çıkarılan bir ürün aslında çok basit bir ihtiyaca hizmet etmesi gerekirken ek kollar ile bir karmaşaya dönüşebilir.

Tasarım odaklı düşünme metodu, ürün hizmet noktasında o ürüne hizmet edecek olan ekipler ile birlikte çalışmayı temelinde tutarak, yazılımcı ve tasarımcı anlayışı bir araya getirir, kullanıcı üzerinde maksimum sorgulama sağlar ve ihtiyaç noktasında yanılma payını minimuma indirmeyi hedefler. Her iki meslek grubunun bir arada harmanlanması, iş yapış biçimi sıralamasında fikir paydaşlığı, düşünce becerisinde gözlem ve bilgi birikimi sağlayacaktır.

Kaynaklar

[1] John Heskett, "Tasarım (çev. E.Uzun)". "Design",Dost Kitabevi Yayınları, Sayı:2, SS: 11, 2002/2013

[2] Emrah Kozan, "*Design Thinking*" Tasarım Odaklı Düşünce, Abaküs Kitap Yayınevi, Sayı:1, SS:7-62 ,2021

[3] Dr. Tracy Packlam Alloway, "Beyninizi Eğitmek *for DUMMIES*". "Training Your Brain *for DUMMIES",* Nobel Yaşam Sayı:1, SS:90, 2017

[4] IOX Digital, Mert K., "İyi Fikir#3 - Design Thinking Nedir?", 2018

[5] Prof. Dr. Uğur Batı, "*Design Thinking*" Tasarım Odaklı Düşünce, Abaküs Kitap Yayınevi, Sayı:1, SS:svii, 2021

[6] Tim Brown, "Design Thinking by Tim Brown", Harward Business Review, SS:8, 2008

[7] Dilek Doğan, Murat Çınar, Ömer Demir, "Düşünme Stilleri ve Düşünme Stillerinin Eğitimdeki Yeri", Hacettepe Üniversitesi, SS:268, 2020

[8] Nigel Cross, "Design Cognition: Results from Protocol and Other Empirical Studies of Design Activity". Editörler: Eastman, C.; Newstatter, W. and McCracken, M. eds., Design knowing and learning: cognition in design education. Oxford, UK: Elsevier, SS: 88, 2001

[9] Thomas J.D'Zurilla, Arthur M.Nezu, Handbook of Cognitive-Behavioral Therapies *"Problem-Solving Therapy",* Sayı:3, SS:196, 2010

[10] Fredric Lozo, Başarılı Eleştirel Düşünme İçin Kontrol Listeleri İçeren Bir Öğrenci El Kitabı *"Sıralı Problem Çözme". "Sequential Problem Solving",* The Project Gutenberg eBook, www.gutenberg.org. e-kitap: #16547, 2005

[11] *Sarosha Imtiaz, "*The Psychology Behind Web Design", Technical Report, SS:21, 2016

[12] Alexander Osterwalder, Yves Pigneur, Greg Bernarda, Alan Smith, "Müşteriniz Ne İster? Değer Önerisi Tasarımı ile Müşteri Odaklı Yönetim", Timaş Yayınları, Sayı:1, SS:70-240, 2016

[13]Feifei Liu, "International Usability Testing: Why You Need It", https://www.nngroup.com/articles/why-international-usability-testing/ , 2021

[14]John E. Arnold, "CREATIVE ENGINEERING Promoting Innovation by Thinking Differently", University of Texas Press (Journal of Individual Psychology); and Robert H. McKim, SS:6, 2016

Face Mask Detection Using YOLOv4

Murat UÇAR[1*]

[1]*İskenderun Technical University, Faculty of Business and Management Science, Department of Management Information Systems, Hatay, TURKEY*

Abstract

The coronavirus disease (COVID-19), which first appeared in Wuhan, China towards the end of 2019, spread rapidly all over the world within a few months and caused the death of a large number of people. One of the most important features of the disease is that it can spread from person to person through small droplets that come out of the mouth or nose as a result of coughing of the infected person. The use of masks is one of the effective measures taken to reduce the spread of COVID-19. Therefore, a face mask detection system based on image analysis is a crucial task to assist the community. In this study, the newly developed YOLOv4 algorithm has been used for face mask detection. This study makes a detection in three classes including not wearing a mask, the mask does not conforming to the rules and wearing the mask properly. The obtained findings as a result of experimental tests proved that the model is effective and usable for face mask detection with its 82.2% mean average precision value.

Keywords: *COVID-19, Face mask detection, YOLOv4, Object detection*

YOLOv4 ile Yüz Maskesi Algılama

Özet

İlk olarak 2019 yılının sonlarına doğru Çin'in Wuhan kentinde ortaya çıkan korona virüs hastalığı (COVID-19), birkaç ay içinde tüm dünyaya hızla yayılarak çok sayıda insanın ölümüne neden olmuştur. Hastalığın en önemli özelliklerinden biri de enfekte kişinin öksürmesi sonucu ağızdan veya burundan çıkan küçük damlacıklar yoluyla insandan insana yayılabilmesidir. Maske kullanımı, COVID-19'un yayılmasını azaltmak için alınan etkili önlemlerden biridir. Bu nedenle, görüntü analizine dayalı bir yüz maskesi algılama sistemi, topluluklara yardımcı olmak için çok önemli bir görevdir. Bu çalışmada yüz maskesi tespiti için yeni geliştirilen bir algoritma olan YOLOv4 algoritması kullanılmıştır. Bu çalışma, maske takmama, maskenin kurallara uymaması ve maskeyi düzgün takma olmak üzere üç sınıfta tespit yapmaktadır. Deneysel testler sonucunda elde edilen bulgular, modelin %82.2 ortalama hassasiyet değeri ile yüz maskesi tespiti için etkili ve kullanılabilir olduğunu kanıtlamıştır.

Anahtar Kelimeler: *COVID-19, Yüz maskesi algılama, YOLOv4, Nesne tanıma*

1 Introduction

Covid-19 disease, which occurred in Wuhan, China in December 2019, spread all over the world in a short time and was declared as a pandemic by the World Health Organization. It continues to spread rapidly, and there are about 43,341,451 total cases and 1,157,509 total deaths as on October 25, 2020, worldwide [1]. This is why public health has been considered a top priority for governments since the outbreak began. Leung et al. proved in their study that surgical face masks can prevent the spread of coronavirus [2]. For this reason, the use of masks, one of the biggest protection methods from the virus, has been widespread worldwide. In addition, curfews without a mask have been imposed in many cities in our country. Nowadays, face mask detection systems have become a very important task, but research on face mask detection in the literature is limited.

* Corresponding e-mail: murat.ucar@iste.edu.tr

In this paper, YOLOv4 object detection algorithm was used for face mask detection. The novelty of this article is that the newly developed YOLOv4 algorithm is used for face mask detection. YOLOv4 provides higher accuracy in real-time face mask detection. One of the contributions of this article to the literature is; while it has been determined in studies conducted to date whether only people are wearing masks or not, in this study it was also determined whether the mask was worn properly or not.

The remainder of this paper is organized as follows. Section II presents studies on face mask detection using deep neural networks. The used data set, proposed method, experimental settings and evaluation criteria is detailed in Section III. Section IV describes the results and comparisons. Finally, Section V concludes the article.

2 Literature Survey

Recent studies show that models developed based on deep learning have made extraordinary progress in object detection and computer vision compared to traditional models. Deep learning based object detection models can generally be divided into two categories. The first of these are single-stage models such as YOLO [3] and SSD [4], the second is two-stage models such as R-CNN [5], Fast R-CNN [6] and Faster R-CNN [7].

Various studies have been conducted on face mask detection and classification using different deep learning techniques. The first study on face mask classification is a hybrid model developed by Loey et al. They used the ResNet50 model, one of the deep learning architectures, for feature extraction, and the decision trees (DT) and support vector machines (SVM) from traditional machine learning models for classification. They tested the developed model on three datasets and reported that the SVM classifier achieved between 99% and 100% accuracy rate [8]. The other classification study was suggested by Qin and Li. They have developed a facial mask recognition system using a classification network (SRCNet) that incorporates image super resolution. They tested their proposed system on Medical Masks Dataset, which contains 3835 images. The proposed SRCNet model achieved 98.70% accuracy [9].

The studies on facemask detection were summarized below. Inamdar and Mehendale proposed a model called Facemasknet using deep learning techniques for mask detection. Using the proposed model, they made a triple classification: no mask, the mask has worn incorrectly and the mask has worn properly. They reported that the model, which can be used in both images and video streaming, achieved 98.6% accuracy rate [10]. Wang et al. created three public data sets: Masked Face Detection Dataset (MFDD), Real-world Masked Face Recognition Dataset (RMFRD) and Simulated Masked Face Recognition Dataset (SMFRD). They also proposed a multi-particle masked face recognition model to recognize masked faces. The obtained findings showed that the proposed model reached an accuracy of 95% [11]. In another study, Yadav has proposed a model that focuses on automatic real-time tracking of people to detect safe social distance and face masks in public places. The proposed model consists of combining the MobileNetV2 model with the Single Shot object Detection (SSD) framework. The obtained findings showed that the system could detect social distance and facial masks with a sensitivity score of 91.7% [12]. Jiang et al., have developed a facemask detector called RetinaFaceMask. The developed model is a single-stage detector and includes a feature pyramid network to combine high-level semantic information with multiple feature maps, and an attention module to detect facemasks. They reported that RetinaFaceMask achieved high accuracy results in a public facemask dataset [13].

3 Material and Method

3.1 Dataset

In this study, a dataset containing 853 images shared publicly on the Kaggle website was used [14]. The images in the dataset belong to three classes: with mask, without mask and mask has worn incorrectly. Sample images of the dataset are shown in Figure 1. Their bounding boxes in the PASCAL VOC format was converted to YOLO format and the Pseudo-code of this process was presented in Figure 2.

Figure 1. Sample images of dataset

```
Given SOURCE_FILES (List of Annonation files)
Initialize CLASSNAMES = {'without_mask':0,'with_mask':1,'mask_weared_incorrect':2}

for i = 0 to length of SOURCE_FILES
        replace .xml with .txt in SOURCE_FILES[i] and save yolofilename

        for j = 0 to object count in SOURCE_FILES[i]
                read name value from object[j] and save in name
                read width value from object[j] and save in width
                read height value from object[j] and save in height
                read xmin value from object[j] and save in xmin
                read ymin value from object[j] and save in ymin
                read xmax value from object[j] and save in xmax
                read ymax value from object[j] and save in ymax
                dw = 1 / width
                dh = 1 / height
                x = (xmin + xmax) / 2
                y = (ymin + ymax) / 2
                w = xmax - xmin
                h = ymax - ymin
                x = x * dw
                w = w * dw
                y = y * dh
                h = h * dh
                classcode = CLASSNAMES[name]
                write classcode, x, w, y, h into yolofilename
```

Figure 2. Pseudo-code of the converting process

3.2 Yolov4

You Only Look Once (YOLO) is a novel algorithm for real-time object detection, introduced by Joseph Redmon et al., in 2016 [3]. The main feature that distinguishes YOLO from other region-based algorithms is that a single convolutional network can predict classes and bounding boxes for the entire image in a single execution of the algorithm. Later, in December 2017, Redmond and Farhadi developed a higher version of YOLO, also known as YOLO9000 [15]. Then, a year later, Redmond and Farhadi introduced YOLOv3. YOLOv3 is an improved version of YOLOv2. It uses the multi-scale estimation method to detect the target and has a more complex network structure than YOLOv2. YOLOv3 detects small targets more effectively than YOLOv2, thanks to this multi-scale estimation method [16]. However, in April 2020, Bochkovskiy et al., have proposed the YOLOv4 algorithm, which is the most advanced version of YOLO and provides much better accuracy than previous versions [17]. YOLOv4 has a deeper and more complex network structure with Dense Blocks to achieve better accuracy. It contains multiple convolutional layers using the batch normalization and RELU activation function. YoloV4 algorithm uses CSPDarknet-53 framework, which uses Cross-Stage Partial connections (CSP) connections as backbone. The CSP technique carries out the separation of Dense Blocks feature maps into two parts. One of the split pieces goes directly to the next transition layer, while the other piece goes directly to Dense blocks. Furthermore, the YoloV4 architecture includes SPP additional module, PANet path-aggregation neck and YOLOv3 anchor-based head. The SPP block is tasked with increasing the receiving area and separating the most important context features with virtually no reduction in network processing speed. PANet method is used to collect parameters from different backbone levels for different detector levels.

3.3 Experimental setup

In this study, all experiments were carried out in Google's Jupyter notebook Colab with one GPU (1xTesla K80, compute 3.7, 2496 CUDA cores, 12GB GDDR5 VRAM). 80% of the data set (683 images) were used as training data for training the YOLOv4 algorithm, and the remaining 20% (170 images) were used as testing data to test the accuracy of the used model in detecting face masks.

The hyper-parameters of YOLOv4 was used as follows: Due to the differences in the size of the images in the used dataset, the input size of the images was set to 416 × 416 pixels to facilitate detection. Initial learning rate was set as 0.001 and multiplied with a factor 0.1 at 4800 steps and 5400 steps, respectively. In order to perform multi-scale training all architectures used a single GPU with batch size 64 and mini-batch size 16. The default momentum 0.949, IoU threshold 0.213 and loss normalizer 0.07 was executed as proposed by authors of YOLOv4.

Table 1. Parameters of YOLOv4 face mask detection model.

Parameters	Value
Input size	416 x 416
Initial learning rate	0.001
Batch size	64
Mini batch size	16
Iterations	6000

3.4 Evaluation metrics

The performance of YOLOv4 method was compared using the average Intersection over Union(IoU), precision, recall, F1 score, average precision and Mean Average Precision (mAP) as the evaluation metrics.

Intersection over Union, also called the Jaccard index, is used to calculate the accuracy of an object detector in a given data set. The IoU is calculated by the ratio of the intersection between the ground-truth box and the predicted box to the total area of the union of these two boxes. This metric is given in equation 1.

$$IoU = \frac{Area\ of\ overlap}{Area\ of\ union} \quad (1)$$

Precision is a measure of how many of the predicted positives are actually positive. The mathematical definition of it is as given in equation 2.

$$Precision = \frac{TP}{TP + FP} \tag{2}$$

Recall is a measure of how many of the true positives are correctly classified. The mathematical definition of it is as given in equation 3.

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN} \tag{3}$$

F1 score, also called F score, is a function of precision and recall and it is needed to maintain a balance between precision and recall. This metric is given in equation 4.

$$F1\ Score = 2\ x\ \frac{Precision * Recall}{Precision + Recall} \tag{4}$$

Average Precision (AP), one of the most used metrics to measure the accuracy of object detectors, is used to find the area under the precision-recall curve. Mean of the Average Precision (mAP) is the average of AP calculated for all classes.

4 Experimental Results and Discussion

In order to show the detection performance of YOLOV4 method, 170 test images were used and the results of the method presented in Table 2.

Table 2. Detection results of the YOLOv4 method.

Method	Precision(%)	Recall(%)	F1-Score(%)	Average IoU(%)	mAP(%)
Yolov4	86	89	88	69.48	82.20

As seen in Table 2 the precision, recall and F1 score of the proposed method were 86%, 89% and 88%, respectively. In this study the average IoU value was observed as 69.48% and the mAP(@.50) value was observed as 82.20%. Furthermore, the performances of the YOLOv4 model for each class are shown in Table 3.

Table 3. Average precision values of the YOLOv4 for each class.

Class	TP	FP	AP(%)
Without mask	127	31	82.62
With mask	526	70	94.75
Mask has worn incorrectly	15	5	69.22

As can be seen from Table 3, the model shows the best performance with 94.75% in identifying suitable mask wearers. This performance is followed by the detection of people who do not wearing masks with 82.62%. The performance of the model in detecting people who do not wear their masks properly is the lowest. The reason for this is that the images belonging to this class are more difficult to separate than the other two classes.

The detection results of the YOLOv4 model on these three classes is presented in Figure 3. As can be seen from figure 2, the recognition ability of the model on images is well. In addition, the trained model can be run by accessing the link: https://github.com/mrtucar/FaceMaskDetection.

a)

b)

Figure 3. Detection results of YOLOv4 model on test images. a) Image with only predicted boxes b) Image with ground truth boxes and predicted boxes.

The accuracy results obtained from this study were compared with those reported in the literature (Table 4). As can be seen from Table 4, in studies

where facemask detection was performed before, it was determined that only people were wearing masks or not. In this study, unlike the literature, a triple detection has made because it is also important to wear the mask properly in terms of controlling the spread of COVID-19 disease. As a result of the study, when the mAP score of 82.20% obtained with the YOLOv4 model was compared with the alternative solutions in the literature, it was observed that the detection performance of the solution was high.

Table 4. Accuracy results comparison with related works.

Author	Model	Training dataset	Detection	Accuracy (%)
Inamdar and Mehendale	FaceMaskNet	10 masked images 10 unmasked images 15 mask has worn incorrectly images	-With mask -Without mask	98.60 (Acc)
Wang et al.	Multi-granularity masked face recognition	RMFD- 5000 masked, 90000 unmasked images MFDD- 24771 masked images	-With mask -Without mask	95.00 (Acc)
Yadav et al.	SSD+MobileNetV2	3165 masked and unmasked images	-With mask -Without mask	91.70 (Acc)
Jiang et al.	RetinaFaceMask	7959 masked and unmasked images	-With mask -Without mask	91.90 (Precision for No Mask images) 93.40 (Precision for Masked images)
This study	YOLOv4	853 images	-With mask -Without mask -Mask has worn incorrectly	82.20 (mAP)

5 Conclusion

In this study, the state-of-art YOLOv4 detection model was used for detecting face masks effectively. The experimental results show that the YOLOv4 model has achieved high accuracy with the 82.2% mean average precision score. Therefore, it can be used for detecting cases of not wearing a mask, the mask does not conforming to the rules and wearing the mask properly.

This study will help reduce the spread of the coronavirus by facilitating the identification of people without masks or who do not wear masks properly in public places such as schools, shopping malls, subway stations and markets.

References

[1] WHO, "Report," 2020. https://www.who.int/publications/m/item/weekly-epidemiological-update---27-october-2020. Accessed: Oct. 30, 2020. [Online].

[2] N. H. L. Leung *et al.*, "Respiratory virus shedding in exhaled breath and efficacy of face masks," *Nat. Med.*, vol. 26, no. 5, pp. 676–680, May 2020, doi: 10.1038/s41591-020-0843-2.

[3] J. Redmon, S. Divvala, R. B. Girshick, and A. Farhadi, "You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection," *2016 IEEE Conf. Comput. Vis. Pattern Recognit.*, pp. 779–788, 2016.

[4] W. Liu *et al.*, "SSD: Single shot multibox detector," in *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 2016, vol. 9905 LNCS, pp. 21–37, doi: 10.1007/978-3-319-46448-0_2.

[5] K. L. Masita, A. N. Hasan, and S. Paul, "Pedestrian Detection Using R-CNN Object Detector," Jan. 2019, doi: 10.1109/LA-CCI.2018.8625210.

[6] R. Girshick, "Fast r-cnn," in *Proceedings of the IEEE international conference on computer vision*, 2015, pp. 1440–1448.

[7] S. Ren, K. He, R. Girshick, and J. Sun, "Faster R-CNN: Towards Real-Time Object Detection with Region Proposal Networks," *IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell.*, vol. 39, no. 6, pp. 1137–1149, Jun. 2017, doi: 10.1109/TPAMI.2016.2577031.

[8] M. Loey, G. Manogaran, M. H. N. Taha, and N. E. M. Khalifa, "A hybrid deep transfer learning model with machine learning methods for face mask detection in the era of the COVID-19 pandemic," *Meas. J. Int. Meas. Confed.*, vol. 167, p. 108288, Jan. 2021, doi: 10.1016/j.measurement.2020.108288.

[9] B. Qin and D. Li, "Identifying Facemask-wearing Condition Using Image Super-Resolution with Classification Network to Prevent COVID-19," 2020. Accessed: Oct. 30, 2020. [Online]. Available: https://www.kaggle.com/vtech6/medical-masks-dataset.

[10] M. Inamdar and N. Mehendale, "Real-Time Face Mask Identification Using Facemasknet Deep Learning Network," *SSRN Electron. J.*, Aug. 2020, doi: 10.2139/ssrn.3663305.

[11] Z. Wang *et al.*, "Masked Face Recognition Dataset and Application," Mar. 2020, Accessed: Oct. 30, 2020. [Online]. Available: http://arxiv.org/abs/2003.09093.

[12] S. Yadav, "Deep Learning based Safe Social Distancing and Face Mask Detection in Public Areas for COVID-19 Safety Guidelines Adherence," *academia.edu*, Accessed: Oct. 30, 2020. [Online]. Available: https://www.academia.edu/download/64029481/560.pdf.

[13] M. Jiang and X. Fan, "RetinaMask: A Face Mask detector," Accessed: Oct. 30, 2020. [Online]. *arXiv Prepr. arXiv2005.03950*, 2020.

[14] "Kaggle Dataset," 2020. https://www.kaggle.com/andrewmvd/face-mask-detection. Accessed: Aug. 28, 2020. [Online].

[15] J. Redmon and A. Farhadi, "YOLO9000: Better, faster, stronger," in *Proceedings - 30th IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, CVPR 2017*, Nov. 2017, vol. 2017-January, pp. 6517–6525, doi: 10.1109/CVPR.2017.690.

[16] J. Redmon and A. Farhadi, "YOLOv3: An Incremental Improvement," Apr. 2018, Accessed: Oct. 30, 2020. [Online]. Available: http://arxiv.org/abs/1804.02767.

[17] A. Bochkovskiy, C.-Y. Wang, and H.-Y. M. Liao, "YOLOv4: Optimal Speed and Accuracy of Object Detection," Apr. 2020, Accessed: Oct. 30, 2020. [Online]. Available: http://arxiv.org/abs/2004.10934.

Rastgele Ormanlar Yöntemi İle Özellik Seçimi Kullanılarak Van İlinde Yaşayanların Trafikte Algı Ve Tutumlarının Belirlenmesi[1]

Vedat GÖRGÜLÜ[1]*, Sanem ŞEHRİBANOĞLU[2]*,

[1]*Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstatistik, Van, TÜRKİYE*
[2]*Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstatistik, Van, TÜRKİYE*

Özet

Trafik kazalarının oluşmasında birden fazla etken söz konusu olmakla birlikte bu etkenlerin bir arada yer alması kazanın oluşumunda etkili olan asıl etkenlerin belirlenmesini daha da zorlaştırmaktadır. İnsan, yol ve çevre etkileşimi sonucunda ortaya çıkabilecek sıkıntıların belirli kurallar dahilinde çözüme kavuşturulması yetkililer için çözüme kavuşturulması gereken temel sorunların başındadır. Bu çalışmada, Van ilinde yaşayan vatandaşlara yapılan bir anket çalışmasında yer alan "Trafik kurallarına harfi harfine uyarım", "Trafik kurallarının araba kullanma zevkini yok ettiğine inanıyorum" ve "Hız limitini 10-15 km/saat aşmakta sorun yoktur çünkü bunu herkes yapıyor" sorularına verilen cevaplar birbirlerinden bağımsız olarak ele alınmış olup çalışmacıların trafik algı ve tutumlarını belirlemeye yönelik bağımlı değişkenler olarak kullanılmıştır. Katılımcıların verdikleri cevaplar üzerinden Rastgele Ormanlar yöntemi ile öncelikle sınıflandırma işlemi uygulanmıştır. Sonraki aşamada özellik seçimi işlemi ile seçilen bağımlı değişkenlerin sınıflama performanslarını belirlemede önem düzeylerine göre en etkili değişkenler seçilerek elde edilen bulgular yorumlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Özellik Seçimi, Rastgele Ormanlar, Trafik.*

Determining The Perception And Attitude Of The Van Lives In The Traffic Bu Using The Feature Selection By The Random Forests Method

Abstract

Athough there are more than one factor in the formation of traffic accidents, the coexistence of these factors makes it even more difficult to determine the main factors that are effective in the occurence of the accident. Solving the problems that may arise as a result of man, road and environment interaction within certain rules is one of the main problems that need to be solved for the authorities. In this study, the questions "I obey the traffic rules to the letter", "I believe that the traffic rules destroy the pleasure of driving" and "There is no problem in exceeding the speed limit 10-15 km/h because everyone does it" in a survey conducted with citizen living in the province of Van. The answers given were handled independently of each other and were used as dependent variables to determine the traffic perceptions and attitudes of the researchers. First of all, the Classification process was applied with the Random Forests method based on the answers given by the participants. In the next stage, the most effective variables were selected according to their importance in determining the Classification Performance of the dependent variables selected by the feature selection process and the findings were interpreted.

Keywords: *Feature Selection, Random Forests, Traffic.*

* İletişim e-posta[1]: vedatgorgulu.010@gmail.com, İletişim e-posta[2]: sanem@yyu.edu.tr

[1] Bu çalışma Vedat GÖRGÜLÜ'nün "Rastgele Ormanlar Yöntemi İle Özellik Seçimi Kullanılarak Van İlinde Yaşayanların Algı Ve Tutumlarının Belirlenmesi" adlı Yüksek Lisans tez çalışmasından oluşturulmuştur.

1 Giriş

Veri kavramının her geçen gün daha çok önem kazanması ile birlikte birçok süreçte değişimler söz konusu olmuştur. Değişimlerin en fazla olduğu kısım tartışmasız verimlilik kavramı olmuştur [1]. Makine öğrenmesi yönteminin temel amacı, mevcut veriler üzerinde en doğru tahminleri üreten modelin kurulmasının yanı sıra mevcut bağımsız değişkenler içerisindeki en önemli olanları ortaya çıkarmaktır [2].

Rastgele Ormanlar (RO), topluluk öğrenme yöntemi olup birbirlerinden bağımsız olarak CART karar ormanlarını oluşturur. Oluşturulan karar ormanları sonucunda bağımsız olarak ortaya çıkan sonuçları birleştirir ve nihai tahmin işlemini gerçekleştirmeyi amaçlar [3].

Trafik kavramı; insan, vasıta ve hayvanların yollarda gidiş ve geliş hareketlerinin bütünü olarak tanımlanabilir [4]. Yaşadığımız çevre içerisinde her alanda kendine yer bulan güvenlik hissi sosyal ve iş ilişkileri içerisinde etkisini fazlasıyla göstermektedir. Fiziki çevreden gelebilecek tehlikeler içerisinde başlıca olanı trafik güvenliği ihlalleridir [5].

RO yöntemi ilk olarak 2001 yılında Leo Brieman tarafından geliştirilmiştir. Breiman (1996) tarafından geliştirilen Bagging yöntemi ile Ho (1998) tarafından önerilmiş olan ve rastgelelik yöntemi kullanılarak alt grupları oluşturmayı amaçlayan The Random Subspace yönteminin birleştirilmesi ile ortaya çıkmıştır. Bu yöntemin gelişim aşamasında Amit ve Geman (1997) tarafından öne sürülen rastgelelik yönteminden faydalanılarak her düğümde en iyi ayrımın belirlenmesine yönelik yapılan bir çalışmadan etkilenilmiştir [6]. RO yöntemini Bagging yönteminden ayıran en önemli fark seçilen alt örneklerin sayısının mevcut örnek sayısından daha az sayıda olmasıdır. Bu sayede RO yöntemi sonucunda hem sınıflama hatası hem de Out Of Bag (OOB) hatası minimum seviyede tutulabilmektedir [7]. RO yönteminin uygulama aşamasında eğitim verilerinden faydalanılarak kurulacak olan tahmin modeline daha sonradan yeni veriler ekleyerek doğruluk düzeyi yüksek olan tahminler üretmek ve değişken önem derecelerini hesaplanmasıyla özellik seçimi işlemleri yapmak mümkündür [8].

2 Literatür Çalışmaları

Literatür incelendiğinde Besnah ve ark. (2011), Etiyopya'nın başkenti Addis Ababa'da meydana gelen trafik kazaları sonucunda meydana gelen olası yaralanmaların sebeplerini CART ve RO modelleri kullanarak geleceğe yönelik alınması gereken trafik tedbirleri yorumlanmıştır [9]

Krishnaveni ve Hemalalatha (2011), trafik kazaları sonucunda ortaya çıkan ölüm ve yaralanmalara ait veriler üzerinden Naive Bayes, J48, AdaBoostM1, PART ve RO algoritmaları ile oluşturulan sınıflandırmalara ait doğruluk performansları karşılaştırılmıştır [10].

Hou ve ark., (2017), sıkışık ve sıkışık olmayan trafik durumuna sahip olan ağlar üzerinde mevcut olan yolculuk süreleri ile trafiğin akış süreleri mekânsal ve zamansal olarak derlenerek RO yöntemi tahmin modeli oluşturulmuşlar [11].

Kruber ve ark. (2019), otonom sürüşe sahip araçların güvenliğini geliştirmek amacıyla trafik senaryoları üzerine olası hataların düzeltilmesi ve risklerin önlenmesine yönelik çalışmalarında RO yöntemi uygulayarak olası kaza riskleri sınıflandırılmış ve bu riskler yaşanacak olan kaza riskleri olarak gruplandırılmıştır [12].

3 Materyal ve Yöntemler

3.1 Rastgele Ormanlar Yöntemi

RO yöntemi genel olarak sınıflandırma, regresyon ve özellik seçimi işlemlerinde karşımıza çıkan bir yöntemdir [13]. Uygulama aşamasında belirlenmesi gerekli iki adet parametre söz konusu olup bu parametreler; oluşturulan ağaç sayısı ve seçilen maksimum değişken sayısıdır [8].

RO yönteminin algoritmasının oluşumunda her bir ağacı oluştururken torbalama yönteminden faydalanılarak gözlem sayısı kadar örneklemler oluşturulur. Sonrasında bu örneklemlerin 2/3'ü eğitim verisi (IB), geriye kalan 1/3'ü ile test verisi (OOB) oluşturulur ve OOB verileri ile modelin iç hata oranı hesaplanır. IB verileri kullanılarak oluşturulan en geniş CART karar ağacı içerisinde her bir düğüm için m adet bağımsız değişken içerisinde daha az sayıda p adet bağımsız değişken $p<m$ olacak şekilde rastgele olarak seçilir. Bunun sebebi ise modelin aşırı uyum problemini ortadan kaldırmaktır. Seçilen bu p adet tahminci değişken içerisinde gini indeksinden faydalanılarak bilgi kazancı en yüksek olanları iki adet dala ayrılır. Bu işlem her düğüm için yeni oluşacak dal kalmayıncaya kadar devam eder. Karar ormanını oluşturacak olan N adet ağaç sayısı oluşuncaya kadar önceki adımlar tekrarlanır. Sonrasında karar ormanına ilişkin N adet ağaç tarafından ayrı ayrı

elde edilen sınıflama tahminleri bir araya getirilerek yeni bir tahmin oluşur. Söz konusu sınıf tahminlerinin birleştirilmesi aşamasında her gözleme, ağaç setleri üzerinden belirlenen bir oy çokluğu kullanılarak sınıf ataması yapılır. Karar ormanını oluşturan her bir ağacın OOB hata oranları hesaplanarak yanlış sınıflamaların yüzdesi RO yönteminin sınıflandırma hatası oranı olarak belirlenir [14,15].

RO yönteminin model kurma aşamasında verileri ön işlemeye gerek olmaksızın model kurulumunu gayet güzel sunabilmesi, belirli sayıda mevcut tahminci arasında en optimal olanını seçebilmesi, diğer tahmin yöntemlerine göre uç değerlerden en az etkilenmemesi, daha tutarlı sonuçlar vermesi, aşırı uyum problemine karşı daha dayanıklı olması gibi avantajları mevcuttur. Fakat avantajlarının yanı sıra topluluk öğrenme yöntemi olması dolayısıyla CART gibi klasik tekil öğrenimli modellere göre karar ağacı yapısı elde edilememenin yanı sıra Lojistik Regresyon ve Yapay Sinir Ağları gibi yöntemlerde sunulan güven aralıkları RO yönteminde kullanılamamaktadır [6,14,16,17,18,19,20].

RO yöntemine ait dalların arasındaki en iyi sınıflandırıcının belirlenmesi işlemi Denklem (1)'de bizlere verilmiştir [21].

$$\sum\sum j \neq i(f(C_i,T)/|T|)(f(C_j,T)/|T|) \quad (1)$$

Burada;

T: Eğitim veri kümesi

C_i: İlgili verinin ait olduğu sınıf

$f(C_i,T)/|T|$: Seçilen verinin C_i sınıfına ait olma olasılığı

$f(C_j,T)/|T|$: Seçilen verinin C_i sınıfı dışındaki sınıflardan birine ait olma olasılığını göstermektedir.

RO yönteminde, {h(x, θk) k= 1,..,} şeklinde ağaç tipi sınıflandırıcılardan faydalanılır [6].

Burada;

x: girdi verileri

θk: rastgele vektör olarak tanımlanmaktadır.

RO yöntemi uygulamasında gerçek veri setleri üzerinden yer değiştirmeli olarak yeni veri seti oluşturulur ve söz konusu oluşturulan yeni veri setine rastgele özellik seçimi yöntemi uygulanarak yeni bir ağaç geliştirilir ve bu ağaca hiçbir budama işlemi yapılmaz [22].

3.1.1. Özellik seçimi

RO yönteminde daha başarılı bir şekilde tahminler yapabilmek için önem derecesi yüksek olan değişkenler ele alınarak model kurma işlemi sıklıkla tercih edilen bir yöntemdir [23]. Değişken önem derecesinin hesaplanmasının amacı model performansını arttırmak ve aşırı uyum problemini ortadan kaldırmaktır [24]. Bu çalışmamızda gini önemliliğine dayalı özellik seçimi yöntemi kullanılmıştır.

Gini önemliliğine dayalı özellik seçimi yöntemi, RO yönteminde karar ormanlarını oluştururken her bir değişkenin tahmindeki etki düzeyini gini indeksinden faydalanarak hesaplamaya yarar. Gini indeksi, mevcut veri seti içerisindeki homojenlik seviyesini belirlemeye yarayan hesaplama ölçeğidir. Bu yöntemin hesaplanması Denklem (2)'de bizlere verilmiştir [25].

$$\text{Önem Derecesi} = 2*\sum_j p(j|k)) * (1 - p(j|k)) \quad (2)$$

Burada;

$p(j|k)$: k. düğüme ait pozitif gözlem oranı.

1- $p(j|k)$: k. düğüme ait negatif gözlem oranı.

3.1.2. Farklı sınıf büyüklükleri

Klasik bir tahmin işleminde farklı sınıf büyüklükleri içeren veri setleri ile çalışıldığında gözlem sayısı en yüksek olan sınıfa daha fazla odaklanılması dolayısıyla tahminlerde yanlılık gibi sorunlar ortaya çıkmaktadır. RO yönteminde daha doğru ve yanlı olmayan tahminler üretmek için sınıf gözlemlerinde ağırlıklandırma işlemi uygulanır. Bu sayede gözlem sayısı küçük olan değişkenlerin etkisine da odaklanarak hiçbir gözleme ait bilgiyi gözden kaçırmamaya çalışır [3]. Farklı sınıf büyüklüklerine ilişkin ağırlıklandırma işlemi Denklem (3)'teki şekilde gösterilir [26].

$$W_j = \frac{N}{k*n_j} \quad (3)$$

Burada;

Wj = İlgili j. sınıfın ağırlığı

N = Toplam gözlem sayısı

k = Sınıf sayısı

nj = İlgili j. sınıfın gözlem sayısı olarak tanımlanmaktadır.

3.1.3. Tahmin ve performans ölçütleri

3.1.3.1. Temel ölçütler

RO yönteminde performans ölçütlerinin belirlenmesine ilişkin kullanılan temel ölçütler aşağıdaki şekildedir [27].

TP: Gerçek Pozitif (True Positive): Gerçekte pozitif grupta olup model tarafından da pozitif sınıfın içinde olan gözlem sayısı.

TN: Gerçek Negatif (True Negative): Gerçekte negatif grupta olup model tarafından da negatif sınıfın içinde olan gözlem sayısı.

FP: Yanlış Pozitif (False Positive): Gerçekte pozitif grupta olup model tarafından negatif sınıfın içinde olan gözlem sayısı.

FN: Yanlış Negatif (False Negative): Gerçekte negatif grupta olup model tarafından pozitif sınıfın içinde olan gözlem sayısı.

Doğruluk (Accuracy): Model tarafından doğru olarak sınıflandırılmış verilerin sayısının tüm verilerin sayısına oranıdır. Denklem (4)'teki şekilde hesaplanır.

$$\text{Doğruluk} = (TP+TN)/(TP+TN+FP+FN) \quad (4)$$

Duyarlılık (Sensivity-Recall): Model tarafından doğru sınıflandırılmış pozitif verilerin sayısının tüm pozitif verilerin sayısına oranıdır. Denklem (5)'teki şekilde hesaplanır.

$$\text{Duyarlılık} = TP/(TP+FN) \quad (5)$$

Hassasiyet (Precision): Model tarafından doğru olarak sınıflandırılan pozitif verilerin sayısının tüm pozitif verilerin sayısına oranıdır. Denklem (6)' daki şekilde hesaplanır.

$$\text{Hassasiyet} = TP/(TP+FP) \quad (6)$$

F-Puanı (F-Score): Birden fazla sınıflandırma modelinin performans karşılaştırmasında kullanılır. Duyarlılık ve hassasiyet değerlerinin harmonik ortalaması alınarak hesaplanır. Denklem (7)'deki şekilde hesaplanır.

$$2*\text{Hassasiyet}*\text{Duyarlılık}/(\text{Hassasiyet}+\text{Duyarlılık}) \quad (7)$$

Kappa Katsayısı: Kategorik verilerin sınıflandırma aşamasında mevcut sınıfların birbirleriyle arasındaki uyumu inceler. İki kategori içeren sınıflandırma problemlerinde Cohen'in Kappa katsayısından faydalanılır. Denklem (8)'deki şekilde hesaplanır.

$$\text{Cohen's Kappa} = \frac{\Pr(a)-\Pr(e)}{1-\Pr(e)} \quad (8)$$

Burada;

Pr(a): İki değerlendiriciye yönelik uyumlu gözlemler toplamı.

Pr(e): Mevcut uyumum şansa bağlı çıkması olasılığı.

Cohen's Kappa değeri -1 ile +1 arasında değerler alır. Eğer;

K: -1 ise mevcut iki sınıf bütünüyle birbirlerinin tersini değerlendiriyor.

K: 0 ise mevcut iki sınıfın uyumu şansa bağlı olarak değerlendiriliyor.

K: +1 ise mevcut iki sınıf birbiri ile tamamen uyumlu olarak değerlendiriliyor.

3.1.3.2. Yakınlık Matrisi (Proximity Matrix)

İki sınıf içeren sınıflandırma modeline ait yakınlık matrisi örneği Tablo 1'de gösterilmiştir [6].

Tablo 1. Örnekler arası yakınlık matrisi

		Gerçek Sınıf Değeri	
		Pozitif	Negatif
Modelin Sınıf Tahmini	Pozitif	TP	FP
	Negatif	FN	TN

4 Bulgular

4.1 Uygulamanın kapsamı ve veri yapısı

Bu çalışmanın verisi Van ilinde Yaşayanların Trafik İşaret Bilgisi ve Trafik Kurallarına Bakış Açıları Üzerine Bir Araştırma adlı çalışmasında kullanılan verilerden faydalanılmıştır Şehribanoğlu (2019). 2015 ve 2018 yıllarında Van il merkezinde yaşayan vatandaşlar rastgele örneklem yöntemiyle seçilerek anket çalışması uygulanmıştır [28]. Eksik ve hatalı veriler çıkarıldıktan sonra 738 kişiye uygulanan anket verisi çalışmada kullanılmıştır.

Yapılan çalışmada katılımcıların demografik bilgileri hariç tutularak trafiğe yönelik algı ve tutumlar ölçülmeye çalışılmıştır. Uygulanan anket içerisinde 42 adet soru mevcut olup her bir soruda tek bir yargıya ilişkin cevap aranmıştır. Cevaplayıcı tercihleri 1-kesinlikle katılmıyorum, 2-katılmıyorum, 3-kararsızım, 4-katılıyorum, 5-kesinlikle katılıyorum seçeneklerinden oluşmaktadır.

Analiz aşamasında Python 3 programında RandomForestClassifier kütüphanesi kullanılmıştır. Uygulama aşamasında iki sınıf üzerinden sınıflandırma performanslarını incelemek

amaçlanmış olup veriler içerisinde bağımlı değişken olarak baz alacağımız değişkenlerin Çakır ve Doğan (2017) tarafından kendi çalışmalarında uygulandığı gibi anlamlı sınıflandırmalar içermesi için ankete ait 5 dereceli cevaplar 2 dereceye indirgenmiştir [29]. Çalışma aşamasında belirgin bir tanımlama içermemesi ve sınıflandırma performansına olumsuz bir etki etmesi sebebiyle 3-kararsızım değişkeni kapsam dışında bırakılmıştır. Geriye kalan 1-kesinlike katılmıyorum ve 2-katılmıyorum değişkenleri 0-katılmıyorum, 4-katılıyorum ve 5-kesinlikle katılıyorum değişkenleri 1-katılıyorum olarak tek bir sınıfta birleştirilmiştir.

Trafik kurallarına yönelik algı ve tutuma yönelik üç adet soru birbirinden bağımsız olarak ele alınmış olup sonuçlar tartışma ve sonuç kısmında tartışılacaktır.

4.1.1. Trafik kurallarına harfi harfine uyarım değişkenine yönelik tutum ve sınıflandırma ölçeği

Bağımlı değişkene ilişkin sınıf değerleri Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2. Veri seti içerisinde bağımlı değişkene ilişkin toplam sınıf bilgileri

Soru 27-) Trafik kurallarına harfi harfine uyarım	
Sınıf Değeri	Denek Sayısı
0	38
1	700

Tablo 2'de görüleceği üzere sınıf değerine ilişkin sayılarda dengesiz bir dağılım söz konusu olduğu için Python 3 programının class_weight fonksiyonu kullanılarak veriler tarafımızca ağırlıklandırılarak Tablo 3'te gösterilmiştir. Bu işlem sonucunda tahmin modelinin oluşumunda yanlılığın azaltılması ve denek sayısı düşük olan sınıfın da dikkate alınması amaçlanmıştır.

Tablo 3. Sınıf değişkenlerini dengelemek için kullanılacak ağırlıklar

Soru 27-) Trafik kurallarına harfi harfine uyarım	
Sınıf Değeri	Ağırlık Katsayısı
0	1.8
1	0.1

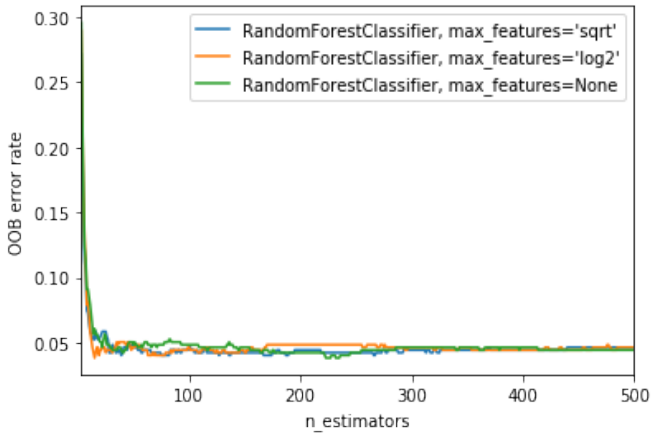
Bağımlı değişkene ait eğitim ve test verilerinin sınıf değerleri bazında rakamsal dağılımları Tablo 4 ve Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 4. Bağımlı değişkene göre eğitim veri seti

Soru 27-) Trafik kurallarına harfi harfine uyarım	
Sınıf Değeri	Denek Sayısı
0	23
1	471

Tablo 5. Bağımlı değişkene göre test veri seti

Soru 27-) Trafik kurallarına harfi harfine uyarım	
Sınıf Değeri	Denek Sayısı
0	15
1	229



Şekil 1. Ağaç sayılarına göre OOB grafiği

Şekil 1'de görüleceği üzere kullanılan ağaç sayısı arttıkça OOB hata oranları da sabit bir hale gelmiştir. Tahmin modelimizin n_estimators parametresini yani kullanılacak ağaç sayısını her üç değerin de sabit olduğu 400 olarak belirleyebiliriz.

Ağaç sayısı kriterimiz belirlendikten sonra ikinci kriterimiz olan modelde kullanılacak maksimum değişken sayısı yani max_features parametresidir. 400 ağaca ilişkin gini önemliliğine dayalı maksimum değişken sayısı Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. Modelde kullanılacak maksimum değişken sayısı

Ağaç Sayısı	Gini yöntemiyle en önemli bulunan maksimum değişken sayısı	Gini yöntemiyle en önemli bulunan maksimum değişken sayısı modele girdiğinde hata oranı
400	3	0,615
400	**5**	**0,614**
400	15	0,615

Tablo 6'da görüleceği üzere modelimizde kullanılacak maksimum değişken sayısı gini kriteri baz alınarak hesaplandığında en düşük hata oranını veren maksimum 5 adet değişkendir. Dolayısıyla max_features parametremiz 5 olarak belirlenmiştir.

Model kurulumunda baz alınan ağaç sayısı ve modelde kullanılacak olan maksimum değişken sayısı kriterleri Python 3 programının GridSearchCV kütüphanesi kullanılarak hiperparametre optimizasyonu yöntemi ile kısa yoldan hesaplanabilir. Hiperparametre optimizasyonu yapılarak elde edilen sonuçlar Tablo 7'de bizlere verilmiştir.

Tablo 7. Hiperparametre optimizasyonu sonucunda en optimal parametre değerleri

Ağaç Sayısı (n_estimators)	Maksimum Değişken (max_features)
400	5

Gerekli parametrelere ilişkin optimal değerler yerine yazılarak algoritma yeniden çalıştırıldığında oluşan yakınlık matrisi Tablo 8'de bizlere verilmiştir.

Tablo 8. OOB test verisi sonucu yakınlık matrisi

	Gerçek Sınıflar	
Tahmin Sınıfı	1-Katılıyorum	0-Katılmıyorum
1-Katılıyorum	219 (TP)	10 (FP)
0-Katılmıyorum	7 (FN)	8 (TN)

Tablo 9. Test verisi için sınıflandırma çizelgesine ait performans ölçütleri

Doğruluk	%93,03
F-puanı	%92,45
Kappa	%44,78

Tablo 9'da görüleceği üzere doğruluk değerinin %93,03 gibi yüksek bir değer olması kurulan RO sınıflama tahmini modelinin gayet başarılı bir performansı olduğunu göstermektedir. F-puanının da %92,45 gibi yüksek bir değerde olması doğruluk parametresi gibi bizlere modelin başarısını kanıtlamaktadır. Kappa istatistiğinin de %44,78 olması da mevcut sınıflar arasında herhangi bir uyum problemi olmadığını göstermektedir.

Modelin kurulumunda baz aldığımız parametre olan maksimum değişken sayısını 5 olarak baz alarak Şekil 4'te mevcut olan ilk 5 değişken önem düzeyleri ile birlikte Tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 10. Kurulan modele ilişkin ilk 5 değişkenin önem düzeyleri

Değişkenler	Önem Düzeyleri
Soru 29-) Bir yaya olarak tüm trafik kurallarına harfi harfine uyarım.	0,067
Soru 1-) Kazaların çoğu, engelleyici ve önleyici tedbirlere daha çok önem vererek engellenebileceğine inanıyorum.	0,058
Soru 11-) Sürücülerin tamamıyla hız kurallarına uyması gerektiğini düşünüyorum.	0,058
Soru 14-) Hiçbir zaman hızlı araba kullanmayı istemem.	0,052
Soru 42-) Yollardaki trafik işaret ve levhalarını okuma ve anlama becerisine sahibim.	0,043

4.1.2. Trafik kurallarının araba kullanma zevkini yok ettiğine inanıyorum değişkenine yönelik tutum ve sınıflandırma ölçeği

Bağımlı değişkenimize ilişkin sınıf değerleri Tablo 11'de gösterilmiştir.

Tablo 11. Veri seti içerisinde bağımlı değişkene ilişkin toplam sınıf bilgileri

Soru 10-) Trafik kurallarının araba kullanma zevkini yok ettiğine inanıyorum	
Sınıf Değeri	Denek Sayısı
0	679
1	53

Tablo 11'de görüleceği üzere sınıf değerine ilişkin sayılarda dengesiz bir dağılım söz konusu olması dolayısıyla sınıflara ait ağırlık katsayıları Tablo 12'de bizlere verilmiştir.

Tablo 12. Sınıf değerlerine ilişkin ağırlık katsayıları

Soru 10-) Trafik kurallarının araba kullanma zevkini yok ettiğine inanıyorum	
Sınıf Değeri	Ağırlık Katsayısı
0	0,1
1	1,3

Bağımlı değişkenimize ait eğitim ve test verilerinin sınıf değerleri bazında rakamsal dağılımları Tablo 13 ve Tablo 14'de verilmiştir.

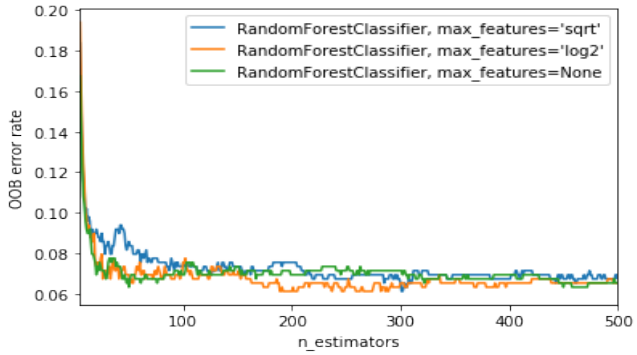
Tablo 13. Bağımlı değişkene göre eğitim veri seti

Soru 10-) Trafik kurallarının araba kullanma zevkini yok ettiğine inanıyorum	
Sınıf Değeri	Denek Sayısı
0	451
1	39

Tablo 14. Bağımlı değişkene göre test veri seti

Soru 27-) Trafik kurallarına harfi harfine uyarım	
Sınıf Değeri	Denek Sayısı
0	228
1	14

Model kurulumu için 1.kriterimiz olan ağaç sayılarına göre OOB hata grafiği Şekil 2'de bizlere verilmiştir.



Şekil 2. Ağaç sayılarına göre OOB hata grafiği

Şekil 2'de görüleceği üzere ağaç sayısının 100 olduğu durumlarda diğer durumlara göre OOB hatasının daha kararlı olması dolayısıyla kurulacak tahmin modelimizdeki ağaç sayısı parametresi 100 olarak belirlenmiştir.

Tablo 15. Modelde kullanılacak maksimum değişken sayısı

Ağaç Sayısı	Gini yöntemiyle en önemli bulunan maksimum değişken sayısı	Gini yöntemiyle en önemli bulunan maksimum değişken sayısı modele girdiğinde hata oranı
100	3	0,662
100	**5**	**0,661**
100	7	0,662
100	15	0,663

Tablo 15'te görüleceği üzere modelimizde kullanılacak maksimum değişken sayısı gini kriteri baz alınarak hesaplandığında en düşük hata oranını veren maksimum 5 adet değişkendir.

Hiperparametre optimizasyonu sonucunda ortaya çıkan en etkin parametre değerleri Tablo 16'da bizlere verilmiştir.

Tablo 16. Hiperparametre optimizasyonu sonucunda en optimal parametre değerleri

Ağaç Sayısı (n_estimators)	Maksimum Değişken (max_features)
100	5

Tablo 16'da görüleceği üzere modelimize ilişkin belirlediğimiz iki adet parametre değeri, yapılan hiperparametre optimizasyonu sonucu elde edilen değerler ile tutarlılık göstermektedir.

Tablo 17. OOB test verisi sonucu yakınlık matrisi

	Gerçek Sınıflar	
Tahmin Sınıfı	0-Katılmıyorum	1-Katılıyorum
0-Katılmıyorum	219 (TP)	9 (FP)
1-Katılıyorum	7 (FN)	7 (TN)

Tablo 18. Test verisi için sınıflandırma çizelgesine ait performans ölçütleri

Doğruluk (Accuracy)	%93,39
F-puanı	%96,19
Kappa	%43,16

Tablo 18'de görüleceği üzere doğruluk değerinin %93,39 gibi yüksek bir değer olması kurulan RO sınıflama tahmini modelinin gayet başarılı bir performansı olduğunu göstermektedir. F-puanının da %96,19 gibi yüksek bir değerde olması doğruluk parametresi gibi bizlere modelin başarısını kanıtlamaktadır. Kappa istatistiğinin de %44,78 olması da mevcut sınıfların birbirleri ile kabul edilebilir uyumlulukta olduğunu göstermiştir.

Tablo 19. Kurulan modele ilişkin ilk 5 değişkenin önem düzeyleri

Değişkenler	Önem Düzeyleri
Soru 8-) Güçlü bir arabaya sahip olmanın tek anlamı onu tam kapasite kullanmaktır.	0,073
Soru 12-) Araba kullanırken hız yapmanın ve heyecanın ayrılmaz bir ikili olduğuna inanıyorum.	0,071
Soru 26-) Trafikte bazen risk almak gerekir.	0,052
Soru 37-) Zamanında varmak için bazen trafik kurallarını esnetmenin hiçbir sakıncası yoktur.	0,048
Soru 13-) Yetişkinlerin, trafikte eğlence ve heyecana gereksinim duyduğuna inanıyorum.	0,044

4.1.3. Hız limitini 10-15 km/saat aşmakta sorun yoktur çünkü bunu herkes yapıyor değişkenine yönelik tutum ve sınıflandırma ölçeği

Bağımlı değişkenimize ilişkin sınıf değerleri Tablo 20'de gösterilmiştir.

Tablo 20. Veri seti içerisinde bağımlı değişkene ilişkin toplam sınıf bilgileri

Soru 32-) Hız limitini 10-15 km/saat aşmakta sorun yoktur çünkü herkes yapıyor	
Sınıf Değeri	Denek Sayısı
0	411
1	67

Sınıf değerlerini dengelemek için kullanılan ağırlık katsayıları Tablo 21'de bizlere verilmiştir.

Tablo 21. Sınıf değerlerine ilişkin ağırlık katsayıları

Soru 32-) Hız limitini 10-15 km/saat aşmakta sorun yoktur çünkü bunu herkes yapıyor	
Sınıf Değeri	Ağırlık Katsayısı
0	0,1
1	0,6

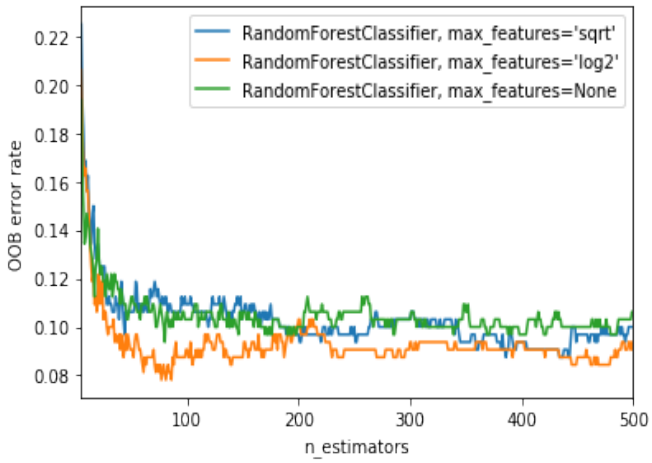
Bağımlı değişkenimize ait eğitim ve test verilerinin sınıf değerleri bazında rakamsal dağılımları Tablo 22 ve Tablo 23'de verilmiştir.

Tablo 22. Bağımlı değişkene göre eğitim veri seti

Soru 32-) Hız limitini 10-15 km/saat aşmakta sorun yoktur çünkü bunu herkes yapıyor	
Sınıf Değeri	Denek Sayısı
0	270
1	50

Tablo 23. Bağımlı değişkene göre test veri seti

Soru 32-) Hız limitini 10-15 km/saat aşmakta sorun yoktur çünkü bunu herkes yapıyor	
Sınıf Değeri	Denek Sayısı
0	141
1	17



Şekil 3. Ağaç sayılarına ilişkin OOB hata grafiği

Şekil 3'te görüleceği üzere ağaç sayısının 400 olduğu durumlarda diğer durumlara göre OOB hatasının daha kararlı olması dolayısıyla kurulacak tahmin modelimizdeki ağaç sayısı parametresi 400 olarak belirlenmiştir.

Tablo 24. Modelde kullanılacak maksimum değişken sayısı

Ağaç Sayısı	Gini yöntemiyle en önemli bulunan maksimum değişken sayısı	Gini yöntemiyle en önemli bulunan maksimum değişken sayısı modele girdiğinde hata oranı
400	3	0,102
400	5	0,102
400	**6**	**0,102**
400	7	0,103

Tablo 24'te görüleceği üzere max_features parametremiz 6 olarak belirlenmiştir.

Hiperparametre optimizasyonu sonucunda ortaya çıkan en etkin parametre değerleri Tablo 25'de bizlere verilmiştir.

Tablo 25. Hiperparametre optimizasyonu sonucunda en optimal parametre değerleri

Ağaç Sayısı (n_estimators)	Maksimum Değişken (max_features)
400	6

Tablo 25'de görüleceği üzere modelimize ilişkin belirlediğimiz iki adet parametre değeri, yapılan hiperparametre optimizasyonu sonucu elde edilen değerler ile tutarlılık göstermektedir.

Tablo 26. OOB test verisi sonucu yakınlık matrisi

	Gerçek Sınıflar	
Tahmin Sınıfı	0-Katılmıyorum	1-Katılıyorum
0-Katılmıyorum	131 (TP)	10 (FP)
1-Katılıyorum	6 (FN)	11 (TN)

Tablo 27. Test verisi için sınıflandırma çizelgesine ait performans ölçütleri

Doğruluk (Accuracy)	%89,87
F-puanı	%94,25
Kappa	%52,22

Tablo 27'de görüleceği üzere doğruluk değerinin %89,87 gibi yüksek bir değer olması kurulan RO sınıflama tahmini modelinin gayet başarılı bir performansı olduğunu göstermektedir. F-puanının da %94,25 gibi yüksek bir değerde olması doğruluk parametresi gibi bizlere modelin başarısını kanıtlamaktadır. Kappa istatistiğinin de %52,22 olması da mevcut sınıfların birbirleri ile kabul edilebilir uyumlulukta olduğunu göstermiştir.

Tablo 28. Kurulan modele ilişkin ilk 6 değişkenin önem düzeyleri

Değişkenler	Önem Düzeyleri
Soru 37-) Zamanında varmak için bazen trafik kurallarını esnetmenin hiçbir sakıncası yoktur.	0,083
Soru 38-) Her zaman trafik kurallarına uymaktansa akıcı bir şekilde araba kullanmak daha iyidir.	0,065
Soru 31-) Koşullar uygun olduğunda bence hız limitlerini aşmakta sorun yoktur.	0,063
Soru 10-) Trafik kurallarının araba kullanma zevkini yok ettiğine inanıyorum.	0,062
Soru 34-) Bazen trafik kurallarının çiğnenmesini göz ardı etmek gerekir.	0,058
Soru 33-) Trafiğin aksamamasını sağlamak için bazen kuralları esnetmek gerekir.	0,047

5 Sonuçlar

Bağımlı değişkenlerimizden ilki olan anketimizin 27.sorusu "Trafik kurallarına harfi harfine uyarım" değişkenine yönelik yapılan sınıflandırma başarısının artışında 5 adet bağımsız değişkenin önem düzeyleri yüksek olduğu gözlenmektedir. Bu değişkenler önem düzeyleri bakımından "Soru 29-) Bir yaya olarak tüm trafik kurallarına harfi harfine uyarım", "Soru 1-) Kazaların çoğu engelleyici ve önleyici tedbirlere daha çok önem vererek engellenebileceğine inanıyorum", "Soru 11-) Sürücülerin tamamıyla hız kurallarına uyması gerektiğine inanıyorum", "Soru 14-) Hiçbir zaman hızlı araba kullanmayı istemem" ve "Soru 42-) Yollardaki trafik işaret ve levhalarını okuma becerisine sahibim" değişkenleridir.

Bağımlı değişkenlerimizden ikincisi olan anketimizin 2.sorusu "Trafik kurallarının araba kullanma zevkini yok ettiğine inanıyorum" değişkenine yönelik yapılan sınıflandırma başarısında 5 adet bağımsız değişkenin önem düzeyleri bakımından öne çıktığı görülmektedir. Bu değişkenler önem düzeyleri bakımından sırasıyla "Soru 8-) Güçlü bir arabaya sahip olmanın tek anlamı onu tam kapasite kullanmaktır", "Soru 12-) Araba kullanırken hız yapmanın ve heyecanın ayrılmaz bir ikili olduğuna inanıyorum", "Soru 26-) Trafikte bazen risk almak gerekir", "Soru 37-) Zamanında varmak için bazen trafik kurallarını esnetmenin hiçbir sakıncası yoktur", "Soru 13-) Yetişkinlerin, trafikte eğlence ve heyecana gereksinim duyduğuna inanıyorum" değişkenleridir.

Bağımlı değişkenlerimizden sonuncusu olan anketimizin 32.sorusu "Hız limitini 10-15 km/saat aşmakta sorun yoktur çünkü bunu herkes yapıyor" değişkenine yönelik sınıflandırma başarısına etki eden 6 adet değişken öne çıkmaktadır. Bu değişkenler önem düzeyleri bakımından sırasıyla "Soru 37-) Zamanında varmak için bazen trafik kurallarını esnetmenin hiçbir sakıncası yoktur", "Soru 38-) Her zaman trafik kurallarına uymaktansa akıcı bir şekilde araba kullanmak daha iyidir", "Soru 31-) Koşullar uygun olduğunda bence hız limitlerini aşmakta sorun yoktur", "Soru 10-) Trafik kurallarının araba kullanma zevkini yok ettiğine inanıyorum", "Soru 34-) Bazen trafik kurallarının çiğnenmesini göz ardı etmek gerekir" ve "Soru 33-) Trafiğin aksamamasını sağlamak için bazen kuralların esnetilmesi gerekir" değişkenleridir.

Kaynaklar

[1] Laudon KC. *Ethical and Social Issues in Information Systems*. Editor: Horan B. India, Pearson Education, 2007.

[2] Louppe G. Understanding Random Forest From Theory to Practice. PhD Thesis, Universiy of Liege, Liege, Belgium, 2014.

[3] Cutler A, Cutler DR, Stevens JR. *Tree-based Methods.* New York, USA, Springer, 2013.
[4] Yıldız MC, Karaca M. "Otomobil sürücülerinin trafik ve yol güvenliği konusundaki görüşlerine ilişkin sosyolojik bakış". *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi,* 12: 1-13, 2005.
[5] Onay H. Trafikte Sosyal Sorumluluk Projelerinin Trafik Güvenliğine Etkilerinin İrdelenmesi. MSc Thesis, Gazi Üniversitesi, Ankara, Turkey, 2013.
[6] Breiman L. "Random Forests". *Machine Learning Kluwer Academic Publishers,* 45, 5-32, 2001.
[7] James G, Witten D, Hastie T, Tibshirani R. *An Introduction to Statistical Learning with Applications in R.* Editords: Casella G, Fienberg S, Olkin I. Tree-Based Methods, 303-335, New York, USA, Springer, 2013.
[8] Akman M. Veri Madenciliğine Genel Bakış ve Random Forest Yönteminin İncelenmesi: Sağlık Alanında Bir Uygulama. MSc Thesis, Ankara Üniversitesi, Ankara, Turkey, 2010.
[9] Besnah T, Ejigu D, Abraham A, Snasel V, Kromer P. "Pattern recognition and knowledge discovery from road traffic accident data in Ethiopia: Implications for improving road safety". *World Congress on Information and Communication Technologies (WICT),* Mumbai, India, 11-14 December 2011.
[10] Krishnaveni S, Hemalalatha M. "A perspective analysis of traffic accident using data mining techniques". *International Journal of Computer Applications,* 23(7), 40-48, 2011.
[11] Hou Y, Edara P, Chang Y. "Road network state estimation using random forest ensemble learning". *International Conference on Intelligent Transportation,* Yokohama, Japan, 16-19 October 2017.
[12] Kruber F, Wurst J, Morales ES, Chakraborty S, Botsch M. "Unsupervised and supervised learning with the random forest algorithm for traffic scenario clustering and classification". *IEEE Symposium on Intelligent Vehicle,* Paris, France, 9-12 June 2019.
[13] Lahouar A, Slama JB. "Day-ahead load forecast using random forest and expert input selection". *Energy Conversion and Management,* 103, 1040,1051, 2015.
[14] Abellán J, Mantas CJ, Castellano JG. "A random forest approach using imprecise probabilities". *Knowledge-Based Systems,* 134, 72-84, 2017.
[15] Liaw A, Wiener M. "The R Project for Statistical Computing". https://cran.r-project.org/web/packages/randomForest/randomForest.pdf (17.05.2021).
[16] Akman M, Genç Y, Ankaralı H. "Random forest yöntemi ve sağlık alanında bir uygulama". *Türkiye Klinikleri Biyoistatistik Dergisi,* 3(1), 36-48, 2011.
[17] Yao D, Yang J, Zhan X. "A novel method for disease prediction: Hybrid of random forest and multivariate adaptive regression splines". *Journal of Computers,* 8(1), 170-177, 2013.
[18] Yılmaz H. Random Forest Yönteminde Kayıp Veri Probleminin İncelenmesi ve Sağlık Alanında Bir Uygulama. MSc Thesis, Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir, Turkey, 2014.
[19] Liaw A, Wiener M. "The R Project for Statistical Computing". https://cran.r-project.org/web/packages/randomForest/randomForest.pdf (17.05.2021).
[20] Minitab. "Introduction to Random Forests". https://www.minitab.com/content/dam/www/en/uploadedfiles/content/products/spm/IntroRF.pdf (13.09.2020).
[21] Pal M. "Random forest classifier for remote sensing classification". *International Journal of Remote Sensing,* 26(1), 217-222, 2005.
[22] Archer KJ. "Empirical characterization of random forest variable importance measure". *Computational Statistics & Data Analysis,* 52(4), 2249-2260, 2008.
[23] Cutler A, Cutler DR, Stevens JR. "Random forest". *Machine Learning,* 45(1), 157-176, 2011.
[24] Qi Y. "Random Forest for Bioinformatics". https://www.cs.cmu.edu/~qyj/papersA08/11-rfbook.pdf (12.10.2020).
[25] Cutler A, Cutler DR, Stevens JR. *Random Forests, Section in Machine Learning.* New York, USA, Springer, 2012.
[26] Zhang C, Li Y, Yu Z, Tian F. "A weighted random forest approach to improve predictive performance for power system transient stability assessment". *IEEE PES Asia-Pasific Power and Energy Conference*, China, 1259-1263, 25-28 October 2016.
[27] Gutierrez DD. *Machine Learning and Data Science: An Introduction to Statistical Learning Methods with R.* San Francisco, USA, Technics Publications, 2015.
[28] Şehribanoğlu S. "Van ilinde yaşayanların trafik işaretleri bilgisi ve trafik kurallarına bakış açıları üzerine bir araştırma". *Trafik ve Ulaşım Araştırmaları Dergisi,* 2(1), 1-15, 2019.
[29] Çakır O, Doğan MC. "İlkokul öğretmenlerinin postmodern eğitim anlayışına ilişkin görüşleri". *Eğitim Kuram ve Uygulama Araştırmaları Dergisi,* 3(1), 38-52, 2017.

Development of Android Based Mobile Video Conference Application Using Jitsi Meet Platform

Berk BEKTAŞ[1], Emre DANDIL[1]*,

[1]*Bilecik Seyh Edebali University, Faculty of Engineering, Department of Computer Engineering, Bilecik, Turkey*

Özet

Video konferans sistemleri internet üzerinden video, görüntü ve ses aktarmak için kullanılan yaygın iletişim araçlarıdır. Bu sistemler, insanlar arasında konumdan bağımsız olarak iletişim ve etkileşim oluşturmak gibi amaçlar için canlı video bağlantısı sağlamaktadır. Ayrıca bu güncel teknolojiler sayesinde iş toplantıları, seminerler, konferanslar, sesli aramalar, anlık mesajlaşma gibi türlü iletişim aktiviteleri gerçekleştirilebilmektedir. Özellikle son yıllarda küresel Covid-19 salgınının da etkisi ile eğitim, toplantı, konferans gibi süreçlerin sesli ve video destekleri ile uzaktan yapılması, ağırlıklı olarak mobil ve web destekli olan bu sistemlerin kullanımını ve gereksinim ihtiyacını aşırı derecede yükseltmiştir. Bu çalışmada, internet üzerinden iletişim, toplantı, sesli görüşme, video konferans tabanlı yayım, bulut tabanlı anlık mesajlaşma ve karşılıklı toplantılar organize edebilmek için Android işletim sistemi tabanlı mobil bir uygulama geliştirilmiştir. Geliştirilen mobil uygulama açık kaynak kodlu bir platform olan Jitsi Meet altyapısı ile tasarlanmıştır. Etkileşimli ve esnek kullanıcı arayüzüne sahip mobil uygulama ile kullanıcılar arasında birçok video konferans aktivitesinin hızlı ve başarılı bir şekilde gerçekleştirildiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: *Video Konferans, Android, Mobil Uygulama, Jitsi Meet, Bulut Mesajlaşma*

Jitsi Meet Platformu Kullanılarak Android Tabanlı Mobil Video Konferans Uygulamasının Geliştirilmesi

Abstract

Video conferencing systems are common communication tools used to transfer video, images and audio over the internet. These systems provide live video connection for purposes such as creating communication and interaction between people regardless of location. In addition, thanks to these current technologies, various communication activities such as business meetings, seminars, conferences, voice calls, instant messaging can be carried out. Especially in recent years, with the effect of the global Covid-19 epidemic, the remote implementation of processes such as education, meetings, conferences with audio and video support has greatly increased the use and need for these systems, which are predominantly mobile and web-based. In this study, an Android operating system-based mobile application is developed to organize communication over the internet, meeting, audio call, video conference-based broadcasting, cloud-based instant messaging and mutual meetings. The developed mobile application is designed with the Jitsi Meet infrastructure, which is an open source platform. With the mobile application with an interactive and flexible user interface, it is observed that many video conferencing activities are carried out quickly and successfully between users.

Keywords: *Video conferencing, Android, Mobile Application, Jitsi Meet, Cloud Messaging*

* Corresponding author: emre.dandil@bilecik.edu.tr

1 Introduction

Video conference systems are a typical application of video transmission over the Internet. [1]. In video-based conferencing systems, audio data is transferred synchronously as well as data and video communication between multiple groups and individuals. [2]. These systems offer live communication and instant interaction between people in different locations. [3]. In addition to providing video and audio communication over these systems, instant messaging is also possible. In these systems, communication can be provided via a web-based application or a mobile application. The development of mobile devices in terms of hardware and software increases their use for video and voice communication.

Travel time and costs are significantly reduced by connecting people in different locations with video communication. Business meetings, seminars and conferences can be conducted live with online video conference communication. [4]. Video conferencing systems also stand out as one of the technologies used in distance education in recent years. [5]. Therefore, especially in recent years, there is an extreme need for uninterrupted establishment of high quality video communication in video conferencing systems. In addition, bandwidth and connection quality should not be limited in multi-user video transmissions. In addition, the protocols to be applied in video broadcasts must be compatible with and support codecs, bitrate and broadcast methods.

In recent years, during the COVID-19 (coronavirus) pandemic, many institutions or organizations have started working remotely, partially or completely, via videoconferencing. These organizations have to organize business meetings, seminars and conferences through remote working and electronic communication. [6]. However, the fact that institutions and organizations do not have a system that they have previously developed for them to work remotely has forced companies to use applications and web applications that include such video conferencing systems. In this process, many individuals or institutions organized online meetings and preferred solutions such as Zoom, Microsoft Teams, Google Meet, Skype. However, the fact that such applications have some limitations such as being paid, concerns about personal security and privacy policies, the lack of end-to-end encryption methods, limited usage time and the inability to record the session have led to the development of new video conferencing applications.

In previous studies, there are some video conferencing and various communication systems, both mobile application-based and web-based. In their study, Khalifa *et al.* [7] proposed a supported video conferencing application on mobile phone supported Android platforms. Caiko *et al.* [4] developed a video conferencing communication platform using Jitsi Meet infrastructure in their proposed study. In another study, Lv *et al.* [8] designed a real-time mobile video conferencing system. Chatterjee *et al.* [9] developed an Android-based real-time mobile communication application in their study. In another study, Hirata *et al.* [10] developed a next generation video communication system.

In this study, an Android-based mobile application is developed by using the Jitsi Meet platform for video and audio calls, instant messaging, and organizing multi-participant meetings over the internet. The next sections of the study are organized as follows. In the second section, the architecture and infrastructures of the developed mobile application are detailed. In the third section, the developed mobile application is presented. In the last section, the developed application is evaluated generally.

2. System Architecture and Infrastructure

In this study, a mobile-based video conference system was developed on the Android platform to provide audio and video communication over the internet. In the study, Jitsi Meet environment, which can distribute as a virtual server and is based on WebRTC, was used as infrastructure. The architecture and infrastructure of the developed system are shown in Fig. 1. In the first step, the video call invitation is initiated by the sender. In the second step, an FCM (Firebase Cloud Messaging) token service is created between the sender and the receiver. According to the Accept or Reject status of the invited user, the sender response is sent to the receiving user together with the FCM token. When the session ends, the FCM token created with the Google Firebase database is destroyed. Thus, a more secure session is provided with the video conference application developed by preventing unauthorized access to the session.

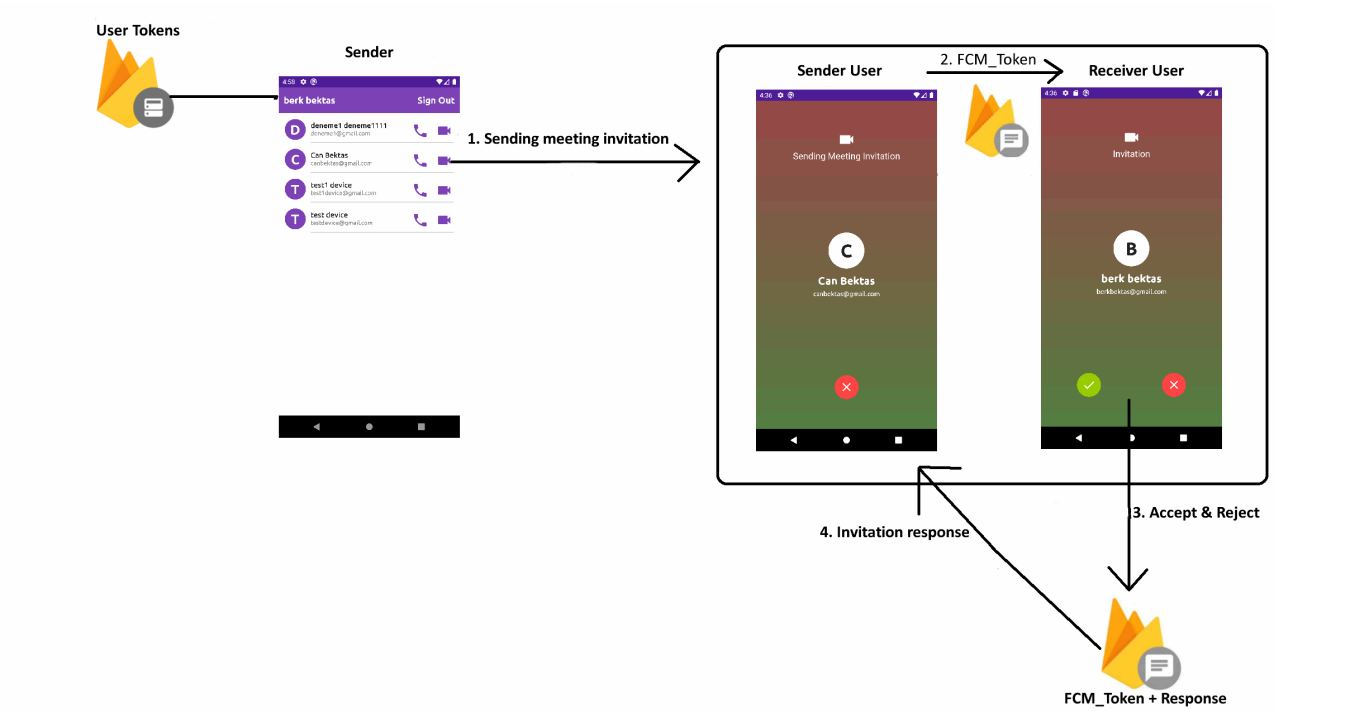


Fig. 1. System architecture and infrastructure of the proposed video conference application

2.1 *The Jitsi Meet Platform*

Jitsi Meet [11] is an open source video conferencing software designed by Emil Ivov in 2003. Jitsi, a JavaScript WebRTC application, is compatible with both web and mobile-based environments such as Android, Mac OS X, Windows and Linux [4, 11]. In Jitsi Meet platform, conference invitation is provided with a custom URL generated with an encryption during data transfer from user to server [12].

In Jitsi Meet infrastructure, video conferencing communication is encrypted before leaving the mobile device and decrypted when it reaches the server. After the decrypted password is processed, it is re-encrypted as it exits the server to be sent to the recipient. In Jitsi Meet environment, it can be run easily by installing virtual servers. Jitsi also offers Ubuntu and Debian packages for easy installation [11]. Jitsi setup and instructions are available on GitHub [13].

Jitsi is a combination of some sub-projects. These are Jitsi Meet, Jitsi Videobridge (JVB), Jitsi Conference Focus (jicofo), Jitsi Gateway to SIP (jigasi), Jitsi Broadcasting Infrastructure (jibri), and Prosody components as shown in the architecture in Fig. 2 [11, 13].

2.2 *Environment and Libraries*

In this study, the mobile application developed for video conferencing is designed to work in harmony with Android operating system based devices. The developed mobile application was programmed in the Android Studio [14] environment with the Java programming language. Detailed information about other libraries and databases used in the study is presented in Table 1.

Table 1. Detailed information about the libraries and databases used in the study

Library/ Database	Specification	Usable Packets
Retrofit [15]	It provides data (JSON) exchange between server/client	• com.squareup.retrofit2:retrofit:2.9.0 • com.squareup.retrofit2:converter-scalars:2.9.0
Firebase Cloud Firestore [16]	It is a document-based NoSQL database developed by Google	• com.google.firebase:firebase-firestore:22.0.0
Firebase Cloud Messaging (FCM) [17]	It is a service used to send Push-Notifications to users	• com.google.firebase:firebase-messaging:21.0.0
RecyclerView	Displaying listed data on a list using adapter provides	• androidx.recyclerview:recyclerview:1.1.0
Swipe Refresh Layout	It is used to refresh the data captured on the homepage.	• androidx.swiperefreshlayout:swiperefreshlayout:1.1.0

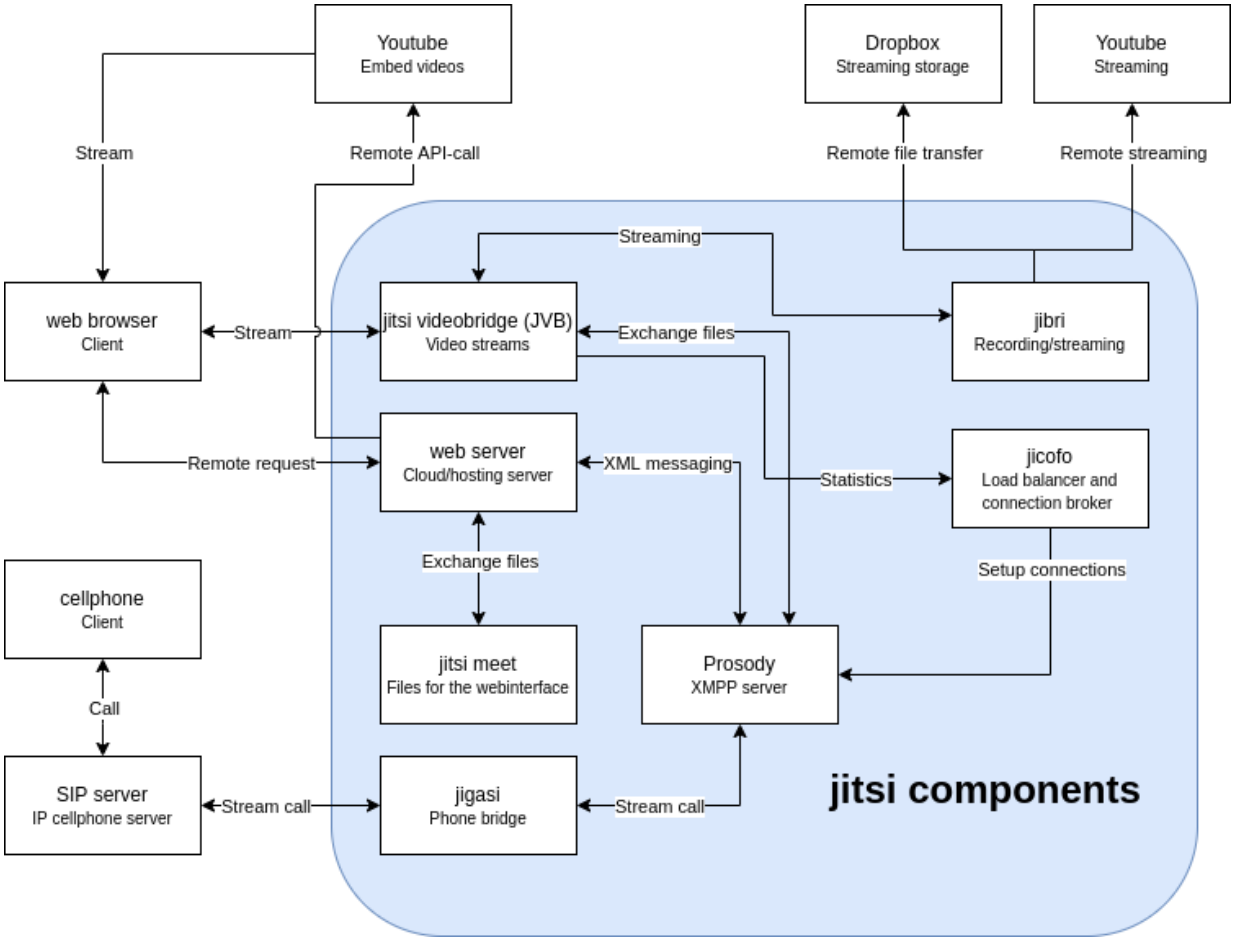
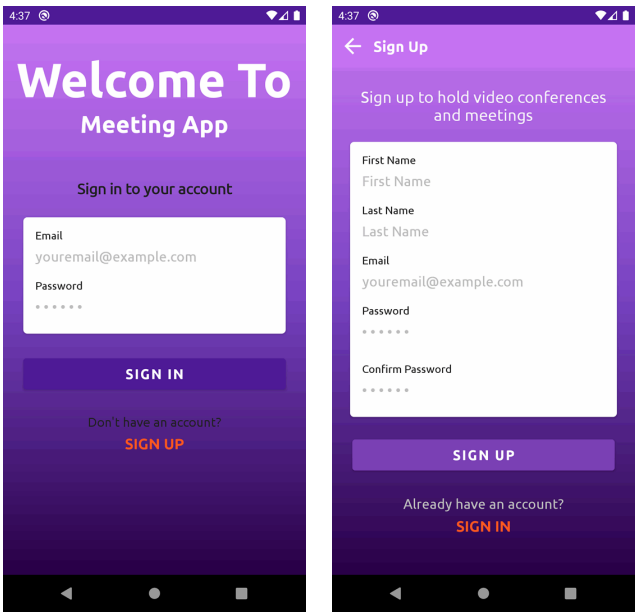


Fig. 2. Jitsi components and architecture diagram [11]

3 The Developed Video Conferencing Mobile Application

In this study, the login form of the mobile application developed by using the infrastructure of the Jitsi Meet platform in the Android environment in order to provide video and voice calls and cloud-based messaging between users is shown in Fig. 3(a), and the registration form is shown in Fig. 3(b). In the application, if the user has registered before, he can log into the system with the user name and password he has determined. On the other hand, if the user installs and uses the application for the first time, the user completes the membership process by filling in the information in the registration form.

In the developed mobile application, necessary permission procedures were created in order to use the FCM token and Firebase notification services, as seen in Fig. 4. These permissions provide the necessary configurations in the AndroidManifest file for the application's internet access.



(a)login form (b) registration form

Fig 3. Login and registration form interfaces of the developed mobile application

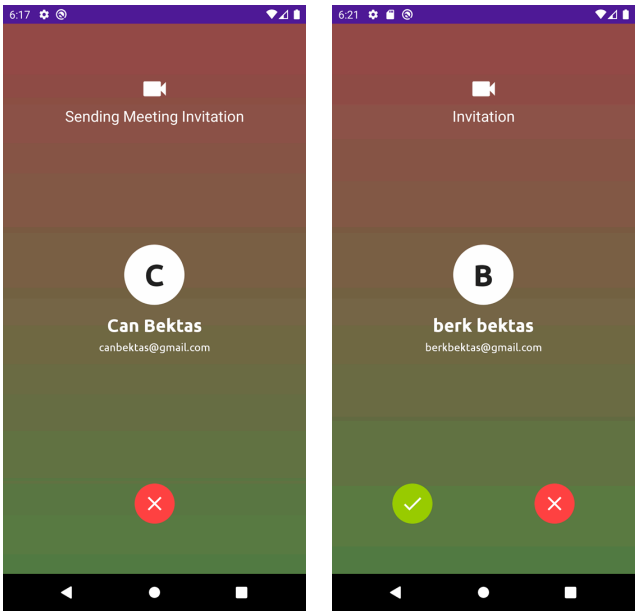
```
<service
    android:name=".firebase.MessagingService"
    android:exported="false">
    <intent-filter>
        <action android:name="com.google.firebase.MESSAGING_EVENT"/>
    </intent-filter>
</service>
```

Fig. 4. Creating required permissions in Firebase Cloud Messaging (FCM) service

In the Android-based mobile application developed for video conferencing, the Sending Invitation and Receiving Invitation processes for the conversation between two users are denoted in Fig. 5(a) and Fig. 5(b), respectively.

Firebase Cloud Firestore database in document-based NoSQL structure was used on the backend of the developed mobile application. The database designed for the developed mobile application is shown in Fig. 6.

The FCM service is based on sending incoming messages on the server to the relevant client and managing this sending process in a convenient way. In the application developed in this study, an FCM token is created for each user. This token is created at login and deleted when logged out.



(a)sending invitation (b)receiving invitation

Fig 5. Sending invitation and receiving invitation processes for conversation between two users in the application

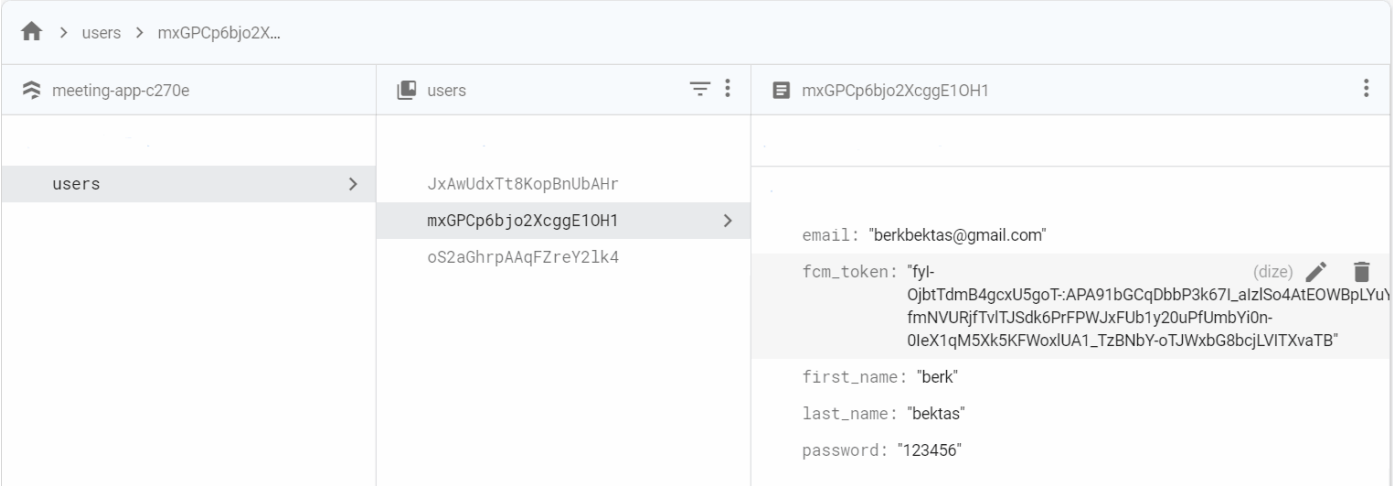


Fig 6. Structure of the FCM database designed for the developed mobile application

In the application, when the session is re-opened, a new updated token is registered in the database. The Retrofit library checks whether users are online by listening to user tokens in a created service database. Thanks to the token, users can send and receive call requests (push notification) among themselves. The creation of the token with FCM and the initiation of a meeting invitation with the generated token are shown in Fig. 7 and Fig. 8, respectively.

```
FirebaseInstanceId.getInstance().getInstanceId().addOnCompleteListener(new OnCompleteListener<InstanceIdResult>() {
    @Override
    public void onComplete(@NonNull Task<InstanceIdResult> task) {
        if (task.isSuccessful() && task.getResult() != null){
            sendFCMTokenToDatabase(task.getResult().getToken());
        }
    }
});
```

Fig 7. Creation of the FCM token

Fig 8. Initiation of meeting invitation with FCM token

In Fig. 9, the visuals of a voice call between two users in the developed mobile application interface are presented. Here, when the user approves the voice call request with the help of the FCM token, the FCM token notifies the sender that the invitation was approved and a conversation was started with the Jitsi Meet infrastructure. In voice call, Jitsi Meet uses encryption during transmission from user to server. ˙Communication is encrypted before leaving the device and decrypted when it reaches the server. After processing, it is re-encrypted when leaving the server to be sent to the recipient. Thus, a secure voice call is provided between two users.

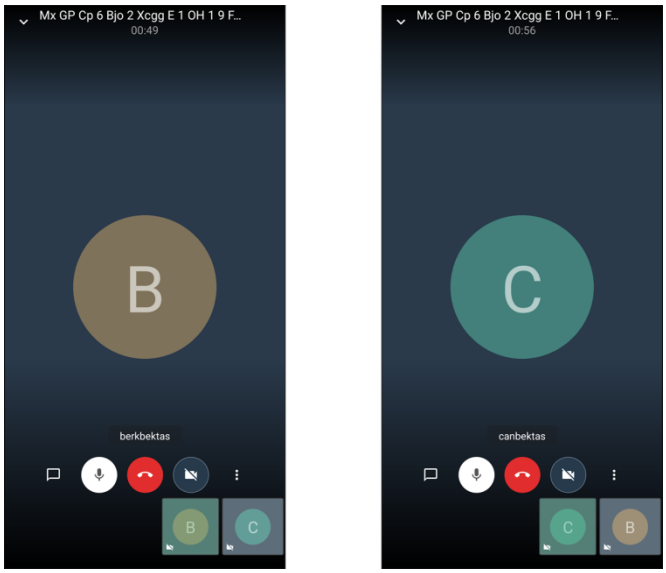


Fig 9. Implementation of voice call with the developed mobile application

In Fig. 10, screenshots of a video call in the mobile application environment developed with Jitsi Meet infrastructure are denoted. In the video call, the process is operated as in the voice call.

Fig 10. Realization of video calls with the developed mobile application

4 Conclusion

In this study, a mobile-based video conferencing system was developed on the Android platform to establish voice and video communication over the internet and cloud-based instant messaging. WebRTC-based Jitsi Meet environment was used as the infrastructure in the study.

In the study, users' sending meeting invitations to each other is provided by an API Service of the Retrofit library using the FCM token defined when users log in. This service checks if users are online by listening to users' FCM tokens in the database. If the user is online, a meeting invitation is sent. If the user is not online, the dialog window informs the screen that the user is not online before sending the

meeting invitation. In case the user is online, it is possible to cancel the audio or video conference request by the sender and reject the conference invitation by the receiver with an FCM token service.

References

[1] L. Wang, Z. Yang, L. Xu, and Y. Yang, "NCVCS: Network-coding-based video conference system for mobile devices in multicast networks," *Ad Hoc Networks,* vol. 45, pp. 13-21, 2016.

[2] R. Wiesemes and R. Wang, "Video conferencing for opening classroom doors in initial teacher education: Sociocultural processes of mimicking and improvisation," in *Seminar. net*, 2010.

[3] K. Rop and N. Bett, "Video conferencing and its application in distance learning," in *Annual Interdisciplinary Conference, The Catholic University of Eastern Africa, Nairobi Kenya*, 2012.

[4] J. Caiko, A. Patlins, A. Nurlan, and V. Protsenko, "Video-conference Communication Platform Based on WebRTC Online meetings," in *2020 IEEE 61th International Scientific Conference on Power and Electrical Engineering of Riga Technical University (RTUCON)*, 2020, pp. 1-6.

[5] D. Candarli and H. G. Yuksel, "Students' perceptions of video-conferencing in the classrooms in higher education," *Procedia-Social and Behavioral Sciences,* vol. 47, pp. 357-361, 2012.

[6] R. S. Oeppen, G. Shaw, and P. A. Brennan, "Human factors recognition at virtual meetings and video conferencing: how to get the best performance from yourself and others," *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery,* vol. 58, pp. 643-646, 2020.

[7] M. M. Khalifa, P. M. Abdellaoui, and C. Hamrouni, "Video conference Android platform by your mobile phone," *International Journal of Advanced Computer Science and Applications,* vol. 6, p. 276, 2015.

[8] H. Lv, Y. Deng, Y. Zhong, R. Xiao, and W. Li, "Realtime Mobile Video Conference Design Base On Reactive Architecture," 2017.

[9] N. Chatterjee, S. Chakraborty, A. Decosta, and A. Nath, "Real-time communication application based on android using Google firebase," *Int. J. Adv. Res. Comput. Sci. Manag. Stud,* vol. 6, 2018.

[10] K. Hirata, Y. Harada, T. Takada, S. Aoyagi, Y. Shirai, N. Yamashita*, et al.*, "t-Room: Next generation video communication system," in *IEEE GLOBECOM 2008-2008 IEEE Global Telecommunications Conference*, 2008, pp. 1-4.

[11] JitsiMeet. (12.07.2021). *Jitsi Meet*. Available: https://jitsi.org/

[12] A. Asfar and A. Asfar, "The effectiveness of distance learning through Edmodo and Video Conferencing Jitsi Meet," in *Journal of Physics: Conference Series*, 2021, p. 012040.

[13] JitsiGitHub. (12.07.2021). *Jitsi Meet GitHub*. Available: https://github.com/jitsi/jitsi-meet

[14] AndroidStudio. (12.07.2021). *Android Studio*. Available: https://developer.android.com/studio

[15] Retrofit. (12.07.2021). *Retrofit Library*. Available: https://square.github.io/retrofit/

[16] Firebase. (12.07.2021). *Google Firebase Cloud Firestore*. Available: https://firebase.google.com/docs/firestore/quickstart

[17] FCM. (12.07.2021). *Firebase Cloud Messaging*. Available: https://firebase.google.com/docs/cloud-messaging

Prediction of Benign and Malignant of Cancer Using Convolutional Neural Networks Based Approach

Ahmet TOPRAK[1]*

[1]*Istanbul Commerce University, Computer Engineering, Istanbul, TURKEY*

Abstract

Cancer is a group of more than 100 different diseases. It can develop almost anywhere in the body. Cancer is a broad term. It describes the disease that results when cellular changes cause the uncontrolled growth and division of cells. Some types of cancer cause rapid cell growth, while others cause cells to grow and divide at a slower rate. There are different forms of cancers out of which skin cancer is the most common one, Usually, every year the people infected by skin cancer will be more than the number of people infected by all other types of cancer combined. Skin cancer is the most widespread cancer diagnosed in the world. It is seen that if it can be diagnosed in its early phases, with choosing the appropriate treatment, survival rates are very good. Hence it is absolutely necessary to get to know at the earliest whether the symptoms of the patient correspond to cancer or not. According to the World Health Organization (WHO), the early finding of transformations of the skin significantly improve the chances of good medication and treatment so that the patient can be saved. The Computer system integrated with the software developed from deep learning, namely Convolutional Neural Networks (CNN), is good at detecting skin cancer than experienced dermatologists, so now We had extended this deep learning architecture to develop a model that categorizes the given infected skin image of patient as malignant (melanoma or harmful) or benign (harmless) by using various libraries in Python. This model is trained and tested by using dataset taken from International Skin Imaging Collaboration (ISIC). The main aim of this model is to detect skin cancer for patients in earlier stages and treat them effectively so that we can reduce the mortality rate. According to the results, a performance rate of 93% was achieved in the model test on 1000 different images, 96% in the model test on 1200 different images, and 98% in the model test performed on 1500 different images. The data regarding the results will be shared in detail separately.

Keywords: *Adam Optimizer, Benign Classification, Convolutional Neural Network (CNN), Classification, Deep Learning, Image Processing, Melanoma Classification, Residual Neural Network (RELU), Skin Cancer*

1 Introduction

Health problems have increased worldwide, especially with the different problems brought by social life. Although some of these health problems are treated with technological developments, a certain point has not been reached yet in the treatment methods for some of them. Cancer is one of these diseases. Every year, thousands of people die from a different type of cancer. According to statistics, one out of every 5 people in the world gets cancer during their lifetime. 1 out of every 8 men and 1 out of every 11 women dies from cancer. Worldwide, the total number of cancer patients alive (5-year prevalence) within 5 years of cancer diagnosis is estimated to be 50.6 million. Likewise, in more than 60% of newly diagnosed cancer cases and more than 70% of cancer-related deaths, female breast cancer (11.7% of new cases), lung cancer (11.4%), colorectal cancer (10.0%), prostate cancer (7.3%) and stomach cancer (5.6%) follow. It is predicted that there will be approximately 28.4 million new cancer cases worldwide in 2040. This number corresponds to a 47% increase in the

number of approximately 19.3 million cases in 2020. In Figure 1, the distribution of cancer-related diseases occurring in different continents of the world is given.

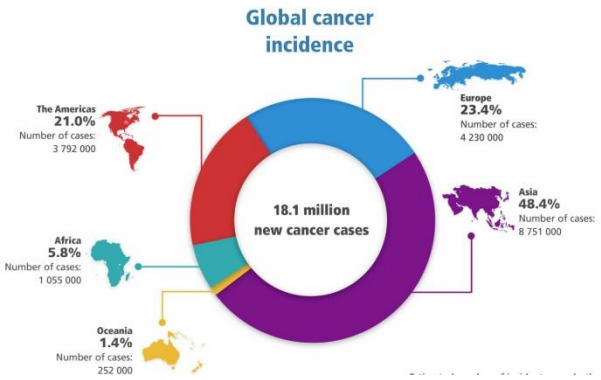


Fig. 1. Global cancer data: Globocan 2018 [1]

In this study, using CNN (Convolutional Neural Networks), which is one of the advanced machine learning approaches, processing of benign and malignant cancer cells and detection of cancer type are provided. For this purpose, first of all, different numbers of cancer images were taken into the system and these images were subjected to data pre-processing steps. Although these pictures belong to both benign and malignant types of cancer, their distribution is homogeneous. Since the pictures are of different sizes, first of all, these pictures were brought into a single order. At the same time, since it takes time to process large-size images on the computer, these images have been converted to normal forms. Then, using the cancer images taken into the system, the CNN model was trained. The parameters used during the model training were discussed in detail and the most effective parameter was selected. Necessary precautions were taken at this stage to prevent the model from falling into overfitting. Finally, the results were observed using the trained model test datasets. Comparison of the results and results obtained according to the parameters used was also made.

In the second part of the article, the studies covering the steps that are similar or used in this study are mentioned. In the third section, the general system topology is explained in detail. In the fourth section, the topology steps mentioned in the third section are explained, in the last section, the results and future studies are mentioned.

2 Related Works

Studies on the CNN-based deep learning model have increased considerably recently. One of the most important reasons for this is that CNN is better than ANN (Artificial Neural Networks) in terms of performance and results. Although these studies are generally related to image processing, they can also be in different fields. One of these studies is the study of Hoo-Chang Shin et al. [2] in 2016. In this study, the application of deep learning-based CNN networks to computer aided sensing problems is provided by utilizing three important but never studied factors before. First of all, different CNN architectures were examined and evaluated. The examined models contain between 5 thousand and 160 million parameters and the number of layers varies. Then, the effect of dataset scale and spatial image context on performance was evaluated. The final section discusses when and why transfer learning from pre-trained ImageNet (via fine-tuning) may be useful. In order to evaluate the performance of the proposed model, the model was applied to two specific computer-aided detection (CADe) problems, Thoraco-abdominal lymph node (LN) detection and interstitial lung disease (ILD) classification, and the results obtained were promising.

In 2017, in the study of S. Albawi [3], each of the parameters used in the CNN-based deep learning model approach was discussed in detail. In particular, the methods to be used to get effective results in CNN models to be created in systems that work with large amounts of image data are mentioned. In order to realize the proposed method, Image Net data set was used and CNN model was applied on this data set. According to the results obtained, CNN achieves the results that ANN can hardly reach, quite effectively.

In 2017, Jiudong Yang et al.'s [4] study contains summary information on the use of CNN in natural processing, image processing, and speech recognition applications. In particular, it is stated according to which criteria CNN parameters should be selected in such research areas. Successful reference studies in this field have also been shared. In general, it was stated that CNN gave successful results in image processing studies.

In 2018, in the study of Rahul Chauhan and his team [5], a CNN-based deep learning model was designed to evaluate the performance of the CNN structure in image recognition and detection datasets. The

performance of the model has been tested on MNIST and CIFAR-10 datasets. According to the results, the success rate of the model was 99.6% on MNIST and CIFAR-10 data sets. It is stated that this result is quite satisfactory and the model is applicable.

In 2018, Nadia Jmour and her team [6] describe a CNN-based deep learning model approach for the traffic sign classification system. In addition, this study presents the preliminary classification results of this CNN application to learn features and classify RGB-D images. In order to create the appropriate model in the study, the transfer learning technique called "fine tuning technique", which reuses the layers trained in the ImageNet dataset, is also discussed. This study contains important results especially for studies related to traffic signs.

In 2019, an integration of the CNN structure on Edge Computing Smartphone structures was provided in the study of Erkena Zebin and his team [7]. This paper presents the design of CNN in the context of human activity recognition scenario. Here, layers of CNN automate the feature learning and the influence of various hyper-parameters such as the number of filters and filter size on the performance of CNN. The proposed CNN showed increased robustness with better capability of detecting activities with temporal dependence compared to models using statistical machine learning techniques. The model obtained an accuracy of 96.4% in a five-class static and dynamic activity recognition scenario.

Similar to our study, there are also studies conducted within the scope of the integration of CNN on cancer disease. One of these studies is the 2020 study of Gitanjali Wadhwa and his team [8]. In this study, the analysis of Histopathology images, which is one of the important techniques used in the detection of breast cancer at an early stage, is provided. For this purpose, a CNN-based deep learning model was created to analyze images. The features of the histopathology images were extracted using the CNN model called DenseNet-201. Then, the classification process was carried out. The data set used for the classification process is BreakHis (Breast cancer Histopathological data set). As a result of the classification, the highest values obtained for accuracy, precision, recall and F1 score are 95.58%, 0.90, 0.99 and 0.89, respectively. It is stated that the experimental results obtained in this study are at a good level compared to previous studies and explain the efficiency of the proposed work.

3 Research Methodology

Skin cancer is the most common human malignancy, is primarily diagnosed visually, beginning with an initial clinical screening and followed potentially by dermoscopic analysis, a biopsy and histopathological examination. The data set used in this study was taken from the ISIC (International Skin Image Collaboration) archive. It consists of 1800 pictures of benign moles and 1497 pictures of malignant classified moles. The pictures have all been resized to low resolution (224x224x3) RGB. The task of this kernel is to create a model, which can classify a mole visually into benign and malignant. Before these pictures are given as parameters to the model, they must be subjected to preprocessing steps and brought into a uniform order. In this study, the image processing was operated in the first step.

3.1 Deep learning

Deep learning is a machine learning method consisting of multiple layers that predicts results with a given data set. Deep learning, machine learning and artificial intelligence are terms that have different meanings. Deep learning, machine learning; machine learning can be summarized as the sub-branch of artificial intelligence. This relationship is shown in detail in Figure 2.

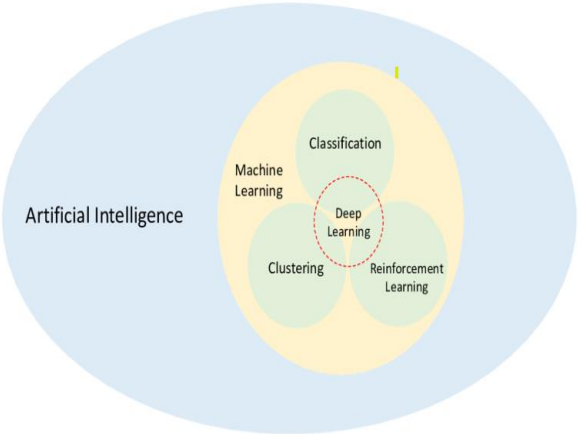


Fig. 2. Relationship between artificial intelligence (AI), machine learning (ML) and deep learning (DL) [9]

Deep learning can be conducted supervised, semi supervised or unsupervised. In deep learning, it learns the distinctive features by itself with many data entries. The more data input for the learning

process, the more successful it will be. While data passes through multiple layers, the upper layers are those that extract more detail. There are three main types of deep learning. These;

- Multilayer Perceptron's
- Convolutional Neural Networks
- Recurrent Neural Networks. [10]

CNN was used in this study.

3.2 CNN

CNN, one of the deep learning systems, is a type of multi-layered perceptron inspired by the visual centers of mammals [11]. Neurophysiologists David Hubel and Torsten Wiese, in their studies on the visual center of cats, determined that the visual center of cats consists of cells arranged in a complex. The CNN structure, which is accepted as the basic architecture of deep learning, was first used by Lecun in 1989 [12]. CNN structure consists of input, output and many hidden layers. CNN is a deep learning algorithm that is generally used in image processing and takes images as input. This algorithm, which captures and classifies features in images with different operations, consists of different layers. The visual passing through these layers, which are Convolutional Layer, Pooling and Fully Connected, is made suitable for the deep learning model by being subjected to different processes. Figure 3 shows the overall CNN structure.

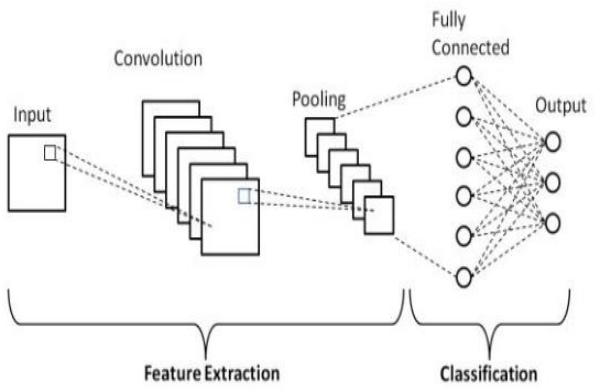


Fig. 3. Schematic diagram of a basic CNN architecture [13]

3.3 Pre-processing of pictures

The most important point of achieving successful results in image processing studies is that the image to be used should be of high quality. In order to obtain quality image, the image must be pre-processed. In many applications, more than one of the types of image preprocessing is needed. Therefore, it is important to determine the type in preprocessing [14]. The various steps involved in image processing are shown in Figure 4.

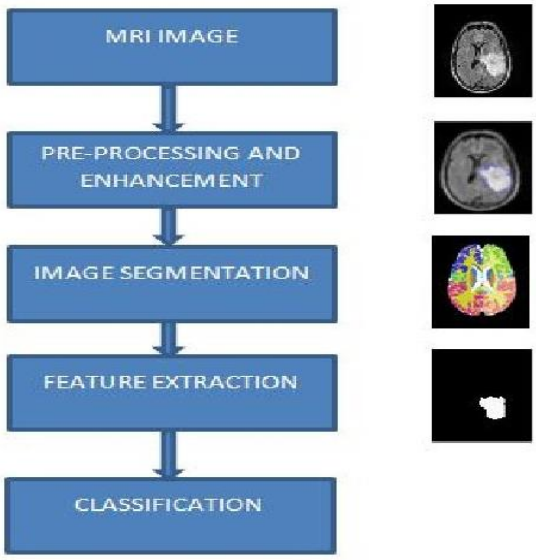


Fig. 4. Image preprocessing techniques [15]

The dataset contains of different image resolution which require high cost of computation. It is necessary to rescale all the images to 224 x 224 pixels for this deep learning network. The new pictures obtained by aligning the pictures as a result of preprocessing are as in Figure 5.

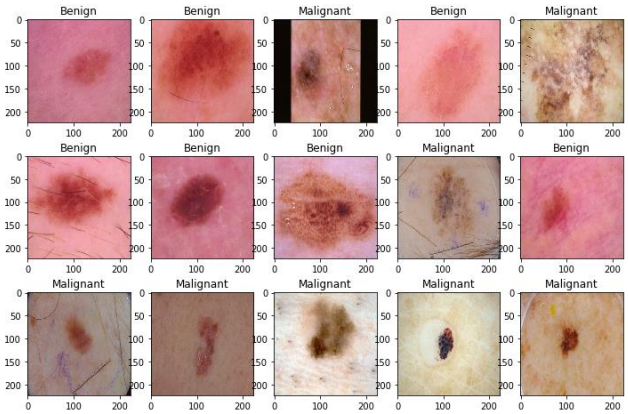


Fig. 5. Part of the images after the preprocessing

3.4 Training the CNN model

We used the Keras Sequential API, where you have just to add one layer at a time, starting from the input. The first is the convolutional (Conv2D) layer. It is like a set of learnable filters. We choose to set 64 filters for the two firsts conv2D layers. Each filter transforms a part of the image (defined by the

kernel size) using the kernel filter. The kernel filter matrix is applied on the whole image. Filters can be seen as a transformation of the image.

The second important layer in CNN is the pooling (MaxPool2D) layer. This layer simply acts as a down sampling filter. It looks at the 2 neighboring pixels and picks the maximal value. These are used to reduce computational cost, and to some extent also reduce overfitting. We have to choose the pooling size (i.e. the area size pooled each time) more the pooling dimension is high, more the down sampling is important.

Dropout is a regularization method, where a proportion of nodes in the layer are randomly ignored (setting their weights to zero) for each training sample. This drops randomly a proportion of the network and forces the network to learn features in a distributed way. This technique also improves generalization and reduces the overfitting.

'ReLU' is the rectifier (activation function max (0, x). The rectifier activation function is used to add non linearity to the network. The Flatten layer is use to convert the final feature maps into a one single 1D vector. This flattening step is needed so that you can make use of fully connected layers after some convolutional/maxpool layers. It combines all the found local features of the previous convolutional layers. In the end i used the features in one fully-connected (Dense) layer which is just ANN classifier [16].

The epochs, batch_size, optimizer, input_shape, activation parameters used in CNN were defined globally and it was observed how the system gave results with different parameter values. The values formed after the CNN model is fitted are as in Figure 6, 7, 8, respectively.

```
C:\Program Files\Python37\python.exe
platform Host (this does not guarantee that XLA will be used). Devices:
2021-01-10 22:06:25.285386: I tensorflow/compiler/xla/service/service.cc:176]   StreamExecutor device (0): Host, Default
 Version
Model: "sequential"
_________________________________________________________________
Layer (type)                 Output Shape              Param #
=================================================================
conv2d (Conv2D)              (None, 224, 224, 64)      1792
_________________________________________________________________
max_pooling2d (MaxPooling2D) (None, 112, 112, 64)      0
_________________________________________________________________
dropout (Dropout)            (None, 112, 112, 64)      0
_________________________________________________________________
conv2d_1 (Conv2D)            (None, 112, 112, 64)      36928
_________________________________________________________________
max_pooling2d_1 (MaxPooling2 (None, 56, 56, 64)        0
_________________________________________________________________
dropout_1 (Dropout)          (None, 56, 56, 64)        0
_________________________________________________________________
flatten (Flatten)            (None, 200704)            0
_________________________________________________________________
dense (Dense)                (None, 128)               25690240
_________________________________________________________________
dense_1 (Dense)              (None, 2)                 258
=================================================================
Total params: 25,729,218
Trainable params: 25,729,218
Non-trainable params: 0
_________________________________________________________________
```

Fig. 6. Parameters used in the trained CNN model

```
Epoch 00007: ReduceLROnPlateau reducing learning rate to 4.999999873689376e-06.

Epoch 00012: ReduceLROnPlateau reducing learning rate to 2.499999936844688e-06.

Epoch 00017: ReduceLROnPlateau reducing learning rate to 1.249999968422344e-06.

Epoch 00022: ReduceLROnPlateau reducing learning rate to 6.24999984211172e-07.

Epoch 00027: ReduceLROnPlateau reducing learning rate to 3.12499992105586e-07.

Epoch 00032: ReduceLROnPlateau reducing learning rate to 1.56249996052793e-07.

Epoch 00037: ReduceLROnPlateau reducing learning rate to 1e-07.

Epoch 00042: ReduceLROnPlateau reducing learning rate to 1e-07.

Epoch 00047: ReduceLROnPlateau reducing learning rate to 1e-07.
dict_keys(['val_loss', 'val_acc', 'loss', 'acc', 'lr'])
```

Fig. 7. Parameters used in the trained CNN model

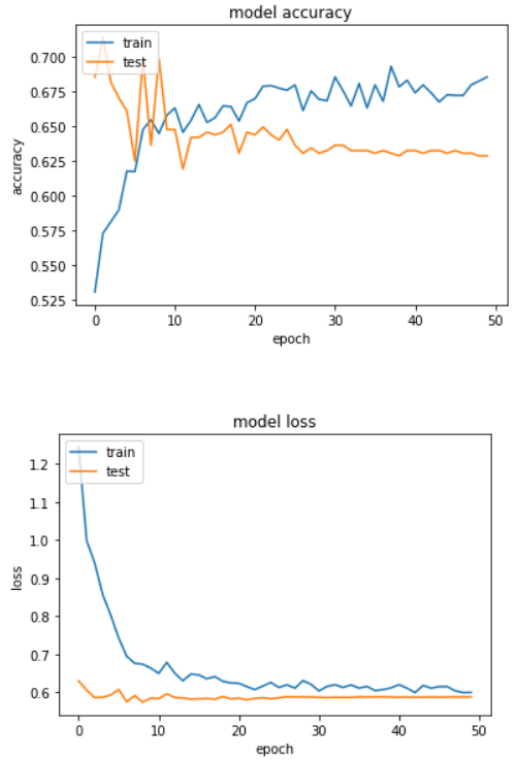


Fig. 8. Model accuracy and loss diagram

4 Experiments

In this section, the effect of the parameters to be used in the CNN model to be created for cancer detection will be discussed. For this purpose, 3 different experiments were carried out and different parameters and values were used in each of these experiments. Among these parameters, the model that gave the most effective result was determined. Each of the results is also discussed in detail.

4.1 Experiment I

In Experiment I, the model was created with the data set of 1000 cancers (homogeneously

distributed in benign and melanoma) with the parameters given in Figure 9, 10, 11, 12, respectively. While the number of messages, batch size and Epochs parameters are given the same in each training model, the optimizer and activation functions, which we consider as more important parameters in model performance, have been changed.

Parameter Name	Parameter Value
Epochs	50
Number of images	1000
Batch Size	32
Optimizer Function	Adam
Activation Function	ReLU
Success Rate%	93,22

Fig. 9. CNN model parameters of Experiment I-Sample I

Parameter Name	Parameter Value
Epochs	50
Number of images	1000
Batch Size	32
Optimizer Function	Adam
Activation Function	softmax
Success Rate%	93,02

Fig. 10. CNN model parameters of Experiment I-Sample II

Parameter Name	Parameter Value
Epochs	
Number of images	
Batch Size	
Optimizer Function	
Activation Function	ReLU
Success Rate%	

Fig. 11. CNN model parameters of Experiment I-Sample III

Parameter Name	Parameter Value
Epochs	50
Number of images	1000
Batch Size	32
Optimizer Function	rmsprop
Activation Function	softmax
Success Rate%	90,76

Fig. 12. CNN model parameters of Experiment I-Sample IV

When the results obtained in Experiment I are examined, the success rates vary between 90% and 93%. It is seen that the highest success rate is obtained when Adam is selected as the optimizer function and ReLU (Rectified Linear Unit) is selected as the activation function.

4.2 Experiment II

In Experiment II, the model was created with the data set of 1200 cancers (homogeneously distributed in benign and melanoma) with the parameters given in Figure 13, 14, 15, 16, respectively. While the number of messages, batch size and Epochs parameters are given the same in each training model, the optimizer and activation functions have been changed.

Parameter Name	Parameter Value
Epochs	50
Number of images	1200
Batch Size	32
Optimizer Function	Adam
Activation Function	ReLU
Success Rate%	96,09

Fig. 13. CNN model parameters of Experiment II-Sample I

Parameter Name	Parameter Value
Epochs	50
Number of images	1200
Batch Size	32
Optimizer Function	Adam
Activation Function	softmax
Success Rate%	95,34

Fig. 14. CNN model parameters of Experiment II-Sample II

Parameter Name	Parameter Value
Epochs	50
Number of images	1200
Batch Size	32
Optimizer Function	rmsprop
Activation Function	ReLU
Success Rate%	94,22

Fig. 15. CNN model parameters of Experiment II-Sample III

Parameter Name	Parameter Value
Epochs	50
Number of images	1200
Batch Size	32
Optimizer Function	rmsprop
Activation Function	softmax
Success Rate%	94,01

Fig. 16. CNN model parameters of Experiment II-Sample IV

When the results obtained in Experiment II are examined, the success rates vary between 94% and 96%. It is seen that the highest success rate is obtained when Adam is selected as the optimizer function and ReLU is selected as the activation function, as in Experiment I. However, the success rate in this experiment increased compared to Experiment II. When all parameters are taken the same and only the data set is increased, the success rate increases in parallel. This result shows that the data set given to the model in Experiment II is more homogeneous and stable than Experiment I.

4.3 Experiment III

In Experiment III, the model was created with the data set of 1500 cancers (homogeneously distributed in benign and melanoma) with the parameters given in Figure 17, 18, 19, 20, respectively. While the number of messages, batch size and Epochs parameters are given the same in each training model, the optimizer and activation functions have been changed.

Parameter Name	Parameter Value
Epochs	50
Number of images	1200
Batch Size	32
Optimizer Function	Adam
Activation Function	ReLU
Success Rate%	98,64

Fig. 17. CNN model parameters of Experiment III-Sample I

Parameter Name	Parameter Value
Epochs	50
Number of images	1500
Batch Size	32
Optimizer Function	Adam
Activation Function	softmax
Success Rate%	98,21

Fig. 18. CNN model parameters of Experiment III-Sample II

Parameter Name	Parameter Value
Epochs	50
Number of images	1500
Batch Size	32
Optimizer Function	rmsprop
Activation Function	ReLU
Success Rate%	98,02

Fig. 19. CNN model parameters of Experiment III-Sample III

Parameter Name	Parameter Value
Epochs	50
Number of images	1500
Batch Size	32
Optimizer Function	Rmsprop
Activation Function	Softmax
Success Rate%	96,98

Fig. 20. CNN model parameters of Experiment III-Sample IV

When the results obtained in Experiment III are examined, the success rates vary between 96% and 98%. It is seen that the highest success rate is obtained when Adam is selected as the optimizer function and ReLU is selected as the activation function, as in Experiments I and Experiment II. However, the success rate in this experiment increased compared to both Experiment I and Experiment II. When all parameters are taken the same and only the data set is increased, the success rate increases in parallel. This result shows that the data set given to the model in Experiment III is more homogeneous and stable than Experiment I and Experiment II, and at the same time, the amount of ISIC data set used in this study has a positive effect on the performance of the study.

5 Results and Future Studies

In this study, images of benign and melanoma types of cancer were analyzed and a CNN model was created from these analyzed images and cancer prediction was provided. For this purpose, the effect of different parameter types in the CNN on the success rate of the model was emphasized and the most effective parameters were selected. When the results obtained are examined, it is seen that the success rates vary between 93% and 98%. It is seen that the best result is obtained in the test scenario where the epoch number is 50, the batch_size is 20, the optimizer function is rmsprop and the activation function is ReLU. Looking at the results of all test scenarios, it was seen that the success rate did not increase linearly when the epoch and batch size values were given too high. Epoch and batch size values should be adjusted according to the needs of the system. If we look at the effect of the optimizer function on the performance rates, it is seen that the performance rate of the rmsprop function is higher than the Adam function in all test scenarios. Finally, if we look at the effect of the activation function on the success rates, the ReLU function produced more successful results than the softmax function.

The following studies, which are thought to contribute to the literature in the future, can be discussed.

- By applying CNN-based deep learning models to data sets in different fields (especially Covid-19), the results obtained in these fields can be observed.
- In this study, it can be investigated how the parameters that give effective results give results on different data sets.
- The result obtained with CNN can be tested with ANN models in the same way and the two methods can be compared.

References

[1] https://www.uicc.org/news/global-cancer-data-globocan-2018

[2] H. Shin et al., "Deep Convolutional Neural Networks for Computer-Aided Detection: CNN Architectures, Dataset Characteristics and Transfer Learning," in IEEE Transactions on Medical Imaging, vol. 35, no. 5, pp. 1285-1298, May 2016, doi: 10.1109/TMI.2016.2528162.

[3] S. Albawi, T. A. Mohammed and S. Al-Zawi, "Understanding of a convolutional neural network," 2017 International Conference on Engineering and Technology (ICET), 2017, pp. 1-6, doi: 10.1109/ICEngTechnol.2017.8308186.

[4] J. Yang and J. Li, "Application of deep convolution neural network," 2017 14th International Computer Conference on Wavelet Active Media Technology and Information Processing (ICCWAMTIP), 2017, pp. 229-232, doi: 10.1109/ICCWAMTIP.2017.8301485.

[5] R. Chauhan, K. K. Ghanshala and R. C. Joshi, "Convolutional Neural Network (CNN) for Image Detection and Recognition," 2018 First International Conference on Secure Cyber Computing and Communication (ICSCCC), 2018, pp. 278-282, doi: 10.1109/ICSCCC.2018.8703316.

[6] N. Jmour, S. Zayen and A. Abdelkrim, "Convolutional neural networks for image classification," 2018 International Conference on Advanced Systems and Electric Technologies (IC_ASET), 2018, pp. 397-402, doi: 10.1109/ASET.2018.8379889.

[7] T. Zebin, P. J. Scully, N. Peek, A. J. Casson and K. B. Ozanyan, "Design and Implementation of a Convolutional Neural Network on an Edge Computing Smartphone for Human Activity Recognition," in IEEE Access, vol. 7, pp. 133509-133520, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2941836.

[8]] G. Wadhwa and A. Kaur, "A Deep CNN Technique for Detection of Breast Cancer Using Histopathology Images," 2020 Advanced Computing and Communication Technologies for High Performance Applications (ACCTHPA), 2020, pp. 179-185, doi: 10.1109/ACCTHPA49271.2020.9213192.

[9] Date, Prasanna. (2019). Combinatorial Neural Network Training Algorithm for Neuromorphic Computing. 10.13140/RG.2.2.27337.90726.

[10] https://www.beyaz.net/tr/yazilim/makaleler/derin_ogrenme_deep_learning_nedir.html

[11] Hubel, D.H., Wiesel, T.N., 1968. Receptive Fields and Functional Architecture of Monkey Striate Cortex. J. Physiol, 195, 215–243.

[12] Lecun, Y., Boser, B., Denker, J. S., Henderson, D., Howard, R. E., Hubbard, W. Jackel, L. D., 1989. Backpropagation Applied to Handwritten Zip Code Recognition. Neural computation, 1(4), 541-551.

[13] Phung, & Rhee, (2019). A High-Accuracy Model Average Ensemble of Convolutional Neural Networks for Classification of Cloud Image Patches on Small Datasets. Applied Sciences. 9. 4500. 10.3390/app9214500.

[14] F. Famili, W. Shen, R. Weber and E. Simoudis, "Data preprocessing and intelligent data analysis," Intell. Data Anal, vol. 1(4), pp. 3-23, 1997. https://doi.org/10.1016/S1088-467X (98)00007-9.

[15] Hebli, Amruta & Gupta, Sudha. (2016). Brain Tumor Detection Using Image Processing: A Survey.

[16] https://www.kaggle.com/fanconic/cnn-for-skin-cancer-detection

LabVIEW ile ROS Tabanlı Mobil Robot Kontrolü ve Dinamik Engel Tespiti

Sümeyye SAÇAR[1], Gökhan ATALI[1], Meltem EYÜBOĞLU[1]*

[1]Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Mekatronik Mühendisliği, Sakarya, TÜRKİYE

Özet

Endüstri 4.0 ortaya çıkışıyla hayatın birçok farklı alanında otonom araçlar önem kazanmıştır. Otonom araçların yaygınlaşması beraberinde hareket, rota planlama, engel ve konum tespiti gibi görevlerin gerçekleştirilmesi problemlerini kolay ve hızlı bir şekilde çözmek amacıyla farklı yöntemler geliştirilmiştir. Bu çalışmada, ROS (Robot İşletim Sistemi) aracılığıyla Gazebo simülasyon ortamındaki TurtleBot mobil robot platformu oluşturulan bir LabVIEW arayüzü ile manipüle edilmiş ve sanal ortamda yer alan engellerin tespiti gerçekleştirilmiştir. Sanal ortamdan gerçek zamanlı olarak elde edilen veriler kullanılarak alanda tespit edilen engeller bir grafik biriminde görüntülenmiştir. Robotun yine gerçek zamanlı konum bilgileri ve rotası geliştirilen arayüz üzerinden eş zamanlı olarak görüntülenebilmektedir. Ayrıca mobil robotun manipülasyonu için gerekli olan lineer ve açısal değerler arayüz üzerinden değişken parametrelerle belirlenebilmektedir. Sonuç olarak çalışmada farklı yapısal özellik ve işletim sistemi mimarilerine sahip ortamlar, entegre bir biçimde kullanılarak kapalı alan mobil robot konumlandırma ile birlikte engel tespit sistemi geliştirilmiştir.

Anahtar kelimeler: *Mobil robot, ROS (Robot İşletim Sistemi), Gazebo, LabVIEW*

ROS Based Mobile Robot Control and Dynamic Obstacle Detection with LabVIEW

Abstract

With the emergence of Industry 4.0, autonomous vehicles have gained importance in many different areas of life. With the widespread use of autonomous vehicles, different methods have been developed in order to solve the problems of performing tasks such as movement, route planning, obstacle and position detection easily and quickly. In this study, the TurtleBot mobile robot platform in the Gazebo simulation environment was manipulated with a LabVIEW interface through ROS (Robot Operating System) and the obstacles in the virtual environment were detected. Using the data obtained in real time from the virtual environment, the obstacles detected in the area were displayed in a graphic unit. Real-time location information and route of the robot can be displayed simultaneously over the developed interface. In addition, the linear and angular values required for the manipulation of the mobile robot can be determined with variable parameters over the interface. As a result, environments with different structural features and operating system architectures were used in an integrated manner and an obstacle detection system was developed together with indoor mobile robot positioning.

Keywords: *Mobile robot, ROS (Robot Operating System), Gazebo, LabVIEW*

* İletişim e-posta: gatali@subu.edu.tr

1 Giriş

Gelişen mobil robot teknolojileriyle günümüzde mobil robotlar endüstriyel alanda gittikçe yaygınlaşmıştır. Bu alanda mobil robotların otonom bir şekilde kontrolü farklı yöntemlerle gerçekleştirilmektedir. Yapılan çalışmalar incelendiğinde;

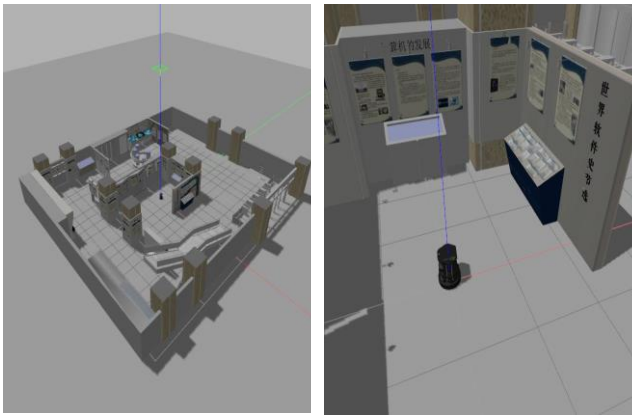
Özdemir çalışmasında kapalı bir ortamda mobil robot platformu ile önceden alınan harita bilgisi yardımıyla harita üzerinde konum belirleme ve yörünge planlama işlemleri gerçekleştirmiştir. Pure Pursuit yöntemi ile takip işlemi gerçekleştirilirken iki boyutlu tarama bilgisi ile de engelden kaçınmak için yeni bir yöntem geliştirmiştir [1]. Fatihoğlu Matlab Simulink ortamında bir kontroller modeli tasarlayarak TurtleBot gezgin robotunun ROS üzerinden kontrolünü sağlamış ve arayüz üzerinde konum tespiti yapmıştır [2]. Gangadhar önerdiği sensör füzyon çerçevesiyle ortam parametrelerini analiz etmek için sensörlerden gelen karmaşık verileri birleştirir. Araştırmacı, bu çerçeve füzyon algoritmalarını kullanarak çeşitli karar mekanizmaları geliştirmiştir [3]. Loakeimidis çalışmasında ortamı haritalandırmak ve nesneleri tanımlamak için LIDAR ile RFID teknolojisini TurtleBot 2 platformuna entegre ederek kullanmıştır [4]. Rao ve arkadaşları ROS tabanlı AIV (Autonomous Intelligent Vehicle)'leri bir üretim yürütme sistemi olan MES (Manufacturing Execution System) ile entegre edebilmek amacıyla arasında LabVIEW tabanlı, gerçek zamanlı bir arayüz oluşturmuşlardır [5]. Delgado ve arkadaşları alanlar arası veri bilimi olan UDP (User Datagram Protocol) protokolü oluşturarak gerçek zamanlı alan ve gerçek zamanlı olmayan görevlerde kararlılık sorunlarını çözmeye çalışmışlardır. Ayrıca ROS paketleri ile uyumlu geliştirilen bu arayüz birçok görevin önceliklerine göre zamanlanmasını desteklemektedir [6]. Galli ve arkadaşları Matlab oratmında Robotic Toolbox kullanarak olasılıksal haritalandırmaya dayalı bir metot ile mobil robot hareket planlaması üzerine çalışmışlardır [7]. Akçakoca çalışmasında Matlab ortamında Evarobot platformunun kontrolünün gerçekleştirilmesi için eğitim ve araştırma amaçlı kütüphane geliştirmiştir. Ayrıca klavyeden uzaktan kontrol eş zamanlı konumlama ve haritalama gibi işlemleri test ederek sistemin bütünleşik kontrolünü sağlamıştır [8]. Emir LabVIEW ortamında gerçek zamanlı kontrol işlemlerini Leap Motion ile robot kolu üzerinde gerçekleştirmiştir. Böylece elde edilen konum bilgisi ile LabVIEW ortamında ters kinematik eklem açılarının alabileceği değerleri incelemiştir [9]. Cicco ve arkadaşları RGB-D sensörlerinin bozulma sürelerini tespit etmek için yeni bir yaklaşım sunmuşlardır. Ayrıca kalibrasyon kalitesini önceden hesaplamak amacıyla bir mobil robot platformu ve lazer mesafe sensörü kullanmışlardır [10].

Son yıllarda yapılan çalışmalar incelendiğinde mobil robotların farklı manipülasyon ortamlarından kontrolünün sağlandığı görülmüştür. Bu çalışmada, ROS mimarisi aracılığıyla Gazebo ortamında TurtleBot mobil robot platformunun seyir esnasındaki konumu ve anlık engel tespiti oluşturulan bir LabVIEW arayüzünde tasarlanan bir grafik biriminde görüntülenmektedir. Bu arayüz aracılığıyla mobil robot platformunun formuna hız verileri gönderilerek manipüle edilebilmektedir.

2 Materyal Metot

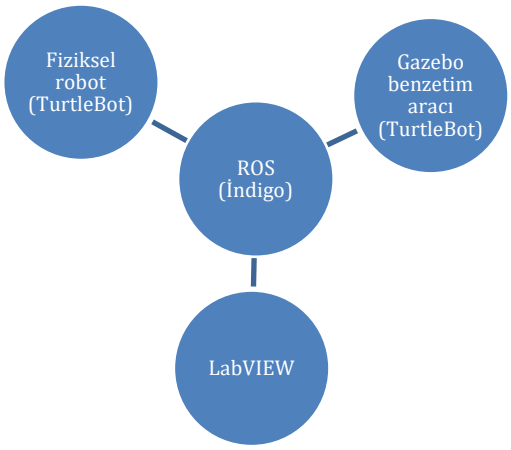
2.1 İşletim sistemi ve robot simülasyonu

ROS robotik platformlar için geliştirilmiş açık kaynak kodlu bir meta-işletim sistemidir. Robot donanımıyla yazılım arasında bir katman olan ROS, endüstriyel ve akademik çalışmalarda yazılım geliştirme ve araştırmanın beraber geliştirilmesine imkân sağlamaktadır. Gazebo simülasyon ortamında oluşturulan robotlar ROS sunucu-istemci mimarisi ile desteklenerek birçok deneysel çalışma gerçekleştirilebilmektedir. Bu çalışmalar gerçekleştirilirken ROS işletim sistemi üzerinde oluşturulan düğümler ile yayıncı abone yapısıyla kullanılmaktadır. Gazebo simülasyon ortamında tasarlanan sanal dünya ve TurtleBot robot platformu Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Gazebo ortamında örnek dünya ve TurtleBot robot platformu

LabVIEW çeşitli alanlarda ölçüm, kontrol sistemlerini oluşturma ve testlerin gerçekleştirilmesi için endüstriyel ve akademik alanda tercih edilen bir geliştirme uygulamasıdır. Özel grafik kullanıcı arayüzü sayesinde karmaşık sistem mimarileri daha basite indirgenmektedir.



Şekil 2. LabVIEW-ROS-Turtlebot/Gazebo

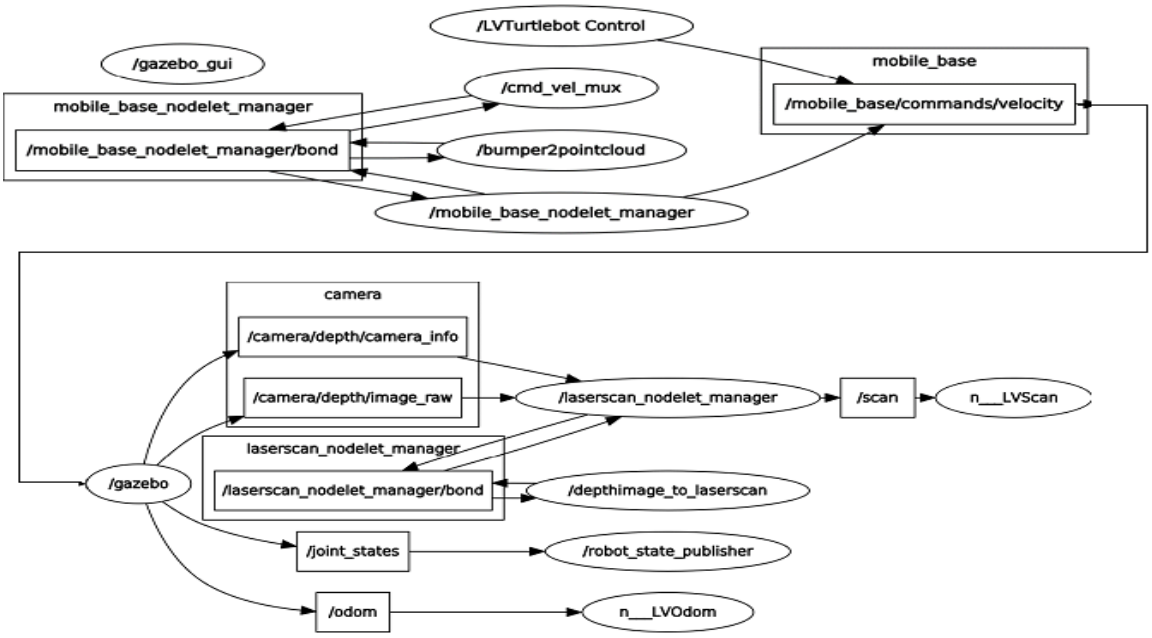
Yapılan çalışmada Gazebo simülasyonunda sanal bir çalışma ortamı oluşturulmuş ve TurtleBot robotu geliştirilmiştir. Gazebo simülasyonunda oluşturulan sanal çalışma ortamında TurtleBot robotuna LabVIEW ortamında geliştirilen fonksiyonlar ile gönderilen hız bilgisini hareketini görüntüleme ve nesneleri algılayıp doğru bir şekilde hedefe gitmesi amaçlanmıştır. Böylece LabVIEW ortamından TCP/IP ve SSH gibi ağ protokolleri aracılığıyla TurtleBot robotuna veri gönderilerek hareket etme, nesne algılama ve doğru hedefe gitme işlemleri uygulanmıştır. Çalışmanın genel bağlantı şeması Şekil 3'de verilmiştir.

2.2 Master-Slave haberleşmesi

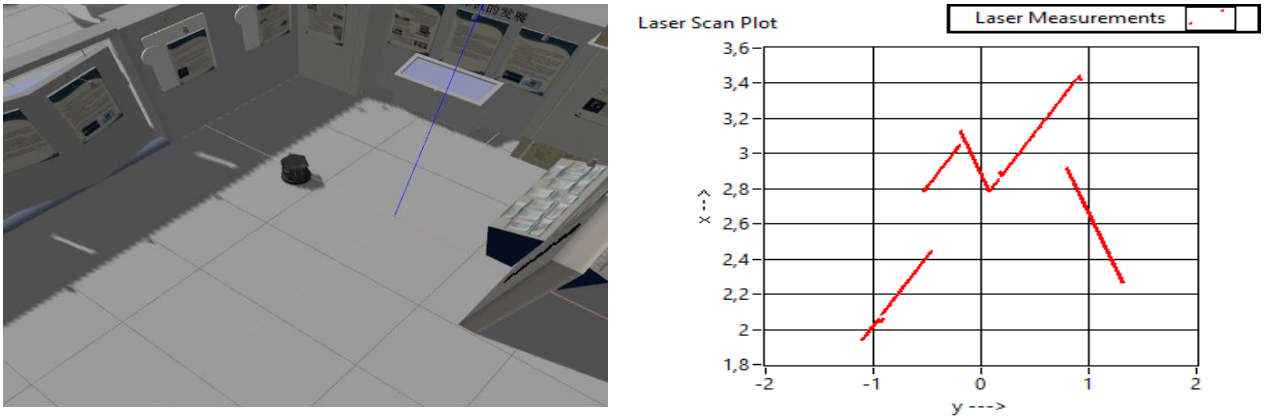
ROS abone-yayıncı mesajlaşma yapısına sahip olan ve birbirleriyle iletişim kuran düğümleri oluşturan bir mimaridir. Her biri farklı bir işlem yürüten düğümlerini senkron olarak birbirleri ile haberleşmesi ve aralarında bağlantı sağlanması için ROS Master-Slave yapısı gerekmektedir. LabVIEW ortamında özgün olarak tasarlanan ara yüz ile ROS Master-Slave üzerinden TurtleBot robot platformuna hız komutları verilerek hareket işlemleri gerçekleştirilmektedir.

3 Robot Manipülasyonu ve Veri Toplama

ROS ile Gazebo arasındaki yayıncı abone bağlantı şemasında yer alan /LVTurtlebot Control topic verisinden yararlanılarak Şekil 3'te gösterildiği gibi TurtleBot robotuna hız verisi gönderilmektedir. Bu sayede /mobile_base/commands/velocity konusuna gönderilen hız bilgisiyle robot platformu hareket etmektedir. Ayrıca Gazebo simülasyon ortamından alınan /scan verisi ile TurtleBot platformunun anlık olarak engel görüp görmediği LabVIEW ortamında Şekil 4'te gösterildiği gibi alınmaktadır. Bu sayede LabVIEW arayüzü üzerinden rahatlıkla robot platformunun kontrolü sırasında kullanıcılar kolay ve anlaşılır bir şekilde engel tespiti yapabilmektedir.

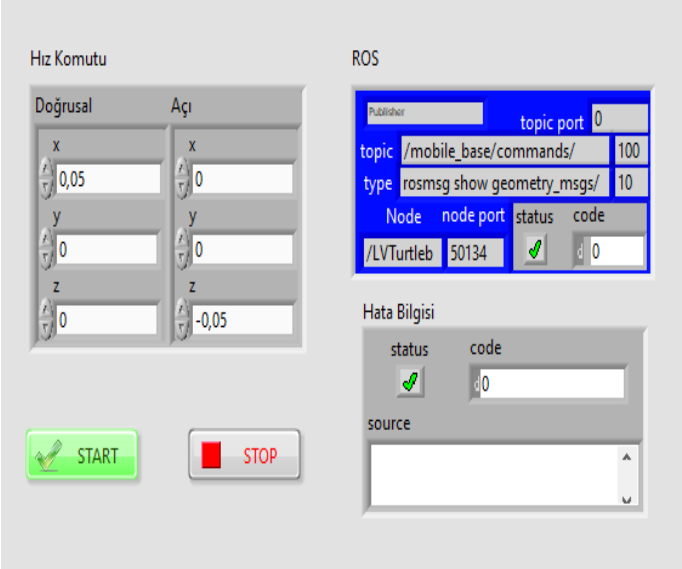


Şekil 3. ROS ile Gazebo arasındaki yayıncı abone bağlantı şeması



(a) (b)

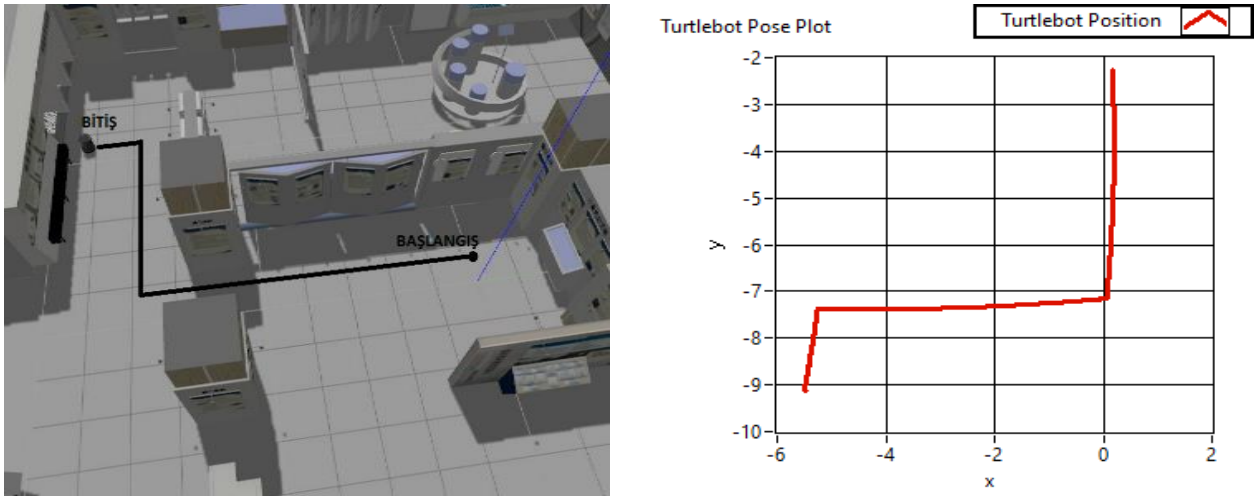
Şekil 4. (a) Sanal dünyadaki gerçek zamanlı konum bilgisi (b) LabVIEW arayüzünden alınan gerçek zamanlı x-y engel durumu lazer tarayıcı sonuç grafiği



Şekil 5. LabVIEW ortamındaki TurtleBot robotun kontrolü

TurtleBot robotuna Gazebo ortamında hareket sağlamak için LabVIEW ortamında oluşturulan hız komutu bloğu sayesinde doğrusal hız ve belirli yönde açı manuel olarak girilmektedir. Ayrıca geliştirilen arayüz kullanılarak TurtleBot robotunun ROS'taki konu, tip ve alınan herhangi bir hata bilgisini Şekil 5'te gösterilmektedir.

Gazebo ortamındaki TurtleBot robot platformu belirlenen hedef noktasına manuel manipülasyon ile gitmektedir. Robotun bir başlangıç konumundan hedef noktaya olan bu operatör kontrollü manipülasyon işlemine ait gerçek zamanlı yol planlaması Şekil 6'da verilmiştir.



(a) (b)

Şekil 6. TurtleBot robotuna ait (a) Gazebo ortamındaki rota (b) LabVIEW ortamında x-y konum grafiği

4 Sonuçlar

Bu çalışmada LabVIEW ortamından verilen hız bilgileriyle TurtleBot robotunun Gazebo ortamında manipülasyon yapılmıştır. Gazebo ortamında hareket eden TurtleBot robotundan LabVIEW ortamına ağ yapılandırmasıyla gelen veriler sayesinde odometri bilgilerinden elde edilmiş ve seyir halindeki konumu tespit edilmiştir. Lazer tarayıcıdan alınan /scan verisi sayesinde çevresindeki nesneleri ve engelleri anlık algılayarak LabVIEW ortamına geliştirilen yazılımla grafikleri elde edilmiştir. Sonuç olarak çalışmada farklı yapısal özellik ve işletim sistemi mimarilerine sahip ortamlar, entegre bir biçimde kullanılarak kapalı alan içerisinde mobil robot konumlandırma ile birlikte engel tespit sistemi geliştirilmiştir.

Teşekkür

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Robot Teknolojileri ve Akıllı Sistemler Uygulama ve Araştırma Merkezi (ROTASAM) imkanları kullanılmıştır.

Kaynaklar

[1] A. Özdemir, Mobil Robot Navigasyon Sistemi Geliştirilmesi, 2016.
[2] Y. S. Fatihoğlu, "Simulink Kullanılarak Ros Tabanlı Gezgin Robot Kontrol Benzetimi," 4th International Symposium On Innovative Technologies İn Engineering And Science, Antalya, 2016.
[3] S. Gangadhar, Sensor Fusıon Framework And Sımulatıon On A Turtlebot Robotıc Vehıcle, 2017.
[4] P. A. Ioakeimidis, Integration Of Ros, Turtlebot, Rplıdar, Rfıd Technologies And Algorithm İmplementation For Navigation And Rfıd Tag Detection İn A Warehouse, Athens, 2018.
[5] M. Rao, L. Lynch, J. Coady, D. Toal Ve T. Newe, "Integration Of An Mes And Aıv Using A Labvıew Middleware Scheduler Suitable For Use İn Industry 4.0 Applications," Applied Sciences, Cilt 10, Pp. 1-25, 2020.
[6] R. Delgado, B.-J. You Ve B. W. Choi, "Real-Time Control Architecture Based On Xenomai Using Ros Packages For A Service Robot," The Journal Of Systems And Software, Cilt 151, Pp. 8-19, 2019.
[7] M. Galli, . R. Barber, . S. Garrido Ve L. Moreno, "Path Planning Using Matlab-Ros İntegration Applied To Mobile Robots," Ieee International Conference On Autonomous Robot Systems And Competitions (Icarsc), Coimbra, Portugal, 2017.
[8] M. Akçakoca, Eğitim Ve Araştırma Amaçlı Gezgin Robot Geliştirilmesi, 2017.
[9] S. Emir, Leap Motion İle 2b Robot Kolu Simülasyonu, Bilecik, 2017.
[10] M. D. Cicco, L. Iocchi Ve G. Grisetti, "Non-Parametric Calibration For Depth Sensors," Robotics And Autonomous Systems, Cilt 74, Pp. 309-317, 2015.

Using Analytical Hierarchy Process for Career Path

Tio Sampurno[1]*, Beni Hediyantama[2], Ghamal Sastra Irawan[3]

[1,2,3]*Human Resource Management Sub Field, PLN, Pangkal Pinang, INDONESIA*

Abstract

Preparing employee for the Manager position, the corporate must prepare a career path for these employees to improve corporate performance. To occupy a managerial position in class A service unit (the largest unit class), at least one must occupy class B or class C service unit manager. Although levels of class A, B, and C managers are the same, but in terms of operating data it is very different for example, class A service units have a larger number of customers than class B or C service units so that the performance of the Class A Service Unit Manager is very challenging compared to other classes and greatly affects the next career path. This study uses AHP method to determine the career path. AHP as a method for solving multi-criteria decision-making problems. With these multi-criteria will be used as analysis of supervisor positions that have historically been held by Service Unit Managers for class A / B and pair-wise comparisons as a tool to compare between supervisors and between Service Unit Managers Class C. The results of this study are Consistency Index of Supervisor and Manager are < 0.10. The results of the Career Path to become a Manager are the first become Supervisor A Class A, Supervisor C Class B or Supervisor B2 Class C Service Unit 2 because they have same results and Supervisor B1 Class C Service Unit 2 after that become Service Unit Manager 1 or Service Unit Manager 3 because they have same result.

Keywords: *AHP, Cadre, Career*

1 Introduction

State Electricity Company (PLN) based on the regulation number 0049.P/DIR/2018 concerning Guidelines for the Designation of Parent Unit Organizations that for units that organize 3 (three) layer, where first layer is called the parent unit, second layer is called the implementing unit and third layer are called service units. To occupy a top position in service unit or class A service unit manager (largest unit class) at PLN, at least one must occupy class B or class C service unit manager. Operational data is very different, for example class A service units have a larger number of customer than class B or C service units as well as the length of Low Voltage (TR) networks, Medium Voltage (TM) network lengths and so on. With the difference in Business Data, the position of Service Unit Manager has challenges in each class and it plays an important role in achieving company performance.

Research on career paths to become a Service Unit Manager is necessary because currently there is no analysis for mapping career paths for the regeneration of this position. In the end, if there is a wrong decision in placing employees to occupy the Service Unit Manager, the company's performance will be disrupted. According to [1] career is no longer interpreted as an institutional reward by increasing the position in the formal hierarchy that has been established in the organization. In the traditional paradigm, career development is often seen as synonymous with preparation for higher levels of mobility, so that careers will support the effectiveness of individuals and organizations in achieving their goals. Therefore, for preparation to a higher level according to [1], employee cadres must be prepared based on positions that may be suitable for candidates for the position of Service Unit Manager and as the main task of the HR sub-field, namely human resource development, are several functions of the main functions of human resource management in an organization.

Previously, [2] conducted a study to determine talent candidates using KNN based on predictions of success or failure and had succeeded in finding

* Corresponding author: tio.sampurno@pln.co.id

candidates based on 9 (nine) categories, but this KNN was used to get candidates only not to their career path. Furthermore, to find a hierarchical position analysis method will use the Analytical Hierarchy Process (AHP). Analytic Hierarchy Process (AHP) is a decision-making technique using pair-wise comparisons to determine the relative importance or priority of alternatives in evaluation [3]. Based on mathematics and human psychology, AHP was first proposed by [4] and has been widely used to solve multi-criteria decision-making problems. With the multi-criteria, this will be used as an analysis of supervisor positions whose positions have historically been held by Service Unit Managers for class A / B and pair-wise comparisons as tools for comparing between supervisors and between Class C Service Unit Managers.

2 Research Methods

The AHP method is a systematic approach in selecting alternatives or sorting using a hierarchical structure analysis [5]. [3], [6], [7], [8], [9], and [10] used 7 (seven) steps in completing the AHP method.

1st Step: Create a hierarchical structure and get the converted matrix in the fundamental scale of [4]. In contrast to previous studies such as [5] and [11] using decision makers' considerations to provide x_{ij} value, this study uses an objective value, namely the value of individual employee performance appraisals given by superiors, the performance value is obtained by tracing employee performance values. who has become a Manager at the time of occupying the position of supervisor class A / B / C or Class C Service Unit Manager, x uses the individual performance value symbolized by $x_{position\ i^{th}}$ with the following equation:

$$x_{position\ i^{th}} = \frac{\sum_{i=1}^{n} individual\ performance\ value}{n} \quad (1)$$

where n = number of employees in position i

then the value of $x_{position\ i}$ is carried out by pairwise comparison, namely by reducing the performance value of the ith position with the performance value of the jth position which is formulated as follows

$$x_{ij} = x_{position\ i^{th}} - x_{position\ j^{th}} \quad (2)$$

Nilai x_{ij} diisi dengan x_{ii}=1, x_{ij}=1/x_{ji} where x_{ij}> 0, for all i. Then the x_{ij} value is converted into the fundamental scale of [4], where the scale is as follows:

Table 1. The Fundamental Scale.

Intensity of importance on an absolute scale	Definition
1	Equal importance
3	Moderate importance of one over another
5	Essential or strong importance
7	Very strong importance
9	Extreme importance
2, 4, 6, 8	Intermediate values between the two adjacent judgments

To convert to the fundamental scale using the following equation:

$$X_{ij\ count} = \frac{9-1}{HV - LV} x\left(x_{ij} - LV\right) + 1 \quad (3)$$

Where HV is the highest original value, LV is the lowest original value, and x_{ij} is the pairwise comparison performance value. Then the results are entered into a matrix, the matrix for each alternative to each attribute, X, is given as:

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & x_{2n} \\ x_{n1} & x_{n2} & x_{nn} \end{bmatrix}_{nxn} \quad (4)$$

2nd Step: Calculating the Total Matrix Weight

$$\sum_{i=1}^{n} \mu_i = \sum_{i=1}^{n} \sum_{i=1}^{m} x_{ij} \quad (5)$$

3rd Step: Calculating Eigen Vector

$$w_i = \frac{\sqrt[n]{\mu_i}}{\sum_{i=1}^{n} \mu_i} \quad (6)$$

4th Step: Calculating Consistency Ratio (CR)

$$\lambda_{MAX} = \sum_{i=1}^{n} \frac{Aw_i}{Nw_i} \quad (7)$$

$$CI = \frac{\lambda_{MAX} - n}{n - 1} \quad (8)$$

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (9)$$

Where RI is the Random Index which depends on the number of elements being compared as follows:

Table 2. Random Index.

n	RI
1	0
2	0
3	0.56
4	0.9
5	1.12
6	1.24
7	1.32
8	1.41
9	1.45
10	1.49
11	1.51

5th Step: Sort Ranking

$$AHP_{score} = w_{criteria}\ x\ w_{alternative} \quad (10)$$

3 Result and Discussion

The hierarchical structure is obtained by looking for a list of employees who have been Manager class A / B units in the 2017-2020 period due to unit class updates according to the Decree of the Board of Directors of PLN number 0124.K/DIR/2017 concerning Determination of the Organizational Level of Implementing Units and Implementing Sub Units, then these employees are sought for positions of Customer Service Unit Manager (CSU) class C or Supervisor class A / B / C so that the hierarchy is as follows:

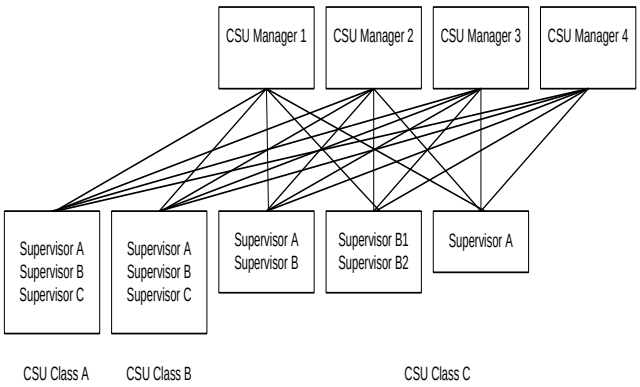


Figure 1. Hierarchy Structure

From Figure 1 it can be explained that in CSU 1 there are two Supervisors who have different business processes, in CSU 2 there are two Supervisors with the same business process, in CSU 3 there is 1 supervisor, in CSU 4 there are no Supervisors because the Manager for the 2017-2020 period does not exist. who came from the Supervisor at CSU 4, in CSU Class A and Class B there were three Supervisors who had different business processes, CSU Class A and B did not have a hierarchy with their managers because to become Class A and B Managers at least they had to occupy Class C Manager first. When seen in Figure 1, the lines are all hierarchical because all Supervisor positions have the same opportunity to become CSU Manager class C.

The results of the pairwise comparison between Supervisor positions with equations 1, 2, 3 and 4 are as follows:

Table 3. Pairwise Comparison Result of CSU Supervisors.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
A	1	0.6	1.4	5	1.8	1.8	0.6	1.2	1.8	0.2	0.6
B	1.6	1	2	5.6	2.4	2.4	0.8	1.8	2.4	0.2	0.8
C	0.4	0.5	1	4.6	1.4	1.4	0.5	0.8	1.4	0.2	0.5
D	0.2	0.2	0.2	1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2
E	0.6	0.4	0.7	4.2	1	1	0.4	0.6	1	0.2	0.4
F	0.6	1.2	0.7	4.2	1	1	0.4	0.6	1	0.2	0.4
G	1.8	1.2	2.2	5.8	2.6	2.6	1	2	2.6	0.2	1
H	0.9	0.6	1.2	4.8	1.6	1.6	0.5	1	1.6	0.2	0.4
I	0.6	0.4	0.7	4.2	1	1	0.4	0.6	1	0.2	4.2
J	5	4.4	5.4	9	5.8	5.8	4.2	5.2	5.8	1	4.2
K	1.8	1.2	2.2	5.8	2.6	2.6	1	2	2.6	0.2	1

where:

A as SPV A CSU 3 Class C;

B as SPV A CSU Class A;

C as SPV B CSU Class A;

D as SPV C CSU Class A;

E as SPV A CSU Class B;

F as SPV B CSU Class B;

G as SPV C CSU Class B;

H as SPV A CSU 1 Class C;

I as SPV B CSU 1 Class C;

J as SPV B1 CSU 2 Class C;

K as SPV B2 CSU 2 Class C.

Table 4. Pairwise Comparison Result of CSU Manager.

	CSU 1	CSU 2	CSU 3	CSU 4
CSU 1	1.00	9.00	1.00	7.40
CSU 2	0.11	1.00	0.11	0.38
CSU 3	1.00	9.00	1.00	7.40
CSU 4	0.14	2.60	0.14	1.00

Using equations 5, 6, 7, 8, and 9 the results are as follows:

Table 5. Consistency Index of Supervisor.

	Total Matriks Weight	Eigen Vektor	Eigen Value	ʎ MAX	CI	IR	CR
A	0.78	0.07	11.87	12.02	0.1	1.51	0.15

	Total Matriks Weight	Eigen Vektor	Eigen Value	ʎ MAX	CI	IR	CR
B	1.08	0.1	11.95				
C	0.6	0.05	11.85				
D	0.17	0.02	11.64				
E	0.5	0.05	11.74				
F	0.56	0.05	11.85				
G	1.2	0.11	11.99				
H	0.71	0.06	11.8				
I	0.78	0.07	13.39				
J	3.41	0.31	12.12				
K	1.2	0.11	11.99				

Table 6. Consistency Index of Manager.

	Total Matrix Weight	Eigen Vektor	Eigen Value	ʎ max	CI	IR	CR
CSU 1	1.76	0.44	4.13	4.07	0.03	0.9	0.02
CSU 2	0.17	0.04	4.01				
CSU 3	1.76	0.44	4.13				
CSU 4	0.30	0.08	4.03				

The final step, using equation 10, the following results are obtained:

Table 7. Supervisor Ranking.

Supervisor		Weight	Rangking
SPV B1	CSU 2 Class C	0.310	1
SPV C	CSU Class B	0.109	2
SPV B2	CSU 2 Class C	0.109	
SPV A	CSU Class A	0.098	3
SPV A	CSU 3 Class C	0.071	5
SPV B	CSU 1 Class C	0.071	6
SPV A	CSU 1 Class C	0.064	7
SPV B	CSU Class A	0.054	8
SPV B	CSU Class B	0.051	9
SPV A	CSU Class B	0.045	10
SPV C	CSU Class A	0.016	11

Table 8. Manager Ranking.

Manager	Bobot	Rangking
CSU 1	0.441066	1
CSU 3	0.441066	
CSU 4	0.07562	2
CSU 2	0.042248	3

4 Conclusion

To ensure company performance, a career path setting is needed. Based on the results of the AHP, the career path for Manager level is to become Supervisor A CSU Class A, Supervisor C CSU Class B or Supervisor B2 CSU 2 Class C because they have the same results and Supervisor B1 CSU 2 Class C after that become Manager CSU 1 or Manager CSU 3 because it has the same results and after that it can become a class B CSU Manager and even class A. Management can consider the career path to improve company performance.

References

[1] Ekaningrum IF. "The Boundaryless Career in 21st Century". Vision Journal, Semarang, Indonesia, Unika Soegijapranata, 2002.

[2] Sampurno T, Hediyantama B, Widiyati MA, "Predicting Candidates For Fit And Proper Test Using K-Nearest Neighbor". International Conference of Artificial Intelligence and Information Technology, 413-416, 2019.

[3] Abdullah L, Jaafar S, Taib I. "A New Analytic Hierarchy Process in Multi-Attribute Group Decision Making". International Journal of Soft Computing, 208-214, 2009.

[4] Saaty TL. "How to Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process". European Journal of Operational Research, 48, 9-26, 1990.

[5] Abdullah L, Jaafar S, Taib I. "Ranking of Human Capital Indicators Using Analytic Hierarchy Process". Procedia - Social and Behavioral Sciences, 22-28, 2013.

[6] Saaty TL. "Multicriteria Decision Making: The Analytic Hierarchy Process". McGraw-Hill, New York, 1980.

[7] Spires EE. "Using the analytic hierarchy process to analyze multiattribute decisions", Multivariate Behavioural Research, 26, 345-361, 1991.

[8] Vaidya OS. Kumar S. "Analytic Hierarchy Process. An overview of applications", European Journal of Operation Research, 169, 1-29, 2006.

[9] Ozer I. "Multi-Criteria Group Decision Making Methods Using AHP and Integrated Web-Based Decision Support Systems", Master's Thesis, University of Ottawa, 2007.

[10] Abdullah L, Jaafar S, Taib I. "A modified analytic hierarchy approach in ranking human capital indicators", Journal of Sustainability Science and Management, 7(1), 103-112, 2012.

[11] Saaty TL, Peniwati K, Shang JS. "The analytic hierarchy process and human resource allocation: Half the story", Mathematical and Computer Modelling, 46, 1041–1053, 2007.

Zonguldak İli Rüzgar Enerjisi Santral Yerlerinin CBS Dayalı AHP Yöntemi İle Belirlenmesi

Deniz ARCA[1**], Hülya KESKİN ÇITIROĞLU[2]

[1]*Dokuz Eylül Üniversitesi İzmir MYO, Mimarlık ve Şehir Planlama Bölümü, 35360, Buca İzmir, Türkiye*
[2]*Yatırım İzleme ve Koordinasyon Başkanlığı, YİKOB, 09100, Aydın, Türkiye*

Özet

Hızla gelişen endüstrileşme ve bu gelişime rağmen kullanılagelen enerji kaynaklarının tükenebilir özellik sunması, insanların enerji eldesinde yenilenebilir yani tükenmeyen kaynaklarına yönelimini arttırmıştır. Türkiye'nin de hızlı sanayileşme ve nüfus artışı, enerji talebinde artışa yol açmıştır. Bu nedenle Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynakları varlığının tespiti ve tespit edilen enerji varlığının da iktisadi üretime dahil edilmesi gerekmektedir. Bu çalışmada yenilenebilir enerji türlerinden rüzgar enerjisi üzerinde durulmuş, Zonguldak ilinde rüzgar enerjisi santralleri (RES) yapım yerlerinin seçiminde Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS)-Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) metodu kullanılarak sorgulanması amaçlanmıştır. Bu bağlamda rüzgar hızı, litoloji, yükseklik, bakı, eğim, trafo merkezine uzaklık, yola uzaklık, yerleşim merkezine uzaklık ve fay hattına uzaklık kriterleri ele alınmıştır. İncelenen her bir kriteri gösteren haritalar CBS tabanlı raster yapıda üretilmiş ve ikili karşılaştırma matrisi ile her bir faktörün ağırlık değerleri belirlenmiştir. Birleştirme analizinde ağırlıklı toplama işlemi kullanılarak sınıflandırılmış ölçüt haritaları birleştirilerek RES için en uygun alanları gösteren uygunluk sonuç haritası elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, çalışma alanının RES yapımı için %34.71 düşük ve %64.01orta duyarlılık düzeyinde olduğu tespit edilmiştir. Zonguldak'da endüstri tesislerinin kömürden yararlanmasının sürdürülmesinin yanında en azından evlerin elektrik gereksinimlerinin, rüzgar gibi yenilenebilir kaynaklardan temini, yaygın fosil yakıt kullanımının olduğu ilde enerjinin maliyetinin azalmasında olduğu kadar çevre sağlığı ve temiz hava katkısı da sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: *Rüzgar Enerji Santrali (RES), Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP), Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), Zonguldak*

Determination of Wind Power Plant Locations Using GIS Based AHP Method in Zonguldak Province

Abstract

A speedy growth of the industry and the limited traditional energy resources in response to this development have increased the interest of countries in renewable energy resources. Turkey's rapid industrialization and inhabitants increase have drive out rise on energy demand. Therefore, determination of Turkey's renewable energy potential and to bringing the economy of this potential should be required. In this study, wind energy, one of the renewable energy types, have been focused on and it is purpozed to evaluate to selection of suitable WPP construction sites in Zonguldak province handling Analytical Hierarchy Process (AHP) and Geographic Information Systems (GIS). In this context, data layers consisting of wind speed, lithology, elevation, aspect, slope, distance to PDC's, distance to road, distance to residential areas and distance to fault factors were used. Maps of these specified data layers were produced in GIS-based raster structure and the weight values of each factor were determined with the binary comparison matrix. In the integrated analysis, the criteria maps

* İletişim e-posta: deniz.arca@deu.edu.tr

classified using the weighted aggregation process were combined and the conformity result map showing the most suitable areas for WPP was obtained. With respect to findings, it is decided the study area has a low sensitivity of 34.71% and a medium sensitivity of 65.01%for WPP construction. With the continued use of fossil fuels in the industry in Zonguldak, meeting the energy needs of houses with renewable energy sources, especially wind energy, is important in terms of both clean and healthy environment and cheap energy supply in Zonguldak, where coal consumption is high.

Keywords: *Wind Power Plant (WPP), Analytic Hierarchy Process (AHP), Geographical Information Systems (GIS), Zonguldak*

1 Giriş

Çağımızda enerji ihtiyacının artması, yenilenemeyen ve gelecekte tükenecek olan fosil yeraltı kaynaklarının hızla azalmasına sebep olmakta; bu nedenle de sürdürülebilir ve doğa dostu enerjinin üretiminde alternatif ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması büyük önem taşımaktadır [1]. Günümüzde birçok ülke enerji ihtiyaçlarını karşılamak ve çevre kirliliğini azaltmak amacıyla güneş, rüzgar, dalga, biyokütle gibi yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmektedir [2]. Yenilenebilir enerji kaynakları, küresel elektrik enerjisi üretiminde oldukça dikkate değer yer tutmaktadır. Dünyanın elektrik enerjisi üretiminin %27.3'ü yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilirken bu oranının sadece %5.9'u rüzgar enerjisi santrallerinden (RES) sağlanmaktadır [3]. Türkiye'de ise elektrik üretiminde kömür ve doğal gaz kaynaklarının üstünlüğü bulunmaktadır. Toplam elektrik üretiminin %32.9'u yenilenebilir kaynaklardan temin edilirken, belirtilen oranının sadece %6.6'sı RES'lerden sağlanmaktadır [4]. Yenilenebilir enerji kaynaklarından biri olan rüzgar enerjisi, insan ve çevre sağlığı açısından uygun ve aynı zamanda tükenmez bir enerji kaynağı olması, kurulum ve işletim maliyetinin her geçen gün düşmesi gibi nedenlerle tercih edilen bir yenilenebilir enerji kaynağı haline gelmiştir [5].

Çalışma alanı Batı Karadeniz Bölgesinde yer alan Zonguldak ilidir. 2020 sonu TUİK verilerine göre nüfusu 367758 kişi olup 2019 yılı ile kıyaslandığında 1354 kişilik bir nüfus azalması olmuştur [6]. Kuzeyde Karadeniz, batıda Düzce, güneyde Bolu ve Karabük, doğuda ise Bartın İlleri ile çevrili olan Zonguldak'ın il merkezi deniz seviyesinde kurulmuş olmasına rağmen mahalleleri dağlık alanlarda bulunmaktadır. Zonguldak'da taşkömürü madenciliği yaygın olmakla birlikte balıkçılık ve küçük çaplı tarım ve hayvancılık faaliyetleri de yapılmaktadır. Isınmada ağırlıklı olarak fosil yakıt olan kömür kullanılmakta ve bu sebeple de kükürt dioksit (SO_2) ve toz konsantrasyon (PM10) parametrelerinin kış aylarında yüksek oranlarda olduğu görülmektedir [7]. Çalışma alanını kapsayan Zonguldak il merkezinde, Türkiye Taşkömürü Kurumunun (TTK) tesisleri ve Çatalağzı'nda yer alan termik santrallerin de etkisi ile endüstri kaynaklı hava kirliliği görülmekte olup, "Isınmadan Kaynaklanan Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği" uyarınca birinci derecede kirli yerleşim yeri olarak tespit edilmiştir. Ayrıca, TTK'nın liman işletmesinin yerleşim yerinin içinde olması, taşkömürünün nakliyesinde hava koşulları ve rüzgar faktörlerinin de katkısıyla Zonguldak'da hava kirliliğinin artışına katkı yapmaktadır [8].

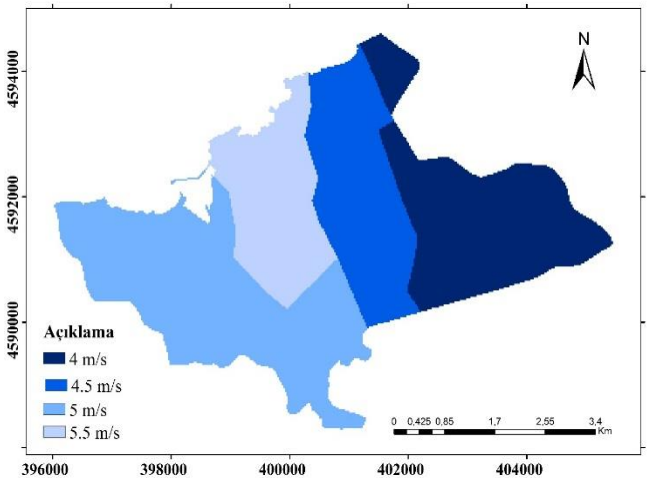
Zonguldak İlinde Türkerler Holding tarafından, tamamlandığında toplam gücü 120 MW olacak olan, 5.22 MW gücünde Zonguldak Rüzgar Enerji Santrali bulunmaktadır. Zonguldak'daki 8 elektrik santrali ile yılda yaklaşık 20776 GWh elektrik üretimi yapılmaktadır. Zonguldak'ın elektrik santrali kurulu gücü 3341 MWe'dir. Bunlardan rüzgar enerjisi ile elde edilen üretim ise 5.22 MW'dır [9]. Zonguldak'da endüstri tesislerinin kömürden yararlanmasının sürdürülmesinin yanında en azından evlerin elektrik gereksinimlerinin, rüzgar gibi yenilenebilir kaynaklardan temini, yaygın fosil yakıt kullanımının olduğu ilde enerjinin maliyetinin azalmasında olduğu kadar çevre sağlığı ve temiz hava katkısı da sağlayacaktır. Bu amaçla bu çalışmada, Zonguldak'ın rüzgar enerji santrali potansiyelinin ve rüzgar santralleri kurulum alanlarının belirlenmesinin coğrafi bilgi sistemleri (CBS) tabanlı analitik hiyerarşi prosesi (AHP) yöntemi ile oluşturulması amaçlanmıştır. Bu bağlamda rüzgar hızı, litoloji, yükseklik, bakı, eğim, trafo merkezine uzaklık, yola uzaklık, yerleşim merkezine uzaklık ve fay hattına uzaklık kriterlerinden teşkil eden girdi haritaları hazırlanmıştır. Belirtilen bu girdi haritaları CBS tabanlı raster yapıda üretilmiş ve ikili karşılaştırma matrisi ile her bir faktörün ağırlık değerleri belirlenmiştir. Birleştirme analizinde ağırlıklı

toplama işlemi kullanılarak sınıflandırılmış ölçüt haritaları birleştirilerek RES için en uygun alanları gösteren uygunluk sonuç haritası elde edilmiştir.

2 Gereç ve Yöntem

RES inşa yerlerinin belirlenmesinde dikkate alınması gereken kriterler bulunmaktadır [4, 10, 11]. Bu faktörler Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığınca belirtilen "Rüzgar Enerjisi Potansiyel Atlasına (REPA)" dayalı olan rapora göre; yıllık güç yoğunluğu, rüzgar hızı ve kapasite faktörü dağılımları, enerji nakil hatları ve pürüzlülük haritaları, ayrıca, yakınlarda yer alan tüm enerji santrallerine ait veriler [12], saha yapısı ve örtüsü verileri, faylara uzaklık, orman, koruma alanları ve ulaşım durumu ile yükseklikliktir [10]. Bu çalışmada rüzgar hızı, litoloji, yükseklik, bakı, eğim, trafo merkezine uzaklık, yola uzaklık, yerleşim merkezine uzaklık ve fay hattına uzaklık kriterleri kullanılarak uygun RES kurulacak sahalar tespit edilmiştir. Çalışma alanı kuş göç yolu üzerinde olmadığından [13] analizde göç yollarına olan uzaklık parametresi kullanılmamıştır.

RES tesis etmek amacıyla belirlenmesi gereken en önemli kriter, rüzgar hızı ve dağılımının tespit edilmesidir. Bu bağlamda çalışma alanına ait Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından tespit edilen ortalama rüzgar hız dağılımı [12, 14] haritalarından yararlanılmıştır. Ortalama rüzgar hız dağılımı haritaları incelenerek çalışma alanı rüzgar hız dağılımı 4-5.5 m/s olarak belirlenmiştir (Şekil 1).

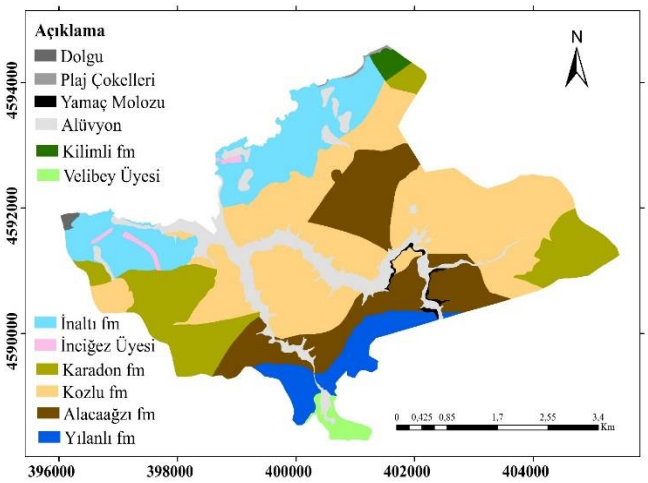


Şekil 1. Rüzgar hız dağılımı [12, 14]

RES kurulum alanlarının belirlenmesinde, zeminin jeolojik özellikleri önem sunmaktadır. RES inşa edilecek alanı oluşturan kayaçların sağlamlığı hem temel alanı güvenliğini sağlayacak hem de kanatların hareketi nedeniyle oluşacak titreşimlerden kaynaklanan sorunları önleyecektir [15]. Çalışma alanında bulunan litolojik formasyonlar, Yılanlı (DCy), Alacaağzı (Ca), Kozlu (Cko), Karadon (Cka), İnaltı (JKi) ve Kilimli (Kk) formasyonları, İncigez (JKii) ve Velibey (Kkv) üyeleri ile alüvyon (Qal), yamaç molozu (Qym), plaj çökelleri (Qp) ve dolgudur (Qd) [16, 17]. Kireçtaşı ve dolomit tabakalanması sunan Yılanlı formasyonun (DCy) kayaçlarında kalsit dolgu ile doldurulmuş olan çatlaklar, erime boşlukları ve karstlaşma görülmektedir. Alacaağzı formasyonu (Ca) kiltaşı, kumtaşı, silttaşı ve kömür katmanlarından oluşmaktadır. Çakıltaşı, kiltaşı, silttaşı, kumtaşı ve kömür tabakalarından oluşan Kozlu formasyonu (Cko) ise bölgenin taşkömürü işletmesinin yapıldığı formasyondur. Karadon formasyonu (Cka) çakıltaşı, kiltaşı, silttaşı, kumtaşı ve kömür ardalanmasından oluşmaktadır. İnaltı formasyonu (JKi) alt kesimlerinde, çakıltaşı ve kumtaşı, üst kesimlerinde ise dolomitik kireçtaşı ve kireçtaşı ile son bulur. İnaltı formasyonunun üyesi olan İncigez üyesi (JKii) çakıltaşı, kumtaşı, kiltaşı ve silttaşı tabakalarından oluşmaktadır. Kilimli formasyonu (Kk) kumlu kireçtaşı, kumtaşı, kiltaşı ve silttaşı ardalanmasından, Kilimli formasyonunun üyesi olan Velibey (Kkv) üyesi yüksek oranda kuvars kumundan oluşan kumtaşı tabakaları sunar [16, 17]. Kuvaterner yaşlı alüvyon (Qal), yamaç molozu (Qym) ve plaj çökelleri (Qp) güncel elemanlar olup, alüvyon (Qal) gevşek bağlanmış kil, silt, kum ve çakıllardan oluşmakta; plaj çökelleri (Qp) kuvars kumları içermekte ve önemli akarsu ve derelerin Karadeniz ile birleşim yerlerinde bulunmakta; yamaç molozu (Qym) ise yamaçlardaki kireçtaşı düzeylerinde gevşek bağlanmış karbonat içeren çakıl yığınları şeklinde bulunmaktadır. Türkiye Taşkömürü Kurumu (TTK) tarafından oluşturulan dolgular (Qd) kıyı bölgelerinde yer almaktadır [17]. Alüvyon, yamaç molozu ve plaj çökelleri tutturulmamış ve ayrık taneli birim özelliği sunmasından dolayı RES kurulumu için uygun değildir. Karstik ve çatlaklı yapılar içermesi nedeniyle Yılanlı ve İnaltı formasyonları ile İncigez üyesi ve güncel yapay yapılar olan dolgu üzerinde RES kurulumu ayrıntılı saha çalışması gerektirmektedir. Çalışma alanındaki diğer jeolojik formasyonlar RES kurulumu için uygundur. Çalışma alanına ait litoloji haritası Şekil 2'de verilmiştir.

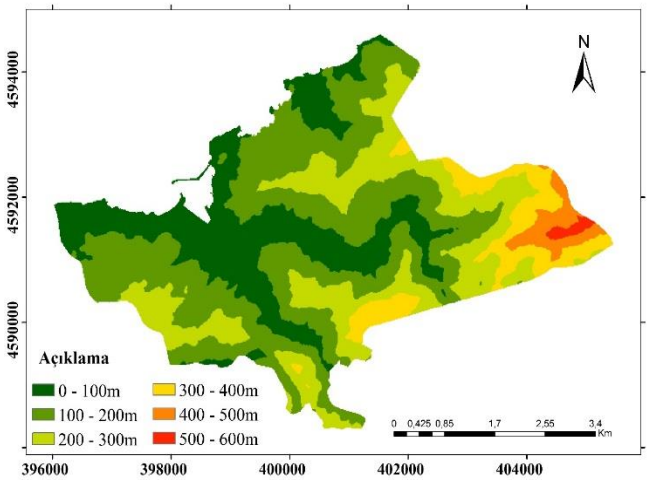
Rüzgar hızının yüksekliğe bağlı olarak değişebileceğinden dolayı RES kurulum alanlarının

belirlenmesinde yükselti de oldukça etkili olmaktadır [18].



Şekil 2. Litoloji haritası [16, 17]

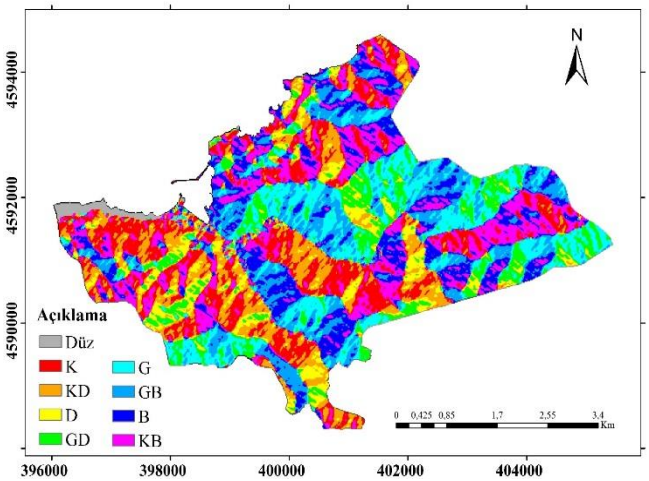
Çalışma alanına ait yükseklik haritası bölgenin 12.5 m çözünürlüğe sahip sayısal yükseklik modelinden üretilmiştir [19]. Üretilen harita analizlerde kullanılmak üzere 0-600 m aralığında 6 eşit zona sınıflandırılmıştır (Şekil 3).



Şekil 3. Yükseklik haritası [19]

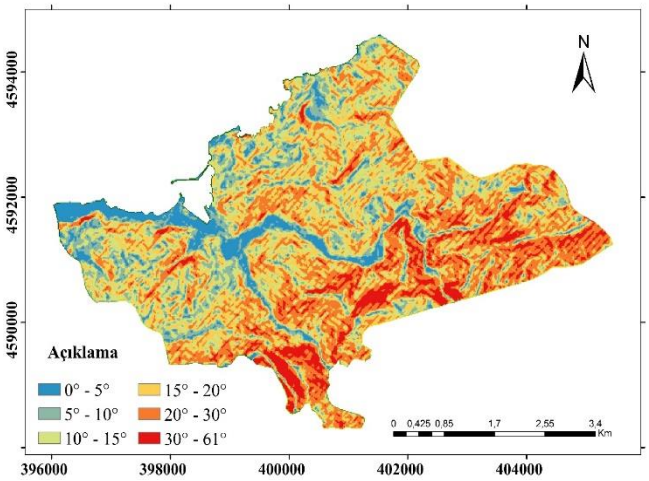
Bakı, özellikle hakim rüzgar yönüne dönük yamaçlarda etkili olmasından dolayı RES kurulum alanlarının belirlenmesinde büyük öneme sahiptir [11]. Bu nedenle çalışmada -1 ve 360 derece aralığında 9 sınıfı kapsayacak şekilde bakı haritası oluşturulmuştur (Şekil 4).

Topografyanın eğimi de RES kurulum alanlarının belirlenmesinde büyük öneme sahiptir. RES kurulumu için uygun olan eğim sınıfları, orta eğim ve düşük eğim gruplarını içermektedir [11].



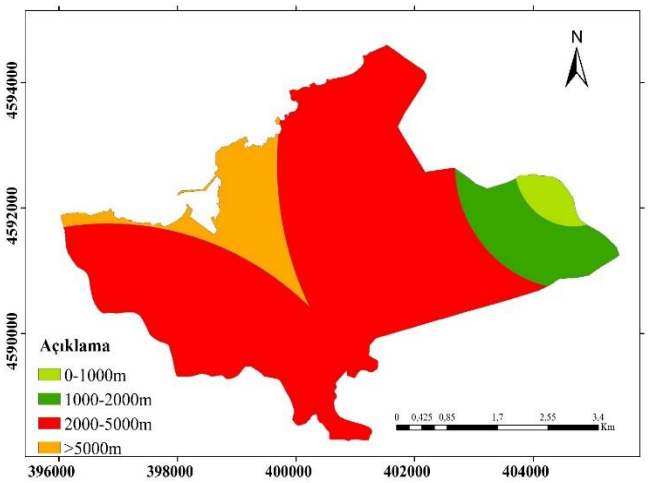
Şekil 4. Bakı haritası

Bu çalışmada eğim verisinin elde edilmesi için çalışma alanına ait 12.5 m çözünürlüklü sayısal yükseklik modelinden faydalanılmıştır. Üretilen eğim haritasının eğim derecesi 0 ile 61 derece aralığında elde edilmiştir [20]. Oluşturulan eğim haritası uygun alanlarının tespiti ve analizi için 6 sınıfa ayrılmıştır (Şekil 5).



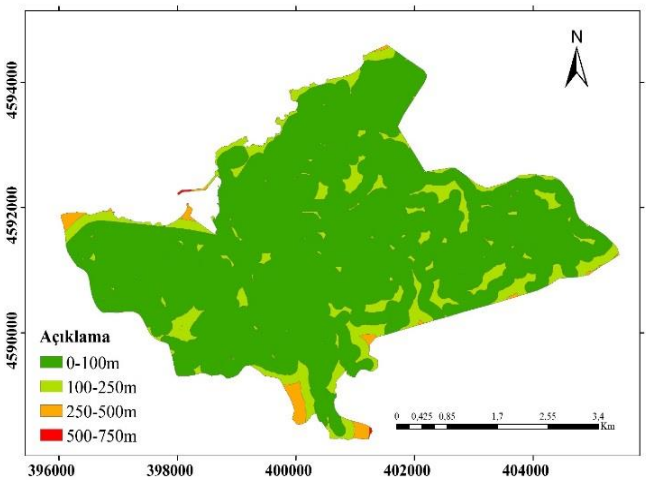
Şekil 5. Eğim haritası

Trafo merkezine uzaklık RES kurulum alanlarının belirlenmesinde kullanılan faktörlerden bir diğeridir ve ekonomik yönden önemli bir faktördür. Mesafe fazlalaştıkça RES tesisi ekonomik koşullarından uzaklaşmakta, elde edilen enerjinin trafo tesislerine nakli yüksek bedelli olmaktadır. RES kurulumu yapılacak lokasyonların trafo nakil hatlarına mesafesinin on km'den fazla olması tercih edilmemektedir [21]. Çalışma alanına ait trafo merkezlerine olan uzaklık haritası şekil 6'da verilmiştir.



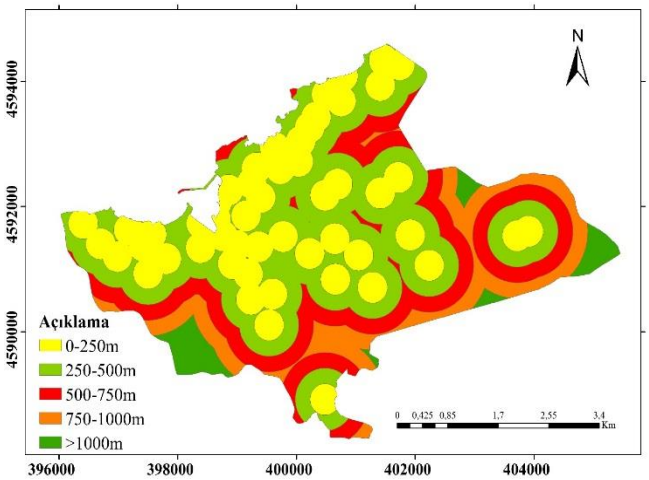
Şekil 6. Trafo merkezine uzaklık haritası

Yola uzaklık da RES kurulum alanlarının belirlenmesinde etken bir faktördür. RES'lere kolay erişim için firmalar yol açtırmaktadırlar. Bu nedenle RES'lere pratik şekilde, kolay ve maliyetsiz erişim olanakları sunan alanların varlığı tercih nedeni olmaktadır. Engebeli sahalar ile yüksek bölgeler nakliye problemleri yaratacağından dolayı RES tesis yeri açısından elverişli bulunmamaktadır. Ayrıca verimli veya sulanabilen tarımsal faaliyet yapılan araziler de RES yapımı için tercih edilmemektedirler. Öte yandan RES yerinin mevcut yollara uzak olmaması, yol yapımına olan ihtiyacı ortadan kaldıracağı için yol yapımı için harcanması gereken ekonomik çıktıları ve ayrıca diğer yapı ve arazilerin göreceği olası hasarları ortadan kaldırmaktadır [21]. Bu çalışmada yola olan uzaklık kriteri 4 grup oluşturularak ele alınmıştır (Şekil 7).



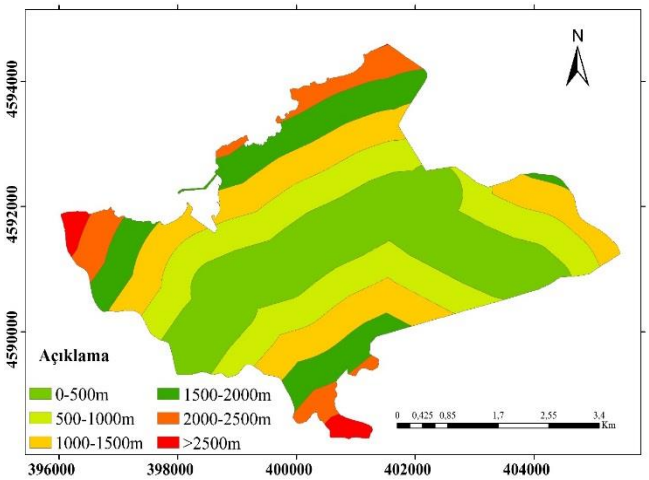
Şekil 7. Yola uzaklık haritası.

Yerleşim merkezine olan uzaklık RES yer seçimi için dikkate alınması gereken faktörlerden biridir. İnsan ve doğal etkenlerden etkilenen ve kolayca değişime uğrayan toprak hidrolojisini içinde barındıran [22] yerleşim alanları genişleme eğilimindedir. Bu nedenle santrallerin yerleşim yerlerine çok yakın olmaması gerekmektedir. Çalışma alanında yerleşim alanlarına uzaklık faktörü 5 sınıf altında değerlendirilmiştir (Şekil 8).



Şekil 8. Yerleşim merkezine uzaklık

RES kurulumu için yer seçiminde deprem riski az olan bölgeler seçilmelidir. Aktif fay hatlarına yakınlık arttıkça deprem etkisi de daha fazla olacağından RES yapım yeri seçiminde aktif fay hatlarına uzaklık da yer seçim analizini etkileyici bir faktördür. Çalışma alanında fay hattı verisi MTA Genel Müdürlüğü'nün sitesinden sunulmuş olan Fay Haritasından [23] sayısallaştırılarak elde edilmiş ve analizlerde kullanılmak üzere 500 m aralıklarla 6 farklı buffer alanı oluşturulmuştur (Şekil 9).



Şekil 9. Fay hattına uzaklık [23] haritası

Bu çalışmada CBS tabanlı Çok Kriterli Karar Verme Analizi (ÇKKA) yöntemi kullanılmıştır. ÇKKA çözümünde AHP yöntemi kullanılmıştır. Bu

yöntemde her bir faktör birbirleriyle karşılaştırılarak ikili karşılaştırmalar matrisi oluşturulmakta, devamında ise her bir faktörün ağırlıkları tespit edilmektedir [24]. Faktörlerin birbirleriyle karşılaştırılması [25] tarafından önerilen AHP Değerlendirme Ölçeğinde belirtilen 1-9 aralığındaki değerlere göre yapılır. Rastgele oluşturulan ikili karşılaştırma matrisinin derecelendirmesindeki olasılık tutarlılık oranı olarak tanımlanır. Maksimum tutarlılık oranı [25] tarafından 0.10 olarak önerilmiştir. Oluşturulan karşılaştırma matrisi Tablo 1'de, sonuçlanan ağırlık matrisi Tablo 2'de sunulmaktadır.

Tablo 1. İkili karşılaştırma matrisi. (a rüzgar hızı, b Litoloji, c Yükseklik, d Bakı, e Eğim, f Trafo merkezine uzaklık, g Yola Uzaklık, h Yerleşim merkezine uzaklık, ı Fay hattına uzaklık).

Parametre	a	b	c	d	e	f	g	h	ı
a	1	5	4	4	5	6	7	7	7
b		1	1/3	1/3	1/3	1/2	2	2	3
c			1	2	5	4	5	5	6
d				1	5	3	4	6	5
e					1	1/3	2	3	5
f						1	1/2	1/3	3
g							1	3	4
h								1	3
ı									1

Tablo 2. Ağırlık matrisi. (a rüzgar hızı, b Litoloji, c Yükseklik, d Bakı, e Eğim, f Trafo merkezine uzaklık, g Yola Uzaklık, h Yerleşim merkezine uzaklık, ı Fay hattına uzaklık).

Parametre	a	b	c	d	e	f	g	h	ı	Ağırlık
a	0.41	0.27	0.58	0.47	0.25	0.30	0.32	0.25	0.19	0.34
b	0.08	0.05	0.05	0.04	0.02	0.02	0.09	0.07	0.08	0.06
c	0.10	0.16	0.14	0.24	0.24	0.20	0.23	0.18	0.16	0.18
d	0.10	0.16	0.07	0.12	0.24	0.15	0.18	0.22	0.14	0.15
e	0.08	0.16	0.03	0.02	0.05	0.02	0.09	0.11	0.14	0.08
f	0.07	0.11	0.04	0.04	0.15	0.04	0.02	0.01	0.08	0.06
g	0.06	0.03	0.03	0.03	0.02	0.10	0.04	0.11	0.11	0.06
h	0.06	0.03	0.03	0.02	0.02	0.15	0.02	0.04	0.08	0.05
ı	0.04	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02

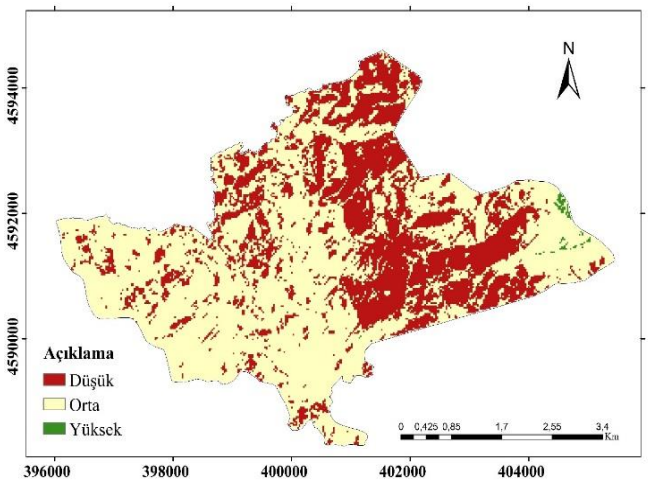
Karşılaştırma matrisi sonucu elde edilen en yüksek ağırlığa sahip faktörler sırasıyla rüzgar hızı, litoloji, yükseklik, bakı, eğim, trafo merkezine uzaklık, yola uzaklık, yerleşim merkezine uzaklık ve fay hattına uzaklık olarak belirlenmiştir. Oluşturulan karşılaştırma matrisindeki değerlerin ve elde edilen ağırlıkların tutarlı olup olmadıklarının belirlenmesi amacıyla hesaplanan "Tutarlılık Oranı" değeri ise 0.09 olarak hesaplanmıştır. Elde edilen oran [25] tarafından önerilen 0.10'un altında olduğu için ikili karşılaştırma matrisi sonucu bulunan değerlerin birbirleriyle tutarlı oldukları kanaatine varılmıştır. AHP ile ikili karşılaştırma matrisinin oluşturulması ve her bir kriterin ağırlıklarının hesaplanmasından

sonraki aşama ise, ağırlıklı doğrusal birleştirme (ADB) yöntemi kullanılarak tüm kriterlerin birbirleriyle birleştirilerek sonuç haritasının elde edilmesidir. Bu yöntemin kullanılmasının nedeni, her bir kriterin alt kriterlerinin standartlaştırılması ve standartlaştırılmış faktörlerin birbirleri ile toplanarak tek bir haritanın üretilmesidir.

3 Tartışma ve Bulgular

CBS dayalı ÇKKA metotları, uygun lokasyon belirlemeye yönelik araştırmalar açısından önem sunan karar mekanizmalarıdır. Kullanılan metotların belirlenmesi kadar, analizleri yapılan faktörlerin de doğru ve yeterli sayıda belirlenmesi araştırmanın sağlıklı sonuca ulaşması açısından önem sunmaktadır [21].

Bu çalışmada CBS dayalı çok kriterli karar analizi yöntemi ile Zonguldak İline ait 9 kriterin normalleştirilmesi, kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesi ve tüm kriterlerin toplanması ile RES yapım yeri için duyarlılık sınıfları haritası üretilmiştir (Şekil 10). Üretilen duyarlılık haritası çok düşük, düşük, orta, yüksek ve çok yüksek duyarlı olmak üzere beş farklı sınıfa ayrılmıştır. Gerçekleştirilen analizler sonucunda çok yüksek ve çok düşük duyarlılık %0.00, yüksek duyarlılık %0.28, orta duyarlılık %65.01 ve düşük duyarlılık %34.71 oranında elde edilmiştir.



Şekil 10. RES yapım yeri duyarlılık sınıfları haritası

4 Sonuçlar

Zonguldak ilinde RES kurulum alanlarının belirlenmesi amacıyla 9 ana kriter tespit edilerek gerçekleştirilen bu araştırma ile, çalışma alanının RES kurulumu açısından düşük ve orta duyarlılık düzeyinde bir yer olduğu tespit edilmiştir.

Çalışma sonucunda elde edilen sonuç haritasının, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığınca belirlenmiş olan "Türkiye Rüzgar Enerjisi Potansiyel Atlasının (REPA) Zonguldak ili ile ilgili "RES Kurulabilir Alanlar [12, 14] bölümündeki verilerle birlikte değerlendirildiğinde ve ayrıca karşılıklı olarak irdelendirildiğinde, bu çalışmada ulaşılan sonuçlar ile oldukça yakın ve tutarlı olduğu görülmüştür. Sonuçların uyumlu olması ise çalışma bulgularının gerçekçi ve uygulanabilir nitelikte olduğunu göstermektedir.

RES kurulum alanlarının belirlenmesine yönelik araştırmalarda CBS dayalı AHP yöntemlerinin tercih edilmesi; doğanın korunması, çevre sağlığı ve araştırma sonuçlarının uygulanabilirliği üzerinde pozitif etki sağlamaktadır. Zonguldak ilinde endüstri tesislerinde kömür kullanımının sürdürülmesi yanında en azından evlerde kullanılacak elektriğin RES'ler yoluyla sağlanması kömür tüketimi fazla olan ve ısınma kaynaklı hava kirliliğine sahip olan Zonguldak ilinde, kullanılan enerjinin maliyetinin azalmasında olduğu kadar çevre sağlığı ve temiz hava katkısı da sağlayacaktır. Tükenmeyen ve çevre dostu olan rüzgar enerjisi potansiyelinden mümkün olan en yüksek derecede yararlanılabilmesi ve Zonguldak ilinin rüzgar enerjisi üretiminden faydalanabilmesi amacıyla en azından başlangıç aşaması olarak RES kurulabileceği belirlenen alanlara yeterli üretim kabiliyetinde RES tesisleri yerleştirilebilir.

Kaynaklar

[1] Can E. "Analysis of risks that are based on the aerial photography used in photogrammetric monitoring maps for environmental wind power energy plant projects". Environmental Monitoring and Assessment, 191:746, 2019.

[2] Taşkın B. Niğde İlinde Kurulabilecek Rüzgar Enerjisi Santralinin Fiziksel Ve Ekonomik Analizi. Yüksek Lisans Tezi, Niğde Üniversitesi, Fen Bil. Ens. Fizik ABD, Niğde, Türkiye, 96s. 2013.

[3] REN21. "Renewables 2020 Global Status Report". Paris: REN21 Secretariat. Renewable Enerji Policy Network for the 21st century Paris, France, pp:367. https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/gsr_2020_full_report_en.pdf (07.03.2021).

[4] T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. "Bilgi Merkezi, Enerji, Elektrik". Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-elektrik (08.03.2021).

[5] Bayraç HN. "Küresel rüzgar enerjisi politikaları ve uygulamaları". Uludağ İİBF Dergisi, 30(1): 37-57. 2011.

[6] Türkiye İstatistik Kurumu. "Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi Sonuçları". https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=95&locale=tr (08.03.2021).

[7] T:C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. "Zonguldak İli Hava Kalitesi Analiz Raporu". Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Kuzey İç Anadolu Temiz Hava Merkez Müdürlüğü, Ankara, Türkiye, 81s. https://webdosya.csb.gov.tr/db/kiathm/icerikler/zonguldak-20181002101510.pdf 2019 (09.03.2021).

[8] Zonguldak Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü. "Zonguldak İli 2018 Yılı Çevre Durum Raporu". Zonguldak Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, ÇED ve Çevre İzinleri Şube Müdürlüğü, Çevre Yönetimi Ve Denetim Şube Müdürlüğü, 91 s, Zonguldak, Türkiye, 2019, https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/zongudak_2018-cdr_son-20190926093732.pdf (09.03.2021).

[9] Enerji Atlası. "Zonguldak Enerji Santralleri". https://www.enerjiatlasi.com/sehir/zonguldak/ (08.03.2021).

[10] T:C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. "Çevre ve Şehircilik Bakanlığının ÇED Alanında Kapasitesinin Güçlendirilmesi için Teknik Yardım Projesi. Çevresel Etkiler Ve Alınacak Önlemler Kılavuzu–Rüzgar Enerji Santralleri". Hazırlayan: Bülent Kadıoğlu Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Çevresel Etki Değerlendirmesi, İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye, 37s, Aralık 2017.

[11] Özşahin E, Kaymaz ÇK. "Rüzgar enerji santrallerinin (RES) yapım yeri seçimi üzerine bir CBS analizi: Hatay örneği". Tübav Bilim Dergisi, 6(2):1-18, 2013.

[12] T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. "Türkiye Rüzgar Enerjisi Potansiyeli Yıllık Ortalama Rüzgar Hızı Dağılımı –100 Metre". Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Enerji İşleri Genel Müdürlüğü https://repa.enerji.gov.tr/REPA/iller/ZONGULDAK-REPA.pdf (07.03.2021).

[13] URL-1 "Göçmen Kuşların Yol Haritası". https://www.biyologlar.com/gocmen-kuslarin-yol-haritasi (10.03.2021).

[14] T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. "Zonguldak İli Rüzgar Kaynak Bilgileri". Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Enerji İşleri Genel Müdürlüğü. https://www.eigm.gov.tr/File/?path=ROOT%2f4%2fDocuments%2frepa%2fZONGULDAK-REPA.pdf (20.11.2019).

[15] Morac S, Vahrson W-G. "Macrozonation methodology for landslide hazard determination". Environmental and Engineering Geoscience, 31(1):49–58. Doi: 10.2113/gseegeosci.xxxi.1.49. 1994.

[16] Yergök A.F, Ünal A, İplikçi Ü, Karabalık N, Keskin İ, Mengi H, Umut M, Armağan F, Erdoğan K, Kaymakçı H, Çetinkaya A. "Batı Karadeniz Bölgesi Jeolojisi. MTA Rapor No:8273", 237 s, 1987.

[17] Alan İ, Aksay A. "1:100 000 ölçekli Türkiye jeoloji haritaları Zonguldak E-27-F 27 paftaları, No: 28". Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü MTA, Jeoloji Dairesi, Ankara, Türkiye, 2002.

[18] Koç T. "Kapıdağ yarımadasında rüzgar ve ortam". Türk Coğrafya Dergisi, 31: 167-182, 1996.

[19] URL-2 "Nasa Earthdata". https://search.asf.alaska.edu (09.03.2021).

[20] Arca D, Kutoglu ŞH, Becek K. "Landslide susceptibility mapping in an area of underground mining using the multicriteria decision analysis method". Environmental Monitoring and Assessment 190:725. doi:10.1007/s10661-018-7085-5. 2018.

[21] Uyan M. "Güneş enerjisi santrali kurulabilecek alanların AHP yöntemi kullanılarak CBS destekli haritalanması". Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 23(4):343-351. Doi: 10.5505/pajes.2016.59489, 2017.

[22] Yalçın A, Reis S, Aydınoğlu AC, Yomralıoğlu T. "A GIS-based comparative study of frequency ratio, analytical hierarchy process, bivariate statistics and logistics regression methods for landslide susceptibility mapping in Trabzon, NE Turkey". Catena, 85(3):274-287, Doi: 10.1016/j.catena.2011.01.014, 2011.

[23] Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü. "Yerbilimleri Harita Görüntüleyicisi ve Çizim Editörü". Maden Tetkik Ve Arama Genel Müdürlüğü, MTA, Ankara, Türkiye, http://yerbilimleri.mta.gov.tr/anasayfa.aspx (09.03.2021).

[24] Kazakis N Kougias I, Patsialis T. "Assessment of flood hazard areas at a regional scale using an index-based approach and analytical hierarchy process: Application in Rhodope–Evros region", Greece. Science of the Total Environment, 538:555–563. doi:10.1016/j.scitotenv.2015.08.055. 2015.

[25] Saaty TL. "A scaling method for priorities in hierarchical structures". Journal of Mathematical Psychology, 15:234–281, Doi: 10.1016/0022-2496(77)90033-5, 1977.

A Review on Classification of Tissues Using Convolutional Neural Networks

Feyzanur Sağlam TOPRAK [1], Ahmet TOPRAK[2]

[1]*Turkey Finans Participation Bank Inc., Information Technologies, Istanbul, TURKEY*
[2]*Istanbul Commerce University, Computer Engineering, Istanbul, TURKEY*

Abstract

Deep learning, also known as deep convolutional neural networks, are systems that are capable of performing parallel processing with the graphics processing unit, especially aimed at working with large data heaps. Deep learning techniques, whose use is increasing day by day and have many different application areas, are known for their high performance rates. Classification process was made with deep learning technique in the data set discussed in this study. 3 categories were selected from the data set for the classification process. 80 of 100 data in each category were used as training data and 20 as test data. First of all, the architectural structure of the neural network used was established. While creating the architectural structure, the layers were created with different designs and the network architecture with the highest performance rate was tried to be determined. ALOT data set was used as data set. NVIDIA GEFORCE 740m graphics card was used to train the neural network. CUDA plug-ins have been installed to use the graphics processing unit. By presenting the Training Data to the neural network, the training process of the neural network was carried out with 240 data. During the test phase, 20 data from each category were collected and the neural network was classified over 60 data in total. When the classification was completed, the accuracy rate was calculated based on correct and incorrect estimates. As a result of the classification process made with deep learning, the accuracy rate was determined as 91.67%. In order to evaluate the results of different classification techniques with deep learning technique, a classification was made by extracting features with GLCM method on the same data set. When the results of the two studies were compared, it was seen that the deep learning model had approximately 70% higher accuracy than the GLCM method. Detailed information about both methods are shared comparatively in the study.

Keywords: *Artificial Intelligence, Classification, Convolutional Neural Networks, Deep Learning, Image Processing.*

1 Introduction

Nowadays, artificial intelligence (AI) and machine learning (ML) topics are increasing their popularity day by day. It has become an important subject of technology to assign human features to computers and assign the jobs that people will do to computers. Artificial intelligence and machine learning continue to work on this goal. Deep learning algorithm is an artificial intelligence and machine learning product that uses deep neural networks. It has a great importance in its field as it aims to transfer the thinking and perception abilities of humans to computers using this algorithm.

The concept of deep learning, with its advantageous aspects that differ from traditional machine learning, is becoming more common in fields such as voice recognition, image recognition, natural language processing by companies that have proven themselves in their field. Processing big data without parallel computation with the methods used before deep learning took a lot of time. Deep learning has become a popular subject of today with the advantage of working on big data and saving time by parallel processing with the Graphics processing unit (GPU).

Data scientists in industry and academia are using GPUs in machine learning to achieve breakthroughs in a variety of applications, including image

classification, video analytics, speech recognition, and the natural language learning process. In particular, Deep Learning, the use of advanced, multi-level "deep" neural networks to build systems capable of feature detection from large amounts of unlabeled training data, is an area where significant investment and research has been made [1].

This study was conducted to determine the performance of deep learning methods on image classification. First of all, the method used for classification of tissue images was estimated on the labels of the tissues. In this study, the Amsterdam Library of Textures (ALOT) texture dataset was used. CUDA supported NVIDIA graphics processor is used to train the network. Parallel processing is done on images with NVIDIA graphics processor. Convolutional neural network (CNN) model was used for tissue classification. The created CNN model performs feature extraction on the inputs with feature modules. Feature modules are created by sequencing convolution and pool layers.

Theoretically, the more layers a CNN has, the higher the learning rate. However, in practice, the high number of layers brings with it convergence problems. Back propagation and supervised learning methods are generally used in CNN models. The activation function commonly used for neurons is the sigmoid function [3,4].

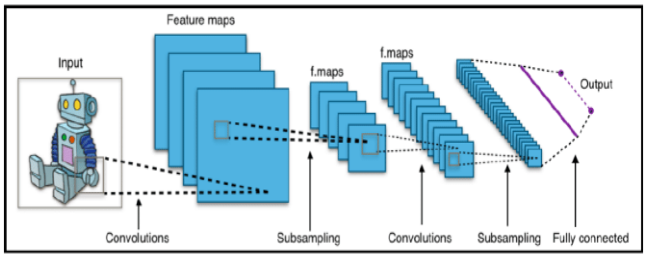


Fig. 1. CNN structure [2]

2 Literature Review

Many studies have been carried out in the field of deep learning-based image processing from past to present. In the early days, these processes were carried out directly with artificial neural networks (ANN). One of these studies is the study of Ivakhnenko and Lapa [5]. In this study, the first learning algorithm for supervised, feed-forward, multilayer perceptrons is created.

The first convolutional networks were used by Fukushima in the late 1970s. Fukushima's networks had multiple layers of convolutions and pools similar to other networks, but the network was trained using a support scheme where the multi-layered strong activation trace increased over time. In addition, it was able to manually assign key features of each image by increasing the weight on certain links. Backpropagation methods were mentioned in the early 1960s but were inefficient and incompletely explored. Its current form was first derived by Linnainmaa in his 1970 thesis containing the backpropagation code for FORTRAN, but its application to neural networks was not mentioned. The first real practical application of backpropagation was made at Bell Labs in 1989 with the work of LeCun. He used convolutional networks with backpropagation to classify handwriting.

The major breakthrough that was the turning point took place thanks to the graphics processing units that accelerated the training. The use of faster computers and GPUs has managed to increase the computation speed up to a thousand times. During this period, neural networks gradually began to rival support vector machines. Neural networks could be slow compared to support vector machines, but with the same amount of data much better results were achieved. Unlike simpler algorithms, neural networks work with more training data, i.e. larger chunks of data, resulting in better results [6].

The use of the term "Deep Learning" in the context of ANNs was coined by Igor Aizenberg and colleagues in 2000. Industrial applications of deep learning to large-scale speech recognition began during 2010. In late 2009, Li Deng conducted a study of deep learning in speech recognition, Geoffrey Hinton. They co-organized the 2009 NIPS Workshop on Deep Learning for Speech Recognition [7].

Szegedy et al. Showed in 2013 that a deep learning model can lead to misclassification of an image simply by adding impurities to that image. More importantly, these impurities could be invisible even to the human eye. In other words, they came up with the notion that while man could not separate two almost similar objects, these could be separated into different objects by a well-trained neural network [8].

Karpathy et al published the paper Large-Scale Video Classification with CNNs in 2014. In this video, they explain their work on classifying

YouTube videos. They provided a comprehensive empirical assessment of CNNs large-scale video classification using a new dataset of 1 million YouTube videos from 487 classes.

In 2015, Google launched Google TensorFlow, which it prepares deep learning algorithms for and calls machine intelligence, as open source.

NVIDIA, which provides hardware solutions in the field of deep learning, has launched DIGITS, a deep learning GPU training system, in addition to its hardware studies. DIGITS visualized the Caffe-based deep learning tool developed by Yangqing Jia, which is used without any programming share, by providing web interface support. introduced the DIGITS interface [1].

3 Material and Method

The study was carried out in Matlab environment with Alot texture dataset. Categories named 10, 45 and 51 were selected from the data set and classification was made over these categories with a CNN. A total of 240 images, including 80 from each category, were used as training data. A total of 60 image data, 20 from each category, were used as test data.

3.1 CNN

CNN is one of the methods frequently used for deep learning. It is preferred in many areas such as computer vision, speech recognition, character recognition. One of the features of CNN that distinguishes it from other neural networks is that it is not in the form of fully connected layers to which all neurons are connected, as in other types of neural networks. They have a structure consisting of many special layers with different tasks. As the depth formed by the layer's changes, the learning ability of the neural network also changes.

The most important advantage of CNN is that it does the feature extraction by itself through its layers without any outside intervention. The created layered architectural structure performs operations on the image, takes into account some features, ignores some features, and evaluates according to the features it finds appropriate at last. In this way, the feature selection process, which is a difficult process of other neural networks, is transferred to CNN [9,10,11].

A CNN architecture consists of Convolution, ReLU, Pooling, Fully Connected layers.

3.1.1 Convolution Layer

When an image is presented to the convolution layer, the CNN shifts the filters over the image to match the specified features. As a result, it obtains new filtered data. The filter selected in the convolution layer is placed on the image so that its pixel's overlap. After performing the convolution operation, the filter is shifted on the image and the same process is repeated. When there is no area to be shifted on the image, sub-pixels are passed and the convolution process is completed by moving the filter over the entire image [12,13,14].

The working principle of the convolution layer is shown in Figure 2.

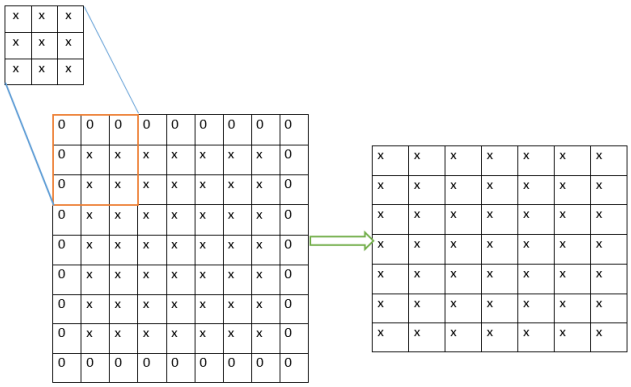


Fig. 2. Convolution Layer Working Principle

3.1.2 ReLU Layer

ReLU layer aims to change the negative pixels of the image to zero and not leave any negative pixels [12,13,14].

The working principle of the ReLU layer is shown in Figure 3.

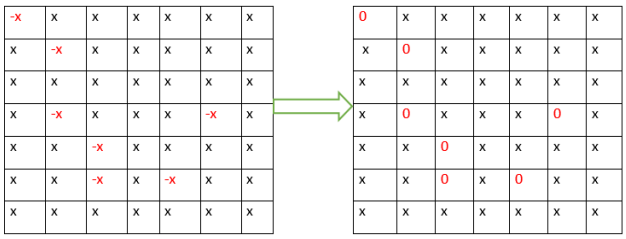


Fig. 3. Convolution layer working principle

3.1.3 Pooling Layer

The images of the pool layer are handled and smaller images are obtained by preserving the most important features [12,13,14].

The working principle of the pooling layer is shown in Figure 4.

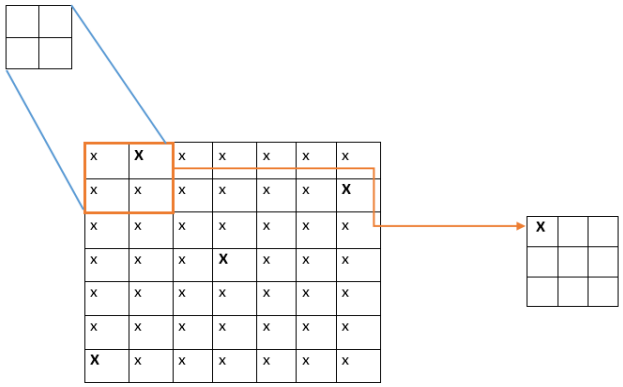


Fig. 4. Pooling layer working principle

3.1.4 Fully Connected Layer

Fully connected layers pass through the convolution, ReLU, pooling layers and take the incoming images as input. Unlike other layers, in this layer the image is given as a one-dimensional array. Each value specified here calculates what the image is. As a result of this calculation, a choice is made about what the input is. Whichever ratio is greater, the entry is considered to belong to that category. The output size of the last fully linked layer must be equal to the number of categories to be classified [12,13,14].

3.2 Data Set Used in the Study

ALOT is an RGB-enabled texture data set consisting of 250 different categories collected for scientific purposes. The illumination direction, display direction and illumination color of each data were changed in order to determine the changes that the data had. 100 images of each class were recorded.

3.2.1 Sizing the Data Set

Each image data in the dataset is RGB-enabled with the size of 384x256x3. The size of the input layer of the CNN designed in this study is 100x100x3. Since the two dimensions are different, it is not possible to present the data set to the neural network. For this reason, the images in the data set are resized as 100x100x3. With the Matlab "imresize" function, the data set in the source folder was resized and saved in the target folder.

3.3 CNN Architecture Used in the Study

In this study, a 15-layer CNN model was created. Images of the data set from the input layer are given with 100 X 100 size and RGB matrix. In the output layer, it is provided to be labeled to one of 3 categories. The designed CNN architecture is shown in Figure 5.

Parameter Name	Parameter Value
Image Input	100 x 100 x 3
Convolution (Conv_1)	100 x 100 x 32
ReLU (Relu_1)	100 x 100 x 32
Max Pooling (MaxPool_1)	49 x 49 x 32
Convolution (Conv_2)	49 x 49 x 32
ReLU (Relu_2)	49 x 49 x 32
Max Pooling (MaxPool_2)	24 x 24 x 32
Convolution (Conv_3)	24 x 24 x 64
ReLU (Relu_3)	24 x 24 x 64
Max Pooling (MaxPool_3)	11 x 11 x 64
Fully Connected (FullyConnected_1)	input: 7744 Output:64
ReLU (Relu_4)	
Fully Connected (FullyConnected_2)	input: 64 Output:3
Softmax	
Classification Output	3

Fig. 5. CNN architecture used in the study

During the study, applications were made with different parameters, and as a result, the parameters that gave the most successful accuracy were determined as 10 epoch number, 3 channel number (RGB), and filter size 7x7.

Images sized as 100x100x3 from the input layer were given to the neural network for training. Each data of the training set is labeled in the Output layer, which provides classification through Convolution, ReLU, Max Pooling, Fully Connected layers, respectively.

4 Results

Experiments have been made on training different categories in the training of the network or training the same categories with different training features. The main purpose of these experiments is to see the effect of training parameters such as epoch number, channel, filter size on the learning rate and to select the most appropriate parameters. Some of the training results obtained by using different parameters are shown in Figure 6.

Class-1	Class-2	Class-3	Epoch	Channel	Filter	Learning Rate
3	51	45	10	RGB	7x7	0,8667
84	51	45	10	RGB	7x7	0,8000
10	51	45	10	RGB	7x7	0,9167
29	51	45	10	Grey	5x5	0,3333
29	51	45	10	RGB	5x5	0,7000
29	51	45	50	RGB	7x7	0,7667
29	51	45	10	RGB	7x7	0,7667
29	51	45	10	RGB	9x9	0,7500

Fig. 6. Training result example

As can be seen in Figure 7, when the class, epoch and filter information are kept constant, RGB images have a much more successful learning rate than gray images.

Class-1	Class-2	Class-3	Epoch	Channel	Filter	Learning Rate
29	51	45	10	Grey	5x5	0,3333
29	51	45	10	RGB	5x5	0,7000

Fig. 7. Channel effect

As can be seen in Figure 8, when the class, epoch and channel information are kept constant, the 7x7 filter has a better learning rate than the 9x9 and 5x5 filter.

Class-1	Class-2	Class-3	Epoch	Channel	Filter	Learning Rate
29	51	45	10	RGB	5x5	0,7000
29	51	45	10	RGB	7x7	0,7667
29	51	45	10	RGB	9x9	0,7500

Fig. 8. Filter size effect

References

[1] http://www.derinogrenme.com [Visit Date: 2021-03-30]

[2] Galvez, Reagan & Bandala, Argel & Dadios, Elmer & Vicerra, Ryan & Maningo, Jose Martin. (2018). Object Detection Using Convolutional Neural Networks. 2023-2027. 10.1109/TENCON.2018.8650517.

[3] Alom, Md. Zahangir & Taha, Tarek & Yakopcic, Chris & Westberg, Stefan & Sidike, Paheding & Nasrin, Mst & Hasan, Mahmudul & Essen, Brian & Awwal, Abdul & Asari, Vijayan. (2019). A State-of-the-Art Survey on Deep Learning Theory and Architectures. Electronics. 8. 292. 10.3390/electronics8030292.

[4] Lomonaco, V.Deep learning for computer vision: a comparison between convolutional neural networks and hierarchical temporal memories on object recognition tasks (Doctoral dissertation)

[5] https://devblogs.nvidia.com/parallelforall/deep-learning-nutshell-history-training [Visit Date: 2021-03-30]

[6] https://en.wikipedia.org/wiki/Deep_learning [Visit Date: 2021-04-26]

[7] https://www.derinanalitik.com/single-post/deep-learning-nedir [Visit Date: 2020-05-26]

[8] Wang, H., Raj, B., & Xing, E. P. (2017). On the Origin of Deep Learning. arXiv preprint arXiv:1702.07800.

[9] LeCun, Y., Bengio, Y., & hinton, G. (2015). Deep Learning. Nature, 521 (7553), 436-444.

[10] Nusantara, B. Convolutional Neural Network.

[11] Lawrence, S., Giles, C. L., Tsoi, A. C., & Back, A. D. (1997). Face recognition: A convolutional neural-network approach. IEEE transactions on neural networks, 8(1), 98-113

[12] https://brohrer.github.io/how_convolutional_neural_networks_work.html [Visit Date: 2021-04-05]

[13] https://www.youtube.com/watch?v=V8JDMkARdfU [Visit Date: 2021-02-25]

[14] https://www.mathworks.com [Visit Date : 2021-04-02]

Mutluluğun Senaryosunu Yazabilir misin Yapay Zekâ?†: Artırılmış Senarist ve Senaryo Yazarlığının Değişen Psikolojisi

Seçkin Sevim [1*], Bilgen Aydın Sevim [2**]

[1] *Marmara Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Film Tasarımı ve Yönetimi, İstanbul, TÜRKİYE*
[2] *Sakarya Üniversitesi, Sanat, Tasarım ve Mimarlık Fakültesi, Görsel İletişim Tasarımı, Sakarya, TÜRKİYE*

Özet

Senaryo, film yapım sürecinin ilk adımıdır. Yönetmeninden oyuncusuna, yapımcısından dağıtımcısına kadar sinema sektörünün yapım ve gösterim zinciri içinde yer alan profesyoneller daima yaratıcı ve özgün bir senaryo arayışı içindedir. Bu arayış, sinema sanatının yüz yirmi beş yıllık tarihinin de kısa bir özetidir. Seyircinin ve sektörün beklentileri senaristler üzerinde büyük bir baskı oluşturur. Senaryo yazarlığı, hikâye anlatımı ile ilgili sorunlara yaratıcı çözümler bulunmasını gerektiren bir tür kişi içi iletişim sürecidir. Bilgisayar başında geçirilen bu asosyal hayat, birçok fizyolojik ve psikolojik rahatsızlığı beraberinde getirebilmektedir. Bu sürecin her zaman başarıyla sonuçlanacağının da bir garantisi yoktur. Bir senarist büyük bir gayretle yazdığı senaryoyu rafa kaldırmak zorunda kalabilir. Yirmi birinci yüzyılda gündelik hayatın bir parçası hâline gelen yapay zekâ, sanatsal yaratıcılığa dayalı senaryo yazarlığı alanındaki sorunların aşılması için de etkinlik göstermektedir. Senaryo yazımında yapay zekânın iş birliğinden yararlanılması *Plots Unlimited* ve *Collaborator* yazılımları ile gündeme gelmiştir. Bu programlar, makine öğrenmesi ve algoritmaların yeterince güçlü olmadığı 1990'lı yıllarda Amerika Birleşik Devletleri'nde (ABD) piyasaya sürülmüştür. Son yıllarda büyük verinin daha başarılı algoritmalar oluşturmaya imkân sağlaması ve makine öğrenmesinin güçlenmesiyle birlikte yeni yazılımlar ortaya çıkmıştır. Binlerce film, kitap ve senaryodan oluşan bir veri setini kullanan bu programlar, senaryo yazım sürecinde yaşanan yazar tıkanmasını aşmak için çeşitli seçenekler sunar. Bir tür yardımcı yazar olarak tasarlanan bu yazılımların iş birliği sayesinde senaryo yazarının üzerindeki yaratıcılık, bütçe ve zaman baskısının azaltılması hedeflenir. Bu çalışmanın amacı, dijital çağda yapay zekânın devreye girmesiyle birlikte değişen senaryo yazarlığı psikolojisini tartışmaktır. *DeepStory*, *Script-r* ve *MasterWriter* yazılımları, kolay ulaşılabilir durum örneklemi kapsamında seçilmiş ve doküman analizi yöntemiyle incelenmiştir. Yapay zekâ öncesinde senarist, hikâye anlatımıyla ilgili sorunları tek başına çözmeye çalışan yalnız bir profesyoneldir. Dijital çağın senaristi ise yapay zekâ ile kurduğu iş birliği sayesinde yaratıcılığını optimize eden bir artırılmış senariste dönüşmektedir.

Anahtar Kelimeler: *Yapay Zekâ, Artırılmış Senarist, Kişi İçi İletişim, Yazar Tıkanması*

Can you write the Script of Happiness Artificial Intelligence?: Augmented Scriptwriter and the Changing Psychology of Scriptwriting

Abstract

The script is the first step in the filmmaking process. Professionals involved in the production and screening chain of the cinema industry, from director to actor, producer to distributor, are always in search of a creative and original script. This quest is also a brief summary of the history of the art of cinema for one hundred and twenty-five years. The expectations of the

† Bu başlıkta Nazım Hikmet Ran'ın (2008, s. 1761) Abidin Dino'ya sorduğu şu soruya gönderme yapılmıştır: "Mutluluğun resmini yapabilir misin Abidin?" [1].

* seckinsevim75@gmail.com
** bsevim@sakarya.edu.tr

audience and the industry put great pressure on the scriptwriters. Scriptwriting is a type of intrapersonal communication process that requires creative solutions to storytelling problems. This asocial life spent in front of the computer can bring many physiological and psychological disorders. There is no guarantee that this process will always be successful. A scriptwriter may have to shelve the script written with great effort. Artificial intelligence, which has become a part of daily life in the twenty-first century, is also effective in overcoming the problems in the field of scriptwriting based on artistic creativity. Using the cooperation of artificial intelligence in scriptwriting has come to the fore with Plots Unlimited and Collaborator software. These programs were released in the United States (USA) in the 1990s, when machine learning and algorithms were not powerful enough. In recent years, new software has emerged with the help of big data enabling more successful algorithms to be created and the advancement of machine learning. Using a data set of thousands of movies, books, and scripts, these programs offer various options to overcome author blockage experienced in the scriptwriting process. Thanks to the collaboration of this software designed as a kind of co-author, it aims to reduce the creativity, budget, and time pressure on the scriptwriter. The aim of this study is to discuss the psychology of scriptwriting that has changed with the introduction of artificial intelligence in the digital age. *DeepStory*, *Script-r*, and *MasterWriter* software were selected within the scope of the convenience sampling and examined by document analysis method. Before artificial intelligence, a scriptwriter was a lonely professional who tried to solve storytelling problems on his/her own. The scriptwriter of the digital age, on the other hand, turns into an augmented scriptwriter who optimizes his/her creativity thanks to his/her collaboration with artificial intelligence.

Keywords: *Artificial Intelligence, Augmented Scriptwriter, Intrapersonal Communication, Author Blockage*

1. Giriş

"İnsanlık artık yalnız değil.
Konuya bu açıdan baktınız mı hiç?"
(Asimov, 1992, s. 2) [2]

Senaryo, film yapım sürecinin ilk adımıdır. Yönetmeninden oyuncusuna, yapımcısından dağıtımcısına kadar sinema sektörünün yapım ve gösterim zinciri içinde yer alan profesyoneller daima yaratıcı ve özgün bir senaryo arayışı içindedir. Bu arayış, sinema sanatının yüz yirmi beş yıllık tarihinin de kısa bir özetidir. Yapım, gösterim ve dağıtım zincirinin son halkası olan seyirci de kendi sinema zevkine uygun bir hikâye arar. Ortalama bir seyircinin beklentisi daha önce görmediği tarzda bir film izlemektir. Bir senaristin o güne kadar yapılmış filmlerin senaryosundan farklı bir senaryo yazabilmesi, sonra da bu senaryoyu hem sektörün profesyonellerine hem de seyirciye beğendirebilmesi için yaratıcılığın sınırlarını zorlaması gerekir. Bu nedenle senaryo yazarlığı, yaratıcı yazarlığın (*creative writing*) en önemli alanlarından biridir. Senaryoları, yazdığı kitaplar ve gerçekleştirdiği atölye çalışmalarıyla senaryo yazarlığının gurularından biri olarak kabul edilen Syd Field (2013a, s. 18), *Senaryo: Senaryo Yazımının Temelleri* isimli kitabında Cinemobile prodüksiyon şirketindeki iş tecrübesinden bahsederken iki yıldan biraz uzun bir sürede yaklaşık iki bin senaryoyu okuyup değerlendirdiğini ve içlerinden kırk senaryonun çekilebileceği yönünde rapor verdiğini dile getirir [3]. İki bin senaryo içinde kırk senaryonun seçilmiş olması yüzde ikilik bir orana karşılık gelir. Field, geriye kalan % 98'lik dilimin orijinal bir senaryoda aranan özelliklere sahip olmadığı için reddedildiğini ifade eder [3]. Bu rakamların da ortaya koyduğu gibi sektörün ve seyircinin ilgisini çekebilecek uzun metraj bir senaryo yazmak son derece zor bir iştir. Bir senarist yüz dakikalık bir film için ortalama yüz sayfalık bir senaryo yazmak zorundadır. Bu işi belirli bir sürede gerçekleştirme zorunluluğu birçok fizyolojik ve psikolojik sorunla baş etmeyi gerektirir[‡]. "Geleceğin Yazarlarına 40 Öğüt"te (2001, s. 22) Jules Renard'dan aktarılan şu cümleler yaratıcı yazarlıkta irade ve dayanıklılığı yetenekle eşdeğer tutar: "Güçlü olanlar duraksamaz. Masaya otururlar, ter dökecekler, sonuna kadar gideceklerdir" [5]. Stephen King (2007, s. 111), *Yazma Sanatı'*nda senaristin işini zorlaştıran psikolojik güçlükleri şu sözlerle anlatır: "Yazma işlemine sinirli, heyecanlı, umutsuz ve hatta

[‡] Yapımcılığını ve yönetmenliğini Seçkin Sevim'in (2019) yaptığı *Dizi Dizi Sorunlar: Senaristler* belgeselinde Türkiye'deki dizi sektöründe faaliyet gösteren senaristlerin yaşadığı fizyolojik ve psikolojik sorunlar ayrıntılı olarak anlatılmıştır [4].

çaresiz bir şekilde... aklınızda ve yüreğinizde kâğıda asla tam olarak aktaramayacağınız bir duyguyla yaklaşabilirsiniz" [6]. Christopher Vogler (2019, s. 431) ise, *Yazarın Yolculuğu*'nda bir senaristin senaryosunu yazarken verdiği mücadeleyi "kişisel agon" olarak tanımlar [7]. Senarist, yazım sürecinde karşılaştığı zorluklara rağmen iradesini kullanarak çalışmayı sürdürür ve hikâyenin sorunları için yaratıcı çözümler bulmaya çalışır. Bir senaryo yazarı, mesleğinde deneyimli bir profesyonel olsa da yazılan her senaryo ayrı bir macera olduğu için her seferinde yolunu yeniden bulmak zorundadır.

Senaryo yazarlığı, hikâye anlatımı ile ilgili sorunlara yaratıcı çözümler bulunmasını gerektiren bir tür kişi içi iletişim (*intrapersonal communication*) sürecidir. Bu sürecin her zaman başarıyla sonuçlanacağının da bir garantisi yoktur. Senarist, büyük bir gayretle yazdığı senaryoyu rafa kaldırmak zorunda kalabilir. Yirmi birinci yüzyılda gündelik hayatın bir parçası hâline gelen yapay zekâ (*YZ*) (*Artificial Intelligence/AI*), senaryo yazarlığı alanındaki sorunların aşılması için de kullanılmaya başlanmıştır. Senaryo yazımında yapay zekânın iş birliğinden yararlanılması *Plots Unlimited* ve *Collaborator* yazılımları ile gündeme gelmiştir. Bu programlar, makine öğrenmesi (*machine learning*) ve algoritmaların yeterince güçlü olmadığı 1990'lı yıllarda Amerika Birleşik Devletleri'nde (ABD) piyasaya sürülmüştür. Son yıllarda büyük verinin daha başarılı algoritmalar oluşturmaya imkân sağlaması ve makine öğrenmesinin güçlenmesiyle birlikte yeni yazılımlar da ortaya çıkmıştır. Binlerce film, kitap ve senaryodan oluşan bir veri setini kullanan bu programlar, senaryo yazım sürecinde yaşanan "yazar tıkanması"nı *(author blockage*) aşmak için çeşitli çözümler sunar. Bir tür yardımcı yazar (*co-writer*) olarak tasarlanan bu yazılımların iş birliği sayesinde senaryo yazarının üzerindeki yaratıcılık, bütçe ve zaman baskısının azaltılması hedeflenir. Bu çalışmanın amacı, dijital çağda yapay zekânın devreye girmesiyle birlikte değişen senaryo yazarlığı psikolojisini tartışmaktır. Nitel araştırma kapsamında örneklem olarak seçilen *DeepStory*, *Script-r* ve *MasterWriter* yazılımları, doküman analizi yöntemiyle incelenmiştir. Çalışmanın amacı doğrultusunda cevabı aranan sorular şunlardır:

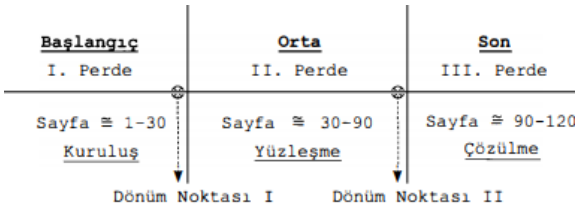
1. Yapay zekâ (*YZ*) programları senaristlerin senaryolarını geliştirmelerine nasıl yardımcı olmaktadır?
2. YZ programları senaristlerin üzerindeki yaratıcılık, bütçe ve zaman baskısını azaltabilir mi?
3. YZ programları senaryo yazarlarının psikolojisini nasıl etkilemektedir?
4. YZ programları senaryo yazarlığı mesleğini nasıl şekillendirmektedir?

2. Literatür taraması

Çalışmanın literatür taraması iki alt başlıktan oluşmaktadır. Öncelikle senaryo yazarlığının psikolojisi kişi içi iletişim süreci olarak ele alınacak; ardından dijital çağda yapay zekâ teknolojilerinin sanatsal yaratıcılığı nasıl etkilediğine odaklanılacaktır.

2.1. Kişi içi iletişim süreci olarak senaryo yazarlığının psikolojisi

Senaryo yazarlığı, hikâye anlatımı ile ilgili sorunlara yaratıcı çözümler bulmayı gerektiren bir tür kişi içi iletişim sürecidir. Senaryo yazarlığının en önemli kuramcılardan biri olan Syd Field'a (2019, s. 32) göre, "Senaryo yazma zanaatı, parçalar ile bütün arasındaki ilişkiyi anlama sürecidir" [8]. Field, yüzlerce senaryodan ilham alarak geliştirdiği paradigmada dramatik yapıya odaklanır. Field (2013b, s. 241), her filmin bir "başlangıç, orta ve bitiş" içerdiğini; diğer bir ifadeyle "kurulum, yüzleşme ve çözülme" [9] aşamalarından ibaret olduğunu ortaya koyar. Field'ın (2013a) paradigmasına göre, ortalama iki saatlik bir filmin birinci dramatik dönüm noktası otuzuncu dakika, ikinci dramatik dönüm noktası ise doksanıncı dakika civarında yer alır [3]. Birinci dramatik dönüm noktasına kadar olan bölüm "başlangıç", "I. perde" ya da "kuruluş" bölümüdür. Birinci dramatik dönüm noktasıyla ikinci dramatik dönüm noktası arasında "orta", "II. perde" ya da "yüzleşme" yer alır. İkinci dramatik dönüm noktasından sonra "son", "III. perde" ya da "çözülme" bölümü gelir. Filmin doruk noktası ise yüz on beşinci dakika civarındadır.

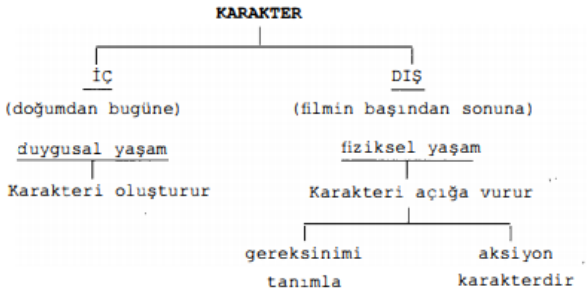


Resim 1. *Syd Field'ın paradigması*
(Field, 2013a, s. 35) [3]

Field'ın (2013a, s. 187) ortaya koyduğu bu paradigma, senariste hikâyeyi ilerletebileceği bir

gelişim çizgisi verir [3]. Paradigmaların kılavuzluğuna rağmen senaristin senaryo yazım sürecinde kendini yetersiz hissettiği ve hikâyeyi geliştirmekte zorlandığı zamanlar olur. Senarist, bu kriz anları uzadığı takdirde karamsarlığa kapılıp özgüvenini yitirebilir. Yazar tıkanması olarak da adlandırılan bu psikolojiyle baş edebilmek hiç kolay değildir. Uzun metraj bir senaryoyu bitirebilmek bütün bu zorlu psikolojik süreçlerin üstesinden gelmeyi gerektiren bir tür kişi içi iletişim süreci olarak nitelendirilebilir. Kişinin kendi içinde sorduğu sorulara cevap aramasını içeren kişi içi iletişim (*intrapersonal*) süreci, iletişimin ihmal edilen bir alanıdır. Genelde kişiler arası iletişim (*interpersonal*) daha çok öne çıkarılır. Kişi içi iletişim, iletişimin etkin biçimde gerçekleşmesini sağlayan temel bir süreçtir. Dünyayı algılama, bilgi edinme, öğrenme ve anlamlandırma gibi kişinin içinde devam eden süreçlere atıfta bulunur (aktaran Bezuidenhout, 1996, s. 30) [10]. Üstün Dökmen'e (2005, s. 21) göre, karşı karşıya gelen iki insanın yaşadığı iletişime benzer bir iletişim bir insanın içinde de gerçekleşmekte ve kişi bir yorumlama sürecine girmektedir [11]. Ünsal Oskay'ın (2011, s. 57-58) da ifade ettiği gibi, iletilerin içsel dünyada nasıl karşılık bulduğu ve nasıl değerlendirildiği önemlidir [12]. Bu bağlamda senaryo yazarlığı da içsel bir keşif ve yorumlama sürecidir.

Syd Field (2013a, s. 71), senaristin kişi içi iletişimi güçlendirecek biçimde kendine sorular sormasının, etraflıca düşünmesinin, aile ve arkadaşlarını gözlemlemesinin altını özellikle çizer [3]. Bir karakter tasarlarken onun yaşamını hikâye başlayıncaya kadar izlemek gerektiğini ve kariyerinden arzularına kadar her şeyini detaylı bir şekilde inceleyip yorumlamak gerektiğini vurgular. Senaryoda güçlü bir çatışma kurabilmenin yolu budur.



Resim 2. *Syd Field'a göre karakterin tasarlanması*
(Field, 2013a, s. 69) [3]

Field'ın (2013a, s. 71-72) paradigmasına göre, senaryo yazmak senaristin kendine doğru soruları sorması kadar doğru cevapları bulma yeteneği ile de ilgilidir [3]. Field, bir senaryo gurusu olarak "Neden?" değil, "Ne?" sorusunun tercih edilmesini tavsiye eder. Söz gelimi "Bu sahnenin amacı ne?" sorusunu sormak daha net cevaplar alınmasını sağlar. Bu nedenle karakterin biyografisinin oluşturulmasına ve duygusal yaşamının sağlam bir zemin üzerine inşa edilmesine özel bir önem verilmelidir. Field, bu süreci "yaratıcı araştırma" (*creative research*) olarak nitelendirir. Bu noktada kişi içi iletişimin iki temel kavramı devreye girer: Kendi kendine konuşma (*self talk*) ve iç konuşma (*inner speech*) (aktaran Bezuidenhout, 1996, s. 94-96) [10].

Senaryo yazarlığı, sürekli olarak bir soru sorma ve cevap bulma sürecidir. Senarist; karakter, olay örgüsü ya da dramatik yapıyla ilgili bir problemi çözmeye çalışırken kendi kendisiyle konuşabilir. Hikâyeyi geliştirmeye çalışan senaristin ağzından kendisi de farkında olmadan mırıldanma şeklinde bazı sözcükler dökülebilir ya da senarist kendini yarattığı karakterin yerine koyarak rol yapabilir ve diyalogları seslendirebilir. İç konuşma ise tüm senaryo yazım sürecinin ayrılmaz bir parçasıdır. Bir senaryo yazılırken ortaya yüzlerce fikir atılır. Bunlardan ancak bir kısmı seçilip uygulanır.

Jason Lee (2007, s. 25), *Senaryo Yazımı Psikolojisi* adlı çalışmasında, senaristin iyi hikâyeler üretebilmesi için hem kendisinin hem de başkalarının psikolojisini bilmesi gerektiğini vurgular [13]. Aksi takdirde ayakları yere sağlam basmayan, derinlikten ve inandırıcılıktan yoksun zayıf karakterler ortaya çıkacaktır. Lee'ye (s. 109) göre, senarist hem kendi yarattığı karakterlerle ilişkisini hem de karakterlerin birbirleriyle kurduğu ilişkileri dikkate almalıdır. Lee, bu süreçteki son halka olan seyircinin karakterlerle nasıl bir ilişki içinde olabileceği sorusunun da önemli olduğunu dile getirir. Kısacası, "senaryo yazımının tüm temel öğeleri kişisel psikolojiyle bağlantılıdır" (s. 52).

Jason Lee'nin (s. 166) derinlikli karakterler için önerdiği yöntem, senaristin karakteri geliştirmek için sorulan sorulara kendini bizzat karakterin yerine koyarak içgüdüsel cevaplar vermesidir [13]. Spot ışıklarını senaristin üzerine çeviren bu yöntem, kişi içi iletişimle doğrudan ilişkilidir. Yılmaz Erdoğan'ın (2019, s. 149) yazarlığı bir "savunma sanatı" olarak nitelendirmesi de bu bağlamda değerlendirilebilir: "Yeri gelir bir seri katili savunmanız gerekir. Avukatlığın bir başka versiyonudur bu. Haklı çıkarırsınız, çıkaramazsınız,

o finalde belli olur, ama kötü bir kişi yazarken siz de onun kötü olduğunu düşünüyorsanız, kötü bir senaryo yazarsınız" [14].

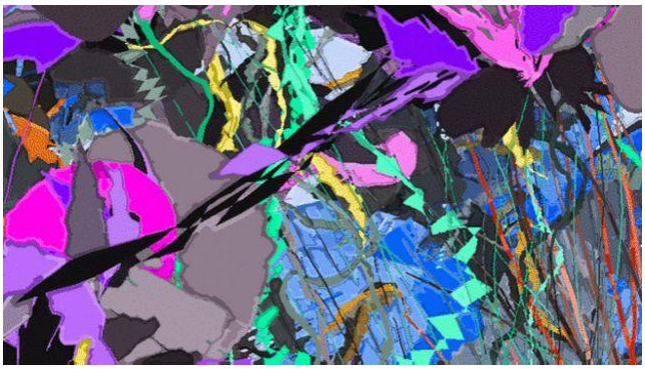
2.2. Yapay zekâ teknolojileri ve yaratıcılık

Yapay zekâ yakın zamana kadar dokunulmaz olarak görülen sanat ve tasarım alanlarına da girmiş durumdadır. Yapay zekânın yaptığı resim ve heykeller; yapay zekâ tarafından tasarlanmış afiş ve logolar; yapay zekânın yazdığı şiir ve senaryolar, daha önce insanların tekelinde olduğu kabul edilen alanlarda yapay zekânın da üretim yapabildiğini göstermektedir. Yapay zekânın sanat ve tasarım alanındaki üretimi yirmi birinci yüzyılın en tartışmalı konuları arasındadır.

Yapay zekâ, büyük veri ve algoritmalar, insan zekâsının baş edemeyeceği matematik ve mühendislik problemlerini kısa sürede çözebilmektedir. Yalnızca insan zekâsının değil, yeteneklerinin de artırıldığı bir çağ deneyimlenmektedir. Teknolojinin geldiği noktada "artırılmış zekâ" (*augmented intelligence*) ve "artırılmış yaratıcılık" (*augmented creativity*) kavramları öne çıkmaktadır (Yapay zekâ teknolojisiyle artırılmış yaratıcılık, 2020) [15]. Bu çağ, "insan augmentasyonu" (*human augmentation*) çağı olarak adlandırılır (Yonck, 2019, s. 129) [16]. Yapay zekâ bir gün Ludwig van Beethoven'ın (1770-1827) *Dokuzuncu Senfonisi*'nden (1824) daha iyi bir senfoni besteleyebilirse insanlığın son kalesi de düşmüş olacaktır. IBM'in geliştirdiği *Deep Blue*'nun dünya satranç şampiyonu Garry Kasparov'u mağlup etmesi (1997), insanlık için sarsıcı olmuştu. Yapay zekânın insan yaratıcılığını aşacak sanat eserleri ortaya koyması yıkıcı bir etkiye yol açacaktır.

Marco Iansiti ve Karim R. Lakhani (2020, s. 32-33), *Yapay Zekâ Çağında Rekabet* adlı çalışmalarında, yapay zekânın hâlihazırda var olan tarzları taklit etmenin ötesine geçtiğini, daha önce benzeri görülmeyen sanat eserlerinin yaratılması amacıyla da kullanıldığını dile getirirler [17]. Bu çaba, sanat eserinin yalnızca yöntemlerini değil, sanatın tasavvur biçimini ve yaratım sürecini de değiştirmektedir [17]. Yazarların verdiği örneklerden biri, Rutgers Üniversitesi Sanat ve Yapay Zekâ Laboratuvarı'nda kullanılan AICAN isimli bir algoritmadır [17]. Sanatçılardan yardım almadan yeni eserler yaratabilen bu program, on dördüncü yüzyıldan bugüne kadar yapılmış tablo koleksiyonundan oluşan verilerle kendisini eğiterek yepyeni tablolar üretmiş ve sanat tarihinin bir modelini oluşturmuştur [17].

Harold Cohen'in (1928-2016) ürettiği *Aaron* adlı makine ise kendisine verilen komutlara göre gerçek malzemelerle resim yapmak üzere tasarlanmıştır (Robotlar sanat yapabilir mi?, 2015) [18]. *Aaron*, zaman içinde Cohen'in komutları dışına çıkarak bağımsız hareket eder hâle gelmiştir.



Resim 3. *Aaron'un Harold Cohen'den bağımsız renklendirdiği bir çizim*
https://www.bbc.com/turkce/haberler/2015/09/150923_robotlar_sanat (29.05.2021) [18]

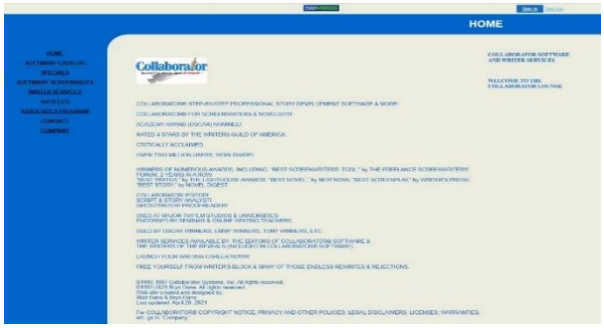
Refik Anadol (1985-....), eserlerinde yapay zekânın imkânlarından yararlanan sanatçılardan biridir. Anadol, "Makine Zekâsı Çağında Sanat" (2020) başlıklı sunumunda yapay zekânın ancak onunla iş birliği yapıldığı sürece akıllı olduğunu dile getirir [19]. Sanatçı, "Makineler anıları öğrenebilir veya işleyebilirse onlar da rüya görebilirler mi?" tarzında sorular sorar [19]. Anadol, bir Alzheimer hastasının hatırlama anlarının dijital kaydından yola çıkarak *Eriyen Hatıralar* isimli eserini tasarlar.

Resim 4. *Eriyen Hatıralar*
https://www.ted.com/talks/refik_anadol_art_in_the_age_of_machine_intelligence?language=tr#t-224743 (18.08.2020) [19]

Google'ın yapay zekâ programı *Magenta*, 27 yaşında hayatını kaybeden Kurt Cobain'in (1967-1994) ölümünden yirmi sekiz yıl sonra Nirvana grubunun *Come as You Are* ve *You Know You're Right* şarkılarından yola çıkarak *Drowned in The Sun* adıyla bir şarkı bestelemiştir (Google'ın yapay zeka programından yeni Nirvana şarkısı, 2021) [20]. Şarkının müziğinde ve sözlerinde Kurt Cobain etkisi hemen fark edilmektedir.

Elon Musk ve Sam Altman tarafından kurulan OpenAI'ın yatırım yaptığı GPT-3 adlı yapay zekâ teknolojisi de şiir yazmaktan metin çevirmeye, diyalog kurmaktan soyut sorulara cevap vermeye kadar pek çok işlevi yerine getirebilen programlar arasındadır (Yapay zeka sınırları zorluyor, 2021) [21].

Yapay zekâ teknolojilerinin uygulama alanlarından biri de senaryo yazarlığıdır. Yapay zekânın senaryo yazarlığı alanında kullanılmasının yirmi yıldan uzun bir geçmişi vardır. Senaryo yazımında yapay zekânın iş birliğinden yararlanılması *Plots Unlimited* ve *Collaborator* yazılımları ile gündeme gelmiştir.



Resim 5. *Collaborator*
http://collaborator.com/ (01.06.2021) [22]

Bu programlar, makine öğrenmesi ve algoritmaların yeterince güçlü olmadığı 1990'lı yıllarda piyasaya sürülmüştür. Son yıllarda büyük verinin daha başarılı algoritmalar oluşturmaya imkân sağlaması ve makine öğrenmesinin güçlenmesiyle birlikte yeni yazılımlar ortaya çıkmıştır.

Adrian Berry (2005, s. 167-168), "Bilgisayarın Senaristi Öldürdüğü Gün" başlıklı yazısında romanların, televizyon dizilerinin ve filmlerin olay örgüsünü oluşturmaya yardım eden *Plots Unlimited ve Collaborator* adlı bilgisayar yazılımlarından söz eder [23]. Yazarlar, bu yazılımlar sayesinde olay örgüsünü normalden daha kısa sürede geliştirme imkânına sahip olmuştur. Berry, bu programları "bilgisayarlara insanlar gibi akıl yürütmeyi öğretme sanatında muazzam bir gelişme" [23] olarak tanımlar. Öte yandan Hollywood yazarlarını temsil eden Yazarlar Sendikası'nın (*Screen Writers Guild*) bazı üyeleri, yazarların işsiz kalmasına neden olacağı gerekçesiyle bu programların yasaklanmasını talep etmiştir. Sendikaya bağlı yazarlardan biri bu konudaki endişesini şu sözlerle ortaya koyar: "Bir prodüktör bu disketleri almak yerine neden beni tutsun ki?" [23]. *Plots Unlimited* yazılımının yaratıcılarından biri olan Arthur Weingarten, geliştirdikleri programın yalnızca yazar tıkanmasının önüne geçtiğini ve yaratıcılığı tetiklediğini dile getirmiştir. Weingarten, "Bizim programımız, hikâyenizi sizin yerinize yazmıyor" [23] diyerek bu endişelerin yersiz olduğunu ifade etmiştir.

Ferhat Zengin (2020, s. 161-162), "Akıllı Makine Çağı Sinemasına Giriş: Sinema Sanatında Yapay Zekâ Teknolojilerinin Kullanımı" başlıklı çalışmasında, yapay zekâ teknolojileri sayesinde film endüstrisinin kavuştuğu yeni imkânlara dikkat çeker [24]. Senaryosunu *Benjamin* isimli bir yapay zekâ programının yazdığı ilk kısa film olan bilimkurgu türündeki *Sunspring* (2016) ve onun devamı olarak çekilen *It's No Game*'i (2017) örnek olarak verir. Bu filmler, yakın gelecekte yapay zekânın sinema sanatında yaratacağı dönüşümün habercisi olarak görülebilir [24].

Resim 6. *Sunspring*
https://www.youtube.com/watch?v=LY7x2Ihqjmc (01.06.2021) [25]

Batu Anadolu (2019), "Dijital Hikaye Anlatıcılığı Bağlamında Yapay Zekanın Sinemaya Etkisi: *Sunspring* ve *It's No Game* Filmlerinin Analizi" başlıklı makalesinde adı geçen filmlerin analizini yapar [26]. Anadolu, kullanılan teknolojilerin hikâye anlatıcılığı üzerindeki etkisini şu sözlerle özetler: "Şu an gözlemlenebilen etki, kullanıcıların yapay zeka uygulamalarından destek alarak kendi anlatılarını güçlendirmesidir. Uzun vadeli etki ise yapay zekanın kendi anlamlı hikayelerini yaratabilmesi ve okuyucuyu ikna edebilmesidir" (s. 44).

Bahar Muratoğlu Pehlivan ve Süleyman Kıvanç Türkgeldi (2020), "Post-modern Dönemde Senaristin ve İzleyicinin Rolü: Yapay Zeka, İnteraktif Drama ve Sinemanın Geleceğine Dair Bir Öngörü" başlıklı çalışmalarında, yapay zekâ tarafından üretilen senaryolarla interaktif sinema deneyimini tartışmaya açmış ve post-modern dönemde yazarı olmayan senaryoların üretilmesinin yazarın ölümüne karşılık geldiğini ileri sürmüşlerdir [27].

3. Yöntem

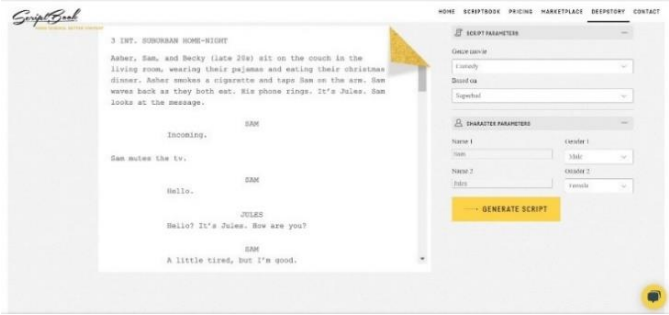
Dijital çağda yapay zekânın devreye girmesiyle birlikte değişen senaryo yazarlığı psikolojisini tartışan bu çalışmada, *DeepStory*, *Script-r* ve *MasterWriter* yazılımları kolay ulaşılabilir durum örneklemi kapsamında seçilmiştir. Bu yazımlardan *DeepStory*, ticarileşmemiş bir deneme sürümüdür. *Script-r*, henüz konsept tasarım aşamasındadır. *MasterWriter* ise son kullanıcıların hizmetine sunulmuş ticari bir üründür. Çalışmada nitel araştırma yöntemlerinden biri olan doküman analizi aracılığıyla yazılımların tanıtıldığı web sitelerinden toplanan veri seti analiz edilmiştir. Söz konusu yazılımların özellikleri; yapay zekâ teknolojilerinin kullanımı ve senaryo yazarının psikolojisi dikkate alınarak incelenmiştir.

4. Bulgular ve yorum

Yirmi birinci yüzyıl büyük verinin ve algoritmaların yüzyılıdır. Her gün sanal ortamda biriken devasa miktarda veri yaratıcılıkla ilgili alanları da yeniden şekillendirmektedir. Makine öğrenmesi ve algoritmaların yeterince güçlü olmadığı 1990'lı yıllarda piyasaya sürülen *Plots Unlimited* ve *Collaborator* yazılımları, yapay zekânın senaryo yazarlığı alanında kullanımının önünü açmıştır. Son yıllarda büyük verinin daha başarılı algoritmalar oluşturmaya imkân tanıması ve derin öğrenmenin (*deep learning*) güçlenmesiyle birlikte yeni yazılımlar da ortaya çıkmıştır.

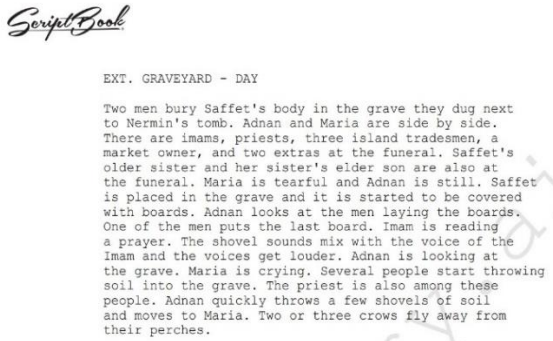
4.1. DeepStory

ScriptBook yazılımın bir parçası olan *DeepStory*, yapay zekâyı kullanarak hikâye geliştirmeye yarayan bir yazılımdır. *DeepStory*, senaryo yazarlarının ihtiyaçları gözetilerek tasarlanmıştır. Programın alfa ve beta sürümleri tüketicinin kullanımına sunulmuş durumdadır. "Yapay zekâ sanatıyla hikâye anlatımını demokratikleştirmek" [28] iddiasıyla yola çıkmıştır. Bu yazılımın gizlilik, biçim ve görünürlük kuralları vardır [28]. Bu kurallara göre, kullanıcının senaryosunun ve kimliğinin gizli tutulması, standart bir senaryo formatıyla İngilizce yazılmış senaryoların sisteme yüklenmesi gerekir. *DeepStory*, hikâyenin karakterlerini, türünü ve olay örgüsünü dikkate alarak senaryoyu geliştirecek birtakım öneriler sunar. Bu öneriler, hikâyenin ilerlemesini, yazar tıkanmasının aşılmasını ve yeteneğin optimize edilmesini sağlar.



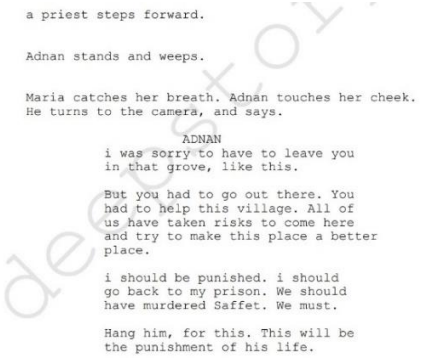
Resim 7. *DeepStory*
https://www.deepstory.ai/ (29.05.2021) [28]

DeepStory, senaryo yazımı sürecinde senaristlere destek verecek profesyonel bir yardımcı yazar (*co-writer*) olarak konumlandırılmıştır. Bu yazılım, insan ve makinenin birlikte yaratımına (*co-creation*) imkân tanır. Yaratıcı fikirler sunan bir ekip arkadaşlığı sağlar ve iş birlikçi bir süreç yaratır. Bu çalışmada kullanılmak üzere programın beta sürümünde bir deneme yapılmıştır.



Resim 8. *DeepStory'de yapılan sahne geliştirme denemesi*
https://www.deepstory.ai/ (29.05.2021) [29]

Bu denemede uzun metraj bir senaryonun mezarlık sahnesi kullanılmıştır. Programın sahnenin geliştirilebilmesi için dikkate değer birtakım öneriler getirdiği görülmüştür. Program, sahnenin diyaloglandırılması için de bazı öneriler sunmuştur. Hikâyenin bütününe ve karakterlere hâkim olmamasına rağmen ufuk açıcı olarak nitelendirilebilecek diyaloglar önermiştir.

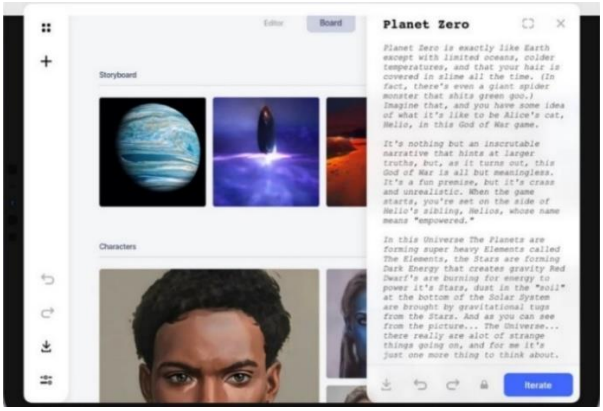


Resim 9. *DeepStory'de yapılan diyalog geliştirme denemesi*
https://www.deepstory.ai/ (29.05.2021) [30]

Senarist, programın sunduğu bu seçeneklerden herhangi birini kullanabileceği gibi önerilerden esinlenerek başka çözümler de geliştirebilir. *DeepStory* yazılımın sunduğu bu imkânlar, senaryo yazım sürecinin zorluklarına karşı senaristin psikolojisini daha güçlü kılmaya yarar.

4.2. Script-r

Script-r, senaristlerin "yenilikçi fikirler ve heyecan verici hikâyeler kurmalarına yardımcı olmak" [31] için tasarlanmış bir programdır. Yazılım, senaristlerin hikâye geliştirmelerini kolay ve zevkli bir hâle getirmeyi amaçlamaktadır. *Script-r*, hikâyeyi yalnızca sözel olarak değil, aynı zamanda görsel olarak da kurmayı sağlayan parametrelere sahiptir.



***Resim 10**. Planet Zero projesinin görselleştirilmesi*
https://www.gregpalkovics.com/work/script-r (29.05.2021) [31]

Bu yazılım, senaristin kendi veri kümesini oluşturarak hikâyeyi daha etkili bir şekilde geliştirebilmesine imkân sağlar. Bu sayede olay örgüsünün ve görsellerin birlikte düzenlenmesi mümkün olur.

***Resim 11.** Planet Zero projesinin veri kümesi*
https://www.gregpalkovics.com/work/script-r (29.05.2021) [32]

Programın demo videosunda *Planet Zero* adı verilen bir projenin geliştirilme aşamaları gösterilmiştir. Program, projenin adına uygun bir hikâye evreni kurulabilmesi için çeşitli öneriler getirmiştir. Sonuçta, ortaya tuhaf yaratıklarla dolu bir hikâye evreni çıkmıştır. Yazılımın önerdiği fikirlerle oluşan bu hikâye evreni, birinci sınıf bilimkurgu eserleriyle B sınıfı bilimkurgu filmlerinin bir karması niteliğindedir.

Script-r, hızlı çözüm önerileriyle işleri kolaylaştırarak senaristin üzerindeki yaratıcılık, bütçe ve zaman baskısını azaltmayı hedefler. Bu yazılım, senaryosu için olay örgüsü arayışındaki senariste binlerce filmi tarayarak projeye uygun fikirler önerebilir. *Script-r* kullanıldıkça gelişen, diğer bir deyişle makine öğrenmesiyle algoritmalarını güçlendiren bir programdır. *Script-r* ile tasarlanan bir hikâyenin sözel ve görsel olarak çıktısı alınabilir. Programın sunduğu bu kolaylıklar, senaristlerin yaşayabileceği muhtemel yazar tıkanmalarını aşarak projeyi başarılı bir biçimde sonuçlandırmalarına yardımcı olur.

4.3. MasterWriter

MasterWriter yazılımı, yaratıcı yazarların dili (*İngilizce*) etkili bir şekilde kullanmalarına hizmet eden bir içeriğe sahiptir. *MasterWriter*, hikâye geliştirme konusunda yardımcı yazarlık yapan *DeepStory* ve *Script-r*'den farklı olarak kelime, deyim ve ifade seçimine yönelik bir yazılımdır. *MasterWriter*'ın yazarlara dilin etkili kullanımı konusunda sağladığı kolaylık, *Google Translate* ve *Grammarly* gibi programların sunduğu hizmetle benzerlikler taşır.

***Resim 12.** MasterWriter*
https://masterwriter.com/creative_writers/ (29.05.2021) [33]

Bu yazılım, senaryo yazım sürecinde uygun ifadeyi bulamamaktan kaynaklanan yazar tıkanmalarına

hızlı ve etkili çözümler sunmayı hedefler. Senarist, yazılımın sunduğu kelime dağarcığı sayesinde sahnelerini daha iyi yazma ve karakterlerini daha iyi konuşturma imkânına kavuşur. Böylelikle senaristin yaşayabileceği yetersizlik hissi ve özgüven eksikliğinin de önüne geçilmiş olur.

5. Sonuçlar

Senaryo yazmak yaratıcılıkla ilgili binlerce soruna çözüm bulmak demektir. Büyük bir odanın zeminine serilmiş binlerce parçadan oluşan bir yapbozu bir araya getirmeye benzer. Ciddi bir sabır, irade, disiplin, zekâ ve yaratıcılık gerektirir. Senarist, bu süreçte genel olarak yazar tıkanması olarak adlandırılan birtakım psikolojik güçlüklerle karşılaşır. En tecrübeli senaristler bile bu süreçte bocalayabilirler. Senaristin yüz sayfalık bir senaryoyu başarıyla tamamlayabilmesi için kendine olan güvenini koruması ve inatla çalışmayı sürdürmesi gerekir. Bu anlamda senaristin senaryo yazım sürecinde verdiği mücadele bir tür kişisel agondur. Senarist, senaryosunu yazarken yalnızca kendi psikolojisini değil, karakterlerin ve seyircilerin psikolojisini de dikkate almalıdır. Bu durum, senaryo yazım sürecini yoğun bir kişi içi iletişim sürecine dönüştürür. Senarist, senaryonun yazım aşamasında sürekli içsel bir konuşma hâlindedir. Bu süreçte hikâyeyi ilerletebilmek için doğru soruları sorup doğru cevapları vermesi gerekir.

Senarist, bu sorunların çözümü konusunda artık yalnız değildir. Yirmi birinci yüzyılda yapay zekâ yazılımları, teknolojinin ilerlemesine paralel olarak ciddi bir gelişim göstermektedir. Makine öğrenmesi ve derin öğrenmenin yardımıyla yaratıcılığın daha etkili biçimde harekete geçirilmesi sağlanmaktadır. Senaristler, senaryo yazım sürecinde sinema tarihinin binlerce yıllık birikiminin sunduğu algoritmalardan gün geçtikçe daha çok yararlanmaktadır. İnsan zekâsı, hayal gücü ve disiplininin ürünü olan binlerce anlatı yapay zekâya yüklendiğinde bir projeyle baş etmeye çalışan senarist için çok sayıda seçenek ortaya çıkar. Yazar bunlardan birini spesifik olarak tercih etmeyebilir; ama kendisine sunulan önerilerden yola çıkarak bir çözüm geliştirebilir. Yapay zekâ programları, senariste büyük ustalarla çalışma ve onların yeteneklerinden yararlanma imkânı sağlar. Senarist, yapay zekânın sunduğu yardımcı yazar desteğini arkasına aldığında işini büyük ölçüde kolaylaştırmış olur.

Yapay zekâ öncesinde senarist, hikâye anlatımıyla ilgili sorunları tek başına çözmeye çalışan yalnız bir profesyoneldir. Dijital çağın senaristi ise yapay zekâ ile kurduğu iş birliği sayesinde yaratıcılığını optimize eden bir artırılmış senariste (*augmented scriptwriter*) dönüşmektedir. Bir zamanlar Garry Kasparov'a yenilen *Deep Blue*'nun sonunda rakibini yenmeyi başarması gibi, yapay zekânın yazdığı insan yaratıcılığını aşan senaryolarla karşılaşmanın yolu açılmıştır. Büyük veri, makine öğrenmesi ve algoritmalar bu hızla gelişmeye devam ederse insanların yazamadığı mutluluğun senaryosunu bir gün yapay zekâ yazabilir.

Kaynaklar

[1] Ran N. H. "Saman Sarısı". Bütün Şiirleri. İstanbul, Türkiye, Yapı Kredi Yayınları, 2008.

[2] Asimov I. Ben Robot. Çev. G. Suveren. İstanbul, Türkiye, Altın Kitaplar Yayınevi, 1992.

[3] Field, S. Senaryo: Senaryo Yazımının Temelleri. Çev. Ş. Erol. İstanbul, Türkiye, Alfa Yayınları, 2013a.

[4] Sevim S. (Yapımcı) ve S. Sevim (Yönetmen). Dizi Dizi Sorunlar: Senaristler. İstanbul, Türkiye, 2019.

[5] "Geleceğin Yazarlarına 40 Öğüt". Çev. E. Özdoğan. Kitap-lık 50, 2001, 16-24.

[6] King S. Yazma Sanatı. Çev. P. Öcal. İstanbul, Türkiye, Altın Kitaplar, 2007.

[7] Vogler C. Yazarın Yolculuğu: Senaryo ve Öykü Yazımının Sırları. Çev. K. Şahin. İstanbul, Türkiye, Okyanus Yayınları, 2009.

[8] Field S. Senaryo Sorunları ve Çözümleri. Çev. G. Çakır. İstanbul, Türkiye, Alfa Yayınları, 2019.

[9] Field S. Sinemaya Gidiyoruz. Çev. B. Y. Şeyben. İstanbul, Türkiye, Alfa Yayınları, 2013b.

[10] Bezuidenhout R. M. "The Role and Functions of Intrapersonal and Transpersonel Communication in the Management, Development, Transformation and Transcendence of the Self: An Exploration". Master of Arts in Communication in the Faculty of Arts at the Rand Afrikaans University, ABD, 1996.

[11] Dökmen Ü. İletişim Çatışmaları ve Empati. Ankara, Türkiye, Sistem Yayıncılık, 2005.

[12] Oskay Ü. İletişimin ABC'si. İstanbul, Türkiye, Der Yayınları, 2011.

[13] Lee J. Senaryo Yazımı Psikolojisi: Kuram ve Uygulama. Çev. M. Benveniste. İstanbul, Türkiye, Hil Yayın, 2017.

[14] Erdoğan Y. Senaryo: Nasıl Yazılır? Nasıl Yazıyorlar?. "Yılmaz Erdoğan'la Röportaj". Röp. D. İlerialkan ve R. Yılmaz. İstanbul, Türkiye, Alfa Yayıncılık, 2019.

[15] Yapay zekâ teknolojisiyle artırılmış yaratıcılık. 2020. https://www.hurriyet.com.tr/teknoloji/yapay-zeka-teknolojisi-ile-artirilmis-yaraticilik-41596973 (29.05.2021).

[16] Yonck R. Makinenin Kalbi: Yapay Duygusal Zekâ Çağında Geleceğimiz. Çev. T. Göbekçin. İstanbul, Türkiye, Paloma Yayınları, 2019.

[17] Iansiti M. ve K. R. Lakhani. Yapay Zekâ Çağında Rekabet: Algoritmaların ve Ağların Yönettiği Bir Dünyada Strateji ve Liderlik. Çev. T. Gezer. İstanbul, Türkiye, Airact, 2020.
[18] Robotlar sanat yapabilir mi?. 2015. https://www.Zekâ.bbc.com/turkce/haberler/2015/09/150923_robotlar_sanat (29.05.2021).
[19] Anadol R. "Makine Zekâsı Çağında Sanat". Çev. N. Aksakal. https://www.ted.com/talks/refik_anadol_art_in_theage_of_machine_intelligence?language=tr (18.08.2020).
[20] Google'ın yapay zeka programından yeni Nirvana şarkısı. https://www.sozcu.com.tr/2021/teknoloji/googlein-yapay-zeka-programindan-yeni-nirvana-sarkisi-6351452/(29.05.2021).
[21] Yapay zeka sınırları zorluyor: Şiir yazıyor, diyalog kuruyor. 2020. https://www.hurriyet.com.tr/teknoloji/yapay-zeka-sinirlari-zorluyor-siir-yaziyor-diyalog-kuruyor-41583361 (29.05.2021).
[22] Collaborator. http://collaborator.com/ (01.06.2021).
[23] Berry A. "Bilgisayarın Senaristi Öldürdüğü Gün". Sonsuzluğun Kıyıları: Bilim Dünyasından Şaşırtıcı Ama Gerçek Öyküler. Çev. A. Biçen. Ankara, Türkiye, Tübitak Popüler Bilim Kitapları, 2005, s. 167-171.
[24] Zengin F. "Akıllı Makine Çağı Sinemasına Giriş: Sinema Sanatında Yapay Zekâ Teknolojilerinin Kullanımı". İletişim Çalışmaları Dergisi 6(2), 2020, 151-177.
[25] Sunspring. https://www.youtube.com/watch?v=LY7x2Ihqjmc (01.06.2021).
[26] Anadolu B. "Dijital Hikâye Anlatıcılığı Bağlamında Yapay Zekânın Sinemaya Etkisi: Sunspring ve It's No Game Filmlerinin Analizi". Erciyes İletişim Dergisi Uluslararası Özel Sayı 1, 2019, 39-56.
[27] Muratoğlu-Pehlivan B. ve S. K. Türkgeldi. "Post-modern Dönemde Senaristin ve İzleyicinin Rolü: Yapay Zeka, İnteraktif Drama ve Sinemanın Geleceğine Dair Bir Öngörü". Manas Sosyal Araştırmalar Dergisi 9(4), 2020, 2638-2652.
[28] DeepStory. https://www.deepstory.ai/ (29.05.2021).
[29] DeepStory'de yapılan sahne geliştirme denemesi. https://www.deepstory.ai/ (29.05.2021).
[30] DeepStory'de yapılan diyalog geliştirme denemesi. https://www.deepstory.ai/ (29.05.2021).
[31] Planet Zero projesinin görselleştirilmesi. https://www.gregpalkovics.com/work/script-r (29.05.2021).
[32] Planet Zero projesinin veri kümesi. https://www.gregpalkovics.com/work/script-r (29.05.2021).
[33] MasterWriter. https://masterwriter.com/creative_writers/ (29.05.2021).

Mesafe Ölçümünde Image-Metre: Görüntü İşleme ile Mesafe Tespit Yöntemlerinde Eksik Ne?

Haydar YANIK[1]*, Bülent TURAN[2]

[1]*Amasya Üniversitesi, Merzifon Meslek Yüksekokulu, Elektronik ve Otomasyon Bölümü, Amasya, Türkiye*

[2]*Tokat Gaziosmanpaşa Üniversite, Mühendislik ve Mimarlık Fakülte, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Tokat, TÜRKİYE*

Özet

Mesafe ölçümünde (yakın/uzak, hassas mesafe ölçümleri) ölçü cihazı olarak lazer metre, lidar, ultrasonik ve radar sensörleri gibi ölçüm cihazları sıkça kullanılmaktadır. Günümüzde teknolojik ilerlemeler sayesinde görüntü işleme teknikleri gün geçtikçe gelişmektedir.

3D filmler stereo kameralar kullanılarak çekilmekte olup, görüntüden mesafe ve derinlik çıkarımına yönelik birçok çalışma yapılmaktadır. Ancak bununla birlikte halen bir lazer metre yerine kullanılabilecek bir image-metre(stereo kameralı mesafe ölçer) yapılamamıştır.

Literatürdeki görüntü işleme ile mesafe tespitine yönelik çalışmalar, belirli bir hedef nesnenin kameralara olan uzaklığını bulmaya çalışan veya derinlik haritalama çalışmaları olarak sınıflandırılabilir. Ayrıca literatürdeki tüm çalışmaların kısa mesafeler üzerine yapılan çalışmalar olduğu söylenebilir. Bu çalışmalarda genel kanı olarak uzak mesafeler için hata oranının katlanarak arttığı belirlenmiştir. Üstelik kısa mesafeler için de yeterince hassas sonuçlara ulaşılamadığı görülmektedir.

Derinlik haritalama çalışmalarında genel hedef, yakın mesafe belirli bir ortamdaki nesnelerin birbirlerine göre durumlarına yönelik olup hedef yakın mesafededir. Ancak belirli bir nesnenin mesafesinin ölçülmesine yönelik olan çalışmalarda hem uzak mesafelere yönelik sonuçlara ulaşmak hem de sonuçların hassas bir şekilde elde edilmesi büyük önem arz etmektedir. Bu sebeple çalışmada hata oranının artmasına sebep olan ve ölçüm mesafesinin artırılmasını engelleyen unsurlar belirlenmeye çalışılmıştır.

Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde; mono ve stereo kameralı mesafe tespit sistemlerde kullanılan yöntemlerin, genel olarak piksel odaklı hesaplamalar yaptığı görülmektedir. Oysa görüntü içinde pikselin kapladığı alan mesafeye göre değişkenlik göstermektedir. Bu da kısa mesafelerde mesafe ölçüm çözünürlüğü artırırken, mesafenin artmasıyla ölçüm çözünürlüğünü ve hassasiyetini non-lineer olarak azaltmaktadır. Bu da ölçüm hassasiyetinin ölçülen mesafeyle ters orantılı bir şekilde değişmesine sebep olmaktadır. Sonuç olarak uzak mesafelerde ölçüm hassasiyeti istenen düzeyde olmamakla birlikte mesafe arttıkça ölçüm yapmak imkansızlaşmaktadır.

Anahtar Kelimeler: *Metre Başına Düşen Piksel, Kamera Görüş Alanı, Mesafe Ölçümü, Stereo Kameralar İle Mesafe Tespiti, Üçgenleme Yöntemi*

Abstract

Measuring devices such as laser meters, lidar, ultrasonic and radar sensors are frequently used as measuring devices in distance measurement (near/far, precise distance measurements). Today, thanks to technological advances, image processing techniques are developing day by day.

3D films are shot using stereo cameras, and many studies are carried out to extract distance and depth from the image. However, an image-meter(distance meter with stereo camera) that can be used instead of a laser meter has not yet been built.

Studies of distance detection by image processing in the literature can be classified as studies of depth mapping or attempting to find the distance of a particular target object to cameras. It can also be said that all the studies in the literature are studies on short distances. In these studies, it was determined that the error rate for long distances increased exponentially. Moreover, for short distances, it is seen that not sensitive enough results can be achieved.

In depth mapping studies, the overall target, close distance is directed to the states of objects in a particular environment relative to each other, and the target is at close distance. But in studies aimed at measuring the distance of a particular object, it is of great importance both to achieve results for long distances and to obtain results precisely. For this reason, the study tried to determine the elements that cause the error rate to increase and prevent the measurement distance to increase.

When studies in the literature are examined, it is seen that the methods used in mono and stereo camera distance detection systems make pixel-oriented calculations in general. However, the area covered by the Pixel in the image varies according to the distance. While this increases the distance measurement resolution over short distances, increasing the distance reduces the measurement resolution and accuracy non-linearly. This, in turn, causes the measurement accuracy to change inversely proportional to the measured distance. As a result, although the measurement accuracy is not at the desired level at long distances, it becomes impossible to make measurements as the distance increases.

Keywords: *Pixels Per Meter, With Camera Field of View, Distance Measurement, Stereo Cameras Distance Detection, Triangulation Method*

1 Giriş

Görüntü işleme günümüzde popüler bir çalışma alanıdır. Görüntü verisi, içinde birçok bilgiyi barındırmaktadır. Teknolojinin hızlı bir şekilde gelişmesi bir verinin eş zamanlı erişimine ve başka bir sistem tarafından hızlı bir şekilde işlenmesine olanak sağlamaktadır. Bu gelişmeler görüntü işleme hızını olumlu etkilemektedir. Görüntülerin içerdiği verilerin görüntü işleme teknikleri (segmentasyon, nesne tespiti/takibi, morfolojik işlemler vb.) ile işlenmesi aşamalarında da hız ve doğruluk beklenmektedir.

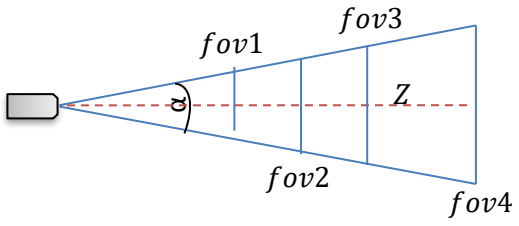
Birçok bilgi gibi mesafe bilgisinin de araştırmacılar tarafından görüntü içinde saklı olduğunun kabul edildiği görülmektedir [20-25]. Görüntü işleme ile mesafe tespiti birçok araştırmacı tarafından farklı yöntemlerle yapılsa da ana parametre her zaman piksel odaklı olmuştur. Mono kameralar ile yapılan çalışmalarda ek ekipman, alan değişimi veya pikselin yer değiştirmesinin temel alındığı görülmektedir [1,5,18,22]. Stereo kameralar ile yapılan mesafe tespit çalışmaları ise, hedef nesnenin iki farklı noktadan alınan görüntülerinin, piksel bazlı işlenmesini ve yorumlanmasını temel almaktadır. Bu çalışmalarda nesnenin farklı pozisyonlara sahip kameralar ile alınan görüntüler içindeki konumunun piksel bazlı değişimi parametre olarak kullanılmaktadır. Ancak yapılan çalışmalar sonucunda varılan ortak kanaat görüntü işleme ile yapılan mesafe tespitinin yakın mesafelerde gerçekleştirilebildiği, mesafe arttıkça başarım oranlarının azaldığıdır [1,4,5,23,25]. Görüldüğü gibi bu alanda daha kapsamlı ve yüksek başarı oranları yakalanamamıştır. Diğer taraftan bu çalışmalara paralel olarak derin öğrenme modelleri ile de görüntü işleme tabanlı mesafe tespit çalışmaları da yapılmıştır [6,10,26-39]. Ancak derin öğrenme modelleri ile yapılan çalışmalar kapalı ortamlarda, kısa mesafelerde ve mesafe haritalama yönünde gelişmektedir. Yani daha çok belirli bir nesnenin mesafesinin bulunması yerine nesnelerin birbirlerine göre konumları üzerine sonuç üretmektedir.

Literatürde stereo ve mono kameralar kullanılarak görüntü işleme tabanlı mesafe tespit çalışmaları bulunmaktadır. Ancak bu çalışmalarda **%4'**ün altında hata payı ile ölçebilen sonuçlar elde edilememiştir[1,21,23]. Mono kameralar ile yapılan çalışmalarda iki temel problem görülmektedir. Bunlardan ilki hedef tahtası kullanılması [22] ya da nesne boyutları hakkında bilgi sahibi olma gerekliliğidir [18]. Çünkü bu yöntemler nesnenin görüntü içinde kapladığı alan üzerinden çıkarım yapmaktadırlar. İkinci temel problem ise mesafe arttıkça nesnenin kapladığı alandaki değişimin çok küçük değerler ile ifade edilmesi hatta belli bir mesafeden sonra değişim olmamasıdır [1-2,5]. Bunun sebebi ise mesafe arttıkça metre başına düşecek piksel (Pixel Per Meter-PPM) değerinin düşmesidir [40].

Stereo kameralar ile yapılan çalışmalarda ise mesafe tespiti yatay ***(X)*** eksendeki kaymanın piksel cinsinden bulunmasına dayanmaktadır [1,4,5,17,18,21-25]. Mono kameralardaki ikinci probleme benzer şekilde stereo kameralarda da mesafe arttıkça kayma miktarı azalmaktadır. Hatta çözünürlüğe ve kamera lensleri arası mesafeye bağlı olarak belli bir mesafeden sonra piksel değişimi (***Δx***) 0 piksele ulaşmaktadır.

2 Mono kameralar ile mesafe ölçümü

Şekil -1 de mono bir kameraya ait görüş alanının mesafe ile değişimi gösterilmiştir.



Şekil 1-Fov-Field of View

Burada α kamera görüş açısını (sabit odaklı kameralar için üretici firma tarafından sabit olarak ayarlanmıştır), FoV1-FoV4(Field of View-FoV) mesafeye bağlı kamera görüş alanını göstermektedir. Denklem 1 de FoV değerinin nasıl hesaplandığı verilmiştir.

$$FoV = \tan\left(\frac{a}{2}\right) * Z * 2 \qquad (1)$$

FoV değerinin değişimi, hedef nesnenin kameraya uzaklığına ve kamera görüş açısına bağlıdır. Kameranın görüş açısının, kamera lens ve odak uzaklığına bağlı olduğu ve lens üreticisi tarafından sabit tutulduğu düşünülürse, FoV değerini etkileyen tek parametre kameranın nesne ile arasındaki mesafe olan Z değeri olacaktır. FoV değerinin artması metre başına düşen piksel sayısını azaltacaktır. Bu durum denklem 2 de verilmiştir.

$$PPM = \frac{wp_x}{FoV} \qquad (2)$$

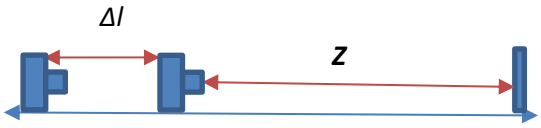
Burada wp_x kamera çözünürlüğünü (yatayda) temsil etmektedir. Kameranın yatay çözünürlüğünün sabit olduğu düşünülürse PPMin azalması piksel genişliğini arttıracaktır. Bu durum denklem 3 de verilmiştir.

$$\boldsymbol{P_x} = \frac{1}{PPM} \qquad (3)$$

Burada $\boldsymbol{P_x}$ piksel genişliğini metre olarak vermektedir. İşlem kolaylığı açısından pikselin yatay ve dikey genişliği eşit kabul edilerek $\boldsymbol{P_x} = \boldsymbol{P_y}$ denilebilir.

Mono kameralar kullanılarak yapılan ölçüm yöntemlerinin bir kısmında, farklı mesafelerden ayrık zamanlarda alınan 2 kamera görüntüsü içinde nesneye ait alan değişimini kullanarak mesafe hesaplanmaktadır [4,18-21].

Bu çalışmaların prototipi şekil-2 de verilmiştir.



Şekil 2-Δl ye bağlı mono kameralı ile mesafe tespiti

Şekil-2'de ;Δl kameranın t_1 ve t_2 anlarındaki yer değişim miktarını, *Z* hedef nesnenin kameraya uzaklığını, s_1, t_1 anında alınan görüntü içinde nesnenin kapladığı alandır. s_2, t_2 anında alınan görüntü içinde nesnenin kapladığı alandır.

Bu durumda

t_1 görüntüsü için;

$$s_1 = (Nesne\ genişliği/P_x) * (Nesne\ yüksekliği/P_y) \quad (4)$$

t_2 görüntüsü için;

$$s_2 = (Nesne\ genişliği/P_x) * (Nesne\ yüksekliği/P_y)$$

$$\Delta s = s_1 - s_2 \quad (5)$$

Boyutları 10x5m olan bir nesne için Z uzaklığı 20 m $\Delta_l = 0.5m$ olduğunda;

S_1 için ;	FoV=23.09401 m,	PPM=199.5323,	$\boldsymbol{P_x} = \boldsymbol{P_y}$ =0.005012 m

$$S_1 = \frac{10}{0.005012} * \frac{5}{0.005012} = 1990656p$$

S_2 için ;	FoV=23.67136 m,	PPM=194.6656,	$\boldsymbol{P_x} = \boldsymbol{P_y}$ =0.005137 m

$$S_2 = \frac{10}{0.005137} * \frac{5}{0.005137} = 18947355p$$

$$\Delta s = 95920.96\text{p}$$

$\Delta_l = 0.2m$ olduğunda ise S_2 alanı ve Δs değişecektir;

S_2 için ;	FoV=23.32495 m,	PPM=197,5567,	$\boldsymbol{P_x} = \boldsymbol{P_y}$ =0.005062 m

$$S_2 = \frac{10}{0.005062} * \frac{5}{0.005062} = 1951432p$$

$\Delta s = 39223.79\text{p}$

Tablo 1- Mono kameralar ile farklı mesafe ve Δ_l değerleri için Δs değerleri (nesne boyutları10x5m)

$\boldsymbol{Z}$ (m)	$\boldsymbol{\Delta s}$ $\Delta_l = 0.1\text{m}$ için	$\boldsymbol{\Delta s}$ $\Delta_l = 0.2\text{m}$ için	$\boldsymbol{\Delta s}$ $\Delta_l = 0.5\text{m}$ için
5	1236794	2402922	5527772
10	156895,1	309198,4	740289,3
15	46718,22	92517,41	224636,4
20	19758,25	39223,79	95920,96
30	5868,879	11679,56	28769,97
40	2479,02	4939,562	12212,15
60	735,4409	1467,22	3640,827
100	159,0139	317,552	790,33

Tablo 2- Mono kameralar ile farklı mesafe ve Δl değerleri için Δs değerleri (nesne boyutları 2x1m)

$\boldsymbol{Z}$ (m)	$\boldsymbol{\Delta s}$ (p) $\Delta_l = 0.1\text{m}$ için	$\boldsymbol{\Delta s}$ (p) $\Delta_l = 0.2\text{m}$ için	$\boldsymbol{\Delta s}$ (p) $\Delta_l = 0.5\text{m}$ için
5	49471,74	96116,88	221110,9
10	6275,806	12367,94	29611,57
15	1868,729	3700,696	8985,456
20	790,33	1568,951	3836,838
30	234,7552	467,1822	1150,799
40	99,16079	197,5825	488,4859
60	29,41764	58,68879	145,6331
100	6,360557	12,70208	31,6132

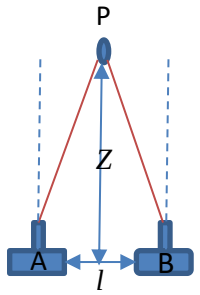
Tablo-1 ve Tablo-2 incelendiğinde mesafesi ölçülecek nesne boyutu ve kamera yer değişim miktarı (Δ_l) alan değişimi miktarını etkilemektedir. Tek başına alan değişim miktarı mesafe bilgisine ulaşmayı sağlayamamaktadır. Ancak alan değişim bilgisi ve referans olarak kabul edilecek görüntülerden herhangi birindeki alan miktarı birlikte kullanılarak makine öğrenme algoritması veya istatistiki bir yöntem ile mesafe bilgisi elde edilmektedir. Fakat tablolardan da görüleceği gibi mesafe arttıkça alan değişim miktarının çözünürlük düzeyi yani ayırt edicilik özelliği azalmaktadır.

Mono kameralarda kullanılan bir başka yöntem ise mesafesi ölçülecek nesnenin boyutlarının bilinmesi [17] ve hedef tahtası kullanılmasıdır.[22]. Bu çalışmalar yakın mesafede kullanılabilir olsa da uzak bir mesafeden sonra nesne boyutunun veya hedef tahtasının görüntü ekranında kaplayacağı alan sabit 1 piksel olacaktır.

3 Stereo kameralar ile mesafe ölçümü

Stereo görüntüde iki farklı noktadan alınan görüntüdeki yer değişiklik ve bu iki nokta arasındaki mesafe eğer biliniyorsa o nesneye ait derinlik hakkında bir yaklaşım yapabiliriz [1-5,12-13,17-18,26]. Literatürde kullanılan üçgenleme yönteminde kamera çözünürlüklerinin yüksek olmasının mesafe tespitinde önemli olduğu görülmektedir [1-5,19-20,23,25,40]. Bu durum şekil-3 de resmedilmiştir.

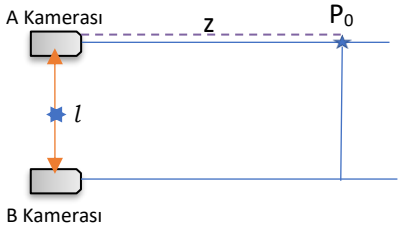
Şekil-3 de A-B eş kameraları, P hedef nesneyi, *l* lensler arası mesafeyi, Z hedef nesnenin kameralara uzaklığını göstermektedir. Piksel odaklı çalışmalarda hedef nesnenin her 2 kamera görüntü ekranlarındaki konumu değerlendirilerek bir çıkarım yapılmaktadır.



Şekil 3-Üçgenleme Metodu

Literatürdeki üçgenleme yönteminde kameralar arası mesafe ne kadar geniş ve kamera çözünürlüğü ne kadar fazla olursa başarı oranı o kadar yüksek olacaktır. Kamera görüntü ekranlarındaki hedef nesnenin konumları arasındaki mesafe farkı ***Δx***'dir. ***Δx*** mesafe bilgisinin bulunması için kullanılan parametredir.

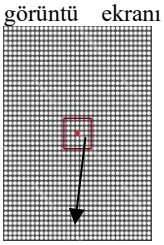
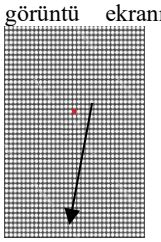
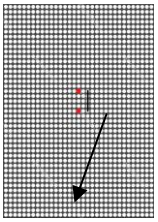
Literatürdeki yöntemlerde PPM sayısı Δx'i etkileyen en temel ve önemli değerdir. Görüntülenecek nesne veya alanın kameraya olan uzaklığı arttıkça **FoV** değeri artacak dolayısıyla PPM değeri azalacaktır. Bu da görüntüyü kalitesizleştirecek ve ***Δx*** azalacaktır.



Şekil 4-Stereo Kamera ve Üçgenleme

Şekil-4 de stereo kameralı bir mesafe tespit sisteminin temsili şekli verilmiştir.

Şekil-5'te ise kameralarda oluşan nesne görüntüsündeki kayma (***Δx***) verilmiştir.

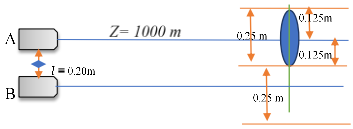
A kamerasının görüntü ekranı	B kamerasının görüntü ekranı	Birleştirilmiş görüntü ve ***Δx*** *değişimi*
		
P_0 pikselinin A kamera görüntüsündeki ki koordinatı	P_0 pikselinin B kamera görüntüsündeki ki koordinatı	***Δx*** yer değiştirme miktarı

Şekil 5-A-B kameralarının görüntü ekranlarında hedef nesnenin konumu ve yer değiştirme miktarı

Görüntü işleme tabanlı stereo kameralı mesafe tespit çalışmalarında, Δx ve iki kamera arasındaki mesafe kullanılarak bir mesafe tahmini yapılmaktadır. İki kamera arasındaki mesafe birçok çalışma da sabit tutulmaktadır. Bu sebeple mesafe tespitinde çoğunlukla tek parametre kullanılmaktadır. Δx kayma miktarı kameralar arası mesafeye (l), nesne ile kameralar arasındaki mesafeye (Z) ve kameraların çözünürlüğüne bağlıdır. Örneğin kameraların yatay çözünürlüğünün 1 piksel olduğunu düşünürsek, mesafeler ne olursa olsun Δx her zaman 0 olacaktır. Bu durumda mesafe tespit imkânı olmayacaktır. Kamera yatay çözünürlüğünün ve l mesafesinin artırılması Δx'in artmasına sebep olurken, Z mesafesinin artması Δx'in azalmasına sebep olmaktadır. Kamera çözünürlüklerinin artırılması maliyet ve işlem yükü sebebiyle belli bir değerden sonra anlamını kaybetmektedir. l mesafesinin artırılması ise cihazın kullanım kolaylığını olumsuz etkilemektedir. Sonuç olarak optimum çözümler üretilememektedir. Ancak yüksek çözünürlüklü kameralar kullanılsa da mesafe arttıkça mesafesi tespit edilecek nesnenin ekranda daha az yer kaplayacağı (belirli büyüklüğe sahip nesne için) açıktır. Bu sebeple paralel görüntü alma eksenine sahip stereo kameraların, görüntü ekranlarında oluşan nesne görüntüleri arasında piksel farklılıkları, hedefin uzaklığı arttıkça oluşmayacağı ve mesafe hesaplamanın mümkün olmayacağı açıktır.

Örnek-1 'de stereo kameralar ile ***Δx*** kayma miktarına bağlı olarak, hedef nesnenin kameralara olan uzaklığını hesaplayan bir örnek hesaplama verilmiştir. Hesaplamalarda yüksek çözünürlüklü (4608x3456 piksel) ve 60^0 sabit görüntü açılı kamera kullanmış olup, *l* mesafesi 0.2 m alınmıştır.

Örnek 1-1000 m hedef için *Δx* hesaplaması



1000 metre için

$$FoV = \tan\left(\frac{a}{2}\right) * Z * 2 =$$

$$FoV = \tan\left(\frac{60}{2}\right) * 1000 * 2 = 1154.7 \text{ m}$$

$$PPM = \frac{wpx}{FOV}$$

$$PPM = \frac{4608}{1154} = 3{,}9$$

Lensler arası mesafeye düşen piksel sayısı;

$$\Delta x = PPM * l = 3{,}9 * 0{,}2 = 0{,}78p \sim 1p$$

$$\mathbf{Wp} = \frac{FOV}{yatay\ piksel\ sayısı} = \frac{1154.7}{4608} = 0.25\ m$$

Örnek -1 de hedef 1000 m dedir. A kamerasının Görüntü ekranında, nesne yatay koordinatı r ise B kamerasının görüntü ekranında nesne koordinatı r +1 olacaktır. Sonuç olarak iki kamerada oluşan görüntüler arasında 1 piksel kayma vardır. Bunun sebebi bu mesafedeki bir nesnenin PPM değerinin lensler arası mesafeye etkisidir.

Örnek-1 ve Tablo 3 incelendiğinde; yüksek çözünürlüklü kamera **(4K-4608X3456 piksel)** kullanılmasına rağmen hedef nesnenin görüntü ekranlarında oluşan yatay düzlemdeki piksel farkı ***(Δx)*** bir mesafeden sonra değişmemektedir. Bu da mesafe tespit sisteminde bir mesafeden sonra sistemin aynı sonucu vermesi anlamına gelir ki başarımın düşük olduğu ve kabul edilemeyeceği açıktır. (***Δx***) bazlı çalışmalarda iki ölçüm mesafesi arasındaki açıklıkta mesafe arttıkça artacaktır. Yakın mesafelerde (***Δx***) bazlı olan çalışmalar yeterli sonuçlar üretse de uzak mesafelerde yeterli olmayacaktır. Bu durum teorik olarak tablo-3 de verilmiştir.

Tablo 3-Ardışık iki ölçüm mesafesinde Δx in hataya etkisi

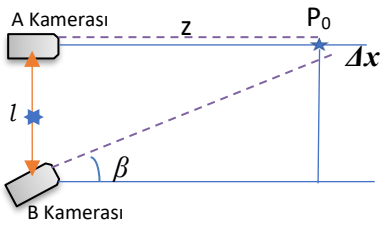
Z (m)	*FoV (m)*	*Wp_z (m)*	*PPM (p/m)*	*Δx (PPM* l)*	*Ardışık mesafeler arası piksel farkı*	*Ardışık mesafeler arası max hata (m)*
10	11,547	0,00250	400	400*0,2 =80p		
11	12,701	0,00276	362,31	362,31*0,2 =72p	8p/1m	(1/8)*(1/2) =0,0625m
12	13,856	0,00300	333,33	66,666 =67p	5p/1m	(1/5)*(1/2) =0,1m
20	23,094	0,00501	199,600	39,92 =40p	13p/8m	(8/13)*(1/2) =0,3075m
30	34,641	0,00751	133,155	26,631 =27p	13p/10m	(10/13)*(1/2) =0,3845m
600	692,820	0,15035	6,651	1,330 =1p	26p/570m	(570/26)*(1/2) =10,9615m
900	1039,23	0,22552	4,434	0,8868 =1p	0p/300m	(300/0)*(1/2) =∞m
1000	1154,70	0,25058	3,990	0,798 =1p	0p/200m	(200/0)*(1/2) =∞m

Mesafe arttıkça ölçüm yapılabilen (ölçüm duyarlılığı) iki mesafe arasındaki piksel değişimi azalmakta ve belli bir mesafeden sonra bu fark 0 piksele eşit olmaktadır. Buda ölçüm sistemimizin farklı iki mesafe de aynı sonucu üretmesine sebep olur. (600m için 1 piksel, 900m için 1 piksel gibi). Böylece Δx değişimi 0 piksel olacaktır.

4 Görüntü işleme tabanlı mesafe tespiti için piksel bazlı olmayan yöntemin geliştirilmesi

Mono veya stereo kameralı mesafe tespit çalışmalarının tamamında piksel bazlı çalışmalar olduğu yapılan literatür araştırmasında ortaya çıkmıştır. Mono ve stereo kameralı çalışmalarda kullanılan kamera çözünürlüğü veya lensler arası mesafenin yüksek olması sistem çalışmasını bir mesafeye kadar doğru sonuç üretmesine yeterli olacaktır. Ancak mono kameralı sistemlerde hedef nesnenin kapladığı alanın değişiminin anlamsızlaştığı, stereo kameralı sistemlerde ise Δx'in 0'a düştüğü durumlarda bu yöntemler sonuç üretemeyecek hale gelir. Bu yöntemler yakın mesafelerde ve düşük hassasiyetlerde sonuç üretebilirler. Görüntü işleme ile mesafe tespit çalışmalarında başarının artırılması için kullanılan parametre sayısının artırılması gereklidir. Özellikle stereo kamera kullanılan çalışmalarda kameralar arası mesafenin onucu etkilediği görülmektedir. Ancak literatürdeki çalışmalarda kameralar arası mesafe aktif bir parametre olarak kullanılmamıştır. Literatüre alternatif olarak geliştirilecek yöntemlerde kamera lensleri arası mesafe aktif bir parametre olmalıdır. Bununla birlikte literatürdeki yöntemlerde kullanılan Δx parametresinin yerine daha aktif olacak bir parametre kullanılmalıdır. Çünkü Δx piksel bazlı bir parametredir. Bu da mesafe arttıkça başarı oranını düşürmektedir. Kameralardan birini açısal hareket ettirerek Δx'i 0 yapan açı bulunarak yeni bir parametre elde edilebilir. Böylece açı ve lensler arası mesafe kullanılarak mesafe tespiti hem daha hassas hem daha uzak mesafeler için gerçekleştirilebilir. Şekil 5-de Standart bir image-metrenin prototip gösterimi verilmiştir.

Şekil 5-de Standart bir image-metrenin prototip gösterimi verilmiştir.



Şekil 5-İmagemetre

Literatürdeki çalışmalarda ***Δx>0.5*** piksel olması ölçüm hassasiyetini belirlerken, image-metre de bu değerin ***Δx=0*** olması beklenmektedir. Görüntü ekranındaki piksel değişimini sıfır yapan ***(Δx=0)*** *β açı* değeri ve lensler arası mesafe image-metrede işlenerek sistemin doğru sonuç vermesini sağlayacaktır. Bir image-metre için;

$$Z = \frac{l}{tan\beta} \qquad (6)$$

Z mesafesi, lensler arası uzaklık (l) ve açı değeri (β: B kamerasının A kamerasına göre hareket açısı) bağlı olarak hesaplanabilmelidir. β 'nin açısal çözünürlüğüne bağlı olarak Z mesafesinin değişimi Tablo-4 ' de verilmiştir.

Tablo 4-Açının mesafeye etkisi

l	Δβ	β_t	β_{t+1}	Z_t	Z_{t+1}	Δz
0,2m	1^0	88^0	89^0	$6{,}98*10^{-3}$	$3{,}49*10^{-3}$	0,0003
		1^0	2^0	11,457	5,727	5,730
	$0{,}1^0$	$89{,}8^0$	$89{,}9^0$	$6{,}98*10^{-4}$	$3{,}49*10^{-4}$	0,00003
		$0{,}1^0$	$0{,}2^0$	145,591	57,295	88,396
	$0{,}01^0$	$89{,}98^0$	$89{,}99^0$	$6{,}98*10^{-5}$	$3{,}49*10^{-5}$	0,000003
		$0{,}01^0$	$0{,}02^0$	1145,915	572,957	572,958
	0.001^0	$89{,}998^0$	$89{,}999^0$	$6{,}98*10^{-6}$	$3{,}49*10^{-6}$	0,000003
		0.001^0	0.002^0	11459,155	5729,577	5729,578
: yakın mesafe				: uzak mesafe		

Tablo-4'de incelendiğinde; art arda alınan iki β değeri ve bu değerlerde hesaplanan Z uzaklık ölçüm sonuçları açıkça belirtmiştir ki; sadece açı, yakın mesafede göstermiş olduğu etkiyi uzak mesafede göstermemiştir. Lensler arası mesafenin sabit alınması koşulu ile $\Delta\beta = 1^0$ olması durumda ölçebileceği ilk uzaklık 11,457 m ile en uzak mesafeyken, son uzaklık $3{,}49*10^{-3}$ m ile ölçebileceği en yakın mesafe olacaktır. Bu β çözünürlüğü en yakın iki ölçüm mesafesinde sonucu 0,0003 m etkilerken, en uzak iki ölçüm mesafesinde etki 5,730 m olmuştur. $\Delta\beta = 0{,}1^0$ olması durumda ölçebileceği ilk uzaklık 1145,915 m ile en uzak mesafeyken, son uzaklık $3{,}49*10^{-5}$ m ile ölçebileceği en yakın mesafe olacaktır. Bu çözünürlük ise en yakın iki ölçüm mesafesinde etkisi 0,000003 m olurken en uzak iki ölçüm mesafesinde etkisi 572,958 m olmuştur.

Lensler arası mesafenin sabit kalması ile β değerinin hassas şekilde belirlenmesi uzak mesafelerde hassas sonuçlar üretmemize olanak sağlamayacaktır. Benzer bir yaklaşımda β değerinin sabit tutulup, lensler arası mesafenin değiştirmesi ile elde edilen sonuçlarda da vardır. Bu durum Tablo-5 de verilmiştir. ($\beta = 0{,}1^0$ *sabit;* $\Delta l = 0.01m$)

Tablo 5-lensler arası mesafenin ölçüm uzaklığına etkisi

Δβ	l_t	l_{t+1}	Z_t	Z_{t+1}	Δz
1^0	0,01	0,02	0,572	1,145	0,573
	0.19	0.20	10,885	11,457	0,572
$0{,}1^0$	0,01	0,02	5,729	11,459	5,73
	0.19	0.20	108,861	114,591	5,73
$0{,}01^0$	0,01	0,02	57,295	114,591	57,296
	0.19	0.20	1088,619	1145,915	57,296
0.001^0	0,01	0,02	572,957	1145,915	572,958
	0.19	0.20	10886,198	11459,155	572,957
: yakın mesafe			: uzak mesafe		

Tablo 5 incelendiğinde sabit β değeri ile hazırlanan bir stereo kameralı ölçüm sisteminde lensler arası mesafe değişiminin ölçüm hassasiyetine etkisi, uzak ve yakın mesafelerde de birbirine yakın olmuştur.

5 Sonuç ve Tartışma

Literatürdeki çalışmalarda en büyük problemin çalışmaların ***Δx'e*** bağlı olarak yapılmasından kaynaklandığı tespit edilmiştir. Bu sebeple mesafe arttıkça büyüyen ***FoV*** değerleri ve buna bağlı küçülen PPM değerleri kullanıldığında, her bir pikselin genişliği uzak mesafelerde artacaktır. Bu artış belli bir mesafeden sonra hedef boyutundan daha büyük hale gelecek ve mesafe tahmini için yetersiz kalacaktır. Bu durumdan hareketle uzak/yakın mesafelerde stereo kamera ile mesafe tespiti yapılmak isteniliyorsa yöntem kesinlikle ***piksel*** değeri üzerinden geliştirilmemelidir. Piksel sadece sistemin çalışması ve sistem üzerinden alınan parametreler için bir veri olmalıdır.

Piksel tabanlı bir image-metrenin çalışmasında mesafe arttıkça ölçüm kabiliyetinin azalacağı 3. Bölümde ifade edilmişdi. Aynı zamanda lesnler arası mesafenin sabit veya sabit bir β görüş açısına sahip bir sistemin uzak/yakın mesafede aynı hassas sonucu elde edilemeyeceği de 4.bölüm, tablo-4 ve tablo-5 de belirtilmiştir. İdeal bir image-metre de görüntü ekranında görülebilen ve segmantasyonu yapılabilen bir nesne için işaretlenen bir pikseli sistemin sadece sınırlarını belirlemelidir. Bu sayede ölçüm için en ideal lensler arsı mesafe ve β görüş açısı birlikte kullanılarak sonuç üretmelidir.

Çalışmamızda özellikle literatürde bulunan stereo kameralı mesafe tespit sistem ve yöntemleri incelenmiştir. Kullanılan yöntemlerin eksiklikleri ve çalışma sınırları ortaya konulmuştur. Ayrıca çalışmamızda görüntü işleme tabanlı ve stereo kamera kullanılarak geliştirilecek yeni bir image-metre sistemi için bir önerme yapılmıştır.

6 Teşekkür

Bu çalışma Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Tezleri Destekleme Programı Projeleri (BAP) tarafından desteklenen 2020/106 nolu "Görüntü İşleme Tabanlı Mesafe Tespiti İçin Hibrit Bir Yöntemin Geliştirilmesi" isimli proje kapsamında gerçekleştirilmiştir.

7 Kaynakça

[1] J. H. Oh and J.-I. P. Jungsik Park, Sang Hwa Lee, Boo Hwan Lee, "Error Modeling of Depth Measurement Using Fir Stereo Camera Systems," pp. 470–475, 2013.

[2] S. Nagar and J. Verma, "Distance Measurement Using Stereo Vision," vol. 07, no. 01, pp. 632–639, 2015.

[3] M. Soyaslan, "Stereo kamera sisteminde aykırılık haritaları yardımıyla nesne uzaklıklarının tespit edilmesi Object distance detection through disparity map in stereo camera system," pp. 111–119, 2016.

[4] Y. L. Murphey, J. Chen, J. Crossman, J. Zhang, and L. Sieh, "DepthFinder, A Real-time Depth Detection System for Aided Driving," vol. 2, no. Mi, pp. 122–127, 2000.

[5] M. E. Ashoori and M. Mahlouji, "Measuring the Distance between the Two Vehicles Using Stereo Vision with Optical Axes Cross," *Mod. Appl. Sci.*, vol. 12, no. 1, p. 165, 2017.

[6] G. Z. G. Zhang, J. J. J. Jia, T.-T. W. T.-T. Wong, and H. B. H. Bao, "Recovering consistent video depth maps via bundle optimization," *IEEE Conf. Comput. Vis. Pattern Recognit.*, vol. 20, no. Supplement 4, pp. 1–8, 2008.

[7] S. Casas, W. Luo, and R. Urtasun, "IntentNet: Learning to Predict Intention from Raw Sensor Data," *Proc. 2nd Conf. Robot Learn.*, vol. 87, no. CoRL, pp. 947–956, 2018.

[8] M. Watanabe, "Rational Filters for Passive Depth from Defocus MASAHIRO," no. February, pp. 1–5, 2010.

[9] Dongbo Min, Jiangbo Lu, and Minh N. Do, "Joint Histogram-Based Cost Aggregation for Stereo Matching," IEEE Trans on Pattern Analysis and Intelligence Machine, vol. 46, no. 6. pp. 883–885, 2013.

[10] M. W. Tao, T. Wang, J. Malik, and R. Ramamoorthi, "Depth Estimation for Glossy Surfaces with Light-Field Cameras," pp. 1–14.

[11] J. Z. Kato, Zoltan, Markov Random Fields in Image Segmentation. Collection Foundation and Trends in Signal Processing, vol. 5, no. 1. 2011.

[12] X. Tong, H.-Y. Shum, S. B. Kang, Y. Li, and S. Lin, "Diffuse-Specular Separation and Depth Recovery from Image Sequences," pp. 210–224, 2007.

[13] H. Jin, S. Soatto, and A. J. Yezzi, "Multi-view Stereo Beyond Lambert 1 Introduction," no. 404, pp. 1–35, 2003.

[14] S. P. Mallick, T. E. Zickler, D. J. Kriegman, and P. N. Belhumeur, "Beyond Lambert: Reconstructing specular surfaces using color," *Proc. - 2005 IEEE Comput. Soc. Conf. Comput. Vis. Pattern Recognition, CVPR 2005*, vol. II, pp. 619–626, 2005.

[15] A. Artusi, F. Banterle, and D. Chetverikov, "A survey of specularity removal methods," *Comput. Graph. Forum*, vol. 30, no. 8, pp. 2208–2230, 2011.

[16] K. Nishino, Z. Zhang, and K. Ikeuchi, "Determining reflectance parameters and illumination distribution from a sparse set of images for view-dependent image synthesis," *Proc. IEEE Int. Conf. Comput. Vis.*, vol. 1, no. C, pp. 599–606, 2001.

[17] A. Rahman, A. Salam, M. Islam, and P. Sarker, "An Image Based Approach to Compute Object Distance," *International Journal of Computational Intelligence Systems*, vol. 1, no. 4. pp. 304–312, 2008.

[18] N. Yamaguti and S. Oe, "A Method of Distance Measurement by Using Monocular Camera," pp. 1255–1260.

[19] M. Mirzabaki, "A New Method for Height Estimation in Depth," *8th WSEAS Int. Conf. SIGNAL, SPEECH IMAGE Process.*, pp. 29–33, 2008.

[20] M. Takatsuka, G. A. W. West, S. Venkatesh, and T. M. Caelli, "Low-cost interactive active range finder," *Mach. Vis. Appl.*, vol. 14, no. 3, pp. 139–144, 2003.

[21] J. Phelawan, P. Kittisut, and N. Pornsuwancharoen, "A new technique for distance measurement of between vehicles to vehicles by plate car using image processing," *Procedia Eng.*, vol. 32, pp. 348–353, 2012.

[22] K. Seshadrinathan, O. Nestares, Y. Wu, I. Corporation, and S. Clara, "Accurate measurement of point to point distances in 3D camera images," *IS&T Int. Symp. Electron. Imaging 2017*, pp. 20–25, 2017.

[23] M. F. A. Hassan, A. Hussain, M. M. H. Saad, and K. Win, "3D Distance Measurement Accuracy on Low-Cost Stereo Camera," *Sci. Int.*, vol. 29, no. 3, pp. 599–605, 2017.

[24] M. Shortis, "Calibration techniques for accurate measurements by underwater camera systems," *Sensors (Switzerland)*, vol. 15, no. 12, pp. 30810–30827, 2015.

[25] K. Katada, S. Chen, and L. Zhang, "The Triangulation of Toe-in Style Stereo Camera," *Proc. 2nd Int. Conf. Intell. Syst. Image Process. 2014*, pp. 18–21, 2014.

[26] X. B. Lai, H. S. Wang, and Y. H. Xu, "A real-time range finding system with binocular stereo vision," *Int. J. Adv. Robot. Syst.*, vol. 9, pp. 1–9, 2012.

[27] O. Montiel-Ross, R. Sepúlveda, O. Castillo, and J. Quiňones, "Efficient stereoscopic video matching and map

[27] O. Montiel-Ross, R. Sepúlveda, O. Castillo, and J. Quiňones, "Efficient stereoscopic video matching and map

reconstruction for a wheeled mobile robot," Int. J. Adv. Robot. Syst., vol. 9, pp. 1–13, 2012.

[28] N. Mayer *et al.*, "A Large Dataset to Train Convolutional Networks for Disparity, Optical Flow, and Scene Flow Estimation," 2015.

[29] Y. Zhong, Y. Dai, and H. Li, "Self-Supervised Learning for Stereo Matching with Self-Improving Ability," 2017.

[30] S. Vedula, S. Baker, P. Rander, R. Collins, and T. Kanade, "Three-dimensional scene flow," *IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell.*, vol. 27, no. 3, pp. 475–480, 2005.

[31] B. Ummenhofer *et al.*, "DeMoN: Depth and motion network for learning monocular stereo," *Proc. - 30th IEEE Conf. Comput. Vis. Pattern Recognition, CVPR 2017*, vol. 2017-Janua, pp. 5622–5631, 2017.

[32] Z. Liang *et al.*, "Learning for Disparity Estimation through Feature Constancy," 2017.

[33] W. Budiharto, A. Santoso, D. Purwanto, and A. Jazidie, "Multiple Moving Obstacles Avoidance of Service Robot using Stereo Vision," *IAES-Telkomnika*, vol. 9, no. 3, pp. 433–444, 2011.

[34] E. Petrović, A. Leu, D. Ristić-Durrant, and V. Nikolić, "Stereo vision-based human tracking for robotic follower," *Int. J. Adv. Robot. Syst.*, vol. 10, 2013.

[35] H. Tsung-Shiang, "An Improvement Stereo Vision Images Processing for Object Distance Measurement," *Int. J. Autom. Smart Technol.*, vol. 5, no. 2, pp. 85–90, 2015.

[36] N. Campbell, G. Vogiatzis, C. Hernández, and R. Cipolla, "Using Multiple Hypotheses to Improve Depth-Maps for Multi-View Stereo.," *Proc. 10$th Eur. Conf. Comput. Vis.*, pp. 1–14, 2008.

[37] L. Robert and R. Deriche, "Dense Depth Map Reconstruction : A Minimization and Regularization Approach which Preserves Discontinuities."

[38] M. Mancini, G. Costante, P. Valigi, T. A. Ciarfuglia, J. Delmerico, and D. Scaramuzza, "Toward Domain Independence for Learning-Based Monocular Depth Estimation," *IEEE Robot. Autom. Lett.*, vol. 2, no. 3, pp. 1778–1785, 2017.

[39] A. Wedel, U. Franke, J. Klappstein, T. Brox, and D. Cremers, "Realtime depth estimation and obstacle detection from monocular video," *Pattern Recognit.*, pp. 475–484, 2006.

[40] O. Uslu And E. Özkan, "Ip Cctv Sistemlerinde Pixel (Ppm) Hesaplaması Ve Doğru Çözünürlük Tespiti," İstanbul, 2016.

Artırılmış Gerçeklik Teknolojisinin Navigasyon Sistemlerinde Kullanımı

Ahmet Erdoğan ŞİRECİ[1]*, Esin KARAN[1]**, Muhammed Eren MORKOÇ[1]***[1], Prof. Dr. Kemal FİDANBOYLU[1]

[1]*Bursa Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Bursa, TÜRKİYE*

Özet

Navigasyon sistemleri, özellikle günümüzün gittikçe büyüyen ve karmaşıklaşan şehirleşme yapısı ile hayatımızın vazgeçilmez bir parçası olmuştur. Yol kılavuzu olarak da adlandırılan navigasyon sistemleri günümüzde sesli komutlar ve anlaşılır yönlendirme işaretçileri sayesinde çok kullanışlı hale getirilmiştir. Gelişen teknoloji ile beraber, kullanıcı deneyimini artırmak için Artırılmış Gerçeklik (AG) teknolojisi de navigasyon sistemleri ile beraber kullanılmaya başlanmıştır. AG teknolojisi mevcut dünya görüntüsünün sanal nesneler kullanılarak zenginleştiren ve oluşturulan görüntü ile kullanıcı deneyimini artıran bir teknolojidir. Fiziksel dünya ile sanal dünyayı birbirinden tamamen ayırmadan birbiri ile etkileşimli yeni bir karma dünya yaratır. AG teknolojisinin potansiyeli keşfedildikçe, hızlı bilgi transferinin kritik ve hassas olduğu alanlar başta olmak üzere sanayi, reklamcılık, tıp, oyun, eğitim ve ulaşım gibi birçok alanda kullanımı yaygınlaşmıştır. Navigasyon sistemlerinde de kolaylıkla uygulanabilen AG teknolojileri gerek iç mekân, gerek dış mekan navigasyonlarında kullanıcı deneyimini ve çevresi ile olan etkileşimini artırmaktadır. AG teknolojisinin uygulanma yöntemleri tasarlanacak sisteme göre farklılık göstermektedir. Bu sebeple AG ile navigasyon uygulaması geliştirilirken kullanılacak sahaya uygun yöntem seçilmelidir. Bu bildiride AG ve navigasyon teknolojileri tanıtılmış, literatür araştırmasından elde edilen bilgiler sunulmuştur. AG uygulamalarının geliştirilebilmesi için gerekli teknolojilerden ve AG'nin uygulama yöntemlerinden bahsedilmiştir. Literatür araştırması neticesinde elde edilen teknikler ve yöntemler birbirleri ile karşılaştırılmış ve tablolarla desteklenmiştir. İç ve dış mekân navigasyon sistemleri tanıtılmış ve bu sistemlerin AG teknolojisi ile beraber kullanımı tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Artırılmış Gerçeklik, İç Mekan Navigasyonu, Dış Mekan Navigasyonu, AG Yöntemleri, Konumlandırma Yöntemleri*

Use of Augmented Reality Technology in Navigation Systems

Abstract

Navigation systems have become an indispensable part of our lives, especially with today's growing and complex urbanization structure. Navigation systems, also known as road guides, have now become very useful with the addition of voice commands and clear directional markers. Along with the developing technology, Augmented Reality (AR) technology has started to be used together with navigation systems in order to increase the user experience. AR technology is a technology that enriches the existing world image by using virtual objects and increases the user experience with the created image. Without completely separating the physical world and the virtual world, it creates a new mixed world that interacts with each other. As the potential of AR technology is discovered, its use has become widespread in many

* İletişim e-posta: aesireci@gmail.com
** İletişim e-posta: esinkarann@gmail.com
*** İletişim e-posta: eren.morkoc@gmail.com

areas such as industry, advertising, medicine, gaming, education and transportation, especially in areas where rapid information transfer is critical and sensitive. AR technologies, which can be easily applied in navigation systems, increase the user experience and interaction with the environment in both indoor and outdoor navigation. The methods of applying AR technology differ according to the system to be designed. For this reason, the method suitable for the field to be used should be chosen while developing the navigation application with AR. In this paper, AR and navigation technologies are introduced and information obtained from the literature review is presented. The technologies required for developing AR applications and application methods of AR are mentioned. Techniques and methods obtained as a result of the literature survey are compared with each other and supported with tables. Indoor and outdoor navigation systems are introduced and the use of these systems with AR technology is discussed.

Keywords: *Augmented Reality, Indoor Navigation, Outdoor Navigation, AR Application Methods, Positioning Methods*

1 Giriş

Artırılmış Gerçeklik (AG) fiziksel kamera görüntüsü üzerine bilgisayarın ürettiği sanal nesnelerin yerleştirilip kullanıcıya eş zamanlı olarak gösterilmesine olanak tanıyan bir teknolojidir. Bilgisayar tarafından ses, video, 2 ve 3 boyutlu sanal nesneler üretilebilmekte olup, oluşturulan içerik kullanıcılara AG vasıtası ile sunulabilmektedir. Uygulama yöntemine göre konum, özel işaretçi veya düz bir düzlem ile etkinleştirilmektedir. AG teknolojisinin hızlı ve kolay geliştirilebilmesi için farklı Yazılım Geliştirme Kitleri (Software Development Kit, SDK) bulunmaktadır. ARCore, ARKit, Vuforia ve Kudan SDK'leri AG uygulamaları geliştirirken en çok kullanılan SDK'lar arasında yer almaktadırlar. Kullanıcılar AG sayesinde fiziksel dünyadan kopmadan sanal nesneleri görüntüleyerek kimi zaman navigasyon ile yolunu bulurken, kimi zaman da kritik makineleri sanal nesnelerin yönlendirmeleri ile kullanılabilmektedir.

AG konseptinden ilk olarak 1901 yılında yayınlanmış olan, L.Frank Baum'un "Ana Anahtar (The Master Key)" adlı kitabında bahsedilmiştir [1]. Kitapta "Karakter Belirteci (Character Marker)" isimli bir gözlük bulunmaktadır. Bu gözlük ile bakılan bir kişi hakkında kişilik analizi yapılarak gözlüğe yansıtılır ve aynı zamanda kişinin alnında isminin baş harfi görüntülenir. Kitaptaki bu hikâye AG'nin ortaya çıkmasındaki ilk fikirlerden biri olduğu kabul edilmektedir. 1968 yılında Ivan Sutherland tarafından hazırlanan "Demoklas'ın Kılıcı (Sword of Damocles)" adlı, başa takılan görüntüleyici sayesinde AG teknolojisinin temelleri atılmıştır [2]. 1980 yılında Steve Mann'ın ürettiği ilk giyilebilir teknoloji olan cihaz, kamera görüntüsüne efektler ekleyerek projektör ile görüntülemeye olanak tanıyıp, başlangıçta kask olarak tasarlanmış, daha sonra gözlük haline getirilerek "EyeTap" adı verilmiştir [3,4]. 1990 Thomas Caudell ve David Mizell tarafından ilk kez "Augmented Reality (Artırılmış Gerçeklik)" terimi kullanılmıştır [2]. 2016 yılında Microsoft şirketi tarafından "HoloLens" akıllı gözlüğü ve Niantic tarafından Pokemon GO oyunu çıkarılmıştır [5,6]. 2020 yılında ise AG teknolojisini kullanan kişi sayısı yaklaşık 1,75 milyara ulaşmıştır [7].

Navigasyon sistemleri kullanıcının belirlenen rota boyunca kullanıcıyı yönlendiren bir yol kılavuzudur. Yönlendirme sırasında konum, hız ve yön gibi hususların tespiti de yapılmaktadır [8]. Hızla gelişen teknoloji sayesinde navigasyon sistemlerinin doğruluk hassasiyeti artarak ulaşımda kullanımı yaygınlaşmıştır. Navigasyon sistemleri uygulanırken konum tespitinin yapılabilmesi için GPS, dijital pusula, Bluetooth, Wi-Fi gibi farklı tespit yöntemleri kullanılmaktadır. Bu yöntemler ile konum tespit edilirken farklı sapma değerleri elde edilmektedir. Bu çeşitlilik sayesinde navigasyon sistemlerinin kullanım mekânına göre sapma oranı en düşük olan yöntem tercih edilebilmektedir. Ayrıca navigasyon sistemlerinin dış mekânlarda sıklıkla tercih edilmesi ile beraber büyüyen ve karmaşıklaşan yapıların neticesinde iç mekân navigasyonuna da ihtiyaç duyulmuştur. Gelişen yöntemler sayesinde iç mekânlarda sapma oranı en aza indirilmiş ve kişinin konumu çok küçük sapmalar ile elde edilebildiğinden iç mekân navigasyonu daha kararlı bir hale getirilerek, daha fazla tercih edilir hale gelmiştir.

Navigasyon tarihi insanlığın ilk çağlarına dayanmaktadır. Polinezya navigasyonunun en eski deniz navigasyonu olduğu bilinmektedir. Denizciler bu navigasyonu yolculuk için Pasifik Okyanusu'nda

binlerce yıl kullanmışlardır. 15. Yüzyıl Keşif Çağı'nda ustrap, pusula gibi araçlar kullanılmaya başlanmıştır. Bu sayede keşifler hızlanmış, Antarktika'nın keşfine kadar devam etmiştir [9]. 19. yüzyıl itibari ile bilimsel araçlar kullanılmaya başlanarak ilkel navigasyon yöntemleri yerini bilimsel navigasyon yöntemlerine bırakmıştır. 1932 yılında "Iter Avto" isimli ilk navigasyon cihazı icat edilerek deniz ve kara araçlarında kullanılmıştır [10]. Bu navigasyon cihazı, günümüz navigasyon teknolojileriyle kıyaslandığında ilkel sayılsa da navigasyon tarihinde dönüm noktası niteliğindedir. Bilim ve teknolojinin ışığında navigasyon sistemleri gelişmiş ve günümüzde minimum hata oranı ile konum tespiti yaparak yönlendiren sistemler çoğalmıştır.

Günümüzün karmaşıklaşan şehir yapısı ile kullanıcıların navigasyon ihtiyacı artmaktadır. Mevcut navigasyon sistemleri günümüz teknolojileri ile daha da gelişmiş, 2 boyutlu haritalardan AG teknolojisine geçilerek kullanıcı etkileşimi artırılmıştır. Böylelikle kullanıcıya gerçek dünyadan kopmadan navigasyon deneyimi yaşatılarak 2 boyutlu haritadan kaynaklanabilecek olası dikkat dağınıklığının önüne geçilmektedir. AG teknolojisi hem iç, hem de dış mekân navigasyonunda kullanılabilmektedir. Dış mekânlarda GPS verileri daha tutarlı olduğundan genellikle konum tabanlı AG yöntemi tercih edilirken, kapalı mekânlarda ise uygulanabilirlik ve kullanıcı tarafından kolayca kullanılabilmesi açısından avantaj sağladığından dolayı genellikle işaretçi tabanlı AG yöntemi tercih edilmektedir.

Bu bildiride AG teknolojisi, navigasyon sistemleri ve konum tespit yöntemleri hakkında yapılan kapsamlı araştırmaların özeti sunulmuştur. Ayrıca, AG teknolojisinin navigasyon sistemleri ile beraber kullanımı tartışılmıştır.

2 Artırılmış Gerçeklik

AG kamera tarafından görüntülenen fiziksel dünya görüntüsü üzerine bilgisayar tarafından oluşturulmuş sanal nesneler yerleştirilmesi ile oluşturulan, kullanıcı etkileşimini artırmaya yönelik bir teknolojidir. Bilgisayar aracılığı ile 2 veya 3 boyutlu görüntüler, ses, video ve animasyonlar tasarlanarak sanal nesne oluşturulur. Bu nesneler, kullanıcının fiziksel dünyadan kopmadan eş zamanlı olarak fiziksel ve sanal dünyayı birlikte görüntülemesine olanak tanıyarak etkileşimi artırır. AG teknolojisi, bilgi transferinin hızlı, kritik ve hassas olduğu alanlar öncelikli olmak üzere, oyun, mimari, eğitim, tıp gibi alanlarda kullanımı yaygınlaşmaya başlamıştır. Örneğin mimarlar henüz inşa edilmeyen binanın taslağını müşterilere 3 boyutlu sanal nesneler ile sunabilirken, kullanıcılar mobilya, saat, gözlük gibi eşyaları sanal nesneler ile deneyebilmektedir [11]. AG teknolojisi reklamcılık alanında da sıklıkla kullanılmaktadır. Örneğin 2013 yılında Londra Bilim Müzesinde Coca Cola ve World Wide Fund tarafından buzulların erimesine dikkat çeken Artic Home kampanyasında AG ile hazırlanan animasyon, müşteriler ile marka arasında duygusal bir bağ kurulmasını sağlamıştır.

AG teknolojisinin uygulanabilmesi için farklı özellik ve kapsamlarda SDK'lar bulunmaktadır. Bu SDK'ların içerdiği modüller ile geliştiriciler daha hızlı ve daha fonksiyonel uygulamalar geliştirebilmektedir.

2.1 AG SDK'ları

SDK'lar, içerdiği kütüphaneler, örnek kodlar, belgeler, araçlar ve Uygulama Programlama Arayüzü (Application Programming Interface, API) ile yazılım geliştirme sürecini kısaltan ve kolaylaştıran yazılım kitleridir. Geliştiricilerin kullanması için tasarlanan SDK'lar farklı yazılım dilleri, işletim sistemleri ve platformlar üzerinde kullanılacak şekilde geliştirilmişlerdir. Dolayısıyla uygulama geliştirecek bir kişinin kullanacağı SDK'yı seçerken, programlama dili, hedef platform ve işletim sistemi gibi geliştirilecek uygulamanın gereksinimlerine ve kısıtlarına dikkat ederek seçim yapması gerekmektedir.

AG teknolojisi henüz yeni bir teknoloji olmasına rağmen, AG SDK'leri sayesinde günümüzde birçok alanda kullanılmakta ve hızlı bir şekilde yaygınlaşmaktadır. AG geliştiricileri, geliştirilecek projeye uygun AG SDK'sını kullanarak hızlı bir geliştirme sürecinin ardından gerçeği ile ayırt edilemeyecek derecede kaliteli ve kullanışlı AG deneyimi sunan uygulamalar geliştirebilmektedirler [12].

Günümüzde yaygın olarak kullanılan AG SDK'larının geliştiricilere sağladığı 2 ve 3 boyutlu nesne izleme, yüz takibi, doğal özellik ve sahne takibi, gerçek zamanlı ışık izleme, hareket takibi, işaretsiz izleme için zemin tespiti ya da konuma dayalı AG hizmeti gibi birçok kullanışlı özellik mevcuttur. Sensor verilerinden ya da görüntü işleme algoritmalarından elde edilen veriler sayesinde ise gerçek dünya üzerine yerleştirilecek olan sanal nesnelerin aydınlatma ve gölgelendirmeleri gerçek

dünya ile ilişkilendirilir ve doğru perspektiften görüntülenmesi sağlanır. Aynı zamanda sağladıkları Bulut (Cloud) hizmetleri sayesinde geliştirme süreci kolaylaştırılır ve kullanıcı deneyimlerine çok platformlu bir yapı kazandırılır. Günümüzde ARCore, ARKit, Kudan, Vuforia, Wikitude gibi SDK'lar; Android, IOS, UWP gibi platformlara AG uygulamaları geliştirilirken sıkça kullanılan SDK'lardır.

2.2 AG yöntemleri

AG teknolojisi uygulanırken, bilgisayar tarafından oluşturulan sanal nesneleri fiziksel dünyada yerleştirmek için işaretçi tabanlı, konum tabanlı, işaretsiz olmak üzere 3 temel uygulama yöntemi vardır. Bu yöntemler arasından seçim yapılırken geliştirilecek uygulamanın kullanım alanı, kapsamı ve maliyeti gibi durumlar göz önünde bulundurularak seçilmelidir.

2.2.1 İşaretçi tabanlı AG

İşaretçi tabanlı AG, kamera görüntüsünde yakalanan işaretçinin görüntü işleme ile analiz edilip, ilgili sanal nesnenin işaretçi baz alınarak yerleştirilmesi yöntemidir. Gerçek dünyada ayırt edilebilirliği daha kolay olduğundan genellikle siyah beyaz işaretçiler, QR kodlar tercih edilmektedir. Kolay uygulanabilir ve uygun maliyetli olduğundan sıklıkla tercih edilmektedir. Yakalanan işaretçide x, y, z eksenleri elde edilerek işaretçi konum bilgisi oluşturulur. Bu eksenler baz alınarak sanal nesne yerleştirilir. Öncelikle kamera tarafından görüntü yakalanarak tarama yapılır. İşaretçi yakalandığında analiz edilir ve x, y, z eksenleri elde edilir. Daha sonra o işaretçiye ait sanal nesne daha önceden tanımlanmış sanal nesneler arasından bulunur ve gerçek dünyaya yerleştirilir [13].

İşaretçi tabanlı AG yöntemi görüntü işlemeye dayandığından doğru ve hızlı işleme kritik öneme sahiptir. Bu yüzden kamera yüksek çözünürlüğe ve FPS'e sahip olmalıdır. Aynı zamanda işaretçinin ayırt edilebilir olması, ışığı yansıtmaması ve ortam ışığının işaretçi görüntülemede yeterli olması da işaretçi tanımayı kolaylaştırarak AG deneyimini artırmaktadır. İşaretçi kamera görüşünden çıktığında AG deneyimi sonlanır ve işaretçinin yeniden taranması gerekir [14]. Bu durumun önüne geçmek için Genişletilmiş İzleme (Extended Tracking) yöntemi kullanılabilmektedir.

2.2.2 Konum tabanlı AG

Konum Tabanlı AG yöntemi, GPS, dijital pusula, Bluetooth, Wi-Fi gibi araçlar ile belirlenen konuma sanal nesnelerin yerleştirilmesi ile oluşturulan coğrafi tabanlı bir AG yöntemidir [14]. Sanal nesnelerin yerleştirildiği referans noktaları önceden belirlenmiş konum bilgilerine özeldir. Kullanıcılar aynı konumdan aynı sanal nesneyi görüntülemektedir. Bu yöntemin performansı sensörlerin doğru bilgi vermesine bağlıdır. GPS, dijital pusula, ivmeölçer gibi sensörlerden yanlış konum bilgisi gelmesi durumunda sanal nesneler istenen hedefe yerleştirilemez ve yanlış AG deneyimine sebebiyet verir. Bu yüzden sensör teknolojileri geliştikçe konum tabanlı AG yöntemi ile daha kararlı uygulamalar geliştirmek mümkündür [15].

2.2.3 İşaretsiz AG

İşaretsiz AG yönteminde sanal nesneleri aktifleştirecek önceden belirlenmiş herhangi bir referans noktasına ihtiyaç duymayan AG yöntemidir. İşaretsiz AG yönteminde gerçek dünya üzerine sanal nesnelerin yerleştirilebilmesi için herhangi bir referans noktasına ihtiyaç duyulmamaktadır. Sanal nesnelerin yerleştirilebilmesi için kamera ve sensörler yardımıyla dikey ve yatay yüzey tespiti yapılarak ortamın gerçek özelliklerinin tespit edilmesi gerekmektedir. Zeminin ve duvarların kesişim noktaları tespit edildikten sonra dokulu yüzeye sanal nesne yerleştirilmektedir. İşaretsiz AG yöntemi esnek yapısı ile birlikte çok geniş bir hizmet yelpazesine sahiptir. IkeaPlace uygulaması işaretsiz AG ile geliştirilmiş uygulamalara en güzel örneklerindendir [16].

3 Navigasyon sistemleri

Navigasyon sistemi, başka bir deyişle yol kılavuzu, kullanıcıyı gitmek istediği konuma yönlendiren, bunu yaparken kullanıcının hızı, yönü ve konumu gibi bilgileri saptayarak kullanıcıya sunan yöntemdir. Eski çağlarda yön bulmada kullanılan pusula, günümüzde artık genel olarak mevcut verilerin doğrulanmasında kullanılmaktadır. Pusula ve kâğıt haritaların yerini artık küresel uydu sistemleri (GPS), ataletsel navigasyon sistemleri gibi teknolojiler almıştır [8].

Günümüzde navigasyon sistemlerinin hassasiyetinin ve hızının büyük ölçüde artması ile ulaşım alanında kullanımı büyük ölçüde artmıştır. Özellikle okyanus ve denizlerde deniz ulaşımında GPS teknolojisi olmazsa olmaz haline gelmiş

durumdadır. Benzer şekilde şehirlerin ve şehirlerarası yolların artması ile beraber kara ulaşımında da navigasyon kullanımı önemli ölçüde artmıştır. Konum ve yön tespitinde kullanılan GPS teknolojisinin kullanılamadığı durumlarda navigasyonun devamı için ölü hesaplama veya ataletsel navigasyon sistemleri kullanılmaktadır. Bu yöntemler cihazın kendi donanımını kullanarak bir önceki konuma göre hesaplama yaptığından bir süre sonra kişinin konumu yanlış hesaplanmaya başlanacağından kısa süreli kullanılmalıdır [17-19].

Gelişen teknoloji ile beraber navigasyon sistemlerinde de değişiklikler yapılmaya başlanmıştır. Normalde dijital haritalar ve bu haritalar üzerine çizilen rotalar kullanılırken, artık AG teknolojisi ile haritalar ortadan kalkmakta ve rota kullanıcının direkt önüne çizilmektedir. Bunun için normalde kullanılan konum tespit yöntemlerinde geliştirmeler yapılması veya yeni yöntemler geliştirilmesi gerekmektedir. Çünkü yeni sistemlerde artık rota direkt kullanıcının önüne çizildiğinden dolayı 1 cm'lik sapmalar bile önemli değişikliklere sebep olabilmektedir.

3.1 Konum tespit yöntemleri

3.1.1 GPS

GPS teknolojisi dünya yörüngesine yerleştirilmiş uydular aracılığı ile kişinin konumunu tespit eden yöntemdir. AG teknolojisinde dış mekân navigasyonu geliştirilmesinde kullanılmaktadır. Günümüzde ortalama 5-10 m sapma ile kişinin konumunu tespit edebilme kapasitesine sahiptir [20,21]. Kapalı mekânlarda GPS sinyali engellendiğinden dolayı sapma miktarı yüksek miktarda artmaktadır. Bu sebeple iç mekân navigasyonunda kullanımı tercih edilmemektedir.

3.1.2 Wi-Fi

Wi-Fi teknolojisini kullanarak konumu tespit etme yöntemi Wi-Fi sinyalinin gücü ve açısının analiz edilmesi ile gerçekleştirilmektedir. Konumun daha net bir şekilde tespit edilebilmesi için ortama birden fazla Wi-Fi cihazı yerleştirilmesi gerekmektedir. Bu sebeple finansal açıdan maliyetli olabilmektedir ve iç mekân navigasyonu için uygundur. 2.4 GHz frekansa ve 802.11n protokolüne sahip bir Wi-Fi cihazı maksimum 125 m menzile sahiptir ve 1-5 m sapma ile kişinin konumunu tespit edebilmektedir [20,22].

3.1.3 Bluetooth

Bluetooth teknolojisi ile konum tespitinin yapılması Wi-Fi teknolojisine benzemekte olup Bluetooth sinyallerinin gücünün ve yönünün analiz edilmesi ile gerçekleştirilir. Cihaz maliyeti Wi-Fi cihazlarına karşın daha ucuz olmasına rağmen Bluetooth cihazların menzilleri daha kısadır. Bu sebeple daha sık aralıklarla yerleştirilmeleri gerekmektedir. Konum tespiti için ortamda Bluetooth cihazlarının bulunması gerektiğinden dolayı dış mekân navigasyon sistemleri için uygun değildir.

Günlük hayatımızda kullandığımız pek çok cihaz 10 m menzile sahip Sınıf 2 Bluetooth'a sahiptir. Navigasyon sistemlerinde bu kadar az menzilli Bluetooth teknolojisi kullanılması durumunda doğru sonuçlar elde edilmesi mümkün değildir. Bu sebeple Bluetooth teknolojisi kullanılarak gerçekleştirilen navigasyon sistemlerinde 100 m menzile ve 2-5 m hassasiyete sahip Sınıf 1 Bluetooth cihazlar kullanılmaktadır [20,23].

3.1.4 İşaretçiler

İşaretçiler AG destekli iç mekân navigasyonunda en sık kullanılan yöntemlerden biridir. Bu yöntemde navigasyon sisteminin uygulanacağı ortamda, varış noktası olabilecek veya konumun güncellenmesinin kritik olduğu yerlere çeşitli işaretçiler (resimler, QR kod vb.) yerleştirilir. Kişinin konumu bu işaretçilerin AG tarafından taranarak algılanması ile nokta atışı olarak tespit edilir. İşaretçi tabanlı konum bulma yönteminde en önemli nokta navigasyon sisteminin kullanılacağı ortamın birebir modellenmesi ve sanal dünyaya aktarılmasıdır. Aksi takdirde sistem uygulanabilir olmaz. Ortam modellendikten sonra başlangıç veya varış noktası olabilecek konumlar sanal olarak işaretlenir ve her bir noktaya özel bir işaretçi tanımlanır [13]. Ardından bu işaretçiler fiziksel olarak gerçek dünyaya tam olarak bulunması gereken konuma yerleştirilir.

İşaretçi tabanlı konum tespit yönteminde kişinin konumu her ne kadar nokta atışı olarak tespit edilebilse de sürekli bir konum güncellemesinin yapılması mümkün değildir. Bunun sebebi sistemin kişinin konumunu güncelleyebilmesi için yeni bir işaretçinin algılanmasının gerekliliğidir. Bu sebeple daha hassas bir navigasyon istendiği durumlarda çeşitli ara noktalar belirlenmeli ve bu noktalara işaretçiler yerleştirilerek kişinin konumunun yeniden güncellenmesi sağlanmalıdır. Ne kadar çok ara nokta belirlenirse hata oranı o kadar düşer. Ek olarak işaretçilerin her birinin zamanla eskime ve yerinden oynatılma durumlarına karşı kontrol edilmesi gerekmektedir. Çok fazla işaretçi kullanılan sistemlerde işaretçilerin bakımı zorlaşır.

Ayrıca bu durumlarda kişinin konumunun tespit edilememesi veya yerinden oynatılmış bir işaretçi yüzünden yanlış tespit edilmesi gibi durumlar söz konusu olma olasılığı vardır.

3.1.5 Eş zamanlı konum belirleme ve haritalama

Eş Zamanlı Konum Belirleme ve Haritalama (Simultaneous Localization and Mapping, SLAM) yöntemi, AG destekli navigasyon sistemlerinde kullanılabilecek yöntemlerden biridir. Bu yöntemde kameradan alınan görüntüler görüntü işleme teknolojileri ile işlenerek analiz edilir ve görüntüler 3 boyutlu sanal bir haritaya çevrilerek bulutta depolanır. Kullanıcı daha sonra, önceden taranmış konumda navigasyon sistemini çalıştırdığında kameradan elde edilen görüntüler buluttaki veriler ile karşılaştırılır ve kullanıcı konumu 1-2 m sapma ile tespit edilir [24]. Bu yöntemin en büyük avantajlarından birisin kişi bilinmeyen bir konuma girdiğinde dahi sistemin çalışabilmesidir. Bu durumda SLAM kullanıcıya navigasyon hizmetini sağlarken diğer yandan yeni taranan ve oluşturulan haritayı buluta gönderir [25].

SLAM teknolojisi sağladığı avantajların yanında bazı dezavantajları bulunmaktadır. Bu dezavantajlardan biri işlem gücünün çok olmasıdır. Haritaları oluşturmak ve çevreyi analiz etmek için görüntü işleme teknolojileri kullanıldığından dolayı SLAM yönteminin performanslı olarak çalışabilmesi için güçlü bir sistem gerekmektedir. Diğer bir dezavantajı ise SLAM algoritmalarının uygulanabilirliğinin diğer yöntemlere göre daha karmaşık ve zor olmasıdır. Bu yüzden sistemin geliştirilmesi daha uzun zaman almaktadır [24].

3.1.6 Konum tespit yöntemlerinin karşılaştırılması

Konum tespit yöntemlerine ait özellikler ve bu özelliklerin birbiri ile karşılaştırılması Tablo 1'de gösterilmektedir.

Tablo 1. Konum tespit yöntemlerinin karşılaştırılması [20,21].

Konumlandırma Yöntemi	Hassasiyet	Kullanım Alanı	Maliyet
GPS	5 – 10 m	Dış Mekân	Yüksek
Wi-Fi	1 – 2 m	İç Mekân	Düşük
Bluetooth	2 – 5 m	İç Mekân	Yüksek
İşaretçi	Güvenilmez	İç Mekân	Çok Düşük
SLAM	1 – 2 m	İç & Dış Mekân	Düşük

3.2 Navigasyon çeşitleri

3.2.1 Dış mekân navigasyonunda AG kullanımı

Dış mekân navigasyonu günümüzde kara ve deniz ulaşımında veya şehirlerde bir yerleri bulmada sıklıkla kullanılmaktadır. Bunun sebebi artık dış mekân navigasyon sistemlerinin çok gelişmiş olması ve birçok özelliği de beraberinde sunmasıdır. Eskiden sadece bir noktadan diğerine olan rotayı gösteren navigasyon sistemleri günümüzde etrafımızda bulunan pek çok yer ve mekânı da göstermekte, bunlar hakkında çeşitli bilgiler sunmakta ve buralara hangi alternatif yollardan gidilebileceğini kullanıcılara sunmaktadır. AG teknolojisinin gelişmeye başlaması ve farklı alanlarda kullanılmaya başlanması ile beraber dış mekân navigasyon sistemlerinde de AG deneyimi sağlanması için çalışmalar başlatılmıştır. Dış mekân navigasyon sistemleri genel olarak tüm Dünya'yı kapsamaktadır. Bu yüzden geliştirilen navigasyon sistemlerinde konum tespitinin küresel olarak yapılması ve aynı konumda bulunan herkesin aynı deneyimi tecrübe etmesi önemlidir. Bu sebeple dış mekân navigasyonunda GPS teknolojisi veya SLAM teknolojisi ön plana çıkmaktadır.

GPS teknolojisi, kullanılarak AG destekli navigasyon sistemleri geliştirilebilmektedir. Bu sistemler geliştirilirken iki farklı sistem olan GPS teknolojisi ve AG teknolojisi bir arada kullanılır. GPS'ten alınan veriler sayesinde kullanıcı konumlandırılır ve daha önceden ilgili konumlara yerleştirilmiş içerikler kullanıcıya sunulur. Konum tespit yöntemlerinde bahsedildiği üzere GPS teknolojisi ortalama 5-10 m sapma ile kişinin konumunu tespit edebilmektedir. Bu sebeple GPS teknolojisi ve AG teknolojisinin bir arada kullanılması durumunda dünya üzerine yerleştirilmiş bazı nesneler GPS sapması yüzünden normalde olmaları gereken konumdan birkaç metre kaymış bir şekilde çizilebilmektedir. Bu kayma miktarını azaltmak için navigasyon sistemi başlatılmadan önce sapma değerinin tolere edilebilir seviyeye düşmesi beklenebilir. Tolere edilebilir seviye her uygulamaya ve geliştiriciye göre değişmektedir.

Navigasyon hizmeti sağlayan Sygic uygulaması 2017 yılında uygulamasını AG destekli hale getirmiştir. Belirli bir ücret karşılığında sunulan bu hizmet sayesinde kullanıcılar artık çizdirilen rotayı harita yerine direkt gerçek dünya üzerinde görmektedirler. Android ve IOS platformlarında

kullanıma sunulmuştur. Konum tabanlı AG yöntemi kullanılan uygulama GPS ile çalışmaktadır [26].

SLAM teknolojisi dış mekân navigasyonunda GPS yerine tercih edilebilecek yöntemlerden birisidir. GPS teknolojisine göre hassas olduğundan dolayı, dış mekân navigasyonunda daha iyi sonuçlar vermektedir. Ancak, kişinin konumunu tespit ederken görüntü işleme teknolojileri kullanıldığından dolayı yüksek işlem gücüne sahip cihazlarda çalışmaktadır. Google şirketi bu konuda çalışma yapmış ve Google Maps AR isminde AG destekli navigasyonunu piyasaya sürmüştür. Şu anda sadece birkaç şehirde çalışan Google Maps AR uygulaması konum tespiti için SLAM teknolojisini kullanmakta ve oluşturulan 3 boyutlu haritalar Google sunucularında saklanmaktadır. Ayrıca, navigasyon hizmetlerine ilaveten, etrafta bulunan önemli binalar hakkında canlı olarak bilgi de vermektedir [27].

3.2.2 İç mekân navigasyonunda AG kullanımı

Son yıllarda teknolojinin de gelişmesi ile beraber dünya üzerinde neredeyse herkes akıllı telefon kullanmaya başlamıştır. Buna paralel olarak dünya üzerinde çok büyük ve karmaşık yapılar da inşa edilmeye başlanmıştır. Bu yüzden insanlar bu binalar içerisinde yönlerini bulmakta zorlanmaya başlamıştır. Yapılar içerisine her ne kadar harita veya görevli kişiler yerleştirilse de gidilecek yere varana kadar birkaç defa haritaya bakmak veya birilerine sormak gerekebilmektedir. Bu problemlerin önüne geçebilmek için AVM, uluslararası havalimanı, fuar gibi karmaşık yerlerde iç mekân navigasyon uygulamaları kullanılmaya başlamıştır. Bu uygulamalar Wi-Fi, Bluetooth veya görsel işaretçiler yardımı ile kişinin konumunu tespit etmekte, istediği yöne doğru 2 boyutlu harita üzerinde navigasyon hizmeti sunmaktadır. Son yıllarda gelişen teknoloji ile beraber iç mekân navigasyonları da AG teknolojisi ile beraber kullanılmaya başlanmıştır. Kişinin konumu yine eski sistemle benzer şekilde Wi-Fi, Bluetooth ya da görsel işaretçiler yardımı ile tespit edilmekte ve kişinin önüne canlı olarak gitmesi gereken rota çizilmektedir.

İç mekân navigasyonunda GPS teknolojisinin kullanılmamasının nedeni, GPS sinyallerinin kapalı mekânlarda engellenmesidir. Bu sebeple sapma çok yüksek değerlere ulaştığından AG deneyimi sekteye uğramaktadır. Bunun yerine bina içerisinde bulunan Wi-Fi cihazları, belirli noktalara yerleştirilen Bluetooth cihazları veya görsel işaretçiler kullanılmaktadır. Wi-Fi veya Bluetooth sinyalleri analiz edilerek kullanıcının konumu düşük sapmalar ile tespit edilir. Diğer bir yöntem ola görsel işaretçilerde ise iç mekân navigasyon sistemlerinde en sık tercih edilen yöntemdir. Bu yöntem herhangi bir ek cihaz gerektirmediğinden dolayı en maliyetsiz yöntemdir. Belirli noktalara yerleştirilen işaretçiler kamera tarafından algılandığında kişinin konumu tespit edilmiş olur.

Heathrow ve Dubai havalimanlarında, bazı müzelerde ve Volkswagen Zwickau fabrikasında "Insider Navigation" isimli uygulama iç mekân navigasyonu olarak kullanılmaktadır. Uygulama kişinin konumunu tespit etmek için görsel işaretçileri kullanmaktadır ve navigasyon hizmetine ek olarak etrafta bulunan nesneler hakkında bilgiler de vermektedir [28].

4 Sonuç

Bu bildiride AG teknolojisi, navigasyon sistemleri ve konum tespit yöntemleri hakkında yapılan kapsamlı araştırmaların bir özeti sunulmuştur. Elde edilen sonuçlar neticesinde AG destekli navigasyon sistemlerinin geliştirilebilmesi için en önemli iki konu olan AG'nin geliştirme yöntemleri ve konum tespit yöntemleri detaylı bir şekilde açıklanmıştır. Ayrıca, iç ve dış mekân navigasyon sistemleri tanıtılmış ve bu uygulamaların geliştirilmesinde hangi yöntemlerin veya teknolojilerin daha çok tercih edildiği tartışılmıştır.

Kaynaklar

[1] Baum LF. *The Master Key an Electrical Fairy Tale*, 1901.

[2] "Augmented Reality". https://en.wikipedia.org/wiki/Augmented_reality (18.11.2020).

[3] Chen D. "EyeTap for Visual Collaboration". https://www.youtube.com/watch?v=jSAGHqcVupE&ab_channel=DanielChen (15.11.2020).

[4] "EyeTap". https://en.wikipedia.org/wiki/EyeTap (10.11.2020).

[5] Evans G, Miller J, Pena MI, Allister AM, Winer E. *Evaluating the Microsoft HoloLens Through an Augmented Reality Assembly*, Degraded Environments: Sensing, Processing, and Display, Vol. 10197, 2017.

[6] Kitao E. *Pokémon Go*, Association of Pacific Coast Geographers, Vol. 79, 2017.

[7] "Number of Mobile Augmented Reality (AR) Users Worldwide from 2015 to 2023". https://www.statista.com/statistics/1098630/global-mobile-augmented-reality-ar-users (15.11.2020).

[8] Lee J. *Introduction to Navigation Systems*, Multi-purposeful Application of Geospatial Data, IntechOpen, 2017.
[9] "Navigation". https://en.wikipedia.org/wiki/Navigation#History (03.01.2021).
[10] "Car Navigation History: From Rolled Paper Maps to CarPlay Connected Sygic App". https://www.sygic.com/blog/2018/car-navigation-history (07.01.2021).
[11] Blinghurst M, Clark A, Lee G. *A Survey of Augmented Reality*, Foundations and Trends in Human-Computer Interaction, Vol. 8, No. 2-3 (2014), 73-272, 2015.
[12] "What is an SDK? Everything You Need to Know". https://clevertap.com/blog/what-is-an-sdk/ (28.03.2021).
[13] Akbaş FM, Güngör C. *Arttırılmış Gerçeklikte İşaretçi Tabanlı Takip Sistemleri Üzerine Bir Literatür Çalışması ve Tasarlanan Çok Katmanlı İşaretçi Modeli*, Fen ve Mühendislik Dergisi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir, 19(56), Mayıs 2017.
[14] "Marker-based vs Markerless Augmented Reality: Pros, Cons & Examples". https://overlyapp.com/blog/marker-based-vs-markerless-augmented-reality-pros-cons-examples (18.11.2020).
[15] Romli R, Razali AF, Ghazali NH, Hanin NA, Ibrahim SZ. *Mobile Augmented Reality (AR) Marker-based for Indoor Library Navigation*, 1st International Symposium on Engineering and Technology (ISETech), Materials Science and Engineering Vol. 767(2020), 2019.
[16] "What is Markerless Augmented Reality?". www.marxentlabs.com/what-is-markerless-augmented-reality-dead-reckoning (28.12.2020).
[17] "Introduction to Marine Navigation". http://fer3.com/arc/imgx/bowditch1995/chapt01.pdf (12.11.2020).
[18] "Automotive Navigation System". https://en.wikipedia.org/wiki/Automotive_navigation_system (06.01.2021).
[19] Güner DRL, Özgören MK, Platin BE. *Küresel Konumlama Sistemlerinin Kullanılamadığı Durumlarda Ataletsel Navigasyon Sistemlerinin Başarımının Korunması*, EMO Bilimsel Dergi,3(5), 55-61, Haziran 2013.
[20] Malek MFBA, Sebastian P, Drieberg M. *Augmented Reality Assisted Localization for Indoor Navigation on Embedded Computing Platform*, IEEE International Conference on Signal and Image Processing Applications (IEEE ICSIPA), September 2017.
[21] Ng XH, Lim WN. *Design of a Mobile Augmented Reality-based Indoor Navigation System*, International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies (ISMSIT), October 2020.
[22] "What's the difference between 2.4 GHz and 5 GHz Wifi?". https://www.centurylink.com/home/help/internet/wireless/which-frequency-should-you-use.html (08.01.2021).
[23] "What is the maximum range of a Bluetooth connection?". https://www.samsung.com/levant/support/mobile-devices/what-is-the-maximum-range-of-a-bluetooth-connection/ (08.01.2021).
[24] "What Is SLAM?". https://www.mathworks.com/discovery/slam.html (18.11.2020).
[25] Manhed J. *Investigating Simultaneous Localization and Mapping for an Automated Ground Vehicle*, M.Sc. Thesis, Linköping University, Sweeden, 53s, 2019.
[26] "Sygic"". https://www.sygic.com (02.11.2020).
[27] "ARCore". https://arvr.google.com/ar/ (02.02.2021).
[28] "Insider Navigation. "https://insidernavigation.com/insider-navigation (06.05.2021).

Çeşitli Kanal Tahmin Teknikleri için FBMC ve OFDM Sistemlerinin İncelenmesi

Bircan ÇALIŞIR[1]*, Ayhan AKBAL[2]

[1]*Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Elazığ, TÜRKİYE*

[2]*Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Elazığ, TÜRKİYE*

Özet

Kablosuz haberleşme sistemlerinde giderek artan hız ve yüksek veri güvenliği talebi araştırmacıları daha kaliteli iletişim teknikleri keşfetmeye yönlendirmektedir. Geçmişte ve halihazırda günümüzde de etkinliği ve uygulanabilirliğini sürdüren OFDM bir modülasyon ve çoğullama tekniği olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu tekniğin spektral verimlilik anlamındaki dezavantajından dolayı gelecek 5. Nesil uygulamalarda önemli ve cezbedici bir teknik olarak FBMC tekniği ortaya çıkmıştır. Bu çalışmada iletimin sağlıklı yapılmasında büyük rol oynayan kanalın karakteristiğini belirlemeye yardımcı olacak kanal tahmin uygulaması gerçekleştirilmiştir. OFDM ve FBMC modülasyon teknikleri kullanılarak yapılan kanal tahmin uygulamaları kapsamında pilot sembol destekli ve kodlama kanal tahmini teknikleri karşılaştırılmıştır. Karşılaştırmalar, kullanılan kodlama tekniğinin karmaşıklık anlamında çok daha karmaşık olduğunu ortaya koymuştur.

Anahtar Kelimeler: *OFDM, Kablosuz Haberleşme, FBMC, Kanal Kestirimi*

Manuscript Title

Abstract

The increasing speed and high data security demand in wireless communication systems lead researchers to discover better quality communication techniques. OFDM, which continues to be effective and applicable in the past and nowadays, emerges as a modulation and multiplexing technique. Due to the disadvantage of this technique in terms of spectral efficiency, FBMC technique has emerged as an important and attractive technique in future 5th generation applications. In this study, the channel estimation application that will help determine the characteristic of the channel, which plays a major role in making the transmission sound, has been performed. Within the scope of channel estimation applications using OFDM and FBMC modulation techniques, pilot symbol supported and coding channel estimation techniques were compared. The comparisons revealed that the coding technique used is much more complex in terms of complexity.

Keywords: *OFDM, Wireless Communication, FBMC, Channel Estimation*

1 Giriş

Haberleşme sistemlerinde, düşük uygulama karmaşıklığı nedeniyle OFDM modülasyonu, bu güne kadar oldukça popüler olmuştur. OFDM modülasyonu, yapısındaki hızlı fourier dönüşümü (FFT) ve çevrimsel önek (CP) olarak bilinen istenmeyen sembolleri kullanarak, alıcıdaki kanal bozulmalarını çok basit bir şekilde telafi edilmesini sağlar [1]. Bununla birlikte, dikdörtgen darbeli şekillendirilmiş FFT filtreleri, belirgin bir spektral sızıntıya yol açar, meydana gelen bu bant dışı emisyonları önlemek için spektrumun kenarlarında büyük koruma bantlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Ek olarak, CP yararlı bilgi taşımadığından dolayı ek bir spektrum kaybı gözlenir. Bu sınırlamalarla birlikte, son zamanlarda CP-OFDM sistemlerine kıyasla avantajlı bir modülasyon olarak, kaydırılmış QAM tabanlı FBMC (Filter Bank Multi Carrier Ofset QAM-FBMC-OQAM) alternatif olarak çok dikkat çekmiştir [2]. Çok taşıyıcılı modülasyonun bir çeşidi olan OFDM, kablosuz haberleşme için çok taşıyıcılı

ortamlarda yüksek bilgi hızı sağlamaktadır. OFDM sisteminde kanal kestirimi önemli bir aşamadır ve kestirimin esas amacı alıcı ile verici arasındaki haberleşme kanalını tanımlamaktır. Bozucu etkiler, frekans yanıtı ve çoklu yol gecikmelerine bağlı olarak rasgele değişen bir kanalda iletim yapılırken, gönderilen verilerin alıcıda doğru bir şekilde yeniden elde edilebilmesi için kanal kestirimi önemli bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır. Kablosuz haberleşmenin doğası gereği verici tarafından iletilen bilgi radyo kanalından geçerek alıcıya ulaşır. Alıcı tarafında ise iletilen bilginin tekrardan doğru bir şekilde elde edilebilmesi için, iletilen işarete kanalın etkisinin kestirilmesi gerekliliği ortaya çıkmıştır [3-5]. Radyo kanalının oldukça fazla dinamik olması iletilen işaretin alıcı tarafından alınana kadar birçok bozucu etkiyle karşılaşmasına ve işaretin bozulmasına yol açmaktadır, bu durum da sistemin performansında sınırlamalara neden olmaktadır. Kablosuz haberleşme kanalı için önemli bir problem olan kanal kestirimi çözülmesi gereken öncelikli bir problem haline gelmektedir.

2 OFDM ve FBMC

2.1 Pilot Sembol Destekli Kanal Tahmini

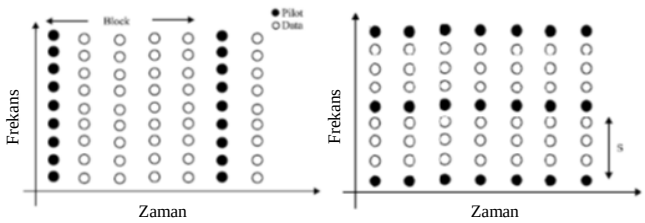
OFDM'de pilot sembol destekli kanal kestirimi yapmak için öncelikle alt taşıyıcıların birkaçı kullanılır. Kanal kestirim yöntemlerini zaman ve frekans bölgesi kestirim yöntemleri olarak iki grupta inceleyebiliriz. Frekans düzlemi kestirimde ilk aşama, değeri bilinen pilot alt taşıyıcılar için kanalın frekans cevabını bulmaktır.

$$\hat{H}_{LS} = diag(X)^{-1}Y + diag(X)^{-1}W \tag{1}$$

En küçük kareler (LS-Least Square) yöntemi ile kanaldaki pilotsuz alt taşıyıcıları elde etmek için ara değer bulma yöntemi Denklem 1'de ifade edilmektedir. Q ara değer bulma matrisini temsil ederken Denklem 2'de kanal cevabı elde edilmiştir.

$$\hat{H} = Q\hat{H}_{LS} \tag{2}$$

Kestirimin esas amacını, Q matrisini düşük hesaplama karmaşıklığındaki sistem için olabilecek en yüksek doğrulukla elde etmek oluşturmaktadır. Pilot tabanlı kanal kestirimi tekniğinde, iletilen bilgi sembollerinin arasına değeri bilinen semboller de eklenir. Bu eklemeyi yaparken pilot semboller arasındaki aralık kanalın evre uyumlu zamanına bağlı olarak değerlendirilmelidir. İletilen bilgi sembollerinin arasına eklenen bu pilot sembollerin değeri alıcı tarafta bilindiği için iletimin yapıldığı kanalın bu sembollere etkisi de bilinir ve MMSE kanal kestirimi algoritmasıyla bu etkiye ters etki yapacak bir denkleştirici geliştirilir. Buna ek olarak kanalın frekans cevabının evre uyumlu zaman aralığı içinde sabit kaldığı düşünülerek, pilot semboller ve birlikte iletilmiş olan bilgi sembolleri aynı denkleştiriciden geçirilerek kanaldaki gürültü, gecikme, kayma gibi bozucu etkiler yok edilir. Kullanılan pilot sembollerinin bilgi sembolleri içindeki yerleşimine göre blok tipi pilot ekleme ve tarak tipi pilot ekleme olarak Şekil 1'de verildiği gibi iki gruba ayrılabilir.



Şekil 1. Blok ve tarak tipi pilot semboller

FBMC'de pilotlar zaman ve frekansta dağıldığında, bir pilotun komşu sembollerden gelen içsel girişimden etkilenmesine engel olmak için çeşitli yöntemler önerilmiştir. Bu etkiyi yok etmek için, mevcut birçok algoritma, pilot sembollerdeki içsel girişimin elimine edildiğini garanti etmek için bir veya daha fazla komşu sembolün değerini doğru şekilde düzeltir. Pilot sembollerle sadece bir komşu sembol kullanılıyorsa, bu sembol yardımcı pilot olarak adlandırılır [3, 6]. Bu teknik, bir karmaşık QAM sembolüne karşılık gelen iki OQAM sembolü kullanmaktadır. Bu nedenle bu yapı, bir karmaşık pilotun OFDM'e benzer bir sistemle iletimi ile aynı iletim yüküne sahiptir. Yardımcı pilot destekli kanal tahmin tekniğinin dezavantajlarından biri, yardımcı pilotun genliğinin komşu sembollere bağlı olması ve bu genlik değerinin çok yüksek olabildiğidir ki bu da tepe güç-ortalama güç oranının yüksek olmasına neden olmaktadır. [9, 4]. Pilot sembol destekli kanal tahmin edicilerinin çoğu, alt taşıyıcı seviyesinde yeterince düz bir kanal varsayımıyla çalışmaktadır. [5] 'de yazarlar, yüksek frekanslı seçici kanallar için oldukça yüksek olacak olan bir pilot yük pahasına yardımcı pilot tekniğini genelleştirmektedir.

[7,8,10] 'de yazarlar, pilot tekniğini MIMO sistemlere genişletmişlerdir.

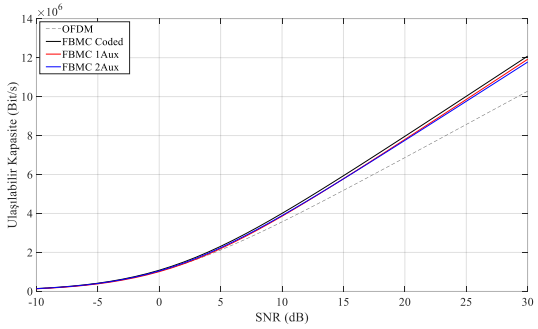
FBMC'de pilot sembol destekli kanal tahmini yapabilmek için pilot sembollerdeki imajiner girişim iptal edilmelidir. Pilot başına ayrılmış her bir sembol, yardımcı sembol (auxilary) olarak tanımlanmaktadır. Ancak yardımcı sembolün veri sembolüne kıyasla önemli bir dezavantajı büyük bir güç kaymasına sahip olmasıdır. İmajiner girişim, yardımcı pilot sembollere uygun değerler verildiğinde tam olarak iptal edilebilir. Denklem 3'de yardımcı pilot semboller formüle edilmiştir.

$$x_p = \left[D_{P,P} D_{P,D} D_{P,A}\right] \begin{bmatrix} x_P \\ x_D \\ x_A \end{bmatrix} \tag{3}$$

Denklem 3'de, x_P, pilot pozisyonlardaki tüm terimleri x_D, veri pozisyonundaki terimleri gösterir ve x_A, yardımcı pilot pozisyonlardaki terimlerini temsil eder. Denklem 4'de ise yardımcı pilot güç ofseti de tanımlanmıştır.

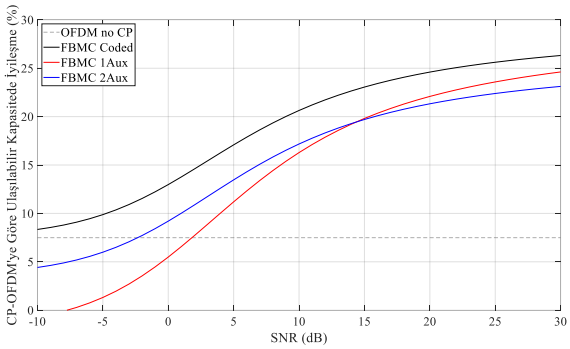
$$K_A = \frac{P_A}{P_D} \tag{4}$$

Veri sembollerinin gücü P_D, yardımcı pilot sembollerin gücü P_A olmak üzere yardımcı pilot sembollerin gücü, veri sembollerinin gücünden daha düşüktür. Bu durumda veri sembollerinin sayısında azalma gözlenir, ancak kapasitede artışı olur çünkü güçteki kayma kayıp veri sembollerine iletilir.



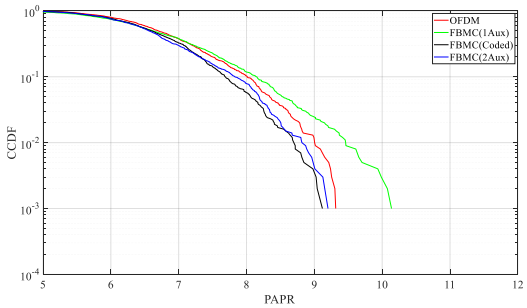
Şekil 2. Geliştirilen kapasite-SNR ilişkisi

Ulaşılabilir kapasite-SNR ilişkisi Şekil 2'de, OFDM, kodlanmış FBMC ve yardımcı pilot sembolleri kullanan FBMC için gösterilmiştir ve OFDM'in FBMC'den daha düşük kapasiteye sahip olduğunu sonucuna varılmıştır.



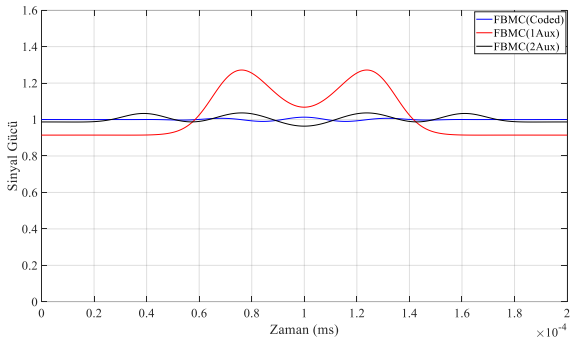
Şekil 3. CP-OFDM'e kıyasla geliştirilen kapasite

Şekil 3'te görüldüğü gibi kodlama tekniği ile kanal tahmini yapılan FBMC'nin yüksek karmaşıklığa sahip olduğu ve yardımcı pilot sembolleri tekniğini kullanan FBMC'nin, kodlanmış FBMC'ye kıyasla daha düşük karmaşıklığa sahip olduğu görülmüştür. Her bir veri pozisyonunun, ayrı bir zaman Gauss kanalı ve Denklem 5 ve Denklem 6 ile sırasıyla OFDM ve FBMC için formüle edilen ulaşılabilir kapasiteye sahip olduğu varsayılmaktadır.



Şekil 4. OFDM ve FBMC modülasyonları için CCDF-PAPR ilişkisi

Köklerin karesi tekniği ile PAPR azaltmaya göre CCDF eğrisi Şekil 4'te gösterilmiştir. PAPR'deki maksimum azalma 8 dB'dir ve OFDM, FBMC'den büyük PAPR performansına sahiptir.



Şekil 5. Bir ve iki yardımcı sembol kullanan FBMC ve Coded FBMC'de sinyal gücü

Şekil 5'te FBMC'nin bir yardımcı sembol, iki yardımcı sembol ve kodlama tekniği ile kanal tahmini teknikleri için sinyal gücü, gösterilmektedir. Şekilden bir yardımcı sembol kullanan FBMC'nin sinyal gücünde dalgalanmalar olduğu açıkça görülmektedir. Kodlama ile kanal tahmini yapan FBMC ve iki yardımcı sembol ile kanal tahmini yapan FBMC, tüm zaman periyodunda birbirine yakın sinyal gücüne sahiptir.

2.2 Kodlama Tekniği ile Kanal Tahmini

İmajiner girişim yardımcı pilot semboller yerine, verilerin pilot pozisyonlarda kodlanmasıyla da iptal edilebilir. Veri kodlaması tekniği ile yapılan kanal tahmini, yardımcı pilot sembollerle yapılan kanal tahmininden daha karmaşık bir yaklaşımdır. Ayrıca, yardımcı pilot semboller, alıcıda ek hesaplamalar gerektirmezler. Dahası iki yardımcı pilot sembol ile bir yardımcı pilot sembol kullanılmasının yaklaşık olarak aynı karmaşıklığa sahip olduğu görülmektedir.

$$C_{OFDM} = \frac{|D|\log_2\left(1+\frac{P_D}{P_n}\right)}{KT} \tag{5}$$

$$C_{FBMC} = \frac{|D|\frac{1}{2}\log_2\left(1+\frac{P_D}{P_n/2}\right)}{KT} \tag{6}$$

FBMC'de uygulamalar gerçek düzlemde yapıldığından kapasite çoğaltıcı formülasyonuna ½ çarpanı eklenmiştir, karmaşık gürültü gücü ise iki kat düşmüştür. Sonuç olarak, aynı sayıda alt taşıyıcıyı (L) ve aynı iletim gücünü (Ps) göz önünde bulundurarak OFDM ve FBMC'nin kapasitesini Denklem 5 ve 6 ile elde ederiz. Denklem 5 ve 6'yı dikkate aldığımızda Denklem 7, 8 ve 9'u elde edebiliriz.

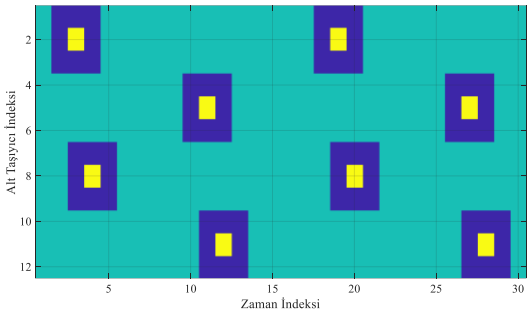
$$P_D^{OFDM} = P_D^{OFDM,noCP} = 2P_D^{FBMC,Cod} \tag{7}$$

$$C^{OFDM,noCP} = C^{FBMC,Cod} \tag{8}$$

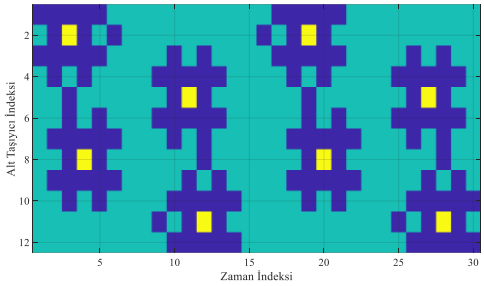
$$C^{OFDM,noCP} > C^{FBMC,Aux} \tag{3.37}$$

Yardımcı pilot semboller enerjiye sahip olmadıklarından dolayı, CP olmayan OFDM'nin erişilebilir kapasitesi, yardımcı pilot sembolleri ile tahmini yapan FBMC'den daha yüksektir. FBMC alt taşıyıcılarının kodlanan pilot sembol sayısı 8 ve 16 olması durumlarında pilot sembollerde kodlama tekniğinden elde edilen alt taşıyıcıların dizilimi Şekil 6 ve Şekil 7'de, yardımcı semboller tekniği

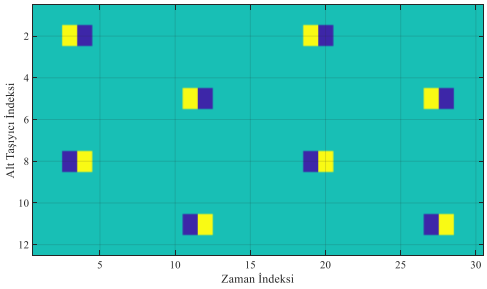
kullanılması durumunda elde edilen alt taşıyıcıların dizilimi ise Şekil 8'de ise verilmiştir. Yapılan uygulamalarda, iterasyon sayısı 1000, OFDM'de yardımcı güç ofseti 1 ve FBMC'deki yardımcı güç ofseti 2 olarak tanımlanmıştır. FBMC, CP bulundurmadığı için OFDM ile karşılaştırıldığında daha yüksek spektral verimliliğe sahiptir. FBMC ile 1.4 MHz LTE uyumlu ve alt taşıyıcıların frekansı 15 kHz, ön ek uzunluğu 4.75 μs olan OFDM kıyaslanmıştır. Uygulamada kullanılan OFDM sembol sayısı $K_{OFDM} = 14$, FBMC sembol sayısı $K_{FBMC} = 30$, ancak bu sembollerin hepsi gerçek değerlidir ve karmaşık sembollerin sayısı 15'e eşittir. CP olmadan OFDM $K_{OFDM,noCP} = 15$ sembol kullanır.



Şekil 6. Kodlanan pilot sembol sayısı 8 için kodlanmış pilot sembol örnekleri



Şekil 7. Kodlanan pilot sembol sayısı 16 için kodlanmış pilot sembol örnekleri



Şekil 8. Yardımcı pilot semboller tekniğini kullanan pilot örnekler

Karmaşıklık önemli olmadığında FBMC, kanal tahmininde kodlama tekniğini kullanır. FBMC için kullanılan kodlama tekniği, pilot pozisyonlardaki imajiner girişim nedeniyle OFDM'de olduğu gibi basit kanal kestirimi sağlayamaz ancak düşük PAPR ve kayıpsız enerji imkanı sunmaktadır. Karmaşıklıktan taviz veremediğimiz uygulamalarda, yardımcı pilot sembol destekli kanal tahminini FBMC için kullanabiliriz ancak bir yardımcı pilot sembol destekli FBMC, PAPR'den dolayı çok fazla güç kaybına ve çok fazla enerji tüketimine ihtiyaç duymaktadır. Bu sebeple, düşük PAPR ve yüksek ulaşılabilir kapasite sunan iki yardımcı pilot sembol destekli kanal tahminini FBMC için tercih edilmektedir.

3 Sonuçlar

Bu çalışmada literatürde oldukça geniş yer tutan OFDM ve FBMC modülasyon teknikleri kullanılarak yapılan veri iletimi için çeşitli kanal tahmin teknikleri değerlendirilmiştir. Özellikle FBMC için kodlama ve bir pilot sembolle iki pilot sembol tekniği ulaşılabilir kapasite, CCDF-PAPR ilişkisi, sinyal gücü parametreleri açısından karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Uygulamalar sonucunda tercih edilecek tekniğin kullanım amacı ve kullanıcı tercihi bakımından çeşitlilik gösterdiği vurgulanmıştır. Uygulamada karmaşıklık önemli olmadığında FBMC, kanal tahmininde kodlama tekniğini kullanır. Karmaşıklığın önemli olduğu uygulamalarda, FBMC yardımcı pilot sembol destekli kanal tahminini kullanır ancak bir yardımcı pilot sembol destekli FBMC, PAPR'den dolayı çok fazla güç kaybına ve çok fazla enerji tüketimine ihtiyaç duymaktadır. Dolayısıyla düşük PAPR ve yüksek ulaşılabilir kapasite sunan iki yardımcı pilot sembol destekli kanal tahminini FBMC için tercih edilmektedir.

Kaynaklar

[1] Li YG, Stuber, GL. "Orthogonal Frequency Division Multiplexing for Wireless Communications". *Springer Science & Business Media*, New York, 2006.

[2] Bellanger M. "Efficiency of Filter Bank Multicarrier Techniques in Burst Radio Transmission". *2010 IEEE Global Telecommunications Conference GLOBECOM*, Miami, Florida, USA, 2010.

[3] Javaudin JP, Lacroix D, Rouxel A. "Pilot-Aided Channel Estimation for OFDM/OQAM". *In The 57th IEEE Semiannual Vehicular Technology Conference*, Jeju, South Korea, 2003.

[4] Cui W, Qu D, Jiang T, Farhang-Boroujeny B. "Coded Auxiliary Pilots for Channel Estimation in FBMC-

OQAM Systems". *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, C. 65, 2936–2946, 2016.

[5] Mestre X, Kofidis E. "Pilot-Based Channel Estimation For FBMC/OQAM Systems Under Strong Frequency Selectivity". *In 2016 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP)*, Shanghai, China, 2016.

[6] Stitz TH, Ihalainen T, Viholainen A, Renfors M. "Pilot-Based Synchronization And Equalization in Filter Bank Multicarrier Communications". *EURASIP Journal Advances in Signal Proccessing,* 2010(1–9), doi:10.1155/2010/741429, 2010.

[7] Javaudin JP, Jiang Y. "Channel estimation for iterative MIMO OFDM/OQAM transceivers". *14th European Wireless Conference*, Prague, Czech .Republic, 2008.

[8] Javaudin JP, Jiang Y. "Channel Estimation in MIMO OFDM/OQAM" *Proccessing IEEE 9th Workshop Signal Processing Advanced Wireless Communication. (SPAWC)*, Recife, Brazil, 2008.

[9] Lele, C., Legouable, R. ve Siohan, P. "Channel Estimation with Scattered Pilots in OFDM/OQAM". *IEEE 9th Workshop on Signal Processing Advances in Wireless Communications (SPAWC)*, 286–290, Recife, Brazil, 2008.

[10] Bader F, Shaat M. "Pilot Pattern Adaptation and Channel Estimation in MIMO WiMAX-like FBMC System". *6th International Conference on Wireless and Mobile Communications*, Chengdu, China, 2010.

Ara bellek tabanlı yöntem ile akan mekânsal verilerin ön işlemden geçirilerek kaydedilmesi

Murat TAŞYÜREK[1]*

[1]*Kayseri Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Kayseri, TÜRKİYE*

Özet

Nesnelerin interneti (IoT - internet of things) teknolojisinin yaygın olarak kullanılması ile birlikte anlık olarak üretilen veri boyutu ve veri üretim hızı sürekli artmaktadır. IoT tarafından sürekli olarak üretilen bu veriler akan veri (streaming data) olarak adlandırılmaktadır. Akan veri, genel olarak eşzamanlı ve küçük boyutlarda (Kilobayt seviyesinde) gönderilen ve binlerce veri kaynağı tarafından sürekli olarak üretilen verilerdir. Akan veriler, sürekli olarak üretildiğinden dolayı güncel olmaktadır ve günümüzde sıklıkla kullanılan veri madenciliği yöntemleri gibi analiz yöntemleri ile incelenmesi durumunda faydalı bilgiler elde edilmektedir. Akan verilerin analiz edilebilmesi için verilerin uygun formatta veri tabanı sistemlerine veya dosya sistemlerine kaydedilmesi gerekmektedir. Ancak, akan verilerin sistemlere kaydedilmesi verinin hızından ve sürekliliğinden dolayı ve aynı zamanda verinin kaydedilmeden önce veri üzerinde işlem yapılması gereken durumlar olabileceğinden dolayı oldukça zor bir problemdir. Bu çalışmada, Kayseri Büyükşehir Belediyesi (KBB) ulaşım araçlarında bulunan validator cihazları tarafından sürekli olarak gönderilen ve akan veri sınıfında olan verilerin mekânsal veri tabanı sistemlerine ön işlemden geçirilerek kaydedilmesi için ara bellek (buffer) tabanlı bir sistem önerilmiştir. Önerilen yöntemin performansı gerçek veriler üzerinde klasik yöntem ile karşılaştırılmıştır. Deneysel sonuçlar, önerilen ara bellek tabanlı yöntemin klasik yönteme göre daha hızlı cevap verdiğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: *Akan Veri, Mekânsal Veriler, Veri Tabanı*

Pre-Processing and Saving Streaming Spatial Data Using a Buffer Method

Abstract

With the widespread use of the Internet of Things (IoT), the instantly generated data size and data production speed are constantly increasing. These data continuously produced by IoT are called streaming data. Streaming data is data that is generally sent simultaneously and in small sizes (in kilobyte size) and continuously generated by thousands of data sources. Flowing data is up-to-date because it is constantly produced, and useful information is obtained when analyzed with analysis methods such as data mining methods frequently used today. In order to analyze the flowing data, the data must be recorded in database systems or file systems in an appropriate format. However, saving the flowing data in the systems is a very difficult problem due to the speed and continuity of the data and also because there may be situations where the data must be processed before the data is saved. In this study, a buffer-based system is proposed for pre-processing and recording of data in the data class that is continuously sent and flowing by the validator devices in Kayseri Metropolitan Municipality (KBB) transportation vehicles. The performance of the proposed method was compared with the classical method on real data. Experimental results have shown that the proposed buffer-based method responds faster than the classical method.

Keywords: *Streaming Data, Spatial Data, Database*

1 Giriş

Nesnelerin interneti (IoT- internet of things) teknolojisinin yaygın kullanılması ile birlikte anlık olarak üretilen veri boyutu ve veri üretim hızı sürekli artmaktadır [1, 2]. IoT tarafından sürekli olarak üretilen bu veriler akan veri (streaming data) olarak adlandırılmaktadır [3]. Akan veri, genel olarak eşzamanlı ve küçük boyutlarda (Kilobayt seviyesinde) gönderilen ve binlerce veri kaynağı tarafından sürekli olarak üretilen verilerdir. Akan veriler, sürekli olarak üretildiğinden dolayı güncel olmaktadır ve günümüzde sıklıkla kullanılan veri madenciliği yöntemleri gibi analiz yöntemleri ile incelenmesi durumunda faydalı bilgiler elde edilmektedir [4]. Akan verilerin analiz edilebilmesi için verilerin uygun formatta veri tabanı sistemlerine veya dosya sistemlerine kaydedilmesi gerekmektedir. Bu çalışmada, Kayseri Büyükşehir Belediyesi (KBB) ulaşım araçlarında bulunan validator cihazları tarafından sürekli olarak gönderilen ve akan veri sınıfında olan verilerin mekânsal veri tabanı sistemlerine ön işlemden geçirilerek kaydedilmesi için ara bellek (buffer) tabanlı bir sistem önerilmiştir. Önerilen yöntemin performansı gerçek veriler üzerinde klasik yöntem ile karşılaştırılmıştır.

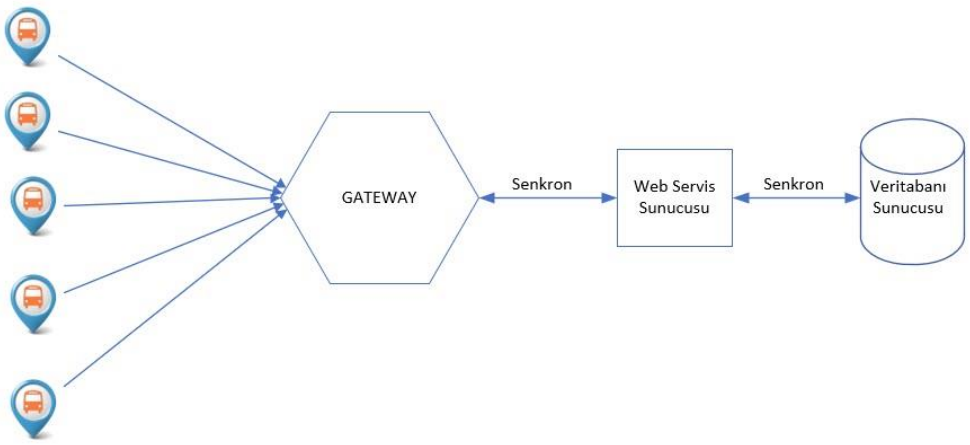
Akan verilerin sistemlere kaydedilmesi verinin hızından ve sürekliliğinden dolayı ve aynı zamanda verinin kaydedilmeden önce veri üzerinde işlem yapılması gereken durumlar olabileceğinden dolayı oldukça zor bir problemdir [5,6]. Akan veriler ilgili sisteme senkron (synchronous) veya asenkron (asynchronous) programlama yöntemleri ile kaydedilebilir [7]. Senkron programlama, yazılımda her bir işlemin sıra ile yapılmasıdır ve bir işlem adımı bitmeden diğer işlem adımına geçilemez [8]. Asenkron programlama; işlemlerin birbirini beklemeden, bağımsız olarak gerçekleşmesidir [9]. Asenkron programlama son yıllarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Azadbakht vd. akan verinin özelliklerini yakalamak için asenkron programlama yöntemini kullanmıştır [10]. Hendricks, finans piyasalarında çevrimiçi durum tanımlayıcılarını akış özelliklerini kullanıp gerçek zamanlı kümeleme için asenkron programlama yöntemini kullanmıştır [11].

2 Problem ve Çözümler

Problem, KBB ulaşım sistemi [12] tarafından üretilen akan mekânsal verilerin kaydedilmesi ve ulaşım sistemlerinde online olarak kullanıcılılara sunulması işleminde ortaya çıkmıştır. İlk olarak akan mekânsal veriler, senkron programlama yöntemi ile ön işlemden geçirilerek veritabanına kaydedilmeye çalışılmıştır. Ancak, geliştirme aşamasında bu sistemin çok uzun sürede cevap verdiği ve akan verileri kaydedemediği görülmüştür. Bu sorunun üstesinden gelmek ve akan mekânsal verileri ön işlemden geçirerek veritabanına kaydetmek için asenkron programlama yöntemini kullanan araba bellek tabanlı yöntem önerilmiştir.

2.1 Senkron Yöntem ile Klasik Çözüm

KBB ulaşım araçlarında bulunan validator cihazları tarafından sürekli olarak gönderilen ve akan veri sınıfında olan veriler otobüs yan numarası, GPS konum bilgisi, anlık yolcu sayısı ve otobüs hat numarasından oluşmaktadır. Gelen bu verilerden aracın hangi hattın gidiş veya dönüş güzergahında çalıştığını bulmak ve aracın güzergâh üzerindeki



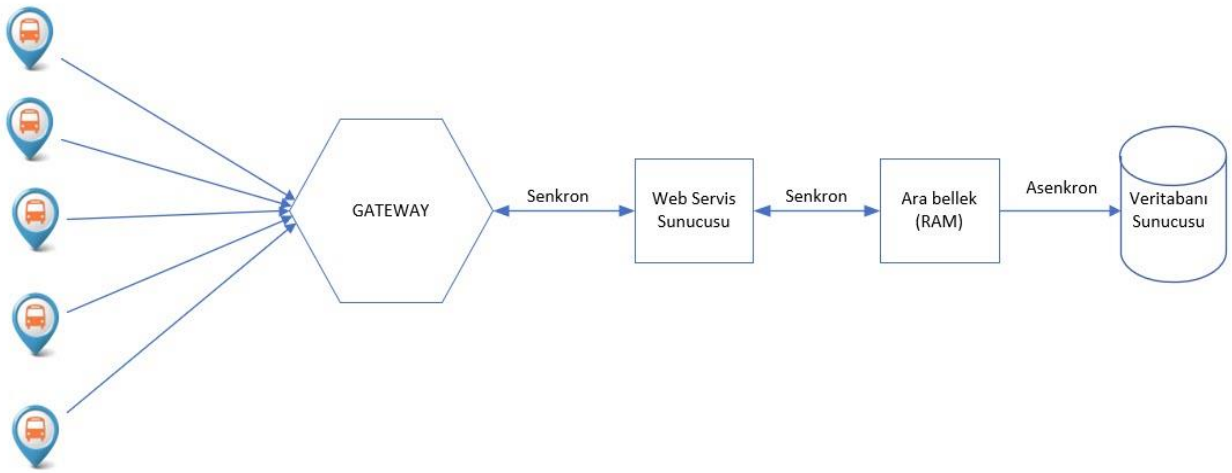
Şekil 1. Senkron Yöntem ile Akan Mekânsal Verilerin Kaydedilmesi

konumunu tespit ederek kullanıcılara harita üzerinde göstermek için verinin ön işlemden geçirilerek kaydedilmesi gerekmektedir. Hat güzergâh bilgisi mekânsal olarak veritabanında tutulduğundan dolayı ön işlemlerin veritabanında gerçekleştirilmesi işlemin süresini hızlandırmaktadır. Şekil 1'de KBB ulaşım validatör cihazları tarafından üretilen akan mekânsal verilerin senkron yöntem ile ön işlemden geçirilerek kaydedilmesi gösterilmiştir. KBB Ulaşım sisteminde 1200 üzerinde araç aktif olarak çalışmakta ve saniye bazında anlık olarak veri göndermektedir. Gateway sunucusu bu verileri senkron yöntem ile web servis sunucusuna iletmekte ve yöntem senkron olduğu için ancak işlem bitince bir sonraki verileri gönderebilmektedir. Web servis sunucusu verileri veritabanına senkron olarak kaydedip cevap verdiğinden dolayı işlemin süresi uzamaktadır. Bu durumda Gateway sunucusu verili geç göndermekte ve akan veriler sisteme zamanında kaydedilememektedir. Bu sorunun üstesinden gelmek ve akan verileri anında sisteme kaydedebilmek için asenkron yöntemi kullanan ara bellek tabanlı bir model önerilmiştir.

2.2 Asenkron Yöntem ile Ara Bellek Tabanlı Çözüm

KBB ulaşım sisteminde saniyede yüzlerce otobüse ait akan mekânsal veriler oluşmakta ve bu verilerin saniyeler içerinde ön işlemden geçirilerek kaydedilmesi gerekmektedir. Gateway sunucusu verileri senkron yöntem ile gönderdiğinden dolayı yönteme cevap gelince ancak sıradaki veriyi gönderilebilmektedir. Bu sorunun üstesinden gelmek için asenkron yöntem kullanan ara bellek tabanlı sistem önerilmiş ve önerilen sistemin mimarisi Şekil 2'de gösterilmiştir. Şekil 2'de Gateway sunucusundan gelen veriler web servis sunucusu tarafından senkron yöntem ile ön belleğe aktarılmaktadır ve Gateway sunucusuna mili saniyeler içerisinde verinin kaydedildiğine dair cevap dönmektedir. Bu işlem sayesinde Gateway sunucusu akan verileri sürekli olarak gönderebilmektedir. Ancak, yüzlerce akan mekânsal verilerin verileri ön işlemden geçirerek veritabanına kaydedilmesi mili saniyelerden daha uzun sürmektedir. Önerilen sistemde akan mekânsal veriler ön bellekte yığın şeklinde tutulmaktadır. Yeni bir araç mekânsal bilgisi geldiği zaman eğer ön bellekte daha önceden araca ait bir bilgi var ise o bilgi güncellenmekte yok ise yığına eklenmektedir. Ara bellekte bulunan veriler asenkron yöntem ile veritabanı sunucusunda ön işlemden geçirilerek kaydedilmektedir. Bu ön işlem esnasında oluşan zaman kaybı işlemler birbirini etkilemediğinden dolayı Gateway sunucusunun veri gönderme sıklığını etkilememektedir.

Ara bellek ve veritabanı sunucusu arasındaki asenkron yöntem belirli aralıklara otomatik olarak çalışmaktadır. Bu işlem sayesinde ara bellekte bulunan bütün veriler veri tabanına ön işlemden geçirilerek diğer sunucularda herhangi bir bekleme veya kitlenmeye yol açmadan veritabanı sunucusuna kaydedilmektedir.



Şekil 2 Asenkron Yöntem ile Akan Mekânsal Verilerin Ara Bellek Kullanarak Kaydedilmesi

3 Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Bu çalışmada KBB ulaşım sistemine ait akan mekânsal veriler kullanılmıştır. KBB ulaşım sistemine ait verilerin bilgisi Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. KBB Ulaşım Sistemi Bilgileri

Tablo Bilgisi	Veri Türü	Kayıt Sayısı
Hat güzergâh bilgisi	Çizgi formatında geometrik veri	1280
Otobüs durak sayısı	Nokta formatında mekânsal veri	6600
Otobüs araçları	Akan mekânsal veri	1207

KBB ulaşım sisteminde 1280 adet otobüs güzergahı, 6600 adet otobüs durağı ve 1207 adet bu sistem üzerinde çalışan araç bulunmaktadır. KBB ulaşım sisteminde 1207 araç tarafından anlık olarak akan mekânsal veri üretilmektedir. Bu mekânsal veriler ön işlemden geçirilerek veritabanına kaydedilmekte ve kullanıcılara sunulmaktadır.

Bu çalışmada yapılan deneyler Intel Xenon Gold 5118 CPU 2.30 GHz (8 Çekirdek) 32 GB Ram 300 GB SSD disk özellikleri ve Windows Server 2016 işletim sistemine sahip sunucu üzerinde yapılmıştır.

3.1 Deneysel Sonuçlar

Deneysel değerlendirme için kullanılan 20 adet akan verinin veri geliş sırası ve veri sayısı Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2. KBB Akan Mekânsal Veri

Veri Geliş Sırası	Veri Sayısı
1	90
2	123
3	40
4	150
5	60
6	152
7	139
8	144
9	98
10	150
11	146
12	128
13	133
14	118
15	150
16	142
17	124
18	145
19	130
20	125

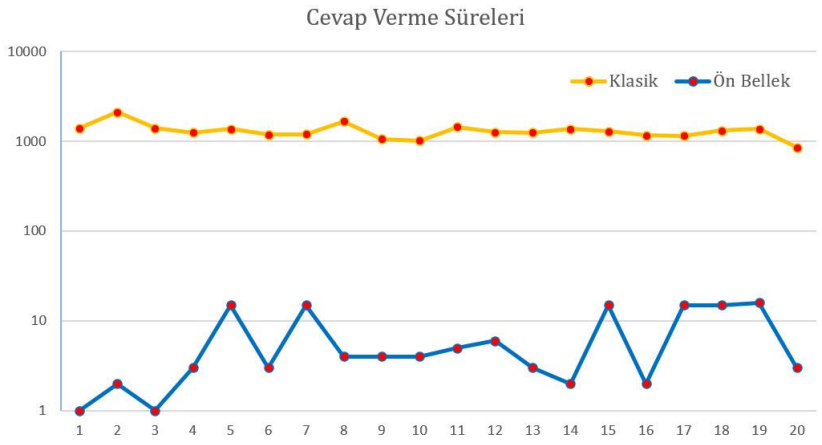
Tablo 2'de bulunan 20 adet akan veri için senkron yöntem ile verileri ön işlemden geçirerek veritabanına kaydeden klasik yöntem ve asenkron yöntem ile verileri ön bellekte tutarak ön işlemden geçiren ön bellek tabanlı yöntemin cevap verme süreleri salise cinsinden incelenmiştir. Klasik yöntem ve ön bellek tabanlı yöntemlerin akan mekânsal verilerin ön işlemden geçirilerek veritabanına kaydetme işlemi esnasında her bir akan veriye cevap verme süresi Tablo 3'te sunulmuştur.

Tablo 3. Yöntemlerin Cevap Verme Süreleri

Veri Geliş Sırası	Klasik	Ön Bellek
1	1406	1
2	2129	2
3	1404	1
4	1250	3
5	1375	15
6	1187	3
7	1203	15
8	1681	4
9	1062	4
10	1020	4
11	1453	5
12	1265	6
13	1249	3
14	1374	2
15	1296	15
16	1171	2
17	1156	15
18	1317	15
19	1374	16
20	859	3

Klasik yöntem ve önerilen ön bellek tabanlı yöntemin cevap verme süreleri Şekil 3'te logaritmik ölçekte gösterilmiştir. Asenkron yöntem kullanarak verileri ön bellekte tutup ön işlemden geçiren önerilen

yöntem, senkron yöntem kullanarak verileri ön işlemden geçiren klasik yönteme göre çok daha hızlı sürede cevap vermiştir. Senkron tabanlı yöntem veriler ön işlemden geçip bütün işlem adımları bittiğinde cevap verdiğinden dolayı cevap verme süresi çok uzundur. Asenkron tabanlı yöntem gelen verilere anında ön belleğe alarak verilerin ön işlem adımlarını beklemeden anında cevap verdiğinden dolayı cevap verme süresi hızlıdır.



Şekil 3 Yöntemlerin Cevap Verme Süreleri

4 Sonuçlar

Akan verilerin analiz edilebilmesi için verilerin uygun formatta veri tabanı sistemlerine veya dosya sistemlerine kaydedilmesi gerekmektedir. Bu çalışmada KBB ulaşım sisteminde validatör cihazları tarafından üretilen gerçek akan mekânsal verilerin ön işlemden geçirilerek veritabanına kaydedilmesi incelenmiştir. Deneysel değerlendirmeler, asenkron yöntem kullanan verileri ön bellekte tutarak ön işlemden geçiren önerilen yöntemin senkron yöntem ile verileri ön işlemden geçirerek veritabanına kaydeden klasik yönteme göre çok daha hızlı sürede cevap verdiğini göstermiştir.

Teşekkür

Bu çalışma kapsamında kullanılan veri temininde sık güncellenen mekânsal verileri paylaştığı için Kayseri Büyükşehir Belediyesi'ne teşekkür ederiz.

Kaynaklar

[1] Tasyurek M, Celik M. RNN-GWR: A geographically weighted regression approach for frequently updated data. *Neurocomputing*, 399, 258-270, 2020.

[2] Xia F, Yang LT, Wang L, Vinel A. Internet of things. *International journal of communication systems*. 25(9):1101, 2012.

[3] Calbimonte JP, Corcho O, Gray AJ. Enabling ontology-based access to streaming data sources. *International Semantic Web Conference, Springer, Berlin, Heidelberg*. 96-111, 2010.

[4] Taşyürek M, Çelik M. FastGTWR: Hızlı coğrafi ve zamansal ağırlıklı regresyon yaklaşımı. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*. 36(2):715-26, 2021.

[5] Siekkinen M, Hoque MA, Nurminen JK, Aalto M. Streaming over 3G and LTE: How to save smartphone energy in radio access network-friendly way. *Proceedings of the 5th Workshop on Mobile Video*.13-18, 2013.

[6] Ostrovsky R, Skeith WE. Private searching on streaming data. *Annual International Cryptology Conference, Springer, Berlin, Heidelberg*. 223-240, 2005.

[7] Cristian F. Synchronous and asynchronous. *Communications of the ACM*. 39(4):88-97, 1996.

[8] Halbwachs N. Synchronous programming of reactive systems. *Springer Science & Business Media*, 2013.

[9] Syme D, Petricek T, Lomov D. The F# asynchronous programming model. *International Symposium on Practical Aspects of Declarative Languages, Springer, Berlin, Heidelberg*. 175-189, 2011.

[10] Azadbakht K, Bezirgiannis N, de Boer FS. On futures for streaming data in abs. *International Conference on Formal Techniques for Distributed Objects, Components, and Systems, Springer, Cham*. 67-73, 2017.

[11] Hendricks D. Using real-time cluster configurations of streaming asynchronous features as online state descriptors in financial markets. *Pattern Recognition Letters.* 97:21-8, 2017.

[12] Taşyürek M, Çelik M. Akıllı Durak Sistemindeki Araç Seyahat Sürelerinin Birleşik Yapay Sinir Ağları Kullanarak Tahmini. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi.*72-79, 2020.

E-ticaret Alanındaki Yapay Zekâ Çözümleri Üzerine Bir İnceleme

Bahadır Akın AKGÜL[1,2]*, Prof.Dr. Kemal FİDANBOYLU[1]

[1]*Bursa Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği, Bursa, TÜRKİYE*
[2]*Hepsiburada.com Ar-Ge Merkezi, İstanbul, TÜRKİYE*

Özet

E-ticaret, internet kullanımının yaygınlaşmasıyla birlikte, alışılagelmiş ticaret anlayışının elektronik ortamlarda yapılabilmesini sağlamış, kullanıcıların hayatını kolaylaştıran çözümlerle birlikte her geçen gün büyüyen, heyecan verici bir araştırma alanı haline gelmiştir. Geleneksel ticaret anlayışının aksine ürünlerin sergilendiği ortamların elektronik olması nedeniyle, e-ticaret alanındaki şirketlerin, akıllı çözümlerle pazar paylarını arttırabilme çabasına yol açmıştır. Yakın dönemde, e-ticaret çözümlerinde kullanıcıların hayatını kolaylaştıran yapay zekâ çözümlerine yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Örneğin, sahte ürün yorumlarının tespit edilmesi, ürünlerin fiyatlarındaki değişimlerin ürün talebine göre olarak yapılabilmesi, mükerrer olarak girişi yapılan ürünlerin tespit edilmesi, ürünlerin kategorileme işlemlerinin gerçeklenmesi, ürün ile ilintili yeni ürün önerisi yapılabilmesi ve ürün özelliklerinde yer alan tutarsızlıkların giderilmesi gibi uygulamalar yapay zekâ çözümleri içermektedir. Bu bildiride, makine öğrenimi, doğal dil işleme, yapay sinir ağları gibi yapay zekâ yaklaşımlarının e-ticaret alanındaki uygulamaları incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *E-ticaret, Yapay Zekâ, Makine Öğrenmesi, Doğal Dil İşleme, Yapay Sinir Ağları*

A Review for Artificial Intelligence Solutions at E-commerce field

Abstract

With the widespread use of the internet, e-commerce has enabled the traditional understanding of commerce to be carried out in electronic environments, and has become an exciting and growing research area with solutions that make users' lives easier. Contrary to the traditional understanding of trade, since the environments where the products are exhibited are electronic, it has led companies in the field of e-commerce to increase their market shares with smart solutions. Recently, artificial intelligence (AI) solutions that facilitate users' lives in e-commerce solutions have been widely used. For example, applications such as detecting fake product comments, making changes in the prices of products according to product demand, identifying repeatedly entered products, realizing product categorization, making new product suggestions related to the product, and eliminating inconsistencies in product features include AI solutions. In this paper, the applications of AI approaches such as machine learning, natural language processing and artificial neural networks (ANN) in the field of e-commerce are examined.

Keywords: *E-commerce, Artificial Intelligence, Machine Learning, NLP, ANN*

1 Introduction

Electronic commerce, e-commerce or online shopping is an area that has grown enormously through platforms that mediate the sale of many products on the internet. Today, besides electronic products such as mobile phones and televisions, bags, shoes and clothes are sold through e-commerce sites. In addition, e-commerce platforms that provide the sale of daily basic products are also becoming widespread day by day, especially due to the restrictions brought by the Covid-19 pandemic.

Usually, an ideal e-commerce site consists of pages listing different products. These pages usually include product features, product photos, information about the seller of the product, information on how to deliver the product, and

comments made by users who have used this product before.

Different sellers may sell the same products on e-commerce sites in the marketplace model such as Amazon.com or Hepsiburada.com. Users who want to purchase products with the help of the features on their websites can request information about the products directly from the product vendor.

In this paper, artificial intelligence (AI) applications in e-commerce are explained under seven headings. Namely: AI solutions for product advertising, marketing, and sales; AI solutions for finance; customer-related AI solutions; AI solutions for demand and price; e-commerce product and AI solutions; warehouse and logistics.

2 AI Solutions for Product Advertising, Marketing, and Sales

Although e-commerce websites sell products in different areas such as technology, food, clothing and health, their main purpose is to generate more income. Many people work in the field of sales and marketing in e-commerce companies that sell their own products. In addition, e-commerce sites in the marketplace model, where other sellers' products are also sold, also help these sellers sell and market their products with their own teams. Advertising is one of the best ways to increase sales. E-commerce websites enable product ads to be displayed with Google ads as well as on-site advertising solutions.

2.1 Advertising

Advertising has an important role in selling products on e-commerce sites. The purpose of these ads is to influence the user with attractive media and make the user click on the ad. Click-through rate (CTR) is a metric that measures how many clicks advertisers receive on their ads compared to how many impressions they receive. CTR increases can be seen as a signal of increased income for merchants and e-commerce businesses [1]. Motivations such as budget constraints and reaching more users have paved the way for the use of AI solutions in e-commerce product advertisements.

For instance, a solution that offers one-shot search strategies for quickly finding efficient interaction functions between creative elements was developed to predict CTR with help of Automated Machine Learning (AutoMT). Only composited creatives were examined in this study, rather than the entire graphics created by professional designers. Finally, they applied Thompson Sampling through variational inference for efficient exploration to decrease the large variance caused by restricted feedback, and they executed an automated interaction function search to improve the expressiveness of the model [1].

To improve the impacts of product promotion and the likelihood of advertisement clicks, internet advertising organizations desire to increase visitors' website browsing duration/time on site. For measuring the time spent on a website, a group of researchers presented a hybrid prediction model that combines self-organizing map (SOM) and long short-term memory (LSTM) [2].

2.2 Marketing

Using AI solutions to market a product is a good way to stand out from competitors in e-commerce. Precision marketing entails segmenting the market and consumers using the findings of big data analysis, the Internet, and big data mining technologies, and having focused and in-depth engagement with segmented consumers to understand their demands, in order to push them to the most required products and services at the most appropriate moment. The identification of target audiences, the selection of communication techniques, and the measuring of marketing results are the three primary processes in precision marketing [3].

To thoroughly anticipate sales, a group of researcher employed retail household data and the k-means algorithm to subdivide the value of retail households; the Boston matrix is used to categorize the market; and the ARMA model, Holt-Winter model, and Delphi expert survey technique are combined [3]. In addition, another study proposed a solution using K-means++ with random forest (RF) for precision marketing. They offer a clustering approach that combines related criteria with multi-valued discrete features. (MDF) [4].

2.3 Sales

Eventually, the ultimate goal targeted with advertising and marketing is sales.

In another study, convolutional neural networks (CNN) were used for mining e-commerce data in order to anticipate commodities sales. They have used the intrinsic attribute information of commodities to transform the original log data connected to commodities into a specific "data frame" format. Experiments on huge data sets

suggested that the proposed approach may enhance the accuracy of sales forecasting significantly [5].

3 AI Solutions for Finance

In order to purchase an item through e-commerce websites, the required fee must be paid with a payment method. The payment can be received with many different methods such as credit card, payment on product delivery, open bill payment or direct bank account payment. In particular, methods other than credit card payment pose a credit risk in terms of collection of the payment.

3.1 Credit Risk

Credit Risk Forecasting (CRF) is a tool that helps determine whether or not a buyer should be accepted, as well as the discount coefficient when determining credit limits.

Some researchers analyzed the relationship between CRF and credit limit setting tasks in a financial scenario and suggested MvMoE, a unique multi-task learning neural network that can improve both tasks at the same time [6]. For credit risk evaluation, artificial neural network (ANN), decision tree (DT) and logistic regression (LR), and DT-dynamic bayesian network (DBN) approaches were used [7]. Moreover, the particle swarm algorithm (PSO), support vector machine (SVM) based e-commerce mobile payment risk prediction model was trained based on a large number of gathered risk prediction sample reference data in order to minimize the occurrence of probable risks [8]. A deep learning-based financial risk early warning model was also proposed for a successful use of deep learning in corporate governance [9].

3.2 Fraud

Using SVMs and Risk Forecasting (RF) classifiers, some researchers presented a credit card fraud detection system based on operational and transaction data [10]. Some other researchers presented a solution based on the XGBoost algorithm for detecting fraud users [11]. In addition, a quantum behavior-based particle swarm optimization approach with global search capabilities, which is integrated with the fast converging k-means approach to boost efficiency and efficacy, was proposed in a study for discovering collaborative malevolent network behavior in e-commerce [12]. Also, customer transaction data was used to detect fraud. For instance, in a study that used RF algorithms to detect customer transaction frauds, they proved that RF is better than SVM and LR algorithms [13]. Furthermore, in another research study, credit card frauds were detected by using the CRED algorithm which is a continuous/discrete rule extractor via DT induction [14].

4 Customer-Related AI Solutions

People who buy products listed on e-commerce websites are called customers. In e-commerce sites in the Business to Customer (B2C) model, the customer is the traditional user. On the other hand, in e-commerce sites in the Business to Business (B2B) model, the customer is a business. E-commerce websites divide their customers into different groups according to their various characteristics. In this way, they can apply different approaches to different groups and this process is called customer segmentation. However, in addition to customer segmentation, more detailed information is required. This required information is provided by customer behavior identification methods, and this information helps the e-commerce website to know its customers better. On the other hand, customers can share their experiences with the e-commerce sites.

4.1 Segmentation

Customer segmentation can be performed over different parameters such as the amount of expenditure made on the site, the rate of cancellation/return/change in the orders made.

For instance, a research study aimed to analyze two-year customer data from 2018 to 2019 of a company and suggested a k-means algorithm for a better customer segmentation [15]. In another research study, researchers have worked on segmenting an e-commerce website data by applying the regularized k-means method instead of standard k-means and they proposed a novel elastic new penalty method for k-means [16]. In addition to the above, other researchers have proposed a neural network-based data mining method (FuzzyART) to help with market targeting [17]. Also, a combination of FP-Grow algorithm and Naive Bayesian (NB) algorithm which applied user segmentation was proposed by some researchers [18]. Furthermore, some researchers concentrated on the detection of customer quality with perception (MLP) and ANN modeling [19].

4.2 Behavior Prediction

As mentioned earlier, predicting customer behavior provides more information to be used with customer segmentation data.

A study aimed at explaining online shopping intentions in Colombia with the help of NB algorithm and they used parameters like acceptance of internet, internet use frequency, and purchase intention [20]. Also, work has been done to detect churn customers. Usually, e-commerce websites define a customer churn when a user doesn't shop for a while. A work used data mining methods including k-nearest neighbors (KNN) algorithm, NB, DTs, RF, Gradient Enhancement Trees, and Induction Rules to detect churn customers [21]. Additionally, a work used a combination of linear model LR and DT based XGBoost model to predict customer buying behavior [22]. On the other hand, a study used a hybrid model of Gradient Boosting DT and LR for predicting customer buying behavior [23].

4.3 Product Reviews

Reviews written by customers for a product or service sold on an e-commerce site are called product reviews. Product reviews often include an area where users can rate one to five, an area to post their comments, and an area to add multimedia. Although most e-commerce sites require you to have purchased a product before you can comment on it, there are also websites that show the opposite. In addition, some e-commerce sites may present your comments to users by passing an approval mechanism, even if you purchase the product.

For instance, a work targeting sentiment analysis of a set of reviews with three hybrid RF classification algorithms [24]. Also, a work has been made with a continuous NB algorithm for sentiment analysis [25]. Another study applied a hybrid model that contains NB and LR [26]. Since the product comments in the studies can be in different languages, there may be differences in the application in specific languages. Therefore, some studies have been done on languages other than English. For instance, a study proposed to use the Gated Recurrent Unit (GRU) algorithm that is very similar to LSTM algorithm to analyse sentiments of product reviews on Turkish language [27]. Besides, another study applied CNN and Recurrent Neural Networks (RNN) models for sentiment analysis [28]. Another study in Turkish language compared four different algorithms and suggested that the KNN gives the best result [29].

As stated previously, some websites do not require the purchase of the product for commenting on the product. Although this increases the number of comments made on the product, it also enables false comments to be made.

A study measured three different algorithms for detecting fake reviews from a hotel review dataset and proposes NB algorithm as the most successful one [30]. Another work proposed an Ensemble Model with stacking classifiers and claims that works better than KNN, RF and NB algorithms for detecting spam reviews [31]. Also, a study claimed that a combination of CNN and LSTM algorithms give more accurate results to detect fake reviews [32]. In another study, NB and RF algorithms were used for detecting fake reviews and deleting them automatically [33].

5 AI Solutions for Demand and Price

Unlike traditional commerce, e-commerce websites are thought to offer an unlimited number of products to list and purchase, but in reality this is not the case. Especially on days like eleveneleven or black friday, when many users flock to the site, the traffic of the website increases considerably and problems may occur due to the density. However, it is important to be able to predict customer traffic and demand not only on discount days but also on other days. In addition, it is very useful to be able to predict the price dynamically in order to prevent price anomalies and to prevent the constant updating of prices, especially in e-commerce sites in the marketplace model.

5.1 Traffic prediction & demand

It is important for e-commerce websites to be able to predict traffic, scale their systems and develop better performance systems. However, since internet traffic is often irregular and unpredictable, making accurate predictions is difficult. On the other hand, some studies have been carried out on this subject in countries such as China where all internet traffic can be controlled.

For instance, a work proposed a prediction algorithm with an updated Moth-Flame Optimization (MFO) model with help of China Internet Network Information Center dataset [34]. Similar to traffic prediction, a study proposed a transaction anomaly detection using an e-

commerce transaction dataset by K-means algorithm [35].

5.2 Price

Price is the most important competitive factor especially for e-commerce sites in the marketplace model. It is the seller's responsibility to determine the price and has to give the best price to compete with other competitors. On the other hand, it is very useful to be able to make price estimation by a system in offer-based products or services where there is no fixed price.

A study proposed fuzzy association rule mining and the fuzzy logic technique called Smart-Quo to predict a price for offer based services [36]. On the other hand, a study used the Stack Generalization method with linear regression, RF regression, gradient boosting and DT regression algorithms to predict price on a Turkish e-commerce website data [37]. Also, a method has been proposed to predict the price of mobile phones with a combination of LSTM neural network and Support Vector Regression (SVR) algorithms [38]. Also, a hybrid algorithm that contains Least Squares SVM and Artificial Bee Colony (ABC) algorithms proposed to predict prices in a study [39].

6 E-commerce product and AI solutions

In an e-commerce site, the structures that contain many fields such as price, description, comments, photos, attributes and present them to the user in a single model are called products. Especially in e-commerce sites in the marketplace model, since the same products can be created by different users, there are product catalogs containing these products. Whether it is in the product catalog or not, the attribute values must be of high quality in order for a product to attract the attention of the user and provide the right information to the user. The process of improving product properties is called enrichment, and stating that these values are correct is called verification. In addition, there are very high quantities of products, especially on global and large e-commerce websites. In order for users to find these products easily, there is a search feature on the website and the products are listed under some predetermined categories. In addition, products that the user may want to buy are also recommended on the website.

6.1 Categorization

In e-commerce sites, it is mostly kept under categories that are designed as a product tree structure. Selling a product in the wrong category makes it difficult for the user to reach the product as well as reducing search and suggesting performance. For this reason, solutions have been developed that determine the category that the product should belong to, using certain features of the product. For instance, a study proposed a solution for categorization of products with help of product title information and using gcForest algorithm [40]. An approach also used product titles in Myanmar language and applied different algorithms like SVM, RF, NB and LR to detect the category of product [41]. Another approach using B2B e-commerce website product title data and using NB algorithm was also proposed [42]. On the other hand, an approach used product description to detect product categories with a solution containing word2vec, paragraph2vec, CNN algorithms [43]. Another approach used title, description and image information to detect product categories by using Ensemble Model [44]. Also, a study that used product information and applied GRU sequence-to-sequence model to real world e-commerce data [45]. In addition, work has been done with a combined seq2seq method and uses product title and description to detect product category [46]. Also, a study proposed a specified RNN algorithm to detect categories using product metadata [47]. In another approach, Multi-LSTM and Multi-CNN were used for categorization and attributes such as title, short description, description, synopsis and brand were also utilized [48]. Some other researchers have used title, company name description and model number features to apply categorization with help of NB algorithm [49].

6.2 Enrichment

When entering a product on an e-commerce site, many values such as product title, product description, product image are required to be entered. On the other hand, it is quite common for products in some categories to require certain attribute values, such as brand. As the number of features for product entry increases, the number of products that can be added to the system decreases. For this reason, various systems have been developed in order to improve the product quality and to diagnose some features of the product.

For instance, a study used product title and product description to extract attributes with word2vec, Conditional Random Fields (CRF) and RNN on an e-commerce website data [50]. There is also another

work that aims to extract attributes from product title and product description by using word2vec, TF-IDF, Distributed RF and Gradient Boost Machine (GBM) [51]. One of the ways to enrich the product is to show the highest quality and attractive product images in the first place. A study offered an image enrichment that includes features like image ordering and selecting best quality images with combinations of Inception-V3, Resnet-50, Deep embeddings, LR and RF algorithms [52].

6.3 Recommendation

One of the best ways to improve the user experience is to improve the product recommendation system. Making product recommendations of high quality encourages the user to shop more, while allowing the e-commerce website to earn more.

For example, two studies offered the use of product images for product recommendation with the help of deep CNN [53,54]. Additionally, a study used order transactions of products and using k-means algorithm to detect similar products [55]. In another study, an extended version of Cat Swarm Optimization (CSO) with a product information dataset for recommending products was used [56]. Also, work was done by using product views, adding to cart and completing orders to implement a product recommendation system using S-KNN and VS-KNN [57]. Another work used brand information and order data of a specific time period to present a product recommendation system by using k-means algorithm [58]. Furthermore, one of the research studies used a recommendation algorithm skip-gram by utilizing negative sampling (SGNS) and k-means with help of a grocery shipping dataset and an e-commerce order dataset [59].

6.4 Validation and Matching

The feature information of a product is transferred to the databases of e-commerce websites, often with the help of an interface or a file. However, some errors may occur as this data is entered by a human. For example, if a word that the e-commerce website prohibits from being included in the product description is entered in the product description, the user should be warned.

One of the research studies has used title and other product attributes to achieve an automatic validation of a product using a combination of LR, SVM, RF, Model-Agnostic Meta-Learning (MAML), and Meta-SGD algorithms [60]. Products that were previously in the product catalogs can be added to the system again. In order to prevent this situation that may create duplicate products in the product catalog, systems have been designed to display matching products to the user. A study proposed Bidirectional Encoder Representations from Transformers (BERT) to achieve product matching with the help of a real world e-commerce website catalog [61]. In another work, hybrid bidirectional-LSTM and CNN algorithms were used in achieving product matching which utilized a dataset that contains product description, category type, title, brand and other attributes data of products [62].

6.5 Search

There are search features for users to find many products on e-commerce sites easily. Just like a search engine, search modules in e-commerce sites also use smart systems today.

A study proposed a solution for zero result search result pages by analysing search queries of two different companies and proposes a related category with help of deep neural networks [63]. Also, a work proposed a tail query classification by using a few algorithms like KNN, CNN, LSTM for search query intent prediction [64]. Additionally, a study offered a search query clustering using Adaptive density-based spatial clustering (DBSCAN) and k-means algorithms [65].

7 Warehouse and Logistics

After creating a user order on an e-commerce site, the process of delivering a physical product to the user begins. This process consists of two parts: warehouse and shipping.

7.1 Warehouse

Nowadays, the warehouses of e-commerce websites, where many products are sold, have become quite complex structures. AI solutions are used to increase the efficiency in these complex structures. For instance, locations of products may be redesigned to reduce time at order picking by help of k-means algorithm based clustering [66].

7.2 Shipment

The product ordered from the e-commerce website is delivered to the customer through cargo companies. Cargo processes can also be improved with AI solutions. For example, a study offers a path optimization for e-commerce logistics by using a hybrid genetic algorithm [67].

8 Conclusions

In this paper, a compilation of different AI based solutions offered in many different areas of e-

commerce such as sales, finance, customer, product, warehouse and shipping was presented. Even though they offer similar solutions, no comparison was made about the related solutions, it was only aimed to guide the researcher. Although the main focus was mainly on the current research topics, some of the relevant past research was also presented.

Acknowledgments

I would like to express my gratitude to Hepsiburada.com for their support.

References

[1] Chen J., Xu J., Gangwei J., Tiezheng, Ge Z.Z., Lian D., and Zheng K., Automated Creative Optimization for E-Commerce Advertising. *Proceedings of the Web Conference 2021 (WWW '21), April 19–23, 2021, Ljubljana, Slovenia*.

[2] Kao, L.J., Chiu, C.C., Wang, H.J., Ko, C.Y. Prediction of remaining time on site for e-commerce users: A SOM and long short-term memory study. *Journal of Forecasting*. 2021; 1– 17.

[3] Cui, F., Hu, H. & Xie, Y. An intelligent optimization method of E-commerce product marketing. *Neural Comput & Applic 33*, 4097–4110 (2021).

[4] Zhang B., Wang L., Li Y., "Precision Marketing Method of E-Commerce Platform Based on Clustering Algorithm", *Complexity*, vol. 2021.

[5] Pan, H., Zhou, H. Study on convolutional neural network and its application in data mining and sales forecasting for E-commerce. *Electron Commer Res* 20, 297–320 (2020).

[6] Liang T., Zeng G., Zhong Q., Chi J., Feng J., Ao X., and Tang J., "Credit Risk and Limits Forecasting in E-Commerce Consumer Lending Service via Multi-view-aware Mixture-ofexperts Nets." *Proceedings of the Fourteenth ACM International Conference on Web Search and Data Mining (WSDM '21), March 8–12, 2021, Virtual Event, Israel.*

[7] Xu Y.Z., Zhang J.L., Hua Y, Wang L.Y., "Dynamic Credit Risk Evaluation Method for E-Commerce Sellers Based on a Hybrid Artificial Intelligence Model." *Sustainability. 2019; 11(19):5521.*

[8] Guan X., Xie S.F., Liu F., Zhao H., and Liang Z., "Risk Prediction in E-commerce Mobile Payment Based on PSO-SVM." *Proceedings of the International Conference on Bioinformatics and Intelligent Computing* (*BIC 2021*). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 208–213.

[9] Cao Y., Shao Y. & Zhang H. "Study on early warning of E-commerce enterprise financial risk based on deep learning algorithm."*Electron Commer Res* (2021).

[10] Sudha C., and Akila D., "Credit Card Fraud Detection System based on Operational & Transaction features using SVM and Random Forest Classifiers," *2nd International Conference on Computation, Automation and Knowledge Management (ICCAKM), 2021*, pp. 133-138.

[11] Chin S.H., Lu C., Ho. P.T, Shiao Y.F., Wu T.J., "Commodity anti-counterfeiting decision in e-commerce trade based on machine learning and Internet of Things", *Computer Standards & Interfaces, Volume 76*, 2021, 103504, ISSN 0920-5489,

[12] Zhou M., Han L., Lu H., Fu C., An D., "Cooperative malicious network behavior recognition algorithm in E-commerce", *Computers & Security, Volume 95*, 2020, 101868, ISSN 0167-4048.

[13] Shaohui D., Qiu G., Mai H. and Yu H., "Customer Transaction Fraud Detection Using Random Forest," *IEEE International Conference on Consumer Electronics and Computer Engineering (ICCECE), 2021*, pp. 144-147.

[14] Youssef B., F. and Brahim O., "Rules Extraction Bouchra and Deep Learning for e-Commerce Fraud Detection," *6th IEEE Congress on Information Science and Technology (CiSt)*, 2020, pp. 145-150.

[15] Punhani R., Arora V., Sai Sabitha A., & Shukla V., "Segmenting e-Commerce Customer through Data Mining Techniques." *Journal of Physics: Conference Series*, 1714, 012026,2021.

[16] H. -H. Zhao, X. -C. Luo, R. Ma and X. Lu, "An Extended Regularized K-Means Clustering Approach for High-Dimensional Customer Segmentation With Correlated Variables," in *IEEE Access*, vol. 9, pp. 48405-48412, 2021.

[17] Park S., "Neural networks and customer grouping in e-commerce: a framework using fuzzy ART," *Proceedings Academia/Industry Working Conference on Research Challenges '00. Next Generation Enterprises: Virtual Organizations and Mobile/Pervasive Technologies. AIWORC'00*. (Cat. No.PR00628), 2000, pp. 331-336.

[18] Rao H., Zeng Z. and Liu A., "Research on personalized referral service and big data mining for e-commerce with machine learning," *4th International Conference on Computer and Technology Applications (ICCTA)*, 2018, pp. 35-38.

[19] Ballestar M.T., Grau-Carles P., and Sainz J. "Predicting customer quality in e-commerce social networks: a machine learning approach." *Rev Manag Sci* 13, 589–603 (2019).

[20] Dakduk S., Horst E., Santalla Z., Molina, G., and Malavé J., "Customer Behavior in Electronic Commerce: A Bayesian Approach." *Journal of theoretical and applied electronic commerce research*, 12(2), 1-20, 2017.

[21] Raeisi S. and Sajedi H., "E-Commerce Customer Churn Prediction By Gradient Boosted Trees," *10th International Conference on Computer and Knowledge Engineering (ICCKE), 2020,* pp. 055-059.

[22] Liu C., Huang T.S., Ho P.T., Huang J.C., Hsieh C.T., "Machine learning-based e-commerce platform

repurchase customer prediction model." 2020, *PLOS ONE 15(12).*

[23] Chen X., Ding S., Xiang Y., & Liu L. "Research on prediction of online purchasing behavior based on hybrid model." *Journal Of Physics: Conference Series*, 2021, 1827(1), 012075.

[24] Maganti S., , and Nalini N.,. "A Filter Based Improved Decision Tree Sentiment Classification Model for RealTime Amazon Product Review Data." *International Journal of Intelligent Engineering and Systems*, vol. 13, no. 1, Feb. 2020.

[25] Alsubari, S.N., et al. "Development of Integrated Neural Network Model for Identification of Fake Reviews in E-Commerce Using Multidomain Datasets." *Applied Bionics and Biomechanics*, edited by Fahd Abd Algalil, vol. 2021, Apr. 2021, pp. 1–11.

[26] Dadhich A., and Thankachan B., "Opinion Classification of Product Reviews Using Naïve Bayes, Logistic Regression and Sentiwordnet: Challenges and Survey." *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 1099, no. 1, Mar. 2021, p. 012071.

[27] Santur, Y., "Sentiment Analysis Based on Gated Recurrent Unit." *International Artificial Intelligence and Data Processing Symposium (IDAP)*, IEEE, 2019, pp. 1–5.

[28] Mabrouk, A. et al. "SEOpinion: Summarization and Exploration of Opinion from E-Commerce Websites." *Sensors*, vol. 21, no. 2, Jan. 2021, p. 636.

[29] Rumelli M., Akkuş D., Kart Ö. and Isik Z., "Sentiment Analysis in Turkish Text with Machine Learning Algorithms," *Innovations in Intelligent Systems and Applications Conference (ASYU)*, 2019, pp. 1-5.

[30] Rout, J.K., et al. "A Framework for Fake Review Detection: Issues and Challenges." *International Conference on Information Technology (ICIT)*, IEEE, 2018, pp. 7–10.

[31] Suborna A.K., Saha S., Roy C., Sarkar S. and Siddique M.T.H., "An Approach to Improve the Accuracy of Detecting Spam in Online Reviews," *International Conference on Information and Communication Technology for Sustainable Development (ICICT4SD)*, 2021, pp. 296-299.

[32] Alsubari, S.N., et al. "Development of Integrated Neural Network Model for Identification of Fake Reviews in E-Commerce Using Multidomain Datasets." *Applied Bionics and Biomechanics,* edited by Fahd Abd Algalil, vol. 2021, Apr. 2021, pp. 1–11.

[33] Anas S.M. and Kumari S., "Opinion Mining based Fake Product review Monitoring and Removal System," *6th International Conference on Inventive Computation Technologies (ICICT)*, 2021, pp. 985-988.

[34] Zhang B., et al. "Forecasting of E-Commerce Transaction Volume Using a Hybrid of Extreme Learning Machine and Improved Moth-Flame Optimization Algorithm." *Applied Intelligence, vol. 51*, no. 2, Feb. 2021, pp. 952–65.

[35] Tan X.S., Yang Z., Benlimane Y., and Liu E., "Using Classification with K-means Clustering to Investigate Transaction Anomaly," *IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)*, 2020.

[36] Dai J., Wang T. and Wang S., "A Deep Forest Method for Classifying E-Commerce Products by Using Title Information," *International Conference on Computing, Networking and Communications (ICNC), 2020*, pp. 1-5.

[37] Tugay R., and Oguducu S.G., "Demand Prediction Using Machine Learning Methods and Stacked Generalization." *ArXiv:2009.09756 [Cs, Stat]*, Sept. 2020.

[38] Chniti G., Bakir H. and Zaher H., E-commerce Time Series Forecasting using LSTM Neural Network and Support Vector Regression. In *Proceedings of the International Conference on Big Data and Internet of Thing (BDIOT2017).*

[39] Shahrel Z., Mutalib M., and Abdul-Rahman S., "PriceCop – Price Monitor and Prediction Using Linear Regression and LSVM-ABC Methods for E-commerce Platform." *International Journal Of Information Engineering And Electronic Business,* 2021, 13(1), 1-14.

[40] Dai J., Wang T., and Wang S., "A Deep Forest Method for Classifying E-Commerce Products by Using Title Information," *International Conference on Computing, Networking and Communications (ICNC), 2020*, pp. 1-5.

[41] Thant M., Yee K., and Nwet K.T., "Comparison of Supervised Machine Learning Models for Categorizing E-Commerce Product Titles in Myanmar Text." *International Conference on Advanced Information Technologies (ICAIT)*, IEEE, 2020, pp. 194–99.

[42] Lee, H.W., "지도학습 머신러닝 기반 카테고리 목록 분류 및 추천 시스템 구현." 인터넷정보학회논문지, vol. 20, no. 1, Feb. 2019, pp. 57–65.

[43] Ristoski, P., et al. "A Machine Learning Approach for Product Matching and Categorization: Use Case: Enriching Product Ads with Semantic Structured Data." *Semantic Web*, edited by Claudia d'Amato, vol. 9, no. 5, Aug. 2018, pp. 707–28.

[44] Bi Y., et al. "A Multimodal Late Fusion Model for E-Commerce Product Classification." *ArXiv:2008.06179 [Cs],* Aug. 2020.

[45] Hasson I., et al. "Category Recognition in E-Commerce Using Sequence-to-Sequence Hierarchical Classification." *Proceedings of the 14th ACM International Conference on Web Search and Data Mining*, ACM, 2021, pp. 902–05.

[46] Tan L., et al. "E-Commerce Product Categorization via Machine Translation." *ACM Transactions on Management Information Systems*, vol. 11, no. 3, Aug. 2020, pp. 1–14.

[47] Ha J.W., et al. "Large-Scale Item Categorization in e-Commerce Using Multiple Recurrent Neural Networks." *Proceedings of the 22nd ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining*, ACM, 2016, pp. 107–15.

[48] Krishnan A., and Amarthaluri A., "Large Scale Product Categorization Using Structured and Unstructured Attributes." *ArXiv:1903.04254 [Cs, Stat]*, Mar. 2019.

[49] Kim Y.G., et al. "Modified Naïve Bayes Classifier for E-Catalog Classification." *Data Engineering Issues in E-Commerce and Services*, edited by Juhnyoung Lee et al., vol. 4055, Springer Berlin Heidelberg, 2006, pp. 246–57.

[50] Martin R., et al. "Accurate Product Attribute Extraction on the Field." *IEEE 35th International Conference on Data Engineering (ICDE)*, IEEE, 2019, pp. 1862–73.

[51] Kemal T.U., et al. "Multi-Class Categorization of User-Generated Content in a Domain Specific Medium: Inferring Product Specifications from E-Commerce Marketplaces." *Intelligent and Fuzzy Techniques in Big Data Analytics and Decision Making*, edited by Cengiz Kahraman et al., vol. 1029, Springer International Publishing, 2020, pp. 247–56.

[52] Chaudhuri, A., et al. "A Smart System for Selection of Optimal Product Images in E-Commerce." *IEEE International Conference on Big Data (Big Data)*, IEEE, 2018, pp. 1728–36.

[53] Rajest S.S., et al. "Extracting Related Images from E-Commerce Utilizing Supervised Learning." *Innovations in Information and Communication Technology Series*, Feb. 2021, pp. 34–46.

[54] Addagarla S.K., and Amalanathan A., "E-SimNet: A Visual Similar Product Recommender System for E-Commerce." *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, vol. 22, no. 1, Apr. 2021, p. 563

[55] Pan H., and Yang X., "Fast Clustering Algorithm of Commodity Association Big Data Sparse Network." International Journal of System Assurance Engineering and Management, Mar. 2021.

[56] Sharma N., Shambhu, and Prasanna Sadagopan. "Influence of Conditional Holoentropy-Based Feature Selection on Automatic Recommendation System in E-Commerce Sector." *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences*, Jan. 2021, p. S1319157820306303.

[57] Kersbergen B., & Schelter S., Learnings from a Retail Recommendation System on Billions of Interactions at bol.com. In *International Conference on Data Engineering (ICDE),* 2021.

[58] Bandyopadhyay S., et al. "Product Recommendation for E-Commerce Business by Applying Principal Component Analysis (PCA) and K-Means Clustering: Benefit for the Society." *Innovations in Systems and Software Engineering*, vol. 17, no. 1, Mar. 2021, pp. 45–52.

[59] Xu D., et al. "Theoretical Understandings of Product Embedding for E-Commerce Machine Learning." *Proceedings of the 14th ACM International Conference on Web Search and Data Mining*, ACM, 2021, pp. 256–64.

[60] Wang Y., et al. "Automatic Validation of Textual Attribute Values in E-Commerce Catalog by Learning with Limited Labeled Data." *Proceedings of the 26th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery & Data Mining*, ACM, 2020, pp. 2533–41.

[61] Tracz I. "BERT-based similarity learning for product matching." In *Proceedings of Workshop on Natural Language Processing in E-Commerce (pp. 66–75).* Association for Computational Linguistics, 2020.

[62] Li J., et al. "Deep Cross-Platform Product Matching in e-Commerce." *Information Retrieval Journal*, vol. 23, no. 2, Apr. 2020, pp. 136–58.

[63] Tagliabue J., et al. "How to Grow a (Product) Tree: Personalized Category Suggestions for ECommerce Type-Ahead." *ArXiv:2005.12781 [Cs, Stat]*, May 2020.

[64] Zhang J., et al. "Modeling Across-Context Attention For Long-Tail Query Classification in E-Commerce." *Proceedings of the 14th ACM International Conference on Web Search and Data Mining*, ACM, 2021, pp. 58–66.

[65] Darwin R.P., and Pasha M.F., "Search Query Clustering Comparation On E-Commerce Using K-Means And Adaptive DBSCAN," *3rd International Conference on Mechanical, Electronics, Computer, and Industrial Technology (MECnIT)*, 2020, pp. 207-211.

[66] Lorenc A., and Burinskiene A., "Improve the Orders Picking in E-Commerce by Using WMS Data and BigData Analysis." *FME Transactions*, vol. 49, no. 1, 2021, pp. 233–43.

[67] Yan, D., and Wu P., "E-Commerce Logistics Path Optimization Based on a Hybrid Genetic Algorithm." *Complexity*, edited by Wei Wang, vol. 2021, Mar. 2021, pp. 1–10.

Estimating the Next Maintenance Dates of Passenger Vehicles

Şenda Yıldırım, Orkun Berk Yüzbaşıoğlu, Ahmet Deniz Yücekaya, Mustafa Hekimoğlu, Berk Özcan

[1]*Kadir Has University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Industrial Engineering, Istanbul, Turkey*
[2]*Dogus Technology, Machine Learning and Artificial Intelligence Solutions, Istanbul, Turkey*
[3]*Kadir Has University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Industrial Engineering, Istanbul, Turkey*
[4]*Kadir Has University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Industrial Engineering, Istanbul, Turkey*
[5]*Dogus Technology, Machine Learning and Artificial Intelligence Solutions, Istanbul, Turkey*

Abstract

Automotive companies that compete with each other in car sales also compete with local services and subsidiary industries in after-sales services. In after-sales services, customers take their vehicles to authorized services as the vehicle is relatively newer for the first 4-5 years, and maintenance is performed under warranty. After that, the vehicle owners choose private services for maintenance. In this study, it is aimed to develop a model that will estimate monthly the probability of customers of an automotive company coming to maintenance. The estimates to be developed aim to feed the appointment acceptance process of the after-sales services department and increase the number of maintenance appointments indirectly by using different communication methods for customers who are most and least likely to come to the maintenance service. In addition, it is aimed to automatically create service appointments for customers by estimating the likelihood of vehicles coming to maintenance and making an operation plan according to the estimated number of vehicles. Within the scope of the study, a detailed analysis was performed taking into account the characteristics of the vehicle such as brand, model, age, demographics of the user, and their relationship with the vehicle in which time intervals the vehicles sold will need maintenance. In this context, characteristics such as the distribution of time elapsed between the two maintenance services of the vehicles, age, number of replaced parts, ongoing or finished warranty played an important role in predicting when the vehicle will arrive at the maintenance service. One of the most important points in this study is that the data set used in the forecasting model records the arrival of vehicles to the maintenance service in detail, while the absence records are not kept. To estimate the maintenance date of the vehicles, more than one method has been tested and the most appropriate method has been selected. This article describes the details of the method used, its scope of use, its impact on the problem, and its results of the case study.

Keywords: *Vehicle, Maintenance service, Estimation, Automotive*

20151704069@stu.khas.edu.tr

Introduction

An efficient maintenance and service system is essential to ensure that the vehicle is always available. [1] The number of vehicles used is increasing day by day, and similarly, the demand for maintenance services for these vehicles is also growing. For authorized services that want to meet this need, traditional maintenance date estimation is no longer sufficient. In other words, it may be insufficient to call vehicle owners about exact dates once a year. Conventional periodic maintenance of this type has proven inefficient and can cause significant technical damage to the vehicle. [1] Therefore, it is crucial for customers to have their vehicles serviced at the right time.

It is also challenging to make a business plan based on the authorized service when the date of entering the maintenance service with the customers' vehicles is not estimated. At the same time, CRM teams that contact the owners of vehicles with approaching maintenance time have problems about which customers to contact. Customer Relationship Management (CRM) is the adoption of a customer-oriented strategy. [2] As new technologies now more precisely target companies' selected market segments, micro-segments or individual customers, companies are increasingly adopting CRM as a core element of corporate strategy. [2] In this project, it is crucial to more precisely target individual customers who will bring their car to the maintenance service and contact them early. This project aims to optimize the business planning of an automotive company according to the number of customers-vehicles to come, enable the CRM team that communicates with the customers to make their call planning more effective, and create a more optimistic communication channel contacting them without creating an appointment.

At this point, many factors such as the date the customers will come with their vehicles, the user habits, the age of the vehicle, the vehicle changing hands, the mileage of the vehicle are essential in determining the maintenance date of the vehicle. The following sections describe in detail the essential variables required for estimating the maintenance service date.

Literature

Many predictive maintenance (PdM) studies were observed when a literature review was conducted for this study. This study is not predictive maintenance work because it does not deal with when the failure of vehicles may occur. It provides early fault detection by looking at historical information using prediction methods such as machine learning algorithms, integrity, factors, mathematical evaluation techniques, and engineering strategies in predictive maintenance studies. [3] In this study, the prediction of the future maintenance dates of the vehicles was studied instead of the fault detection in vehicles.

Problem Definition

The study aims to estimate the probability of customers coming to authorized services for maintenance purposes next month in an automotive company, to feed the appointment acceptance process of the after-sales service department, and to increase the number of maintenance appointments indirectly by using different communication methods for customers with the highest and lowest probability of coming to the maintenance service. If the project reaches its goal, the search planning of the CRM teams dealing with after-sales services will be optimized, and it will be easier to do business planning in authorized services. When customers who are likely to come to the maintenance service next month are predicted, the CRM team will target the right customer segment. On the other hand, with this project, the work plan of the authorized services will be made more efficient. This can be welcomed by customers when the CRM team communicates early with customers who are expected to come to the maintenance service next month, and an automatic maintenance appointment is set up for them.

Data

4.1. Data Sources

In this project, only the data sets created for maintenance services were examined following the purpose. The data kept in the database to be used in the project are analyzed in three different categories.

Customer Data

This data generally includes the customer's appointment before the maintenance service and

customer satisfaction data after the maintenance service.

- Demographic information and vehicle relations of the license holder customer (active/temporary license holder information)
- Appointment information (includes data such as appointment date, appointment creation date, appointment channel (online / by phone), etc.)
- Call information (data of calls for appointment creation as the customer maintenance period approaches)

Vehicle Data

- Mileage information
- Model information
- Motor power
- Production date
- Traffic exit date
- Warranty start date
- Chassis number etc. all features

Maintenance Service Data

- Work order creation date (date of vehicle arrival at maintenance service)
- Replaced parts
- Details of all maintenance done to the vehicle in the maintenance service

4.2. Data Collection Method

Upon the customer's purchase of the vehicle, an ownership number is created for the customer, and demographic data such as age, education status, and marital status are recorded in the customer table. All vehicle data, such as vehicle model, color, and engine power, related to the purchased vehicle, are recorded in the vehicle table. The customer number is linked to the chassis number, i.e., the customer table is connected to the vehicle table, customer number, and chassis number. The CRM team calls the vehicle owner 9-12 months after the vehicle's traffic time and informs that the maintenance time of the vehicle is approaching. Maintenance reminder calls are also recorded in the call logs table in the database. If the customer agrees to create an appointment for maintenance, an appointment record is created, and this appointment is recorded in the appointment table in the database. When the customer brings his vehicle to the authorized service, all the details about the maintenance service, such as the vehicle's mileage, detailed explanations of the maintenance performed, and the replaced parts, are recorded in the work order table. If the vehicle has changed hands, a new record is created in the customer table for the vehicle's new owner. Suppose the customer who brought the vehicle to the authorized service is not the vehicle owner. In that case, a record is created in the customer table for this customer, but the "Not license holder" record is entered in the vehicle ownership column. After completing the maintenance process of the vehicle at the authorized service, the customer who brings the vehicle to the service fills out a satisfaction survey. Three days after the maintenance service day, the customer is called, and another satisfaction survey is conducted, and this survey data is recorded in the surveys table. In this way, all the details are recorded, from the purchase of the vehicle to the maintenance service and even the abandonment of the maintenance service habit.

While the records of the vehicles arriving in the maintenance dataset are kept in the database, no records are kept about the date they did not come to the maintenance service. For this reason, for each vehicle, it was checked whether the vehicle came in 3-month periods after the year 2000. For each visit the vehicle came to the maintenance service, "1" was entered in the visited field. In the 3-month periods when the vehicle did not come, "0" was entered in the visited field. In this way, dummy zero records were created.

4.3. Features Used

In Table 1, the variables and explanations of the variables in the data set used in the machine learning models in this project are given. There were more variables than shown in the table, but some variables were eliminated as a result of feature selection and were not used in models.

Table 1: Features & Usage's

Features	Usage
owner customer-id	It specifies the vehicle owner's id.
chassis	It indicates the chassis number of the vehicle.
vehicle id	It indicates the vehicle number of the vehicle.
work order id	It indicates the work order number in the maintenance service.

maintenance period	It indicates the maintenance period. (1,2,3,4,… or 15.000,30.000,45.000,…)
count of owner	It indicates the total number of customers who have owned the vehicle.
service visit date	It represents the maintenance service date defined on this line.
previous service visit date	It represents the vehicle's previous service visit date.
days between service visits	It represents the number of days between the previous maintenance service visit and this maintenance service visit.
number of service visits car user	It represents the number of times the relevant vehicle comes to the service with the relevant customer.
previous total net amount	It represents the fee paid for previous maintenance services.
previous total discount amount	It represents the amount of discount for previous maintenance services.
previous total campaign discount amount	It represents the total amount of the campaign used in the previous maintenance service (the amount discounted by the campaign on TL basis).
car age day	It represents the vehicle age daily.
car age month	It represents the vehicle age in months.
car age year	It represents the vehicle age yearly.
guarantee remaining day	It represents the number of days remaining from the warranty period of the vehicle.
guarantee end date	It represents the end date of the vehicle's warranty period.
visited	This line represents whether the vehicle has come to the maintenance service or not.
number of service visits the user	It represents the number of times the relevant customer came to the service.
number of service visits car	It represents the amount of discount applied in the previous maintenance services in euro terms for the relevant day.
previous total discount amount €	It represents the total amount of the campaign used in the previous maintenance service (the amount applied to the campaign and discount in TL) in euro for the relevant day.
previous total campaign discount amount €	It represents the fee paid in the previous maintenance services in euro terms for the relevant day.
previous total net amount €	It represents the total number of vehicles for which the relevant customer has an active license.
number of active cars	It represents the number of days since the customer bought the last vehicle.
days since the last car	
maximum total net amount user €	It represents the highest amount paid by the customer in maintenance services.
cumulative total net amount user €	It represents the total amount of fees paid by the customer for maintenance services.
cumulative total net amount user car €	It represents the total amount paid by the customer for the relevant vehicle and maintenance services.
lagged days between service visits user car	It refers to the number of days passed over the previous maintenance service that the customer went with the relevant vehicle.
cumulative days between service visits user car	It represents the number of days that have passed since the last maintenance service visit of the customer with the respective vehicle.
average days between service visits user car	It represents the average number of days between when the customer brings the vehicle to the maintenance service.
the standard deviation of days between service visits user car	It represents the standard deviation of the average number of days between the times the customer brings the vehicle to the maintenance service.
months between service visits	It represents the number of months between the previous maintenance service visit and this maintenance service visit.
years between service visits	It represents the number of years between the previous maintenance service visit and this maintenance service visit.
previous total discount rate	It represents the % change between the discount applied in the previous maintenance service visit and the discount applied in this maintenance service visit.
previous total campaign discount rate	It represents the % change between the amount of the campaign used in the previous maintenance service visit (the reduced price in TL) and the amount of the campaign used in this maintenance service visit (the reduced price in TL).
lagged percent difference on service fee	It represents the percentage change between the fee paid on the previous maintenance service visit and the maintenance service visit.
lagged mileage from the last visit	It refers to the mileage difference between the previous maintenance service of the vehicle and this maintenance service.
license plate	It represents the province to which the license plate of the vehicle is attached.
brand code	It represents the province to which the license plate of the vehicle is attached.
top model code	It represents the brand of the vehicle.
top model definition	It represents the top model of the vehicle.
base model code	It represents the top model description of the vehicle.

km per day	It represents the base model of the vehicle.
service visit per year	It represents the average mileage the customer makes per day.
z score user car	It represents the average number of times the vehicle comes to service yearly.
DSG ration	It refers to how much the estimated date for the customer deviates from that person's habit.
benchmark forecast	It refers to how much the estimated date for the customer deviates from that person's habit.
churned customer	It represents the customer's estimate of whether or not to arrive on the relevant date based on the benchmark model.
	It represents whether the customer is a churned customer or not.

4.4. EDA

After the data set was created, a detailed Exploratory Data Analysis was performed. Relationships between variables and relations between variables and target were examined. Some analysis results are shown in the figures below.

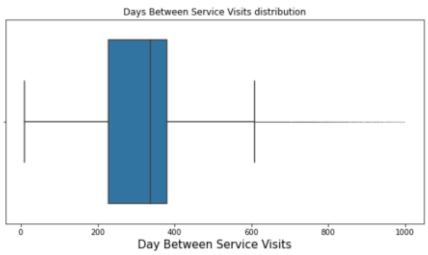


Figure 1

Figure 1 shows the distribution of the number of days between two service maintenance. It was observed that the period between two service maintenance was 370 days on average.

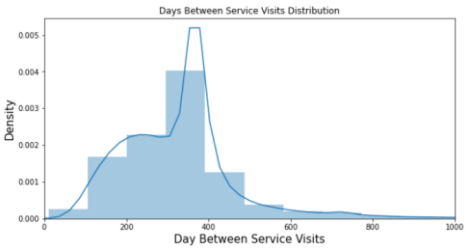


Figure 2

Similar to Figure 1, the intensity of the times between two service periods was examined in Figure 2. It has been observed that the number of days between two services is mostly between 350 and 400 days.

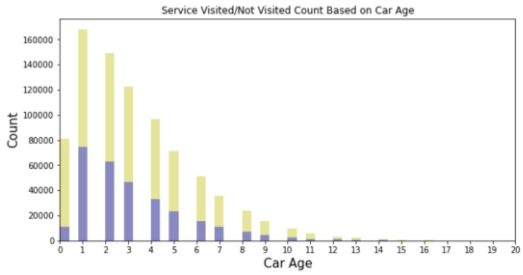


Figure 3

In Figure 3, the number of visits and absences to the maintenance service is examined based on the age of the vehicles. Purple areas indicate the status of coming to the maintenance service; yellow areas indicate the status of not coming. Yellow fields represent dummy zero records. Vehicles come to the maintenance service about once a year, but dummy zero records are created multiple times a year for a vehicle.

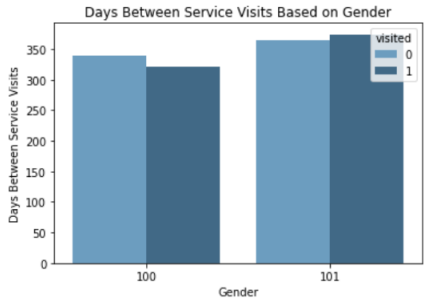


Figure 4

In Figure 4, based on gender, the average number of days between the two maintenance services for both visited, and non-visited is analyzed. 100 refers to female customers and 101 refers to male customers. When analyzed based on gender, it has been observed that there is no significant difference in the number of days between the two maintenance services.

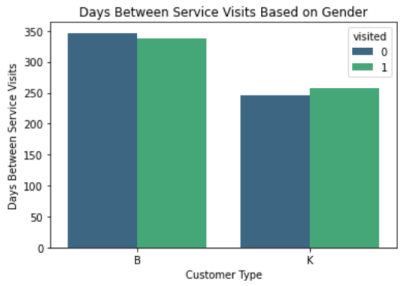


Figure 5

In Figure 5, the number of days between two service maintenance is examined based on customer type. The number of days between two maintenance services for vehicles of individual customers and

vehicles of corporate customers is quite different. Therefore, it was decided to work for customers that only include individual customers.

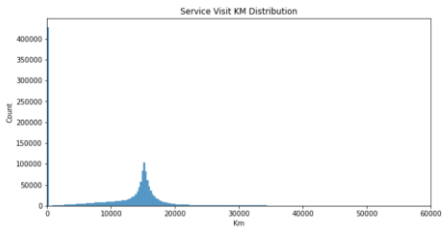


Figure 6

Figure 6 shows the mileage distribution of the vehicles arriving at the maintenance service. It has been observed that the vehicles mostly come to the maintenance service between 15,000 kilometers and 20,000 kilometers.

Performance Analysis and Comparison of Classification Algorithms Used in Machine Learning

In the study, the automotive maintenance service dataset was trained with the 10-fold cross-validation method and then tested. Cross-validation is a data resampling method to assess the generalization ability of predictive models and to prevent overfitting. [4] The data set available to build and evaluate a predictive model is called the learning set. [4] This dataset is assumed to be a sample of the relevant population. [4] Random subsampling methods are used to generate training set(s) and test set(s) from the learning set. [4] The model is then

trained using the training set (s) and tested on the test set (s). [4] The various random subsampling methods differ in how the training and test sets are constructed. [4]

Support Vector Machine (SVM), Logistic Regression (LR), Decision Tree (DR), and LightGBM Classifier (LGBMClassifier) algorithms are used in the study. Machine learning models are built using python language.

5.1. Machine Learning Algorithms

Support Vector Machine (SVM)

The support vector machine is highly preferred as it provides significant accuracy with less computing power. The Support Vector Machine, abbreviated as SVM, can be used for both regression and classification tasks. However, it is widely used for classification purposes. The goal of the support vector machine algorithm is to find a hyperplane in an N-dimensional space (N-number of features) that clearly classifies data points.

However, one of its disadvantages is that parameters heavily influence it. [5] Using traditional grid search, learning curve, and other parameter tuning methods can often be inefficient, as many parameters simultaneously affect the efficiency of algorithms. [5]

Logistic Regression (LG)

Logistic regression is a statistical method used to determine the cause and effect relationship between the independent and dependent variables when the dependent variable is observed in dual or multiple categories. It is a regression method that calculates the expected value of the dependent variable as probability according to the independent variables and helps to classify and assign according to probability rules. [6] The logistic regression model used in this study modeled probabilities of classification problems with two possible outcomes. It is an extension of the linear regression model for classification problems.

Decision Tree (DT)

The decision tree algorithm, which belongs to the supervised learning algorithms family, can also be used to solve regression and classification problems, unlike other supervised learning algorithms. The purpose of using a Decision Tree is to create a training model that can be used to predict the class or value of the target variable by learning the simple decision rules extracted from the training data.

In Decision Trees, the predictions will start from the root of the node and then compare the values of the root attribute with the other attribute. Based on the comparison, the branch corresponds to that value from the root and jumps to the next node. The steps involved in the decision tree algorithm are as follows. [6]

- ✓ It starts with the original data set as S and begins with the root node.
- ✓ During every iteration, it searches the following attribute from unselected attributes of set S. It calculates Entropy E(P) and Information gain G(I) of the attributes using the formulas of the following.

$$\mathrm{E(P)} = -\sum_{i=1}^{n} p_i * log_2 p_i \qquad (1)$$

$$\mathrm{G(I)} = \mathrm{E(P)} - \sum_{i=1}^{n} p_i * log_2 p_i \qquad (2)$$

- ✓ The attribute which has the smallest Entropy or Largest Information gain is selected.
- ✓ Next, the set S is split by the selected attribute, and a subset of the data is created.
- ✓ The algorithm keeps repeating in each subset and considers only attributes that have never been selected before.

LightGBM Classifier (LGBMClassifier)

Gradient boosting decision tree (GBDT) is a widely used machine learning algorithm due to its efficiency, accuracy, and interpretability. [8] LightGBM is a gradient boosting framework based on decision trees to increase model efficiency and reduce memory usage.

LightGBM has many advantages, such as sparse optimization, parallel training, multiple loss functions, editing, bagging, and early stopping. LightGBM doesn't grow line by line on a tree-level as many other apps do. [9] Instead, it grows trees in the form of leaves, it chooses the leaf he believes will provide the greatest reduction in loss.

Figure 7

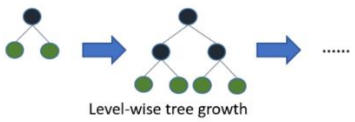
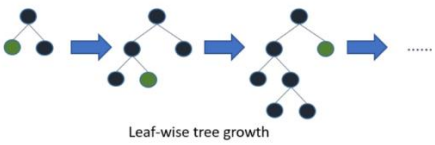


Figure 8



Leaf-wise tree growth in LightGBM finds the leaves that will most reduce loss and splits only that leaf and not messing with the rest of the leaves at the same level. This results in an asymmetrical tree where the next split might be excellent on only one side of the tree. [10] The leaf-based tree growth strategy tends to achieve lower losses than the level-based growth strategy, but also tends to be overfitting, especially for small datasets. For tiny datasets, growth by level acts as an arrangement to limit the complexity of the tree, where growth by leaf tends to be greedy. [10]

LightGBM implements a well-optimized histogram-based decision tree learning algorithm, which provides enormous advantages in both efficiency and memory consumption. [11-12] The LightGBM algorithm uses Gradient-Based Unilateral Sampling (GOSS) and Special Feature Packing (EFB) techniques that allow the algorithm to run faster while maintaining a high level of accuracy. [13]

5.2. Performance Metrics

5.2.1 Accuracy & Error Rate

Accuracy is a measure for evaluating classification models. Accuracy is the ratio of correct predictions made by the model to all predictions. It is a simple method most commonly used to measure model success. [14] In addition, accuracy is not a efficient success metric in models trained using unbalanced data. The accuracy is calculated by the formula 3 below.

$$Accuracy = \frac{(TN + TP)}{TN + TP + FN + FP} \qquad (3)$$

The error rate is calculated by dividing the number of misclassified samples by the sum of the samples. [15] The error rate is calculated by the formula 4 below.

$$Error\ Rate = \frac{(FN + FP)}{TN + TP + FN + FP} \qquad (4)$$

5.2.2 Recall

The recall is a measure of how many positive identifications are correct. [15] The recall is calculated by the formula 5 below.

$$Recall = \frac{(TP)}{TP + FN} \qquad (5)$$

5.2.3 Precision

The Precision shows how many of the values we estimated as Positive are actually Positive. [15] The precision is calculated by the formula 6 below.

$$Precision = \frac{(TP)}{TP + FP} \qquad (6)$$

5.2.4 F1-Score

The F1 Score value shows the harmonic average of Precision and Recall values. [14] The F1-score is calculated by the formula 7 below.

$$F1\ Score = 2 * \frac{precision * recall}{precision + recall} \qquad (7)$$

Results

The sample and feature numbers of the Vehicle Maintenance data set are given in Table 2.

Table 2: Sample and Feature Numbers of the Data Set

Criterion	Vehicle Maintenance Dataset	
Number of Features	49	
Number of Samples	1.031.034	
Percentage of Training Set	82%	849,319
Percentage of Validation Set	10%	97,566
Percentage of Test Set	18%	84,149

Using vehicle maintenance data and python language, four machine learning algorithms were run with 10 cross-validations and the training set. The results of the study are shown in Table 3. Considering these results, the LGBM Classifier algorithm gave better results than other algorithms.

"1" refers to the action of coming to the maintenance service, "0" refers to the action of not coming to the maintenance service.

Table 3: Sample and Feature Numbers of the Data Set

Classification Methods	Splits		Precision	Recall	F1 Score	ROC Area	Class
SVM	**Validation Set**		0.90	0.86	0.88	0.56	0
			0.20	0.26	0.22		1
		Weighted avg.	0.82	0.79	0.80		
	Test Set		0.96	0.85	0.90	0.56	0
			0.08	0.28	0.12		1
		Weighted avg.	0.92	0.82	0.87		
LG	**Validation Set**		0.92	0.81	0.87	0.65	0
			0.25	0.49	0.33		1
		Weighted avg.	0.85	0.78	0.80		
	Test Set		0.97	0.80	0.88	0.68	0
			0.11	0.53	0.18		1
		Weighted avg.	0.94	0.78	0.85		
DT	**Validation Set**		0.91	0.98	0.94	0.73	0
			0.60	0.22	0.32		1
		Weighted avg.	0.87	0.89	0.87		
	Test Set		0.97	0.98	0.97	0.73	0
			0.39	0.27	0.32		1
		Weighted avg.	0.94	0.95	0.95		
LGBM	**Validation Set**		0.92	0.96	0.94	0.76	0
			0.55	0.37	0.44		1
		Weighted avg.	0.74	0.66	0.69		
	Test Set		0.97	0.96	0.97	0.78	0
			0.34	0.42	0.37		1
		Weighted avg.	0.95	0.94	0.94		

Information on how accurately the estimation of whether or not the vehicles will be serviced is shown in Table 4 using the confusion matrix. Use Training Set, and 10-fold Cross-Validation are used to generate the confusion matrix.

Classification Method	Splits	Class	0	1
SVM	Validation Set	0	74318	12012
		1	8302	2934
	Test Set	0	68363	12135
		1	2635	1016
LG	Validation Set	0	70275	16055
		1	5754	5482
	Test Set	0	64092	16406
		1	1712	1939
DT	Validation Set	0	84685	1645
		1	8737	2499
	Test Set	0	78919	1579
		1	2655	996
LGBM	Validation Set	0	83008	3322
		1	7125	4111
	Test Set	0	77452	3046
		1	2111	1540

Conclusion

As a result of the study, Machine Learning methods were tested on automotive maintenance service data. In the experiment, the training and test results of the system were measured using the training set and cross-validation with k = 10. In the study, the LGBM algorithm performed the classification with higher performance metrics than other machine learning algorithms. In this study, no new method was proposed in addition to the methods in the literature, and the performance of machine learning methods was measured on the data set. Although a novel approach was not suggested as a result of the studies, it formed the basis for other brands and similar studies where the project would be expanded. The high success of the LGBM algorithm in the previous study will be the basis for the dissemination of the project to other brands. Currently, for a single brand, it is estimated that the customer-intermediate pairs will come to authorized service centers monthly for the LGBM model.

Future Works

In the future, this study will be expanded to all brands of the automotive company.

References

[1] Manjare, A. A., & Patil, B. G. (2021). A Review: Condition Based Techniques and Predictive Maintenance for Motor. 2021 International Conference on Artificial Intelligence and Smart Systems (ICAIS), Artificial Intelligence and Smart Systems (ICAIS), 2021 International Conference On, 807–813

[2] Gurău, C., Ranchhod, A., & Hackney, R. (2003). Customer-Centric Strategic Planning: Integrating CRM in Online Business Systems. Information Technology and Management, 4(2–3), 199

[3] Manjare, A. A., & Patil, B. G. (2021). A Review: Condition Based Techniques and Predictive Maintenance for Motor. 2021 International Conference on Artificial Intelligence and Smart Systems (ICAIS), Artificial Intelligence and Smart Systems (ICAIS), 2021 International Conference On, 807–813

[4] Berrar D. (2018) Cross-validation. Encyclopedia of Bioinformatics and Computational Biology, Volume 1, Elsevier, pp. 542–545

[5] Zhang, J., Qiu, X., Li, X., Huang, Z., Wu, M., & Dong, Y. (2021). Support Vector Machine Weather Prediction Technology Based on the Improved Quantum Optimization Algorithm. Computational Intelligence & Neuroscience, 1–13

[6] Özdamar, K. (2004), Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi 1, Eskişehir: Kaan Kitabevi.

[7] L, Y., Arunadevi, M., & Prakash, C. P. S. (2021). Prediction of MRR & Surface Roughness in Wire EDM Machining using Decision Tree and Naive Bayes Algorithm. 2021 International Conference on Emerging Smart Computing and Informatics (ESCI), Emerging Smart Computing and Informatics (ESCI), 2021 International Conference On, 527–532

[8] Ke G., Meng Q., Finley T., Wang T., Chen W., Ma W., Ye Q., Liu T. (2017), 31st Conference on Neural Information Processing Systems

[9] Cheng Li. "A Gentle Introduction to Gradient Boosting"

[10] Friedman, Jerome H. Greedy function approximation: A gradient boosting machine. Ann. Statist. 29 (2001), no. 5, 1189–1232

[11] [4] Ranka, Sanjay, and V. Singh. "CLOUDS: A decision tree classifier for large datasets." Proceedings of the 4th Knowledge Discovery and Data Mining Conference. 1998.

[12] [5] Machado, F. P. "Communication and memory efficient parallel decision tree construction." (2003).
[13] [6] Li, Ping, Qiang Wu, and Christopher J. Burges. "Mcrank: Learning to rank using multiple classification and gradient boosting." Advances in Neural Information Processing Systems 20 (NIPS 2007).
[14] Chicco, D. (1,2), & Jurman, G. (3). (n.d.). The advantages of the Matthews correlation coefficient (MCC) over F1 score and accuracy in binary classification evaluation. BMC Genomics, 21(1)
[15] Tharwat, A. (2020), "Classification assessment methods", New England Journal of Entrepreneurship. Vol. 17 No. 1, pp. 168-192. The original publication date for this paper was 21/08/2018.

İnsansı Robot Parmağının Fleksiyonun Artırılması

Mehmet Gül

Şırnak Üniversite, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği, Şırnak, Türkiye

Özet

Gelişen teknolojinin çıktılarından biri olan robotların farklı kullanım alanları, çeşitli alanlarda faydalı araç olarak kullanımı her geçen gün yaygınlaşan bir uygulamadır. Robot çeşitliliğine verilecek örneklerden biri de insansı robotlardır. İnsansı robotlar üzerine yapılan birçok farklı çalışma günümüzde mevcuttur. Özellikle insansı robotların parmak ve bilek fleksiyonlarının artırılması üzerine yapılan çalışmalar, insana olan benzerliğinin artırılması dönük yapılan çalışmalara örnek gösterilebilir. Robotlarda parmak fleksiyonu ne kadar artırılır ise insansı eline ve parmaklarına benzerliği bir o kadar artar. Çalışmada daha önce geliştirilen Türkçe işaret dili ifadelerini gerçekleştiren EC-Tema insansı robotunun parmak fleksiyonunun giderilmesi üzerine inceleme yapıldı. Çalışma kapsamında parmak fleksiyonu için iki farklı tasarım incelendi. Her iki tasarımın detayları yürütülen bu çalışmada tartışıldı. Gerçek insan parmağı benzerliği artırılmış robotik parmakların elde edilmesine dönük çalışmalar icra edilmeye devam edilecektir.

Anahtar Kelimeler: *İnsansı Robot, Parmak Fleksiyonu, İnsan Robot Etkileşimi*

Increase Flexion of Humanoid Robot Finger

Abstract

Being one of the outputs of the developing technology, the different usage areas of robots and their use as a useful tool in various fields is an application that is becoming widespread every day. One of the examples of robot diversity is humanoid robots. Many different studies on humanoid robots have been conducted. Especially studies on increasing the flexion of the fingers and wrists of humanoid robots can be given as an example to the studies to increase the similarity to human beings. The more finger flexion is increased in robots, the more it resembles a humanoid hand and fingers. In this study, the EC-Tema humanoid robot, which performs the Turkish sign language expressions developed previously, was examined on the elimination of finger flexion. Two different designs for finger flexion were examined within the scope of the study. Details of both designs are discussed in this study carried out. Further studies to obtain robotic fingers with increased resemblance to real human fingers will continue to be carried out.

Keywords: *Humanoid Robot, Finger Flexion, Human-Robot Interaction*

1 Giriş

The bulletin was published by the Republic of Turkey Ministry of Family, Labor and Social Services that there are approximately 1.5 million hearing and speech impaired individuals in Turkey [1]. Besides, it is stated that approximately 466 million people are hearing impaired [2]. Learning sign language (SL) is one of the most important contributions for these people that increase quality of daily life. SL differ from country to country, and also have specific pattern that varies within the country. The important contributions of technology in SL learning show its effects day by day. The use of humanoid robot in education, and especially in SL learning, in the educational tool model has been an increasing research topic in recent years.

The developed two-armed humanoid robot was named EC-Tema in honor of the great Muslim inventor Ismail Al-Cezeri who lived in the 12th century. With the developed humanoid robot, 50

expressions in Turkish sign language were performed with a high success rate. There are a few misunderstood or incomplete understanding expressions among the statements because of that the most important reason for this failure was the lack of finger and wrist flexion of the robotic fingers. There are approximately 27 joints in human hand to perform important tasks for the skillful and effective use of the organ that used most frequently in daily life. In particular, the unique task is undertaken by the thumb in the human hand compared to the other 4 fingers. In all robotic hands developed until today, a study with exactly the same features as normal human hands has not yet been found.

In the scope of this study, it was examined the finger flexion of the humanoid robot which the deficiency was detected in the EC-Tema humanoid robot. In the study, there are respectively the importance of finger flexion, finger design, results and discussion, and conclusion parts.

2 The Importance of Finger Flexion

The human hand is an organ with a complex grasping feature in grasping and manipulating objects. On the other hand, robotic hand designs developed in many humanoid robot until today are not as functional as human hands, and designs with high manipulation performance are known as complex designs that are not practical to use outside of laboratory facilities. The human hand has a structure associated with superior dexterity and complex light biological mechanisms. In the studies carried out until today, it has been proven that a practical mechanized copy of the human hand is too complicated to be developed by traditional engineering methods.

Flexion and extension angles of the fingers and wrist are one of the most used tools, especially in daily life. There are about 27 DoF in human hands and 21 of them are used in local movements while the remaining 6 contribute to global hand movements [3, 4]. Today, very few robotic hands can be used to perform actions such as holding an egg, a tomato or a paper and cutting any object using scissors, which are among the routine tasks for normal individuals in daily life. Finger flexions must be used effectively for robotic hands to perform such actions.

The development of anthropomorphic robot hands continues to be one of the most important problems, especially in humanoid robot technology. Numerous research studies have been conducted on the application of the typical functions and shapes of human hands. On the other hand, the field is still far from replicating the generic features of human hands, such as finger gestures. Many different designs of robot hands continue to be developed in order to increase the performance to overcome this situation. For example, various actuators such as memory alloy wires [5, 6], ultrasonic motors [7], pneumatic actuators [8, 9] and electroactive polymer were used in the design of robot hands. Various actuators used for different designs meet many specifications in terms of speed, output (grip) force, and weight (or volume). Among the actuators used, the torque force produced by the electromagnetic motors is beneficial. In many aspects, as well as the determinations that their usage areas will become widespread if they are developed.

The need for the development of ultrasonic motors is the problem of total mass caused by the used inevitable weights of the gear motors. A skilled robotic hand is not only dependent on actuators, but also benefits from the mechanisms used. Considering this situation, many different mechanisms continue to be developed. For example, there have been mechanism development studies in order to eliminate insufficient movement [11, 12]. The use of a small number of actuators in the studies carried out reduced the total weight of the robotic hand, providing greater freedom in finger operations, but was inadequate in dexterity compared to other studies. Despite many approaches, designing a light, high-speed robot hand with great gripping power remains an unsolved problem.

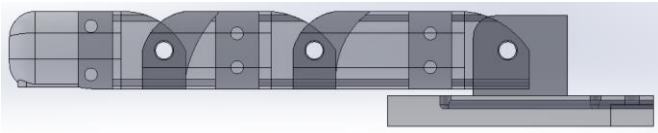
It is essential to presence of the thumb for the development of a skilled robotic hand with functionality similar to the human hand. In robotic fingers, which were developed to simulate human hands, it was tried to preserve the minimal kinematic structure. Other design simplification features have also been applied to the overall mechanical designs of the system. Composed of a series of compact electric servo actuators, a single finger was used for the first time in the development phase of the robotic hand system. 3D printer was used in the development of the robotic hand and fingers were printed with PLA filament. With 3D technology, models that require very specific production techniques but require minimal geometric features can be printed.

Servo motors were used for the movement of the joints in the study performed on robotic hand flexion. It has been proven in the literature that such motors are successfully applied in small-scale humanoid robots [13]. Servo motors offer advanced capabilities during use with a variety of controllable parameters

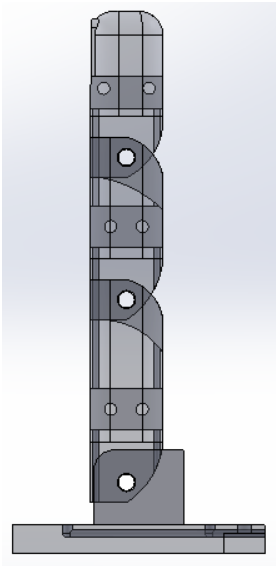
(such as speed, torque, temperature and current direction, etc.).

3 The Finger Design

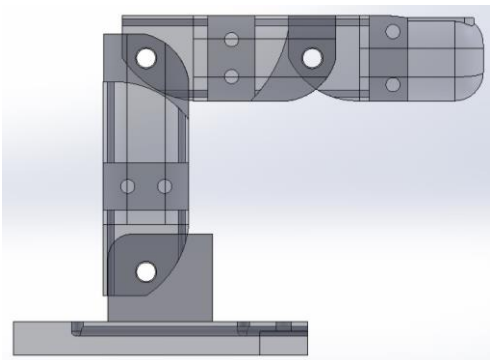
It is demonstrated the detailed figures of two different designs for a single finger prepared on the SolidWorks mechanical engineers design software in below. In the first design, a separate servo motor was used for the bending and straightening movements of the 3 joints in the finger. Each joint of the finger controlled by two servo motors separately and a total of 6 servo motors used in the first design. The 4 possible positions of the finger whose assembly view is shared on the design software were shown separately.



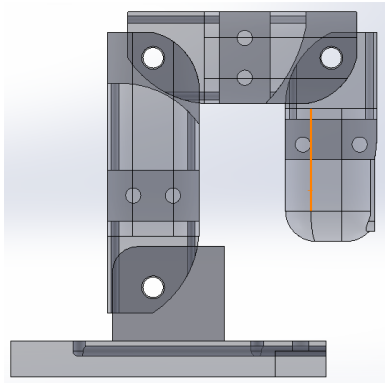
a. The relaxation condition of finger



b. The flexion on Proximal phalange joint



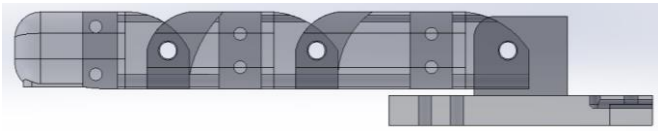
c. The flexion on middle phalange joint



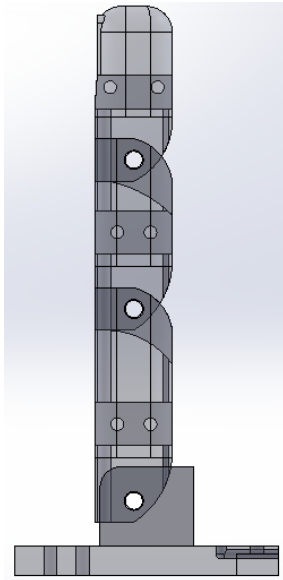
d. The flexion on Distal phalange joint

Figure 1. The first design of robotic finger with 6 actuators

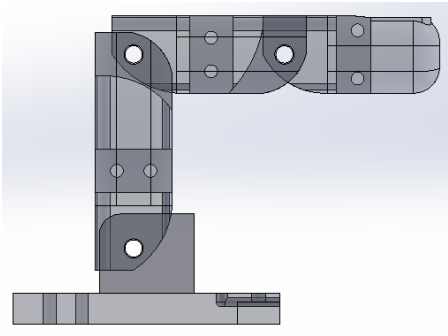
In the second design, each flexion of joint of the finger is controlled by a servo motor. Servo motors used are used to bend each joint of the finger separately. While servo motor was used for the bending process, rubber rope was used to bring it to the relaxation condition. The design parts of the second design also developed through the SolidWorks software and the assembly view are shown in detail.



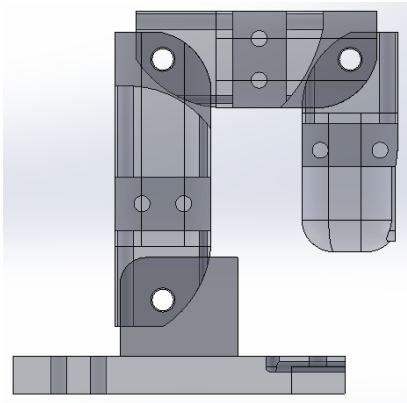
a. The relaxation condition of finger



b. The flexion on Proximal phalange joint



c. The flexion on middle phalange joint



d. The flexion on Distal phalange joint

Figure 2. The second design of robotic finger with 3 actuators

4 Results and discussion

Finger flexion of the robot hand was enabled to work effectively in both developed designs. In the figure 1 design, two servo motors were used for the bending and loosening of each joint, while in the figure 2 design, one servo was used for the bending function of each joint and a rubber rope was used for the relaxation function. In this design, the rubber rope principle, which Hirose used in his work and achieved successful results, was used [14]. The kinetic energy accumulated in the stretched rubber rope during the bending phase helps the finger joint to relax.

Finger flexion continues to be the most serious problem encountered in humanoid robots developed especially. For this purpose, many studies are carried out today. In the first design of the two different models developed within the scope of the study, more servo motors are used and this causes extra weight. Both volume and weight problems are the biggest disadvantage of the first design over the second design. In the second design, only one servo motor controls each joint. The weight of the rubber ropes used for loosening is negligible compared to the equivalent servo motors used in the first design.

The programmable feature of the servo motors used is among the reasons to be preferred in both designs. With its programmable feature, if servo motors are considered as a control unit, the use of more control units in the first design, in other words, the use of actuators is more compared to the second design. The requirement of using two servo motors for each of joints results in the need to use twice servo motors compared to the first design. This means extra weight and volume. Even this problem is the most striking feature of the second design compared to the first design.

5 Conclusion

Within the scope of the study, two different designs were developed for a robotic finger and the advantages of using the designs with each other were examined. In both designs, the bending motion obtained with servo motors was successfully achieved. Considering the two designs, the second design stands out with its features such as weight, less number of controls and volume used compared to the first design. The study is about the inability to make some TSL expressions due to the lack of finger flexion in the developed two-armed humanoid robot. "How are you? / I am fine" expressions are the common TSL expressions statements is shown in figure 3. When the movement was tried to be performed with the developed humanoid robot, figure 3.b. shapes were obtained.

a. Expressions of "How are you?" or "I am fine" represented in TSL

b. Expressions demonstrated by EC-TEMA

Figure 3. Some common expression

In the literature review on finger flexion deficiency, a separate actuator is used for each joint in robotic fingers. Two different design models were examined for a single finger developed within the scope of the study. In the next stage of the study, a complete robotic hand with thumb and other 4 fingers will be developed. In this way, finger flexions of the humanoid robot, which is still under development, will be used more effectively.

References

[1] The bulletin was published by the Republic of Turkey Ministry of Family, March 2020, https://www.ailevecalisma.gov.tr/media/42250/istatistik-bulteni-2020-mart.pdf (Access date: 01/09/2020)

[2] World Health Organization https://www.who.int/deafness/estimates/en/ (Access date: 21/03/2021)

[3] Lee, J. Kunii, T.L. "Model-based analysis of hand posture". IEEE Comput. Graph. Appl. 1995, 15, 77–86.

[4] Wu, Y. Huang, T.S. "Hand modeling, analysis and recognition". IEEE Signal Process. Mag. 2001, 18, 51–60.

[5] Kakudou T. Watanabe K. and Nagai I. "Mobile mechanism of a climbing robot for cleaning and locomotion on stairs" in Proceedings of SICE Annual Conference (SICE), 2012. IEEE, Conference Proceedings, pp. 145–148.

[6] Hassan-Zahraee A. Herman B. and Szewczyk J. "Mechatronic design of a hand-held instrument with active trocar for laparoscopy," in 2011 IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA). IEEE, Conference Proceedings, pp. 1890–1895.

[7] Estier T. Crausaz Y. Merminod B. Lauria M. Piguet R. Siegwart R.Y. Merminod B. Merminod B. Siegwart R.Y. and Siegwart R.Y. "An innovative space rover with extended climbing abilities". ETH-Zrich, 2000.

[8] Pugh S. "Load lines: an approach to detail design," Production Engineer, vol. 56, no. 1.2, pp. 15–18, 1977.

[9] Bal´azs M.E. and Brown D.C. "A preliminary investigation of design simplification by analogy," in Artificial Intelligence in Design '98. Springer, Conference Proceedings, pp. 517–534.

[10] Liu H. Wu K. Meusel P. Hirzinger G. Jin M.H. Liu Y.W. Fan S.W. Lan T. and Chen Z.P. "A dexterous humanoid five-fingered robotic hand," in Proc. 17th IEEE Int. Symp. Robot Human Interact. Commun., Aug. 2008, pp. 371–376.

[11] Carrozza M.C. Cappiello G. Stellin G. Zaccone F. Vecchi F. Micera S. and Dario P. "A cosmetic prosthetic hand with tendon driven underactuated mechanism and compliant joints: Ongoing research and preliminary results," in Proc. IEEE Int. Conf. Robot. Autom., Apr. 2005, pp. 2661–2666.

[12] Cipriani C. and Controzzi M. "Embedded hardware architecture based on microcontrollers for the action and perception of a transradial prosthesis," in Proc. 2nd Biennial IEEE/RAS-EMBS Int. Conf. Biomed. Robot. Biomechatron., Oct. 2008, pp. 848–853.

[13] Hild M. Jngel M. and Spranger M. "Humanoid team humboldt team description 2006," Proceedings CD Robocup, 2006.

[14] Hirose S. Umetani Y. "The development of soft gripper for the versatile robot hand". Mech. Mach. Theory 13(3), 351–359 (1978)

Türkiye'de Orta Vadeli Elektrik Tüketiminin Aylık Tahmini

İbrahim Ziya *ÖZGÜN*[1], Buket *DOĞAN*[2]

[1]*Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, İstanbul, TÜRKİYE*

[2] *Marmara Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, İstanbul, TÜRKİYE*

Özet

Enerji tüketimi, günümüz toplumunda gelişmişlik düzeyini belirlemede kullanılan en önemli göstergelerden biridir. Elektrik enerjisi, enerji tüketimi içerisinde büyük bir paya sahiptir. Ülkemizdeki elektrik enerjisi üretiminde daha çok dışa bağımlı olduğumuz kömür ve doğalgaz gibi kaynaklar kullanılmaktadır. Bu da ülkemizdeki cari açığın büyümesine sebep olmaktadır. Ayrıca elektrik enerjisi depolanamadığından özellikle pandemi dönemi gibi kritik dönemlerde talebin kesintisiz olarak karşılanabilmesi tüketim miktarının tahmin edilmesini ve buna bağlı olarak üretim planının yapılmasını gerektirmektedir. Enerji kaynaklarındaki dışa bağımlılıktan kaynaklanan cari açığın azaltılması, kesintisiz ve ucuz elektrik kullanılabilmesi amacıyla elektrik tüketim tahminlemelerinin yapılması şarttır. Bu çalışmada; Türkiye'de 2016-2020 dönemlerindeki aylık elektrik tüketim verileri kullanılarak, 2021 yılına ait aylık veriler ARIMA modeli aracılığıyla tahmin edilmiştir. Elde edilen tahmin verileri 2021 yılının ilk dört ayı ile karşılaştırılmış ve olağan şartlarda hata paylarının %2'den düşük olduğu görülmüştür. Böylece kurulan tahmin modelinin performansı gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Elektrik tüketim tahmini, Enerji tüketimi, ARIMA Modeli, Türkiye*

Monthly Forecasting of Medium-Term Electricity Consumption in Turkey

Abstract

Energy consumption is one of the most important indicators used in determining the level of development in today's society. Electricity has a large share in energy consumption. Sources such as coal and natural gas, which we depend mostly on foreign countries, are used in the production of electrical energy in our country. This causes the current account deficit to grow in our country. In addition; since electrical energy cannot be stored, meeting the demand without interruption, especially in critical periods such as the pandemic period, requires estimating the consumption amount and making a production plan accordingly. It is essential to make electricity consumption estimations in order to reduce the current deficit caused by foreign dependency in energy resources and to use uninterrupted and cheap electricity. In this study, using monthly data on electricity consumption in Turkey in the 2016-2020 period, the monthly data for 2021 have been estimated through ARIMA model. The estimated data have been compared with the first four months of 2021 and has seen that the margin of error was less than 2% under normal conditions. Thus the performance of the established prediction model has been seen.

Keywords: *Electricity consumption forecasting, Energy consumption, ARIMA Model, Turkey*

1 Giriş

Enerji tüketimi; bir toplumun sosyo-ekonomik faaliyetlerinin gelişmişlik düzeylerini etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Ülkemizde ve dünyada enerji talebi artan nüfus, şehirleşme, sanayileşme, teknolojinin yaygınlaşması ve refah artışına bağlı olarak yükselmesini sürdürmekte olup bu yükselişi önümüzdeki dönemlerde de koruması beklenmektedir. Enerji tüketiminde ise elektrik enerjisi önemli bir paya sahiptir. Sürekli ve kaliteli

bir enerji tipi olması nedeniyle elektrik enerjisi talebi de gün geçtikçe artmaktadır. Özellikle Türkiye gibi sanayileşmekte olan ülkeler açısından elektrik tüketimi büyük önem arz etmektedir. Türkiye'deki elektrik enerjisinin üretiminin büyük bir çoğunluğu doğalgaz ve kömür gibi dışa bağımlı olduğumuz kaynaklardan sağlanmaktadır. Tablo 1'deki TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu) verilerinden alınan son 10 yılın enerji kaynaklarının elektrik üretimindeki paylarına göre dağılımlarında ülkemizdeki doğalgaz ve kömürden elde edilen elektrik üretiminin %60-70 seviyelerinde olduğu görülmüştür [1]. Bu sebeple Türkiye için elektrik üretiminde dışa bağımlı olmak bir dezavantaj oluşturmaktadır. Ayrıca bu kaynakların elektrik enerjisi üretiminde kullanılması cari açığın büyük bir bölümünü oluşturmaktadır. Ülkemizin daha müreffeh bir seviyeye ulaşabilmesi için elektrik enerjisi üretimindeki araçların yerli ve yenilenebilir kaynaklarla çeşitlendirilmesi gerekmektedir. Bunun yanı sıra bu kaynakların yüksek performanslı bir şekilde kullanılmasını sağlamak için elektrik tüketim tahminlerinin yapılması gerekmektedir.

Elektrik enerjisi depolanamadığından üretim ve tüketim anlık veriler üzerinden gerçekleşmektedir. Elektrik enerjisi talebinin sürekli olarak karşılanabilmesi tüketim verilerinin tahminlenmesi ve buna bağlı olarak üretim planlamasının yapılmasını gerektirir. Bu çalışmada, enerji piyasalarında tüketim taleplerini karşılayabilmek adına yeni açılacak olan Vadeli Elektrik Piyasası'nda orta ve uzun vadede üretilecek ve tüketilecek elektrik miktarları elde edilmeye çalışılmaktadır. Gerçekleştirilen çalışmanın Vadeli Elektrik Piyasası'nda işlem yapacak piyasa katılımcılarına orta vadede yol gösterici bir çalışma olması planlanmıştır. Böylece hem fazla üretimden kaynaklanan israf önlenmiş olacak hem de daha ucuz elektrik üretimi gerçekleşmesine fayda sağlanacaktır. Ayrıca elektrik tüketiminde yapılacak orta ve uzun vadeli tahminlemelerle üretim, dağıtım ve iletim altyapılarında yapılması gereken hizmetler için de yol gösterici olması sağlanacaktır.

Tablo 1. Enerji kaynaklarına göre elektrik enerjisi üretimi ve payları (TÜİK 2009-2019) [1].

Yıl	Toplam	Kömür	*S.Y.	Doğal gaz	Hidrolik	**Y.E.A.
	***(GWh)	(%)				
2009	**194,813**	28.6	2.5	49.3	18.5	1.2
2010	**211,208**	26.1	1.0	46.5	24.5	1.9
2011	**229,395**	28.8	0.4	45.4	22.8	2.6
2012	**239,497**	28.4	0.7	43.6	24.2	3.1
2013	**240,154**	26.6	0.7	43.8	24.7	4.2
2014	**251,963**	30.2	0.9	47.9	16.1	4.9
2015	**261,783**	29.1	0.9	37.9	25.6	6.5
2016	**274,408**	33.7	0.7	32.5	24.5	8.6
2017	**297,278**	32.8	0.4	37.2	19.6	10.0
2018	**304,802**	37.2	0.1	30.3	19.7	12.7
2019	**303,898**	37.1	0.1	18.9	29.2	14.7

*S.Y. : Sıvı yakıtlar

**Y.E.A. : Yenilenebilir enerji ve atıklar

***GWh : Gigawatt saat

Elektrik enerjisinin tüketiminde mevsimsel olaylar, gün uzunluğu, ekonomik faaliyetler, tatil gibi sosyal ve kültürel olaylar gibi birçok etken bulunmaktadır. Elektrik tüketimindeki bu parametrelerin çokluğu yapılan tahmin çalışmalarına da yansımıştır. Elektrik tüketim verilerini tahmin etmek için kullanılan yöntemler zaman serileri, regresyon modelleri, ARIMA (otoregresif entegre hareketli ortalama) modelleri, bulanık mantık, yapay sinir ağları, gri sistemler, destek vektör mekanizmaları, genetik algoritmaları ve optimizasyon gibi modeller olarak gözlenmektedir [2]. Bu çalışmada, Türkiye elektrik enerjisi tüketimi için 2016-2020 yıllarına ait aylık veriler işlenerek 2021 yılına ait aylık veriler ARIMA modeli kullanarak tahmin edilmiş ve 2021 yılının ilk dört aylık verisi modeli doğrulamak için kullanılmıştır.

2 Literatür taraması

Tahminleme modellerinde kullanılan parametreler doğru tahmin yapılması için önemlidir. Çünkü ilgili modele girdi olarak verilen parametrelerin eksik ya da yanlış olması yapılan tahmini doğrudan etkileyecektir. Yapılan tahmin çalışmalarında modellere girdi olarak geçmiş elektrik tüketim değerlerinin yanı sıra nüfus, gayrisafi milli hasıla, gayrisafi yurtiçi hasıla, ithalat, ihracat, katma değer, müşteri sayısı, CO_2 emisyonu, kurulu kapasite, iklim

faktörü, sıcaklık ve bağıl nem gibi ekonomik ve ekonomik olmayan parametrelerden de faydalanılmıştır [3]. Ülkelerin iklimsel özelliklerinin, sosyal, kültürel ve ekonomik faaliyetlerinin farklılık göstermesi her ülkenin kendine özgü bir tüketim anlayışının olması ülke bazında farklı tahmin modellerinin geliştirilmesini mecbur kılmaktadır. Ekinci [4]'de yaptığı çalışmasında ANFIS(adaptif ağ tabanlı bulanık mantık çıkarım sistemi) ve YSA(yapay sinir ağı) tahmin modellerinin enerji arz tahmin aracı olarak kullanılabilirliğini göstermiş; YSA tahmin metodunun geleneksel metotları desteklemekte kullanılabileceği sonucuna varmıştır. Pençe ve arkadaşları [5]'de Türkiye'de 1970-2016 dönemi için yıllık sanayi alanındaki elektrik tüketim değerlerini içeren veri seti kullanarak ileri beslemeli YSA modeli Bayes Düzenleme algoritması üzerinden eğitilerek 2017-2023 yıllarına ait tüketim miktarları tahmin edilmiştir. Kaynar vd. [3]'te ithalat, ihracat, gayrisafi yurtiçi hasıla ve nüfus gibi ekonomik parametreler kullanılarak DVR (destek vektör regresyon) modeliyle Türkiye'nin yıllık elektrik tüketimini tahminlemiş ve bu yöntemin klasik regresyon ile yapay sinir ağları yöntemlerine alternatif olarak kullanılabileceğini göstermiştir. Çok değişkenli VAR(vektör otoregesyonu) modeli kullanılarak yapılan çalışmada birincil enerji tüketimi ile büyüme arasındaki ilişkisi 1975-2006 yıllarını kapsayan dönem için incelenmiştir [6]. Çoklu regresyon metodu kullanılarak elektrik tüketimi ile gayrisafi yurt içi hasıla arasında güçlü bir bağ olduğu bulunmuş ve gayrisafi yurt içi hasılada meydana gelen değişimin elektrik tüketimini pozitif yönde etkilediği sonucuna varılmıştır [7]. Zaman serileri elektrik tüketimine bağlı olan mevsimsellik ilkesini incelemeye yarar sağlayan bir modeldir. Altınay [8]'de yaptığı çalışmasında Türkiye'nin 1995-2008 dönemini kapsayan toplam aylık brüt elektrik talebinin mevsimsel etkileri zaman serileri teknikleri ile analiz edilerek araştırılmış; gerek aylık brüt elektrik talebindeki güçlü mevsimsel dalgalanmaların, gerekse uzun dönemli eğilimlerin deterministik olmayıp stokastik karakterde olduğu tespit edilmiştir.

Elektrik tüketim tahmini üzerinde kullanılan yöntemlerden biri de genetik algoritmalardır. Yiğit [9]'da yaptığı çalışmada net elektrik enerjisinin tüketimi için lineer ve karasel GATEM'i(genetik algoritma elektrik tahmin modeli) kullanmış ve Türkiye'nin 2010-2020 yılları arası net elektrik enerjisini tahmin etmiştir. Yapılan tahminlerin daha doğru sonuçlar vermesi açısından bir modele bağlı kalmak yerine [10]'da da olduğu gibi hibrit yöntemlerin geliştirilmesi tahminlerde yapılan hataların minimize edilmesini sağlamaktadır. Başoğlu ve Bulut [10]'da kısa dönemli elektrik talep tahmini için EPSİM-NN adı verdikleri hibrit bir çalışma ile yapay sinir ağları ile uzman sistemleri birleştirmiş ve günlük ortalama tüketim tahminlerini daha düşük hata paylarıyla hesaplamayı başarmıştır. Zaman aralıkları bakımından elektrik tahmini genelde kısa, orta ve uzun vadeli olarak sınıflandırılmaktadır [2]. Bütün bu araştırmalar ışığında elektrik talep tahminin en doğru şekilde yapılabilmesi için tahminin hedefi ve kapsamı belirlenmeli, önceki tahmin verilerinden ve belirlenmiş bilimsel teorilerden faydalanılarak matematiksel model oluşturulmalıdır.

3 Materyal ve yöntemler

3.1 Araştırmanın amacı ve kapsamı

Bu çalışmanın temel amacı Türkiye'de 2020 yılına ait elektrik tüketim miktarının aylık bazda tahminini gerçekleştirmektir. Bunun için de EPİAŞ(Enerji Piyasaları İşletme Anonim Şirketi) tarafından 2016-2020 yıllarına ait elektrik tüketim verileri kullanılarak uygun bir ARIMA modeli oluşturulmuştur. Oluşturulan bu model ile 2021 yılına ait aylık tüketim miktarlarının tahmini yapılmıştır. Orta vadede yapılan bu tahmin ile elektrik enerjisindeki talebin kesintisiz ve ucuz bir şekilde yapılması hedeflenmektedir.

3.2 *Veri setinin hazırlanması*

Bu çalışmada Enerji Piyasaları İşletme A.Ş. tarafından yayınlanan 2016-2020 yılları arasındaki gerçek zamanlı elektrik tüketim verileri kullanılarak megawatt saat (MWh) cinsinden bir veri seti oluşturulmuştur. Veri setine EPİAŞ'ın halka açık bir platformu olan şeffaflık platformundan ulaşılabilir [11]. Veri seti 2016-2020 yıllarını kapsayacak şekilde saatlik bazda olup yapılacak tahminlerin aylık bazda planlanması nedeniyle saatlik veriler toplanarak aylık verilere dönüştürülmüş ve örnek veri seti Tablo 2'de sunulmuştur.

3.3 *Tahmin modelleri*

Elektrik tüketim veri seti üzerinden tahminleme yapılırken ARIMA modelinden yararlanılmıştır. ARMA (otoregresif hareketli ortalama) modelleri AR (otoregresif), MA (hareketli ortalama), ARMA, ARIMA olmak üzere bu dört modeli de kapsayan bir yapıdan oluşmaktadır [12].

Yıllar	Aylar	Elektrik Tüketimi(MWh)
2016	Ocak	23,730,799.20
2016	Şubat	25,130,406.80
2016	Mart	22,231,115.10
2016	Nisan	21,301,823.68
⋮		
2020	Eylül	26,224,502.60
2020	Ekim	24,028,618.15
2020	Kasım	24,405,478.87
2020	Aralık	26,324,714.69

Tablo 2. Aylık elektrik tüketim verileri (EPİAŞ 2016-2020) [11]

3.3.1 *AR(p) modelleri*

AR(p) modelinde Y_t değeri, serinin p dönem geçmiş değerlerinin ağırlıklı toplamının ve rassal hata teriminin doğrusal fonksiyonudur. AR(p) modelleri genel olarak Denklem (1)'deki gibi gösterilir.

Denklem (1)'de, $Y_{t-1}, Y_{t-2}, \ldots, Y_{t-p}$ geçmiş gözlem değerleri, $\Phi_1, \Phi_2, \ldots \Phi_p$ geçmiş gözlem değerleri için katsayılar, δ sabit değer ve a_t de hata terimini ifade etmektedir [13].

$$Y_t = \Phi_1 Y_{t-1} + \Phi_2 Y_{t-2} + \ldots + \Phi_p Y_{t-p} + \delta + a_t \quad (1)$$

3.3.2 *MA(q) modelleri*

MA(q) modelinde Y_t değeri, serinin geriye doğru q dönem geçmiş hata terimlerinin ve ortalamasının doğrusal fonksiyonudur. MA(q) modelleri genel olarak Denklem (2)'deki gibi gösterilir.

Denklem (2)'de, $a_t, a_{t-1}, a_{t-2}, \ldots, a_{t-q}$ hata terimlerini, $\theta_1, \theta_2, \ldots, \theta_q$ hata terimleri ile ilgili katsayıları, μ sürecin ortalaması olan bir sabiti göstermektedir [14].

$$Y_t = \mu + a_t - Q_1 a_{t-1} - Q_2 a_{t-2} + \ldots + Q_q a_{t-q} \quad (2)$$

3.3.3 *ARMA(p,q) modelleri*

ARMA modelleri en genel durağan stokastik süreç modelleri olup, geçmiş gözlemlerin ve geçmiş hata terimlerinin doğrusal bir fonksiyonudur. ARMA(p,q) modelleri genel olarak Denklem (3)'teki gibi gösterilebilir.

Denklem (3)'te, $Y_{t-1}, Y_{t-2}, \ldots, Y_{t-p}$ geçmiş gözlem değerlerini, $\Phi_1, \Phi_2, \ldots \Phi_p$ geçmiş gözlem değerleri için katsayıları, δ bir sabit değeri, $a_t, a_{t-1}, a_{t-2}, \ldots, a_{t-q}$ hata terimlerini ve $\theta_1, \theta_2, \ldots, \theta_q$ hata terimleri ile ilgili katsayıları temsil etmektedir [12].

$$Y_t = \Phi_1 Y_{t-1} + \Phi_2 Y_{t-2} + \cdots + \Phi_p Y_{t-p} + \delta + a_t + Q_1 a_{t-1} - Q_2 a_{t-2} - \ldots - Q_q a_{t-q} \quad (3)$$

3.3.4 *ARIMA(p,d,q) modelleri*

Zaman serisinin durağan olduğu durumlarda, yani sürecin ortalamasının, varyansının ve kovaryansının zamana bağlı olarak değişmediği durumlarda ARMA(p,q) veya ARMA(p,q)'nın özel hali olan AR(p) veya MA(q) modellerinden uygun olanı kullanılabilir. Ancak gerçekte zaman serilerinin ortalama ve varyansında zamana bağlı bir değişim olmaktadır. Bu durum durağan olmayan durum olarak adlandırılır. Bu tip zaman serileri durağan hale dönüştürüldüğünde yukarıda bahsedilen ARMA(p,q) modelleri tahmin için kullanılabilir. Zaman serisinin durağanlaştırılması ise fark almak suretiyle yapılır. Zaman serisinin doğrusal bir trendi var ise birinci fark serisi durağan olur. Eğer zaman serisinin eğrisel bir trendi var ise farkların tekrar farkı alınarak ikinci farklar serisi durağan olur. Bu durumda model, ARIMA(p,d,q) olarak ifade edilir.

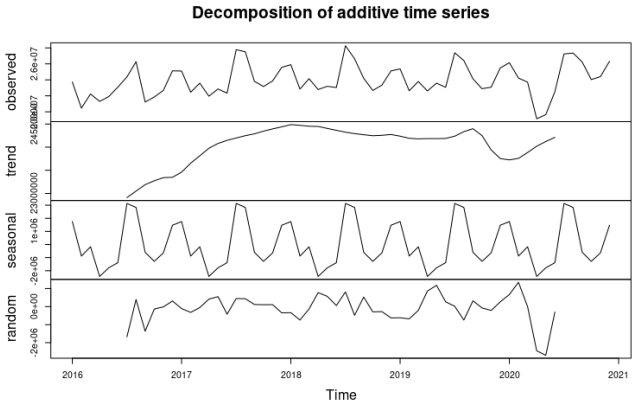
ARIMA otoregresif indirgenmiş hareketli ortalama'nın kısaltılmış halidir. Burada d serinin durağanlaştırma (fark alma) parametresidir [14].

3.4 *ARIMA modelinin veri setine uygulanması*

Bu çalışmada oluşturulan veri setinin analiz işlemleri için R programlama aracı kullanılmıştır. İlk olarak veri seti R programlama aracılığıyla zaman serisine dönüştürülmüştür. Sonrasında zaman serisini daha net gözlemleyebilmek ve daha iyi yorumlayabilmek amacıyla zaman serisine ayrıştırma (decompose) işlemi uygulanmıştır. Şekil 1'de ayrıştırılmış zaman serisi grafiğinin en üst kısmı zaman serisinin normal dağılımını, sırasıyla trend, mevsimsel ve rassal dağılımlarını gösterir. Zaman serisinin doğrusal olmayan artan bir trende sahip olduğu, sıcaklık değişimlerine bağlı olarak elektrik tüketimi değiştiği için zaman serisinin mevsimsellikten etkilendiği Şekil 1'de görülmüştür. Ayrıca zaman zaman ani olarak belirli bir periyodu bulunmayan değişimlerden de serinin etkilendiği gözlemlenmiştir.

Zaman serisinin durağanlığını ölçmek amacıyla zaman serisine Artırılmış Dickey-Fuller (ADF) ve

Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS) testleri uygulanmıştır. Bu testlerin sonucunda p değerleri 0.05 değerinin altında çıkarsa bu zaman serisi durağandır denilebilir. Testlerin p değeri sonuçları sırasıyla 0.01077 iken diğeri 0.1 olarak hesaplanmıştır. Değerlerden birinin 0.05'in üstünde olması nedeniyle zaman serisine fark alma işlemi uygulanmıştır.



Şekil 1. Zaman serisinin ayrıştırılmış grafiği

Ayrıca kullanmış olduğumuz veriler mevsimsellikten etkilenmektedir. Daha doğru sonuçlar alınabilmesi için zaman serisinin mevsimsellikten arındırılması gerekmektedir. Mevsimsellikten arındırılmış tüketim zaman serisinde kolerasyon ve otokolerasyon değerlerini incelememiz gerekmektedir. Bu değerler hızlı bir şekilde 0'a düşmeli ve değerler kolerasyon doğrusundan çok ayrılmamalıdır.

Zaman serimizde bir defa ortalama alma işlemi uygulandığında yani ARIMA(1,1,1)(0,1,0) modeli kullanıldığında Tablo 3'teki gibi aylık tahminler elde edilmiştir.

Aylar	Tahmin Edilen Elektrik Tüketimi(MWh)	Gerçekleşen Elektrik Tüketimi(MWh)	Hata Oranı (%)
Ocak	26,673,712	26,894,975.05	0.82
Şubat	24,602,619	24,194,207.44	-1.69
Mart	24,013,831	27,605,415.95	13.01
Nisan	19,399,693	25,617,802.28	24.27

Tablo 3. 2021 yılı aylık gerçekleşen ve tahmin edilen elektrik tüketim miktarları

4 Bulgular ve tartışma

Gerçekleştirilen çalışmada elektrik tüketimi tahmini için seçilen ARIMA(1,1,1)(0,1,0) modeli ile test amaçlı kullanılan 2021 yılının ilk iki ayı için 0.82 ile 1.69 arasında bir hata payının olduğu gözlemlenmiş olup, normal süreç içerisinde tahmin yüzdelerinin tutarlı olduğu görülmektedir. Buna karşın üçüncü ve dördüncü aylarda yaşanan pandemi süreci ile birlikte hata oranlarının 13.01 ve 24.27 olduğu görülmektedir. Olağanüstü durumlarda tahmin yüzdesinin düşük olması modelin olağanüstü durumlarda verimli olmadığını göstermektedir. Olağan durumlardaki 0.82 ve 1.69 hata payları düşük düzeydedir. Elektrik tüketim verilerinin tahmin edilmesine etki eden birçok değişken olması sebebiyle, sadece geçmiş veriler üzerinden tahmin yapan ARIMA(1,1,1)(0,1,0) modeli için elde edilen tahmin sonuçları başarılı bir tahmin geçekleştirildiğini göstermektedir.

Yapılan diğer elektrik tahmin çalışmalarında [3,10,12]'de görüldüğü üzere ülkemizde hibrit tahminleme yöntemlerinin daha başarılı olduğu görülmüştür. Fakat bu sistemlerin geliştirmesi ve matematiksel altyapılarının kurulması uzun zaman almaktadır. Zaman serileri ile tahmin yöntemleri kolay ve güvenilir olduğundan hızlı bir şekilde tahmin üretmek için uygundur.

Bu çalışmayla elde edilen orta vadeli elektrik tüketim tahminleri kurulacak olan Vadeli İşlemler Piyasası'ndaki katılımcıların daha öngörülebilir sonuçlarla hareket etmesini sağlayacaktır.

5 Sonuç

Doğal ve ekonomik kaynakların daha verimli ve yerinde kullanımı için enerji tahminlerinin yapılması gereklidir. Sadece enerji talebinin tahmin edilmesi değil aynı zamanda orta ve uzun vadede de altyapı çalışmalarının da yönetilmesi tahminler vasıtasıyla yapılmaktadır. Ayrıca enerji piyasasının kesintisiz bir şekilde işlemesi ve ucuz elektrik enerjisine kavuşabilmek için de tahmin metotları geliştirilmelidir. Bu çalışmada orta vadede 2021 yılına ait aylık elektrik tüketim miktarları ARIMA modeli ile gerçeğe en yakın şekilde tahmin edilmiş olup hata payı olağan zamanlarda 0.82-1.69 arasındadır. Olağan dışı durumlarda ARIMA modeli ile tahmin yapılması uygun olmayıp, olağan durumlarda başarılı tahminlerin yapılması ülkemizin enerji politikalarına orta vadede yol gösterici olacaktır.

Kaynaklar

[1] Türkiye İstatistik Kurumu (TUİK), http://www.tuik.gov.tr/PreIstatistikTablo.do?istab_id=1578. (15.05.2021)

[2] Boltürk E. Elektrik Talebi Tahmininde Kullanılan Yöntemlerin Karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2013
[3] Kaynar O, Yüksek A.G ve Demirkoparan F. "Genetik algoritma ile eğitilmiş destek vektör regresyon kullanılarak Türkiye'nin elektrik kullanım tahmini". İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Mecmuası, 66(2), 45-60, 2016.
[4] Ekinci F. "YSA ve ANFIS tekniklerine dayalı enerji tüketim tahmin". Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 7(3), 1029-1044, 2019.
[5] Pençe İ, Kalkan A. ve Çeşmeli M.Ş. "Türkiye sanayi elektrik enerjisi tüketiminin 2017-2023 dönemi için yapay sinir ağları ile tahmini", *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Dergisi*, 3(2), 206-228, 2019.
[6] Aytaç D. "Enerji ve ekonomik büyüme ilişkisinin çok değişkenli VAR yaklaşımı ile tahmini", Maliye Dergisi, Sayı:158, 482-495, Ocak- Haziran 2010.
[7] Karaca C, Karacan H. "Çoklu regresyon metoduyla elektrik tüketim talebini etkileyen faktörlerin incelenmesi", Selçuk Üniversitesi Mühendislik, Bilim ve Teknoloji Dergisi, 4(3), 182-195, 2016.
[8] Altınay G. "Aylık elektrik talebinin mevsimsel model ile orta dönem öngörüsü", Enerji, Piyasa ve Düzenleme Dergisi, 1(1), 1-23, 2010.
[9] Yiğit V. "Genetik algoritma ile Türkiye net elektrik enerjisi tüketiminin 2020 yılına kadar tahmini", *International Journal of Engineering Research and Development*, 3(2), 37-41, June 2011.
[10] Başoğlu B. ve Bulut M. "Kısa dönem elektrik talep tahminleri için yapay sinir ağları ve uzman sistemler tabanlı hibrit sistem geliştirilmesi", *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University,* 32(2), 575-583, 2017.
[11] Enerji Piyasaları İşletme A.Ş. (EPİAŞ), https://seffaflik.epias.com.tr/transparency/tuketim/gerceklesen-tuketim/gercek-zamanli-tuketim.xhtml. (15.05.2021)
[12] Demirel Ö, Kakilli A, Tektaş M. "ANFIS ve ARMA modelleri ile elektrik enerjisi yük tahmini", Gazi Üniversitesi Mühendislik- Mimarlık Fakültesi Dergisi, 25(3), 604-610, 2010.
[13] Jang J.R, "ANFIS adaptive- network- based fuzzy inference systems", Man, And Cybernetics, 23(3), 665-685, May 1993.
[14] Hamzaçebi C, Kutay F. "Yapay sinir ağları ile Türkiye elektrik enerjisi tüketiminin 2010 yılına kadar tahmini", Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 19(3), 227-233, 2013.

Beton Görüntüleri Üzerinde Uygulanan Görüntü İşleme Tekniklerinin Araştırılması

Nihan KAZAK ÇERÇEVİK[1]*, Ali Erdem ÇERÇEVİK[2]
[1]*Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği, Bilecik, TÜRKİYE*
[2]*Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği, Bilecik, TÜRKİYE*

Özet

Son zamanlarda görüntü işleme teknikleri bilgisayar bilimlerinden farklı olarak birçok alanda başarı ile uygulanmaktadır. Görüntü işleme yöntemlerinin kullanılmasıyla birlikte geleneksel yöntemlerde ihtiyaç duyulan araç, gereç ve ekipmana gerek duyulmaması ile zaman ve maliyetten büyük ölçüde tasarruf sağlanabilmektedir. Görüntü işleme tekniklerinin son dönemde gelişim gösterdiği bir alan da yapı teknolojisi alanıdır. Yapılarda kullanılan temel malzeme genellikle çimento, su ve agrega ile üretilen betondur. Betonun mekanik özelliklerinin iyi belirlenmesi boyutlandırma ve denetleme açısından çok önemlidir. Betonun mekanik özelliklerinin başında basınç dayanım testi gelmektedir. Basınç dayanım testi geleneksel olarak tahribatlı deney yöntemleri ile yapılmaktadır. Ancak bu yöntemler uzman personele ve özel ekipmanlara ihtiyaç duymaktadır. Ayrıca oluşan tahribat yapı sağlığını etkilemektedir. Bu nedenlerle son dönemde beton basınç dayanımını belirlemek için yapıya zararı olmayan tahribatsız yöntemlerin kullanılması yaygınlaşmaktadır. Geleneksel tahribatsız deneyler arasında beton çekiçi, windsor probu ve ultrases geçiş hızı gibi testler bulunmaktadır. Tahribatsız beton testleri kategorisine giren beton dayanımlarının görüntü işleme tekniklerini kullanarak tahmini de son yıllarda araştırmacılar tarafından çalışılan popüler konulardan biri haline gelmiştir. Beton basınç dayanım tahmin sürecinde görüntü işlemeyle birlikte makine öğrenmesi ve yine popüler konulardan olan derin öğrenme yöntemleri kullanılmaktadır. Bu çalışmada beton görüntüleri üzerinde uygulanan görüntü işleme ve öğrenme yöntemleri araştırılmıştır. Beton görüntüleri üzerinden basınç dayanım tahmin başarım oranları analiz edilerek karşılaştırmalı olarak sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: *Görüntü İşleme, Makine Öğrenmesi, Beton, Mekanik Özellikler, Derin Öğrenme*

Investigation of Image Processing Techniques Applied on Concrete Images

Abstract

Recently, image processing techniques have been applied successfully in many fields, unlike computer science. With the use of image processing methods, a large amount of time and cost can be saved by not requiring the tools, equipment needed in traditional methods. Another area where image processing techniques have developed recently is the field of building technology. The basic material used in buildings is generally concrete produced with cement, water and aggregate. It is very important to determine the mechanical properties of concrete well in terms of sizing and inspection. Compressive strength test comes first among the mechanical properties of concrete. Compressive strength test is traditionally performed by destructive test methods. However, these methods require expert personnel and special equipment. In addition, the damage that occurs affects the building health. For these reasons, it has become widespread to use non-destructive methods that do not harm the structure to

[1]* *İletişim e-posta: nihan.kazak@bilecik.edu.tr*

determine the compressive strength of concrete. Traditional non-destructive tests include tests such as concrete hammer, windsor probe and ultrasound velocity. Estimation of concrete strengths in the category of non-destructive concrete tests using image processing techniques has also become one of the popular topics studied by researchers in recent years. In the concrete compressive strength prediction process, machine learning and deep learning methods, which are also popular topics, are used together with image processing. In this study, image processing and learning methods applied on concrete images were investigated. Compressive strength estimation performance rates are analyzed on concrete images and presented comparatively.

Keywords: *Image Processing, Machine Learning, Concrete, Mechanical Properities, Deep Learning*

1 Giriş

Görüntü işleme, insan görme olayından esinlenerek geliştirilen, zaman ve maliyet bakımından elde ettiği avantajlardan dolayı, özellikle son yıllarda hemen hemen her alanda ve sıklıkla kullanılan alanlardan biridir. Bu alanlara örnek olarak savunma ve güvenlik, tıp ve biyomedikal, uzay çalışmaları, robotik, tarım ve hayvancılık, yüz, araç, obje tanıma ve izleme verilebilir.

Görüntü işleme bir dizi işlemden oluşmaktadır ve her adımında ayrı ayrı süreçler söz konusudur. Bu süreçler görüntünün ediniminden başlayarak, önişlemler, ilgili probleme uygun görüntü işleme tekniği ve son işlemler olarak kısaca özetlenebilir. Her süreç kendi başına bir araştırma konusudur. Literatür incelendiğinde, araştırmacıların her adım ile ilgili birçok çalışma yaptığı görülmektedir [1]–[7].

Görüntü sınıflandırmada öğrenme, makine öğrenmesi ve derin öğrenme olarak ikiye ayrılabilir. Makine öğrenmesinde görüntüyü tanımlayan öznitelikler çıkartılarak bu özniteliklere uygun bir sınıflandırıcı ile görüntüler sınıflandırılır. Literatürde görüntülerin özniteliklerinin çıkarılması oldukça çalışılan popüler bir konudur. Bu yöntemlerden bazıları yerel ikili örüntü yöntemi [8], gri-seviye eş oluşum matrisi [9], gradyan oryantasyon histogramları [10] ve öznitelik çantasıdır [11]. Öznitelik çıkarım yöntemi çalışmanın amacına yönelik seçilmelidir. Örneğin gri-seviye eş oluşum matrisi ve yerel ikili örüntü yöntemi dokuların analizinde daha başarılı iken, öznitelik çantası obje tanımada daha etkin kullanılmaktadır. Aynı şekilde, elde edilen özniteliklerin yapısına ve özelliklerine bağlı olarak sınıflandırıcı belirlenir. Destek vektör makinesi, yapay sinir ağları, en yakın komşu yöntemi gibi yöntemler literatürde en yaygın kullanılan sınıflandırıcılara örnek olarak verilebilir.

Son yıllardaki ulaşılabilir verilerin hızlı bir şekilde artması, problem çözme için yapay zeka kullanımında verinin rolünü de değiştirmiştir. Derin öğrenme, yapay zeka temelli bir dizi istatistiksel makine öğrenme tekniğidir. Videoları, konuşmaları, sesleri, görüntüleri işleme, görsel nesne tanıma, sınıflandırma, regresyon ve kümeleme gibi birçok alanda başarılı sonuçlar üretmektedir. Özellik hiyerarşisinin otomatik olarak öğrenilmesini sağlayan çok katmanlı yapay sinir ağıdır. Çalışma prensibi, her bir ardışık katmanın daha karmaşık özellikleri öğrenebilmek için bir önceki katmandaki özellikleri kullanması esasına dayanmaktadır. Bu süreç, çıktı (örneğin bir tahmin ya da sınıflandırma) üretilinceye kadar bir dizi katman için devam etmektedir. Bugün derin öğrenme ile eğitilen algoritmalar ile görüntü tanımadan, kandaki kanser belirtilerinin tespiti, MR taramalarında tümör tespitine kadar birçok konuda insandan daha başarılı sonuçlar elde edilmektedir.

Görüntü işleme, bir çok alanda başarılı sonuçlar vermesiyle faklı alanlarda kullanımı her geçen gün artmaktadır. Bu alanlardan bir tanesi de beton basınç dayanımının görüntü işleme ile tahmin edilmesidir. Bu çalışmada, görüntü işleme yöntemi ile beton basınç tahmini yapılan çalışmalar araştırılmıştır.

2 Beton basınç dayanımı

Betonarme, çelik ve betondan oluşan, basınçta, çekmede ve eğilmede dayanımı olan, ülkemizde ve dünyada taşıyıcı eleman üretiminde kullanılan kompozit bir yapı malzemesidir. Yapıların düşey yüklere ve deprem yüklerine dayanması için betonarmede kullanılan çelik ve betonun dayanım kapasitesi yeterli olmalıdır. Betonarme yapılar iç ve dış yüklere betonarmenin kompozit tasarımı sayesinde dayanırlar. Beton basınç dayanımı yüksek, çekme dayanımı ise düşük bir malzemedir. Ancak yapıya gelen yükler elemanlarda basınç gerilmesi oluşturduğu gibi çekme gerilmesi de

oluştururlar ve bu çekme gerilmesinin karşılamak için beton içine çelik konularak iki yönlü dayanım sağlanmış olur. Bu nedenle betonarme elemanlarda kullanılan çeliğin çekme, betonun ise basınç dayanımı bu yapı malzemelerinin en önemli mekanik özelliklerini oluştururlar.

Betonarmeyi oluşturan çelik demir-demir çelik fabrikalarında kalite kontrolü yüksek şekilde üretilerek betonarme elemanlarda kullanılır. Bu sayede çelik için tasarım dayanımı büyük ölçüde sağlanış olur. Ancak beton genellikle beton santrallerinde üretilerek inşaat sahasına taşınır ve kalıplar içine dökülerek priz alması ile yük taşıma görevini üstlenir. Bu şekilde bir üretim sürecinde betonun tasarım basınç dayanımını sağlaması pek çok faktöre bağlıdır.

Beton, kum, çakıl veya kırmataşın, çimento ve suyla belirli oranlarda karıştırılmasıyla elde edilen bir yapı malzemesidir. Beton dayanımı, öncelikle karışımın bileşenlerine ve priz alma koşullarına bağlıdır. Usullere uygun üretilerek tasarlanıp üretilen, şantiye sahasında dökümü yapılan betonların kalitesinin kontrol edilmesi ve özellikle de basınç dayanımının yeterliliği sağlanması betonarme yapıların en önde gelen koşullarındandır. Çimentonun kalitesi, su-çimento oranı, kürleme koşulları, numune boyutları, agreganın granülometrisi, betonun üretiminde beton karıştırıcı kullanılması, beton karışımına eklenen katkı malzemeleri gibi birçok faktör ve boşluk oranı betonun basınç dayanımını etkiler [12].

Betonun basınç dayanımı, uygun koşullar altında 28 gün kürlenmiş (20^0C ± 2 kirece doymuş su dolu havuzlarda) 15 cm çapında ve 30 cm yüksekliğinde silindir veya 15 × 15 × 15 cm küpler numunelerin basınç deneyleri ile belirlenir [13]. Betonun basınç dayanımının kontrolü de iki deney yöntemiyle yapılmaktadır. Bu yöntemler, tahribatlı ve tahribatsız deney yöntemleridir. Tahribatlı deneyler genel anlamda dökümü yapılarak prizini almış betonlardan bir parça kesilerek çıkarılan numunelerin dayanımının belirlenmesine dayanmaktadır. Yapılan bu işlem numune alınan eleman üzerinde kalıcı bir hasar bırakarak elemanı zayıflatmaktadır. Tahribatsız deneyler ise beton basınç dayanımını elemanlardan keserek çıkartmaksızın bulunduğu yerde elemana herhangi bir hasar vermeden yapılan testlerdir. Bu testler arasında beton çekici, batma direnci, resonant frekansı, ultrases hızı ve darbe ekosu testleri gibi testler bulunmaktadır [14].

Tahribatsız beton test metotları, yapı elemanlarına zarar vermeyerek dayanım tahmini yapmakta oldukça verimli olmalarına rağmen uygulanması özel cihazlara ve teknik bilgiye sahip olunarak yapılabilecek, dayanımı yaklaşık olarak belirleyebilen yöntemlerdir. Teknolojinin gelişmesi ile ortaya çıkan bu testlere son dönemde yeni yöntemlerin kullanıldığı farklı testler eklenmektedir. Bu yeni yöntemlerden bir tanesi de görüntü işleme teknolojisi ile betonun basınç dayanımının tahmin edilmesidir.

3 Beton görüntüsünden dayanım tahmini

Beton görüntüsünden dayanım tahmini genel olarak betonun rengi, boşluk durumu ve agrega büyüklüğü dağılımına dayanmaktadır. Beton görüntüsünden dayanım tahmini de betonun bu fiziksel özelliklerini içeren görüntülerinin işlenmesi sayesinde yapılmaktadır. Beton içinde bulunan boşluklar beton dayanımını düşürebileceği gibi iyi gronülometriye sahip betonların dayanımları yüksek çıkmaktadır. Beton görüntüsünden, betonun basınç dayanımını doğrudan etkileyen su çimento oranı, katkı miktarları ve lif katkıları gibi parametrelerin bir korelasyonu belirlenmektedir. Alınan görüntüler gerekli ön işlemlerden geçirilerek beton öğrenme yöntemleri ile dayanım tahminleri gerçekleştirilmektedir.

Makine öğrenmesi ve derin öğrenme yöntemleri ile beton basınç dayanım tahminleri izleyen başlıklarda özetlenmiştir.

3.1 Makine Öğrenmesi ile Dayanım Tahmini

-Başyiğit vd. (2012), tarafından yapılan çalışmada görüntü işleme tekniği ile farklı beton sınıflarının basınç dayanım değerleri analiz edilmiştir. Bu amaçla, farklı beton serileri kullanılarak yedi farklı su / çimento oranı elde edilmiştir. Elde edilen örnekler üzerinde fiziksel ve mekanik testler yapılmıştır. Ayrıca görüntü işleme teknikleri kullanılarak analizler yapılmıştır. Elde edilen beton numunelerin basınç dayanımı değerleri ile görüntü işleme sonunda elde edilen sonuçlar arasındaki ilişki araştırılmıştır. Karışım tasarımı sırasında teorik olarak belirlenen toplam hacim ile görüntü işleme yoluyla bulunan toplam hacim arasında iyi bir korelasyon elde edilmiştir. Görüntü işleme ve tahribatsız test sonuçları kullanılarak regresyon analizleri yapılmıştır. Bu çalışmada, farklı su / çimento oranları kullanılarak yedi farklı beton sınıfı elde edilmiştir. Oluşturulan beton numuneler su ile kesilerek, 12.2M piksel çözünürlüklü kamera ile 4272*2848 piksel RGB renk tonunda jpg olarak

kaydedilmiştir. Numuneleri fotoğraflamak için bir düzenek kurulup, tüm görüntülerin aynı şartlar altında hazırlanmasına çalışılmıştır.

Görüntü işleme adımları;

Elde edilen görüntüler 2350*2350 piksel olacak şekilde tekrar boyutlandırılmıştır. Daha sonra görüntüler, 8 bitlik gri seviye görüntüye dönüştürülmüştür. Bir sonraki aşamada ise gri seviyeli görüntülerin histogramı çıkarılmıştır. Hava boşluğu, agrega ve çimentonun renk değerleri için eşik değerler belirlenmiştir. Ardından eşik değerlere göre hava boşluğu, çimento ve agrega miktarı yüzdeleri elde edilmiştir. Görüntü işleme tekniğiyle elde edilen çimento matrisi yüzdeleri ve beklendiği gibi beton basınç dayanımı değerleri ile doğrusal bir ilişki gözlenmiştir. Doğrusal olmayan regresyon analizinin RMSE, SSE ve MAPE değerleri sırasıyla 2.418, 111.100 ve 1.003 olarak elde edilmiştir [15].

-Başyiğit vd. (2014) tarafından yapılan çalışmada, beton sınıfları Yapay Sinir Ağları (YSA) ve Çoklu Regresyon yöntemleri ile tahmin edilmiştir. Bu amaçla 0,69, 0,54 ve 0,42 olmak üzere 3 farklı su çimento oranı kullanılarak farklı dayanım sınıfında betonlar üretilmiştir. Elde edilen numuneler üzerinde, özgül ağırlık, su emme ve boşluk oranı, ultrases geçiş hızı, basınç dayanımı deneyleri gerçekleştirilmiştir. Ayrıca görüntü işleme teknikleri kullanılarak çözümlemeler yapılmıştır. Görüntü işleme yöntemi kullanarak elde edilen sonuçlar ile üretilen betonların basınç dayanımları arasındaki ilişkiler irdelenmiştir. Sonuç olarak kullanılan görüntü işleme tekniği ile beton içerisindeki agrega ve çimento matrisi yüzdelerinin elde edilebildiği ve bu değerler kullanılarak beton basınç dayanımlarının R^2=0,9845 düzeyinde yüksek bir ilişkililik ile tahmin edilebildiği sonucuna varılmıştır.

Geliştirdikleri YSA modelinde farklı radyasyon değerlerine maruz kalan betonların kalınlıklarının hesaplanması için radyasyon şiddeti, radyasyon kaynağından uzaklık ve OTK'ları(onuncu tabaka kalınlıkları) kullanılmıştır. Her radyasyon şiddeti için mesafeler 15m2'ye kadar hesaplanmıştır. Çok katmanlı ileri beslemeli YSA modelinde, ağırlıkların ayarlanması için hatanın geriye yayılma algoritması kullanılmıştır. Beton zırh kalınlığının tahmini amacıyla YSA modelinin yanı sıra araştırmacılar tarafından sıklıkla kullanılan yaygın bir metot olan çoklu doğrusal regresyon tahmin modeli de geliştirilmiştir. Sonuç olarak, farklı radyasyon değerlerine maruz kalan betonların radyasyon soğurmak için gerekli olan kalınlıkları, YSA ve çoklu regresyon modeli ile küçük hatalarla tahmin edilmiştir [16].

-Li vd. (2016) yaptıkları çalışmada, çimentonun basınç dayanımını (CSS) tahmin etmek için çimento gri seviyesi görüntülerinin ve sinir ağlarının özelliklerini kullanan yeni bir yöntem önerilmiştir. Çimento görüntüleri mikrotomografi ile elde edilir. Gri seviye histogramının ve gri seviye birlikte oluşum matrisinin özdeğerleri, sinir ağını eğitmek için girdi olarak verilir. Çimento basınç dayanımının değerleri ise çıktı olarak belirlenir. Çimento basınç dayanımını tahmin etmek için çoklu doğrusal regresyon yöntemi ve gauss süreci ile karşılaştırıldığında, sinir ağı modeli deney boyunca daha düşük bir hata göstermektedir.

Toplamda dört çeşit numune kullanılmış ve A, B, C ve D olarak etiketlenmiştir. Su çimento oranının iki tipi 0.35 ve 0.45 seçilmiştir. Çimento numunelerinin görüntüleri 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 14, 21, 28. günlerde mikrotomografiden alınmıştır. Spesifik mukavemet değerleri, basınç dayanımı test cihazından alınır.

Görüntü Özelliklerinin Çıkarımı;

Görüntülerin gri seviye histogramı ve GLCM öznitelikleri çıkarılmıştır.

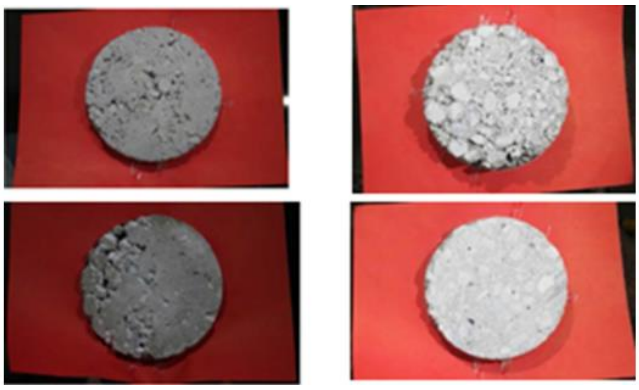
GLCM, mesafeyi ve yönü ölçen bir işlevdir. İki ilişkisel piksel arasındaki mesafe 1, 2, vb. olarak ayarlanmıştır. Mikro doku analizi için kullanılır. Yönlerle ilgili olarak, bir görüntüdeki gri seviyenin uzamsal dağılımını hesaplamak için dört açı (0, 45, 90, 135) seçilmiştir.

Model geliştirme ve değerlendirme, çok değişkenli veri analizi sürecinde önemli bir rol oynar. Bu bölümde üç model tanıtılmaktadır. Çoklu lineer regresyon (MLP) istatistiksel bir modeldir. Bağımlı değişken üzerinde iki veya daha fazla bağımsız değişkenin önemli etkileri vardır. Gauss süreci (GP), rastgele değişkenler kümesinin bir işlevidir. Bu koleksiyonda, ortak gauss dağılımlarına tabi olan sonlu sayıda rastgele değişken vardır. Ortalama değer fonksiyonu ve kovaryans fonksiyonu tamamen GP'ye karar verir. Sinir ağları (NN), yapay zekanın bir parçasıdır. NN, insan beyninin organizasyonel yapısının ve çalışma mekanizmasının anlaşılmasına dayanmaktadır. Ortak yapının giriş katmanı, gizli katman ve çıktı katmanı olmak üzere üç katmanı vardır. Geri Yayılma Sinir Ağı (BPNN), hata geri yayılımı algoritması kullanılarak eğitilmiştir.

Kullanılan çimento izotropik yapıdadır. Görüntünün çevrilmesi ve döndürülmesinin CCS üzerinde hiçbir etkisi yoktur. Bu nedenle, CCS'yi tahmin etmek için görüntünün herhangi bir konumu seçilebilir. NN'nin eğitim hızını iyileştirmek için görüntüler önceden işlenir. Bir görüntünün ortasındaki 256 * 256 piksellik boyut, son örnek olarak seçilir. Yapılan deneyler sonucunda, NN modelinin CCS'yi tahmin etmede MLP ve GP'den daha iyi performansa sahip olduğu gösterilmiştir [17].

-Verma vd. (2016)'da yapılan çalışmada, 28 günlük çimento basınç dayanımının tahmini için üç farklı çekirdek tabanlı model kullanılmıştır - destek vektör regresyonu (SVR), uygunluk vektör makinesi (RVM) ve Gauss proses regresyonu (GPR). SVR'nin hiperparametreleri, parçacık sürü optimizasyonu ve simbiyotik organizma araması algoritmaları kullanarak elde edilmiştir. RVM ve GPR'nin hiper parametrelerine ulaşmak için deneme yanılma tabanlı yaklaşım kullanılmıştır. Farklı çekirdek tabanlı modeller kullanılarak tahmin edilen basınç dayanımı, literatürde bulunan YSA ve bulanık mantık modellerinden elde edilenlerle karşılaştırılmıştır. Farklı çekirdek tabanlı modellerin performansı, altı farklı hata indeksi ve artık analizi kullanılarak karşılaştırılmıştır. Çekirdek tabanlı modellerin performansının YSA ile eşit olduğu bulunmuştur [18].

-Gamze vd (2017) yaptıkları çalışmada yapay sinir ağları ve görüntü işleme tekniklerini kullanarak betonun mekanik özelliklerini tahribata neden olmadan tahmin etmişlerdir. Bu kapsamda beş farklı parametre (su / çimento oranı, kürlenme, çimento miktarı, sıkıştırma ve katkı maddesi) kullanılarak 96 adet silindirik beton numunesi üretilmiştir. Numunelerin görüntüleri kompresyon testinde incelenmeden önce alınmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Görüntü işleme kullanılarak dayanım tahmini için hazırlanmış numuneler [19].

Görüntünün sayısallaştırılmasıyla elde edilen matris, YSA gibi çeşitli yöntemlerle birlikte kullanılması halinde problemlerin çözümünde kullanılabilir. Silindirik beton numunelerini dijitalleştirmek için silindirik beton görüntülerinden 3888*2592 boyutunda matrisler oluşturulmuştur. Görüntü boyutlarının çok yüksek olması ve YSA'daki işlem sürecinin uzaması ile tahmin sonucu tatmin edici seviyelerde olmadığı için görüntülerin öznitelik bloğu istatistiksel özellikler (aritmetik ortalama, standart sapma ve medyan) kullanılarak 3*2592 boyutuna küçültülmüştür.

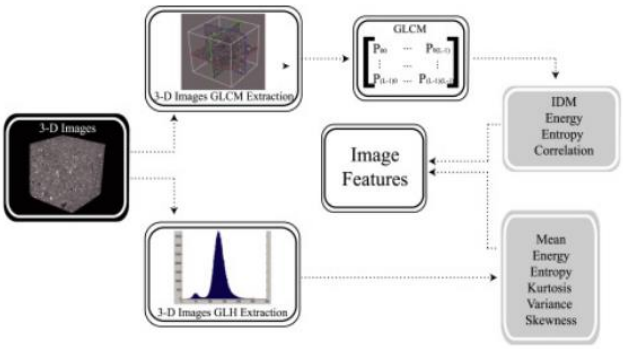
Yaptıkları deneylerde en iyi sonuç veren gizli katman sayısı 16 düğüm olarak belirlenmiştir. YSA'yı eğitmek için ise Levenberg-Marquardt (LM) geri yayılma algoritması kullanılmıştır.

YSA yapısı oluşturulduktan sonra, optimum yapının elde edilmesi için eğitim işlemi 10.000 kez (iterasyon sayısı) yinelemeli olarak tekrarlanmıştır. Test ve eğitim setinde 96 (S-1) numune üzerinde yapılan analiz sonucunda %99,97 doğruluk oranıyla başarım sağlanmıştır. Benzer şekilde, doğruluk oranları, elastisite modülü için% 99.90 ve % 99.74 ve maksimum deformasyon için% 99.21 ve% 99.74 bulunmuştur. Doğrulama seti kapsamındaki 48 (S-2) numune için bu yöntem, sırasıyla % 98.18,% 98.93 ve 97.82 doğruluk oranlarında basınç dayanımı, elastisite modülü ve maksimum deformasyonu tahmin edilmiştir [19].

3.2 Derin Öğrenme ile Dayanım Tahmini

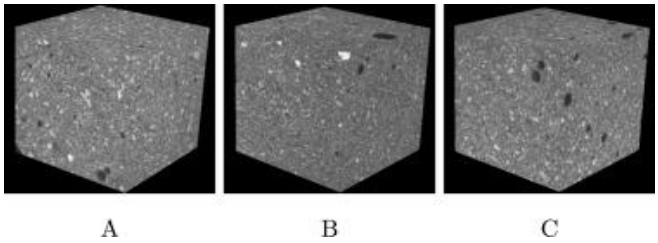
-Guo vd. (2000) tarafından, üç boyutlu mikro yapı görüntüleri ve derin inanç ağını (deep blief network-DBN) kullanarak çimento basınç dayanımını tahmin etmek için yeni bir model önerilmiştir. 3-D mikroyapı görüntülerinin öznitelikleri Gray-Level Histogram (GLH) ve Gray-Level Co-occourencce Matrisleri (GLCM) yöntemi kullanılarak çıkarılmıştır. Daha sonra girdi olarak aldığı öznitelikleri analiz etmek için DBN modeli kullanılmıştır. Eğitim süreci, Kısıtlı Boltzmann Makineleri'nde (RBM) üst düzey özniteliklerin çıkarılmasını ve ağırlıkların ayarlanmasını içerir. Hesaplama zamanının çok uzun sürmesinden dolayı CUDA platformu kullanılmıştır. Farklı maddelerin doğrusal zayıflama katsayısı, görüntülerdeki farklı gri değerlere karşılık gelir. Bu nedenle, farklı gri değerleri hidrasyon sırasında farklı maddeleri temsil eder. Histogram, görüntülerin tanımlanmasını sağlar, ancak yalnızca mikro maddelerin sayısını yansıtır, yani mikro maddelerin

uzamsal yapısını temsil etmek zordur. Bu nedenle, çimento hidrasyonu sırasında mikro maddelerin genel dağılımı, 3-D çimento mikroyapı görüntülerinin GLH'si ile tanımlanır ve 3-D çimento mikroyapı görüntülerinin yansıttığı uzamsal ilişki GLCM ile temsil edilir. Çimento hidrasyon durumunu yansıtabildikleri için, GLH ve GLCM, 3-D mikro yapı gri görüntülerinden elde edilir ve Şekil 2'de çıkarılan öznitelikler açıklanmıştır [20].



Şekil 2. Öznitelik çıkarma ve çıkarılan özniteliklerin ana süreci [20].

Çalışmada, 3 tip çimento ve her çimento tipinde 9000 olmak üzere toplamda 27000 numune kullanılmıştır. Şekil 3'de üç ayrı tipteki çimentolardan örnek görüntüler verilmiştir. Her bir çimento türü için 8500 numune eğitim ve geriye kalan 500 numune ise test için ayrılmıştır. Ek olarak, ortalama mutlak hata (MAE) ve mutlak hata (AE), tahmin etkisinin değerlendirme standardıdır. Deneysel sonuçlar, önerilen yöntemin çimento basınç dayanımını tahribatsız bir şekilde tahmin ettiğini ve verimliliği artırdığını kanıtlamaktadır.



Şekil 3. Çimento örnekleri [20]

-Dang vd. (2018) tarafından yapılan çalışmada, çimento basınç dayanımını (CCS) tahmin etmek için mikro yapı görüntülerine dayalı derin öğrenme algoritması önerilmiştir. Ancak derin yapıda ayarlanması gereken çok sayıda parametre vardır. Çimento basınç dayanımını tahmin etmek için geniş öğrenme sistemi (BLS) adı verilen yüksek verimli sistem kullanılmaya çalışılmıştır. Orijinal çimento mikroyapı görüntüleri ve çıkarılan özellikler sırasıyla girdi olarak kullanılır, bağlantı ağırlıkları doğrudan mikroyapı görüntüsünün özellik matrisinin sözde ters matrisi hesaplanarak elde edilebilir. Yapı uygun sonucu elde etmek için yeterli değilse, BLS doğruluğu artırmak için yalnızca ek düğümlerin sözde ters matrisini hesaplar. Deneyler, geniş öğrenme yapısının (BLS), derin öğrenme yapısıyla çelişerek çimento basınç dayanımını tahmin etmede etkili ve verimli bir yöntem olduğunu göstermektedir.

Giriş olarak görüntülerin kendisi ve histogram ile co-occurrence matrislerden oluşan öznitelik matrisi seçilmiştir. Geniş öğrenme sisteminin başarımını karşılaştırmak için konvolüsyonel yapay sinir ağı (CNN) kullanılmıştır. CNN'in yüksek performanslı olduğu ancak verileri eğitim sürecinin BLS'ye göre çok uzun sürdüğü gözlemlenmiştir [21].

-Mevcut tahribatsız test yöntemlerine alternatif olarak, Yang vd. (2019) tarafından AlexNet, GoogLeNet ve ResNet olmak üzere üç derin evrişimli sinir ağı (DCNN'ler) kullanan görüntü tabanlı beton basınç dayanımı tahmin modelleri geliştirilmiştir. Özel olarak üretilen numunelerin yüzeylerinin görüntüleri portatif bir dijital mikroskop kullanılarak elde edilmiş ve ardından numuneler, basınç dayanımlarını değerlendirmek için tahrip edici testlere tabi tutulmuştur. Sonuçlar, deneysel olarak belirlenen basınç dayanımını her biri için kaydedilen görüntü verileriyle ilişkilendiren bir veri kümesi oluşturmak için kullanılmıştır. Eğitim, doğrulama ve testin sonuçları ile DCNN modellerinin yakın zamanda önerilen görüntü işleme tabanlı YSA modelinden büyük ölçüde daha iyi performansa sahip olduğu gösterilmiştir. Genel olarak, ResNet tabanlı model, AlexNet veya GoogLeNet tabanlı modellerden daha iyi bir performans sergilemiştir. Bu bulgular ile taşınabilir bir dijital mikroskop kullanılarak elde edilen görüntü verilerinin, betonun basınç dayanımı ile ilişkilendirilebilen modeller içerdiği ve önerilen DCNN modellerinin bu kalıpları basınç dayanımını tahmin etmek için kullanmasını sağladığı gösterilmiştir.

DCNN modellerinin performansı, mimarilerine bağlı olarak önemli ölçüde değişir. Katman sayısı, katman başına birimler ve evrişimli maskenin boyutu gibi faktörlerin tümü sonucu etkiler. Bu çalışmada yazarlar beton basıncını tahmin etmek için üç temsili DCNN modelinin performanslarını karşılaştırmışlardır. Bu modeller AlexNet, GoogLeNet ve ResNet'in değiştirilmiş sürümleridir. Her DCNN modeli tarafından elde edilen tahmin

doğruluğu, belirleme katsayısının değeri(R^2), ortalama mutlak yüzde hatası(MAPE) ve kök ortalama kare hatası(RMSE) ile karşılaştırılmıştır.

Yapılan çalışmada üç farklı su çimento oranına sahip(0.68, 0.50, 0.33) toplam 27 adet numune kullanılmıştır. Numunelerin 100, 200 kadar fotoğrafları dijital mikroskop ile alınmış ve videoları çekilerek görüntüler elde edilmiştir. Derin öğrenmede, etiketleme işleminde, basınç testi öncesi toplanan beton numunelerinin görüntüleri girdi olarak kullanılmış ve basınç dayanımı testinin sonuçları çıktı olarak kullanılmıştır. Genel olarak, fotoğraflardan 5.145 somut görüntü veri kümesi ve video kaydının ayrı karelerinden 299.291 somut görüntü veri kümesi elde edilmiştir. Eğitim için %70, doğrulama için %10 ve test için %20 olarak veriler ayrıştırılmıştır.

DCNN algoritmaları verileri veri odaklı analiz yoluyla öğrenirken, YSA gibi geleneksel makine öğrenimi algoritmaları alan bilgisine dayalı olarak elle tasarlanmış özelliklere dayanır. Modelin kendisinin özellikleri iyi öğrenmesini sağlayacak uygun bir model mimarisi oluşturmak önemli olduğu için, bu çalışmada AlexNet, GoogLeNet ve ResNet modellerini beton dayanımını tahmin etmek için kullanılmıştır. Elde edilen veri kümesi, DCNN modellerinin sonuçlarını görüntü işlemenin sonuçları ile karşılaştırmak için kullanılmıştır. Sonuç olarak ResNet tabanlı model en (R2=0.764) en verimli sonucu verirken AlexNet(R2=0.745) en kötü sonucu vermiştir [22].

-Valikhani vd. (2020) tarafından yapılan çalışmada, yeterli çözünürlüğe sahip görüntülerden beton yüzey pürüzlülüğünü nicel olarak tahmin etmek için iki yeni yöntem tanıtılmıştır. İlk yöntemde, iri agregayı çimento hamurundan ayırmak için dijital görüntü işleme yöntemi önerilmiş ve yüzey alanına göre agrega orantılı alanın bir fonksiyonu olarak yeni bir indeks sunulmuştur. Diğer yöntemde ise, öğrenme sürecinde yeni görüntüleri önceden tanımlanmış görüntülere göre sınıflandırmak için bilgisayarla görme ve makine öğreniminde veri büyütme ve transfer öğrenme teknikleri kullanılmıştır. Son olarak, her iki yöntemi de test etmek ve doğrulamak için kumlanmış yüzeylerin yepyeni bir dizi görüntüsü kullanılmıştır. Sonuçlar, her iki yöntemin de beton yüzey pürüzlülüğünü% 93'ün üzerinde bir doğrulukla başarıyla tahmin ettiğini göstermiştir.

Görüntü işleme adımında, orjinal beton görüntüleri elde edildikten sonra 300*300 boyutundaki görüntüler 600*699 olacak şekilde yeniden boyutlandırılmıştır. Betondaki çimento ve agrega görüntülerinin farkını artırmak için kontrast geliştirme filtresi kullanılmıştır. İkinci adımda tüm görüntüler 16 eşit parçaya bölünmüştür. Sonraki adımda RGB görüntüler gri seviye görüntüye çevrilmiştir. Bir sonraki adımda kümeleri temsil eden görüntüler manuel olarak seçilmiştir. Dördüncü adımda, görüntü siyah beyaz görüntüye çevrilmiştir. Son adımda ise agregayı temsil eden siyah ve beyaz piksel sayısı hesaplanmıştır.

Daha pratik endüstriyel uygulamalar için eğitimde küçük veri kümesinin kullanımını kolaylaştırmak için transfer öğrenimi ve veri büyütme kullanılmıştır. Konvolüsyonel sinir ağında ResNet50 modeli uygulanmıştır. Microsoft tarafından 2015 yılında önerilen bu model, CNN'in 50 katmanıdır. Bu model, ImageNet veri kümesi üzerinde önceden eğitilmiştir. Bu modelin son katmanı kaldırıldıktan sonra ilgili çıkışları tahmin etmek için 3 katmanlı sınıflandırıcı eklenir. Katmanların ağırlığı yeni veri seti tarafından rastgele öğrenilmek üzere yeniden başlatılırken diğer tüm katmanların ağırlıkları dondurulur. ResNet'te ilk evrişimli katmanda bulunan filtreler, kenarları, açıları, daireler, tanımayı zaten öğrenmiştir. Bu sayede görüntülerden genel özellikleri çıkarmak için doğrudan kullanabilir. Sonuç olarak, her iki yöntemin de beton yüzey pürüzlülüğünü% 93'ün üzerinde bir doğrulukla başarıyla tahmin ettiği belirtilmiştir [23].

-Wu vd. (2020) tarafından yapılan çalışmada, sertleştirilmiş çimento hamurunun mikroyapı görüntüsüne ve evrişimli sinir ağına (CNN) dayalı olarak su çimento oranını (S / C) tahmin etmek için yeni bir yaklaşım önerilmiştir. Çimento hamurunun mikroyapı görüntüsü mikro bilgisayarlı tomografi (mikro-CT) ile elde edilmiş ve ardından su çimento oranı CNN modeli ile tahmin edilmiştir. Bu modelde, S/C'yi tahmin etmek için çimento mikro yapısının görüntüsü doğrudan kullanılır [24].

-Çimento basınç dayanımının (CCS) tahmini, çimentonun kalite kontrolünde önemli bir rol oynamaktadır. Çimento basınç dayanımı test makinesi kullanılarak yapılan fiziksel deney ile çimento mukavemetini tam olarak ölçülür ancak çimento numunesi için tahrip edicidir ve bir numunenin tahminini tekrar tekrar ve sürekli olarak gerçekleştiremez. Bu nedenle çimento mukavemetini tahmin etmek için çeşitli hesaplamalı zeka yöntemleri önerilmiştir. Bu yöntemlerde, büyük miktarda deneysel veri ve

mikro bileşenlerin ölçülmesi gerekmektedir. Çimento mikroyapı görüntülerinde farklı gri değerler hidrasyon sırasında farklı maddeleri temsil etmekte ve mikro bileşenlerin yapı özelliklerini içermektedir. Bu nedenle, mikroyapı görüntüleri mikro bileşenler ile CCS arasındaki ilişkiyi yansıtmaktadır. Li vd. (2018) tarafından yapılan çalışmada, CCS'yi doğrudan evrişimsel sinir ağı kullanarak mikro yapı görüntülerinden tahmin etmek için bir yöntem önerilmektedir. Yöntem, çimento görüntüsünün soyut özelliklerini çıkarmaktadır. Deneysel sonuçlar, önerilen yöntemin olumlu tahmin doğruluğuna sahip olduğunu göstermektedir. CNN, ortalama mutlak hataya (mean absolute errors-MAE) göre daha iyi bir performans sergilemiştir. Bunun nedeni, gri seviye histogram ve gri seviye birlikte oluşum matrisinin özniteliklerini kullanan yöntemlerin görüntü özniteliklerini dolaylı olarak temsil etmesidir, oysa CNN CCS'yi doğrudan tahmin etmek için orijinal görüntüyü kullanır. Orijinal görüntü, çıkarılan özelliklerden daha fazla öznitelik bilgisine sahiptir. Sonuçlar ayrıca CNN yönteminin doğrusal yöntemden daha yüksek bir tahmin doğruluğu sergilediğini, yani CCS tahmininin doğrusal olmadığını göstermektedir. Karmaşık yapıya sahip yöntem, basit yapıdan daha iyi bir performans gösterir çünkü çok katmanlı haritalama, özelliklerin soyut bir ifadesine sahiptir [25].

4 Sonuçlar

Betonun mekanik özelliklerinden olan basınç dayanım testinde yapıya zararı olmayan tahribatsız yöntemlerin kullanılması yaygınlaşmaktadır. Tahribatsız beton testleri kategorisine giren beton dayanımlarının görüntü işleme tekniklerini kullanarak tahmini son yıllarda araştırmacılar tarafından çalışılan popüler konulardan biri haline gelmiştir. Beton görüntüleri üzerinden basınç dayanım tahmininde ilk çalışmalar geleneksel makine öğrenme yöntemleri ile gerçekleştirilmiştir. Fakat daha sonra derin öğrenmenin geliştirilmesiyle görüntü işlemenin farklı uygulama alanlarında yüksek başarımlar elde edilmesinden dolayı, son zamanlarda beton basınç dayanım tahminlerinde de uygulanmaya başlanmıştır. Sonuç olarak her iki öğrenme yönteminin de tahmin oranlarının oldukça yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Gelecek çalışmalarda, oluşturulan beton veri setlerinin paylaşılması ve öğrenme yöntemlerinin geliştirilerek uygulanması ile tahribatsız beton deneylerinin oldukça kısa bir sürede ve daha az maliyet ile farklı beton tiplerinde de tamamlanabileceği öngörülmektedir.

Kaynaklar

[1] J. Du, W. Li, and H. Tan, 'Three-Layer Image Representation by an Enhanced Illumination-Based Image Fusion Method', IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics, vol. 24, no. 4, pp. 1169–1179, 2020.

[2] V. Papyan and M. Elad, 'Multi-scale patch-based image restoration', IEEE Transactions on Image Processing, vol. 25, no. 1, pp. 249–261, 2016.

[3] E. Shelhamer, J. Long, and T. Darrell, 'Fully Convolutional Networks for Semantic Segmentation', IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 39, no. 4, pp. 640–651, 2017.

[4] S. Jia, L. Ma, S. Yang, and D. Qin, 'Semantic and Context based Image Retrieval Method Using a Single Image Sensor for Visual Indoor Positioning', IEEE Sensors Journal, pp. 1–1, 2021.

[5] Z. Jiang et al., 'Muti-view Mouse Social Behaviour Recognition with Deep Graphical Model', Nov. 2020.

[6] P. Peter, L. Kaufhold, and J. Weickert, 'Turning diffusion-based image colorization into efficient color compression', IEEE Transactions on Image Processing, vol. 26, no. 2, pp. 860–869, 2017.

[7] Z. Cao, G. Hidalgo, T. Simon, S. E. Wei, and Y. Sheikh, 'OpenPose: Realtime Multi-Person 2D Pose Estimation Using Part Affinity Fields', IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 43, no. 1, pp. 172–186, 2021.

[8] T. Ojala, M. Pietikäinen, and T. Mäenpää, 'Multiresolution gray-scale and rotation invariant texture classification with local binary patterns', IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 24, no. 7, pp. 971–987, 2002.

[9] R. M. Haralick, I. Dinstein, and K. Shanmugam, 'Textural Features for Image Classification', IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, vol. SMC-3, no. 6, pp. 610–621, 1973.

[10] N. Dalal and B. Triggs, 'Histograms of oriented gradients for human detection', in Proceedings - 2005 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, CVPR 2005, 2005, vol. I, pp. 886–893.

[11] J. Zhang, M. Marszałek, S. Lazebnik, and C. Schmid, 'Local features and kernels for classification of texture and object categories: A comprehensive study', in Proceedings of the IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2006, vol. 2006.

[12] 'Factors Influencing Concrete Strength', ACI Journal Proceedings, vol. 47, no. 2, 1951.

[13] Design and Construction Rules of Concrete Turkish Standards Institute, 'TS 500', 2000.

[14] J. Helal, M. Sofi, and P. Mendis, 'Non-Destructive Testing of Concrete: A Review of Methods Advanced

structural systems for prefabricated modular buildings View project Application of recycled tyre crumbs in lightweight concrete View project'.

[15] C. Başyiğit, Ş. Kilinçarslan, and B. Çomak, 'Görüntü İşleme Tekniği ile Beton Basınç Dayanımının Tahmin Edilmesi', Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, vol. 16, no. 1, 2012.

[16] C. Başyiğit, B. Çomak, Ş. Kilinçarslan, and I. Serkan Üncü, 'Assessment of concrete compressive strength by image processing technique', Construction and Building Materials, vol. 37, pp. 526–532, 2012.

[17] M. Li et al., 'The prediction of cement compressive strength based on gray level images and neural network', in 2016 3rd International Conference on Informative and Cybernetics for Computational Social Systems, ICCSS 2016, 2016, pp. 103–108.

[18] M. Verma, A. Thirumalaiselvi, and J. Rajasankar, 'Kernel-based models for prediction of cement compressive strength', Neural Computing and Applications, vol. 28, pp. 1083–1100, 2017.

[19] G. Dogan, M. H. Arslan, and M. Ceylan, 'Concrete compressive strength detection using image processing based new test method', Measurement: Journal of the International Measurement Confederation, vol. 109, pp. 137–148, 2017.

[20] J. Guo et al., 'Estimating cement compressive strength using three-dimensional microstructure images and deep belief network', Engineering Applications of Artificial Intelligence, vol. 88, 2020.

[21] Y. Dang, L. Wang, J. Yin, X. Zhu, Z. Feng, and J. Guo, 'Estimating Cement Compressive Strength from Microstructure Images Using Broad Learning System', in Proceedings - 2018 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics, SMC 2018, 2019, pp. 4230–4235.

[22] Y. Jang, Y. Ahn, and H. Y. Kim, 'Estimating Compressive Strength of Concrete Using Deep Convolutional Neural Networks with Digital Microscope Images', Journal of Computing in Civil Engineering, vol. 33, no. 3, p. 04019018, 2019.

[23] A. Valikhani, A. Jaberi Jahromi, S. Pouyanfar, I. M. Mantawy, and A. Azizinamini, 'Machine learning and image processing approaches for estimating concrete surface roughness using basic cameras', Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering, vol. 36, no. 2, pp. 213–226, 2021.

[24] X. Wu et al., 'Estimation of Water-cement Ratio of Hardened Cement Paste Based on Microstructure Image and Convolutional Neural Network', in 2020 7th International Conference on Information, Cybernetics, and Computational Social Systems, ICCSS 2020, 2020, pp. 348–352.

[25] M. Li, L. Wang, B. Yang, L. Zhang, and Y. Liu, 'Estimating cement compressive strength from microstructure images using convolutional neural network', in 2017 IEEE Symposium Series on Computational Intelligence, SSCI 2017 - Proceedings, 2018, vol. 2018-Janua, pp. 1–7.

Denetimli Makina Öğrenmesi Yöntemleriyle İskemik Kalp Hastalığının Belirlenmesi

Mehmet Tahir HUYUT[1]*, Süleyman SOYGÜDER[2]

1Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Temel Tıp Bilimleri Bölümü, Biyoistatistik ve Tıbbi Bilişim AD, Erzincan Türkiye

[2] Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyometri ve Genetik AD

Özet

Kalp hastalıkları arasında yer alan iskemik kalp hastalığı (İKH) dünyada olduğu gibi ülkemizde de en sık görülen ölüm nedenleri arasında yer almaktadır. Ülkemizde her yıl 150.000 – 200.000 insanımız kalp krizi nedeniyle ölmektedir. Bu rakam trafik kazalarından ölenlerin sayısının 2-3 katıdır. İskemi, vücuttaki herhangi bir doku veya organa kan akışının azaldığı ya da kesildiği ciddi bir durumdur. İskemik kalp hastalığı bazen hiç bulgu vermezken, bazı kişilerde tekrarlayan göğüs ağrıları, çabuk yorulma, bayılma gibi şikâyetlerle ve bazılarında da kalp krizi veya ani kalp ölümü olarak karşımıza çıkabilmektedir. Tanı ve tedavisindeki gelişmelere rağmen, İKH hala ülkemizde ve sanayileşmiş toplumlardaki en önemli morbidite ve mortalite nedenlerindendir. Bu nedenle, İKH 'nın erken teşhis ve tedavisi hastalığın ilerlemesine erken müdahelede ve ölüm vakalarının azalmasında yardımcı olacaktır. Bu amaçla daha ekonomik ve hızlı alternatif yöntemlere ihtiyaç vardır. Bu bağlamda Yapay Zeka yöntemlerinin hastalıkların tanı ve prognozunda literatürde başarılı uygulamaları görülmektedir. Bu çalışmada İKH'nın tanısında kullanılan değişkenler kapsamlı bir literatür taraması yapılarak belirlendi. Belirlenen değişkenlere sahip bireylerde İKH'nın varlığı araştırıldı. Multivariate Logistik Regresion ile hastalığa anlamlı etki eden özellikler seçildi. Seçilen özellikler, supervised makine öğrenmesi algoritmalarından Random Forest, Naive Bayes ve Destek Vektör Makina yöntemlerine tanıtıldı. Eğitim-test kümeleri 10-kat çapraz doğrulama ile belirlenerek optimum parametreler ızgara yöntemiyle güncellendi. Algoritmaların İKH'nın tanısında ki performansları elde edildi. Performans kriteri olarak Doğruluk oranı, Recall, Hassasiyet, F skoru ve AUC değerleri elde edildi. Destek vöktör makinası en yüksek Recall, Hassasiyet ve AUC değeri ile (sırasıyla % 78.00-% 82.00-% 88.25) İKH'nın belirlenmesinde en başarılı yöntem oldu.

Anahtar Kelimeler: *İskemik Kalp Hastalıkları, Yapay Zeka, Denetimli Makina Öğrenmesi Algoritmaları*

* İletişim e-posta: mehmettahirhuyut@gmail.com.tr

Determination of Ischemic Heart Disease Using Controlled Machine Learning Methods

Abstract

Ischemic heart disease (IHD), which is among the heart diseases, is among the most common causes of death in our country as in the world. In our country, 150,000-200,000 people die every year due to heart attacks. This figure is 2-3 times the number of deaths from traffic accidents. Ischemia is a serious condition in which blood flow to any tissue or organ in the body is reduced or interrupted. While ischemic heart disease sometimes does not show any symptoms, some people may present with complaints such as recurrent chest pain, fatigue, fainting, and in others as a heart attack or sudden cardiac death. Despite advances in its diagnosis and treatment, IHD is still one of the most important causes of morbidity and mortality in our country and industrialized societies. Therefore, early diagnosis and treatment of IHD will help in early intervention in the progression of the disease and in reducing the number of deaths. For this purpose, more economical and faster alternative methods are needed. In this context, successful applications of Artificial Intelligence methods in the diagnosis and prognosis of diseases are seen in the literature. In this study, variables thought to affect IHD were determined by conducting a comprehensive literature review. The presence of IHD was investigated in individuals with the specified variables. The properties of the variables were selected with Binary-Multivariate-Logistic-Regresion. Selected features were introduced to Random-Forest, Naïve-Bayes and Support- Vector-Machine methods from supervised machine learning algorithms. Training-test clusters were determined with 10-fold cross validation and optimum parameters were updated with the grid method. To compare the performance of algorithms in the diagnosis of IHD: Accuracy rate, Recall, Sensitivity, F-score and AUC values were obtained. The Support-Vector-Machine was the most successful method in determining the IHD with the highest Recall, Sensitivity and AUC value (78.00%-82.00%-88.25% respectively).

Keywords: *Ischemic Heart Diseases, Artificial Intelligence, Supervised Machine Learning Algorithms.*

1 Giriş

Yirminci yüzyılın ortalarından itibaren kalp damar hastalıkları (KDH) en fazla ölüm nedeni olarak karşımıza çıkmaktadır. Dünya sağlık teşkilatının verilerine göre günümüzde gelişmiş ülkelerdeki ölümlerin %48,6'sı KDH'ye bağlıdır. Tanı ve tedavideki son yıllardaki gelişmelere rağmen, iskemik kalp hastalıkları (IKH) hala ülkemizdeki ve sanayileşmiş toplumlardaki en önemli morbidite ve mortalite nedenidir [1, 2,3].

Aynı zamanda Koroner arter hastalığı (KAH) olarak da adlandırılan IKH, koroner arter darlığı nedeniyle kalbe kan akışı sınırlı olduğunda ortaya çıkar. Miyokardiyal hasara neden olarak miyokard enfarktüsü, ventriküler aritmi ve hatta ani kalp ölümü gibi ciddi sonuçlara yol açar. IKH önlenebilir ve erken teşhis ve uygun müdahale, ölüm oranını azaltmada kritik öneme sahiptir [4, 5, 6, 7].

Koroner anjiyografi (CA), IKH teşhisi için en yaygın kullanılan standart yöntemlerden biridir. CA yöntemi, maliyetlidir ve yüksek eğitimli operatörlere ihtiyaç duyar. Tarama amaçlı veya tedavi altındaki hastaların yakın takibi için uygun olmayabilir [8]. IKH tanısı için klinik ortamlarda kullanılabilen noninvazif yöntemler de mevcuttur. Bunlar: (1) egzersiz elektrokardiyogramı (EKG) [9], (2) stres ekokardiyografi (ECHO), (3) tek foton emisyonlu bilgisayarlı tomografi (SPECT veya sintigrafi) [7] (4) elektron ışınlı bilgisayarlı tomografi (EBCT) ve (5) koroner manyetik rezonans anjiyografi (CMRA) [7, 8].

Elektrokardiyografi (EKG), pre-semptomatik IKH hastalığının erken teşhisi için rutin bir klinik prosedür olarak kabul edilmiştir. İskemi, EKG'de ST segmentlerindeki veya Twaves'teki değişikliklerle tespit edilmektedir [5]. Bu tespit, uygun otomatik analiz teknikleri (parametrik modelleme, dalgacık dönüşümü, kurallar kümesi ve yapay sinir ağları) sayesinde gerçekleştirilir [7, 10]. Bu ölçümler, hasta yönetimini destekler ve iskemi teşhisi için kliniklerdeki hekimlere rehberlik eder. Bununla birlikte, bu yaklaşımın düşük duyarlılığı ve özgüllüğü nedeniyle [11], şüpheli IKH hastalarının çoğu aşırı radyasyona, kontrast maddeye, alerjik reaksiyona maruz kalma vb. riskler altında kardiyak bilgisayarlı tomografi (BT) veya koroner anjiyografi (CAG) geçirmeye zorlanmaktadır [5, 12].

Manyetokardiyografi (MCG), IKH'nın erken teşhisi için ümit verici, invazif olmayan bir tanı aracı olarak ortaya çıkmıştır [13]. EKG ile karşılaştırıldığında, MCG, elektrot-cilt temas girişiminden daha az etkilenirken, iskemik kalp dokusunun neden olduğu teğet ve girdap akımına daha duyarlıdır. Üstün sinyal kalitesine rağmen, MCG'nin yorumlanmasında daha yoğun bir emek ve daha deneyimli personel gerektirir. Bu durum MCG'nin kliniklerdeki kabulünü sınırlar. Bu nedenle, iskemiyi erken aşamadan tespit edip lokalize edebilen otomatik bir sistem klinisyenler için son derece yararlı olacaktır [5].

Makine öğrenmesi (ML)'ne dayalı birçok yöntem, özellikle sinir ağları, tıp alanında klinik problemleri çözmek için yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu yöntemler, çoğunlukla tanı ve prognostik izleme amacıyla kullanıldı. Makine öğrenimi metodolojileri farklı kalıpları özümsemek için kullanılabilir ve bilgisayar destekli karar destek sistemleri için bilgi tabanı haline gelebilir. Bu tür bilgiye dayalı etkili klinik karar destek sistemleri oluşturmak zor olsa da, bunların oluşturulması karar verme sırasında öneriler sağlayabilir ve normal klinik iş akışının bir parçası olabilir [14]. Bu nedenle, karar vermeyi desteklemek, tıbbi hatalardan kaçınmak ve hastanın güvenliğini artırmak için klinik karar destek sistemlerinin kullanılması önerilmiştir [7].

Geçmiş ML çalışmaları, hastalıkların otomatik olarak tespit edilmesinde umut verici sonuçlar gösterdi. Bununla birlikte, bazı sorunlar devam etmektedir. Birincisi, özel veri kümelerini kullanan çalışmalarda, iskemik hastalığı belirlemede veriler yeterli özelliğe sahip değildi. Öte yandan, kamuya açık veri setlerine dayalı EKG çalışmaları, klinik ortama aktarıldığında eşit performansa ulaşamayabilir. Bu nedenle, EKG veri setleri iskemik hastalığı belirlemede tüm olası değişkenleri içermeli ve sadece anormal vakalardan oluşmamalı [5].

Bu çalışmanın amacı, güvenilir IKH erken tanı ve tespit sistemi geliştirmektir. IKH vakalarını tespit etmek için, daha önceki çalışmalarda hastalıkların tanısında kullanılan en iyi performansa sahip üç sınıflandırıcıyı seçtik [5, 15]. Veri setine alınacak değişkenler için kalp hastalıklarının tespitinde kullanılan tüm değişkenler tespit edildi [7]. Bu çalışmada üç denetimli makine öğrenimi sınıflandırıcılarının (Random Forest, Naive Bayes ve SVM'nin) bireylerin IKH tanısındaki performansları karşılaştırıldı. Bu şekilde, iskemiyi erken aşamada tespit edip lokalize edebilen otomatik bir sistem (klinik karar destek sistemi) geliştirmek ve klinisyenler için yararlı bir araç

sunmaktır. Ayrıca, bu çalışma ile karar vermeyi desteklemek, tıbbi hatalardan kaçınmak ve hastanın güvenliğini artırmak amaçlanmaktadır.

2 Material and Methods

2.1 Çalışma tasarımı

Bu retrospektif çalışmadaki çalışma grubu çeşitli kardiyovasküler hastalık şikayetleriyle hastaneye baş vuru yapmış 270 bireyden oluşmaktadır. Bu hastaların 119 tanesine hekim tarafından IKH tanısı konuldu. İskemik kalp hastalığını etkileyen değişkenlerin belirlenmesi için kapsamlı bir literatür taraması yapıldı ve klinik özellikler belirlendi. Hastaların yaşı, cinsiyeti ve 11 tane belirlenen klinik özellikler dijital ortamda elde edildi.

Bireylerin klinik özellikleri şunlardı: Göğüsteki ağrısı türü, Dinlenme sırasında kan basıncı, Serum kolesterol miktarı, Açlık kan şekeri, Dinlenme sırasında elektrokardiyografik (EKG) sonucu, Maksimum kalp hızı, Egzersiz sırasında ağrı durumu, Egzersiz sırasında ST segmentinde çökme durumu, Egzersizle indüklenen ST segmentinin şekli, Kalpteki açık ana damar sayısı, Talyum sintigrafi sonucu. Tüm veriler hastanenin elektronik bilgi sisteminden geriye dönük olarak elde edildi. Belirlenen değişkenlere sahip bireylerde İKH'nın varlığı araştırıldı. Altın standart olarak uzman hekim son kararı alındı.

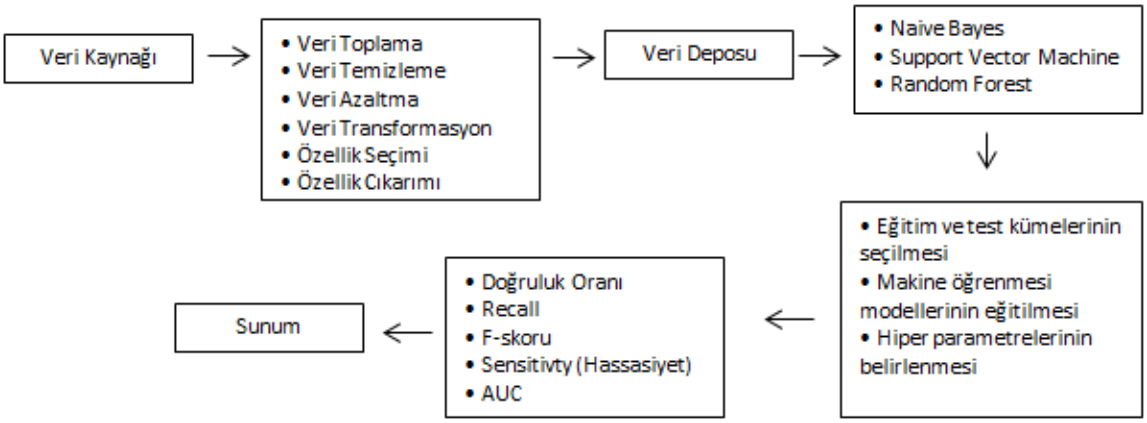
Multivariate Logistik Regresion ile hastalığa anlamlı etki eden özellikler seçildi. Seçilen özellikler, denetimli makine öğrenmesi algoritmalarından Random Forest (RF), Naive Bayes (NB) ve Destek Vektör Makinası (SVM) yöntemlerine tanıtıldı. Denetimli makine öğrenmesi algoritmalarının İKH'nın tanısında ki performansları elde edildi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu çalışmayı onayladı.

2.2 Model eğitimi, seçimi ve tasarımı

Verinin tamamlanmasının ardından seçilen özellikler normalize edildi. Veri kümesi üzerinde 10-kat çapraz doğrulama [16, 17] yöntemiyle eğitim/test kümeleri seçildi. Ayrıca, eğitim ve test kümelerinin değerlendirilmesinde aşırı uyum riskini en aza indirmek için çapraz doğrulamanın avantajından yararlanıldı. Bu prosedür, ML modellerinin hiperparametrelerini belirlerken tarafsız bir genelleme tahminine izin verir [18]. Daha sora ızgara araması yoluyla ML modellerinin optimum hiper parametreleri belirlendi. Bireyler de IKH'nın varlığı/yokluğunun belirlemesi için uzman hekimlerin son karar raporları bağımlı değişken olarak belirlendi. Belirlenen klinik özellikler ile NB, SVM, RF modelleri eğitilerek bireyler sağlam ve hasta olarak sınıflandırıldı.

2.3 Modellerin Değerlendirilmesi

Model geliştirmenin tüm aşamalarında, deneylerin tekrarlanabilirliğini sağlamak için randomizasyon kontrol edildi. İş akış diyagramı Şekil 1'de özetlendi. Bu çalışmada kullanılan makine öğrenmesi yöntemlerinin sınıflandırma başarı sonuçları Doğruluk oranı, Recall, Sensitivite (Hassasiyet), F-skoru ve AUC istatistiksel ölçütlerine göre değerlendirildi) [19, 20]. Bunlar şu şekilde tanımlanır: Hassasiyet, iskemik hastası olanları doğru şekilde tanımlayan fraksiyondur. AUC alıcı çalışma karakteristikleri eğrisinin (ROC) altındaki alandır ve eğri hassasiyet'e karşı "1-özgüllük" değerine göre çizilir. Wilcoxon-Mann-Whitney istatistiği olarak da bilinen AUC değeri, bu çalışmada iskemik bir hastanın iskemik hastası olmayan bireyden daha yüksek sıralamaya sahip olma



Şekil 1. İş Akış diyagram

olasılığıdır. Daha yüksek bir AUC genellikle daha iyi performans gösteren bir model anlamına gelir. Doğruluk, hastaların genel olarak doğru sınıflandırılma olasılığını gösterir. Doğruluğu tek başına kullanmanın dezavantajı, dengesiz bir veri setinde (çoğu iskemik hastası olan bireylerden oluşan veri seti) doğruluğun sıfır hassasiyet kullanılarak yüksek olabileceğidir. F1-score değeri kesinlik (Precision) ve duyarlılık (Recall) değerlerinin harmonik ortalamasını göstermektedir. Basit bir ortalama yerine harmonik ortalama alınmasının sebebi uç değerlerin gözardı edilmemesidir.

Random Forest (RF):

Rastgele Orman Algoritması, birçok karar ağacı yapısını kullanarak sınıflandırmada başarı oranını yüksek seviye ile yakalayan bir algoritmadır [21, 22]. Rastgele orman algoritmasında, diğer karar ağaçlarına benzer şekilde, dallanma kriterlerinin belirlenmesi ve uygun bir budama yönteminin seçilmesi önemlidir. Dallanma kriterlerinin belirlenmesinde Gini Katsayısı yöntemi kullanılmaktadır [22].

Rastgele Orman modelinde farklı veri setleri üzerinde eğitim gerçekleştiği için varyans, diğer bir deyişle karar ağaçlarının en büyük problemlerinden olan overfitting azalır. Rastgele Orman modelinin diğer bir özelliği ise özniteliklerin ne kadar önemli olduğunu gösterir (Bir özniteliğin önemi, bu özniteliğin bağımlı değişkendeki varyansın açıklanmasına ne kadar katkı yaptığını ifade eder). Teknik bir bakış açısından, Rastgele Orman, bir sınıflandırıcı elde etmek için orijinal verilerin karşılıklı olarak bağımsız alt kümeleri üzerinde eğitilmiş bir Karar Ağaçları koleksiyonuna dayanan bir topluluk algoritmasıdır (daha düşük varyans ve daha düşük bias ile). Rastgele Ormandaki Karar Ağaçlarının eğitildiği bağımsız veri kümeleri, hem örnekler değiştirilerek hem de özelliklerin rastgele bir alt kümesi seçilerek orijinal bir veri kümesinden elde edilir (Rastgele Orman algoritması hakkında daha fazla ayrıntı bkz [23]. Rastgele Orman, olasılık puanlama sınıflandırıcılarının bir sınıfı olduğundan (yani, model her olası sınıf için bir olasılık puanı atar), sınıfladırma iki eşik $\alpha, \beta \in [0, 1]$ temelinde gerçekleştirilir: 1 pozitif sınıfı ve 0 negatif sınıfı belirtirse, puan (1)> α ve skor (1)> skor (0) ise her örnek pozitif olarak; skor(0)> β ve skor (0)> skor (1) ise her örnek negatif olarak sınıflandırılır; aksi takdirde model çekimser kalır. Bu modellerde performans genellikle sadece çekimser olmayan durumlarda değerlendirilir [18, 24].

Naive Bayes (NB):

Naive Bayes Sınıflandırıcısı Bayes teoremine dayanan basit bir olasılıksal sınıflandırma yöntemidir. Mevcut sınıflanmış durumdaki örnek verileri kullanarak yeni bir verinin mevcut sınıflardan herhangi birine ait olma olasılığını hesaplayan bir yaklaşımdır. Bu sınıflandırıcıda nitelikler birbirinden bağımsız olarak kabul edilir. Örneklerin hepsi aynı derecede öneme sahiptir. Bir özelliğin değeri başka bir özellik değeri hakkında bilgi içermez [22].

Her biri n adet nitelikten oluşan ve m adet sınıftan herhangi birine dâhil olan bir veri seti üzerinde çalıştığımızı düşünelim. Bu durumda hangi sınıfa ait olduğu bilinmeyen yeni bir X örneği sınıflandırılmak istendiğinde, Eşitlik 1 kullanılarak örneğin her sınıf için, o sınıfa ait olma olasılığı hesaplanır. Bu değerler içerisinde en yüksek olasılığa sahip olan sınıf örneğin ait olduğu sınıf olarak kabul edilir.

$$P(S_i/X) = \frac{P(X/S_i) * P(S_i)}{P(X)} \quad (1)$$

$P(S_i|X)$: X olayı gerçekleştiğinde Si olayının gerçekleşme olasılığı,

$P(X|S_i)$: S_i olayı gerçekleştiğinde X olayının gerçekleşme olasılığı,

$P(S_i)$,$P(X)$: S_i ve X olaylarının önsel olasılığıdır. Her bir X örneğinin aynı derecede öneme sahip olması sebebiyle P(X) değeri değeri her örnek veri için aynıdır. Bu durumda Eşitlik 1, Eşitlik 2 biçimine sadeleştirilebilir.

$$P(S_i|X) = P(X|S_i) * P(S_i) \quad (2)$$

Her bir sınıf için Eşitlik 2 uygulanıp olasılıklar hesaplandıktan sonra örneğin ait olduğu sınıf bulunur [25].

Destek Vektör Makinası (Support vector machine-SVM):

SVM, Vapnik tarafından geliştirilmiş ve istatistiksel öğrenme teorisi alanında ortaya çıkmış bir öğrenme metodudur [26]. Sınıflandırma için, bir düzlemde bulunan örnekler arasına bir sınır çizerek iki gruba ayırır. Bu sınırın çizileceği yer ise iki grubun da üyelerine en uzak olan yer olarak belirlenir.

Sınırın çizilmesi için iki gruba da yakın ve birbirine paralel iki çizgi çizilir ardından çizgiler birbirine yaklaştırılarak sınır çizgisi üretilir. SVM yöntemi, veriyi birbirinden ayırmak için en uygun fonksiyonun tahmin edilmesi esasına dayanır [22].

SVM, basit algoritması ve pratik uygulamalarda yüksek performans göstermesi bakımından oldukça kullanışlıdır. SVM'lerde kullanılacak örnek sayısı önemli değildir ve yöntem görülmemiş verileri de sorunsuz olarak sınıflandırabilmektedir. Bu SVM'nin genelleştirebilme yeteneğini gösterir. Genelleştirebilme özelliği SVM'yi diğer tekniklere göre iyi bir alternatif yapmaktadır [22, 27].

3 Bulgular

Bu çalışmada, literatürde başarılı bir şekilde sınıflandırmada sıkça kullanılan RF, SVM ve NB denetimli makine öğrenmesi algoritmaları iskemik kalp hastalığının tanısında kullanıldı. IKH olan bireyler (119 birey), ortalama 56 ± 0.74 yaşta idi ve uygulanan student-t testi sonucunda hasta olmayan bireylerden (151 birey) anlamlı olarak daha yaşlı bulundu. Ayrıca, ki-kare testi sonucunda erkek cinsiyet (83.2%) kadın cinsiyete göre anlamlı olarak daha fazla İKH hastası idi. Erkek cinsiyetin ve yüksek yaşın IKH'yı etkilediği bulundu.

IKH'nın tanısında belirlenen klinik özelliklere göre bireyleri doğru sınıflandırma da makine modellerinin başarısı Tablo 1'de verildi. IKH hastalarını belirlemede, 0.76 % doğruluk oranı, 0.82% sensitivite, 0.78% Recall ve 88.25% AUC ile en yüksek tanısal değere sahip model SVM oldu. Daha sonra, 0.67 % doğruluk oranı, 0.65% sensitivite, 0.76% Recall ve 78.25% AUC değeri ile RF idi. En başarısız model 0.66% doğruluk oranı, 0.65% sensitivite, 0.74% Recall ve 75.12% AUC değeri ile NB modeli oldu.

Tablo 1. İskemik Kalp Hastalığını belirlemede ML modellerinin performans sonuçları

Modeller	Doğruluk Oranı (%)	Sensitivite (Hassasiyet) (%)	Recall (%)	F-skoru (%)	AUC (%)
SVM	0.76	0.82	0.78	0.79	88.25
NB	0.66	0.65	0.74	0.69	75.12
RF	0.67	0.65	0.76	0.70	78.69

SVM: Destek vektör makinası, NB: Naive Bayes, RF: Random Forest.

4 Tartışma ve Sonuç

İskemik kalp hastalığı (IKH), dünya çapında ağırlıklı olarak önde gelen ölüm nedenidir [5,7]. IKH'nın erken tespiti, şiddeti etkili bir şekilde önleyebilir ve ölüm oranını azaltabilir. Son zamanlarda, kalp yetmezliğinin tespiti için manyetokardiyografi (MCG) geliştirilmiştir. MCG, fizyolojik olarak kusurlu kalp tarafından yayılan anormal manyetik alan modellerini izleme yeteneğine sahip olsa da, veri yorumlama zaman alıcıdır ve yüksek eğitimli profesyonel gerektirir [28]. Bu nedenle, IKH hastası ve şüpheli vakaların klinik kayıtları incelenerek IKH'nın tanısı için ML yöntemlerinin başarısını karşılaştırdık.

Bu çalışmada, kalp hastalıkları ile ilgili daha önce yapılan çalışmalarda şikâyetler incelenmiş ve uzman hekim tarafından yapılan klinik ölçümler araştırıldı [7]. IKH'nın tanısında kullanılan değişkenler belirlendi ve uzman hekim tarafından IKH tanısı konulan/konulmayan tüm bireylerden bu değişkenlerin ölçüm sonucu elde edildi. Denetimli makine öğrenmesi algoritmlarından Random Forest, Naive Bayes ve Destek Vektör Makinası modelleri belirlenen değişkenlere göre bireyleri IKH hastası olup olmama durumlarının sınıflandırılmasındaki başarıları elde edildi. Bu çalışmayı, IKH'nın tanısında yeni veriler için karar vermeyi desteklemek, tıbbi hatalardan kaçınmak ve hastanın güvenliğini

artırmak için karar destek sistemi olarak öneriyoruz.

Karar destek sistemlerine entegrasyon için makine öğrenimi (ML) teknikleri arasında karşılaştırmalı çalışmalar incelendiğinde, metodolojik gelişmeler görüldü. İyileştirmeler sadece teşhis açısından değil, aynı zamanda sistem yanıt süresi açısından da geçerli idi [7]. Dahası, araştırmalar, hastaların kolayca erişilebilir tıbbi ölçüm sonuçlarıyla otomatik sistemleri entegre ederek hastalığın tanısını daha ucuz hale getirmeye yönelik çabaları göstermektedir.

Kalp hastalıklarının tanısı ile ilgili yapılan birçok çalışmada, ML modellerinin performansları hekim bilgisi ve altın standartlarla karşılaştırıldı [7]. [7, 29, 30] çalışmalarında kullandıkları yöntemleri diğer ML algoritmalarıyla karşılaştırmış ve kullandıkları yöntemlerin diğer ML algoritmalarına kıyasla daha iyi performansla klinik ortamlarda uygulanabileceği sonucunu rapor ettiler.

İskemik ile ilgili yapılan çalışmalarda, Akut Miyokardiyal Enfarktüs tanısında; lojistik modeller, bayesli sinir ağları yöntemleri kullanılarak 2001-2008 yılları boyunca sırasıyla doğruluk oranında 84%'ten 95%'e iyileşme gözlenmiştir. Öte yandan Miyokardiyal Perfüzyon Sintigrafisinde (MPS) miyokardiyal iskemi ve enfarktüsün saptanması ile ilgili 2008 yılında iki çalışma yapıldı. Doktorlar tarafından iskemi saptama hassasiyeti sinir ağı tabanlı yöntemlerin kullanımı ile 81%'den 86%'ya yükselirken özgüllük gözlemcilerde ML yöntemlerinden daha yüksekti (71%'e karşı 66%) [31].

Makine öğrenimindeki son gelişmeler, kardiyak hastalıkları otomatik olarak tespit etmek için ayırt edici sınıflandırıcıların avantajlarını gösterdi. [32, 33], anormal kalp atışlarını normal olanlardan ayırmak için doğrudan çekirdek tabanlı yöntemlerden kısmi en küçük kareler (DK-LPS) yöntemini kullandılar ve maksimum duyarlılık 92%, özgüllük 75% ve doğruluk 83% elde ettiler. [34], IKH'nın tespitinde farklı makine öğrenimi yöntemlerini karşılaştırdı ve Bayesian sinir ağı (BNN) ile maksimum hassasiyet =% 96,65, özgüllük =% 86,36 ve doğruluk =% 78,43 elde etti.

İskemik kalp atışlarını saptamak için [35] ST segmentinden 12 morfolojik özellik çıkardı. SVM sınıflandırıcısını kullanarak, 95,20% duyarlılık, 93,29% özgüllük ve % 93,63% doğruluk elde ettiler. Benzer şekilde [36], çok sayıda yüksek dereceli spektrum (HOS) EKG özelliğini çıkardı ve bunları k-en yakın komşu (KNN) ve karar ağacı (DT) tabanlı sınıflandırıcıya beslediler, 97.57% duyarlılık, 99.39% özgüllük elde ettiler. [37], evrişimli sinir ağları (CNN) ile birlikte uzun kısa süreli bellek (LSTM) ağını kullanarak 95.76% doğrulukta benzer performans elde ettiler.

2013 yılında, miyokard enfarktüsünün tespiti temel bileşenler analizi kullanılarak 85,6% doğrulukla bildirilirken [38], 2014 yılında Miyokard Enfarktüsü / kalp krizi tahmini ve şiddeti CART yöntemi ile 87,6% doğru olarak sınıflandırıldığı bildirildi [39]. Akut Koroner Sendrom, Fuzzy ARTMAP ve K-Ortalama yöntemleri kullanılarak eksik özellikler içeren bir veri setinde 63.43% olarak doğru sınıflandırıldı [40]. Bir çalışmada, bulanık ağırlıklı ön işleme ve AIRS sınıflandırıcı yöntemlerini kullanarak koroner arter hastalığının (KAH) tanısında 92.5% doğruluk oranı elde edilirken benzer bir çalışmada 80% doğruluk oranı elde edildi [7] Başka bir çalışmada, IKH'nın tanısında BNN modeli 89,7% duyarlılık, 54,5% özgüllük ve 74,5% doğruluk sergilerken, DK-SOM modeli sırasıyla% 86,2,% 72,7 ve% 80,4 duyarlılık, özgüllük ve doğruluk ile nispeten daha yüksek tahmin performansı sağladı [28].

Tüm bu sonuçlara rağmen, çalışmaların farklı deneysel ayarları nedeniyle çeşitli makine öğrenimi algoritmalarını performanslarına göre sıralamak mümkün değildir, bu da modellerin performanslarını doğrudan karşılaştırmayı imkansız kılmaktadır. Ancak, her kalp hastalığının doğru belirlenmesinde algoritmaların rapor edilen çalışmalardaki doğruluğu belirlenmiş olmaktadır [7].

Bu çalışmada, erkek cinsiyetin ve yüksek yaşın IKH hastalığını etkilediği bulundu. Bu sonucumuz literatürle uyumlu idi [5, 10].

Bu çalışmada, IKH'nın tanısında en yüksek performansa sahip model 0.76% doğruluk, 0.82% hassasiyet, 0.78% recall, 0.79% F-skoru oranı ile SVM idi. IKH tanısında ile ilgili yapılan birçok çalışmada ML modellerinin performansı için sadece doğruluk oranının verildiğini görüyoruz. Ancak, doğruluk oranının başına kullanmanın dezavantajı, dengesiz bir veri setinde doğruluğun düşük hassasiyet

kullanılarak yüksek olabileceğidir. Bu nedenle ML modellerinin tanısal başarılarının değerlendirilmesinde AUC değerine de bakılmalıdır [41]. Nitekim bu çalışmada, ML modellerinin AUC değerleri elde edildi ve en yüksek AUC değeri 88.25% ile SVM oldu. Buna göre SVM, IKH hastalarını sağlam bireylerden yüksek başarı ile ayırt edebilmektedir. Bu çalışmada, IKH'nın tanısında SVM'nin başarısı bu kalp hastalıklarının tanısı ile ilgili yapılmış birçok çalışmadaki sınıflandırma algoritmalarından daha yüksekti. Özelliklede Fuzzy ARTMAP, K-Ortalama, BNN sinir ağları, AIRS sınıflandırıcı yöntemlerinden daha başarılı bulundu. Bununla beraber, ML modellerinin başarı performanslarını veri setinin içerdiği özellikler, veri sayısı vb faktörlerin etkilediği unutulmamalıdır.

Benzer şekilde, son yıllarda lojistik regresyon modelleri, regresyon ağaçları (CART), destek vektör makineleri ve beklenti maksimizasyon algoritmaları hastalığın tanısında popüler olmuştur [39]. IKH'nın tanısı ile ilgili daha önceki çalışmaların çoğunda ML modellerinin AUC değerleri rapor edilmediğinden karşılaştırmalarımız hasssasiyet ve doğruluk oranı üzerinde oldu.

ML modellerinin IKH'nın tanısında karar verme sürecini bir uzman gibi öğrenmesi öngörülmektedir. Yapılan çalışmaların çoğu küçük veri kümeleri ile gerçekleştirildiğinden, bazı çalışmalarda genelleme sınırlamaları hala mevcuttur. Bu nedenle, kavramları genelleştirmek için daha fazla bağımsız hasta kaydı içeren daha dengeli veri tabanına ihtiyaç vardır. Son yıllarda kalp hastalığının tahmini için her adımda birden fazla algoritmanın (filtreleme, özellik seçimi / çıkarma / sıkıştırma, sınıflandırma) kombinasyonunun görüldüğüne dikkat edilmelidir. Kalp hastalığını teşhis etmek için tek bir algoritma tanımlanmamıştır. Verinin türüne, boyutuna ve en önemlisi neyin tahmin edileceğine göre farklı ML modelleri kullanılabilmektedir [7]. Makine öğrenimine dayalı karar destek sistemlerinin kullanımı, klinik düzeyde kalp hastalığı tanısının geleceği için umut vadedicidir. Bu çalışmada, IKH'nın tanısında kullanılan verilerle, IKHnın verimli bir tanısı için SVM makine öğrenimi yaklaşımının uygulamasında yüksek bir potansiyel vardır.

Kaynaklar

[1] Kalyoncu M, Öztürk S, Durmuş G, Keskin B, Can MM." Güncel Tedavi Kılavuzları Işığında Kronik İskemik Kalp Hastalığı Tedavisine Yaklaşım". Med Bull Haseki, 55, 85-100, 2017.

[2] Chockalingam A, Balaguer-Vintro I, Achutti A, et al. "The World Heart Federation's white book: impending global pandemic of cardiovascular diseases: challenges and opportunities for the prevention and control of cardiovascular diseases in developing countries and economies in transition". Can J Cardiol, 16, 227-229, 2000.

[3] Demirtaş M, Çaylı M. "Kronik iskemik kalp hastalığı [Chronic ischemic heart disease]". Enar R, editör. Nobel Tıp Kitabevleri, 683-713, 2007.

[4] "World Health Report,"World Health Organisation, Geneva, Switzerland, WHO 64th Rep. 987, 2013.

[5] Tao R, Zhang S, Huang X,Tao M and et al. "Magnetocardiography-Based Ischemic Heart Disease Detection and Localization Using Machine Learning Methods". IEEE Transactıons on Bıomedıcal Engıneerıng, 6(66), 1658-1667, 2019.

[6] De Backer G et al. "European guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice": third joint task force of European and other societies on cardiovascular disease prevention in clinical practice (constituted by representatives of eight societies and by invited experts). European Heart Journal, 24, 1601–1610, 2003.

[7] Safdar S, Zafar S, Zafar N, Khan NF. "Machine learning based decision support systems (DSS) for heart disease diagnosis: a review". Artif Intell Rev, 50, 597–623, 2018.

[8] Escolar E, Weigold G, Fuisz A, Weissman NJ. "New imaging techniques for diagnosing coronary artery disease". Can Med Assoc J, 174, 487–495, 2006.

[9] Grant RP, Beckwith JR. "Grant's clinical electrocardiography: the spatial vector approach". Mc Graw-Hill, New York, 1970.

[10] Goldschlager N, Goldman MJ. "Principles of clinical electrocardiography". Appleton & Lange, Norwalk, 1989.

[11] T. Tantimongcolwat et al., "Identification of ischemic heart disease via machine learning analysis on magnetocardiograms," Comput. Biol. Med, 38, 817–825, 2008.

[12] Gallino A. "The dilemma of detecting silent myocardial ischemia," Int. J. Cardiol. 244, 86, 2017.

[13] Alday EAP et al. "Comparison of electric- and magnetic-cardiograms produced by myocardial ischemia in models of the human ventricle and torso". Plos One, 11, 2016, Art. no. e0160999.

[14] Kawamoto K, Houlihan CA, Balas EA, Lobach DF. "Improving clinical practice using clinical decision support systems: a systematic review of trials to identify features critical to success". Bmj 330, 765,2005.

[15] Chen T, Guestrin C. "XGBoost: A scalable tree boosting system," in Proc. 22nd ACM SIGKDD Int. Conf. Knowl. Discovery Data Mining, 785–794, 2016.
[16] Cawley GC, Talbot NL. "On over-fitting in model selection and subsequent selection bias in performance evaluation". Journal of Machine Learning Research, 11, 2079–2107, 2010.
[17] Hastie T, Tibshirani R, Friedman J. "The elements of statistical learning: data mining, inference, and prediction". Springer Science & Business Media, 2009.
[18] Brinati D, Campagner A, Ferrari D, Locatelli M, Banfi G, Cabitza F. "Detection of COVID-19 Infection from Routine Blood Exams with Machine Learning: A Feasibility Study". Journal of Medical Systems, 44, 135, 2020. https://doi.org/10.1007/s10916-020-01597-4.
[19] Ma Y, Guo L, Cukic B. "A statistical framework for the prediction of fault-proneness". In Advances in machine learning application in software engineering, 237–265, 2006, Idea Group Inc.
[20] Yücelbaş Ş, Yücelbaş C, Tezel G, Özşen S, Yosunkaya Ş. "Automatic sleep staging based on SVD, VMD, HHT and morphological features of single-lead ECG signal". Expert Systems With Applications. 102, 193–206, 2018.
[21] Breiman L. "Random Forests". Machine Learning, 1(45), 5–32, 2001.
[22] Karakoyun M, Hacıbeyoğlu M." Biyomedikal veri kümeleri ile makine öğrenmesi sınıflandırma algoritmalarının istatistiksel olarak karşılaştırılması" DEÜ mühendislik fakültesi mühendislik bilimleri dergisi, 16(48), 30-41, 2014.
[23] Hastie, T, Tibshirani R, Friedman, J. "The elements of statistical learning: data mining, inference, and prediction". Springer Science & Business Media, 2009.
[24] Ferri C, Hern´andez-Orallo J. "Cautious classifiers". ROCAI, 4, 27–36, 2004.
[25] Bermejo P, Gámez JA, Puerta JM. "Improving the performance of Naive Bayes multinomial in e-mail foldering by introducing distribution-based balance of datasets", Expert Systems with Applications, 3(38), 2072–2080, 2011.
[26] Cortes C, Vapnik V. "Support-vector networks", Machine Learning, 3(20), 273, 1995.
[27] Kecman V. "Learning and Soft Computing: Support Vector Machines, Neural Networks, and Fuzzy Logic Models", The MIT Press, Cambridge, MA, 2001.
[28] Tantimongcolwat T and et al." Identification of ischemic heart disease via machine learning analysis on magnetocardiograms". Computers in Biology and Medicine, 38, 817 – 825,2008.
[29] Bjork J, Ekelund U, Ohlsson M. "Risk predictions for individual patients from logistic regression were visualized with bar-line charts". J Clin Epidemiol, 65, 335–342, 2012.
[30] Comak E, Arslan A. "A biomedical decision support system using LS-SVM classifier with an efficient and newparameter regularization procedure for diagnosis of heart valve diseases". J Med Syst, 36, 549–556, 2012.
[31] Tagil K et al. "A decision support system improves the interpretation of myocardial perfusion imaging". Eur J Nucl Med Mol Imaging, 35,1602–1607, 2008.
[32] M. Embrechts et al. "Use of machine learning for classification of magnetocardiograms," in Proc. IEEE Int. Conf. Syst., Man Cybern. 1400–1405, 2003.
[33] Fenici R et al. "Clinical validation of machine learning for automatic analysis of multichannel magnetocardiography," in Functional Imaging and Modeling of Heart, Proceedings. vol. 3504, A. Frangi, P. I. Radeva, A. Santos, and M. Hernandez, Eds., Berlin, Germany: Springer-Verlag, 2005, pp. 143–152.
[34] Kangwanariyakul Y, et al. "Data mining of magnetocardiograms for prediction on ischemic heart disease," EXCLI J., 9, 82–95, 2010.
[35] Fan CH, et al. "Detection of myocardial ischemia episode using morphological features," in 35th Annu. Int. Conf. IEEE Eng. Med. Biol. Soc., , 7334–7337, 2013.
[36] Acharya UR, et al. "Application of higher-order spectra for the characterization of coronary artery disease using electrocardiogram signals," Biomed. Signal Process. Control, 31, 31–43, 2017.
[37] Tan JH, et al, "Application of stacked convolutional and long shortterm memory network for accurate identification of CAD ECG signals," Comput. Biol. Med., 94, 19–26, 2018.
[38] Mehrabi S, Mohammadi I, Kunjan K, Kharrazi H. "Effects of data transformation methods on classification of patients diagnosed with myocardial infarction". In: MedInfo, 1203, 2013.
[39] Guidi G, Pettenati MC,Melillo P, Iadanza E. "Amachine learning system to improve heart failure patient assistance". IEEE J Biomed Health Inform, 18, 1750–1756, 2014.
[40] Lim CP, Leong JH, Kuan MM. "A hybrid neural network system for pattern classification tasks with missing features". IEEE Trans Pattern Anal Mach Intell, 27, 648–653, 2005.
[41] Cabitza F, Campagner A, Ferrari D, Resta CD and et al. "Development, evaluation, and validation of machine learning models for COVID-19 detection based on routine blood tests". Clin Chem Lab Med 59(2), 421–431, 2021.

The Effect of Different Entropy Values on the Success of the K-Nearest Neighbors Algorithm for Classification of Power Quality Disturbances

Düzgün AKMAZ[1]*

[1]*Munzur University, Department of Electrical and Electronics Engineering, Tunceli, Turkey*

Abstract

Different entropy values affect the success of classification algorithms. In this study, the effect of different entropy values on K-Nearest Neighbors (KNN) classification success was investigated. To realize this, first the detail and approximation coefficients of the signals were formed by applying Discrete Wavelet Transform (DWT) to different power quality signals. Then, Shannon entropy, log energy entropy, norm energy entropy values of the detail and approximation coefficients were obtained. Lastly, power quality distortions were classified using these entropy values and the KNN classification algorithm. Simulations showed that the Shannon entropy value was slightly more successful for the selected parameters. While the Matlab program is used for software, the WEKA program is used for KNN classification algorithm.

Keywords: *Power quality, Wavelet transform, K-Nearest Neighbors, Classification*

1 Introduction

In recent years, different approaches were developed to classify power quality signals [1-5]. Many signal processing tools such as Fourier Transform, Wavelet transform, S-Transform, and different artificial intelligence algorithms such as neural network and support vector machine were used in these approaches [1-5]. The signal processing method, selected parameters, and classification algorithm are effective in classification success [1-5]. In addition to these, the entropy values of the signals can also affect the success of the proposed classification method. Therefore, in this study, the success of different entropy values such as Shannon, log energy, norm energy in the K-nearest neighbors classification algorithm were evaluated.

2 Discrete wavelet transform

Figure 1 shows the basic structure of the DWT application. Low pass h (n) and high pass g (n) filters are applied to decompose signals. While the high-pass filter gives the detail coefficients, the low-pass filter is applied to obtain the approximation coefficients [6].

With this signal processing method, signals at different levels can be separated.

1*dakmaz@munzur.edu.tr

Figure 2. shows a noise-free swell signal. Figure 3 shows the detailed signal after a single level DWT application to this signal, while Figure 4 shows the approximated signal after a single level DWT application.

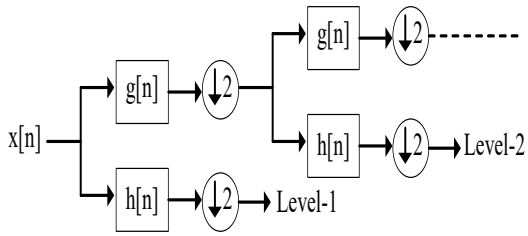


Figure1. Discrete Wavelet Transform Signal processing method.

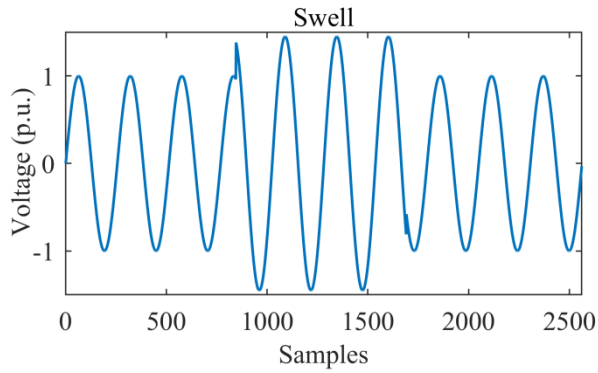


Figure 2. Swell signal

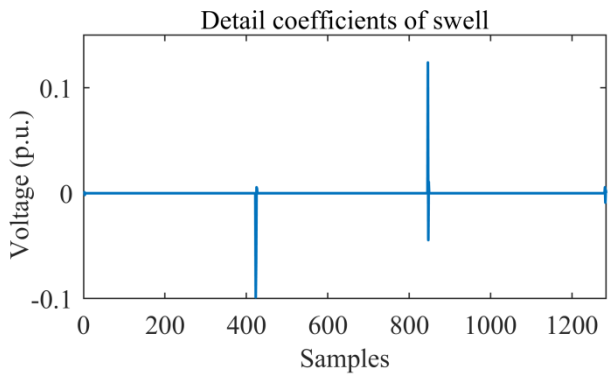


Figure 3. Detail coefficients obtained as a result of applying a single level DWT

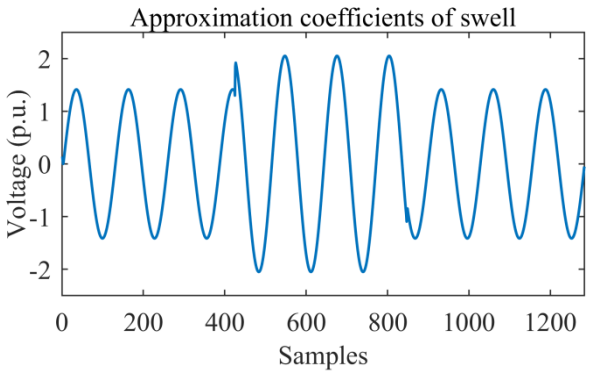


Figure 4. Approximation coefficients obtained as a result of applying a single level DWT

Detailed information on DWT can be found in [6].

3 K-Nearest Neighbors (KNN) algorithm

One of the classification algorithms used in data mining is the KNN algorithm. The purpose of this algorithm is to classify an example in the test data set and whose class is unknown, by measuring the distance from the samples in the training data set. Lazy classifiers store training samples and don't do any real work until it's time to classify. Lazy systems can solve multiple problems at once and successfully deal with changes in the problem arena. The disadvantage of the Lazy method classification is that it requires a large space for the storage of the complete training data set. Since no method is applied during the training phase, mostly noisy training data unnecessarily increase the database [7-8]. KNN is the k-nearest neighbor classifier using the same distance measure. The number of nearest neighbors can be explicitly specified in the object editor. Different search algorithms can be used to speed up the task of finding the closest neighbors. The distance function used is a parameter of the search. Euclidean, Chebyshev, Manhattan, and Minkowski distance measures can be used [7]. Figure 5 shows an example KNN algorithm.

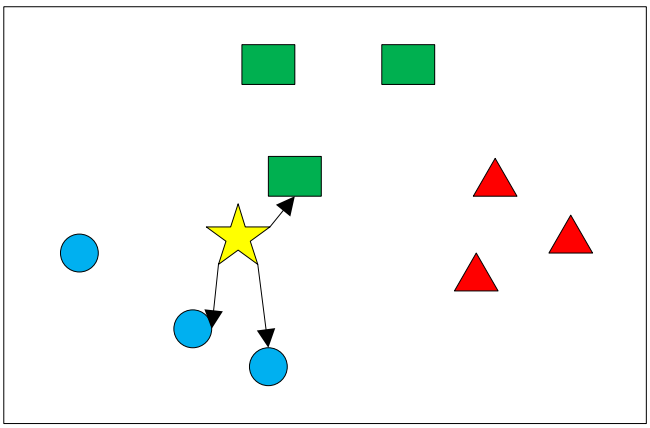


Figure 5. KNN algorithm

4 Simulation results:

In this study, sine, sag, swell, harmonic, transient, interruption, sag with harmonic, swell with harmonic and flicker signals are examined. The parameters of these synthetic signals are taken from [9]. These parameters are random and within the ranges specified in [9]. 200 different simulations were performed for each power quality event. In total, 1800 different faults occurred for nine different power quality signals. Half of these were used for training, while the other half was used for testing. 50dB noise is added to all signals. The sampling frequency of 12.8 kHz was used to synthetically generate power quality signals. These signals are separated into nine levels by multiresolution analysis. Daubechies 4 (db4) mother wavelet was used for multiresolution analysis. As a result of this decomposition, nine details and one approximation signal coefficient were obtained. In total, 10 different coefficients were obtained. Then, entropy values such as Shannon, log energy, norm energy were obtained. Finally, classification was made using these entropy values and the KNN algorithm. By using the following equations, entropy values such as Shannon, log energy, norm energy are obtained [10].

Shannon entropy

$$SE(e)=-\sum_{j=1}^{N} C_i^2 \log\left(C_i^{\,2}\right) \quad (1)$$

Log energy entropy

$$LE(e)=\sum_{j=1}^{N} \log\left(C_i^{\,2}\right) \quad (2)$$

Norm entropy

$$NE(e)=\sum_{j=1}^{N} (C_i)^p \; 1 \leq P \quad (3)$$

Where (Ci) the coefficients of signal.

Figure 6 shows the colors represented by different power quality events. Table-1 shows the abbreviations representing different power quality events. Different entropy values of the same signals can cause different distributions. To show this, different entropy values of F1-F9 signals are taken. Here F1 represents the first detail coefficients as a result of the nine-level DWT application. F9 shows the ninth detail coefficients. The Shannon, Log energy, Norm entropy values of F1-F9 are shown in Figure 7-9. As can be seen from these figures, very different classification features were obtained.

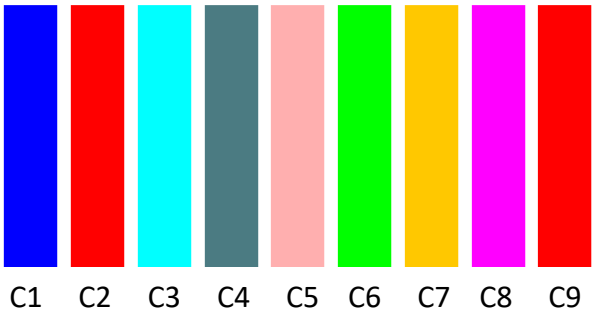


Figure 6. Power quality disturbances color

Table 1. Abbreviation of power quality disturbances names.

C1	Sine
C2	Sag
C3	Swell
C4	Interruption
C5	Harmonic
C6	Transient
C7	Sag with harmonic
C8	Swell with harmonic
C9	Flicker

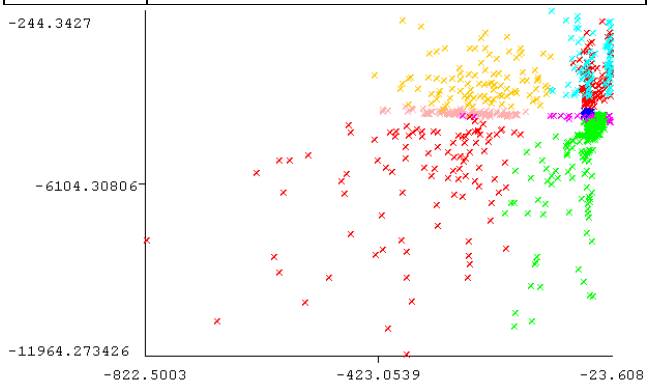


Figure 7. Shannon entropy (F1-F9)

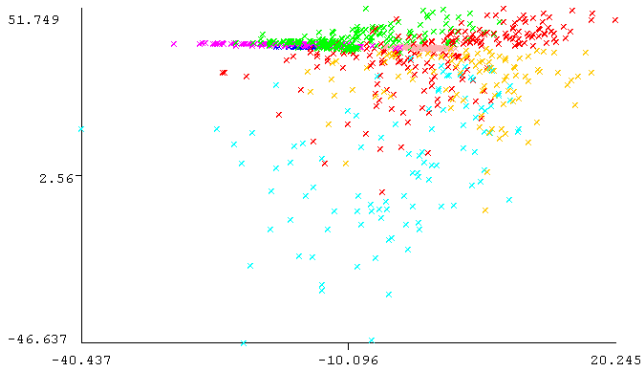


Figure 8. Log energy entropy (F1-F9)

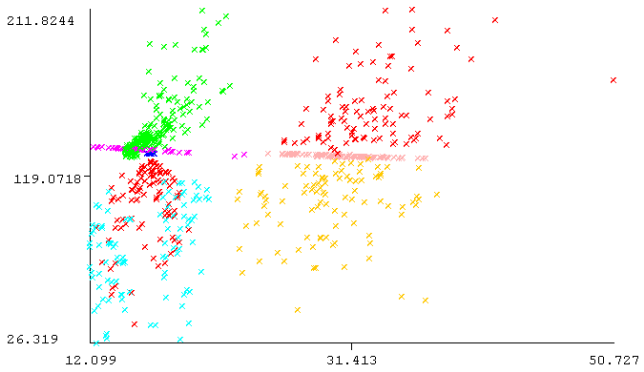


Figure 9. Norm entropy (F1-F9)

The WEKA program is used for the KNN algorithm. A closest neighbor is used for classification. A Euclidean formula was used to determine the distance. Table 2 shows the simulation results. As can be seen from this table, it has been seen that Shannon entropy is more effective for the classification for the selected simulation parameters. The lowest success was obtained by using Log energy entropy.

Table 2. Simulation results

Entropy	Training data%	Testing data %
Shannon	100	94.11
Log energy	100	90.33
Norm	100	92.77

5 Conclusions

The entropy values used to extract properties from signals can affect the success of the classification. In this study, KNN and different entropy values were

tested for classification of power quality events. Simulations have shown that the Shannon energy method is more successful for the selected parameters. Log energy entropy method achieved a lower classification success in selected parameters. However, if the simulation parameters change, the methods must be tested again.

References

[1]Khetarpal P, Tripathi M.M. "A critical and comprehensive review on power quality disturbance detection and classification". Sustainable Computing: Informatics and Systems, 100417, 2020.

[2] Khokhar S, Zin A.A.B.M, Mokhtar A.S.B, Pesaran M. "A comprehensive overview on signal processing and artificial intelligence techniques applications in classification of power quality disturbances". Renewable and Sustainable Energy Reviews, 51, 1650-1663, 2015.

[3] Igual R, Medrano C. "Research challenges in real-time classification of power quality disturbances applicable to microgrids: A systematic review". Renewable and Sustainable Energy Reviews, 132, 110050, 2020.

[4] Mahela O.P, Shaik A.G, Gupta N. "A critical review of detection and classification of power quality events". Renewable and Sustainable Energy Reviews, 41, 495-505,2015.

[5] Saini M. K, Kapoor R. "Classification of power quality events–a review". International Journal of Electrical Power & Energy Systems, 43(1), 11-19, 2012.

[6] Erişti H, Demir Y. "A new algorithm for automatic classification of power quality events based on wavelet transform and SVM". Expert systems with applications, 37(6), 4094-4102, 2010.

[7] Vijayarani S, Muthulakshmi M. "Comparative analysis of bayes and lazy classification algorithms". International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering, 2:8 3118-3124, 2013.

[8] Choudhury S, Bhowal A. "Comparative analysis of machine learning algorithms along with classifiers for network intrusion detection". 2015 International Conference on Smart Technologies and Management for Computing, Communication, Controls, Energy and Materials (ICSTM), 89-95, 2015.

[9] Moravej Z, Abdoos A.A, Pazoki M. J. E. P. C. "Detection and classification of power quality disturbances using wavelet transform and support vector machines. ". Electric Power Components and Systems, 38(2), 182-196,2009.

[10] Erişti H, Yıldırım Ö, Erişti B, Demir Y. "Optimal feature selection for classification of the power quality events using wavelet transform and least squares support vector machines". International Journal of Electrical Power & Energy Systems, 49, 95-103,2013.

Impact of Utilising Artificial Intelligence for Job Description: A Case Study of Employees of Human Resources in Saudi Arabia

Ahmed Alrashedi _1[1]*, 2Maysam Abbod _2[2]

[1]*College of Business, Human Resources Department, University of Jeddah, Saudi Arabia*
[2]*Department of Electronic and Computer Engineering, Brunel University London*

Abstract

This study is concerned with the use of Artificial Intelligence technology within Human Resources Management in way to improve Job Description. This study used a questionnaire that looks at participants' views and attitudes towards technology and its usefulness within HRM settings. Overall, such views will enable the researcher to understand ways in which to improve HR relationship with Artificial intelligence for the Job Description. This paper will start by providing demographic and background details about the participants, then this is followed by an examination of the reliability of each of the extracted factors/scales. Extracted factors will then be described individually using general descriptive statistics (e.g. frequency, %) to look at each's items and see the level of agreement generated by participants. Following this descriptive part of the analysis, this paper will seek in-depth analysis of the results by conducting various inferential statistics to test group differences using demographic and background details about the participants (e.g. age, gender, education). This study aims to investigate the impact of use of artificial intelligence (AI) on clarity and importance of the job description also to fine the impact of the use of AI technology. The results of the linear regression analyses confirmed the three hypotheses, namely the use of AI have a high significant effect on clarity and importance of job description, and importance of job description, furthermore, the adoption of technology had the strongest impact when using AI.

Keywords: *Artificial Intelligence, Human Resources, Job Description, Clarity of job description, Importance of job description*

1.Introduction

Most organizations emphasize that performance development depends on motivations and training and programs which offered are by the organization. However, many factors affect the performance positively or negatively, but unfortunately; they have not taken proper attention by organizations. Based on Nadeem (2011), when a researcher reviews previous research normally end up with dividing the factors which influencing performance into three types: internal influences emanating from the individuals, external influences coming from the organizational environment, and double influences that can be considered as external and internal at the same time as shown in Figures 1 and 2.

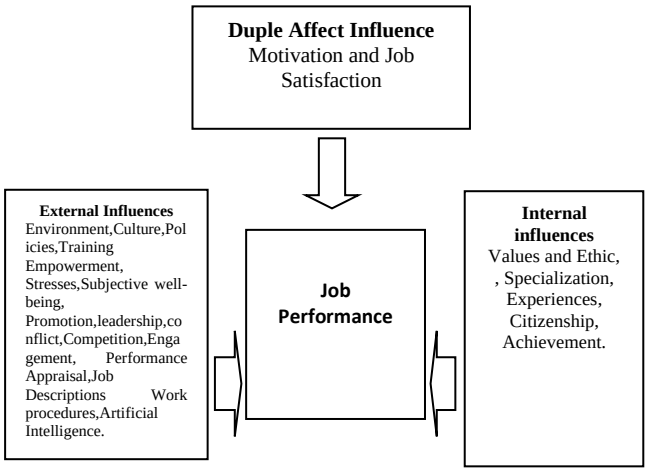


Figure 1: An image showing internal, external, and double factors that affect job performance (Park et al., 2009). The internal influences are composed of Values and Ethics, specialization, Job experience, Citizenship and Achievement.

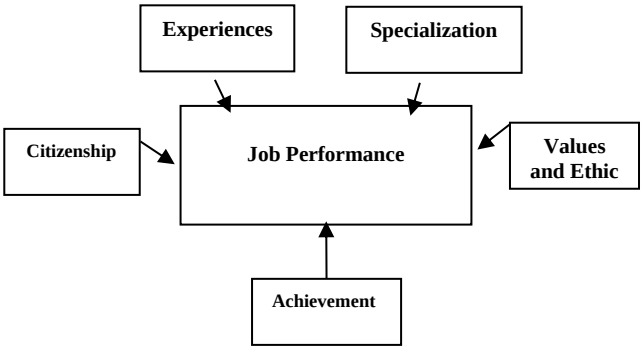


Figure 2: An illustration of the internal factors affecting Job performance

The external influences are organizational environment, culture, policies, empowerment, job stresses, training, subjective well- being, promotion, leadership, conflict, competition, job engagement, performance appraisal, Job descriptions, artificial intelligence as shown in Figure 3.

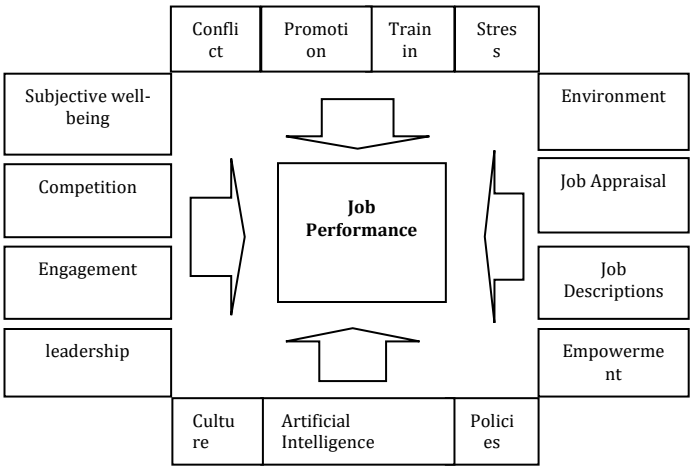


Figure 3: An illustration of the external factors affecting Job performance

The double effect influences are motivation and job satisfaction, both of which cannot be considered as internal and external influence as they have dual effect internally and externally. The employee can be motivated to work internally with values and sense loyalty and belonging to his organization, and can be motivated by duty, feeling the importance of commitment to achieve the goals of his work and excellent performance. In addition, the employee can be motivated externally when stimulated by the organizational culture and its policies, and guided by organizational leadership for optimal performance. He can as well be stimulated by fear of evaluation or conflicts within work, peer competition as well as training. Besides, participation plays a role in motivating the employee to perform well (Keep, 2009). On the other hand, the employee may feel satisfied with internal motives such as values, loyalty, belonging, achievement and externally such as promotion, evaluation, victory over a colleague or competition (Judge and Bono 2001). This study aims to investigate the impact of use artificial intelligence (AI) on clarity of job description, and importance of job description, and the impact of technology adoption using AI.

2.Literature Review

Many factors have been carried out in many research and studies to determine the extent of their impact on performance, whether directly or indirectly. Those studies have focused on everything that can affect individuals and groups to push them to take specific behaviour that affects their performance for their work tasks and thus to achieve organizational goals. To review this background of these factors, the review will be done in groups as follows: internal influences, external influences, and double influences.

2.1 Internal influences

- **Values and Ethic** have a significant role in encouraging or deterring a performance (Al-Mahasneh, 2015). Their impact is real and sustained motivation. This power is derived from being within individuals and cannot be easily manipulated or altered.
- **Personality:** Ahmad, Razzaq & Hussain (2014) in their study which is conducted to investigate the relationship between the effects of the five personality traits (Goldberg, 1990) on performance using the organizational commitment as a mediating variable. They found only one study that linked five massive personal exercises with three frameworks of organizational commitment (Erdheim, Wang & Zikar, 2006).
- **Job experience:** Based on Hunter (1983) findings, the causal effect of experience on knowledge and ability to perform, he has found that experience had a direct and significant impact on knowledge and had a direct and less effective impact on performance. Based on the fact that performance does not only depend on experience, but also rely on the desire to perform.

2.2 External influences

- **Organizational environment:** Jayaweera (2015) conducted a study on hotels in England to examine the relationship between environmental factors of work (physical, psychological and social) and job performance with work motivation. The consequence indicated that the work motivation mediates the relationship between the organizational environment and performance. Another research connected between working conditions and job performance (Fine & Kobrick, 1978; Brill, Margulis, & Konar, 1985; Naharuddin & Sadegi, 2013; Chandrasekar, 2011; Dolden & Ward, 1986; Davis, 1984; Vischer, 2008). It shows that physical and psychosocial factors will guide to increase performance (Buhter, 1997; Chandrasekar, 2011).
- **Organizational culture:** Almulla (2012) has undertaken a study to measure the impact of the national culture of the United Arab Emirates on the evaluation of the staff performance; it explained that the cultural values such as gender, favouritism, power, Arab and Islamic values. Gender segregation considering the work of women affects the assessment of individuals, Employee, and organization as a whole. A study conducted by Awadh & Mohammed Saad (2013) to clarify The relationship between organizational culture and performance, they state that organizational culture which has been pinpointed as (knowledge, awareness, organizational support, quality awareness, organizational productivity, profit, optimal use of available resources, staff commitment, efficiency of all groups) affected the organizational and employees performance.
- **Organizational empowerment:** Poorsafaei & Alimir (2014), mentioned that **e**mpowerment is to give authority to employees so that they can perform their work freely and confidently. They will succeed in their tasks and working hard to develop the organization. When managers support their subordinates, they will be spreading a culture of supporting among all organizations which facilitate to achieve competitive advantage (Lech and Folton, 2008).
- **Job descriptions:** Pato (2013) has explained the importance of job description, the importance of their use to prevent operational and administrative problems of the organization. He has mentioned the importance of obtaining seven elements in job description which are, job activities, rationality, and realism, the aim, add unimplemented tasks and other tasks to be implemented in the future, unexaggerated or underestimate their importance, clarity, appropriate cost of preparation and use. Banerjee (2017), he has summarized that unclear functional description led to poor employees' performance at all organizational levels. Because staffs were not known what were expected of them to perform. Jacobson, Trojanowski and Dewa (2012), In their article, they have described how the appropriate job description helps the organization in getting the right staff in the selection process to choose the best applicants who have all the conditions required in the job description. On the other hand, it is used in performance appraisal presses to compare employees' performance with what is specified in the job description (Spinks et al.,1999). Job description is also necessary and essential for the activities of the organization. It also represents the backbone of the employee based on the job description. He has chosen to determine what he does, evaluate his performance, upgrade it, or punish him (Rohr, 2016).
- **Artificial Intelligence:** Rodríguez, Hermosillo & Lara (2012), have defined artificial intelligence as a scientific field designed to simulate the behaviour of the human brain by devices, both of them are considered as an information processing machine. Also, they have asked whether the machine is thinking. To answer that question, they discussed the idea that brains are similar to computers in being information processing machines, and computers are waiting for the right program to become a smart machine which speaks in a humane way, but the truth and reality even though the machines speak natural language, they do not really understand what they are talking about. Rodríguez, Hermosillo, Lara (2012). Masum et al. (2018), they have proposed a framework of intelligent human resources information based on the use of hybrid artificial intelligence tools such as

automated learning and knowledge-based approaches so, that data can be collected without human intervention, stored, summarized accurately, processed to derive new information to support the decision-making process.

2.3 The double effect influences

- **Motivation:** Ajang (2007) in his survey which has distributed to know student opinion on what incentives are best for them among a list of ten motivational factors to motivate them to work in the future. Respondents identified as promotions, recognition, expectations, good salary, organizational /management styles, and Satisfaction which was the most important compared to others. Job satisfaction was the primary motivation for work and performance, regardless of age or sex differences among respondents. In another study has conducted by Zaaba (2014) to know the role of work motivation on employee performance, but this time it was done on teachers at a school in Port Clang, Selangor, Malaysia.
- **Job satisfaction**: Yee (2018) has viewed the connection between job satisfaction factors and job performance among academic staffs in Malaysian private universities. In his study, job satisfaction examined in extrinsic and intrinsic factors that are job security, relationship with colleagues, recognition, advancement. Working condition, and remuneration. He has discovered that the rewards had nothing to do with academic members, while recognition factor was the most active influence on their performance. Argyle (1989) has argued that the relationships between Job satisfaction and performance are not stable.

3. Research Hypotheses & Research Model

This study tests the following hypotheses (see Figure 4):

H1: Technology (Artificial Intelligence) adoption will positively affect use of AI.

H2: Use of AI will positively affect clarity of job description.

H3: Use of AI will positively affect importance of job description.

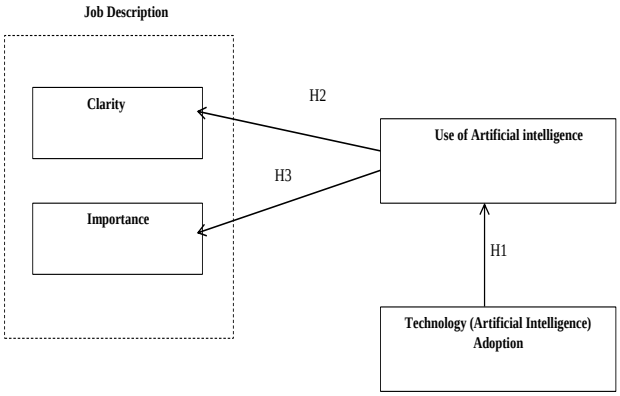


Figure 4: Research Hypotheses and Research Model

4. Methodology

4.1 Procedures and data collection

In this study, 339 Employees were randomly selected from most universities in Saudi Arabia such as: King Abdulaziz University, King Khalid University, Taif University, Umm Al-Qura University and some of the company in Saudi Arabia like Saudi Aramco, Saudi Arabian airline participated in this study. There were 113 females (33.1%) and 226 males (66.3%). The aggregate number of participants were aged 18 to 50 years old.

4.2 Survey design

The questionnaire was constructed to cover four distinct dimensions, namely Performance Appraisal (11 items), Job Description (13 variable), Utilisation of Artificial intelligence (11 items) and Technology Adoption factors (8 items). The dimensions were constructed in a way to answer the research questions/aims as set in the introduction. Employee responses were obtained using a 4-point Likert-type scale where 1 = strongly disagree and 4 = strongly agree.

5. Results

5.1 Participants' demographic data

This section provides general description of background and demographic characteristic of the sample used in this study. Overall, 341 took part, 66.3% were males and 33.1% were females. Their education and qualification varied where the slight majority of the participants had PhD level of qualification (34.3%) followed by bachelor's degree (30.2%) and 27.3% stated they have a master's degree. Only 2.9% had a diploma level of qualification

and 5.3% explained the have completed high school level of education. As of the organisation they work for the majority of 66.9% work in the government sector and 33.1% worked in the private sector. Finally, participants' nationalities varied were the great majority of 83% were Saudis and 16.4% were non-Saudis. Egyptians (10%) and Tunisians (3.8%) were the two main nationalities represented other than Saudis. Table 1 shows the frequencies and the percentages of all variables.

Table 1: General demographic and background details about participants

Age	n	%	Gender	n	%	Nationality	n	%
18-25	10	2.9	Male	226	66.3	Saudi	283	83.0
26-30	22	6.5	Female	113	33.1	Egyptian	34	10.0
31-35	50	14.7	Missing	2	0.6	Jordanian	4	1.2
36-40	66	19.4	Education	n	%	Tunisian	13	3.8
41-45	45	13.2	High School	18	5.3	Sudanese	3	0.9
46-50	60	17.6	Diploma	10	2.9	Palestinian	1	0.3
>50	88	25.8	Bachelor	103	30.2	Lebanese	1	0.3
			Master	93	27.3	Missing	2	0.6
			PhD	117	34.3	Grouped Nationality	n	%
Organisation	n	%				Saudi	283	83.0
Government	226	66.3				Non-Saudi	56	16.4
Private	113	33.1				Total	339	99.4

5.2 Reliability

Cronbach's Alpha test was conducted to measure the consistency in answers across items within each of the dimensions (internal reliability) and each of the factors produced following factor analysis. This test enables the research to judge how reliable each of the scales is i.e. how consistently items measure for the same thing. Cronbach's alpha is a coefficient that ranges between 0 and 1 in size, where value close to 0.70 or above are considered acceptable. As it can be observed from Table 2, all dimensions can be considered reliable.

Table 2: Cronbach's alpha as a measure for internal reliability

Dimension/scale	Items	Cronbach's Alpha
Job Description	13	0.913
Clarity	8	0.869
Importance	5	0.837
Utilisation of Artificial Intelligence	11	0.910
Technology Adoption Factors	8	0.903

5.3 Linear Regressing

5.3.1 The impact of use technology (artificial intelligence) adoption factors on use of artificial intelligence

Linear regression was conducted to examine the impact of technology (AI) adoption factors on Use of artificial intelligence. The results are presented in Table 5 which show that a significant relationship exists between the dependent variable Use of Artificial intelligence and the independent variables technology (AI) adoption, where F = 276.853 and P-value < 0.001 (the coefficient of determination being 45.0%), but that high significant relationship exists with technology (AI) adoption factors and use of AI.

Table 5: Linear regressing model between dependent variable (use if technology (AI)) and independent variables (technology

	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	ANOVA		R^2
	B	Std. Error	Beta			F	P-value	
(Constant)	1.656	0.165		10.009	0.000	276.853	<0.001*	0.450
Technology (Artificial Intelligence) Adoption Factors	0.626	0.038	0.670	16.639	0.000			
a. Dependent Variable: Use of Artificial intelligence								

(AI) adoption) in this study.

5.3.2 The impact of use of AI on job descriptions

a. The impact of se of artificial intelligence on clarity

Linear regression was conducted to examine the impact of use of AI on clarity. The results are presented in Table 4 which show that a significant relationship exists between the dependent variable clarity and the independent variables use of AI, where F =195,606 and P-value < 0.001 (the coefficient of determination being 36.6%), but that high significant relationship exists of the use of AI and clarity

Table 4: Linear regressing between dependent variable (clarity) and independent variables (use of AI) in study.

	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	ANOVA		R^2
	B	Std. Error	Beta			F	P-value	
(Constant)	1.881	0.183		10.303	0.000	195.606	<0.001*	0.366
Use of Artificial intelligence	0.578	0.041	0.605	13.986	0.000			
a. Dependent Variable: Clarity (Factor 1)								

b. The impact of use of artificial intelligence on importance

Linear regression was conducted to examine the impact of use of artificial intelligence on importance. The results are presented in Table 5 which show that a significant relationship exists between the dependent variable importance and the independent variables use of artificial intelligence, where F = 189.780 and P-value < 0.001 (the coefficient of determination being 35.9%), but high significant relationship exists of the use of AI and importance.

Table 5: The linear regressing model between dependent variable (importance) and Independent variables (use of artificial intelligence) in study.

	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	ANOVA		R^2
	B	Std. Error	Beta			F	P-value	
(Constant)	1.932	0.190		10.178	0.000	189.780	<0.001*	0.359
Use of Artificial intelligence	0.592	0.043	0.599	13.776	0.000			
a. Dependent Variable: Importance (Factor 2)								

6. Conclusion and Discussion

This study to investigate the impact of Use of Artificial intelligence on clarity of job description, and importance of job description, also to investigate the impact of Technology (Artificial Intelligence) Adoption on Use of Artificial intelligence In summary, as shown in Table 7, the results of the linear regression analyses confirmed the three hypotheses. Use of artificial intelligence have a high significant effect on clarity of job description, and importance of job description, also Technology (Artificial Intelligence) Adoption had the strongest impact on Use of Artificial intelligence. This study has shown that, Technological Artificial Intelligence Role in Raising the Efficiency of the Performance of Employees as Human Resources Management Objectives.

Table 7: Summary of hypothesis testing.

Hypothesis	Specification	Results
H1	Technology (Artificial Intelligence) Adoption will positively affect Use of Artificial intelligence	Supported ((β = .626, p <0.01)
H2	Use of Artificial intelligence will positively affect clarity of job description	Supported ((β = 0.578, p <0.01)
H3	Use of Artificial intelligence will positively affect importance of job description	Supported ((β = 0.592, p <0.01)

References

[1] Ahmad, J., Ather, M.R. and Hussain, M., 2014. Impact of Big Five personality traits on job performance (Organizational commitment as a mediator). In Management, knowledge and learning international conference, pp. 25-27.

[2] Ajang, P.E., 2007. Assessing the role of work Motivation on Employee Performance.

[3] Al-Mahasneh, M.A., 2015. The impact of Organizational Citizenship Behavior on Job Performance at Greater Amman Municipality. European Journal of Business and Management. ISSN 2222-1905. ISSN 2222-2839 (Online), 7(36).

[4] Almulla, A., 2012. The Impact of Culture in Performance Evaluation Procedure in the UAE Public Sector (Doctoral dissertation, University of Gloucestershire).

[5] Argyle, M., 1989. Do happy workers work harder? The effect of job satisfaction on work performance. How harmful is happiness, pp.94-105.

[6] Awadh, A.M. and Alyahya, M.S., 2013. Impact of organizational culture on employee performance. International Review of Management and Business Research, 2(1), p. 168.

[7] Brill, M., Margulis, S. and Konar, E., 1985. Using office design to increase productivity, Buffalo. Buhter, P., 1997. Scanning the environment, environmental trends affecting the workplace.

[8] Chandrasekar, K., 2011. Workplace environment and its impact on organisational performance in public sector organisations. International Journal of Enterprise Computing and Business Systems, 1(1), pp. 1-19.

[9] Davis, T.R., 1984. The influence of the physical environment in offices. Academy of management review, 9(2), pp. 271-283.

[10] Dolden, M. and Ward, R., 1986. The impact of the work environment on productivity: Proceedings of a workshop. Washington, DC: National Science Foundation and Architectural Research Centers Consortium.

[11] Erdheim, J., Wang, M. and Zickar, M.J., 2006. Linking the Big Five personality constructs to organizational commitment. Personality and individual differences, 41(5), pp. 959-970.

[12] Fine, B.J. and Kobrick, J.L., 1978. Effects of altitude and heat on complex cognitive tasks. Human Factors, 20(1), pp. 115-122.
[13] Goldberg, L.R., 1990. An alternative "description of personality": the big-five factor structure. Journal of personality and social psychology, 59(6), p. 1216.
[14] Hunter, J.E., 1983. A causal analysis of cognitive ability, job knowledge, job performance, and supervisor ratings. Performance measurement and theory, 257, p. 266.
[15] Jayaweera, T., 2015. Impact of work environmental factors on job performance, mediating role of work motivation: A study of hotel sector in England. International journal of business and management, 10(3), p.271
[16] Judge, T.A. and Bono, J.E., 2001. Relationship of core self-evaluations traits—self-esteem, generalized self-efficacy, locus of control, and emotional stability—with job satisfaction and job performance: A meta-analysis. Journal of applied Psychology, 86(1), p. 80.
[17] Keep, E., 2009. Internal and external incentives to engage in education and training-a framework for analysing the forces acting on individuals?
[18] Leach Don and Fulton Charles Ray (2008). Faculty perceptions of shared decision making. Education 128(4) 630-644
[19] Masum, A.K., Beh, L.S., Azad, A.K. and Hoque, K., 2018. Intelligent Human Resource Information System (i-HRIS): A Holistic Decision Support Framework for HR Excellence. International Arab Journal of Information Technology, 15(1), pp. 121-130.
[20] Nadeem, M., Rana, M.S., Lone, A.H., Maqbool, S., Naz, K. and Akhtar, A., 2011. Teacher's Competencies and Factors Affecting the Performance of Female Teachers in Bahawalpur (Southern Punjab) Pakistan. International Journal of Business and Social Science, 2(19).
[21] Naharuddin, N.M. and Sadegi, M., 2013. Factors of workplace environment that affect employees' performance: A case study of Miyazu Malaysia.
[22] Park, J.H. and Choi, H.J., 2009. Factors influencing adult learners' decision to drop out or persist in online learning. Journal of Educational Technology & Society, 12(4), pp. 207-217.
[23] Poorsafaei, M. and Amiri, M., 2014. Factors Affecting Employee Empowerment (Case Study Education Arak City). ratings. Performance measurement and theory, 257, p. 266.
[24] Rodríguez, D., Hermosillo, J. and Lara, B., 2012. Meaning in artificial agents: The symbol grounding problem revisited. Minds and machines, 22(1), pp. 25-34.
[25] Spinks, N., Wells, B. and Meche, M., 1999. Appraising the appraisals: Computerized performance appraisal systems. Career Development International, 4(2), pp. 94-100.
[26] Vischer, J.C., 2008. Towards an environmental psychology of workspace: how people are affected by environments for work. Architectural science review, 51(2), pp. 97-108.
[27] Yee, L.C., 2018. An Analysis on the Relationship between Job Satisfaction and Work Performance among Academic Staff in Malaysian Private Universities. Journal of Arts & Social Sciences, 1(2), pp.64-73.
[28] Yee, L.C., 2018. An analysis on the relationship between job satisfaction and work performance among academic staff in Malaysian private universities. Journal of Arts & Social Sciences, 1(2), pp. 64-73.
[29] Zaaba, N.A., 2014. Assessing the Role of Work Motivation on Employee Performance (Doctoral dissertation, UMP).

Artificial Intelligence-Based E-Recruitments System

Abdulrahman Aljuaid and Maysam Abbod

Department of Electronics & Electrical Engineering, Brunel University London, Uxbridge, UK
College of Business, University of Jeddah, Jeddah, Saudi Arabia

Abstract

The launch of Saudi Vision 2030 incorporates tremendous technical and scientific progress such as Artificial Intelligence, intelligent systems, and technologies. The term artificial intelligence is an advanced paradigm that enables intelligent engineering and science applications. A business or governmental organization requires qualified personnel for the accomplishment of tasks to increase the performance of productivity. Therefore, organizations with an effective recruitment strategy will be able to employ a suitable individual to manage the digital world and developing business environment. The implantation of Artificial intelligence in the e-recruitment sector is used to produce multiple solutions for hiring managers, including basic recruiting tools, intermediate applications and advanced AI solutions by analyzing the job's requirements and match the skills of the candidate and select the best person for the right job. In this paper, we develop a novel intelligence recruitment system called Artificial Intelligence Recruitment. Moreover, the success of this intelligent system will depend solely on the type of algorithms used to analyze the data of the candidates and the selection of the best candidates for the job. Three types of algorithms are examined to select the best candidate based on the minimum Root Mean Square Error. The three types of algorithms which been investigated in this paper are Genetic Algorithms, Particle Swarm, Optimization and Artificial Neural Network. The best-achieved accuracy was the ANN selection with a rate of 99%. The system was validated using a panel of experts, and a high recommendation was achieved.

Keywords: *E-recruitment, Genetic Algorithms, Particle Swarm, Optimization, Artificial Neural Network*

1. Introduction

The world is becoming more digital to manage and develop businesses. For business success, employees must be selected based on different qualities and skills. Therefore, each organization must employ a very effective strategy in order to select the best candidates for the published job out of very high skilled candidates. Artificial Intelligence (AI) is involved everywhere to improve efficiencies for businesses. AI is based on machine learning algorithms which makes it possible for organizations to eliminate the human devoting time interference in the selection process to speed up the process of selection and at the same time selecting the best candidates for the published job [1]. An online platform which is called Artificial Intelligence recruitment (AIRec) is created by the author of this paper. However, the success of this electronic recruitment will depend solely on the type of algorithms used to analyze the data of the candidates and the selection of the best candidates for the job.

This paper provides a detailed study of an algorithm's modelling to be used in the AIRec system. Random data have been generated in the Excel sheet where the best and the highest-ranking candidate is taken as a reference for all the jobs that will be published. This reference refers to the highest amount of points out of 100 points achieved out of the seven variables input. The reference is taken to be coded in MATLAB so that three types of algorithms will run to analyze and select the best candidate for the job. The algorithms of the Neural Network will run random examinations for all candidates with their variables input to rank the highest suitable candidate to the lowest. Three types of algorithms are examined in order to select the best candidate based on the Minimum Mean Square Error (MSE). The three types of algorithms which been investigated in this paper are Genetic Algorithms (GA), Artificial Neural Networks (ANN) and Particle Swarm Optimization (PSO).

Out of the three algorithm types, the ANN is found to be the best type of algorithm with the lowest MSE of 0.0513 & 0.0457 in both the trained and tested

data, respectively, as well as it has been found that the ANN to be more successful in including all the candidate's data and also not just faster than the other types of algorithms but more accurate too.

2. Ease of Use

There are various ways in which AI has now begun to influence people's daily activities. Technological innovations are now commonplace throughout the world in a way that was not the case just in the early years of the twenty-first century, and this is evident in the ubiquitous use of voice-enabled assistants, keypads on smartphones and personal technological devices. What is more, AI has been embraced by various sectors of the economy to enhance productivity, including healthcare, financial services, education and government. Indeed, AI is now used in the vast majority of the sectors of the economy [2]. There are various productive purposes for which AI can be deployed in HR, but Kestenbaum [3], who works as a technology recruitment specialist, recognizes that many working in the sector will initially be nervous about how AI could affect their roles in the long term. However, he stresses that AI is effectively being used to help automate routine duties that are laborious and time-consuming, thereby helping to free up time to perform other tasks. Meanwhile, Dilip and Rohini [4] stated that people mature when they acquire a core strength that is capable of enduring any negative development.

The best quality that a person can have is to survive adversity, keep fighting for what they believe in and not stop until they realize their goal. In terms of recruitment, the main target is to find the most suitable candidate to fill the position, and this may entail considering many people or looking in many places. In order to fill all of the vacancies, the full range of mediums must be considered to be certain of finding the most suitable candidates. A combination of internal and external factors can be utilized, and its use depends on the organization's effectiveness in terms of exploiting the available processes and methods during the recruitment process. In order for the recruitment process to be considered a success, suitable candidates must be appointed to the available positions who are willing and able to perform to the required standards. The recruitment process can be made more effective by utilizing customized data and sources [5]. Forbes magazine published an article titled "The rise of Facebook recruitment", in which it was claimed that those seeking employment now have a good idea about what they are looking for in their new role. Similarly, those responsible for recruiting are also better informed about who is likely to apply for the available positions. Facebook Career Pages can be used to help ensure that candidates and employers can be more appropriately matched. An example of a company that has utilized Facebook to run a recruitment process is Earls, which operates restaurants in North America. They used Facebook for this purpose because it offered an effective way for the firm to provide details of its culture, policies and procedures to potential applicants. In addition, they noted that Facebook was better suited than LinkedIn or Twitter for such purposes.

3. Theory and Tools

3.1. Genetic Algorithms

GA is one of the methods which been used to solve issues related to the selection of a different solution, and it helps to estimate where the best solution possible [6]. GA approximate and optimize the search issues through the iteration process to filter out the best solution. The following steps are used for the process:

1. At the beginning of the process, the GA run a stochastic algorithm for the selection and reproduction process; this plays an essential role in the GA process.
2. An iteration has to run on the selected individual solutions to reproduce better ones which are often called the offspring.
3. The GA always keep in memory more than one solution, which offers a lot of advantages at the fitness evaluation stage; all of this has been done in order for the GA to be able to consider different solutions at the same time, to reach the best-estimated solution possible.
4. Individual solutions selected at the first stage are terminated and replaced by the new ones; the algorithm then is also terminated when the optimal solution is reached; otherwise, it will iterate back to the evaluated stage.

A flowchart of the GA algorithm is shown in Figure 1.

3.2 Particle Swarm Optimization Theory

The theory behind PSO goes back to Kennedy and Eberhart, as they were inspired by the social behaviour of birds, which grants them a great method of surviving when solving issues like finding a safe point to land. They proposed an

algorithm called PSO to mimic the behaviour of the birds finding the best point to land. Based on the concept of swarm intelligence where it is capable of solving complex.

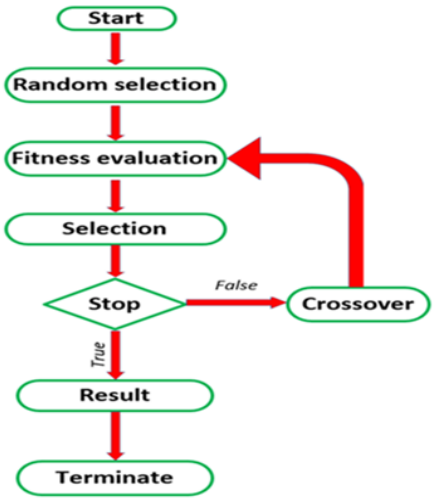


Figure 1. Flowchart of the GA.

Mathematics issues in engineering. PSO is having a higher level of mathematical optimization, as it is very important to have to deal with more complex mathematical issues. PSO has fewer parameters to adjust comparing with other types of algorithms [7].

As shown in Figure 2, the PSO flowchart starts by calculating the local (pBest) and global (gBest) fit values for the whole swarm. Each particle velocity and speed will be adjusted according to the gBest and pBest speed and direction. The particles compare themselves to the next neighbour until the whole swarm becomes fully connected and move towards the global solution.

The algorithm keeps track of three global variables:

1- Target value or condition.

2- Global best (gBest) value indicating which particle's data is currently closest to the Target.

3- Stopping value indicating when the algorithm should stop if the Target isn't found.

Each particle consists of:

- Data representing a possible solution.
- A velocity value is indicating how much the data can be changed.
- A personal best (pBest) value is indicating the closest the particle's data has ever come to the Target.

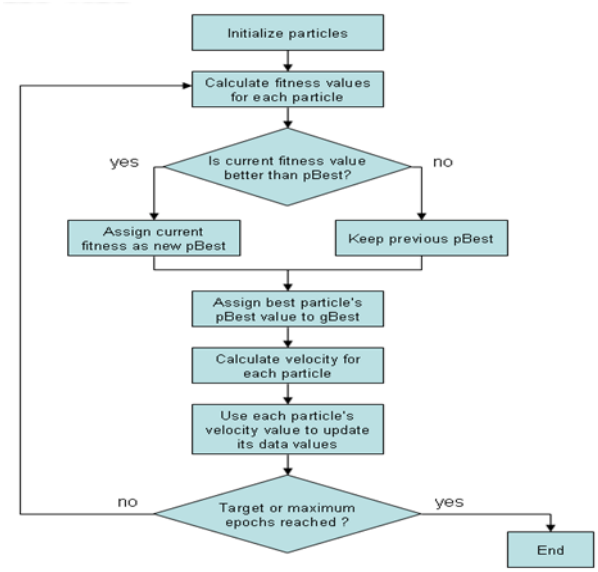


Figure 2. PSO algorithm.

The code is used to run the PSO algorithm in order to train and test the model to find the minimum MSE value, which eventually will result in the selection of the best candidate.

3.3. Artificial Neural Networks

Using the special function (FITNET) in MATLAB to train an ANN, this function can take different inputs at the same time; however, in this case, only the number of neurons in the hidden layer is selected, as shown in Figure 3. First training a Simple Neural Network (SNN), where the seven variable input will be inserted into the FITNET function to produce only one output, while the function is in the process is having some neurons or new features in the hidden layers which the model is creating to combine all the features in certain ways to predict the output of the model.

The fraction of the data set to be used to train the model as well as defining the fraction of the data set to be used for the validation and test set. Defining the attributes of the object Net by fixing the parameter of the neural network, so the training ratio is going to be 70%. Defining the validation ratio with the parameter of VALRATIO 30%. And the same for the test set.

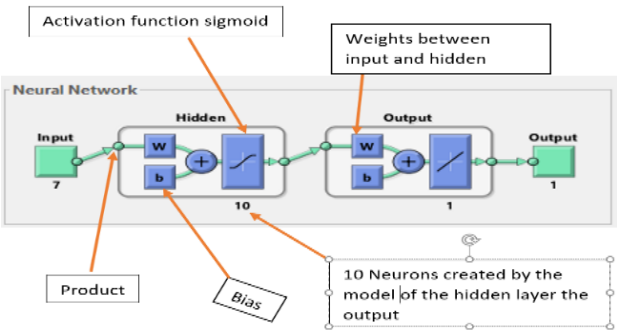


Figure 3. ANN topology.

4. Model Training and Testing

4.1 Artificial Neural Networks

At this stage, the ANN is created and trained and is ready to take any values of the input and make a prediction as output. To evaluate the prediction of the ANN with the true values of the output for the three sets, namely size, validate, and test, the examination of the performance is now going to take place. The test examines only for the lines that correspond to the training sets and only for the lines that correspond to the validation sets and the same for the test set.

The predicted Y value for the output by the model for the training set, using the new NET function and inserting the value of the features (neurons), the NET function is going to transfer the features to output. Providing the values of the features of the training sets (Xt), however not all the data of (Xt) will be provided; in this case, only 75% of (Xt) will be provided, 15% of the data is for validation, and 10% for the data is for testing.

The training data contains a lot of information needed, like the number of the lines and also the index for the validation set as well as the test set. The predicted values by the ANN for the training, validating, and testing sets will have resulted from the following code. However, if we want to calculate the MSE, the ANN must be compared with the true values of the training, validating and testing sets. In order to get the true values, the predicted values must be converted back by taking the exponential of the predicted values minus one (Table 1).

Table 1. ANN training, validation and testing results.

ANN	Training	Validation	Testing
	0.3848	0.4018	0.3936

4.2 Genetic Algorithms

The GA is used to optimize the parameters of a linear equation with seven inputs and a constant. The algorithm can fit the data to the equation giving a linear fit between the predicted and the actual. However, the data do not guarantee that the model fits all the conditions, and the data covers specific areas in the application space. The optimization fit is shown in Figure 4, while the training and testing MSE is given in Table 2.

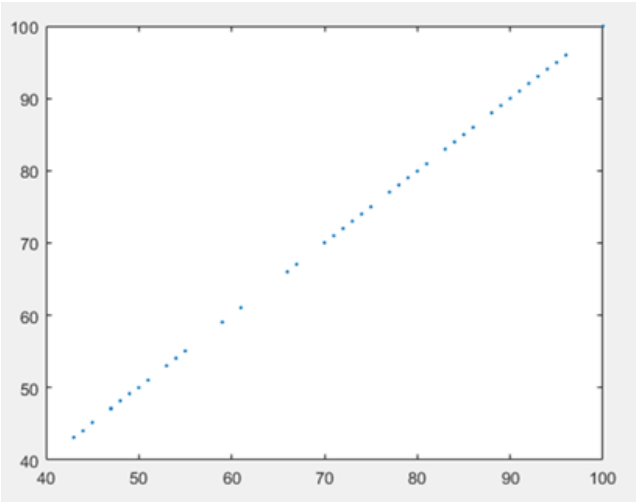


Figure 4. GA Training results.

Table 2. GA training and testing results.

GA	Trained MES.	Tested MSE.
	0.1485	0.0590

As the results show, there is a big difference between the trained and tested MES. This means that the GA is not the perfect method to use to model the data for the selection of the best candidate. GA is a general tool that uses specific techniques for solving particular issues, which likely to out-perform GAs in both speed and accuracy of the final result.

C. PSO Testing

The PSO algorithm is used in a similar way to the GA The aim is to optimize the parameters of a linear equation that fits the data. The model is fitted to the data using training and testing partitions. Figure 5 shows the PSO equation fit. However, not the whole area is covered due to the data distribution. The training and testing MSE are shown in Table 3.

Table 3. PSO training and testing results.

PSO	Trained MSE.	Tested MSE.
	0.1838	0.0956

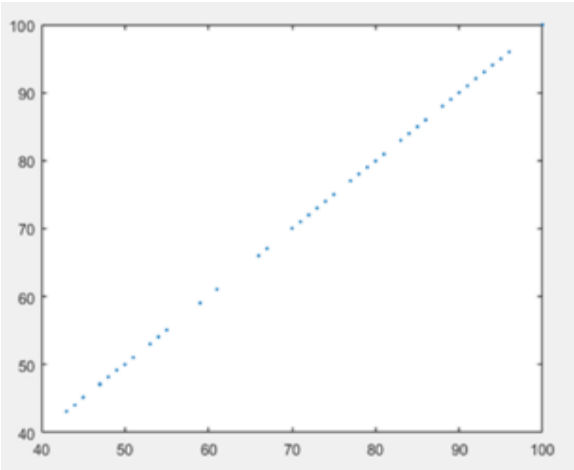


Figure 5. PSO Training Results.

The PSO shows an improved promising result compared to the GA. However, the PSO results show there is a big difference between the trained and tested MES despite the fact that the difference is smaller than the difference in the GA, Which means that the PSO is still not the perfect method to use to model the data for the selection of the best candidate.

5. Model Validations

At this stage, the best architecture for this model can be defined based on the outcome above, where the MSE is minimum. Going back to the training ANN and selecting seven neurons in the hidden layer instead of 10 and retrain the model as shown in Figure 6.

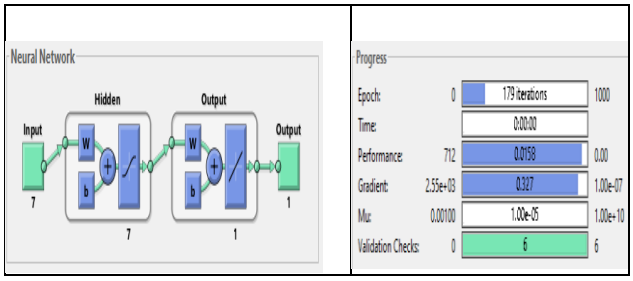


Figure 6. ANN Validation Model.

The new performance is shown in Table 4; however, the model needs to be trained several times in order to have a more accurate result.

Table 4. ANN validation results.

ANN	Validation	Testing
	0.0513	0.0457

The prediction outcome values are compared with the true values; the accuracy of the model depends on how the predicted values match the true values.

In this case, the output cannot be plotted as a function of the input because the model is a multidimensional model due to the seven input parameters. However, in order to visualize how the model is doing, is to plot the predicted output by the model and compare it against the true output. Therefore, plotting the predicted output as a function of the true output, where the X-axis the true value of the output, which is the true value of having the job and predicted value will be put on the Y-axis using the code plot (YTrainTrue, YTrain, 'x').

As shown in Figure 7, the model's predicted values fit exactly with the true values, which validates that the model is perfect for the prediction and the selection of the best candidates for the job. The figure shows the perfect linear relationship between the predicted values and the true ones. The best fit can be reached with no missing data, confidently and proven from the above result the minimum MSE can be reached. The overall fitting factor (R^2) of the training, validation, and testing of the model is 0.99986, which shows the high reliability of the model.

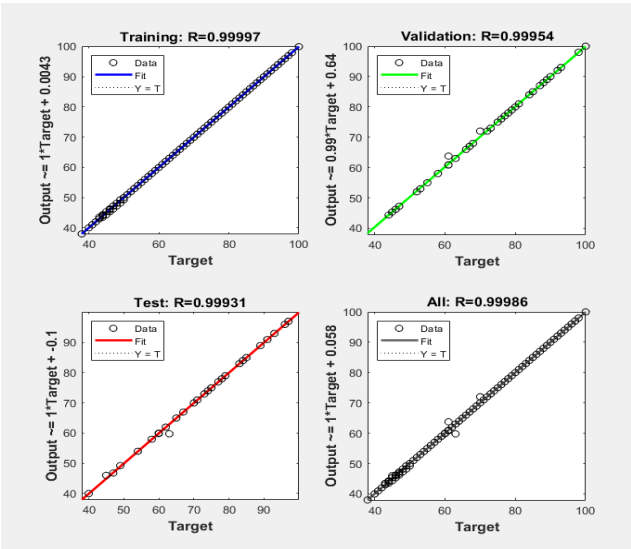


Figure 7. ANN training, validation and testing results.

In order to compare the fitting accuracy of the different model, Table 5 shows the MSE for the training and testing of all the proposed methods.

Table 5. Models comparison.

Algorithms model	Trained MSE.	Tested MSE.
GA	0.1485	0.0590
PSO	0.1838	0.0956
ANN	0.0513	0.0457

6. Integrating the ANN Model into the AIRec System

Based on the results achieved from the ANN model, which been validated through the above results to be the best model out of the three tested models (GA, PSO, and ANN), the ANN model is selected to run into the AIRec system. In order for the web version of the AIRec software system to recognize the ANN model, which is based on C++ code (generated by MATLAB), the C++ code must be converted to a code that is readable by the web version. The PHP language is selected as it is one of the most successful languages been implemented and used for web languages. The C++ code has been converted to PHP language and implemented into the AIRec software system. The AIRec system has been tested based on the converted PHP language to select the best candidate for the right job and resulted in the best selections of candidates.

The AIRec system then is deployed for external testing and surveyed by human resources experts, and resulted in excellent feedback has been shown in the following section.

6.1 System Usability Scale

The System Usability Scale (SUS) is a well-known process worldwide and defined by ISO 9241, and the SUS was developed by John Brooke [8], which aims to measure the effectiveness, efficiency, and satisfaction about the use of the system. A survey has been created for the system used in this study in the form of a questionnaire. The questionnaire is designed based on ten categories, aligned with the Likert Scale, to decide the direction of the questions.

6.2 Reliability and Validity

The reliability of the survey for the AIRec system has been tested using Cronbach's alpha values. Alpha reliability is achieved when the benchmark is above 70.

Forty externals from the HR departments in the recognized public Saudi's universities has been used as a sample size to test the AIRec system and based on their satisfaction with the system, and they answered the provided survey. The outcome result of the survey is very high, up to 0.974, as shown in the following table, which also shows the high validity of the system where it also proves the high usability of the system based on the measurement of the questionnaire.

Table 6 indicates the participant's response to the ten elements of the questionnaire. It has been analyzed that the mean response value corresponding to each element included in the survey is 4.6 overall, which shows the high need of the system compared with the minimum of 3.4 based on the Likert scale. Where SUS 1 & 10 achieved the highest mean values, which shows the high frequency and confidence respectively in using the AIRec system. Adding to the frequency and the confidence the rest of the mean values which show easiness, comfortabilities and above all the various functions which included with the interface of the system which makes the system is more user friendly, all of these advantages resulted in the high demanding of the integration of the system within the HR departments for all levels of industries.

Table 6. The count and percentage values for the attitude and direction in the questionare.

Question Number	Strongly Disagree	Disagree	Neither	Agree	Strongly Agree	Mean	Direction [Check Table 2]
	Count (%)	Count (%)	Count (%)	Count (%)	Count (%)		
SUS1	0(0)	0(0)	3(7.5)	8(20.0)	29(72.5)	4.65	Strongly Agree
SUS2	0(0)	0(0)	4(10.0)	7(17.5)	29(72.5)	4.62	Strongly Agree
SUS3	0(0)	0(0)	4(10.0)	7(17.5)	29(72.5)	4.62	Strongly Agree
SUS4	0(0)	0(0)	4(10.0)	10(25.0)	26(65.0)	4.55	Strongly Agree
SUS5	0(0)	0(0)	4(10.0)	7(17.5)	29(72.5)	4.62	Strongly Agree
SUS6	0(0)	0(0)	4(10.0)	7(17.5)	29(72.5)	4.57	Strongly Agree
SUS7	0(0)	0(0)	4(10.0)	7(17.5)	29(72.5)	4.57	Strongly Agree
SUS8	0(0)	0(0)	4(10.0)	11(27.5)	25(62.5)	4.52	Strongly Agree
SUS9	0(0)	0(0)	4(10.0)	11(27.5)	25(62.5)	4.52	Strongly Agree
SUS10	0(0)	0(0)	3(7.5)	8(20.0)	29(72.5)	4.65	Strongly Agree

7. Conclusion

By examining the different algorithms, namely PSO, GA and ANN, the latter is found to give the best results and based on the obtained results from the Neural Network, it was decided that the Neural Network be used for this research. The best and the highest-ranking candidate is taken as a reference for all the jobs that will be published. This reference refers to the highest amount of points out of 100 points achieved out of the seven variables input. The reference is taken to be coded in MATLAB such that the ANN can be tested for all candidates with their variables input to rank the highest suitable candidate to the lowest.

References

[1] A. Aljuaid and M. Abbod, "Artificial intelligence-based E-recruitments system". In 2020 IEEE 10th International Conference on Intelligent Systems (IS), pp. 144-147, 2020.

[2] R. Geetha and SRD. Bhanu, recruitment through artificial intelligence: a conceptual study£. International Journal of Mechanical Engineering and Technology, vol. 9, no. 7, pp. 63-70, 2018.

[3] M. Kaylor, "HR technology Q&A with Jonathan Kestenbaum of Talent Tech Labs, Sep 8, 2016 7:21:12 AM, HR Tech Insiders website, available at [https://blog.hrtechnologyconference.com/hr-technology-q-a-with-jonathan-kestenbaum-of-talent-tech-labs] last accessed on 23 February 2021.

[4] KR Dilip and R. Rohini, "A study on employees' perception towards artificial intelligence in competency mapping and recruitment process of human resource management" at Wildcraft Pvt. Ltd, vol. 3, no. 2, 2020.

[5] R. Oksanen, "New technology-based recruitment methods", Master's thesis, 2018.

[6] N.T.T. Hoài, "Basing on genetic algorithm to optimize schedule for students". International Journal of Advanced Research in Computer Engineering & Technology (IJARCET), vol. 9, no. 3, 2020.

[7] BSG de Almeida and V.C. Leite, "Particle swarm optimization: A powerful technique for solving engineering problems". In Swarm Intelligence-Recent Advances, New Perspectives and Applications. IntechOpen, 2019.

[8] J. Brooke, "SUS: a quick and dirty usability. Usability evaluation in industry", 189, 1996

Üniversite Öğrencilerinin Dondurulmuş Gıda Tüketim Sıklığının Belirlenmesine Üzerine Bir Araştırma: Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi ve Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Örneği

Sercan YILDIZ [1], Binnur KAPTAN [2]

[1]*Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Tekirdağ, TÜRKİYE*

Özet

Araştırmanın amacı üniversite öğrencilerinin dondurulmuş gıda tüketim sıklığını belirlemektir. Araştırma ile ilgili veriler, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi ve Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi'nde 2018-2019 eğitim-öğretim yılı bahar döneminde 303 (kadın=157, erkek=146) üniversite öğrencisine yüz yüze uygulanan anketlerden elde edilmiştir. Araştırmanın örneklemi olasılıksız örnekleme türlerinden olan kotalı örnekleme yöntemiyle elde edilmiştir. Araştırmanın sonucunda elde edilen veriler için SPSS 21.0 (Statistical Package For Social Sciences 21.0) paket yazılımından yararlanılarak değerlendirilmiştir. Üniversite öğrencilerin büyük çoğunluğunun (% 92.1), bayan öğrencilerin %92.4'ü, erkek öğrencilerin %91. 8'inin dondurulmuş gıda tükettiği görülmüştür. Ayrıca, ankete katılan bireylerin yaş (24 ve üzeri yaş) ortalamasının artmasıyla dondurulmuş gıda tüketiminin arttığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Dondurulmuş Gıda Tüketimi, Üniversite Öğrencileri, Tüketim Sıklığı*

A Study on Determination of Frozen Food Consumption Frequency in University Students: A Case of Tekirdağ Namık Kemal University and Bilecik Şeyh Edebali University

Abstract

This study aims to determine frozen food consumption habits and the factors that affect university students frozen food consumption habits. The data related to the research were obtained from questionnaires applied to 303 (female=157 and male=146) university students using face to face tecnique at the spring semester of the 2018 - 2019 academic years in Tekirdağ Namık Kemal University and Bilecik Şeyh Edebali University. The sample of the study was obtained by the quota sampling method which is one of the non-random sampling types. The data acquired as a result of the research are evaluates by taking advantage of SPSS 21.0 (Statistical Package For Social Sciences 21.0) package software.

As a result of the research, it seen that the most of the university students (% 92.1), female students 92.4% and male students 91.8% consume frozen food. In addition, it was determined that the consumption of frozen food increased with the increase of the average age (24 and over) of the individuals participating in the survey.

Keywords: *Frozen Food Consumption, University Students, Consumption Frequency*

* İletişim e-posta: iletişim. bkaptan@nku.edu.tr

Bu makale Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde Secan YILDIZ'ın Yüksek Lisans tezinden üretilmişti

1 Giriş

Gıdaları uzun süre muhafazası insanlık tarihiyle başlamış olup zamanla değişen ortam şartları ve teknolojiyle paralel olarak gelişme göstermiştir. Üretimi bol ya da sınırlı olan gıdaların tüketicilere miktar ve kalitede en az kayıplarla ulaştırılmasında muhafaza işlemleri önemli bir rol oynamaktadır[1]. Gıdaların dondurulma işlemi, en eski ve en yaygın kullanılan gıda koruma yöntemlerinden biridir. Paleolitik ve neolitik zamanlardan beri, insanın yiyecekleri soğutmak için buz ve kar kullandığı ve bu yöntemin yiyecekleri uzun süre korumakta son derece etkili bir yol olduğu bilinmektedir.
Artan sanayi ve kentleşmeyle paralellik gösteren teknolojik gelişmeler insanların beslenme alışkanlıklarını büyük ölçüde etkilemiştir. Hane halkının ve özellikle de kadınların çalışma hayatında daha fazla yer alması bireylerin dondurulmuş ve hazır gıdalara yönelik eğilimini arttırmıştır [2]. Firmaların dondurulmuş gıda ürünlerine olan talebin artmasına yönelik yaptığı çalışmalar, tanıtımına yönelik reklamların yapılması, perakende satış noktalarının arttırılması ve dondurulmuş gıda reyonlarının genişletilerek bunların tüketicinin daha fazla ilgisini çekecek şekilde düzenlenmesi dondurulmuş gıda ürünlerine olan talebin artmasında etkili olmuştur [3]. Özellikle üniversitenin bulunduğu bölgelerin dışından gelen öğrenciler dondurulmuş gıda ürünlerini sıkça tercih etmektedirler. Yurtlarda, kiralık evlerde kalan öğrenciler kullanım kolaylığı sağladığı için bu ürünlere eğilim göstermektedirler. Bu kapsamda, araştırmaya katılan üniversite öğrencilerinin veri toplama aracındaki soruları kendi durumlarını yansıtacak şekilde cevapladıkları varsayılarak, Üniversite öğrencilerinin dondurulmuş gıda tüketim sıklıkları belirlenmesi amaçlanmıştır.

2 Materyal ve Metod

2.1 Metod

Araştırmanın örneklemi olasılıksız örnekleme türlerinden olan kotalı örnekleme yöntemiyle [4], 2018-2019 eğitim öğretim yılının bahar döneminde Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi'nden 178 ve Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi'nde 125 olmak üzere öğrenim gören toplam 303 öğrenci ile yüz yüze yapılan anket çalışmasından sağlanan veriler oluşturmuştur.

2.2 Verilerin analizi

Anket sonucu elde edilen elde veriler bilgisayar ortamına aktarılmış, yüzde (%), frekans dağılımı (f), ve aritmetik ortalama ($\bar{\chi}$) gibi tanımlayıcı istatistikler için SPSS 21 (The Statistical Packet for The Social Sciences) programı kullanılmıştır. Kategorik değişkenlerin birbiri arasındaki ilişkileri belirlemek üzere Ki-kare testi yapılmıştır. Ortalamaları arasındaki farkı saptamak üzere, parametrik testlerden tek yönlü varyans analizi (ANOVA) kullanılmıştır

3 Araştırma Bulguları

3.1 Üniversite öğrencilerinin demografik özellikleri

"Üniversite öğrencilerinin dondurulmuş gıda tüketimi alışkanlıklarının belirlenmesi" amacıyla yapılan anket çalışmasına katılan üniversite öğrencilerinin demografik özelliklerine ilişkin yüzde (%) değerleri Tablo 1'de verilmiştir

Katılımcıların % 41.2'si Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, % 58.8'i ise Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi'nde öğrenim gören öğrencilerden oluşmuştur. Katılımcı üniversite öğrencilerinin % 51.8'i kadın, % 48.2'si ise erkek öğrencilerden oluştuğu belirlenmiştir. Anketin uygulandığı üniversite öğrencilerinin yaş aralığının % 59.73'ünün 18-23, % 32'sinin 21-23, % 8.5'inin ise 24 ve üzeri yaş aralığında olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 1. Çalışmaya katılan üniversite öğrencilerinin demografik özelliklerine

Değişkenler	Kategori	Birey Sayısı (f)	Oran (%)
Cinsiyet	Kadın	157	51.8
	Erkek	146	48.2
Yaş	18-20	181	59.73
	21-23	97	32
	24 ve üzeri	25	8.25
Üniversite	TNKÜ	125	41.2
	BŞEÜ	178	58.8

TNKÜ: Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi
BŞEÜ: Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi

3.2 Üniversite öğrencilerinin dondurulmuş gıda tüketim sıklığına ilişkin bulgular

Üniversite öğrencilerinin dondurulmuş gıda tüketim sıklığı frekans ve yüzde (%) değerleri Tablo 2'de verilmiştir. Katılımcı öğrencilerin % 58.1'i dondurulmuş gıdaları nadiren kullanırım, % 29.4'ü sık sık kullanırım, % 4.6'sı her zaman kullanırım cevabını vermiştir (Şekil 1). Örneklem olarak üniversite öğrencilerinin yüksek seviyelerde (%92.1) dondurulmuş gıda tükettiği belirlenmiştir. Katılımcı öğrencilerin % 7.9'unu ise dondurulmuş gıdaları hiç kullanmam cevabı ile tüketmedikleri saptanmıştır.

Tablo 2. Üniversite öğrencilerinin dondurulmuş gıda tüketim sıklığı

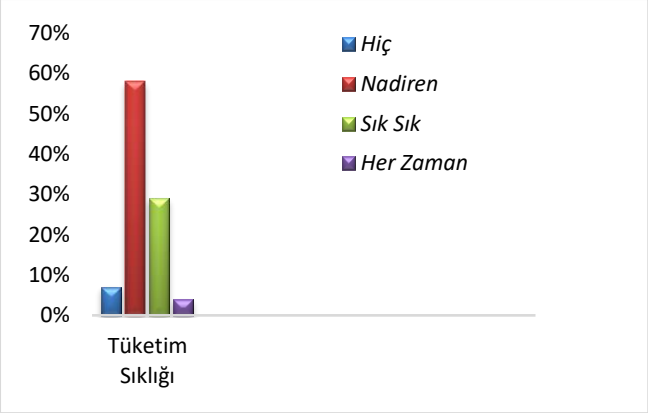
Tüketim Sıklığı	Frekans	Oran (%)
Hiç	24	7.9
Nadiren	176	58.1
Sık Sık	89	29.4
Her zaman	14	4.6

"Dondurulmuş Gıda Tüketimini Etkileyen Sosyo-Ekonomik Özelliklerin Belirlenmesi; Erzurum İli Örneği" çalışmasında yüksek eğitimlilerde dondurulmuş gıda tüketimi oranını % 97.5 olarak, eğitim seviyesi düşük olanlarda bu oran % 3.1 olarak [3] belirlenmiştir

"Dondurulmuş Gıda Tüketimini Etkileyen Faktörlerin Analizi; Samsun İli Örneği" çalışmasında, aile reisinin eğitim düzeyi daha yüksek olan ailelerde dondurulmuş gıda tüketim sıklığını daha fazla bulunmuştur [5].

Tüketicilerin eğitim seviyesi incelendiği çalışmada, dondurulmuş gıda ürünlerini satın alanların %79.5'inin, evde hazırlayanların % 42.6'sının, hem satın alanların hem de evde hazırlayanların ise %58.8'inin lise veya daha yüksek bir eğitime sahip olduğunu saptamış ve eğitim seviyesi yüksek olan tüketicilerin dondurulmuş gıdayı daha çok tercih ettiği belirlenmiş ve tüketici grupları arasındaki farklılık önemli bulunmuştur [6].

Yapılan analizlerin sonucu üniversite öğrencilerinin büyük çoğunluğunun dondurulmuş gıdaları tükettiğini göstermektedir



Şekil 1. Üniversite öğrencilerinin dondurulmuş gıda tüketim sıklığı (%)

3.3 Üniversite öğrencilerinin dondurulmuş gıda tüketim sıklığının cinsiyet ile ilişkisi

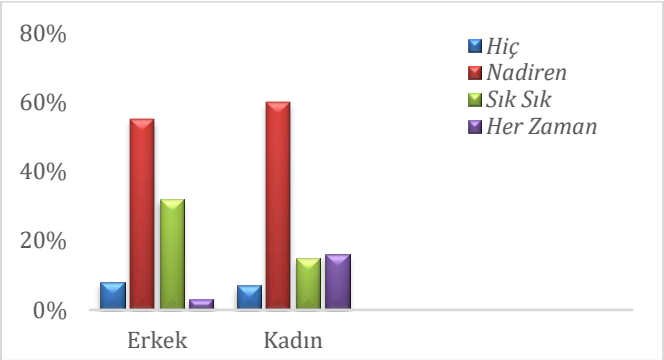
Katılımcıların dondurulmuş gıda tüketim sıklığının cinsiyetle ilişkisine yönelik oranlar ve Ki Kare Test sonuçlarır Tablo 3'da grafik Şekil 2'de verilmiştir

Katılımcılardan erkek bireylerin % 8.2'sinin dondurulmuş gıdaları hiç tüketmediği, % 55.5'inin nadiren tükettiği, % 32.9'unun sık sık tükettiği ve % 3.4'ünün her zaman tükettiği belirlenmiştir. Genel olarak katılımcı erkek üniversite öğrencilerinin %91.8 ile büyük çoğunluğunun dondurulmuş gıda tükettiği tespit edilmiştir.

Kadın katılımcıların % 7.6'sının dondurulmuş gıdaları hiç tüketmediği, % 60.5'nin nadiren kullandığı, % 15.6'sının sık sık kullandığı, % 16.3'ünün her zaman kullandığı saptanmıştır. Kadın katılımcı üniversite öğrencilerinin %92.4 oranında dondurulmuş gıdaları belirlenmiştir.

Tablo 3. Üniversite öğrencilerinin dondurulmuş gıda tüketim sıklığı cinsiyetle ilişkisine yönelik oranlar ve Ki Kare Testi sonuçları

			Tüketim Sıklığı (%)					χ2	sd	p
			Hiç	Nadiren	Sık sık	Her zaman	Toplam			
Cinsiyet	Erkek	N	12	81	48	5	146	2.411	3	0.49
		(%)	8.2	55.5	32.9	3.4	100.0			
	Kadın	N	12	95	41	9	157			
		(%)	7.6	60.5	15.6	16.3	100.0			
TOPLAM		N	24	176	89	14	303			
		(%)	7.9	58.1	29.4	4.6	100.0			



Şekil 2. Dondurulmuş gıda tüketim sıklığı cinsiyetle ilişkisi

Dondurulmuş gıdaları her zaman kullanırım seçeneği kadınlar tarafından daha fazla tercih edilirken, sık sık kullanırım seçeneği erkekler tarafından daha fazla tercih edilmiştir. Katılımcıların dondurulmuş gıda tüketim sıklığının cinsiyetle ilişkisinin belirlenmesine yönelik Ki-kare testi sonucuna göre cinsiyet ve dondurulmuş gıda tüketim sıklığı arasında anlamlı bir ilişki saptanamamıştır. ($\chi 2$ =2.411; sd: 3; p=0.49>0.05).

3.4 Üniversite öğrencilerinin dondurulmuş gıda tüketim sıklığının yaş ile ilişkisi

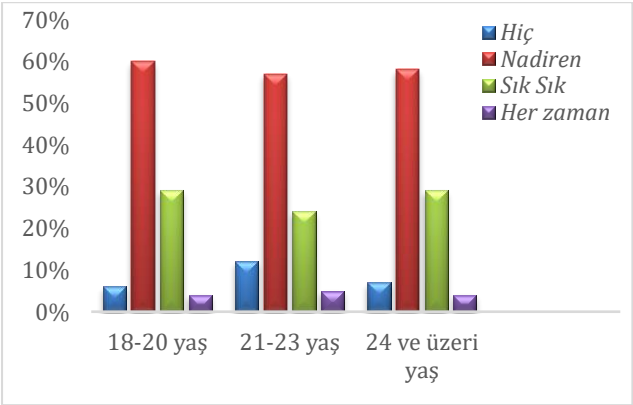
Katılımcıların dondurulmuş gıda tüketim sıklığının yaş ile ilişkisine yönelik oranlara ve Ki Kare Testi sonuçlarına ait veriler Tablo 4'de grafik Şekil 3'de verilmiştir. Katılımcılardan 18-20 yaş aralığındaki bireylerin % 6.1'inin dondurulmuş gıdaları hiç kullanmadığı, % 60.2'sinin nadiren kullandığı, % 29.3'ünün sık sık kullandığı, % 4.4'ünün her zaman kullandığı belirlenmiştir. Katılımcılardan 21-23 yaş aralığındaki bireylerin 12.4'ünün dondurulmuş gıdaları hiç tüketmediği, % 57,7'sinin nadiren tükettiği, %24.7'sinin sık sık tükettiği, % 5.2'sinin her zaman tükettiği belirlenmiştir. 24 ve üzeri yaş aralığındaki bireylerin % 4.0'ünün dondurulmuş gıdaları hiç tüketmediği, % 44.0'ünün nadiren tükettiği, % 48.0'inin sık sık tükettiği, % 4.0'ünün her zaman tükettiği belirlenmiştir.
Sonuçlar dondurulmuş gıda tüketimine yönelik olumlu tutumun yaş arttıkça arttığını göstermektedir. Yaş ve dondurulmuş gıda tüketim durumu arasındaki ilişkinin belirlenmesi amacıyla yapılan Ki-kare testi sonucunda anlamlı bir ilişki saptanamamıştır. ($\chi 2$ =8.444; sd: 6; p=0.20>0.05).

"Isparta İlinde Dondurulmuş Gıda Ürünlerine Yönelik Tüketici Tercihleri" konulu çalışmalarında

Tablo 4. Üniversite öğrencilerinin dondurulmuş gıda tüketim sıklığının yaş ilişkisine yönelik oranlar ve Ki Kare Testi sonuçları

		Tüketim Sıklığı (%)							
		Hiç	Nadiren	Sık sık	Her zaman	Toplam	χ2	sd	p
18-20	N	11	109	53	8	181			
	%	6.1	60.2	29.3	4.4	100.0			
21-23	N	12	56	24	5	97			
	%	12.4	57.7	24.7	5.2	100.0	8.444	6	0.20
24 ve üzeri	N	1	11	12	1	25			
	%	4.0	44.0	48.0	4.0	100.0			
TOPLAM	N	24	176	89	14	303			
	%	7.9	58.1	29.4	4.6	100.0			

tüketicilerin yaş ortalamalarını dondurulmuş gıda ürünlerini satın alanlarda 39.03 yaş, evde hazırlayanlarda 45.31 yaş ve hem satın alanlarda hem de evde hazırlayanlarda 40.82 yaş olarak belirlemişler ve dondurulmuş gıda ürünlerini satın alan tüketicilerin evde hazırlayanlara göre daha genç olduklarını tespit etmişlerdir [6]. Bu çalışmada ki sonuçlardaki farklılığın nedeni örneklem olarak üniversite öğrencilerinin seçilmesinden kaynaklanmaktadır.



Şekil 3. Dondurulmuş gıda tüketim sıklığının yaş ilişkisi

3.5 Üniversite öğrencilerinin dondurulmuş gıda tüketimi sıklığı ile üniversiteler arasındaki ilişki

Katılımcıların dondurulmuş gıda tüketim sıklığının üniversiteler ile ilişkisine yönelik oranlara ait veriler Tablo 5'de verilmiştir. Üniversitelere bağlı olarak tüketim sıklığının oranlarına ait grafik Şekil 4'de verilmiştir. Şeyh Edebali Üniversitesi'ndeki katılımcıların % 9'unun dondurulmuş gıdaları hiç tüketmediği, % 56.2'sinin dondurulmuş gıdaları nadiren tükettiği, % 28.7'sinin dondurulmuş gıdaları

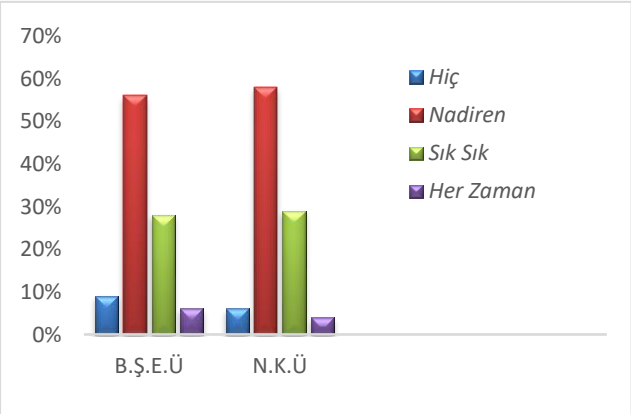
Tablo 5 Üniversite öğrencilerinin dondurulmuş gıda tüketim sıklığının üniversiteler arası ilişkisine yönelik oranlar ve Ki Kare Testi sonuçları

			Tüketim Sıklığı (%)							
			Hiç	Nadiren	Sık sık	Her zaman	Toplam	χ2	sd	p
Üniversiteler Arası	BŞEÜ	N	16	100	51	11	178	3.238	3	0.35
		%	9.0	56.2	28.7	6.2	100.0			
	NKÜ	N	8	76	38	3	125			
		%	6.4	60.8	30.4	2.4	100.0			
TOPLAM		N	24	176	89	14	303			
		%	7.9	58.1	29.4	4.6	100.0			

TNKÜ: Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi
BŞEÜ: Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi

sık sık tükettiği, % 6.2'sinin dondurulmuş gıdaları her zaman tükettiği saptanmıştır. Namık Kemal Üniversitesi'ndeki katılımcıların % 6.4'ünün dondurulmuş gıdaları hiç tüketmediği, % 60.8'nin dondurulmuş gıdaları nadiren tükettiği, % 30.4'ünün dondurulmuş gıdaları sık sık tükettiği, % 2.4'ünün dondurulmuş gıdaları her zaman tükettiği belirlenmiştir. Şeyh Edebali Üniversitesinde ankete katılan öğrenciler daha yüksek oranda dondurulmuş gıdaları hiç kullanmıyorum seçeneğini tercih etmişlerdir.

Üniversite öğrencilerinin dondurulmuş gıda tüketimi sıklığı ile üniversiteler arasındaki ilişkinin belirlenmesi amacıyla Ki kare testi uygulanmıştır. Dondurulmuş gıda tüketim sıklığı ile üniversiteler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki saptanamamıştır. ($\chi 2$ =3.238; sd: 3; p=0.35>0.05).



Şekil 4. Dondurulmuş gıda tüketim sıklığı ile üniversiteler arasındaki ilişki

TNKÜ: Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi
BŞEÜ: Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi

4 Sonuç

Yapılan analiz sonucunda üniversite öğrencilerinin büyük çoğunluğunun dondurulmuş gıdaları tükettiği tespit edilmiştir.

Kaynaklar

[1] Tülek Y, Gökalp, HY, Özkal SG. "Gıdaların Donma ve Çözülme Zamanlarının Belirlenmesinde Kullanılan Tahmin Metotları I. Basit Eşitlikler", Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 5: 943-950, 1999

[2] Yönlü T "Türkiye'de Dondurulmuş Gıda Sektörü: Yapı, Davranış, Performans Analizi". Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Akdeniz Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Antalya, 2004.

[3] Külekçi M, Topaloğlu A, Aksoy A. "Dondurulmuş Gıda Tüketimini Etkileyen Sosyo-Ekonomik Özelliklerin Belirlenmesi; Erzurum İli Örneği". Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 37 (1): 91-101, 2006.

[4] Neuman WL (2007). Toplumsal Araştırma Yöntemleri Nitel ve Nicel Yaklaşımlar I-II. (Çev: Sedef Özge). Yayınodası, İstanbul.

[5] Gündüz O, Emir M. "Dondurulmuş Gıda Tüketimini Etkileyen Faktörlerin Analizi: Samsun İli Örneği". HR. Ü.Z.F. Dergisi, 14 (3): 15-24, 2010

[6] Yatağan F, Yalçın G, Kart Örmeci Ç, Demircan V. "Isparta İlinde Dondurulmuş Gıda Ürünlerine Yönelik Tüketici Tercihleri". The Journal of Food, 40 (2): 1-8, 2015.

Elle Çizilmiş Taslak Çizimlerde Kullanıcı Arabirimi Öğelerinin Derin Örnek Segmentasyonu

Cahit Berkay KAZANGİRLER[1], Caner ÖZCAN[2]*

[1]*Karabük Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği, Karabük, TÜRKİYE*
[2]*Karabük Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Yazılım Mühendisliği, Karabük, TÜRKİYE*

Özet

Kullanıcı arabirimi (UI), insanların bir makine, cihaz, bilgisayar programı ya da karmaşık aletlerle etkileşimini sağlayan yöntemlerin bileşkesine verilen addır. UI prototipleme, uygulama geliştirmenin ilk aşamalarında gerekli bir adımdır. Grafik kullanıcı arabiriminin (GUI) eskizlerini, kodlanmış bir UI uygulamasına dönüştürmek zaman alıcı bir görevdir. UI tasarımlarının basit bir şekilde uygulanması için insan çabası yerini alabilecek otomatik bir sistem, bu prosedürü büyük ölçüde hızlandıracaktır. Bu çalışmada, Mask R-CNN ile elle çizilmiş UI öğelerinin otomatik tespiti ve segmentasyonu açıklanmaktadır. Veri kümesinde 370 eğitim görüntüsü ve eğitim kümesinde bulunmayan 87 test görüntüsü olmak üzere toplam 457 adet veri yer almaktadır. Elde edilen taslak çizimlerde eğitim verileri için 3315 UI öğesi bulunurken test görüntülerinde ise 941 adet UI öğesi bulunmaktadır. Performans sonucunun doğruluğu için test görüntüleri üzerinde MS COCO doğruluk metriklerinden kesinlik ve genel ortalama hassasiyet olan mAP değeri ölçülmüştür. Kademeli olarak iterasyon sayısı artırımı ile 300 dönem sayısına kadar transfer öğrenme stratejisi kullanılarak eğitim yapılmıştır. Sonuç olarak en iyi çıktı için 300 iterasyon sayısı ile kesinlik değeri %93,75'e ulaşırken mAP değeri ise %98,48'e ulaşmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Taslak Çizim, Kullanıcı Arabirimi, Görüntü Segmentasyonu, Nesne Tespiti, Evrişimsel Sinir Ağları*

Deep Instance Segmentation of User Interface Elements in Hand Drawn Sketches

Abstract

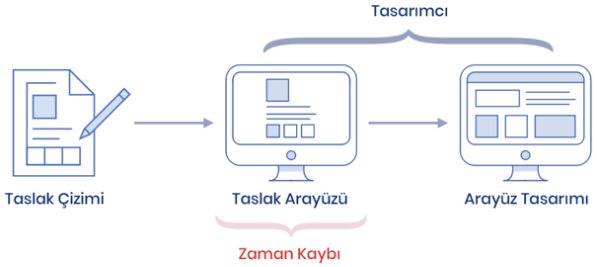
User interface (UI) is the combination of methods that enable people to interact with a machine, device, computer program, or complex tools. UI prototyping is a necessary step in the early stages of application development. Converting sketches of the graphical user interface (GUI) into a coded UI application is a time-consuming task. An automated system that can replace human effort for simple implementation of UI designs will greatly speed up this procedure. This paper describes the automatic detection and segmentation of hand drawn UI elements with Mask R-CNN. The data set contains a total of 457 data, including 370 training images and 87 test images not included in the training set. While there are 3315 UI elements for training data in the draft drawings obtained, there are 941 UI elements in the test images. For the accuracy of the performance result, precision from MS COCO accuracy metrics and mAP value, which is the general average precision, were measured on the test images. With the gradual increase in the number of iterations, training was carried out by using the transfer learning strategy up to 300 epochs. As a result, the precision value reached 93.75% with 300 epochs for the best output, while the mAP value reached 98.48%.

Keywords: *Wireframe, User Interface, Image Segmentation, Object Detection, Convolutional Neural Networks*

* Corresponding author e-mail: canerozcan@karabuk.edu.tr

1 Giriş

Günümüzde, elle taslak çizim oluşturma, bir web sitesi veya mobil uygulama geliştirmede düşünce paylaşımı ve beyin fırtınası için en yaygın yöntemdir [1]. Kullanıcı arabirimi (UI), bir kullanıcının uygulamayla nasıl etkileşim kuracağını tanımlayan ve uygulamanın yeteneklerini çalıştırmasını sağlayan bir sistem parçasıdır. Bir UI tasarımı sıfırdan oluşturulabilir, UI tasarım kitlerinden veya mevcut uygulamaların ara birimlerinden uyarlanabilir [2]. Kullanıcıya yönelik geliştirilen uygulamaların ilk aşamasında, kullanıcı arabirimini belirlemek için kullanıcı deneyimi (UX) ekibi tarafından taslak çizimler oluşturulur. Şekil 1'de görüldüğü gibi bir projenin başında UX ekibi tarafından taslak çizimler ve prototip modeller oluşturulur. Oluşturulan çizimler, gerçek bir tasarıma dönüştürülmesi için UI tasarımcılarına gönderilir. UI tasarımcıları ise tasarımı tamamladıktan sonra kodlanması için projeye bağlı olarak ön-yüz programlama veya mobil uygulama ekiplerine gönderir.



Şekil 1. UI tasarımı akış şeması

Bir taslak çizim, projenin kurgulanması için ön hazırlık işlemlerinin çıktısı olmaktadır. Sayfa şeması veya ekran planı olarak da bilinen taslak çizimler (wireframe), bir web sitesinin iskelet çerçevesini temsil eden görsel bir kılavuzdur [3]. Şekil 2'de görülen örnek taslak çizim veri kümesinden alınmıştır. Bu taslak çizimler ile bir web sitesi kullanıcısı, ulaşmak istediği web sitesi için planlama aşamasında üzerinde gözden geçirme işlemini daha kolay yapabilmektedir.

Şekil 2. Veri kümesinden alınan taslak çizim örneği

Çizilen bir tasarımın ön-yüz kodlaması, tasarım sürecinde geçen zamanın yaklaşık 2,5 katı olarak düşünülebilir. Buna ek olarak, taslak çizimler aracılığıyla tasarımın kodlanması ve projenin başarılı bir şekilde ortaya konulması çok zaman alıcı ve maliyeti yüksek bir süreçtir. Bu çalışmada hedeflenen amaç, kullanıcıların bir kâğıt veya dijital ortam üzerinde web sitelerine ait taslak çizimlerini ileterek web sayfası oluşturma sürecini erişilebilir hale getirmeleridir.

Son yıllarda, evrişimsel sinir ağına dayalı algoritmalar yapay zekâ alnında önemli ilerlemeler kaydetmiştir. Görüntüden farklı ilgi alanlarını almak için kullanılan CNN ağ ile eğitilen modellerin yüksek maliyete sebep olduğu görüldükten sonra gerek maliyet gerek yüksek isabet oranı kazanamama sebepleri ile 2014 yılında bölge bazlı bir sinir ağı olan R-CNN [4] kullanılmaya başlanmıştır. R-CNN, CNN ağında birden fazla uzamsal konuma sahip ilgi alanlarının seçilmesinde yaşanılan problemlere bölgesel bazlı çalışarak çözüm üretmiştir. Ancak her bir ilgili bölge, kesit olarak alındığı için algoritmanın çalışma zamanı uzayarak maliyetli hale gelmiştir. Bu sebeple 2015 yılında bölge önerilerine bağlı olarak sırasıyla Fast R-CNN [5] ve Faster R-CNN [6] oluşturulmuştur. Fast ve Faster R-CNN ağlarının art arda oluşturulmasının sebebi ise hız karşılaştırılmasında Fast R-CNN'in oldukça yavaş çalışmasından kaynaklanmaktadır. Faster R-CNN'e eklenen segmentasyon dalı ile geliştirilmiş ağ olan Mask R-CNN [7] ile sınırlayıcı kutulara ek maskeler çıkarılmaktadır. Bu sayede, karmaşık veriler içerisinde seçilecek nesneleri çevreleyen ilgili bölge alanları kolaylıkla tespit edilmektedir.

Literatürdeki araştırmalar incelendiğinde tasarımı kod haline getirme süreci üzerine sorunlar ele alınmıştır. Belirli bir girdi bit eşleminde REMAUI [8], bilgisayarla görme ve optik karakter tanıma (OCR) teknikleriyle görüntüler, metinler, kapsayıcılar ve listeler gibi kullanıcı arabirimi öğelerini tanımlar. REMAUI yüksek kaliteli ekran görüntülerini mobil uygulamalara dönüştürmeyi hedeflemiştir ancak yalnızca bilgisayarlı görme tekniklerini kullanmıştır. REMAUI ile otomatik olarak tersine mühendislik mobil uygulama kullanıcı ara birim tekniği tanıtılmıştır. Tony Beltramelli, otomatik olarak baştan sonra bir modelin eğitilmesi için derin öğrenme yöntemleri kullanarak pix2code ile ekran görüntülerini HTML koda dönüştürmüştür [9]. Pix2code, ekran görüntülerinden temel UI bileşenlerini algılayarak üç farklı platformda kodları oluşturur. Sinir ağı olarak Faster R-CNN

kullanılmasına rağmen doğruluk oranı %77'de kalmıştır. Projede kullanılan veriler ise daha önceden alınmış farklı ekran görüntülerine aittir. Üç farklı platform için tek bir giriş görüntüsünden kod oluşturma imkânı sağlanmıştır.

A. Robinson'un Sketch2code adlı çalışması Faster R-CNN ile gerçek zamanlı görüntülerden beş farklı sınıf kullanımı ile nesne tespiti yapmaktadır ve sınırlı sayıda UI öğesine sahiptir [10]. Projede kullanılan veri seti, Bootstrap sitesinden örnek görüntüler toplanarak elde edilmiştir. Veriler sinir ağına verilmeden önce ön işlemeden geçirilmiş olup çok katmanlı algılayıcı ağına iletilmiştir. Sinir ağı sonucu olarak görüntülerde tespit edilen sınıfların HTML koduna dönüştürülmesi için NodeJS ve Websocket kullanılmıştır. Vanita Jain ve diğerleri tarafından gerçekleştirilen Sketch2code [11] projesi ile taslak çizimlerdeki UI öğelerinin tespit edilmesi için bu tür eskizlerden oluşan özel veri tabanında eğitilmiş bir derin sinir ağı kullanılmıştır. Görüntüler gerçek zamanlı ve farklı ışıklandırma ortamlarına uygun olarak elde edilmiştir. Toplam 149 çizimde 2001 adet görüntü kullanılmıştır. Eğitim sonucunda tespit edilen UI bileşeni sayısı 10 ile sınırlı kalmıştır. Sinir ağı olarak LSTM kullanılırken tespit sonuçları DSL kodlaması ile kodlamaya dönüştürülmüştür.

Aleš Zita ve diğerleri [12] tarafından gerçekleştirilen projede, elle çizilmiş kullanıcı arabirimi öğelerinin tespiti ve konumlandırılması için derin öğrenmeye dayalı bir yöntem kullanılmıştır. Projede kullanılan veriler rastgele 2363 eğitim ve 587 test görüntüsüne bölünmüştür. Gelişmiş düzenleme teknikleriyle eğitilmiş ResNet-50 omurga mimarisine sahip Faster R-CNN ile TensorFlow Object Detection API kullanılmıştır. Sonuç olarak 0.9709 precision oranı ile başarıma ulaşılmıştır. Prasang Gupta ve diğerleri [13] tarafından ortaya konulan projede ise elle çizilmiş web site görüntülerinde UI bileşenleri tespit edilmiştir. Kullanılan veri kümesi üzerinde OpenCV kütüphanesi aracılığıyla ön işleme yapılmıştır. Veriler üzerinde nesne olması muhtemel bölgelerin süper pozisyonları alınarak iki aday nokta kontrol edilmiştir. Kullanılan sinir ağı Mask R-CNN olmakla birlikte mAP değeri ancak %64,12'ye ulaşabilmiştir. Tablo 1'de literatürde yer alan ve bu alanda gerçekleştirilen nesne tespiti çalışmalarına yer verilmektedir.

Tablo 1. Literatürde yer alan benzer çalışmaların karşılaştırılması.

Yayın	Veri Kümesi	Metot	Doğruluk	Tespit	Segmentasyon
Tuan Anh ve diğerleri [8]	488	Klasik Görüntü İşleme	—	✓	—
Tony Beltramelli [9]	1750	Evrişimsel ve Yinelemeli Sinir Ağları	%77	✓	—
A. Robinson [10]	1750	Bilgisayarlı Görü ve Makine Öğrenimi	%92	✓	—
Vanita Jain ve diğerleri [11]	149	SSD ve LSTM	—	✓	—
Aleš Zita ve diğerleri [12]	1000	Faster R-CNN	%97	✓	—
Prasang Gupta ve diğerleri [13]	3000	Mask R-CNN	%64,12	✓	✓

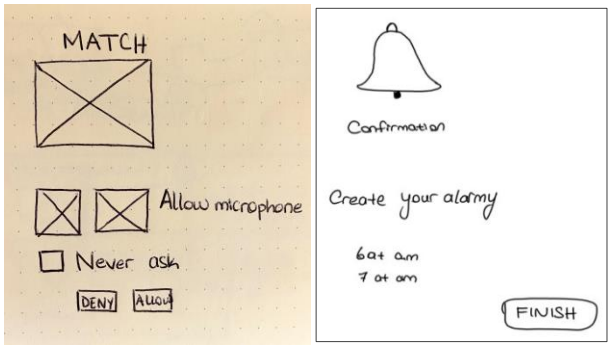
2 Materyal ve Metot

Yapılan çalışmada eğitim ve test kümesi için toplam elde edilen UI bileşeni sayısı 4526'ya ulaşmıştır. Çalışma, elde edilen veriler görüntü işleme aşamasından geçirildikten sonra i9 10980XE işlemcili ve NVIDIA Quadro RTX 5000 ekran kartına sahip bir bilgisayar üzerinde gerçekleştirilmiştir.

2.1 Veri Kümesi

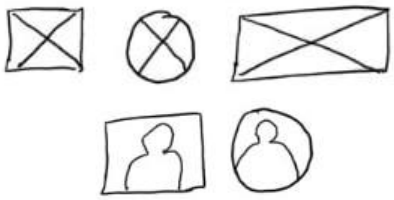
Çalışmada kullanılan veri kümesi, bilişim sektöründe çalışan ara yüz tasarımcıları tarafından kâğıt ve dijital ortam üzerinde oluşturulmuştur. Şekil 3'te görüldüğü gibi farklı tip taslak çizimlerin oluşturulmasının sebebi, tespit edilecek test

görüntülerinin çeşitli girdilerde var olabilme olasılıklarından kaynaklanmaktadır.



Şekil 3. Kâğıt ve dijital ortamda oluşturulmuş taslak çizim örnekleri

Veri kümesinde yer alan taslak çizimlerin eğitimi için 370 adet veri yer alırken eğitim sonucunun test edilmesi için ise eğitim kümesinde yer verilmeyen 87 adet veri bulunmaktadır. Eğitim kümesinde yer alan taslak çizimlerde birbirinden farklı 3315 UI öğesine yer verilmektedir. Bunun yanı sıra test kümesinde 941 adet birbirinden farklı UI öğesi yer almaktadır. Taslak çizimlerde kullanılmak üzere oluşturulacak UI öğeleri, her tasarımcı tarafından farklı nitelendirilebilir. Şekil 4'te görüldüğü gibi bir resim öğesi birden farklı şekilde tasarımcılar tarafından nitelendirilebilmektedir.



Şekil 4. Resim öğesinin farklı çizimleri

2.2 Ön İşleme

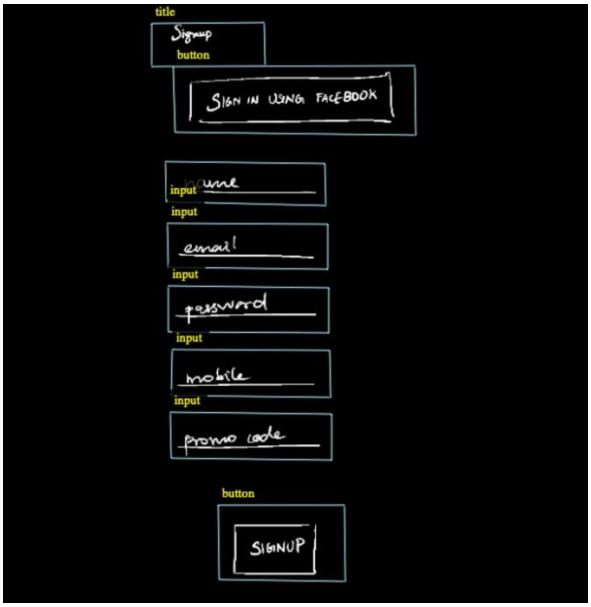
Veri kümesinde yer alan taslak çizimler kâğıt veya dijital ortamlarda oluşturulduğu için birbirinden farklı özniteliklere sahiptir. Örneğin Şekil 3'te yer alan ilk görsel kâğıt üzerinde çizilmiş taslak çizime aittir. Bunun gibi veriler farklı ışıklandırma şiddetine maruz kaldığı için test sonucunda var olacak doğruluk oranını düşürmektedir. Veri kümesinde yer alan eğitim ve test verileri için ön işleme aşaması olarak literatürde sıkça yer verilen Gaussian Threshold (Eşikleme) uygulanmaktadır. Şekil 5'te ön işlemenin ikinci aşaması olan tüm verilerde nesnelere ait çizgilerin belirgin hale gelmesi için görüntünün tersini alma işlemine gidilmiştir. Böylelikle görüntü işleme aşamaları sonucunda tek tip veriler elde edilmiştir.

Şekil 5. Orijinal ve ön işlemeden geçirilmiş taslak çizim örneği

2.3 Verilerin Etiketlenmesi ve Ek Açıklamalar

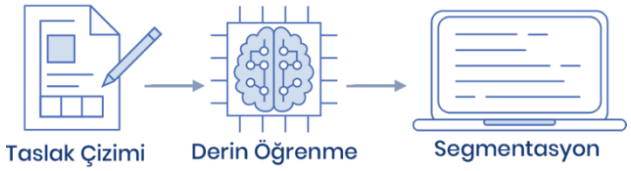
Verilerin etiketlenmesi işlemi, bir görüntüdeki alanları tanımlama ve bu bölgeler için hangi nesneye ait ise o nesnenin açıklamalarının oluşturulduğu adımdır. Veri kümesinde yer alan görüntüler, gözetimli derin öğrenme algoritmaları için etiket ve ek açıklamalar eklenerek eğitime hazırlanmıştır. Etiketleme aracı olarak, VGG Image Annotator 1.0 versiyonu kullanılmıştır. VGG Image Annotator, görüntü, ses ve video için basit ve bağımsız bir manuel açıklama yazılımıdır. VIA bir web tarayıcısında çalışır ve herhangi bir kurulum veya kurulum gerektirmez. Eksiksiz VIA yazılımı, çoğu modern web tarayıcısında çevrimdışı bir uygulama olarak çalışan, 400 kilobayttan daha küçük, tek bir bağımsız HTML sayfasına sığar [14].

Şekil 6'da verilerin etiketlenme ara yüzüne yer verilmektedir. Şekil 6'da görüldüğü üzere veriler etiketlenerek gerçek referans (ground-truth) etiketleri oluşturulmaktadır.



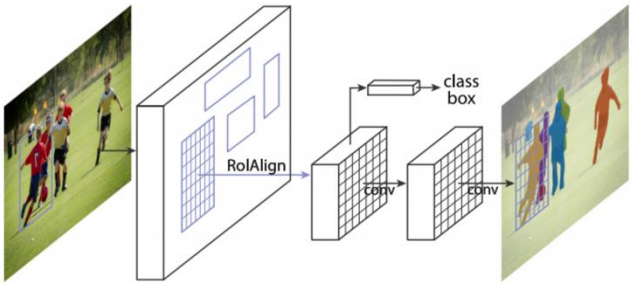
Şekil 6. VIA aracı ile etiketlenen taslak çizim örneği

Etiketleme ve ek açıklamalar aşamasında kullanılan VIA aracı ile köşe koordinatlar her bir görüntü için JSON dosyasına kaydedilmektedir. Kategoriler değerlendirilirken nesne olan UI öğeleri 1 olarak etiketlenir. Arka plan olarak işlem gören bölgeler ise 0 olarak nitelendirilmektedir.



Şekil 7. Taslak çizimlerin tespiti ve segmentasyonu algoritması

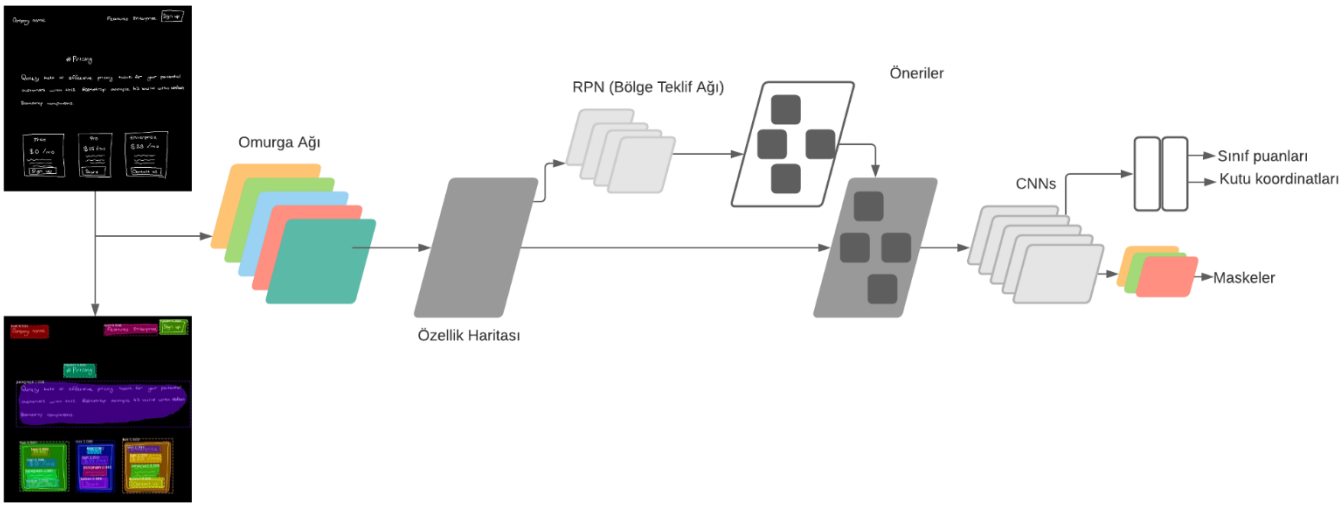
Şekil 7'de görüldüğü üzere bu çalışmada, elde edilen verilerin derin öğrenme yöntemi ile eğitilerek tespit ve segmentasyonu gerçekleştirilmektedir. Derin öğrenme ağı olarak evrişimsel sinir ağlarından olan R-CNN ağının çalıştırılmasına karar verilmiştir. Literatürde yer alan nesne tespiti çalışmalarında genellikle Faster R-CNN kullanılıyorken bu çalışmada tespitin yanı sıra segmentasyon maskesinin oluşması için Mask R-CNN kullanılmasına karar verilmiştir. Mask R-CNN olarak adlandırılan yöntem, mevcut olanla paralel olarak bir nesne maskesini tahmin etmek için bir dal ekleyerek sınırlayıcı kutu tanıma için Faster R-CNN' i genişletir. Şekil 8'de görüldüğü gibi bu duruma ek olarak, sınıflandırma ve sınırlayıcı kutu regresyonu için mevcut şubeye paralel olarak, her bir ilgi alanındaki bölgeye (Region of Interest-RoI) segmentasyon maskelerini tahmin etmektedir [7].



Şekil 8. Mask R-CNN örnek segmentasyon mimarisi [7]

Mask R-CNN, ilk aşama (RPN olan) ile aynı iki aşamalı prosedürü benimser. İkinci aşamada, sınıf ve kutu ofsetini tahmin etmeye paralel olarak, Mask R-CNN ayrıca her bir ilgi bölgesi için bir ikili maske çıkarır. Faster R-CNN' e ek olarak oluşturulan maskenin amacı, yatırım getirisi ile ilgili gerçek referans maskesi arasındaki kesişimdir [7].

Taslak çizimlerde tespit edilmek istenen UI öğeleri oluşturulan ikili maskeler sonucunda nesne olarak belirlenmektedir. UI öğeleri tespiti için elde edilen veri kümesinde yer alan veriler, çeşitli çözünürlüklerde kaydedilme ihtimalinden dolayı gerek uygun boyuta indirgeme gerekse hesaplama karmaşıklığının azaltılması için 1024x1024 boyutuna indirgenmiştir. Şekil 9'da görüldüğü üzere sinir ağına girdi olarak orijinal görüntü verilirken Mask R-CNN aşamalarından geçirilerek nesnede var olması beklenen özellikler bir haritaya eklenirken bölge teklif ağı ile tespit edilecek nesneler arka planda bölge teklif ağına sunularak nesnelerin bölütlere ayrılması sağlanmıştır.



Şekil 9. Taslak çizimlerde segmentasyon iş akışı

3 Deneysel Sonuçlar

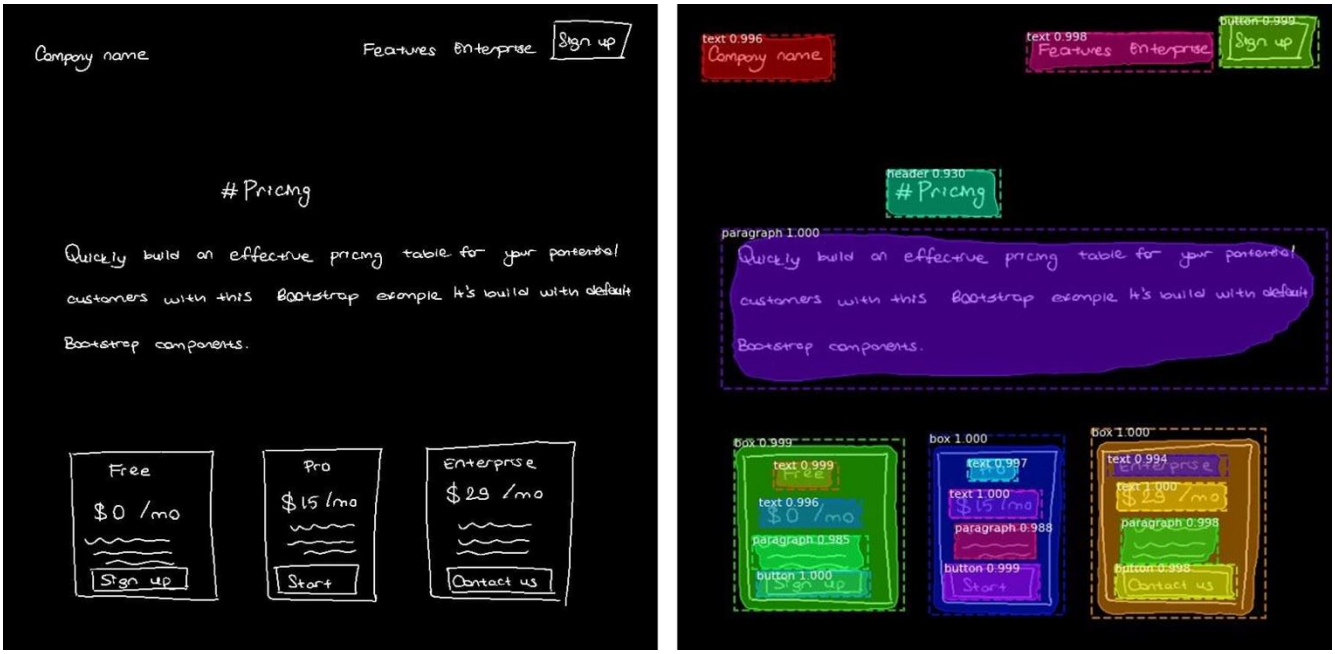
Bu çalışmada var olan sinir ağının eğitim verileri aracılığıyla eğitilmesi için i9 10980XE işlemcili ve NVIDIA Quadro RTX 5000 ekran kartına sahip bir bilgisayar üzerinde işlemler gerçekleştirilmiştir. Veri setinde yer alan toplam 87 test görüntüsü ek açıklamalara sahiptir. Mask R-CNN'in ağırlıklarının elde edilmesi için sıfırdan eğitim yapmak yerine transfer öğrenme stratejileri ile desteklenerek ek açıklamalara sahip test görüntülerindeki nesneler Microsoft Common Objects in Context (MS COCO) veri seti ile önceden eğitilmiş ağırlıkları kullanarak eğitilmiştir [15].

Şekil 10. MS COCO veri kümesindeki açıklamalı görüntü örnekleri

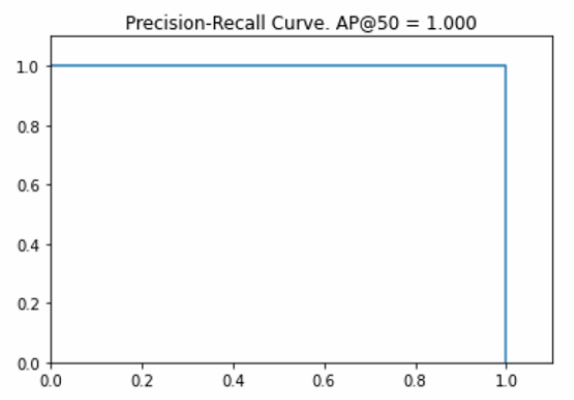
Şekil 10'da MS COCO veri kümesinin eğitilmesi için kullanılan başlıca görüntülerden örneklere yer verilmektedir. MS COCO veri kümesi, 82 tanesi 5.000'den fazla etiketli örneğe sahip 91 ortak nesne kategorisi içerir [15]. Eğitim verilerinin pahalı veya toplanmasının zor olduğu durumlar vardır. Bu nedenle, farklı alanlardan daha kolay elde edilen verilerle eğitilmiş yüksek performanslı öğrenenler yaratmaya ihtiyaç vardır [16]. Bununla birlikte, yapay sinir ağlarında yeniden bir ağırlık eğitimine ihtiyaç duyulmadan daha önceden eğitilmiş bu ön eğitimli ağırlıklar kullanılmaktadır.

370 eğitim verisinin eğitilme aşaması sırasında kademeli olarak dönem sayısı (epoch) artırılmıştır. Sinir ağında model oluşturulurken kullanılacak ağırlıklar ve omurga ağı belirlendikten sonra sırasıyla 10, 50, 100, 150, 250 ve 300 epoch eğitim sağlanmıştır. Eğitim süreci uzadıkça sinir ağının öğrenme oranı yükselmektedir ve buna ek olarak oluşturulan segmentasyon maskelerinin alanları daha isabetli alanları vurgulamaktadır. Buna ek olarak, epoch sayısı artırıldığında eğitim süresinin de katlanarak artığı görülmüştür.

Eğitim sonucu var olan test görüntülerinde performansın değerlendirilmesi için mAP (genel ortalama hassasiyet) ölçütü kullanılmıştır. Ortalama hassasiyet (AP), geri çağırma hassasiyeti (RP) eğrisinin altındaki alan, nesne algılama için standart performans ölçüsüdür. MS COCO' da bir dizi IoU (birlik üzerinden kesişme) eşik değeri 0,5 ila 0,95 arasında kullanılır ve IoU eşiği aralığındaki ortalama genel kesinlik değerine mAP (mean average precision) denir [17]. Şekil 11'de görüldüğü üzere birbirinden farklı UI öğesinin yüksek performansa sahip segmentasyon nesneleri oluşturduğu taslak çizim yer almaktadır. Mask R-CNN ile görüntü segmentasyonu sonucu her bir nesneye ait farklı renkte maske ile boyanmıştır. Nesnelere ait atanan olasılık puan değerleri ise Şekil 11'de görülmektedir.



Şekil 11. Orijinal ve segmentasyon gerçekleştirilmiş taslak çizim örneği



Şekil 12. Taslak çizimlerde kullanılan girdi verisi precision-recall eğrisi grafiği

Şekil 12'de yer verilen precision (hassasiyet) ve recall (geri çağırma) grafiğinin eğrisi altında kalan alan AP (ortalama hassasiyet) sonucunu vermektedir ve bu değerler Şekil 11'de görülen taslak çizime ait sonuçları yansıtmaktadır. Gerçek referans değer ve tahmin çıktısı sonuçları karşılaştırılarak 0,5 eşik değerine sahip AP değerinin sonucu %100'e ulaşmıştır. Model başarısının değerlendirilmesinde kullanılan en basit ve yaygın yöntem, doğruluk oranına bakmaktır. Doğru sınıflandırılmış örnek sayısının (True Positive + True Negative) toplam örnek sayısına (True Positive + True Negative + False Positive + False Negative) bölünmesiyle çıkan sonuçtur. Hata oranı ise yanlış sınıflandırılmış örnek sayısının toplam örnek sayısına bölünmesi ile bulunur. Diğer bir ifade ile hata oranı doğruluk oranını 1'e tamamlayan değerdir [18].

$$\text{Precision} = \frac{TP}{TP+FP} \tag{1}$$

$$\text{AP} = \frac{1}{GRP}\sum_{k}^{n} P@k \; x \; rel@k \tag{2}$$

Kesinlik (Precision)

Doğru sınıflandırılmış pozitif örneklem (TP) sayısının, sınıfı pozitif olarak tahmin edilmiş toplam örneklem sayısına bölünmesi ile bulunur. Sonuç [0,1] aralığında çıkar [19].

Ortalama Genel Kesinlik (mAP)

Bir dizi sorgu için ortalama ortalama kesinlik, her sorgu için ortalama kesinlik puanlarının ortalamasıdır [20]. Sonuç olarak tüm AP puanlarının ortalaması alınarak mAP değeri elde edilir.

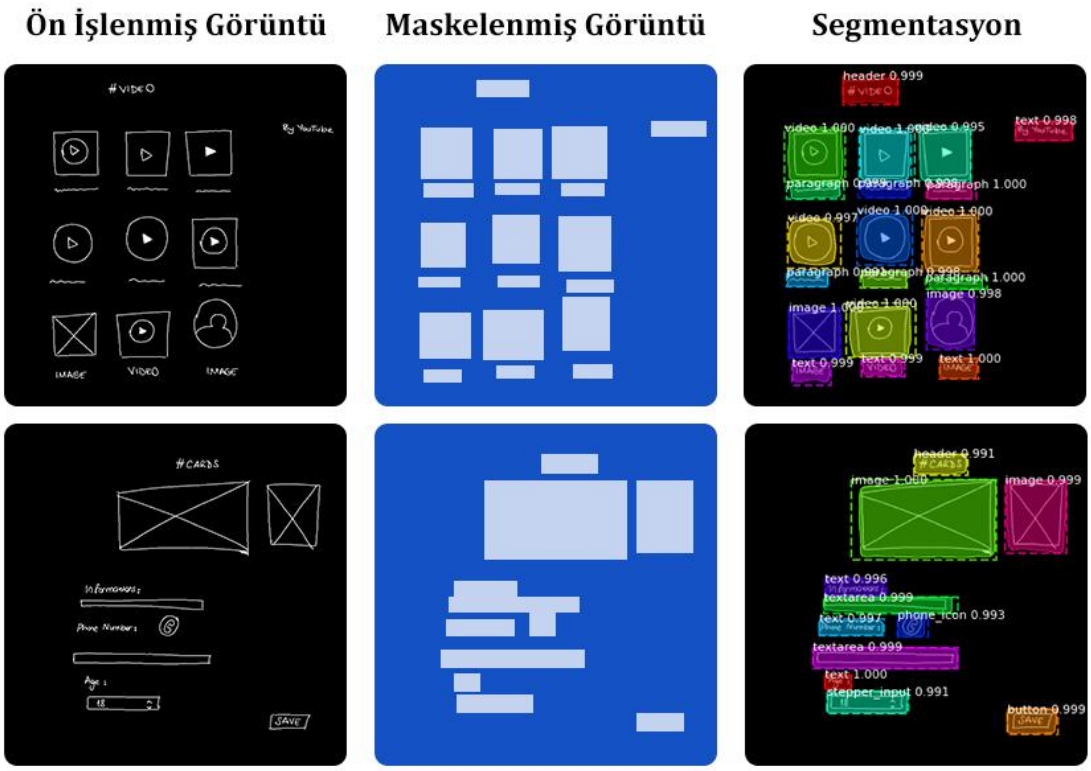
Tablo 2. Test verileri için farklı epoch sayılarına ait mAP sonuçları.

Epoch Sayısı	Zamanlama	mAP
10	15d 5s	%48,21
50	1s 15d 10s	%73,60
100	2s 53d 1s	%90,86
150	4s 7m 9s	%96,36
250	7s 12d 49s	%98,36
300	8s 38d 2s	%98,48

Tablo 2'de yer alan değerler göz önünde bulundurulduğunda epoch sayısının 300 ile hedeflenen doğruluğa ulaşıldığı görülmektedir. Bu çalışmada deneysel sonuçlar kapsamında 100, 150, 250 ve 300 epoch sayısına kadar doğruluk ve kayıp değerleri karşılaştırılarak aşağıdaki grafiklerde doğrulama ve test kayıplarına yer verilmektedir. Şekil 13'de gösterilen görselde projede kullanılan verinin elde edilme ve sonuç aşamaları gösterilmektedir.

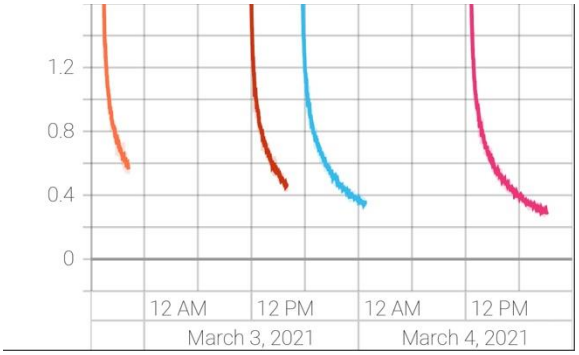
Taslak çizimler veri kümesine aktarılırken farklı ışık şiddetlerine ve çeşitli gürültülere maruz kaldığı için eşikleme ön işleme aşamasından geçirilmiştir. Böylelikle ön işlenmiş görüntü sinir ağına girdi olarak verilmiştir. Ardından Mask R-CNN ile segmentasyon maskesi çıkarıldığında ise bir sonraki görüntü gibi maskeler elde edilmektedir. Bu adımda hedeflenen nesneler ilgili bölgelere ait maskeyi çıkarmaktadır. Test kümesinde yer alan sonuçlar nesne algılayıcısına verildiğinde ise Şekil 13'deki gibi çıktı alınmaktadır.

Şekil 13'de görüldüğü üzere, test görüntüleri tespit edilirken belirlenen eşik değeri 0,9 olarak seçilmiştir. Dolayısıyla nesne aday bölgeleri %90 üzerinde olduğunda eşiklenmektedir. Elde edilen çıktılar sonucunda, kayıp değerinin düşük olması doğruluk oranının yükseleceği anlamına gelmektedir. Bu sebeple, grafiklerdeki kayıp değerinin düşüşü istenilen bir hedeftir. Kayıp ve doğruluk değeri toplamda 1'e eşit olmalıdır. Kayıp ve doğrulama kayıp değerlerinin test edilmesi için TensorBoard platformunda eğitim günlükleri kaydedilerek görselleştirilmektedir. TensorBoard, makine öğrenimi deneyleri için gereken görselleştirme ve araçları sağlayan bir arayüzdür [21].



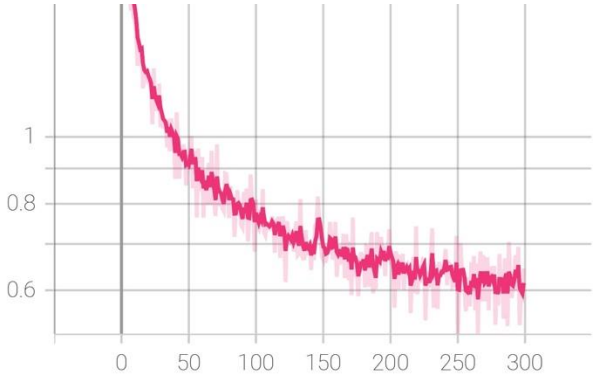
Şekil 13. Görüntü işleme ve sinir ağı çıktı sonuçları

Şekil 14'te görüldüğü üzere var olan doğrulama kayıp değerlerinin sırasıyla 100, 150, 250 ve 300 epoch değerlerine karşılık gelen sonuçları gösterilmektedir. İterasyon sayısı artırılarak aşırı öğrenmeye sebep olunmadan kayıp değerinin düşürülmesi amaçlanmıştır. Böylelikle istenen başarım oranına ulaşılmıştır. Doğrulama kayıp değeri ile kayıp değeri arasında doğrusal bir uyum söz konusudur. Bu durum, aşırı öğrenme yapılmamış bir sinir ağına sahip olunduğunu gösterir.



Şekil 14. Kayıp değerinin 100, 150, 250 ve 300 epoch sayılarına göre karşılaştırılması

Şekil 15'te 300 epoch olan en iyi başarım grafiğinin sahip olduğu kayıp değerleri görülmektedir. Tablo 2' de yer alan mAP değeri sonucunda %98,48 doğruluğa sahip iterasyon sayısı 300 epocha aittir. Bu sebeple kayıp değeri Şekil 15'de verildiği gibi düşürülmüştür.



Şekil 15. 300 epoch sayısına ait kayıp grafiği

4 Tartışma ve Sonuç

Literatürde bu alanda yer alan çalışmalar incelendiğinde tespit ve segmentasyon işleminin eş zamanlı olmadığı görülmektedir. Ortaya konulan çalışmalarda genellikle klasik görüntü işleme adımları ile çalışılmış ve evrişimsel ve yinelemeli

sinir ağları kullanılmış ancak doğruluk değeri düşük elde edilmiştir. Diğer birçok çalışmada ise klasik bilgisayarlı görünün yanı sıra makine öğrenimi yöntemleri ile UI öğelerinin tespiti gerçekleştirilmiş ancak nesnelerin segmentasyonuna dayanan çok çalışma gözlemelnmemiştir. Ek olarak, son zamanlarda sıkça kullanılan Mask R-CNN ağı ile UI bileşenlerinin tespit edilmesi sağlanmıştır. Ancak tespit ve segmentasyon sağlandığı halde mAP değeri istenilen doğruluğun oldukça altında kalmaktadır. Sonuç olarak bu çalışma kapsamında geliştirilen algoritma ile çok sınıflı UI öğelerinin tespiti ve segmentasyonu eş zamanlı olarak çalıştırılarak diğer tüm çalışmalara kıyasla daha yüksek sınıf sayısına ve doğruluğa sahip olduğu kanıtlanmıştır. Bu proje kapsamında 300 epoch ile mAP sonucunun %98,48'e ulaştığı görülmektedir. Böylelikle nesne segmentasyonu için hedeflenen doğruluğa ulaşılmıştır.

Gelecekte veri kümesi genişletilerek daha çeşitli taslak çizimler ile var olan kayıp değerinin daha fazla düşürülmesi hedeflenmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma, Karabük Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından FYL-2020-2156 numaralı proje kapsamında desteklenmektedir.

Kaynaklar

[1] Powel M, Shaikh M. "Rapid Prototyping: Sketching", 2019.
[2] Chunyang C, Ting S, Guozhu M, Zhenchang X, Yang L. "From UI Design Image to GUI Skeleton: A Neural Machine Translator to Bootstrap Mobile GUI Implementation", 2018.
[3] Wikipedia. The free encyclopedia."Website wireframe", 2021.
[4] Girshick R, Jeff D, Trevor D, Jitendra M. "Rich feature hierarchies for accurate object detection and semantic segmentation". In Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition, pp. 580-587, 2014.
[5] Girshick R. "Fast r-cnn". In Proceedings of the IEEE international conference on computer vision, pp. 1440-1448, 2015.
[6] Ren S, Kaiming H, Girshick R, Sun J. "Faster r-cnn: Towards real-time object detection with region proposal networks". arXiv:1506.01497, 2015.
[7] Kaiming H, Gkioxari G, Dollar P, Girshick R, "Mask R-CNN". In ICCV, 2017.
[8] Nguyen, Anh T, Csallner C. "Reverse engineering mobile application user interfaces with remaui (t) ". In 2015 30th IEEE/ACM International Conference on Automated Software Engineering (ASE), pp. 248-259. IEEE, 2015.
[9] Beltramelli T. "pix2code: Generating code from a graphical user interface screenshot". In Proceedings of the ACM SIGCHI Symposium on Engineering Interactive Computing Systems, pp. 1-6, 2018.
[10] Robinson A. "Sketch2code: Generating a website from a paper mockup". arXiv:1905.13750, 2019.
[11] Jain V, Piyush A, Subham B, Rishabh K, Shashwat G. "Sketch2code: Transformation of sketches to ui in real-time using deep neural network". arXiv:1910.08930, 2019.
[12] Zita A, Picek L, Říha A. "Sketch2Code: Automatic hand-drawn UI elements detection with Faster R-CNN", 2020.
[13] Gupta, Prasang, and Mohapatra S. "HTML Atomic UI Elements Extraction from Hand-Drawn Website Images using Mask-RCNN and novel Multi-Pass Inference Technique", 2020.
[14] Dutta A, Gupta A, Zissermann A. "VGG image annotator (VIA)". 2016.
[15] Lin, T-Y, Maire M, Belongie S, Hays J, Perona P, Ramanan D, Dollár P, Zitnick C.L. "Microsoft coco: Common objects in context." In European conference on computer vision, pp. 740-755. Springer, Cham, 2014.
[16] Weiss, Karl, Taghi M. Khoshgoftaar, Wang D. "A survey of transfer learning". Journal of Big data 3, no. 1: 1-40, 2016.
[17] Oksuz K, Cam B.C, Akbas E, Kalkan S. "Localization recall precision (LRP): A new performance metric for object detection".In Proceedings of the European Conference on Computer Vision (ECCV), pp. 504-519, 2018.
[18] BİLGİN M. "Gerçek Veri Setlerinde Klasik Makine Öğrenmesi Yöntemlerinin Performans Analizi". Breast 2, no. 9, 683, 2017.
[19] Aydemir B. "Veri madenciliği yöntemleri kullanarak meslek yüksek okulu öğrencilerinin akademik başarı tahmini". Master's thesis, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2017.
[20] Wikipedia.The free encyclopedia."Evaluation measures (information retrieval)", 2021.
[21] TensorBoard. TensorFlow Orijinal Dokümantasyon. https://www.tensorflow.org/tensorboard.

Analysis of Usage Areas and Effects of IoT

Fatih TOPALOĞLU[1]*

[1]Malatya Turgut Özal University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Computer Engineering, Malatya, TURKEY

Abstract

Internet of Things (IoT) is a communication network in which physical objects are connected with each other or with many systems. The word concept of the object or object here is quite broad. Therefore, it is necessary to consider IoT applications in a broad perspective. The domain of IoT spans a wide spectrum, from those who want to reduce their home energy use to large organizations that want to speed up their operations. Such a technology provides great convenience in the applications of individuals, companies and governments. In addition, it is of great importance to benefit from the benefits and advantages of connecting objects to each other with a strong communication network such as the internet. This article, the usage areas of IoT and its effects in these areas are analyzed and explained with usage examples.

Keywords: *IoT, IoT applications, RFID*

IoT'un Kullanım Alanları ve Etkilerinin Analizi

Özet

Internet of Things (IoT), fiziksel objelerin birbirleriyle ya da çok sayıdaki sistemin bir arada bağlantılı şekilde olduğu iletişim ağlarına denir. Burada yer alan obje ya da nesnenin kelime kavramı oldukça geniştir. Bu nedenle IoT uygulamalarını geniş bir perspektifte ele almak gereklidir. IoT'nin etki alanı, evindeki enerji kullanımını azaltmak isteyenlerden işlemlerini hızlandırmak isteyen büyük organizasyonlara kadar geniş bir yelpazeye yayılmaktadır. Böyle bir teknoloji hem bireylerin, hem şirketlerin hem de devletlerin uygulamalarında büyük kolaylıklar sağlamaktadır. Ayrıca nesnelerin birbirine internet gibi güçlü bir iletişim ağıyla bağlanmasının getireceği fayda ve üstünlüklerden yararlanmak büyük önem arz etmektedir. Bu makalede IoT'un kullanım alanları ve bu alanlardaki etkileri kullanım örnekleri ile birlikte analiz edilmiş ve açıklanmıştır.

Keywords: *IoT, IoT uygulamaları, RFID*

1 Introduction

For the first time in the literature, Kevin Ashton, one of the founders of Auto-ID center, used the concept of "Internet of Things" in the presentation prepared for Procter & Gamble company. In the presentation, the advantages of using devices communicating with each other over radio frequency via RFID technology in the company's supply chain were mentioned and the use of the application was recommended. The Internet of Things is an ecosystem in which physical objects are linked to each other or to larger systems [1]. In this ecosystem, we can say that IoT addresses every area touched by technology.

Many devices and machines we use today, in which we live in the age of technology, can be easily monitored and controlled from remote points with different units, especially smart phones and tablets [2,3]. In particular, with Android and IOS interface development programs becoming user-friendly, smart application examples are increasing rapidly with IoT [4,5]. Capturing physical events and converting these events into semantic information in IoT is accomplished by finding sensor devices and actuators that can trigger physical events [6]. Some

[1] fatih.topaloglu@ozal.edu.tr

examples of sensor devices used in IoT applications are given in Figure 1.

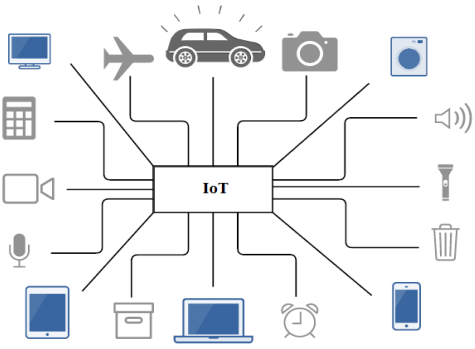


Figure 1. IoT sensor devices

By 2020, the number of devices connected to the internet exceeded 45 billion. According to a study, the rate of connected devices for each individual was 0.08 in 2003, while it is estimated to be 6.48 in 2020. As a result, an increase has been observed in the internet of things used in the past. The reason for this increase is not only the increase in industry 4.0 applications, but also the increase in applications used by individuals, companies and government agencies.

The value of IoT technology lies largely in its versatility and applicability. When used for different application areas, IoT systems often adapt to devices with different hardware and software features. In this way, almost all of the objects have become smart devices. Devices such as smart watches, smart glasses, smart phones, RFID cards can process information and then make decisions on their own. RFID technology basically consists of a tag and a reader. RFID tags can be programmed to receive, store and send object information such as Electronic Product Code (EPC).

With the study, a set of 12 criteria has been proposed to better define and examine the usage areas of IoT applications, the number and type of which are increasing day by day, and the effects on these areas. The proposed criteria are analyzed considering real world problems.

2 IoT Application Areas and Analytics

IoT is a paradigm that connects smart devices via the internet, enabling data control and execution of the application process as desired. IoT has become a transformation technology for many fields today by creating design innovation with new digital and smart production technologies. Within the supply chain, IoT has a wide range of applications, from industrial automation, healthcare, building and home automation to transportation and utilities. Some examples of IoT usage areas are given in Figure 2.

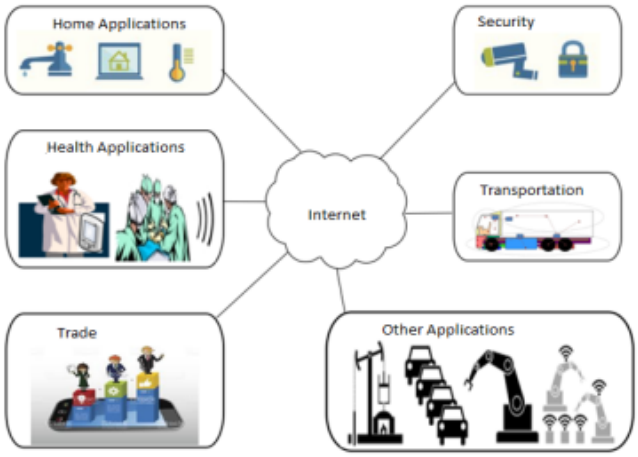


Figure 2. Internet of Things usage areas

In the article, IoT applications, which are used in a wide range, are classified according to their main application areas. Thus, in IoT applications, for example, when talking about security, it is possible to know which area it belongs to and to offer a security suggestion or solution accordingly. Because the security recommendation and results in a smart home application will not be the same as the security recommendation and results in industrial applications. Likewise, the requirements for a greenhouse in agricultural applications will not be the same as the requirements for an application in mining. In the study, the IoT application area was basically defined and analyzed in 12 classes.

In the Instant Monitoring Area, IoT applications can be considered in several categories. *Security,* states can instantly prevent possible events that may occur in the city by using instant monitoring systems or monitor the basic elements of a crime with this system. *Production,* ınstant monitoring systems can be used to check whether products manufactured in a year-round factory are faulty before they are put on the market. *Environmental Monitoring*, thanks to cloud-based IoT applications, environmental parameters such as air, water, soil can be effectively monitored with sensors.

In Marketing and Advertising, IoT specifically involves companies or organizations to better analyze and respond to customer needs or preferences, and it is more effective to present personalized ads in the advertisement rather than a

one-dimensional adaptation strategy. Because, no matter how high quality the advertisement of a product that we do not need or does not interest us, it will not push us to buy that product. Therefore, the effect of advertisements in general is quite weak. However, presenting the equivalents of the products visited by the user on the websites is one of the most important factors that trigger shopping.

In terms of marketing, it can provide advantages such as gaining more options, connecting with the consumer, providing customer experience and automating it in order to provide consumer-brand interaction [7]. Marketing managers who make use of the Internet of Things to learn about changes in customer behavior and market conditions can make decisions about services that will create additional value and increase customer satisfaction. For example, the Oral-B Pro 5000 smart, interactive electronic toothbrush was developed by Procter & Gamble and offers its users personalized oral care. This toothbrush has the feature of offering oral care recommendations to its user and recording his tooth brushing habit.

The internet of things, which allows the product to interact directly with the customer, allows customers to share their thoughts and experiences with other customers and reach their thoughts and experiences. In this case, it leads to the transformation of the classical marketing approach to the participatory marketing approach [8]. With this technology, customers can give instant feedback. If a product does not meet the expectations of the customer, the relevant company is immediately aware of this situation and quickly prevents the damage caused by dissatisfaction [9].

The Internet of Things also makes a significant contribution to the transformation of potential customers into real customers. Taking into account the preferences of the potential customer who spends a long time in front of a certain product in a store, the information about the product sent to the smart phone helps that potential customer decide to buy the product and turn into a real customer [9]. Companies that would not have wasted time by receiving the advertisement that interests the consumer would not have wasted money by not sending their advertisements to uninterested consumers [10].

In the field of Smart Home Systems, it is the term commonly used to describe a living space with lighting, heating, air conditioning, TV, computer, entertainment, audio-visual systems, security and camera systems that can communicate with each other [11]. Operation of audio and video system with home entrance, remote control of lighting and electrical devices [12,13], automatically changing the settings of the heating system according to the regional weather conditions [14], monitoring and controlling the energy consumption of devices such as refrigerators, air conditioners, and ovens [15], considering the moisture of the soil, not the time, when watering the vegetables in the garden [16].

When the applications of IoT developed for residences are examined, it can be said that the systems that are rapidly becoming widespread are heating-cooling, lighting, security applications and electrical household appliances. In particular, smart room thermostats, smart lighting and socket solutions that can save energy and improve comfort conditions come to the fore. The rapid development and easy control of LED technology has led to the widespread use of LEDs instead of incandescent lamps in the lighting of residences.

On the other hand, the highest energy cost in residences belongs to heating and cooling systems. Therefore, heating systems have become systems that can pay for themselves in a short time by maximizing energy savings and comfort with a number of smart algorithms due to their cloud-based work, beyond being connected to the internet and being managed with mobile applications. In this context, while saving between 12% and 37% with smart room thermostats, comfort conditions can be improved by keeping the room temperature needed in the houses constant.

In the Manufacturing and Production Field, manufacturing or production is one of the most challenging and also the most risky sectors. Traditional market research conducted before or after the launch of products with IoT applications provides a significant reduction in the time and resources needed. In addition, since there is more reliable and more detailed information about risk estimation, any risk that may occur in the sale of a new product can be easily detected before production.

Another benefit is controlling improper product distribution and preventing product returns. Because the IoT, the errors that occur or may occur during production can be detected immediately in a system, and a product produced in this way can be recycled before distribution.

Likewise, operating information from data terminals used in production in the factory environment, energy consumption levels or information from sensors operating with different wireless protocols placed in the environment, such as temperature, humidity, weather conditions, fire alarms, can be used to remotely monitor and control the entire factory with a smartphone application [17].

Industrial production systems run continuously and are expensive. Revisions of system functions called Preventive Maintenance are made at certain time intervals. Device failures due to various reasons between maintenance periods can lead to large production losses. Developments in IoT technology enable the continuous monitoring of critical systems used in production with sensing devices and the easy detection of devices that require maintenance before time. This type of maintenance ensures that the economic life of all systems used is extended and prevents production losses [18].

In the field of energy, the rise of technology increases energy costs along with it. Therefore, consumers demand some solutions to reduce or control energy consumption. IoT can analyze energy use at both device level and system level. Along with this analysis, it also provides the necessary optimization processes. Another innovation that comes with IoT is that problematic consumptions caused by old devices or faulty system parts can be easily detected. IoT creates an infrastructure with wireless technology to reduce power consumption and cost in the electrical energy sector. Examples of IoT use in the energy sector are SCADA, smart metering, building automation, smart grids and public lighting.

Making traditional energy measurement systems smart with IoT technology is one of the most important elements of smart grid applications. With IoT, smart meters manage remote measurement processes and reduce operating costs. In addition, these measurements can be controlled via IoT-based devices and mobile and web applications. Consumer invoicing is applied efficiently with smart metering. In addition, by analyzing the current load data, it is possible to determine the regional electricity consumption, while on the other hand, the necessary precautions for a problem-free consumption can be taken in advance.

Smart grids optimize electricity generation and enable more effective use of existing energy supply. Especially during peak hours of consumption, the power distribution is well coordinated and provided according to the supply. Missing or excess production between production stations can be planned with online communication.

In the Health Field, operations such as medical research, care and emergency care can be performed significantly more effectively with the IoT. The gathering of patient care, patient tracking, device data collection and many more processes under a network reduces the burden of medical procedures, as well as providing greater precision to detail and faster responses to events.

In addition, multiple physiological parameters of the body can be obtained instantly with sensor networks. Real-time or periodic health information (blood sugar, blood pressure, heartbeat, body temperature, number of steps, instant physical condition, etc.) of people with chronic diseases or elderly people in need of care can be obtained from relevant medical devices. Thus, remote health monitoring, emergency notification systems, wearable IoT devices, real-time baby monitoring are also carried out.

An e-health system, which can make studies at different levels in this field more common, ensure interoperability, and can be integrated into official health institutions, can dynamically support new applications and protocols that may arise in the future, while providing standards in this regard [19].

Transportation Applications is a general term that covers transportation applications personal vehicles, commercial vehicles, trains and commercial transportation. Here, it is aimed to design systems that help people about traffic control, parking, fuel consumption and many other transportation elements. In transportation, managing congestion, reducing accidents, parking and reducing fuel consumption are among the main goals.

With the IoT, it is ensured that the traffic flow is monitored and analyzed through the devices located at all traffic observation points. By applying IoT, intelligent transportation systems can be revealed [20]. In smart transport systems, public and private transport vehicles can interact and choose the best ways to avoid delays and congestions. Another example of using IoT in

transportation is smart parking. Finding a parking space in busy city centers is time consuming and can lead to increased traffic congestion. Placing sensors can provide drivers with information on whether or not there are free parking spaces at any given time.

In the field of Education, known examples of IoT in education stand out as smart campuses, smart schools and smart classrooms. IoT provides teachers with easy access to powerful educational tools. By determining the best method for each student, it is aimed to create material according to the student's level and needs. Even extreme operations such as preparing exam questions according to their level can be done.

With the interconnection of devices in networks, IoT applications in education have become possible by embedding sensors in library resources, blackboard surfaces, game boards and robots, which are physical areas on campus.Student profiles can be mapped to physical campus areas such as "classrooms, labs, libraries and gyms" and wearable devices can provide students with access to desired content in a convenient way. For example, library data can report check-in and check-out times, usage patterns, and which books have been opened. All of these can be made possible by integrating IoT technologies into educational environments.

Today, the current applications of IoT and Smart Technologies in educational environments are listed as follows: Interactive boards, Cameras and video, Tablets and e-Books, Student ID cards with sensors, 3D printers, Intelligent heating, cooling and ventilation systems, Temperature sensors, Monitoring systems, Network-based door locks.

With Public Applications, IoT, a practical analysis of the complex aspects of planning and management of a city is provided. For example, it simplifies the study of the various factors that affect urban planning, such as population growth, zoning, mapping, water supply, transportation, food demand, social services, and land use.

With IoT, it is ensured that public activities, which are done slowly by the government, are carried out faster and more accurately. Another public practice is undoubtedly the provision of security. National threats are diverse and complex. With the IoT, the systems and services of the armed forces can be further strengthened.

Another public application is that smart lightings are used in public places as well as in homes. IP-based lights are among the sine qua non of smart cities. These smart public lightings can be controlled from the central control station and outdoor LED luminaires can be adjusted to the desired energy level.

In the Consumer Applications, consumers make personal and professional benefits from the data analysis of IoT. The main purpose of a consumer application to be provided with IoT is to ensure that the consumer follows the business and purpose, and according to these transactions, to provide security and information in the life process.

Applications in this area are applications designed to establish and develop social relations [21]. These applications are applications for social networking, querying past activity logs, and preventing loss and theft. Sharing current location information and activity information through these applications is finding a lost item with an RFID tag with an RFID search engine.

In the field of agriculture, it is a good IoT practice to run functions in two directions, especially in greenhouses, where indoor and environmental information can be controlled relatively and to provide the most suitable conditions for growing different agricultural products. The critical temperature, humidity and soil values that need to be controlled in a greenhouse are stored and evaluated by configuring on a central computer or internet environment with the communication between the machines as part of the IoT system, and it is ensured that mobile users can be controlled via their phone applications or web access [22].

IoT is used seriously in the field of smart agriculture [23-24]. In addition, IoT is used in the field of smart agriculture to increase agricultural production and to reduce the environmental damage of chemicals used in agriculture. In addition, the IoT is also useful in controlling the growth of plants. Plants are tagged with RFID tags and sensors. When there is a serious or unexpected change in plant growth (for example, due to temperature or humidity), sensors detect this situation and transmit this information to RFID tags readers and share it over the internet. Thus, the farmer or scientist can access this information remotely and take the necessary precautions.

In the Mining Area, underground mining is one of the most dangerous areas for humans. Mining accidents usually occur due to collapses caused by explosion of flammable gases or inhalation of toxic

gases by humans. IoT is very useful in avoiding similar accidents, early warning, locating and rescuing workers in the event of an accident [25].

Sensor devices placed in the mine continuously transmit information to the monitoring and control center on the ground via RFID or any wireless communication method. Temperature, humidity, dangerous gas levels of underground working areas are monitored in real time. In the event of a danger, the early warning system warns the employees and enables them to climb above the ground, and in the event of an accident, people who are in a difficult situation are easily located and quickly rescued.

3 Conclusion

Among the inventions of man, there is no one that develops and grows faster than the internet. As a technology revolution, it is predicted that the internet of things will accelerate this development and growth and change the lifestyle of human beings. Today, the use of IoTs has spread to many areas such as defense, health, industry, production, logistics, agriculture, marketing and education. In order to provide better quality service in these areas and to increase efficiency and productivity, data is collected through sensors. These data are stored in cloud computing systems. They are analyzed by machine learning algorithms. Today, the most outstanding application areas of IoTs are the development of smart manufacturing systems and connected manufacturing areas.

Previous studies have generally focused on the industrial applications and effects of IoT. In this study, in addition to the industrial applications of IoT, the applications of individuals, companies and government institutions were determined and its effects were analyzed. In addition, classifying IoT devices, the number of which is increasing day by day, in a criteria set as in the study will provide great convenience in understanding and interpreting the impact of new IoT devices in applications.

References

[1] Bröring A, Schmid S, Schindhelm CK, Khelil A, Kabisch S, Kramer D, López, E. "Enabling IoT ecosystems through platform interoperability". *IEEE software*, 34(1), 54-61, 2017.

[2] Shah J, Mishra B. "Customized IoT enabled wireless sensing and monitoring platform for smart buildings". *Procedia Technology*, 23, 256-263, 2016.

[3] Gupta R, Singh KK. "IOT Door Monitoring System using Android Application". *Trends in Opto-Electro and Optical Communications*, 7(3), 21-24, 2018.

[4] Mahindar R, Prakash M, Ghosh S, Mukherjee S, Ghosh R. "IoT-based Home Appliances Control System Using NodeMCU and Blynk Server". *International Advanced Research Journal in Science, Engineering and Technology,* 6(5), 16-22, 2018.

[5] Bohora B, Maharjan S, Shrestha BR. "IoT Based Smart Home Using Blynk Framework". *Zerone Scholar*, 1(1), 26-30, 2016.

[6] Miorandi D, Sicari S, Pellegrini FD, Chlamtac I. "Internet of things: Vision, applications and research challenges". *Ad Hoc Networks*, 10(7), 1497–1516, 2012.

[7] Alan AK, Kabadayı ET, Cavdar N. "Yeni Nesil "Bağlantı, Yeni Nesil İletişim: Nesnelerin İnterneti Üzerine Bir İnceleme". *İşletme Araştırma Dergisi*, 10(1), 294-320, 2018.

[8] Jara A, Parra MC, Skarmeta AF. "EnablingParticipative Marketing Through The Internet of Things", *Proceedings of the 27th International Conference on Advanced Informationm Networking and Applications Workshops* (WAINA), Barcelona, Spain, 2013.

[9] Dubash J. Marketing andthe Internet of Things: AreYouReady? http://www.marketingjournal.org/marketing-and-the-internet-of-things-are-youready-jamshed, (23.04.2021).

[10] Leung S. 5 Waysthe Internet of ThingsWillMake Marketing Smarter. https://www.salesforce.com/blog/2014/03/internet-of-things-marketing-impact.html, (23.04.2021).

[11] Harper R. (Ed.) "Inside the smart home". *Springer Science & Business Media*, 1st, Londra, UK, Springer, 2003.

[12] Stojkoska BLR, Trivodaliev KV. "A review of Internet of Things for smart home: Challenges and solutions". *Journal of Cleaner Production*, 140, 1454-1464, 2017.

[13] Taştan M, Gökozan H. "An Internet of Things Based Air Conditioning and Lighting Control System for Smart Home". *American Scientific Research Journal for Engineering, Technology, and Sciences (ASRJETS)*, 50(1), 181- 189, 2018.

[14] Kulkarni A, Mukhopadhyay D. "Internet of Things Based Weather Forecast Monitoring System". *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 9(3), 555- 557, 2018.

[15] Marinakis V, Doukas H. "An Advanced IoT-based System for Intelligent Energy Management in Buildings". *Sensors*, 18(2), 610, 2018.

[16] Kamienski C, Soininen JP, Taumberger M, Dantas R, Toscano A, Salmon Cinotti T, Filev Maia R, Torre Neto A. "Smart water management platform: Iot-based precision irrigation for agriculture". *Sensors*, 19(2), 276, 2019.

[17] Hsiao SJ, Lian KY, Sung WT. "Employing Cross-Platform Smart Home Control System with IOT

Technology Based". *International Symposium on Computer, Consumer and Control*, 264-267, 2016.

[18] Wang Q, Gao J, "Research and application of risk and condition based maintenance task optimization technology in an oil transfer station". *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 6, 1018-1027, 2012.

[19] Horn G, Eliassen F, Salvatore Venticinque S, Martino BD, Bücher M, Wood L. "An Architecture for Using Commodity Devices and Smart Phones in Health Systems". *EEE Workshop on ICT solutions for eHealth*, 255-260, 2016.

[20] Yongjun Z, Xueli Z, Shuxian Z. "Intelligent transportation system based on Internet of things". *In World Automation Congress (WAC)*, Puerto Vallarta, Mexico, Mexico, 24-28 June 2012.

[21] Atzori L, Iera A, Morabito G. "The internet of things: A survey". *Computer Networks*, 54(15), 2787-2805, 2010.

[22] Zhao JC, Zhang JF, Feng Y, Guo JX. "The Study and Application of the lOT Technology in Agriculture". *3rd IEEE International Conference on Computer Science and Information Technology (ICCSIT)*, 462-465., 2010.

[23] TongKe F. "Smart Agriculture based on cloud computing and IOT". *Journal of Convergence Information Technology*, 8(2), 210-216, 2013.

[24] Jayaraman PP, Yavari A, Georgakopoulos D, Morshed A, Zaslavsky A. "Internet of things platform for smart farming: experiences and lessons learnt". *Sensors*, 16(11), 1884, 2016.

[25] Xu LD, He W, Li S. "Internet of things in industries: A survey". *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 10, 2233-2243, 2014.

Ti6AI4V Alaşımının Atmosferik Ortamda Borlanması İçin Farklı Sıcaklık ve Sürelerin Etkisinin Araştırılması

Onur Yiğit Özger[1*] , Şenol Avcı[2]

[1]*Makine Teknolojisi Bölümü, Meslek Yüksekokulu, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Bilecik, TÜRKİYE*

[2]*Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Bilecik, TÜRKİYE*

Özet

Özellikle biyomalzeme alanında geniş kullanım alanına sahip olan, Ti6AI4V alaşımının, aşınma özelliklerini iyileştirmek için borlama, nitrürleme, termal oksidasyon gibi birçok teknikler kullanılmaktadır. Borlama titanyum alaşımlarının tribolojik performansını artırmak açısından önem arz etmektedir. Borlama metalik malzeme yüzeyinde borür tabakası oluşturma işlemidir. Borlama işlemi sonrası yüzeye yakın bölgede, düşük yoğunluk, yüksek sertlik, yüksek aşınma ve korozyon dayanımına sahip, TiB ve TiB_2tabakası oluşur.Bu çalışmada, Ti6AI4V alaşımı atmosferik ortamda borlanmıştır. Bor verici, aktivatör ve filler olarak literatürde yer alan çeşitli kimyasallar denenmiş, ayrıca farklı sıcaklık ve sürelerin optimizasyonu araştırılmıştır. Numuneler, bor difüzyon derinliği, sertlik değişimleri, mikroyapı morfolojisi, açısından incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler:*Borlama, Ti6AI4V, Biyomalzeme*

Investigation of the Effect of Different Temperatures and Times on Atmospheric Boronizing of Ti6AI4V Alloy

Abstract

Many techniques such as boronizing, nitriding, thermal oxidation are used to improve the wear properties of the Ti6AI4V alloy, which has a wide area of use especially in the field of biomaterials. Boronizing is important in increasing the tribological performance of titanium alloys. Boronizing is the process of forming a boride layer on the metallic material surface. After the boronization process, TiB and TiB_2 layers with low density, high hardness, high wear and corrosion resistance are formed in the area close to the surface. In this study, Ti6AI4V alloy is boronized in atmospheric environment. Various chemicals in the literature as boroding compound, activators and fillers were tested, and the optimization of different temperatures and times was investigated. The samples were examined in terms of boron diffusion depth, hardness changes, and microstructural morphology.

Anahtar Kelimeler:*Boronizing, Ti6AI4V , Biomaterial*

1. Giriş

Yaşayan bir sistemin parçası yerine geçen veya canlı doku ile yakın temas içinde çalışması için kullanılan sentetik malzemelere biyomalzeme adı verilir. Bir biyomalzeme metalik seramik, polimerik veya kompozit esaslı olabilir. Metalik biyomalzemeler içinde ise paslanmaz çelikler, Co-Cr alaşımları ve titanyum ve alaşımları öne çıkmaktadır[1].

Biyomalzemelerin insan vücudu tarafından kabul edilmesi, toksik ve kansorejen olmaması, mekanik özelliklerinin iyi olması istenir. İnsan vücudu biyomalzemeler için oldukça korozif bir ortamdır. Bu ortamlar biyomalzemelerin dayanımını düşürmekte ve hücrelere zarar vermektedirler[2].

Biyomalzemelerin genel kullanım alanları aşağıda verilmiştir.

* İletişim e-posta: onur.ozger@bilecik.edu.tr

- Hastalıklı veya hasar görmüş kısımların yerine
- İyileşmeye yardımcı olmak
- Fonksiyonelliği arttırmak
- Kozmetik problemleri düzeltmek
- Tedaviye yardımcı olmak
- Fonksiyon bozukluklarını düzeltmek [2].

2. Titanyum

Ti6Al4V alaşımı korozyona uğramaması ve alerjik reaksiyon vermemesi sebebiyle özellikle metal alerjisi olan hastalarda vazgeçilmez implant malzemesi olmuştur[3]. Ti6Al4V alaşımının implant olarak diğer metallere göre karşılaştırılması Tablo 1, 2 ve 3'te verilmiştir.

Tablo 1. Metalik biyomalzemelerin mekanik özelliklerinin karşılaştırılması[4].

Özellikler	316L Paslanmaz çelik	CoCrMo alaşımı	CoNiCrMo alaşımı	Ti6Al4V alaşımı	Tantalyum
Çekme Dayanımı (Mpa)	485-860	655	793-1793	860	207-517
Akma Dayanımı (0,2%) (Mpa)	172-690	450	240-1585	795	138-345
Uzama (%)	12-40	8	8-50	10	2-30
Kesit Daralması (%)	-	8	35-65	25	-
Yoğunluk (g/cm3)	7,9	8,3	9,2	4,5	16,6
Korozyon Dayanımı	Yüksek gerilmelerde zayıf	Üstün	Üstün	Üstün	İyi

Tablo 2. Metalik biyomalzemelerin özellikleri[5].

Malzeme	İmplant Uygulamaları
316L	Kemiklerde, plakalar, vidalar, pimler, çiviler, stentler
Co28Cr6Mo	Kalça, diz, dirsek, omuz, ayak bileği, parmak protezlerinde; kemik plakalarında, vidalarda, çubuklarda, kalp kapakçıklarında
Ti	Kemik plakalarında, vidalarda, çubuklarda, kalp kapakçıklarında, kalp atışlarını düzenleyen aygıtlarda
Ti-6Al-4V	Kalça, diz, dirsek, omuz, ayak bileği, parmakve diş protezlerinde
Ta	Tel, folyo, levhalarda, klipslerde, elektrot

Tablo 3. Metalik biyomalzemelerinimplant uygulamaları [6].

Özellikler	Paslanmaz Çelik	Kobalt Krom	Titanyum
Sertlik	Yüksek	Orta	Düşük
Dayanım	Orta	Orta	Yüksek
Korozyon Dayanımı	Düşük	Orta	Yüksek
Biyouyumluluk	Düşük	Orta	Yüksek

Titanyum yeryüzünde en sık rastlanılan metallerden biridir. Ergime sıcaklığı 1670˚C, yoğunluğu 4.51 g/cm^3 tür. Titanyum, havacılık sektöründe ve yüksek ergime sıcaklığı ve yüksek sıcaklıklara dayanımı sebebiyle savunma endüstrisinde geniş bir kullanım alanı bulmuştur. Korozyona karşı direnç sağlayan oksit tabaka oluşturması sayesinde denizcilik ve kimya endüstrisinde kullanılmaktadır. Kullanımı son 40 yılda biyomedikal ve dental alanlarda çok ciddi bir artış göstermiştir[7, 8].

Titanyumun tercih edilme sebebleri; yüksek korozyon direnci, yüksek mukavemet özellikleri, kolay kaynak edilebilme, yüksek sıcaklık dayanımı, biyolojik uyumluluğu, şeklinde sıralanabilir. Bu avantajlarına rağmen düşük sürtünme ve aşınma dayanımları sebebi ile kullanım alanları kısıtlanmaktadır. Titanyumun en yaygın kullanılan alaşımlarından biri korozyona karşı yüksek dirençli Ti6Al4V'dur[9-12].

Titanyum ve alaşımlarının tribolojik davranışlarını geliştirmek amacı ile birçok farklı çalışmalar gerçekleştirilmektedir. Bu çalışmalardan en önemlileri, kaplama ve yüzey sertleştirme gibi yüzey özelliklerini geliştirmeye yönelik çalışmalardır[9-12].

3. Bor ve Borlama İşlemleri

Ergime noktası 2200 ˚C olan bor elementi 2.84 g/cm^3 özgül ağırlığına sahiptir. Borlama geniş çapta demir ve demir dışı metallere uygulanan bir termokimyasal yüzey sertleştirme işlemidir. Bu Borlama işleminin en büyük avantajı yüzeyde oluşan bor tabakasının 1500-5000 HV değerlerine ulaşabilmesi ve bu sertliğini yüksek sıcaklıklarda dahi korumasıdır. Borlama işleminin başka bir avantajı da korozyon direncini ve yorulma dayanımını arttırmasıdır. Ancak borlama işleminden sonra parça ölçülerinde değişmeler olur[13].

Ti6AI4V alaşımının borlanması ile önce yüzeyde 3225°C ergime sıcaklığına, 4.52 g/cm^3 yoğunluğa ve 3000HV sertlik değerine sahip olanTiB_2 (Titanyum Diborür) oluşur. Bu tabakanın hemen altında ise bor elementinin konsantrasyonunun azalması ile TiB (Titanyum Borür) iğnesel yapısı oluşur [14].

Borlama işlemi katı, sıvı, plazma ve gaz ortamlarında yapılabilir.Ti6Al4V alaşımının katı ortamda borlanması pota içerisine toz karışımı ile birlikte konulan titanyum alaşımının belirli bir sıcaklığa ısıtılıp bekletilmesi ve yavaş soğutulması ile gerçekleştirilir. Literatürde yaygın kullanılan bazı

katı(kutu)borlama toz karışım oranları Tablo 4'te verilmiştir.[15].

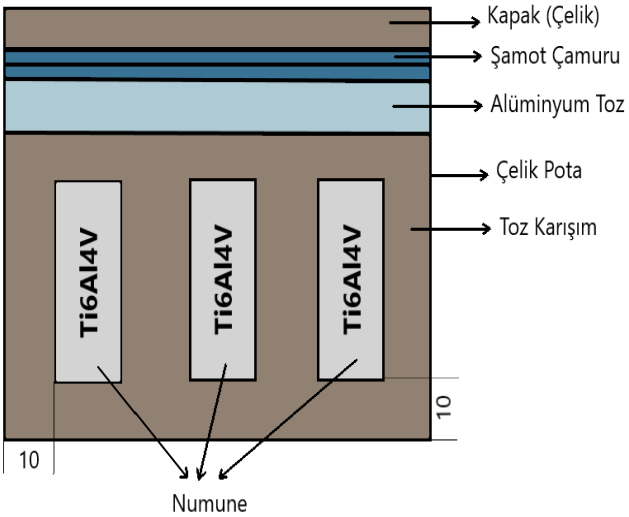
Tablo 4.Kutuborlama toz karışım oranları[15].

%5 B_4C, %90 SiC, %5 KBF_4
%50 B_4C, %45 SiC, %5 KBF_4
%85 B_4C, %15 Na2CO3
%95 B_4C, %5 $Na_2B_4O_7$
%84 B_4C, %16 $Na_2B_4O_7$
Amorf bor (%95–97), %(3-5) KBF_4
%(40–80) B_4C, %(20–60) Fe_2O_3
%60 B_4C, %5 B_2O_3 , %5NaF, %30 demir oksit
%50 Amorf bor, %1 $NH_4F.HF$, %49 Al_2O_3
%100 B_4C
%20 B_4C, %5 KBF_4 , %75 Grafit
%95 Amorf bor, %5 KBF_4

Bu çalışmada atmosferik ortamda katı borlama yöntemi uygulanmıştır. Bor verici toz olarak B_4C (borkarbür], aktivatör olarak KBF_4(potasyum tetra flora borat) oksijen giderici olarak ise Al (alüminyum)tozu kullanılmıştır. Ti6Al4V alaşımının yüzeyde borlama metodu ile TiB_2 tabakası iç kısmında iğne şeklinde TiB oluşturulması hedeflenmiştir.

4. Materyal Metod

Bu çalışmada, ticari olarak temin edilen Ti6Al4V alaşımı farklı süre ve sıcaklılarda kutu borlama yöntemi ile borlanmış, elde edilen numunelerin sertlikleri ve bor difüzyon derinlikleri incelenmiştir. Aşağıdaki Şekil 1'de kutu borlamanın şematik gösterimi verilmiştir.



Şekil 1.Kutu borlamanın şematik gösterimi

Borlanacak Ti6Al4V alaşımı Ø20X10mm silindirik parçalar halinde hassas kesim yöntemi ile kesilmiştir. Elde edilen numuneler yüzey kirlerinden arındırmak amacıyla için önce 2500'lük zımpara ile zımparalanmış daha sonra saf alkol ile ultarsonik banyoda 10 d bekletildikten sonra saf su ile durulanmıştır. Kutu borlama için kullanılan çelik potalar, ebatları Ø70X40mm ve cidar kalınlığı 4 mm olan Ç1040 çelik boru kullanılarak özel olarak imal edilmiştir. Boruların alt kısmına Ø15 mm'lik taban yapılıp kaynatılmış, torna tezgâhında Ç1040 malzemesinden Ø50X15mm'lik kapaklar yapılmıştır. Şekil 2'de özel olarak imal edilen çelik potalar görülmektedir.

Şekil 2.Çelik pota ve kapağı

Borlama işlemi için çelik potanın içerisine 185g toz karışımı konulacağı hesaplanmıştır. Bu amaçla %75 B_4C,%2 KBF_4,%23 Al olacak şekilde hassas terazide tartılarak hazırlanan tozlar bilyeli değirmen kullanılarak 6 saat süre ile karıştırılmıştır.

Potanın içerisine 10 mm kalınlığında toz karışımı konulduktan sonra numuneler yerleştirilmiş ve potanın içerisi toz karışımı ile doldurulmuştur. Potanın en üst kısmına numunelerin hava ile temasını kesmek ve kutunun içerisinde bulunan oksijeni minimuma düşürmek amacı ile alüminyum tozu konulmuş ve potanın kapağı kapatılmıştır. Kapağın etrafı 1200°C sıcaklığa dayanıklı şamot çamuru ile sıvanmıştır. Kullanılan tozların saflık ve tane boyutları Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5. Kullanılan tozların saflık ve tane boyutları.

Kimyasal Toz	Saflık (%)	Tane boyutu (µm)
B_4C	99.00	100-120
KBF_4	99.00	100-120
Al	99.90	100-120

Borlama işlemi Nabertherm marka fırındaTablo 6'da verilen sıcaklık ve sürelerde yapılmıştır.

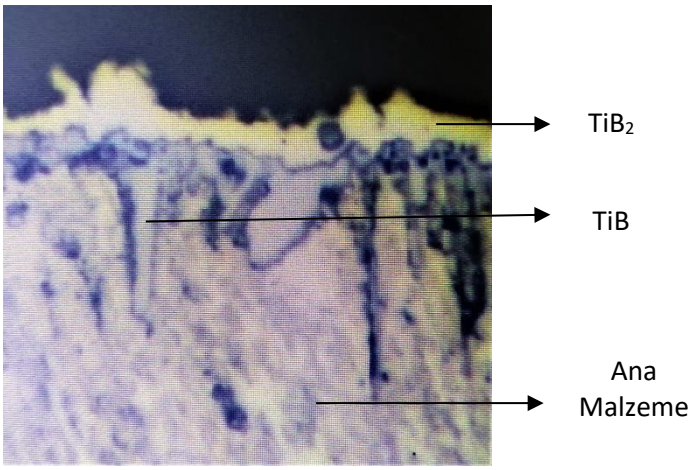
Tablo 6.Fırınlanma sıcaklık ve süreleri.

Sıcaklık ˚C	Süre (saat)
850	5-15-25
950	5-15-25
1050	5-15-25

Borlanan numuneler hassas kesim cihazı ile ortadan ikiye kesilmiş, bakalite alınmış, 800-1000-1200-2500 numaralı zımparalar ile zımparalanmış ve parlatılmıştır. Parlatılan numuneler %85 saf su+%10 HF+%5 HNO_3 karışımından oluşan Kroll çözeltisi ile dağlanmıştır. Dağlanan numuneler saf su ile temizlendikten sonra Nikon marka optik mikroskop kullanılarak metalografik olara incelenmiş ve 50X büyütmede görüntüleri alınmıştır. MHVD 1000 marka mikro Vickers sertlik ölçme aleti ile 50 g ve 10 s yük uygulanarak sertlikleri ölçülmüştür.

5. Sonuçlar ve Tartışma

Ti6Al4V alaşımının 850, 950 ve 1050˚C sıcaklıklarda 5, 15 ve 25 saat süre ile yapılan borlama işlemi sonucunda oluşan TiB_2 ve TiB tabakaları Şekil 3'te görülmektedir. Elde edilen tabakaların ortalama kalınlıkları Tablo 7 verilmiştir.



Şekil 3. TiB_2 ve TiB tabakalarının gösterimi

Tablo7. Ortalama TiB_2 ve TiBkalınlıkları

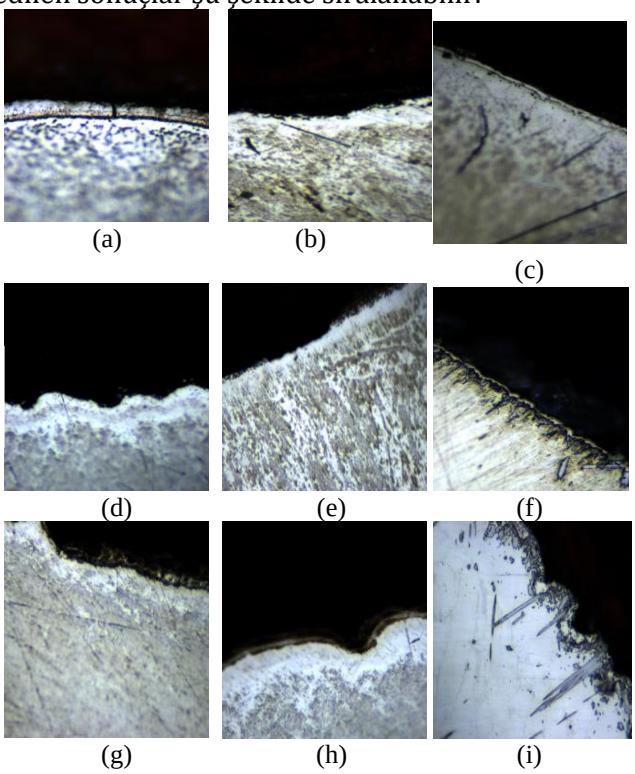
		Tabaka kalınlığı (µm)		
Sıcaklık (saat)	Oluşantabaka	850° C	950°C	1050°C
5	TiB_2	4.48	4.69	5.32
	TiB	-	-	4.50
15	TiB_2	9.33	11.05	8.05
	TiB	-	-	16.72
25	TiB_2	11.81	8.41	9.23
	TiB	-	1.3	22.77

Ti6Al4V alaşımının borlama işlemi öncesi sertlik değeri 311 HV olarak tespit edilmiştir. Numunelerin borlanmış tabakalarının sertlik değerleri için 5 adet ölçü alınıp ortalaması hesaplanmış ve Tablo 8'de verilmiştir.

Tablo 8. Borlanmış tabakaların sertlik değerleri

Süre (saat)	850 °C	950 °C	1050 °C
	TiB_2	TiB_2	TiB_2
5	512 HV	518 HV	890 HV
15	679HV	1763 HV	2114HV
25	1477HV	1893HV	2326HV

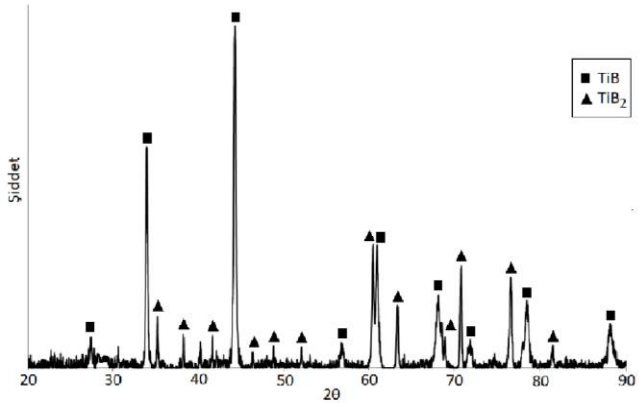
Şekil 4'te farklı sıcaklık ve sürelerde borlanmış Ti6Al4V alaşımının optik görüntüleri verilmiştir. Optik görüntüle incelendiğinde genel olarak düşük sıcaklık ve sürelerde numune yüzeyinde TiB_2 tabakasının oluştuğu fakat TiB tabakasının oluşmadığı gözlenmiştir. Optik inceleme neticesi elde edilen sonuçlar şu şekilde sıralanabilir.



Şekil4.Farklı sıcaklık ve sürelerde borlanmışTi6Al4V alaşımının optik görüntüleri; a) 5 saat 850˚C, b) 5 saat 950˚C, c) 5 saat 1050˚C, d) 15 saat 850˚C, e) 15 saat 950˚C, f) 15 saat 1050˚C, g) 25 saat 850˚C, h) 25 saat 950˚C, i) 25 saat 1050˚C

1) 850˚C 5,15, 25 saat süreyle atmosferik ortamda borlanan numunedeTiB_2 tabakası tespit edilmiş fakat TiB iğnelerine rastlanılmamıştır.
2) 950˚C 5 ve 15 saat süreyle borlanan numunede TiB_2 tabakalarının oluştuğu TiB iğnelerinin oluşmadığı görülmüştür.
3) 950˚C 25 saat süreyle borlanannumunedeTiB_2 tabakalarının oluştuğu TiB iğnelerininde azda olsa oluşmaya başlandığı gözlemlenmiştir.
4) 1050˚C 5, 15ve 25 saat süreyle borlanan Ti6Al4V alaşımında TiB_2 ve TiB iğnelerinin oluştuğu net bir şekilde gözlemlenmiştir.

Şekil 5'te 1050 ˚C'de 25 saat borlanan numunenin yüzeyinden alınan XRD deseni verilmiştir. Şekilden de görüldüğü gibi numune yüzeyinde TiB_2 ve TiB tabakaları oluşmuştur.



Şekil 5.1050 ˚C'de 25 saat borlanan numunenin XRD deseni

Bu çalışmada atmosferik şartlarda, yapılan deneyler neticesinde TiB_2 tabakasının ve TiB iğnelerinin oluşmasında en iyi sonuçlar uygulanan en yüksek sıcaklık ve en uzun sürelerde elde edilmiştir. Elde edilen borlanmış tabakalarda en yüksek sertlik 1050˚C de 25 saat süreyle borlanan numunede 2326HV olarak elde edilmiştir.

Kaynaklar

[1] Williams, D. F. (2011). The williams dictionary of biomaterials. Liverpool, Liverpool University Press
[2] Pasinli, A., "Biyomedikal uygulamalarda kullanılan biyomalzemeler", Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi, 4, 25-34, [2004].
[3] Park, J. B. And Bronzino J. D., "Biomaterials: Principlesand Applications", İngiltere: CRC Press, [2002].
[4] İnternet-10,2010, Orthopaedic_metal_alloys. www.totaljoints.info/Orthopaedic_metal_alloyshtm[2010]..
[5] Johnson, J., L., 2002, Mass, Production of medical devicesby metal ınjection molding MDDI ,November .
[6] Saving, P.,Gırovd, E., 2002, Metallic Biomaterials, Kungl Tekniska Högskolan, 11-15, December
[7] K. Anselme, M. Bigerelle, Topography effects of pure titanium substrates on human osteoblast long-term adhesion, Acta Biomaterialia, Volume 1, Issue 2,2005,Pages 211-222,
[8] Leyens, Christoph, and Manfred Peters, eds. "Titanium and titanium alloys: Fundamentals and applications". John Wiley&Sons, 2003.
[9] Ivasyshyn, O. M.,and A. V. Aleksandrov. "Status of the titanium production, research, and applications in the CIS."Materials Science44.3 [2008]:311-327..
[10] Gonzalez, Manuel Eduardo, vd. "HP / HT uygulamaları için titanyum alaşımlı boru." SPE Yıllık Teknik Konferansı ve Sergisi. Petrol Mühendisleri Derneği, 2008
[11] Kearns, Michael. "Titanium: alive, well, and booming!."Advanced Materials&Processes 163.9[2005]:63-64
[12] Kaplan Y., "İmplant yapımında kullanılan Tİ6AL4V Titantum alaşımının mekanik özelliklerine ve biyouyumluğuna Borlama işleminin etkisi", Doktora Tezi , Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli [2017].
[13]Öner, U., 2007. Türkiye'nin Alternatif Enerji Kaynakları ve Bor Madeninin Endüstride Kullanım Alanlarının Araştırılması. İstanbul Ticaret Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 102s, İstanbul
[14] Uluköy, A., "21NiCrMo2 (AISI 8620) çeliğinden yapılmış dişli çarklara karbürleme ile beraber borlama işleminin uygulanması", Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli, [2005]
[15] Sinha, A. K. and Division, B. P., ASM Metals handbook: Volume 4 – Heat treating, ABD: ASM International, 978-999, [1991].

PERAKENDE SEKTÖRÜNDE KAYDİ STOK HATALARI HAKKINDA SİSTEMATİK YAYIN TARAMASI

Gizem ÖMEROĞLU[1]*, Özge CİVAN[2],

[1]*Migros Ticaret A.Ş., Business Development & Innovation Departmant, Istanbul, Turkey*
[2]*Deloitte Consulting, Advanced Analytics & Cognitive Team, Istanbul, Turkey*

Özet

Kaydi Stok Hataları, perakende sektörünün en büyük sorunlarından biridir. Fiziksel ve kaydi stoğunun farklı olmasından dolayı perakende mağaza operasyonları ve satışlar olumsuz etkilenmektedir. Örneğin, her gün satış yapan bir ürünün fiziksel olarak mağazada bulunmamakla birlikte sistemde varmış gibi görünmesi satış kaybına ve operasyonel aksamalara neden olmaktadır. Bu sorunları bir kenara bırakırsak, kaydi stok hatalarının birçok nedeni vardır. Örneğin, hırsızlık, çoklu satılan ürünlerin tekli satışının yapılması, işlem hataları, kasiyer hataları vb. Bu çalışmada, bu yanlışlığı azaltmak için "cycle counting" denilen döngüsel sayma yönteminin kullanılması tercih edilmiştir. Döngüsel sayım, tüm stoğu saymak zorunda kalmadan belirli sayıda ürünün sayılmasına yönelik bir tekniktir. Bu ürünleri seçmek için bir algoritma geliştirilmiştir. Algoritma çeşitli senaryolardan oluşmaktadır. Bu senaryolara göre hatalı olma ihtimali en yüksek olan ürünler en üstte yer alır ve bu ürünler sayılmak üzere mağazaya gönderilir. Bu kapsamda literatür taraması "Kaydi Stok Hatası" anahtar kelimesi ile yapıldı ve 19 çalışma incelenmiştir. Algoritma, bunların gözden geçirilmesi sonucunda oluşturulmuştur.

Anahtar Kelimeler: *Kaydi Stok Hatası, cycle-counting, perakende, mağaza operasyonları*

SYSTEMATIC REVIEW ABOUT INVENTORY RECORD INACCURACY IN RETAIL SECTOR

Abstract

Inventory Record Inaccuracy is one of the big problem of retail sector. Retail store operations and retail sales are negatively affected due to different physical and registered stocks.
For instance, if a product that sells daily does not physically exist in the store, but it seems to exist in the system, it leads to loss of sales and operational disruptions. If the troubles it brings aside, there are many reasons for Inventory Record Inaccuracy. For example, theft, shrinkage errors, transaction errors, cashier errors etc. In this study, we prefer to use cycle counting method to handle this inaccuracy. Cycle counting is a technique that count a specific number of products without having to count the entire stock. We developed an algorithm to select these products. The algorithm consists of various scenarios. According to these scenarios, the products that are most likely to have an incorrect inventory record are listed at the top and the list of these products is sent to the store for control counting. In this context, the literature has reviewed by the keyword " Inventory Record Inaccuracy" and 19 studies were examined.

Keywords: *Inventory Record Inaccuracy, cycle-counting, retail, retail store operations*

1 Giriş

Mağazaların operasyonlarını etkileyen en önemli konulardan birisi mağaza stoklarıdır. Mağazanın ürünü sipariş vermesi ile başlayıp ürünün satılması ile biten süreçte aşağıdaki temel başlıklar gerçekleşebilmektedir:

- İade
- İmha
- Mağazalar arası transfer

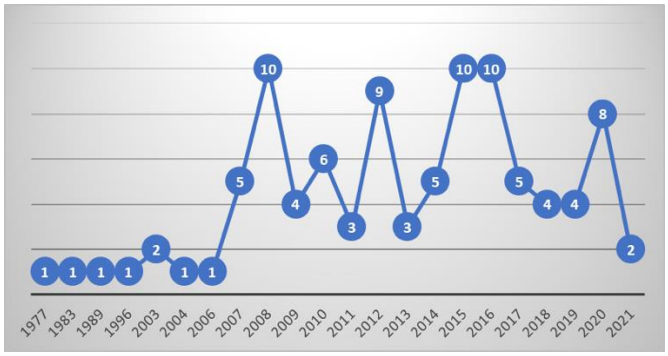
Bir mağaza için stoklarını doğru takip edebiliyor olmak birçok açıdan maliyetlerini azaltmaktadır ve bu konuya çok önem verilmektedir.
Fiili ve kaydi stok eşitsizliğini minimuma indirmek için ne tip çalışmalar yapıldığına dair literatüre bakıldığında, stokları kontrol etmek için belirli yöntemler kullanıldığı görülmüştür. Bunlardan biri RFID kullanarak tüm stokların takip edilebilir olması, bir diğeri ise "Cycle Counting" metodudur. "Cycle Counting", döngüsel kontroller ile belirli ürünlerin belirli periyotlarda kontrol edilmesidir [1].
Fiili ve kaydi stoğun eşit olmaması durumu literatürde "kaydi stok hataları" olarak geçmektedir. Bu kapsamda literatür taraması yapılarak, fiili ve kaydi stoğun farklarını etkileyen faktörler ve kullanılan yöntemler ile ilgili bir araştırma yapılmıştır. Literatür taraması sonucunda mağazalardaki stok farkı sebepleri aşağıdaki gibi listelenmiştir [1]:

- Hırsızlık
- Ürünün yanlış yere konulması veya yerinin değiştirilmesi, ürünün eskimesi ve toplu bir ürünün tek bir ürün gibi okutulması.
- Yanlış satış girdileri. Örneğin, ürünün kasada 2 defa okutulması.
- Müşterinin pahalı bir ürün etiketini ucuz ile değiştirmesi.
- Ürünün stoklama sırasında hasar görmesi.
- Günlük Kontroller
- Veritabanı hataları
- Satış ve stoklama hataları
- Sipariş sisteminden ve tedarikçilerden kaynaklanan teslimat hataları
- Hatalı data girişi ve senkronizasyonun bozulması
- Sayım hataları
- Ürün yoğunluğu: Birim alana düşen ürün çeşidi
- Ürün çeşidi
- Mutabakatsızlıkların çözülmemesi
- Ürün Hacmi
- Ürünün yıllık satış miktarı ve ürün fiyatının yüksekliği

Yapılan literatür taraması sonrasında Migros Ticaret A.Ş.'nin sistemlerine uygun, cycle counting yönteminin uygulanacağı bir algoritma tasarımı yapılacaktır. Bu tasarım kapsamında mağazaların günlük sayım yapacağı ürünler algoritma ile belirlenecektir.
Çalışmanın akışı şu şekilde devam edecektir. 2. Kısımda literatür taraması sonucu edinilen bilgiler ve makaleler paylaşılacaktır. 3. Kısımda ise sonuçlar ve gelecek çalışmalar için yönlendirme yapılacaktır.

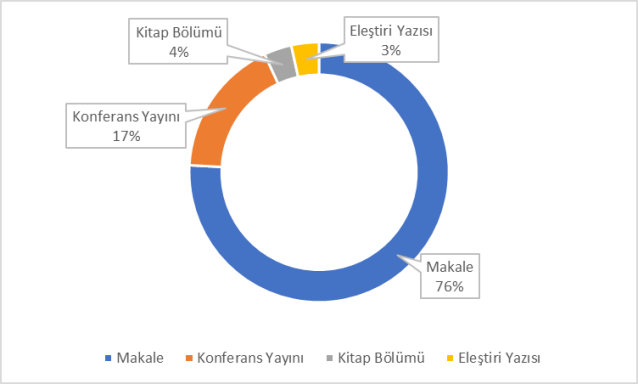
2 Literatür Taraması

Kaydi stok hataları literatürde taramaya tabi tutulmuştur. Scopus veri tabanında başlıkta, özet ve anahtar sözcüklerde "Inventory Record Inaccuracy " ve "Retail" kavramları olan yayınlara bakılmıştır. Çalışmaların yıllara göre dağılımı Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. "Inventory Record Inaccuracy" Yayınlarının Yıllara Göre Dağılımı

Şekil 2'de ise kaydi stok hatası kavramı hakkındaki yayınların perakende sektöründe yayın tiplerine göre dağılımı verilmiştir. Yayınlar scopus veri tabanında başlıkta, özet ve anahtar sözcüklerde "Inventory Record Inaccuracy" ve "Retail" kavramlarını içermektedir.



Şekil 2. "Inventory Record Inaccuracy" Ve "Retail" Kavramlarının Yayın Tiplerine Göre Dağılımı

Perakende sektöründe kaydi stok hatası uygulamaları literatür taramasına tabi tutulmuştur. Bu başlıklarda 19 yayın incelenmiştir ve özetleri çıkarılmıştır. Tablo 1'de literatür taraması için incelenen 19 yayının özeti bulunmaktadır.

Tablo 1. Kaydi Stok Hataları Konulu Literatür Taraması

No	Yayın İsmi	Yıl	Yazar	Matematiksel Model	Vaka Çalışması	Literatür Taraması	Method	Makalenin Amacı
1	Retail Store Operations: literature review and research directions	2018	[2]			x	-	Perakende mağaza operasyonları hakkında literatür taraması
2	Retail inventory management when records are inaccurate	2008	[3]	x		x	BAYES, Dinamik Programlama , Denetim Tetikleme Planı	Bayesci bir yaklaşım kullanarak kaydi stok tutarsızlığını temsil eden akıllı bir stok yönetimi aracı tasarımı.
3	Inventory Record Inaccuracy: An Empirical Analysis	2008	[4]		x	x	Hipotez testi	Kaydi stok hatalarını hem perakende hem de ürün ve mağazaların içinde ve genelinde araştırılması.
4	The Impact of inventory accurancy in the food manufacturing industry: a case study	2013	[5]			x	-	Perakende sektöründe stok hatalarının etkisinin incelenmesi.
5	A Markov Decision Process Model for Inventory for Inventory Control under Invisible Stock Loss and Inaccurate Record	2018	[6]	x	x		Markov Karar Süreci Modeli	Stok kontrol sistemi için bir model geliştirilmesi.
6	Mathematical Modeling and Bayesian Estimation for Error-Prone Retail Shelf Audits	2015	[7]	x		x	BAYES, Markov chain	Periyodik stok denetimi konusunda karar vericiye yardımcı olmak için yararlı ve uygulanabilir bir model geliştirilmesi.
7	A Markov Decision Process-Based Policy Characterization Approach for a Stochastic Inventory Control Problem With Unreliable Sourcing	2013	[8]	x	x	x	Markov Karar Süreci Modeli	Tedarik işlemlerinde için tek ürün stok sistemi önerilmesi.
8	A Break-Even Analysis of RFID Technology for Inventory Sensitive to Shrinkage	2008	[9]	x		x	Stok Politikası	Hem çoklu ürünlerin tekli satılması hatası hem de RFID'yi içeren uyumlu stok politikası geliştirilmiştir.
9	Information Inaccuracy in Inventory Systems: Stock loss and stockout	2005	[10]	x		x	Simülasyon ,(Q,R) Planı	Stok dışı durumları belirlemek için simülasyon modellemesi önerilmesi.
10	The Impact of false-negative reads on the performance of RFID-Based Shelf Inventory Control Policies	2013	[11]	x		x	Stok Kontrol Model	RFID ile raf stoğu için stok kontrol politikası önerilmesi.
11	A Comparison of RFID-Based Shelf Replenishment Policies In Retail Stores Under Suboptimal Read Rates	2015	[12]	x		x	Simülasyon	RFID ile marketlerde raf yenileme sürecini geliştirmesi.
12	Fixing Phantom Stockouts: Optimal Data-Driven Shelf Inspection Policies	2015	[13]	x		x	Markov Karar Süreci Modeli	Perakende sektöründe çoklu ürünlerin tekli satılması sorunu ve raf stok hatası sorunu için 2 model önerilmesi.

No	Yayın İsmi	Yıl	Yazar	Matematiksel Model	Vaka Çalışması	Literatür Taraması	Method	Makalenin Amacı
13	Application of Artificial Neural Networks to Multiple Criteria Inventory Classification	2009	[14]	x	x		AHP, Yapay Sinir Ağları	Çok kriterli stok sınıflandırmasında yapay sinir ağlarının kullanımını araştırarak elde edilen sonuçların açıklanması
14	Information Sensitive Replenishment When Inventory Records Are Inaccurate	2013	[15]	x		x	BAYES	Hatalı stok kaydı ve hayalet stok bulunan bir ortamda verimli yeniden sıralama politikasını değerlendirilmesi.
15	RFID-Enabled Visibility and Retail Inventory Record Inaccuracy: Experiment in the Field	2013	[16]	x	x	x	Süreksiz büyüme modeli, doğrusal karışık model	Stok yanlışlığı durumlarında RFID teknolojisinin etkilerinin araştırılması.
16	Benefits of RFID technology for reducing inventory shrinkage	2014	[17]	x		x	Newsvendor model	stok tedarik zincirinin verimliliğini artırmak için çoklu ürünlerin tekli satılması sorunları ile RFID teknolojisinin test edilmesi amaçlanmıştır.
17	An enhanced cycle counting approach utilising historical inventory data	2016	[1]		x		Yapay Sinir Ağı, Lojistik Regresyon, Rastgele Plan, Envantere dayalı Plan, İşlem- bazlı Plan, Defter değeri temelli Plan	Stok hatalı ürünleri tespit eden farklı döngü sayma yöntemi geliştirilmesi.
18	Inventory management subject to multiplicative inaccuracies	2014	[18]	x	x		Optimal Stok Planı	Stok hatalı ürünlerin bulunduğu sistemin analizine ve performans iyileştirmesine izin veren bir çerçevesi oluşturarak mevcut sistemin geliştirilmesi.
19	Investigating the Effects of Daily Inventory Record Inaccuracy in Multichannel Retailing	2013	[19]		x	x	Simülasyon	Çok kanallı bir perakendecinin günlük kaydi stok hatası çeşitliliğinin işletim performansına etkisinin araştırılması.
Toplam		**19**		**14**	**8**	**15**	**19**	

Kang ve Gershwin 2005 yılında stok dışı durumları tespit edebilmek için simülasyondan faydalanarak bir modelleme kurmuşlardır [10]. Ardından, Dehoratius, Mersereau, ve Schrage 2008 yılında BAYES, Dinamik Programlama gibi teknikleri kullanarak kaydi stok tutarsızlıklarını analiz eden bir stok yönetim aracı tasarlamışlardır [3]. Yine 2008 yılında DeHoratius ve Raman hipotez testlerinden faydalanarak kaydi stok hatalarını perakende sektöründe araştırmıştır [4]. de Kok, van Donselaar, ve van Woensel 2008 yılında stok planları ile RFID içeren bir sistemle stok politikası oluşturmuştur [9]. 2009 yılında Šimunović, Šimunović, ve ŠARIĆ yapay sinir ağlarını ve AHP yöntemini de kullanarak çok kriterli stok sınıflandırması yapmışlardır [14]. Mersereau 2013 yılında BAYES yöntemi kullanarak hazırladığı yayında hatalı stok ve hayalet stok bulunan ortamda bir sıralama politikası değerlendirilmesi yapmıştır [15]. Hardgrave, Aloysius, ve Goyal yine 2013 yılında çeşitli yöntemlerle stok hatalarında RFID teknolojisinin etkilerini araştırmıştır [16]. Kull vd. 2013 yılında bir simülasyon modeli ile çok kanallı perakendecilikte kaydi stok hatası çeşitliliğinin işletme performansına etkisini araştırmıştır [19]. Yine 2013 yılında Metzger vd. Bir stok kontrol modeli ile raf stoğu için stok kontrol politikası önermişlerdir [11]. Çalışmanın ardından 2013 yılında Ahiska vd. Markov Karar Süreci Modeli ile stok sistemi önerilmiştir [8]. Ruankaew ve Williams 2013 yılında perakende sektöründeki stok hatalarının etkilerinin incelenmesi için bir çalışma yapmışlardır [5]. Fan vd. 2014 yılında Newsvendor modeli ile stok tedarşk zinciri verimliliğini arttırmak için RFID ile testler yapmışlardır [17]. Yine 2014 yılında Khader vd. Optimal stok planı önerisi ile sistem geliştirmesi önermiştir [18]. Chuang 2015 yılında BAYES ve Markov Chain kullanarak periyodik stok denetimi konusunad bir model geliştirmişlerdir [7]. Thiesse ve Buckel yine 2015 yılında RFID etiketlerini kullanarak raf yenileme süreçlerinin geliştirilmesine katkı sağlamıştır [12]. Chen 2015 yılında Markov Karar Süreci Modeli ile yeni bir model önermiştir [13]. Ardından 2016 yılında Wijffels vd. Yapay sinir ağı, lojistik regresyon gibi yöntemlerle stok hatalı ürünleri tespit eden bir yöntem geliştirmiştir [1]. Mou, Robb, ve Dehoratius 2018 yılında perakende mağaza operasyonları hakkında literatür taraması yapmışlardır [2]. Yine 2018 yılında Zhang ve Wang Markov Karar Süreci Modeli ile stok kontrol sistemi için bir model geliştirmişlerdir [6].

3 Sonuç

Bu çalışmada, perakendecilik sektöründeki en önemli sorunlardan biri olan kaydi ve fiili stokların farkları üzerinde durulmuştur. Fiili ve kaydi stok eşitsizliğini minimuma indirmek için literatürde 19 yayın incelenmiştir. Bu yayınların içerikleri incelendiğinde, BAYES, hipotez testleri, RFID gibi bir sürü yöntem kullanıldığı görülmüştür.

Bir mağaza için stoklarını doğru takip edebiliyor olmak birçok açıdan maliyetlerini azaltmaktadır ve bu konuya çok önem verilmektedir. Bu sebeple Migros Ar-Ge merkezi olarak fiili ve kaydi stokları eşit seviyeye getirebilmek için bir stok düzeltme algoritması geliştirilmesi hedeflenmiştir.

Literatüre bakıldığında, algoritma ve makine öğrenmesinin bir arada olduğu bir yapı aracılığıyla tüm mağazalara ürün listesi gönderen bir yapıyı anlatan çalışmaya rastlanmamıştır. Bu açılardan bakılıp, yapılan araştırmalar literatüre katkı sağlayacaktır.

4 Referanslar

[1] L. Wijffels, V. Giannikas, P. Woodall, D. McFarlane, ve W. Lu, "An enhanced cycle counting approach utilising historical inventory data", IFAC-PapersOnLine, c. 49, sayı 12, ss. 1347–1352, 2016.

[2] S. Mou, D. J. Robb, ve N. Dehoratius, "Retail store operations : Literature review and research directions", Eur. J. Oper. Res., c. 265, sayı 2, ss. 399–422, 2018.

[3] N. Dehoratius, A. J. Mersereau, ve L. Schrage, "Retail inventory management when records are inaccurate", Manuf. Serv. Oper. Manag., c. 10, sayı 2, ss. 257–277, 2008.

[4] N. DeHoratius ve A. Raman, "Inventory record inaccuracy: An empirical analysis", Manage. Sci., c. 54, sayı 4, ss. 627–641, 2008.

[5] T. Ruankaew ve P. Williams, "The Impact of Inventory Inaccuracy in the Food Manufacturing Industry: A Case Study", Bus. Manag. Dyn., c. 2, sayı 10, ss. 28–34, 2013.

[6] Y. Zhang ve Z. Wang, "A Markov decision process model for inventory control under invisible stock loss and inaccurate record", 2017 Asian Control Conf. ASCC 2017, c. 2018-Janua, ss. 2478–2483, 2018.

[7] H. H. C. Chuang, "Mathematical modeling and Bayesian estimation for error-prone retail shelf audits", Decis. Support Syst., c. 80, ss. 72–82, 2015.

[8] S. S. Ahiska, S. R. Appaji, R. E. King, ve D. P. Warsing, "A Markov decision process-based policy characterization approach for a stochastic inventory control problem with unreliable sourcing", Int. J. Prod. Econ., c. 144, sayı 2, ss. 485–496, 2013.

[9] A. G. de Kok, K. H. van Donselaar, ve T. van Woensel, "A break-even analysis of RFID technology for inventory sensitive to shrinkage", Int. J. Prod. Econ., c. 112, sayı 2, ss. 521–531, 2008.

[10] Y. Kang ve S. B. Gershwin, "Information inaccuracy in inventory systems: Stock loss and stockout", IIE Trans. (Institute Ind. Eng., c. 37, sayı 9, ss. 843–859, 2005.
[11] C. Metzger, F. Thiesse, S. Gershwin, ve E. Fleisch, "The impact of false-negative reads on the performance of RFID-based shelf inventory control policies", Comput. Oper. Res., c. 40, sayı 7, ss. 1864–1873, 2013.
[12] F. Thiesse ve T. Buckel, "A comparison of RFID-based shelf replenishment policies in retail stores under suboptimal read rates", Int. J. Prod. Econ., c. 159, ss. 126–136, 2015.
[13] L. Chen, "Fixing Phantom Stockouts: Optimal Data-Driven Shelf Inspection Policies", SSRN Electron. J., ss. 1–37, 2015.
[14] K. Šimunović, G. Šimunović, ve T. ŠARIĆ, "Application of Artificial Neural Networks to Multiple Criteria Inventory Classification", Appl. Artifi cial Neural Networks, c. 51, sayı 4, ss. 313–321, 2009.
[15] [15] A. J. Mersereau, "Information-sensitive replenishment when inventory records are inaccurate", Prod. Oper. Manag., c. 22, sayı 4, ss. 792–810, 2013.
[16] B. C. Hardgrave, J. A. Aloysius, ve S. Goyal, "RFID-enabled visibility and retail inventory record inaccuracy: Experiments in the field", Prod. Oper. Manag., c. 22, sayı 4, ss. 843–856, 2013.
[17] T. J. Fan, X. Y. Chang, C. H. Gu, J. J. Yi, ve S. Deng, "Benefits of RFID technology for reducing inventory shrinkage", Int. J. Prod. Econ., c. 147, sayı PART C, ss. 659–665, 2014.
[18] S. Khader, Y. Rekik, V. Botta-Genoulaz, ve J. P. Campagne, "Inventory management subject to multiplicative inaccuracies", Int. J. Prod. Res., c. 52, sayı 17, ss. 5055–5069, 2014.
[19] T. J. Kull, M. Barratt, A. C. Sodero, ve E. Rabinovich, "Investigating the effects of daily inventory record inaccuracy in multichannel retailing", J. Bus. Logist., c. 34, sayı 3, ss. 189–208, 2013.

Veri Madenciliği Yazılımları ile Otizm Veri Görselleştirme Veri Seti Üzerinde Uygulanması

Hamdi AYKAŞ[1], İrem DÜZDAR ARGUN[2]
[1]Fen Bilimleri Enstitüsü Bilgisayar Mühendisliği A.D. Düzce Üniversitesi, Türkiye
[2] Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü Düzce Üniversitesi, Türkiye

Özet

Günümüzde teknolojinin gelişmesi ile bilgisayarların depolama kapasiteleri artmış, kapasitelerin artması ile birlikte oluşan veri miktarı da artmıştır. Bu artan verinin içerisinde anlamlı ve anlamsız birçok bilgi bulunmaktadır. Bu bilginin anlamlı hale getirilmesi de veri madenciliği yöntemleri ile daha kolay bir hal almıştır. Sağlık sektöründe veri madenciliği yöntemlerinin sıkça kullanıldığı bilinmektedir. Hastalığın belirtilerini titizlik ile analiz edip doğru teşhisi koymada büyük önem arz etmektedir. Bu çalışmamızda Otizm Veri Görselleştirme veri seti üzerinde Sınıflandırma ve Kümeleme Algoritmaları olan Naive Bayes, Random Forest, Decision Tree ve SVM uygulayarak veri seti üzerinde hangi algoritmanın daha başarılı sonuçlar elde ettiğini gözlemlenmiştir. Bu algoritmaları dört farklı program üzerinde test edilmiştir. Sırasıyla Orange, Weka, Python ve Rapid Miner programlarından elde edilen sonuçları da kendi içersin de analiz edildi.

Anahtar Kelimeler: veri madenciliği, sınıflandırma algoritmaları, python, orange, rapid miner, weka, naive bayes, random forest, karar ağaçları, svm, otizm veri görselleştirme

Application of Data Mining Softwares on Autism Data Visualization Data Set

Abstract

Nowadays, with the development of technology, the storage and operation capacity of computers has been increased, and the amount of data given has increased with this increased capacities. The stored huge data includes meaningful and meaningless information together. This huge data can be meaningful by employing the data mining techniques. Most commonly used applications of data mining methods are used in healthcare industry. It has an important place in analyzing the symptoms of the disease meticulously and making the true diagnosis. In this study, by applying the Classification and Clustering Algorithms of Naive Bayes, Random Forest, Decision Tree and SVM on the Autism Data Visualization data set, to observe more successful results on the data set can be achieved with which algorithm. These algorithms are tested on four different softwares. Then the results obtained from the Orange, Weka, Python and Rapid Miner softwares are analyzed with each other.

Keywords: data mining, classification algorithms, python, orange, rapid miner, weka, naive bayes, random forest, decision tree, svm, autism data visualization

1 Giriş

Günümüzde veri miktarlarının büyümesi ile bu veriyi anlamlı hale getirip kullanmak büyük önem kazanmıştır. Depolanmış olan bu büyük veri içerisinden anlamlı veriye ulaşılması işlemi veri madenciliği olarak isimlendirilir [1]. Yapılan araştırmalarda genellikle işlem görmemiş veriler elde edilmektedir. Doğru teknik ve analiz işlemleri ile işlenerek çözümlenir [2]. Veri madenciliği yöntemleri günümüzde pek çok alanda tercih edilmektedir ama daha çok belirsizliğin ve verinin karmaşık olduğu alanlarda daha sık tercih edilmektedir. Örneğin bir hastalığın teşhisinde benzer belirtilerin ayırt edilerek doğru teşhisi koymak için kullanılır [3].

Veri analiz etmek için tercih edilen yöntemleri; sınıflandırma, kümeleme ve birliktelik kuralı yöntemleri tercih edilmektedir. Kümeleme yöntemi; Veriler arasındaki benzerlikler göz edilerek gruplamaya dayanan bir süreçtir [4]. Veri bir eğitim sürecine tabi tutulmadan gözleme dayalı bir

[1] İletişim e-posta: hamdi.aykas@hotmail.com
[2] İletişim e-posta: iremduzdar@duzce.edu.tr

gruplandırma söz konusudur [5]. Sınıflandırma yöntemi; Daha önceden oluşturulmuş sınıflar yardımı ile verinin sınıflandırılmasıdır. Verilen eğitim seti ile hangi verilerin hangi sınıflara atanacağı öğretilir. Bu öğrenme ile daha sonrasında test verisi uygun sınıflara yerleştirilmektedir [6,7]. Birliktelik kuralı algoritması; Eldeki verileri analiz ederek veriler üzerindeki ilişkiyi keşfedilmesini sağlayan bir veri madenciliği yaklaşımıdır [8].

Bu çalışmada Otizm Veri Görselleştirme veri seti veri madenciliği yöntemleri olan sınıflandırma ve kümeleme algoritmalarını kullanarak analiz edilecektir. Otizm Veri Görselleştirme veri setinin farklı algoritmalar ve farklı veri madenciliği uygulamaları üzerinde alınacak sonuçların karşılaştırılması yapılacaktır. Çıkan sonuçların performans özellikleri doğrultusunda en iyi algoritma ve en iyi program önerisi yapılması hedeflenmektedir.

2 Veri Seti ve Metodoloji

2.1 Veri Seti

Naive Bayes, Decision Tree, Random Forest ve Destek Vektör Makinesi (SVM) algoritmalarını kullanarak veri seti üzerinde incelemeler yapılmıştır. Veri setini CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION [12] web sitesi üzerinden elde edilmiştir. Veri seti ABD de yer alan otizmli çocuklar ile ilgilidir. Özellik sayısı 7 adet, veri sayısı 1814 adettir. Veri setinde yer alan 1. Ve 7. Sütün metin değerlerinden oluşurken diğer sütunlar sayısal değerlerden oluşmaktadır. National Survey of Childrens Health (NSCH) ulusal çocuk sağlığı araştırması sayısı 113 Adet, Special Education Child Count (SPED) özel eğitimli çocuk sayısı 919 Adet, Medicaid (MEDI) özel eğitimli çocuk sayısını araştıran bir kurum 676 Adet, ADDM web sitesinin araştırma sayısı 106 Adet veri bulunmaktadır [12].

2.2 Programlar ve Algoritmalar

Veri madenciliği analizinde Weka, RapidMiner, Orange ve Python programları kullanılmıştır. Bu programların sunmuş olduğu hazır kütüphaneler olan Naive Bayes, Decision Tree, Random Forest ve SVM kütüphaneleri kullanılmıştır.

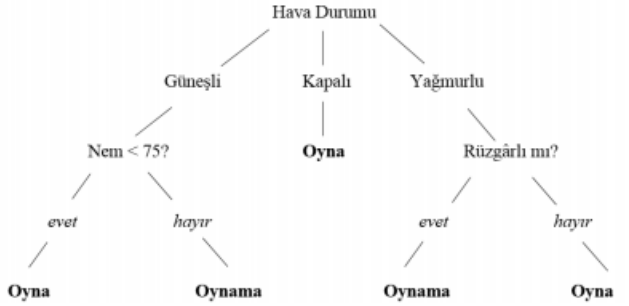
Naive Bayes

Bu algoritma olasılık dağılımlarını ele alır. Koşullu olasılıkların birbirleri ile olan ilişkilerini inceler. Kökeninde Bayes Teoremine dayanmaktadır. Bir öğrenme algoritması olup makine öğrenmesi alanında sıkça kullanılmaktadır. P(A|B), B olayı gerçekleştiği durumda A olayının meydana gelmesi (Denklem 1). P(B|A), A olayı gerçekleştiği durumda B olayının meydana gelme olasılığıdır. P(A) ve P(B) A ve B olaylarının önsel olasılıklarıdır [9].

$$P(A|B) = \frac{P(B|A)\,P(A)}{P(B)} \tag{1}$$

Decision Tree

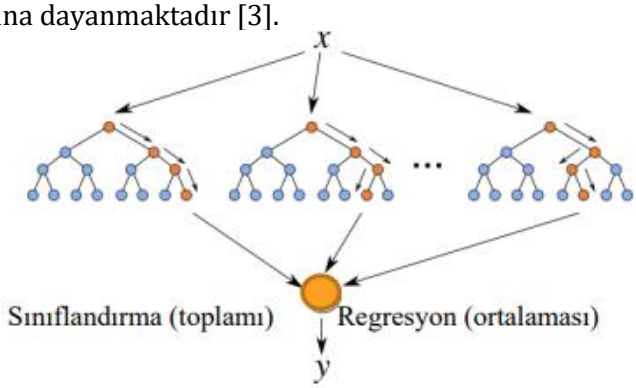
Bu algoritma gözetimli öğrenme algoritması olan karar ağaçları algoritması olarak geçmektedir. Sorunları sınıflandırma yöntemleri ile ele alır. Alt dallara ayırarak sorunlara çözüm üretmektedir. Veri madenciliği alanında sıkça kullanılmaktadır. Şekil 1. de görüldüğü gibi kök, dal ve yapraklar yapısına dayanmaktadır [10].



Şekil 1. Decision Tree Hava Durumuna Bağlı Oyun Oynama

Random Forest

Karar ağaçları yapısına benzemektedir. Sınıflara ayırarak alt dallara ayırır. Tahmin modelleri oluşturarak denetimli bir öğrenme sağlamaktadır. Şekil 2. de görüldüğü gibi birçok karar ağacının bir arada kullanılması ve bir karar ormanı oluşturması esasına dayanmaktadır [3].

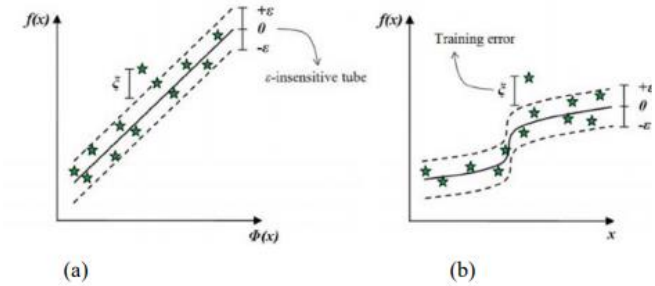


Şekil 2. Random Forest için Örnek Gösterim

Destek Vektör Makinaları (SVM)

Bu algoritma olarak bilinen bir sınıflandırma algoritmasıdır. Ve makine öğrenmesi alanında sıkça kullanılmaktadır. Regresyon ve sınıflandırma için kullanılan iki modeli

bulunmaktadır. Çizilen sınırların aralığına maksimum sayıda örnek sığmasını sağlar. Bu sınır noktalarına destek noktaları denir [3].



Şekil 3. Destek Vektör Makinesi (SVM) Grafiksel Gösterimi

2.3 Performans Metrikleri

Yapılan çalışmalar doğrultusunda veri madenciliği ve makine öğrenmesi tekniklerinin kullanılarak elde edilen sonuçların başarısı yapılan çalışma için önem arz etmektedir. Yapılan çalışmanın başarısı içinde performans metrikleri göz önünde bulundurulur. Bu metrikler sonucunda çalışmanın doğruluğu (Accuraccy) önemlidir. Doğruluk hata matrisi (Tablo 1) yardımı ile hesaplanmaktadır [13].

Tablo 1. Hata Matrisi [13]

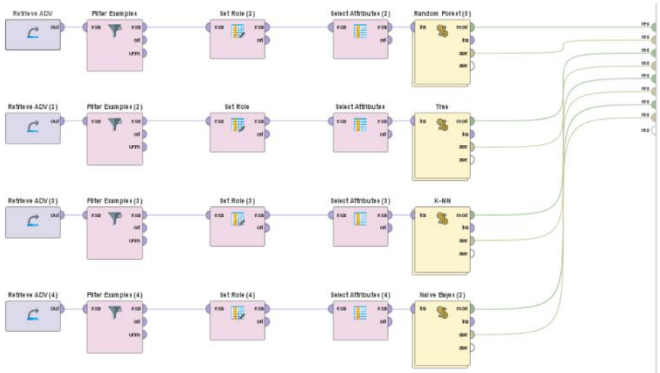
		Gerçek Değerler	
		Pozitif (1)	Negatif (0)
Tahmin Değerleri	Pozitif (1)	True Positive	False Positive
	Negatif (0)	False Negative	True Negative

Pozitif: Araştırılan kategori.
Negatif: Diğer kategori.
TP: Gerçek değer "pozitif" iken, modelin de "pozitif" olarak tahmin ettiği gözlem adedi.
TN: Gerçek değer "negatif" iken, modelin de "negatif" olarak tahmin ettiği gözlem adedi.
FP: Gerçek değer "negatif" iken, modelin de "pozitif" olarak tahmin ettiği gözlem adedi.
FN: Gerçek değer "pozitif" iken, modelin de "negatif" olarak tahmin ettiği gözlem adedi.
Gözlem adetleri sonucunda ise doğruluğu, hata oranını, duyarlılığı, belirliliği ve kesinliği bulabiliriz. Nasıl hesaplamalar yapılacağı aşağıdaki denklemlerce gösterilmiştir [14-15].

Hata Oranı: (FN+FP) / (TP+FP+TN+FN) Denklemi ile hesaplanmaktadır.
Doğruluk: 1 - (Hata Oranı) Denklemi ile hesaplanmaktadır.
Duyarlılık: TP/(TP+FN) Denklemi ile hesaplanmaktadır.
Belirlilik: TN/(TN+FP) Denklemi ile hesaplanmaktadır.
Kesinlik: TP/(TP+FP) Denklemi ile hesaplanmaktadır.

3 Uygulama ve Sonuçlar

İlk olarak veri analiz etme programı olan RapidMiner üzerinde çalıştık ve bu çalışmamızda Şekil 4'te görüldüğü gibi veri madenciliği algoritmalarına dayalı model kurulmuştur. Kurulan model doğrultusunda Naive Bayes, Decision Tree, Random Forest ve SVM algoritmalarını test edilmiştir.



Şekil 4. RapidMiner Üzerinde Çalışma Ekranı (Eğitim %66, Test %34)

İlk olarak RapidMiner üzerinde Naive Bayes sonuçlarını ele alınmıştır. Veri seti %66 eğitim ve %34 test olarak 2 parçaya ayrılmıştır. Naive Bayes algoritması uygulandığında RapidMiner programının vermiş olduğu doğruluk Şekil 5'te görüldüğü gibi %67,11 olarak görülmektedir.

PerformanceVector

```
PerformanceVector:
accuracy: 67.11%
ConfusionMatrix:
True:   addm    medi    nsch    sped
addm:   23      3       0       0
medi:   10      169     1       132
nsch:   0       0       36      0
sped:   0       51      0       174
weighted_mean_recall: 74.91%, weights: 1, 1, 1, 1
ConfusionMatrix:
True:   addm    medi    nsch    sped
addm:   23      3       0       0
medi:   10      169     1       132
nsch:   0       0       36      0
sped:   0       51      0       174
weighted_mean_precision: 79.99%, weights: 1, 1, 1, 1
ConfusionMatrix:
True:   addm    medi    nsch    sped
addm:   23      3       0       0
medi:   10      169     1       132
nsch:   0       0       36      0
sped:   0       51      0       174
```

Şekil 5. RapidMiner Üzerinde Naive Bayes Performans

RapidMiner üzerinde Decision Tree sonuçlarını ele alacağız. Veri seti %66 eğitim ve %34 test olarak 2 parçaya ayrılmıştır. Decision Tree uygulandığında RapidMiner programının vermiş olduğu doğruluk Şekil 6'da görüldüğü gibi %70,12 olarak görülmektedir.

PerformanceVector

```
PerformanceVector:
accuracy: 70.12%
ConfusionMatrix:
True:   addm    medi    nsch    sped
addm:   29      14      0       0
medi:   2       50      0       2
nsch:   1       0       37      0
sped:   1       159     0       304
weighted_mean_recall: 77.41%, weights: 1, 1, 1, 1
ConfusionMatrix:
True:   addm    medi    nsch    sped
addm:   29      14      0       0
medi:   2       50      0       2
nsch:   1       0       37      0
sped:   1       159     0       304
weighted_mean_precision: 80.73%, weights: 1, 1, 1, 1
ConfusionMatrix:
True:   addm    medi    nsch    sped
addm:   29      14      0       0
medi:   2       50      0       2
nsch:   1       0       37      0
sped:   1       159     0       304
```

Şekil 6. RapidMiner Üzerinde Decision Tree Performans

RapidMiner üzerinde Random Forest sonuçlarını ele alacağız. Veri seti %66 eğitim ve %34 test olarak 2 parçaya ayrılmıştır. Random Forest uygulandığında RapidMiner programının vermiş olduğu doğruluk Şekil 7'de görüldüğü gibi %96,83 olarak görülmektedir.

PerformanceVector

```
PerformanceVector:
accuracy: 96.83%
ConfusionMatrix:
True:   addm    medi    nsch    sped
addm:   28      1       0       0
medi:   3       213     2       2
nsch:   2       0       35      0
sped:   0       9       0       304
weighted_mean_recall: 93.58%, weights: 1, 1, 1, 1
ConfusionMatrix:
True:   addm    medi    nsch    sped
addm:   28      1       0       0
medi:   3       213     2       2
nsch:   2       0       35      0
sped:   0       9       0       304
weighted_mean_precision: 96.27%, weights: 1, 1, 1, 1
ConfusionMatrix:
True:   addm    medi    nsch    sped
addm:   28      1       0       0
medi:   3       213     2       2
nsch:   2       0       35      0
sped:   0       9       0       304
```

Şekil 7. RapidMiner Üzerinde Random Forest Performans

RapidMiner üzerinde SVM sonuçlarını ele alacağız. Veri seti %66 eğitim ve %34 test olarak 2 parçaya ayrılmıştır. Decision Tree uygulandığında RapidMiner programının vermiş olduğu doğruluk %73,29 olarak görülmektedir.

PerformanceVector

```
PerformanceVector:
accuracy: 73.29%
ConfusionMatrix:
True:   addm    medi    nsch    sped
addm:   24      13      0       0
medi:   8       112     0       40
nsch:   1       0       37      0
sped:   0       98      0       266
weighted_mean_recall: 77.47%, weights: 1, 1, 1, 1
ConfusionMatrix:
True:   addm    medi    nsch    sped
addm:   24      13      0       0
medi:   8       112     0       40
nsch:   1       0       37      0
sped:   0       98      0       266
weighted_mean_precision: 76.33%, weights: 1, 1, 1, 1
ConfusionMatrix:
True:   addm    medi    nsch    sped
addm:   24      13      0       0
medi:   8       112     0       40
nsch:   1       0       37      0
sped:   0       98      0       266
```

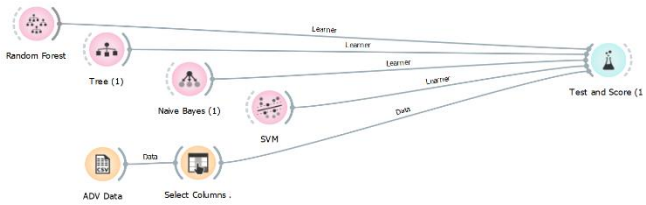
Şekil 8. RapidMiner Üzerinde SVM Performans

Python üzerinde Naive Bayes, Random Forest, Decision Tree ve SVM algoritmaları ile çalışılmış, eğitim veri seti %66 test veri seti %34 alınarak testler yapılmıştır. Yapılan testlerin sonuçlarını ele alınmıştır. Tablo 2'de görüldüğü gibi SVM en yüksek doğruluğu verirken Naive Bayes en düşük doğruluğu vermektedir.

Tablo 2. Python Üzerinde Elde Edilen Sonuçlar (Eğitim %66, Test %34)

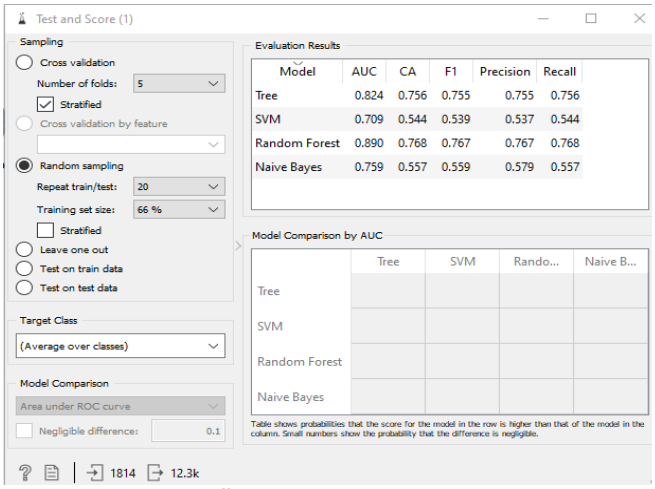
Naive Bayes	Decision Tree	SVM	Random Forest
67,11	70,12	96,83	73,29

Orange programı üzerinde Şekil 9'da görüldüğü gibi Naive Bayes, Random Forest, Decision Tree ve SVM algoritmaları kullanılarak model oluşturulup çalıştırılmış ve sonuçlarını ele alınmıştır. Eğitim veri seti %66 alınıp test veri seti %34 alınmıştır.



Şekil 9. Orange Üzerinde Çalışma ekranı (Eğitim %66, Test %34)

Orange üzerinde Tree, SVM, Random Forest ve Naive Bayes sonuçlarını ele alacağız. Veri seti %66 eğitim ve %34 test olarak 2 parçaya ayrılmıştır. Şekil 10'da görüldüğü gibi sırayla Decision Tree %82,4 SVM %70,9 Random Forest %89 ve son olarak Naive Bayes %75,9 oranında doğruluk ile hesaplama yaptığı görülmektedir.



Şekil 10. Orange Üzerinde Naive Bayes, Decision Tree, SVM ve Random Forest Performans

Weka üzerinde Naive Bayes, Random Forest, Decision Tree ve SVM sonuçlarını ele alacağız. Veri seti %66 eğitim ve %34 test olarak 2 parçaya ayrılmıştır. Naive Bayes uygulandığında Weka programının vermiş olduğu doğruluk Şekil 11'de görüldüğü gibi %62,72 olarak görülmektedir.

```
=== Summary ===

Correctly Classified Instances         387               62.7229 %
Kappa statistic                          0.3863
Mean absolute error                      0.2078
Root mean squared error                  0.3505
Relative absolute error                 69.8756 %
Root relative squared error             91.7084 %
Total Number of Instances               617

=== Detailed Accuracy By Class ===

                 TP Rate  FP Rate  Precision  Recall   F-Measure  MCC      ROC Area  PRC Area  Class
                 0,676    0,024    0,622      0,676    0,648      0,627    0,981     0,717     addm
                 0,678    0,392    0,502      0,678    0,577      0,276    0,659     0,450     medi
                 0,938    0,007    0,882      0,938    0,909      0,904    0,998     0,971     nsch
                 0,556    0,201    0,753      0,556    0,639      0,363    0,729     0,775     sped
Weighted Avg.    0,627    0,252    0,660      0,627    0,631      0,374    0,731     0,663

=== Confusion Matrix ===

   a   b   c   d   <-- classified as
  23   9   1   1 |   a = addm
  12 154   3  58 |   b = medi
   1   1  30   0 |   c = nsch
   1 143   0 180 |   d = sped
```

Şekil 11. Weka Üzerinde Naive Bayes Doğruluk Tablosu

Veri seti %66 eğitim ve %34 test olarak 2 parçaya ayrılmıştır. Random Forest uygulandığında Weka programının vermiş olduğu doğruluk Şekil 12'de görüldüğü gibi %96,27 olarak görülmektedir.

```
=== Summary ===

Correctly Classified Instances         594               96.2723 %
Kappa statistic                          0.936
Mean absolute error                      0.0635
Root mean squared error                  0.1325
Relative absolute error                 21.3524 %
Root relative squared error             34.6616 %
Total Number of Instances               617

=== Detailed Accuracy By Class ===

                 TP Rate  FP Rate  Precision  Recall   F-Measure  MCC      ROC Area  PRC Area  Class
                 0,882    0,009    0,857      0,882    0,870      0,862    0,998     0,972     addm
                 0,969    0,023    0,961      0,969    0,965      0,944    0,995     0,989     medi
                 0,813    0,005    0,897      0,813    0,852      0,846    0,998     0,967     nsch
                 0,981    0,020    0,981      0,981    0,981      0,961    0,994     0,996     sped
Weighted Avg.    0,963    0,020    0,963      0,963    0,963      0,943    0,995     0,991

=== Confusion Matrix ===

   a   b   c   d   <-- classified as
  30   2   2   0 |   a = addm
   0 220   1   6 |   b = medi
   5   1  26   0 |   c = nsch
   0   6   0 318 |   d = sped
```

Şekil 12. Weka Üzerinde Random Forest Doğruluk Tablosu

Veri seti %66 eğitim ve %34 test olarak 2 parçaya ayrılmıştır. Decision Tree uygulandığında Weka programının vermiş olduğu doğruluk Şekil 13'te görüldüğü gibi %96,92 olarak görülmektedir.

4 Katkı ve Tartışma

Veri setimiz 4 farklı uygulamada 4 farklı yöntem ile test edilmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda elde edilen sonuçların birbirlerine benzerlik gösterdiği fakat aynı olmadığı gözlemlenmiştir. Çalışma sırasında test edilen veri parçasının doğruluk yüzdesine bakılmış ve karşılaştırmalar doğruluk esas alınarak yapılmıştır. Veri setimiz üzerinde eğitim %50, %66 ve %90 seçilerek çalışılmıştır. Eğitim veri seti %50 ve eğitim veri seti %90 olarak seçildiğinde başarı oranının eğitim veri seti %66 olarak seçilmesine kıyasla daha düşük bir başarı oranına sahip gözlemlenmiştir. Bu sebep ile eğitim veri seti %66 ve test veri seti %34 olarak seçilmiştir.

Tablo 3. Sonuç karşılaştırması

Veri Seti		Rapid Miner				Weka			
Eğitim	Test	Accuracy	Accuracy	Accuracy	Accuracy	Accuracy	Accuracy	Accuracy	Accuracy
66%	34%	67.1	96.8	73.29	70.1	62.7	96.2	79.0	96.9
Algoritmalar		NB	RF	SVM	DTRee	NB	RF	SVM	DTRee
Veri Seti		Orange				Python			
Eğitim	Test	Accuracy	Accuracy	Accuracy	Accuracy	Accuracy	Accuracy	Accuracy	Accuracy
66%	34%	75.9	89.0	70.9	82.4	72.6	71.8	52.5	74.6
Algoritmalar		NB	RF	SVM	DTRee	NB	RF	SVM	DTRee

```
=== Summary ===

Correctly Classified Instances         598               96.9206 %
Kappa statistic                          0.9472
Mean absolute error                      0.0184
Root mean squared error                  0.1049
Relative absolute error                  6.1951 %
Root relative squared error             27.4574 %
Total Number of Instances              617

=== Detailed Accuracy By Class ===

                 TP Rate  FP Rate  Precision  Recall   F-Measure  MCC      ROC Area  PRC Area  Class
                 0,971    0,007    0,892      0,971    0,930      0,926    1,000     0,991     addm
                 0,956    0,015    0,973      0,956    0,964      0,944    0,994     0,988     medi
                 0,969    0,000    1,000      0,969    0,984      0,983    1,000     0,997     nsch
                 0,978    0,031    0,972      0,978    0,975      0,948    0,994     0,992     sped
Weighted Avg.    0,969    0,022    0,970      0,969    0,969      0,947    0,995     0,991

=== Confusion Matrix ===

   a   b   c   d   <-- classified as
  33   0   0   1 |   a = addm
   2 217   0   8 |   b = medi
   1   0  31   0 |   c = nsch
   1   6   0 317 |   d = sped
```

Şekil 13. Weka Üzerinde Decision Tree Doğruluk Tablosu

Veri seti %66 eğitim ve %34 test olarak 2 parçaya ayrılmıştır. SVM uygulandığında Weka programının vermiş olduğu doğruluk Şekil 14'te görüldüğü gibi %79,09 olarak görülmektedir.

```
=== Summary ===

Correctly Classified Instances         488               79.0924 %
Kappa statistic                          0.6268
Mean absolute error                      0.2686
Root mean squared error                  0.3402
Relative absolute error                 90.3495 %
Root relative squared error             88.9955 %
Total Number of Instances              617

=== Detailed Accuracy By Class ===

                 TP Rate  FP Rate  Precision  Recall   F-Measure  MCC      ROC Area  PRC Area  Class
                 0,471    0,003    0,889      0,471    0,615      0,633    0,903     0,560     addm
                 0,648    0,121    0,758      0,648    0,698      0,547    0,776     0,628     medi
                 0,875    0,002    0,966      0,875    0,918      0,915    0,994     0,919     nsch
                 0,917    0,270    0,790      0,917    0,849      0,662    0,835     0,774     sped
Weighted Avg.    0,791    0,186    0,793      0,791    0,784      0,632    0,825     0,716

=== Confusion Matrix ===

   a   b   c   d   <-- classified as
  16  17   1   0 |   a = addm
   1 147   0  79 |   b = medi
   1   3  28   0 |   c = nsch
   0  27   0 297 |   d = sped
```

Şekil 14. Weka Üzerinde SVM Doğruluk Tablosu

Rapid Miner programı üzerinde en başarılı algoritma Random Forest iken en başarısız algoritma ise Naive Bayes olarak gözlemlenmiştir. Weka programı üzerinde en başarılı algoritma Decision Tree iken en başarısız algoritma Naive Bayes olarak gözlemlenmiştir. Orange programı üzerinde en başarılı algoritma Random Forest iken en başarısız algoritma Destek Vektör Makinesi (SVM) olarak gözlemlenmiştir. Python programı üzerinde en başarılı algoritma Decision Tree iken en başarısız algoritma Destek Vektör Makinesi (SVM) olarak gözlemlenmiştir (Tablo 3).

Veri madenciliği uygulamaları farklı kodlama altyapısına sahip olabilen bilgisayar programlarıdır [11]. Yapılan çalışmalar sonucunda elimizdeki verinin ağaç yapısına daha uygun bir veri olduğu gözlenmektedir. Decision Tree ve Random Forest algoritmalarının yapısal olarak aynı algoritma yapısından gelmektedir. Random Forest algoritması birden fazla Decision Tree yapısının bir araya gelmesi ile karar ağaçları ormanı oluşturmaktadır. Elimizdeki veri seti karar ağaçları algoritmaları ile yapılan çalışmalar neticesinde başarılı oldukları görülmektedir. Programların arka planda kullanmış

olduğu altyapı farklılıkları sonuçların bire bir aynı olmasının önüne geçmektedir.

Kaynak

[1] M. Yıldız ve Ş. E. Şeker, "Veri Madenciliği Araçları" Cilt 3, Sayı 4

[2] A. Ural, İ. Kılıç, Bilimsel Araştırma Süreci ve SPSS ile Veri Analizi, Detay Yayıncılık, Ankara, 2006.

[3] M. B. Keleş, Aytürk Keleş, Ali Keleş, "PREDICTING FLIGHT PRICES WITH MACHINE LEARNING METHODS" Cilt 7, Sayı 11, 2020

[4] Y. Farhang, "Face extraction from ımage based on K-Means Clustering Algorithms," International Journal Of Advanced Computer Science And Applications, vol. 8, no. 9, pp. 96-107, 2017.

[5] Q. Chen, Y. Wan, X. Zhang, Y. Lei, J. Zobel and K. Verspoor, "Comparative analysis of sequence clustering methods for deduplication of biological databases," Journal of Data and Information Quality (JDIQ), vol. 9, no. 3, pp. 1-27, 2018.

[6] I. C. Yeh and C. H. Lien, "The comparisons of data mining techniques for the predictive accuracy of probability of default of credit card clients," Expert Systems with Applications, vol. 36, no. 2, pp. 2473-2480, 2009.

[7] E. J. Lauría, A. D. March, "Combining bayesian text classification and shrinkage to automate healthcare coding: A Data Quality Analysis," Journal of Data and Information Quality (JDIQ), vol. 2, no. 3, pp. 13, 2011.

[8] Özçakır, F.C.: "Müşteri İşlemlerindeki Birlikteliklerin Belirlenmesinde Veri Madenciliği Uygulaması" Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul. 2006

[9] Wikipedia. (5 Mayıs 2021) Naive Bayes. [İnternet]Mevcut: https://tr.wikipedia.org/wiki/Naive_Bayes_sınıflandırıcısı,

[10] J. R. Quinlan, "Decision Trees and Decisionmaking", IEEE Transactions On Systems, Man. And Cybernetics, 20(2), 1990.

[11] E. Atagün and I. Duzdar Argun, "Performance analysis of data mining software with parametric changes," International Journal of Forensic Software Engineering, vol. 1, no. 2-3, pp. 115- 143, 2020.

[12] CDC. (5 Mayıs 2021) Autism Data Visualization. [İnternet]Mevcut: https://www.cdc.gov/ncbddd/autism/data/index.html#resources

[13] F. Gökpınar, Y. E. Gökpınar, "TARIMSAL VERİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİNDE KULLANILAN VERİ MADENCİLİĞİ TEKNİKLERİ", Türkiye Ziraat Mühendisliği IX. Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı-1, sy. 215-232

[14] Gutierrez D.D. 2015. Machine Learning and Data Science: An Introduction to Statistical Learning Methods with R. Apple Books. 498.

[15] Hossin, M., & Sulaiman, M. N. 2015. A review on evaluation metrics for data classification evaluations. International Journal of Data Mining & Knowledge Management Process, 5(2), 1.

Sonar Veri Setinin Farklı Veri Madenciliği Yöntemleriyle Analiz Edilmesi ve Doğruluk Değerlerinin Karşılaştırılması

Nurgül AYKAŞ[1],İrem DÜZDAR ARGUN[2]

[1]*Düzce Üniversitesi, Mühendislik, Bilgisayar Mühendisliği A.D, Düzce, TÜRKİYE*

[2]*Düzce Üniversitesi, Mühendislik, Endüstri Mühendisliği, Düzce, TÜRKİYE*

Özet

Veri madenciliği büyük boyuttaki verilerin arasından, belirli yöntemler kullanılarak daha gerekli bilgilere erişmek verileri analiz etmek için kullanılmaktadır. Veri madenciliği yöntemleri birçok veri setinde kullanılmaktadır. Her birinin özel olarak kullandığı, veri madenciliği algoritmaları vardır. Sınıflandırma, Birliktelik Kuralı ve Kümeleme yöntemlerinden biri seçilerek işlemler yapılmaktadır. Bu bildiride Naive Bayes, Random Forest, SVM ve Karar Ağaçları yöntemleri kullanılmıştır. Bu yöntemler birçok veri madenciliği programlarında desteklenmektedir. Weka, Rapidminer, Orange, ve Python programları desteklemektedir. Bu çalışmada Data Hub Web sitesinden alınan Sonar Veri Seti üzerinden sınıflandırmalar yapılmıştır. Analiz için doğruluk parametresi kullanılmıştır. Bu çalışma ile analiz sonar veri setinin, hangi uygulamada daha doğru sonuçlar vereceğinin saptanması amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Veri madenciliği, Sonar veri seti, Sınıflandırma, Karar ağaçları*

Analyzing Sonar Data Set with Different Data Mining Methods and Comparing Accuracy Values

Abstract

Use data mining to produce large-scale portable but also producible. Data mining methods are used in many data sets. Each has data mining algorithms that it uses exclusively. Transactions are performed by choosing one of the Classification, Association Rule and Clustering methods. In this paper, Naive Bayes, Random Forest, SVM and Decision Trees methods are used. These methods are supported in many data mining programs. It supports Weka, Rapidminer, Orange and Python programs. Different classifications have been made for the Sonar Data Set taken from these sources Data Hub Web sites. Accuracy parameter was used for analysis. With this study, it is aimed to determine in which application the analysis sonar data set will give more accurate results.

Keywords: *Data mining, Sonar data set, Classification, Decision advertising*

1 Giriş

Veri Madenciliği analiz teknikleri ile birçok analiz yapılabilmektedir. Yapılan bu analizler Veri Madenciliği ile birlikte günlük hayatımızda pek çok alanda karşımıza çıkmaktadır [1]. Bu analizler veri miktarının artması nedeniyle ortaya çıkmıştır denilebilir [2]. Özellikle de bankacılık, pazarlama, bilim, ticaret ve sağlık gibi alanlarda yaygın kullanılmaktadır [3].

Veri Madenciliği analizlerinde birçok program ve yöntem kullanılabilmektedir. Sınıflandırma, Kümeleme ve Birliktelik Kuralları veri madenciliğinde kullanılan tekniklerdendir. Sınıflandırma, sahip olunan verinin detaylı olarak incelenip, sınıflara aktarılmasıdır [4-5]. Kümeleme ise benzerlikleri bulunan verileri belirli kümelere aktarma işlemidir [6]. Birliktelik Kuralları, birbiri ile bağlantısı bulunan verileri belirlemek için kullanılmaktadır [7].

Bu çalışmada Veri Madenciliği teknikleri Sonar veri seti üzerinde uygulanmıştır. Yapılan çalışmada dört farklı veri madenciliği uygulamasının, sonar veri seti üzerindeki doğruluk dereceleri karşılaştırılmıştır. Veri setimizde cismin taş mı yoksa mayın mı olduğu analizi yapılmaktadır. Sonar veri seti üzerinde hangi algoritma hangi program ile daha başarılı sonuçlar elde edileceği hedeflenmektedir.

[1] İletişim e-posta: nurgul.kurtaykas@gmail.com

[2] İletişim e-posta: iremduzdar@duzce.edu.tr

2 Veri seti ve metodoloji

Veri Madenciliği tekniklerinin uygulanmasında birçok yöntem kullanılmaktadır. Bu yöntemleri çeşitli programlarla uygulanmaktadır.

2.1 Veri seti

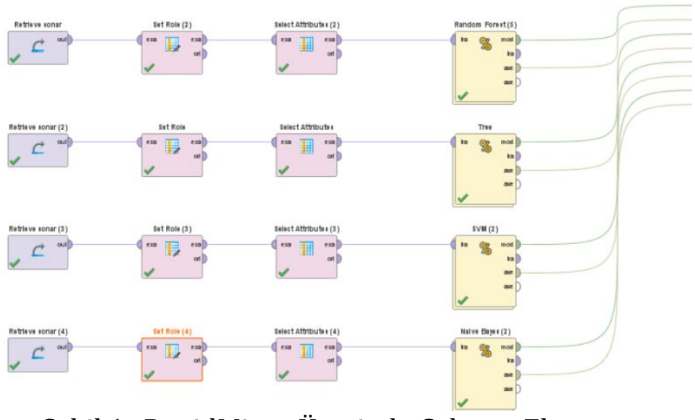
Sonar veri seti Data Hub [8] web sitesi üzerinden elde edilmiştir.

Sonar veri seti İki adet etiket değerine sahiptir. Taş veya mayın. Görev, metal bir silindirden seken sonar sinyalleri ile kabaca silindirik bir kayadan seken sonar sinyalleri arasında ayrım yapmak için bir ağ eğitmesi olayıdır. Toplamda 61 adet özellik bulunmaktadır. Her özellik ilk 60 özellik 0 ile 1 aralığında değerler alırken. Son özellik ise cismin taş (R) ya da mayın (M) olup olmadığını gösteren etikettir [9].

RapidMiner, Orange, Python ve Weka programları kullanılmıştır. Bu programların üzerinden Naive Bayes, Random Forest , SVM ve Karar Ağaçları kullanılmıştır

2.1.1 RapidMiner

Veri Madenciliği analizinde kullanılan programlardan biridir. Java programlama dili kullanılarak yazılmıştır ve kod yazma ihtiyacını neredeyse sıfıra indirdiği için kullanıcılar tarafından tercih edilmektedir [10].



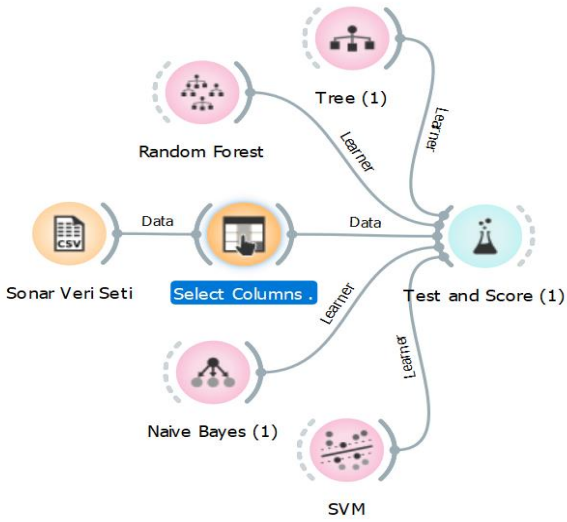
Şekil 1. RapidMiner Üzerinde Çalışma Ekranı (Eğitim %66, Test %34)

2.1.2 Weka

Veri Madenciliği programlarından olan Weka, Java programlama dili ile yazılmıştır [11]. Kullanım kolaylığı nedeniyle sıklıkla tercih edilmektedir.

2.1.3 Orange

Açık kaynaklı bir Veri Madenciliği tekniklerinin kullanıldığı programdır. Python ve C++ bileşenlerini içerir [12].



Şekil 2 Orange Test

2.1.4 Python

Açık kaynaklı yazılımdır. Veri Madenciliği dışında çeşitli kütüphaneleri sayesinde her alanda tercih edilebilecek bir programlama dilidir [13]. Veri Madenciliği programlarında diğerlerine göre daha zor olsa da daha kapsamlı kullanılabilir olması ve esnekliği nedeniyle tercih edilmektedir.

2.2 Metodoloji

Bu çalışmada Sınıflandırma algoritmaları kullanılmıştır. Sınıflandırma algoritmaları verileri test etme aşamasında doğru sonuçlar elde etmek için doğru bir yöntemdir.

Sonar veri seti uygun ön işlemlerden geçirilerek, RapidMiner, Weka, Python ve Orange Veri Madenciliği yazılımları kullanılmıştır. Bu yazılımlarda Naive Bayes, Random Forest , SVM ve Decision Tree algoritmaları uygulanmıştır.

Naive Bayes: Temeli Bayes teoremine dayanan bir sınıflandırma yöntemidir. Eğitim verisi az olsa bile, yararlı sonuçlar verebilmektedir. Basit ve uygulaması kolaydır. Dengesiz veri seti üzerinde kullanılabilmektedir [14].

Random Forest: Hem regresyon hem de sınıflandırma yöntemlerinde uygulanabilmektedir. Çevirisi Rastgele Orman olarak çevrilebilmektedir. Birçok karar ağacının bir arada kullanılarak hesaplanmasına dayanmaktadır. Esnek ve kullanımı kolaydır. Bu sebeple sıklıkla tercih edilmektedir [3].

SVM(Support Vector Machine): Destek Vektör Makineleri olarak çevrilebilmektedir. Sınıflandırma

yöntemlerinde kullanılmaktadır. Karmaşık ve küçük veri setleri için kullanılabilmektedir [3].

Decision Tree: Karar Ağaçaları olarak çevrilebilmektedir. Ağaç yapısı ile sınıflandırma yapılmaktadır. Veri setini küçük parçalara bölerek işlemektedir [15].

Doğruluk: Bir verinin ölçümlenmesindeki sonuç ile gerçek sonucu arasındaki yakınlıktır. Eğitim, değerlendirme ve test aşamalarıyla ölçülür [4].

3 Uygulama ve sonuçlar

Veri seti üzerinde analizler RapidMiner, Orange, Python ve Weka programları kullanılarak oluşturulmuştur. İlk olarak RapidMiner üzerinde Decision Tree kullanılarak başlanmıştır. Bunun sonucunda Şekil 3'te görüldüğü gibi %56,34 doğruluk sonucuna varılmıştır.

PerformanceVector

```
PerformanceVector:
accuracy: 56.34%
ConfusionMatrix:
True:   Rock    Mine
Rock:   10      8
Mine:   23      30
weighted_mean_recall: 54.63%, weights: 1, 1
ConfusionMatrix:
True:   Rock    Mine
Rock:   10      8
Mine:   23      30
weighted_mean_precision: 56.08%, weights: 1, 1
ConfusionMatrix:
True:   Rock    Mine
Rock:   10      8
Mine:   23      30
```

Şekil 3. RapidMiner Üzerinde Decision Tree Sonuçları

RapidMiner üzerinde Naive Bayes kullanılarak analiz yapıldığında Şekil 4'te görüldüğü gibi %67,61 doğruluk sonucuna varılmıştır.

PerformanceVector

```
PerformanceVector:
accuracy: 67.61%
ConfusionMatrix:
True:   Rock    Mine
Rock:   30      20
Mine:   3       18
weighted_mean_recall: 69.14%, weights: 1, 1
ConfusionMatrix:
True:   Rock    Mine
Rock:   30      20
Mine:   3       18
weighted_mean_precision: 72.86%, weights: 1, 1
ConfusionMatrix:
True:   Rock    Mine
Rock:   30      20
Mine:   3       18
```

Şekil 4. RapidMiner Üzerinde Naive Bayes Sonuçları

Bir sonraki adım olarak RapidMiner üzerinde Random Forest kullanılmıştır. Bunun sonucunde doğruluk değeri Naive Bayes ile ayn olduğu Şekil 5'te gözlemlenmiştir.

PerformanceVector

```
PerformanceVector:
accuracy: 67.61%
ConfusionMatrix:
True:   Rock    Mine
Rock:   16      6
Mine:   17      32
weighted_mean_recall: 66.35%, weights: 1, 1
ConfusionMatrix:
True:   Rock    Mine
Rock:   16      6
Mine:   17      32
weighted_mean_precision: 69.02%, weights: 1, 1
ConfusionMatrix:
True:   Rock    Mine
Rock:   16      6
Mine:   17      32
```

Şekil 5. RapidMiner Üzerinde Random Forest Sonuçları

Son olarak RapidMiner üzerinde Destek Vektör Makinesi (SVM) uygulanmış Şekil 6'da görüldüğü üzere %73,24 doğruluk sonucuna ulaşılmıştır.

PerformanceVector

```
PerformanceVector:
accuracy: 73.24%
ConfusionMatrix:
True:   Rock    Mine
Rock:   23      9
Mine:   10      29
weighted_mean_recall: 73.01%, weights: 1, 1
ConfusionMatrix:
True:   Rock    Mine
Rock:   23      9
Mine:   10      29
weighted_mean_precision: 73.12%, weights: 1, 1
ConfusionMatrix:
True:   Rock    Mine
Rock:   23      9
Mine:   10      29
```

Şekil 6. RapidMiner Üzerinde Destek Vektör Makinesi (SVM) Sonuçları

Bir sonraki adımda tüm bu işlemler aynı sıra ile WEKA programı üzerinden de gerçekleştirilmiştir. Weka'da da aynı şekilde ilk olarak Decision Tree algoritması ile başlanmıştır. Şekil 7'de görüldüğü gibi doğruluk değeri %63.38 olarak ulaşılmıştır.

```
=== Summary ===

Correctly Classified Instances          45               63.3803 %
Kappa statistic                          0.268
Mean absolute error                      0.3583
Root mean squared error                  0.59
Relative absolute error                 71.5417 %
Root relative squared error            117.1466 %
Total Number of Instances               71

=== Detailed Accuracy By Class ===

                 TP Rate  FP Rate  Precision  Recall   F-Measure  MCC      ROC Area  PRC Area  Class
                 0,611    0,343    0,647      0,611    0,629      0,268    0,677     0,649     Rock
                 0,657    0,389    0,622      0,657    0,639      0,268    0,677     0,609     Mine
Weighted Avg.    0,634    0,366    0,635      0,634    0,634      0,268    0,677     0,629

=== Confusion Matrix ===

  a  b   <-- classified as
 22 14 |  a = Rock
 12 23 |  b = Mine
```

Şekil 7. Weka Üzerinde Decision Tree Sonuçları

Weka üzerinde Naive Bayes algoritması kullanıldığında doğruluk değeri Şekil 8'de görüldüğü gibi %71.83 olarak bulunmuştur.

```
=== Summary ===

Correctly Classified Instances          51               71.831  %
Kappa statistic                          0.4343
Mean absolute error                      0.2883
Root mean squared error                  0.5166
Relative absolute error                 57.5743 %
Root relative squared error            102.574  %
Total Number of Instances               71

=== Detailed Accuracy By Class ===

                 TP Rate  FP Rate  Precision  Recall   F-Measure  MCC      ROC Area  PRC Area  Class
                 0,861    0,429    0,674      0,861    0,756      0,453    0,769     0,799     Rock
                 0,571    0,139    0,800      0,571    0,667      0,453    0,769     0,748     Mine
Weighted Avg.    0,718    0,286    0,736      0,718    0,712      0,453    0,769     0,774

=== Confusion Matrix ===

  a  b   <-- classified as
 31  5 |  a = Rock
 15 20 |  b = Mine
```

Şekil 8. Weka Üzerinde Naive Bayes Sonuçları

Weka üzerinde Random Forest kullanıldığında doğruluk değerinin %83.09 olduğu Şekil 9'da görülmektedir.

```
=== Summary ===

Correctly Classified Instances          59               83.0986 %
Kappa statistic                          0.6622
Mean absolute error                      0.3289
Root mean squared error                  0.3704
Relative absolute error                 65.6748 %
Root relative squared error             73.5358 %
Total Number of Instances               71

=== Detailed Accuracy By Class ===

                 TP Rate  FP Rate  Precision  Recall   F-Measure  MCC      ROC Area  PRC Area  Class
                 0,806    0,143    0,853      0,806    0,829      0,663    0,913     0,920     Rock
                 0,857    0,194    0,811      0,857    0,833      0,663    0,913     0,916     Mine
Weighted Avg.    0,831    0,168    0,832      0,831    0,831      0,663    0,913     0,918

=== Confusion Matrix ===

  a  b   <-- classified as
 29  7 |  a = Rock
  5 30 |  b = Mine
```

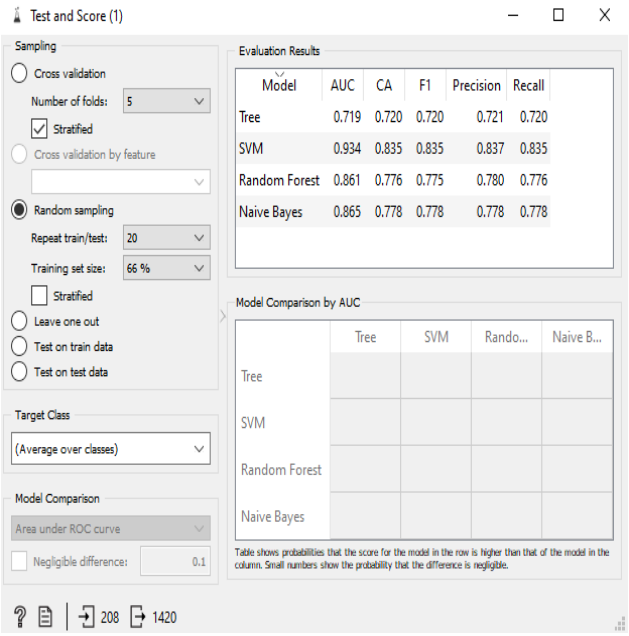
Şekil 9. Weka Üzerinde Random Forest Sonuçları

Son olarak Weka programında Destek Vektör Makinesi (SVM) kullanılmıştır ve doğruluk değeri Şekil 10'da görüldüğü gibi %77.46 olarak bulunmuştur.

```
=== Summary ===

Correctly Classified Instances          55               77.4648 %
Kappa statistic                          0.5485
Mean absolute error                      0.2254
Root mean squared error                  0.4747
Relative absolute error                 45.002  %
Root relative squared error             94.253  %
Total Number of Instances               71

=== Detailed Accuracy By Class ===

                 TP Rate  FP Rate  Precision  Recall   F-Measure  MCC      ROC Area  PRC Area  Class
                 0,833    0,286    0,750      0,833    0,789      0,552    0,774     0,710     Rock
                 0,714    0,167    0,806      0,714    0,758      0,552    0,774     0,717     Mine
Weighted Avg.    0,775    0,227    0,778      0,775    0,774      0,552    0,774     0,713

=== Confusion Matrix ===

  a  b   <-- classified as
 30  6 |  a = Rock
 10 25 |  b = Mine
```

Şekil 10. Weka Üzerinde Destek Vektör Makinesi (SVM) Sonuçları

Bir sonraki aşamada tüm bunları Orange üzerinde işledik. Şekil 11'de yapılan çalışmaların sonuçlarına ilişkin tablosunu görülmektedir. Burada sırasıyla Decision Tree %71,9 Destek Vektör Makinesi (SVM) %93,4 Random Forest %86,1 ve son olarak Naive Bayes %86,5 oranında doğruluk ile hesaplanmış olduğu görülmektedir.



Şekil 11. Orange Üzerinde Destek Vektör Makinesi (SVM), Random Forest, Naive Bayes ve Decision Tree Sonuçları

Son olarak aynı işlemleri Python programlama dili üzerinde test edilmiştir. Tablo 1'de yapılan çalışmaya ilişkin sonuçlar görülmektedir. Burada da SVM algoritmasının %78,87 ile en yüksek doğruluk değerine sahip olunduğu gözlemlenmiştir.

Naive Bayes	Tree	SVM	Random Forest
61,97	69,01	78,87	77,46

Tablo 1. Python Üzerinde Destek Vektör Makinesi (SVM), Random Forest, Naive Bayes ve Decision Tree Sonuçları

4 Katkı ve tartışma

Bu çalışmada, veri seti analizinde dört adet program ve dört adet algoritma üzerinde çalışılmıştır. Veri setimiz %66 eğitim ve %34 test verisi olarak bölünmüştür. Bu oranlar yapılan literatür taraması çalışmalarında çokça tercih edilen yüzdelikler olduğu için keyfi olarak tercih edilmiştir.

Çalışmalar neticesinde Tablo 2'de görüldüğü gibi Orange programında Destek Vektör Makinesi (SVM) en yüksek doğruluk ile çalıştığı gözlemlenmiştir. En düşük doğruluk ise Rapid Miner programında Karar Ağaçları algoritması ile alınmıştır. Orange programı bütün algoritmalarda en başarılı sonuçları vermiştir. Python programlama dilinde de SVM algoritması diğer algoritmalar göre daha başarılı doğruluk sonucunu vermiştir. Weka programlama dilinde Random Forest algoritması başarılı olurken Rapid Miner programında Naive Bayes algoritması en yüksek doğruluğa sahip olduğu gözlemlenmiştir.

Algoritmalar	Orange	Python	Rapid Miner	Weka
Karar Ağaçları	0.719	0.690	0.563	0.633
SVM	0.934	0.788	0.676	0.718
Random Forest	0.861	0.774	0.676	0.830
Naive Bayes	0.865	0.619	0.732	0.774

Tablo 2. Yapılan Çalışmanın Sonuçları

Veri madenciliği uygulamaları olan Orange, Rapid Miner, Weka ve Python dillerinde farklı sonuçlara ulaşılmıştır. Bu farklılığın temel nedeni ise bu programların arka planda farklı kodlama alt yapısına sahip olmasıdır [11].

Kaynaklar

[1] A. Ural, İ. Kılıç, Bilimsel Araştırma Süreci ve SPSS ile Veri Analizi, Detay Yayıncılık, Ankara, 2006.

[2] M. Yıldız ve Ş. E. Şeker, "Veri Madenciliği Araçları" Cilt 3, Sayı 4.

[3] M. B. Keleş, Aytürk Keleş, Ali Keleş, "PREDICTING FLIGHT PRICES WITH MACHINE LEARNING METHODS" Cilt 7, Sayı 11, 2020

[4] I. C. Yeh and C. H. Lien, "The comparisons of data mining techniques for the predictive accuracy of probability of default of credit card clients," Expert Systems with Applications, vol. 36, no. 2, pp. 2473-2480, 2009

[5] E. J. Lauría, A. D. March, "Combining bayesian text classification and shrinkage to automate healthcare coding: A Data Quality Analysis," Journal of Data and Information Quality (JDIQ), vol. 2, no. 3, pp. 13, 2011

[6] Y. Farhang, "Face extraction from ımage based on K-Means Clustering Algorithms," International Journal Of Advanced Computer Science And Applications, vol. 8, no. 9, pp. 96-107, 2017.

[7] Özçakır, F.C.: "Müşteri İşlemlerindeki Birlikteliklerin Belirlenmesinde Veri Madenciliği Uygulaması" Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul. 2006

[8] DATAHUB (9 Mayıs 2021) Sonar Data, [İnternet]Mevcut: https://datahub.io/machine-learning/sonar
[9] Gorman, R. P., and Sejnowski, T. J. (1988). "Analysis of Hidden Units in a Layered Network Trained to Classify Sonar Targets" in Neural Networks, Vol. 1, pp. 75-89.
[10] T. Timuçin and I. Duzdar Argun, "Initial Seed Value Effectiveness on Performances of Data Mining Algorithms" Duzce University Journal Of Science & Technology, Cilt 9, Sayı 2, 2021
[11] WEKA. (9 Mayıs 2021). Weka [İnternet]Mevcut: http://www.cs.waikato.ac.nz/ml/weka/.
[12] ORANGE.(9 Mayıs 2021).ORANGE. [İnternet]Mevcut: http://orange.biolab.si/.
[13] PYTHON. (9 Mayıs 2021). PYTHON. [İnternet]Mevcut: https://www.python.org/about/
[14] Wikipedia. (9 Mayıs 2021) Naive Bayes. [İnternet]Mevcut: https://tr.wikipedia.org/wiki/Naive_Bayes_sınıflandırıcısı
[15] J. R. Quinlan, "Decision Trees and Decisionmaking", IEEE Transactions On Systems, Man. And Cybernetics, 20(2), 1990.

Ampirik Ve Mekanik Bitki Modeli Simülasyon İle İklim Değişikliği Koşullarında Mahsul Verim Tahmini

Tefide KIZILDENİZ*

[1]*Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Departmanı, Niğde, Turkey*
*Sorumlu yazar , e-mail: tkizildeniz@ohu.edu.tr

Özet

Bitki büyüme modeli olan LINTUL, yaprak yüzey alanı, bitki kanopisi tarafından ışık engellenmesi ve ışık kullanım verimliliğine sahip kuru madde, bitki fotosentezi ve solunum parametreleri üzerine çalışır. Işık kullanım verimliliğiyle sıcaklık ve büyüme ile mekanik bitki modeli geliştirilmiştir. Daha sonra, hem fotoperiyod hassasiyeti hem yumrunun kuru maddesine bağlı sıcaklığa hem hafif kullanım verimine ve hem de yüksek maksimum günlük sıcaklıklara sahip patates bitkisine özel LINTUL-POTATO bitki modeli geliştirilmiştir. Atmosferdeki artan karbondioksit (CO_2) ve sıcaklığın, toprak ve su mevcudiyeti ile patates üretimi üzerindeki etkisi, patates adaptasyonu için bu modele agroekolojik bölgelendirme kullanımı için uyarlanmıştır. Karar destek sistemleri ve verim açığı analizlerinin uyarlanması, LINTUL-POTATO-DSS adı verilen ampirik doğrusal ilişkileri içeren ve en az girdi ile daha operasyonel işleyen modeli daha az mekanik bir model haline getirmektedir. Daha sonra, amaranttaki uygulaması, toplam biyokütle için iyi tahmin, tane veriminde daha az doğruluk ve yaprak alanı indeksinde fazla tahmin ile sonuçlandı. Mısır için kalibre edilmiş ve doğrulanmıştır ve ayrıca sınırlı su mevcudiyeti altında kasava için de geçerlidir. Açıkça gözüküyor ki LINTUL, her bir ürün için ancak doğru girdiler ve bu girdiler için doğru ayarlamalar yapılarak uygulanabilir. Bu çalışmanın amacı, LINTUL bitki modeli kullanımının farklı türdeki bitkilerde doğru girdilerle genişletilmesini değerlendirmektir. C4 ve C3 fotosentetik mekanizmalarının yüksek CO_2 konsantrasyonlarına farklı tepkilere neden olduğu için bu bitkilerde ayrı ayrı çalışmak gerekir. Gerekli girdi verileri, bitki geliştirme gereksinimlerine göredir: (i) ekim veya dikim tarihi; (ii) hasat tarihi; (iii) hasat indeksi; (iv) taban sıcaklığı; (v) radyasyon kullanım etkinliği; (vi) dikim ile toprak yüzeyine çıkış arasındaki geçen zaman periyodunun gün derecesi; (vii) toprak yüzeyine çıkış ile bitkinin tam yüzeyi kaplama arasında geçen zaman periyodunun gün derecesi ve (viii) mahsul üretiminin kuru madde konsantrasyonu ve çevresel koşullara göre: (i) yağış; (ii) su gereksinimi; (iii) toprak tipi, (iv) köklenme derinliği; (v) ortalama günlük sıcaklık; (vi) evapotranspirasyon; ve (vii) solar radyasyonu. Amprik ve mekanik bir simülasyon modeli olan LINTUL, iklim değişikliği koşullarında verim tahmini için C3 ve C4 bitkilerine göre doğru girdi ve uyarlamalar ile farklı bitkiler için uygulanabilir.

Anahtar Kelimeler: *Bitki Modellemesi, LINTUL, Verim, İklim Değişikliği*

Crops yield prediction under climate change conditions with an empirical and mechanistic simulation model

Abstract

The crop growth model grounded light interception LINTUL was demonstrated on the parameters of leaf area, light extinction by the canopy, and dry matter with light use efficiency, plant photosynthesis and respiration. By temperature and growth with light use efficiency, the mechanistic model of it was developed. Then, it is specified for potato, LINTUL-POTATO, with both photoperiod sensitivity and temperature dependent of tuber dry matter, light use efficiency and high maximum daily temperatures. The influence of elevated carbon

dioxide (CO_2) and temperature on potato production with land and water availability on potato adaptation was adapted to this model for use of agro-ecological zoning. The decision support systems and yield gap analyses adaptation makes the model less mechanistic model that included empirical linear relationships named LINTUL-POTATO-DSS functioning more operational with least input. Afterwards, its application in amaranth resulted well estimation in total biomass, less accuracy in the grain yield and over estimation in leaf area index. It is calibrated and validated for maize and also applied for cassava under limited water availability. It is obvious that LINTUL can be adjust per crop but with accurate inputs and adjustment. The aim of this work is assess the extension of LINTUL crop model use in different kind of crops with accurate inputs. Caused of different response to high CO_2 concentrations of photosynthetic mechanisms C4 and C3 plants are necessary to study apart. The required input data are according to plant development requirements: (i) sowing or planting date; (ii) harvesting date; (iii) harvest index; (iv) base temperature; (v) the radiation use efficiency; (vi) planting to emergence time period of degree days; (vii) emergence to full ground cover time period of degree days; and (viii) dry matter concentration of crop production, and according to environmental conditions: (i) precipitation; (ii) water demand; (iii) soil type, (iv) rooting depth; (v) average daily temperature; (vi) evapotranspiration; and (vii) solar radiation. LINTUL as an empirical and mechanistic simulation model can be applied for different crops with the accurate inputs and adjustments per C3 and C4 crops for prediction of yield under climate change conditions.

Keywords: *Crop Model, LINTUL, Yield, Climate Change*

1 Ampirik Ve Mekanik Simülasyon Modeli-LINTUL

LINTUL bitki büyüme modeli daha önce ilke kez Spitters (1989) ve Spitters ve Schapendonk (1990) tarafından yayınlandı [1, 2]. Yazarlar, yaprak alanı gelişimi ve gölgelik tarafından ışık yok oluşunun yol açtığı büyüme ve bölünmeyi ve bunun, fotosentez ve solunumdan kaynaklanan ışık kullanım verimliliğine göre kuru maddeye dönüşümünü tanımladılar. Mekanik modeldeki gelişme, ışık kullanım verimliliği ile sıcaklık ve büyümeden kaynaklanır. LINTUL-POTATO, patatese özgü ilk versiyonu [3], kuru madde dağılımının fotoperiyodun mahsulün erkenciliğinden sorumlu yumrulara duyarlılığı, yumru kuru maddenin sıcaklığa bağlı konsantrasyonu ve düşük ve yüksek maksimum günlük sıcaklıklar için hafif kullanım verimliliği için indirgeme faktörü gibi patateslere özgü parametreleri içeriyordu. Bu model, diğerlerinin yanı sıra, Haverkort ve diğerleri (2004) tarafından açıklandığı gibi patatesin agroekolojik bölgelere ayrılması için kullanılıyordu [4], karbondioksit ve sıcaklığın artmasının patates üretimi, arazi ve su kaynaklarının kullanımı üzerindeki etkilerini ve değişen ekim ve hasat gibi adaptasyon önlemlerinin etkisi araştırıldı[5, 6]. Bu tür çalışmalara dayanarak, modelin karar destek sistemlerinde kullanımı ve verim boşluğu analizleri, ampirik doğrusal ilişkileri içeren daha az mekanik bir model, LINTUL-POTATO-DSS [7], endüstriden minimum girdi ve verim tahmini, yumru büyüklüğü, kuru madde gibi ek özellikler ile mevcut büyüme mevsimi ile daha kolay çalışmasını sağladığı fark edildi. NASA-Langley-Gaisma hava durumu verilerinin serbestçe ve kamuya açık web sitesi ''Gaisma.com''dan girdiği model ve su mevcudiyetine bağlı bir verim azaltma faktörü, iklim değişikliğinin değişen ekim mevsimleri ve dünyanın herhangi bir yerinde su kullanımı verimleri üzerindeki etkilerinin araştırılmasına izin verildi [8].

2 İklim Değişikliği Koşullarında Mahsul Verim Tahmini İçin LINTUL Bitki Modellemesi

De Temmerman ve diğerleri (2000, 2002), Schapendonk ve diğerleri (1995, 2000) ve Wolf ve Van Oijen (2003) tarafından yapılan deneyler ve hesaplamalara göre Kuzey Avrupa'da, yüksek sıcaklıkta sulama altında patates veriminde bir artış olacağı, Orta Avrupa'da değişmeyeceği [9, 10, 11, 12, 13] ve Güney Avrupa'da iklim değişikliğinin Türkiye için patates üretimi üzerindeki etkilerinin güçlü bir şekilde araştırılacağı [14] ,daha yüksek bir atmosferik CO_2 konsantrasyonunun radyasyon kullanım verimliliğinde bir artışa ve sonuç olarak patates veriminde %25'lik bir artışına yol açtığını ortaya koydu. Türkiye'de buğday üzerine ürün modellemesi ile ilgili başka araştırmalar da vardır [15, 16, 17, 18), Mısır [17, 18], pamuk [18] ve Türkiye'nin iklim değişikliğinden güçlü bir şekilde etkilenmesi beklenmektedir [19, 20]. Küresel ısınma mevcut su kaynaklarını tehdit ediyor ve

mahsul üretimini sürdürmek için kısa vadeli çözümler olarak çeşitli su tasarrufu yöntemleri önerildi. Ancak bununla birlikte, sıcaklık, CO_2 ve yağış rejimleri de dahil olmak üzere birçok faktör gelecekte değişecektir. Gelecek için simülasyon tek başına bir çözüm değildir, ancak bize en kötü senaryoyu planlama şansı verir ve birkaç ürün için sulama ihtiyacının simülasyonu hayati öneme sahiptir.

Sulama, özellikle gelişme için daha fazla suya ihtiyaç duyan mahsuller için mahsul üretiminde verim ve kaliteyi artıran bir faktördür [21]. Bu bağlamda, mahsul ihtiyacının tam miktarı ile sulama hem verim kaybını hem de fazla su kullanımını önleyecektir. Mahsul suyu ihtiyacı ile mahsulün erişebileceği yağış rejimi arasındaki ayrım (etkili yağış), belirli bir mahsulün sulama suyu ihtiyacı olarak tanımlanmaktadır [22]. Bu çalışmanın amacı, tek birçoklu ürün modelleme yaklaşımını benimsemektir.

3 LINTUL Bitki Modellemesinin Evrimi

Spitters (1989) tarihinde mekanik bir modelleme olarak ilk kez literatürde paylaşılan LINTUL bitki modellemesi, ilerleyen yıllarda LINTUL-POTATO olarak patates için spesifik hale getirilmiş versiyonu ile patates verimi için önemli tahminlerde bulunsa da, modelin karar destek sistemlerine katkı sağlaması ve verim de ki hata oranlarından dolayı, ampirik doğrusal ilişkileri içeren daha az mekanik bir model olan LINTUL-POTATO-DSS'in [7], ortaya çıkma gereksinimi doğmuştur. Böylece endüstriden minimum veri girişi ile verim tahmini, yumru büyüklüğü gibi bir takım ek özellikler daha sofistike bir hale gelmiştir. Her nihayetinde halen spesifik olarak sadece patates için kullanılan model, diğer mahsullere uygulamadan ziyade orijinal olarak patatesler için geliştirilmiştir. Buna rağmen literatürde farklı bitkiler içinde kullanıldığı gözlemlenmektedir. Örneğin, Gimplinger ve Kaul (2012) bunu Amaranth denen bitkiye (*Amaranthus* sp.) uygulamıştır [23]. Toplam biyokütle daha yüksek doğruluk oranı ile tahmin edilmişer, tane verimi tahmini ise daha az hassasiyetle eşleşmiş ve yaprak alanı indeksi daha fazla doğruluk ile tahmin edilmiştirdir. Gaiewski (2009), iki yıllık saha deneyleri verileriyle mısır için kalibre etmeyi ve doğrulamayı amaçlayan LINTUL'u uyguladı [24]. Ezui ve diğerleri (2018) tarafından Güney Togo'daki yağış koşullarındaki su kıtlığı altında manyok bitkisi veriminin anlaşılmasını iyileştirmek için kullanıldı [25]. LINTUL'u kullanan önceki araştırma çabalarından çıkan sonuçlara göre, en doğru hesaplamaları elde etmek için her bir ürün için ayarlamaların yapılması gerekmektedir. Bu nedenle, bu çalışmamızın amacı, son versiyonu olan LINTUL bitki modeli (LINTUL-POTATO-DSS) kullanımının farklı türdeki bitkilerde doğru girdilerle genişletilmesini değerlendirmektir. C4 ve C3 fotosentetik mekanizmalarının yüksek CO_2 konsantrasyonlarına farklı tepkilere neden olduğu için bu bitkilerde ayrı ayrı çalışma gerekliliği ortaya çıkmaktadır..

4 Ampirik ve Mekanik Bitki Simülasyon Modeli LINTUL'un İklim Değişikliği Koşullarında Mahsul Verim Tahmini İçin Uyarlanması ve Gerekli Veri Girdileri

İlk versiyonları Fortran'da programlanmış olan LINTUL-POTATO-DSS modeli, Haverkort ve diğerleri (2013) ve Franke ve diğerleri (2013) tarafından yürütülen çalışmalar için Güney Afrika'daki Bloemfontein Üniversitesinden Linus Franke tarafından MS-Excel'e kopyalandı[6, 5]. Model için gerekli girdi, mahsulün başlangıç ve bitiş tarihleri (ekim veya ekim ve yabani ot öldürme veya hasat), günlük hava durumu (ortalama gündüz ve gece sıcaklıkları, güneş radyasyonu, yağış ve buharlaşma-terleme (ETP)). Aylık ortalama (sıcaklık ve radyasyon) veya toplamlar (yağış, ETP) sağlandığında, model her ayın ortalama değeri arasında hesaplanır. Yağış her gün eşit olarak dağıldığından, daha düzensiz bir yağış oluşumunu taklit etmek için bir dağıtıcı dahil edilerek düzensiz yağış oluşumu simüle edilir [6] .

Model, mahsulün başlangıç tarihlerini (Ekim veya Ekim) ve mahsulün sonunu (Yaprak Dökümü veya hasat) ekleyerek başlatılır. Ortaya çıkma zamanı, Ekim derinliği ve sıcaklık toplamının kaydedildiği deneylerde belirlenen sıcaklığa bağlı bir filizlenme büyüme hızı ile belirlenir. Başlangıçtaki yaprak alanı uzantısı aynı zamanda tohumdan kuru madde translokasyonunun sıcaklık ile yönlendirildiği fizyolojik bir süreçtir, benzer şekilde ortaya çıkma arasındaki termal süre (%0 zemin örtüsü) 3'lük bir yaprak alanı indeksine (yaprak yüzey alan indeksi) %100 zemin örtüsüne eşdeğerdir[26], her ürün için yayınlanmış ampirik ilişkilere dayanmaktadır. Etkili sıcaklık (efektif sıcaklık; T_{eff}) için, gerçek sıcaklık inceliği, geliştirme için temel sıcaklık ile azaltılır (T_{baz}, böylece $T_{eff} = T_{act} - T_{baz}$). Patates, şeker pancarı ve buğday gibi tipik ılıman iklim bitkileri için T_{baz}, pamuk (T_{baz} = 15ºC) gibi tipik tropikal bitkilere göre önemli ölçüde daha düşüktür (T_{baz} = 3ºC), örneğin Mısır ve pirinç sırasıyla pozisyon alır ($T_{baz/mısır}$ = 10ºC ve $T_{baz/pirinç}$ = 12ºC). Toprak örtüsü

%100'e ulaştığında, potansiyel verim modeli, mahsulün sonuna kadar bu değeri varsayar. Toplam potansiyel kuru madde birikimi, kümülatif tutulan radyasyonun (MJ m^{-2} gün^{-1}) ve küresel radyasyon kullanım verimliliğinin (g MJ^{-1}) ürünüdür. Kuru maddenin mahsul olgunluğunda mahsule dağıtılması (mahsulün çevreye uyarlandığı varsayılarak, kısa sezonda erken mahsul ve uzun büyüme mevsiminde geç olgunlaşan mahsul) her mahsul için sabittir. Hasat endeksi (HI), mahsulde sonlanan üretilen tüm kuru maddenin oranı, mahsulün potansiyel verimi (Y_{pot}). Taze verimi ise kuru madde oranına bölünerek elde edilir. Mahsulün su ihtiyacı (W_{pot}), kümülatif orantılı toprak örtüsünün evapotranspirasyon ile çarpımı ve bulunabilirliğin ürünüdür (W_{act}) ekim sırasındaki yağış, sulama ve toprak su rezervinin toplamıdır. İkincisi, toprak suyu tutma kapasitesinin (toprak tipi) ve köklenme derinliğinin bir fonksiyonudur. Su sınırlı verim (Y_{wl}) daha sonra potansiyel verim, mevcut su fraksiyonu ve toplam su ihtiyacı ile çarpılarak hesaplanır: $Y_{wl} = Y_{pot} \times (W_{act}:W_{pot})$.

LINTUL'un diğer bitkiler içinde kullanılması için gerekli parametreler aşağıdaki gibi sıralanmaktadır:

1- Gerçek sıcaklık (ºC): Ortalama günlük sıcaklıktır ((Maksimum ve minimum sıcaklıklarının toplanıp, 2 ile bölünmesiyle elde edilen sıcaklıktır)
2- Temel sıcaklık (ºC): Altında hiçbir fizyolojik işlemin gerçekleşmediği sıcaklıktır
3- Etkili sıcaklık (ºC): Gerçek sıcaklık ile temel sıcaklık arasındaki sıcaklık farkıdır
4- Ekim tarihi: Ürüne uygun bir ortamda ekim veya dikim tarihi
5- Hasat tarihi: Hasat veya yaprak dökümü nedeniyle bitiş tarihi
6- Dikim derinliği (mm): Dikimi yapılan bitkinin toprak altında kalan kısmının yüzey derinliği
7- Sürgün büyüme oranı (mm gün-derece^{-1}): Gün-derece başına yer altı filizinin uzaması. Yer altı gerçek sıcaklık varsayılır.
8- Toprak yüzeyini kaplama hızı: Bitkinin toprak yüzeyine çıkma ve bitkinin 100% toprak yüzey alanını kaplaması arasındaki toplam etkili sıcaklık
9- Radyasyon kullanım verimliliği (RUE, g MJ^{-1}): Kuru madde birikimi oranı (g m^{-2}) ve birikmiş tutulan küresel radyasyondur (MJ m^{-2}).
10- RUE (g MJ^{-1}) üzerindeki CO_2 etkisi: C3 mahsulleri için atmosferdeki 200 ppm CO_2 artışını takiben RUE artışı. C4 mahsulleri için atmosferik CO_2 sınırlayıcı bir faktör değildir.
11- RUE'yi (ºC) etkileyen etkili sıcaklıklar: RUE için kritik efektif sıcaklıklar sırasıyla minimum, optimum başlangıç, optimumun sonu ve maksimum değerdir.
12- Köklenme derinliği (cm): Ortalama koşullar altında gerçekleştirilebilir ortalama köklenme derinliği
13- Toprak dokusu (kil ve silt yüzdesi): Su tutma kapasitesini belirleyen toprak tipidir.
14- Hasat Endeksi: Hasat edilen ürüne orantılanan tüm kuru madde oranıdır.
15- Kuru madde oranı: Kuru madde verimi, kuru madde ile taze maddenin oranlarının bölümüyle elde edilen değerdir.

5 Sonuç

İklim değişikliği her geçen gün daha fazla zirai ürünleri daha fazla etkilemekte ve verimde oldukça büyük düşüşler gerçekleşmektedir. Bu verim düşüşlerini önceden tahmin ederek gerekli önlemlerin alınması için bitkiye özel hazırlanmış gerek mekanik gerekse ampirik bitki modellemeleri mevcut olmasına rağmen halen çeşitli sorunlar söz konusudur. Bu sorunlardan bazıları ya tahminlerin tutmaması yahut da sadece bir ürün için geçerli olmasıyla alakalıdır. İklim değişikliği ile başa çıkmak adına hem tahmin tutma yüzdesi yüksek hem de birden çok ürün için geçerli olabilecek bitki modellemelerine ihtiyaç vardır. Bu bağlamda mekanik olarak geliştirilen ve daha sonra hem mekanik hem amprik olarak çalışan LINTUL bitki modelli, her ne kadar ilk kullanım alanı patates bitkisi olsa da, zaman içerisinde gerek C3 gerek se C4 bitkilerinin iklim değişikliğine karşı olabilecek muhtemel durumları konusunda araştırmacılara yön vermesi adına kullanılmıştır. C4 bitkileri yapıları gereği iklim değişikliği faktörlerinin en başında gelen yüksek CO_2 için tepkime vermese de, yüksek CO_2'in oluşturduğu yüksek sıcaklık, kuraklık gibi dolaylı etkilerden etkilenmiş olması dolayısıyla da LINTUL' da kullanım alanı bulmuştur. Bu bağlamda, patates için oluşturulan bu modelin diğer bitkiler için kullanıma uyarlanması konusunda minimum veri girişi, bu verilerin tespiti ve bu

verilerin dikkatli bir şekilde her uyarlanacak her bir bitki için tespit edilmesi önem arz etmektedir. Böylece, amprik ve mekanik bir simülasyon modeli olan LINTUL, iklim değişikliği koşullarında verim tahmini için C3 ve C4 bitkilerine göre doğru girdi ve uyarlamalar ile farklı bitkiler için de uygulanabilir.

Kaynaklar

[1] Spitters, C. J. T. (1989). Crop Growth Models: Their usefulness and limitations. Acta Horticulturae, (267), 349–368. doi:10.17660/actahortic.1990.267.42

[2] Spitters, C. J. T., & Schapendonk, A. H. C. M. (1990). Evaluation of breeding strategies for drought tolerance in potato by means of crop growth simulation. Genetic Aspects of Plant Mineral Nutrition, 151–161. doi:10.1007/978-94-009-2053-8_24

[3] Haverkort, A. J., & Kooman, P. L. (1997). The use of modeling growth and development in ideotyping of potato under conditions defining, limiting and reducing yields. Euphytica, 94, 191-200. doi:10.1023/A:1002965428704

[4] Haverkort, A. J., Verhagen, A., Grashoff, A. C., & Uithol, P. W. J. (2004). Potato-zoning: a decision support system on expanding the potato industry through agro-ecological zoning using the LINTUL simulation approach. Decision support systems in potato production: bringing models to practice. Wageningen Academic, Wageningen, 29-44.

[5] Franke, A. C., Haverkort, A. J., & Steyn, J. M. (2013). Climate Change and Potato Production in Contrasting South African Agro-Ecosystems 2. Assessing Risks and Opportunities of Adaptation Strategies. Potato Research, 56(1), 51–66. doi:10.1007/s11540-013-9229-x

[6] Haverkort, A. J., Franke, A. C., Engelbrecht, F. A., & Steyn, J. M. (2013). Climate Change and Potato Production in Contrasting South African Agro-ecosystems 1. Effects on Land and Water Use Efficiencies. Potato Research, 56(1), 31–50. doi:10.1007/s11540-013-9230-4

[7] Haverkort, A. J., Franke, A. C., Steyn, J. M., Pronk, A. A., Caldiz, D. O., & Kooman, P. L. (2015). A Robust Potato Model: LINTUL-POTATO-DSS. Potato Research, 58(4), 313–327. doi:10.1007/s11540-015-9303-7

[8] Yagiz, A. K., Cakici, M., Aydogan, N., Omezli, S., Yerlikaya, B. A., Ayten, S., ... & Haverkort, A. J. (2020). Exploration of Climate Change Effects on Shifting Potato Seasons, Yields and Water Use Employing NASA and National Long-Term Weather Data. Potato Research.

[9] De Temmerman, Z., Bindi, M., Craigon, Z., Fangmeier, J. A., Hacour, A., Pleijel, H., ... & Wolf, J. (2000). CHIPS (Changing Climate Impact on Potato Yield and Quality) final report.

[10] De Temmerman, L., Hacour, A., & Guns, M. (2002). Changing climate and potential impacts on potato yield and quality "CHIP": introduction, aims and methodology. European Journal of Agronomy, 17(4), 233–242. doi:10.1016/s1161-0301(02)00063-1

[11] Schapendonk, A. H. C. M., Pot, C. S., & Goudriaan, J. (1995). Simulated effects of elevated carbon dioxide concentration and temperature on the productivity of potato. Current Issues in Production Ecology, 101–113. doi:10.1007/978-94-011-0051-9_7

[12] Schapendonk, A. H. C. M., van Oijen, M., Dijkstra, P., Pot, C. S., Jordi, W. J. R. M., & Stoopen, G. M. (2000). Effects of elevated CO2 concentration on photosynthetic acclimation and productivity of two potato cultivars grown in open-top chambers. Functional Plant Biology, 27(12), 1119. doi:10.1071/pp99205

[13] Wolf, J., & Van Oijen, M. (2003). Model simulation of effects of changes in climate and atmospheric CO2 and O3 on tuber yield potential of potato (cv. Bintje) in the European Union. Agriculture, Ecosystems & Environment, 94(2), 141–157. doi:10.1016/s0167-8809(02)00029-4

[14] Yagiz, A. K., Cakici, M., Aydogan, N., Omezli, S., Yerlikaya, B. A., Ayten, S., ... & Haverkort, A. J. (2020). Exploration of Climate Change Effects on Shifting Potato Seasons, Yields and Water Use Employing NASA and National Long-Term Weather Data. Potato Research.

[15] Özdoğan, M. (2011). Modeling the impacts of climate change on wheat yields in Northwestern Turkey. Agriculture, Ecosystems & Environment, 141(1-2), 1–12. doi:10.1016/j.agee.2011.02.001

[16] Vanli, Ö., Ustundag, B. B., Ahmad, I., Hernandez-Ochoa, I. M., & Hoogenboom, G. (2019). Using crop modeling to evaluate the impacts of climate change on wheat in southeastern turkey. Environmental Science and Pollution Research, 26(28), 29397–29408. doi:10.1007/s11356-019-06061-6

[17] Yano, T., Aydin, M., & Haraguchi, T. (2007). Impact of Climate Change on Irrigation Demand and Crop Growth in a Mediterranean Environment of Turkey. Sensors, 7(10), 2297–2315. doi:10.3390/s7102297

[18] Ozkan, B., & Akcaoz, H. (2002). Impacts of climate factors on yields for selected crops in the Southern Turkey. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change, 7(4), 367-380.

[19] Unal, Y. S., Tan, E., & Mentes, S. S. (2012). Summer heat waves over western Turkey between 1965 and 2006. Theoretical and Applied Climatology, 112(1-2), 339–350. doi:10.1007/s00704-012-0704-0

[20] Demircan, M., Gürkan, H., Eskioğlu, O., Arabacı, H., & Coşkun, M. (2017). Climate Change Projections for Turkey: Three Models and Two Scenarios. Turkish Journal of Water Science and Management, 1(1), 22–43. doi:10.31807/tjwsm.297183

[21] Sönmez, İ., & Kaplan, M., (2004). Determination of Salinity of Soil and Irrigation Waters of Greenhouses in Demre Region. Journal of Akdeniz Unıversıty Faculty of Agrıculture, 17(2): 155-160.
[22] Brouwer C., Heibloem H. (1986). Irrigation Water Management: Irrigation Water Needs. Irrigation Water Management Training Manual No. 3. Land and Water Development Division FAO Via delle Terme di Caracalla 00100 Rome, Italy
[23] Gimplinger, D. M., & Kaul, H. P. (2012). Calibration and validation of the crop growth model LINTUL for grain amaranth (Amaranthus sp.). Journal of Applied Botany and Food Quality, 82(2), 183-192.
[24] Gaiewski, V. (2009). Parametrização do modelo LINTUL para estimar a produtividade potencial da cultura de milho (Doctoral dissertation, University of São Paulo).
[25] Ezui, K. S., Leffelaar, P. A., Franke, A. C., Mando, A., & Giller, K. E. (2018). Simulating drought impact and mitigation in cassava using the LINTUL model. Field Crops Research, 219, 256–272. doi:10.1016/j.fcr.2018.01.033
[26] Haverkort, A. J., Uenk, D., Veroude, H., & Van De Waart, M. (1991). Relationships between ground cover, intercepted solar radiation, leaf area index and infrared reflectance of potato crops. Potato Research, 34(1), 113–121. doi:10.1007/bf02358105

Asma Fenolojik Modellemelerinin İklim Değişikliğine Uyum İçin Önemi

Tefide KIZILDENİZ*

[1]*Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Departmanı, Niğde, Turkey*
Elektronik posta: tkizildeniz@ohu.edu.tr

Özet

Bitki fenolojisi, bitkilerin büyümesi ve gelişmesi için geçen zaman olarak tanımlanır aynı zamanda türlerin adaptasyonunun araştırılması için gereken ana faktörlerden biridir. İklim değişikliğinden çokça etkilenir. Bu sebeple, iklim değişikliğinin fenolojik düzenli faaliyetlerinin veya uyumsuzluğunun yanlış anlaşılmasına sebep olacak ilk biyolojik göstergedir. Bu eleştiri yazısının amacı, iklim değişikliğine uyum içinde olan sürdürülebilir bağcılık için asma modellemesinin önemini göstermektir. Asma fenolojik çalışmaları şu şekilde sıralanır: (i) tomurcukların patlaması, (ii) çiçeklenme, (iii) ben düşme. Fenolojik modeller, belirtilen çeşitlerde bile bir veya daha çok fenolojik aşamada uygulandı. En yaygın asma fenolojik modelleri bazı farklı asma türleri üzerinde uygulandı bu modelleri şöyle sıralayabiliriz: Artan Gün-Derece [ADG; Bahar Isınma Modeli (SW)], WANG, UniFORC, UniCHİLL, GFV (Grapevine Flowering Veraison), ($GDD_{Duchene}$) doğrusal modeli, GDD_5 Modeli, GDD_{10} Modeli, Caffarra'nın Modeli, BRIN Modeli, Wang ve Engel'in sera modeleri için modelin doğrusal olmayan hali, BRIN (Saatlik ve Günlük Yaklaşım), UNICHILL ve UNIFIED sera soğutma modelleri. Fenoloji, asma çeşitlerinin değişen iklim koşullarına adaptasyonu için kilit faktördür. Bu sebeple, bir asma türünün bölgeye özel iklim koşullarına adaptasyon kapasitesi, bölgesel kombinasyonlar arasında en iyi türü belirlemek için üzerinde çalışmak ve değişiklikler yaparak değerlendirmek gereklidir. Bu çalışma, tahmin edilen iklim değişikliği senaryolarında uygun çeşit seçiminde en iyi kararları vermek için gereklidir. İklim değişikliği ile mücadele stratejileri kapsamında, farklı türler üzerinde çalışmanın yanı sıra bağda çeşitli tarım uygulamaları da yapılabilir. Bununla birlikte tüm formüle edilmiş modellerin hesaplanması gereklidir çünkü üzüm olgunluğu hasat zamanında meyvenin içeriğini belirler. Değişen iklim koşullarına karşı en uygun çözüm metotlarını belirlemek için, bölgeye özel üzüm bağlarında çok sayıda adaptasyon stratejisi uygulanması mecburidir. Bu nedenle, iklim değişikliğini multidisipliner yaklaşıma uyarlamak için daha kesin modeller üreterek asma fenolojisini incelemeye devam etmek önemlidir.

Anahtar Kelimeler: *Asma, Fenoloji, Bitki Modellemesi, İklim Değişikliği*

The Importance of Grapevine Phenological Modelling for Climate Change Adaptation

Abstract

Plant phenology is defined as the timing of plant growth and development and also one of the main factors to be explored for varietal adaptation. It is highly affected by changing climate. Therefore, it is considered as the first biological indicator of climate change that can shift the mistiming of its phenological regular activities or mismatch. The aim of this review study is demonstrating the importance of grapevine phenological modelling for sustainable viticulture for climate change adaptation. Grapevine phenological stages are (i) budbreak; (ii) flowering; and (iii) veraison. The phenological models are applied one or more phenological stages of grapevine cultivars even in variety specified. The most common grapevine phenological models applied on several different kind of grapevine varieties are Growing Degree Days (GDD; the Spring Warming (SW) model), WANG, UniFORC, UniCHILL, the GFV

(Grapevine Flowering Veraison), the linear model of ($GDD_{Duchêne}$), the GDD_5 model, the GDD_{10} model, the Caffarra's model, the BRIN model, and the non-linear model of Wang and Engel's model for forcing models and BRIN (Hourly and Daily approach), UNICHILL and UNIFIED for chilling-forcing models. The phenology is a key factor for the adaptation of grapevine varieties to changing environmental conditions. Thus, it is necessary to work and modify assessing the adaptation capacity of a grapevine varieties to the climatic conditions of side-specific locations for determination of the best variety per location combinations. This is important for making informed decisions on the most suitable variety choice for predicted climate change scenarios. Apart from changing varieties used as a coping strategy of climate change, several agricultural practices at the vineyard can be also applied. Also all formulated models have to take into account grape maturity determines the berry composition at harvest. Plenty of adaptation strategies have to be enforced in side-specific vineyards to adapt the most suitable solutions for changed climatic conditions. Therefore, it is important to continue to study grapevine phenology with generating more precise models to adapt climate change on the multidisciplinary approach.

Keywords: *Grapevine, Phenology, Crop Modelling, Climate Change*

Giriş

Dünya ekonomisindeki ilişkisini daha iyi anlamak için küresel bağcılık ve şarapçılık sektörünün kısa bir tanımlaması önceden verilmiştir. Uluslararası Asma ve Şarap Örgütü'nün son raporunda ayrıntılı olarak açıklandığı gibi (OIV) [1], dünya üzüm bağlarının yaklaşık 7.449 milyon hektarlık bir alanı kapladığı tahmin edilmektedir (2018). Aynı yıl İspanya, Dünya bağ alanının% 13'ünü oluştururken, onu Çin (% 12), Fransa (% 11), İtalya (% 9) ve Türkiye (% 6) takip etti. Bu beş ülke, küresel bağ alanının yaklaşık yarısını temsil etmektedir. Aynı rapordan, son yirmi yılda, özellikle 2003'ten 2011'e kadar olan dönemde, dünya bağ alanının zaman evriminin genel bir düşüş eğilimi gösterdiği sonucuna varılabilir. 2012'den 2014'e zayıf toparlanmanın ardından yeni bir düşüş geldi. Türkiye ve İran'daki güçlü düşüşlerin yanı sıra bağcılığın önemli bir sektör olduğu ülkelerin çoğunda son beş yılda bağ alanında istikrar veya biraz azalma eğilimi görülmektedir. Bununla birlikte, bazı ülkeler, özellikle Çin ve Hindistan olmak üzere bağ alanında net bir büyüme göstermektedir [1].

Asma fizyolojisi, son on yılda bağ yönetimini ve şarap kalitesini iyileştirmeye büyük katkılar sağlamıştır. Yerel koşullara uyarlanmış bağ eğitim sistemleri geliştirmenin temelini öncü çalışma, karbon alımı ve asma kanopi ile ışık engelleme üzerinde çalışmak oldu.

Havuz-kaynak dengesi kavramları budama, sulama ve uygun kök stoğu gibi yönetim araçlarını şekillendirdi. Şu anda, çoğunlukla üzüm bağlarının büyük bir kısmının bulunduğu Akdeniz iklimlerinde, mevsimsel kuraklık ile yüksek sıcaklıkları birleştiren, giderek daha öngörülemeyen bir iklimle karşı karşıyayız.

Bu koşullar, verim ve kalite üzerinde büyük kısıtlamalar getirmekte ve şarap üretiminde yeni zorluklar ortaya çıkarmaktadır. Paradigmalar da değişiyor. Yeni uygulamalar arasında, belirli iklim ve strese dayanıklı çeşitler ve kök stokları için uygun fenolojiye sahip genotiplerin kullanımı bulunmaktadır.

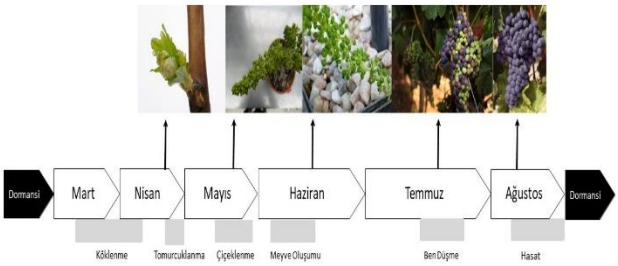
Kontrollü sulama gibi yönetim araçları, yeni eğitim sistemleri, kanopi müdahaleleri ve toprak yönetimi uygulamaları, aşırı güneş girdisini ve dolayısıyla ısı stresini azaltmak için tasarlanabilir. Düzenlenmiş açık sulama, tarımda su tasarrufunu artırmak için güçlü bir araç olarak ortaya çıktı ve mahsulün verim üzerindeki marjinal düşüşler ve meyve kalitesi üzerinde muhtemelen olumlu etki ile hafif su stresine dayanmasına izin verdi.

Değişen iklim altında, yüksek kaliteli şarap üretimi fizyolojik belirteçlerin sürekli izlenmesini gerektirecek ve bu da bağcıların zamanında müdahalesine izin verecektir. Bu belirteçler, özellikle mevcut su / sıcaklık olmak üzere çevreye bitki tepkilerinin fizyolojik ve moleküler mekanizmalarının ileri düzey bilgisine dayanacaktır.

Mevcut araştırma zorlukları, çevrenin, meyve gelişimi ve kompozisyonundan sorumlu çeşitli metabolik yolların genlerini ve proteinlerini nasıl düzenlediğini ve bu nedenle şarap kalitesini nasıl şekillendirdiğini incelemeyi içermektedir. Değişen iklime uyum sağlamadaki başarımız, bağcılıkta bir araya gelen farklı disiplinleri birleştiren çoklu stratejilere dayanacaktır.

Asma Fenolojisi

Üzüm asması gelişimi, bitkisel ve üreme döngülerinin birkaç aşamasıyla ilişkilidir. Pek çok geleneksel bağcılık bölgesi koşullarında (yani, tropikal olmayan bağcılık), asma vejetatif döngü bir tam yıla yayılırken, üreme döngüsü iki yıl sürer. Üreme döngüsü, sonraki yılki üzüm salkımlarının sayısı gibi birkaç önemli kalitatif ve kantitatif özelliği yönetir. Bitkisel döngü iki ana ardışık dönemi kapsar: uyku hali ve büyüme mevsimi. Asmasının fenolojik gelişimi birden fazla aşama içerir. Asma vejetatif ve üreme döngülerinin bu aşamaları büyük ölçüde atmosferik koşullar tarafından kontrol edilir [10]. Hızlı büyüme (40 ila 60 gün) tohum boyutu artar. İlk iki hafta içinde hücre bölünmesi ve bir miktar genişleme nedeniyle meyve boyutunda hızlı bir artış vardır; meyve sert kalır, asit yüksektir ve şeker seviyeleri neredeyse sabittir. Sıfır veya yavaş büyümenin gecikme aşaması (7 ila 40 gün) 'gecikme aşaması', hacimde daha az büyüme veya hiç büyümenin meydana gelmediği bir dönemdir. Aşama 2 ve 3 arasındaki sınır genellikle belirsizdir. Büyüme devam eder ve olgunlaşma başlar (yaklaşık 35 ila 55 gün Aşama 3'ün başlangıcı, renkteki ani değişim noktası olan veraison tarafından işaret edilir. Bu aşamada, meyve yumuşar, asit seviyeleri azalır, şeker birikir, çeşitli tatlar ve aromalar gelişir. Meyve hacmindeki hızlı artış, hücre genişlemesinden kaynaklanmaktadır (Şekil 1.).



Şekil 1. Asmanın fenolojik evreleri

Tomurcuklar, bir 'hızlı' tomurcuk veya bir 'bileşik' tomurcuk olarak sınıflandırılabilir. Bileşik tomurcuk, birincil, ikincil ve üçüncül gizli tomurcuklardan oluşur. Her tomurcuk yaprak aksilinde gelişen ''brakte bitki'' adı verilen küçük yaprak benzeri yapılarla çevrili, kısmen gelişmiş üç filiz içerir. Yaz laterali, yaprak aksilindeki hızlı bir tomurcuktan büyür. Mevcut büyüme mevsiminde sürgünler ve yapraklar üretir fakat bunlar genellikle verimli değildir. Bileşik tomurcuklar, kış uykusunun tamamlanmasından sonra sürgünler, yapraklar ve meyve üretir. Gelişmekte olan asmada yapraklar, fotosentetik ürünleri dışardan almaktan üretmeye doğru kademeli bir geçiş süreci yaşar. Yaprak tam boyunun 1/3'ü kadar büyüdüğünde kullandığından daha fazla gıda ihraç eder ve asmanın büyümesine katkıda bulunmaya başlar. Yaprak tam boyutuna ulaştığında (açıldıktan yaklaşık 30 ila 40 gün sonra) maksimum düzeyde fotosentez yapar. Hasattan veya meyve çıkarıldıktan sonra, fotosentatların çoğu köklere doğru yönlendirilir ve burada depolanır. Yaprak dökülmesi veya yaşlanma normalde sonbaharın sonlarında, mineraller kamışlara ve gövdeye geri taşındığında (yeniden hareketlendirildiğinde) başlar.

İklim Değişikliğinin Asma Üzerine Etkisi

Üzüm asmasının fenolojik evreleri, nihai üzüm ve şarap kalitesi üzerinde önemli bir etkiye sahiptir [1-3]. Özellikle, mevcut iklim koşullarındaki değişiklikler, en ünlü şarap bölgelerinde asma yetiştirme döngüsünün gelişim aşamalarının ve uzunluğunun oluşumunu önemli oranda etkilemektedir [4,5]. Asma fenolojisi esas olarak sıcaklık odaklı olduğundan [4] mevcut ısınma, fenolojik aşamaları etkiliyor ve yıllık büyüme döngüsünü değiştiriyor [13-16]. En önemli gelişim aşamaları arasında tomurcukların patlaması, bitkisel büyümenin başlangıç noktasını temsil eder. Bir sıcaklık artışının bu aşamada ikili bir etkisi olabilir (oluşumunu tahmin etmek veya geciktirmek) ve sonraki üreme aşamaları üzerinde tehlikeli sonuçlar doğurabilir. Aslında, tomurcuk patlamasındaki bir değişim, daha az salkım ve homojen olmayan bir üzüm gelişimi ile birlikte zayıf sürgün büyümesini belirleyebilir [17,18].

Artan sıcaklık altında, tomurcuk patlamasındaki bir gecikme, uyku dönemi boyunca yetersiz soğutma ile belirlenebilir [19]. Aslında, tomurcuk vejetatif büyümesi, fizyolojik koşulların (endo-dormansi) neden olduğu bir ilk alt dönem ve daha sonra tomurcuk açılmasının çevresel koşullardan etkilendiği ikinci bir alt dönem (eko-dormansi [17,20]) ile sınırlıdır. Bu bağlamda, bazı çalışmalarda dormansi durumundaki salınımlar 0 ila 10 °C [19,21] arasındaki sıcaklıklara göre soğutma gereksinimi karşılanana kadar tomurcuk maruz kalma süresi ile düzenlenir ve zorlama gerekliliğine [22] ulaşılana kadar sonraki bir sıcaklık periyodu (0 – 25 °C arası) başlar.

Asma Fenolojik Modellemeleri

Farklı asma çeşidine uygulanan en yaygın asma fenolojik modelleri şöyle sıralanabilir: Büyüyen

Derece Günleridir (Growing Degree Day, GDD; Bahar Isınması Modeli (the Spring Warming; SW)) [27], WANG [28], UniFORC [29], UniCHILL [31], GFV (Grapevine Flowering Veraison; Asma Çiçeklenme Veraison), Linear model ($GDD_{Duchêne}$), the GDD_5 modeli [30], the GDD_{10} modeli [30], Caffarra modeli [37], BRIN modeli [30] ve Wang ve Engel'in modeli [28] sıcaklık bazlı zorlayıcı modellerdendir ve BRIN (Saatlik ve Günlük yaklaşım) [30], UniCHILL ve UniFIED [31] ise soğuklanma ve sıcaklık bazlı zorlayıcı modelleridir.

GDD modeli, günlük ortalama sıcaklığın (T_{avg}; °C) belirli bir eşiğin (T_b; °C) üzerinde birikmesine dayanan eko-dormansi dönemini tanımlayan bir F modelidir. GDD birikimi ($Forc_{GDD}$) yılın sabit bir tarihinde (t_0) başlar ve tomurcuklanma tarihinde GDD gereksinimi karşılanana kadar biriktirilir (Bud; Denklem (1)).

(1)

$$Forc_{GDD} = \sum_{t_0}^{Bud} T_{avg} - T_b$$

WANG modeli [28], yılın sabit bir tarihinden (t_0) itibaren eko-dormansi dönemini tanımlamak ve diğer benzer işlevler [32] için soğuklanma birikimini hesaplamak için kullanılan bir sıcaklık tepki fonksiyonudur. Sıcaklık fonksiyonu ($Forc_{WANG}$), asmanın fenolojik gelişiminin üç ana sıcaklığa dayalı doğrusal olmayan bir yaklaşım kullanılarak değerlendirilmesini sağlar: T_{opt} (optimum sıcaklık, °C),T_{max} (maksimum sıcaklık, °C) ve T_{min} (minimum sıcaklık, °C; Denklemler (2a) ve (2b)). Formüllerdeki T_{avg} günlük ortalama sıcaklıktır (°C) ve Bud tomurcuklanma tarihidir.

(2a)

$$Forc_{WANG} = \sum_{t_0}^{Bud} Max\left[\left(\frac{2*(T_{avg}-T_{min})^{\alpha}*(T_{opt}-T_{min})^{\alpha}-(T_{avg}-T_{min})^{2\alpha}}{(T_{opt}-T_{min})^{2\alpha}}\right),0\right]$$

(2b)

$$\alpha = \frac{ln\,(2)}{ln\left(\frac{T_{max}-T_{min}}{T_{opt}-T_{min}}\right)}$$

UNIFORC modeli [29], yılın sabit bir gününden (t0) tomurcuklanma meydana gelene kadar (Bud; Denklem (3)) sıcaklık bazlı zorlayıcı birikimini ($Forc_{UNIFORC}$) hesaplamak için bir sigmoid eğriye dayanan bir F modelidir:

(3)

$$Forc_{UNIFORC} = \sum_{t_0}^{Bud} \frac{1}{1+e^{d*(T_{avg}-e)}}$$

UNICHILL modeli [31], endo-dormansi (Denklem (4)) sırasında soğutma birikimini (ChillUNICHILL) ve eko-dormansi döneminde (Denklem (5)) sıcaklık bazlı zorlayıcı birikimini ($Forc_{UNICHILL}$) tanımlayan iki fonksiyondan oluşan bir CF iki fazlı sıralı modeldir. Soğuklanma ihtiyacı belirli bir tarihte (C_{endo}) karşılandıktan sonra, sıcaklık bazlı zorlayıcı birimleri, sıcaklık bazlı zorlayıcı gereksinimine ulaşılana kadar birikmeye başlar ve bu da tomurcuklanma aşamasının (Bud) oluşmasına neden olur. Bu iki fonksiyon aşağıdaki formüllerde olduğu gibidir. Burada t_0 simülasyon başlangıç tarihi, T_{avg} günlük ortalama sıcaklık (°C) ve a, b, c, d ve e fonksiyonun ampirik parametreleridir.

(4)

$$Chill_{UNICHILL} = \sum_{t_0}^{C_{endo}} \frac{1}{1+e^{a*(T_{avg}-c)^2+b*(T_{avg}-c)}}$$

(5)

$$Forc_{UNIFORC} - \sum_{C_{endo}}^{Bud} \frac{1}{1+e^{d*(T_{avg}-e)}}$$

BRIN modeli [30], endo-dormansi döneminin soğutma birimlerinin toplanması yoluyla değerlendirildiği Bidabe'nin Soğuk Eylem Modeline [33,34] dayanan bir CF modelidir (ChillBRIN; Denklem (6)). Eko-dormansi periyodu, Richardson denklemi [35] ile hesaplanan zorlayıcı birim birikimine (ForcBRIN) dayanmaktadır. ForcBRIN, hem günlük (Denklem (7)) hem de saatlik (Denklem (8a) ve (8b)) sıcaklık toplama yaklaşımı kullanılarak hesaplanır. Formüllerdeki t_0 simülasyon başlangıç tarihidir, T_{avg} günlük ortalama sıcaklıktır (°C), C_{endo} soğutma gereksiniminin karşılandığı tarihtir, Bud tomurcuklanma tarihidir, Q_{10c} termal dormansi tepkisinin geometrik ilerleme hızıdır, T_n ve T_x ise sırasıyla günlük minimum ve maksimum sıcaklıklardır (°C). $Richardson_{Daily}$ ve $Richardson_{Hourly}$, eko-dormansi dönemini için kullanılan günlük ve saatlik Richardson denklemleridir [30] ve bu denklemler iki ana sıcaklıkla sınırlıdır: bir alt (T_l, °C) ve bir üst sınır sıcaklığı (T_h, °C).

(6)

$$Chill_{BRIN} - \sum_{t_0}^{C_{endo}} \left(Q_{10c}^{\frac{-T_x(n)}{10}} + Q_{10c}^{\frac{-T_n(n)}{10}}\right)$$

(7)

$$Forc_{BRINDaily} - \sum_{C_{endo}}^{Bud} Richardson_{Daily}(n)$$

(8a)

$$Forc_{BRINDHourly} - \sum_{C_{endo}}^{Bud} Richardson_{Hourly}(n)$$

(8b)

$$Richardson = Max\left(Min\left(T_{avg} - T_l,\ T_h - T_l\right), 0\right)$$

UNIFIED modeli [29], UNICHILL modelinde kullanılan soğuklanma ve sıcaklık bazlı zorlayıcı birikimi için aynı denklemlere dayanan bir CF örtüşen modeldir. Bununla birlikte, UNIFIED modeli, $ForcReq_{UNIFIED}$ (F_{crit})'nin kritik zorlama miktarı ve $Chill_{UNIFIED}$'in td gününde toplam soğuklanma miktarı olduğu üstel azalma eğrisinin (Denklem (9)) uygulanması yoluyla soğuklanma birimlerinin sıcaklık bazlı zorlayıcı birikimi üzerindeki etkisini içerir. Tomurcuklanma tarihi, hem soğuklanma hem de sıcaklık bazlı zorlayıcı gereksinimleri karşılandığında aşağıdaki formüldeki gibi tahmin edilebilir. Bu formülde w ve z, fonksiyonun ampirik parametreleridir.

(9)

$$ForcReq_{UNUFIED} = we^{-zChill_{UNIFIED}(t_d)}$$

GDD modeli [36], günlük ortalama sıcaklığın (T_{avg}; °C) belirli bir eşiğin (T_b; °C) üzerinde birikmesine dayalı eko-dormansi dönemini tanımlayan bir F modelidir. GDD birikimi ($Forc_{GDD}$) yılın sabit bir tarihinde (t_0) başlar ve tomurcuklanma tarihinde GDD gereksinimi karşılanana kadar biriktirilir (Bud; Denklem (10)).

(10)

$$Forc_{GDD} = \sum_{t_0}^{Bud} (T_{avg} - T_b)$$

$$Forc_{GDD} = \sum_{t_0}^{Bud} T_{avg} - T_b$$

Tomurcuklanma hesaplaması için t_0 değeri sabit bir sayı olarak (kuzey yarım küre için 1 Ocak olarak) kabul edilir. t(n) günlük ortalama sıcaklık olarak, F_{crit} çeşitler arasında değişiklik gösterdiği için T_b, GDD_5 ve GDD_{10} modelleri için sırasıyla 5 °C ve 10 °C'de sabitlenmiştir [30].

Caffarra modeli üç ana fenolojik aşamayı simüle etmek için Caffarra ve Eccel (2010) tarafından seçilmiş ve basitleştirilmiş birkaç alt modeli birleştirir. Tomorcuklanma için hesaplama paralel iki fazlı bir modele dayanıyordu [37]. Soğutma sıcaklıklarının birikimi (normal bir fonksiyon kullanılarak) örneğin 1 Eylül'den başlar (11) ve Dormansi Kırılması (DB) aşaması soğutma eşiğine ulaşıldığında (C_{crit}) hesaplanır. Daha sonra zorlama birimlerinin birikimi, C_{crit} değeri (13) kullanılarak hesaplanan eşiğe (F_{crit}) ulaşılana kadar (12 olarak verilen bir sigmoid işlevi kullanılarak) başlar. t_0 başlangıç tarihidir, N belirli bir fenolojik aşamanın tarihidir (dormasi veya tomurcuk patlaması), Tm ortalama günlük sıcaklıktır, a ve c soğuklanma birikimlerini hesaplamak için sıcaklık yanıtını tanımlayan parametrelerdir, co1 ve co2 parametrelerdir. Tomurcukların uyanması aşamasına ulaşmak için kritik soğutma (F_{crit}) ve gerekli zorlama birimleri (F_{crit}) arasındaki ilişkiyi açıklamaktadır.

(11)

$$C_{crit} = \sum_{t_0=Sept.1^{st}}^{N=DB} \frac{2}{1 + e^{a*(T_m - c)^2}}$$

(12)

$$F_{crit} = \sum_{t_0=DOYC_{crit}}^{N=BB} \frac{1}{1 + e^{-0.26*(T_m - 16.06)}}$$

(13)

$$F_{crit} = co1 * e^{co2*C_{crit}}$$

Çiçeklenme ve gerçeklik için, hesaplama sadece bir sigmoid fonksiyonu (14) ve günlük ortalama sıcaklıklar kullanılarak zorlama birimlerini hesaba katar. Bu aşamalar için başlangıç noktası (t_0) önceden hesaplanan aşamadır.

(14)

$$F_{crit} = \sum_{t_0}^{N} \frac{1}{1 + e^{-0.26*(T_m - 16.06)}}$$

Buğday mahsulünün gelişimini simüle etmek için Wang ve Engel (1998) (WE modeli) tarafından doğrusal olmayan bir model önerildi [28]. Bu model, asma çiçeklenmesini ve gerçekliğini hesaplamak için uygulandı [38]. Bu modelin eğrisel yapısı, yüksek sıcaklıkların asma gelişimi üzerindeki olumsuz etkilerini hesaba katabilir (15):

$$F_{crit} = \sum_{t_0}^{N} F(T)(10)$$

$$If\ T_{min} < T < T_{max},$$

$$F(T) = \sum_{t_0}^{N} \frac{2 * (T - T_{min})^{\alpha} * (T_{opt} - T_{min})^{A\alpha} - (T - T_{min})^{2\alpha}}{(T_{opt} - T_{min})^{2\alpha}}$$

$$If\ T < T_{min}\ or\ T > T_{max}, F(T) = 0$$

$$\alpha = \frac{log2}{Log\left(\frac{T_{max} - T_{min}}{T_{opt} - T_{min}}\right)}$$

F(T) 0 ile 1 aralığındaki günlük termal toplam oranıdır. t0 zorlamanın başlangıç tarihidir. N, F_{crit}'e ulaşıldığında fenolojik aşamanın tarihidir ve T_{min}, T_{opt} ve T_{max} sırasıyla minimum, optimum ve maksimum sıcaklık eşiklerini ifade eder. Minimum ve maksimum eşiklerin altındaki veya üzerindeki sıcaklıkların bitkiler üzerinde hiçbir etkisi olmadığı kabul edilir.

Sonuç

Fenoloji, asma çeşitlerinin değişen çevre koşullarına adaptasyonu için kilit bir faktördür. Bu nedenle, farklı öokasyonlara göre en iyi çeşidin belirlenmesi için bir asma çeşidinin spesifik bölgelere özgü iklim koşullarına adaptasyon kapasitesinin değerlendirilmesi ve adapte edilmesi gerekmektedir. Bu durum tahmin edilen iklim değişikliği senaryoları için en uygun çeşit seçimi konusunda bilinçli kararlar vermek için önemli bir faktördür. İklim değişikliğiyle mücadele stratejisi olarak kullanılan çeşidi değiştirmenin yanı sıra bağda çeşitli tarımsal uygulamalar da yapılabilmektedir. Bunun yanı sıra, tüm formüle edilmiş modeller, hasatta meyve kompozisyonunu belirleyen üzüm olgunluğunu dikkate almalıdır. Değişen iklim koşullarına en uygun çözümleri adapte etmek için spesifik yere özgü asma bağlarında çok sayıda adaptasyon stratejisi uygulanmalıdır. Bu nedenle, iklim değişikliğini multidisipliner yaklaşıma uyarlamak için daha kesin modeller üreterek asma fenolojisini çalışmaya devam etmek önemlidir.

Kaynaklar

[1] Spitters, C. J. T. (1989). Crop Growth Models: Their usefulness and limitations. Acta Horticulturae, (267), 349–368. doi:10.17660/actahortic.1990.267.42

[2] Spitters, C. J. T., & Schapendonk, A. H. C. M. (1990). Evaluation of breeding strategies for drought tolerance in potato by means of crop growth simulation. Genetic Aspects of Plant Mineral Nutrition, 151–161. doi:10.1007/978-94-009-2053-8_24

[3] Haverkort, A. J., & Kooman, P. L. (1997). The use of modeling growth and development in ideotyping of potato under conditions defining, limiting and reducing yields. Euphytica, 94, 191-200. doi:10.1023/A:1002965428704

[4] Haverkort, A. J., Verhagen, A., Grashoff, A. C., & Uithol, P. W. J. (2004). Potato-zoning: a decision support system on expanding the potato industry through agro-ecological zoning using the LINTUL simulation approach. Decision support systems in potato production: bringing models to practice. Wageningen Academic, Wageningen, 29-44.

[5] Franke, A. C., Haverkort, A. J., & Steyn, J. M. (2013). Climate Change and Potato Production in Contrasting South African Agro-Ecosystems 2. Assessing Risks and Opportunities of Adaptation Strategies. Potato Research, 56(1), 51–66. doi:10.1007/s11540-013-9229-x

[6] Haverkort, A. J., Franke, A. C., Engelbrecht, F. A., & Steyn, J. M. (2013). Climate Change and Potato Production in Contrasting South African Agro-ecosystems 1. Effects on Land and Water Use Efficiencies. Potato Research, 56(1), 31–50. doi:10.1007/s11540-013-9230-4

[7] Haverkort, A. J., Franke, A. C., Steyn, J. M., Pronk, A. A., Caldiz, D. O., & Kooman, P. L. (2015). A Robust Potato Model: LINTUL-POTATO-DSS. Potato Research, 58(4), 313–327. doi:10.1007/s11540-015-9303-7

[8] Yagiz, A. K., Cakici, M., Aydogan, N., Omezli, S., Yerlikaya, B. A., Ayten, S., ... & Haverkort, A. J. (2020). Exploration of Climate Change Effects on Shifting Potato Seasons, Yields and Water Use Employing NASA and National Long-Term Weather Data. Potato Research.

[9] De Temmerman, Z., Bindi, M., Craigon, Z., Fangmeier, J. A., Hacour, A., Pleijel, H., ... & Wolf, J. (2000). CHIPS (Changing Climate Impact on Potato Yield and Quality) final report.

[10] De Temmerman, L., Hacour, A., & Guns, M. (2002). Changing climate and potential impacts on potato yield and quality "CHIP": introduction, aims and methodology. European Journal of Agronomy, 17(4), 233–242. doi:10.1016/s1161-0301(02)00063-1

[11] Schapendonk, A. H. C. M., Pot, C. S., & Goudriaan, J. (1995). Simulated effects of elevated carbon dioxide concentration and temperature on the productivity of potato. Current Issues in Production Ecology, 101–113. doi:10.1007/978-94-011-0051-9_7

[12] Schapendonk, A. H. C. M., van Oijen, M., Dijkstra, P., Pot, C. S., Jordi, W. J. R. M., & Stoopen, G. M. (2000). Effects of elevated CO2 concentration on photosynthetic acclimation and productivity of two potato cultivars grown in open-top chambers. Functional Plant Biology, 27(12), 1119. doi:10.1071/pp99205

[13] Wolf, J., & Van Oijen, M. (2003). Model simulation of effects of changes in climate and atmospheric CO2 and O3 on tuber yield potential of potato (cv. Bintje) in the European Union. Agriculture, Ecosystems & Environment, 94(2), 141–157. doi:10.1016/s0167-8809(02)00029-4

[14] Yagiz, A. K., Cakici, M., Aydogan, N., Omezli, S., Yerlikaya, B. A., Ayten, S., ... & Haverkort, A. J. (2020). Exploration of Climate Change Effects on Shifting Potato Seasons, Yields and Water Use Employing NASA and National Long-Term Weather Data. Potato Research.

[15] Özdoğan, M. (2011). Modeling the impacts of climate change on wheat yields in Northwestern Turkey. Agriculture, Ecosystems & Environment, 141(1-2), 1–12. doi:10.1016/j.agee.2011.02.001

[16] Vanli, Ö., Ustundag, B. B., Ahmad, I., Hernandez-Ochoa, I. M., & Hoogenboom, G. (2019). Using crop modeling to evaluate the impacts of climate change on wheat in southeastern

turkey. Environmental Science and Pollution Research, 26(28), 29397–29408. doi:10.1007/s11356-019-06061-6

[17] Yano, T., Aydin, M., & Haraguchi, T. (2007). Impact of Climate Change on Irrigation Demand and Crop Growth in a Mediterranean Environment of Turkey. Sensors, 7(10), 2297–2315. doi:10.3390/s7102297

[18] Ozkan, B., & Akcaoz, H. (2002). Impacts of climate factors on yields for selected crops in the Southern Turkey. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change, 7(4), 367-380.

[19] Unal, Y. S., Tan, E., & Mentes, S. S. (2012). Summer heat waves over western Turkey between 1965 and 2006. Theoretical and Applied Climatology, 112(1-2), 339–350. doi:10.1007/s00704-012-0704-0

[20] Demircan, M., Gürkan, H., Eskioğlu, O., Arabacı, H., & Coşkun, M. (2017). Climate Change Projections for Turkey: Three Models and Two Scenarios. Turkish Journal of Water Science and Management, 1(1), 22–43. doi:10.31807/tjwsm.297183

[21] Sönmez, İ., & Kaplan, M., (2004). Determination of Salinity of Soil and Irrigation Waters of Greenhouses in Demre Region. Journal of Akdeniz Unıversıty Faculty of Agrıculture, 17(2): 155-160.

[22] Brouwer C., Heibloem H. (1986). Irrigation Water Management: Irrigation Water Needs. Irrigation Water Management Training Manual No. 3. Land and Water Development Division FAO Via delle Terme di Caracalla 00100 Rome, Italy

[23] Gimplinger, D. M., & Kaul, H. P. (2012). Calibration and validation of the crop growth model LINTUL for grain amaranth (Amaranthus sp.). Journal of Applied Botany and Food Quality, 82(2), 183-192.

[24] Gaiewski, V. (2009). Parametrização do modelo LINTUL para estimar a produtividade potencial da cultura de milho (Doctoral dissertation, University of São Paulo).

[25] Ezui, K. S., Leffelaar, P. A., Franke, A. C., Mando, A., & Giller, K. E. (2018). Simulating drought impact and mitigation in cassava using the LINTUL model. Field Crops Research, 219, 256–272. doi:10.1016/j.fcr.2018.01.033

[26] Haverkort, A. J., Uenk, D., Veroude, H., & Van De Waart, M. (1991). Relationships between ground cover, intercepted solar radiation, leaf area index and infrared reflectance of potato crops. Potato Research, 34(1), 113–121. doi:10.1007/bf02358105

[27] Amerine, M.A.; Winkler, A.J. Composition and Quality of Musts and Wines of California Grapes.Hilgardia1944,15, 493–675

[28] Wang, E.; Engel, T. Simulation of phenological development of wheat crops.Agric. Syst.1998,58, 1–24

[29] Chuine, I. A unified model for budburst of trees.J. Theor. Biol.2000,207, 337–347

[30] García de Cortázar-Atauri, I.; Brisson, N.; Gaudillere, J.P. Performance of several models for predictingbudburst date of grapevine (Vitis viniferaL.).Int. J. Biometeorol.2009,53, 317–326

[31] Chuine, I. A unified model for budburst of trees.J. Theor. Biol.2000,207, 337–347

[32] Fila, G.; Gardiman, M.; Belvini, P.; Meggio, F.; Pitacco, A. A comparison of different modelling solutionsfor studying grapevine phenology under present and future climate scenarios.Agric. For. Meteorol.2014,195–196, 192–205.

[33] Bidabe, B. Contrôle de l'époque de floraison du pommier par une nouvelle conception de l'action detempératures.C. R. Séances L'Acad. D'Agric. Fr.1963,49, 934–945.42.

[34] Bidabe, B.L'action Des Températures Sur L'évolution Des Bourgeons de L'entrée en Dormanceàla Floraison; CongrèsPomologique: Paris, France, 1965.

[35] Richardson, E.A.; Seeley, S.D.; Walker, D.R.; Walker, D.I. A model for estimating the completion of rest for"Redhaven" and "Elberta" peach trees.Hortic. Sci.1974,9, 331–332.

[36] Amerine, M.A.; Winkler, A.J. Composition and Quality of Musts and Wines of California Grapes. Hilgardia 1944, 15, 493–675.

[37] Chuine, I. (2000). A unified model for budburst of trees. Journal of theoretical biology, 207(3), 337-347. https://doi.org/10.1006/jtbi.2000.2178

[38] García de Cortázar-Atauri, I., Chuine, I., Donatelli, M., Parker, A. K., and van Leeuwen, C. (2010a). A curvilinear process-based phenological model to study impacts of climatic change on grapevine (Vitis vinifera L.). Proceedings of Agro, 907-908.

Hisse Senedi Fiyatları ve Döviz Kuru Arasındaki İlişki: Derin Öğrenme Algoritmalarının Karşılaştırmalı Analizi

Cemal ÖZTÜRK[1], Sezai TOKAT[2]

[1]*Pamukkale Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, Denizli, TÜRKİYE*
[2]*Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği, Denizli, TÜRKİYE*

Özet

Makine öğrenmesi yöntemleri döviz kuru veya borsa yatırım stratejilerinin bir parçası veya karar destek elemanı olarak sınıflandırma ve regresyon amacıyla kullanılmaktadır. Bu çalışmada, hisse senedi fiyatları ile döviz kurları arasındaki ilişki derin öğrenme yöntemleri kullanılarak irdelenmiştir. Finansal serbestleşme politikaları neticesinde hisse senedi fiyatları ile döviz kurları arasındaki ilişki kuvvetlenmiş ve böylece hisse senedi piyasası ile döviz kuru arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmaların önemi artmıştır. Bu çalışmada, Türkiye'de 2002:01 - 2021:03 dönemi arası veriler günlük frekansta kullanılarak hisse senedi piyasası ile döviz kuru arasındaki ilişki NARX ve LSTM yöntemleriyle araştırılmış ve kullanılan yöntemlerin karşılaştırmalı bir analizi sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: *Derin Öğrenme, Makine Öğrenmesi, Döviz Kuru, Hisse Senedi Fiyatı, Zaman Serisi Analizi*

The Nexus among Stock Prices and Exchange Rate: A Comparative Study of Deep Learning Algorithms

Abstract

Machine learning methods are used for classification and regression purposes as a decision support element or as part of the foreign exchange rate or stock market investment strategies. In this study, the relationship between stock prices and exchange rates is examined using deep learning methods. As a result of financial liberalization policies, the relationship between stock prices and exchange rates has strengthened, and thus the importance of studies examining the relationship between the stock market and exchange rate has increased. Turkey in 2002: 01-2021: 01 period from the relationship between exchange rate data were analyzed by NARX and LSTM methods by using market shares on a daily frequency and a comparative analysis of the methods used is presented.

Keywords: *Deep Learning, Machine Learning, Foreign Exchange Rate, Stock Price, Time Series Analysis*

1 Giriş

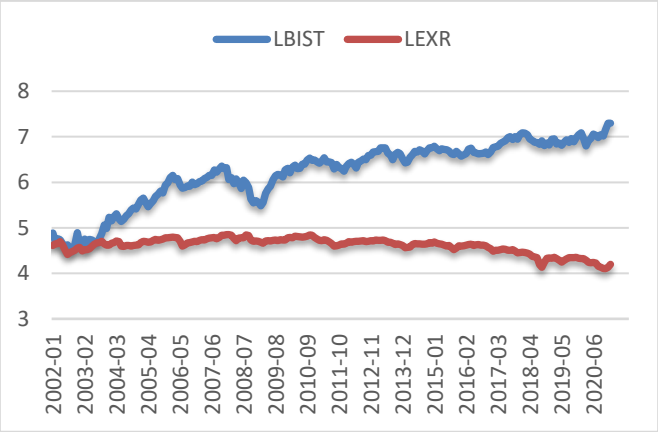
Finansal ekonomistler ve uygulayıcılar tarafından sıklıkla incelenmekte olan hisse senedi fiyatları ve döviz kuru arasındaki teorik ilişkiler iki şekilde analiz edilmektedir. Dornbusch ve Fischer [1], ilk olarak, döviz kurlarındaki değişikliklerin uluslararası rekabeti ve ticaret dengelerini etkilediğini ve böylece reel gelir ve çıktıyı etkilediğini varsayan "akış odaklı" döviz kuru modellerini önermiştir. Genellikle firmaların gelecekteki nakit akışlarının bugünkü değerleri olarak yorumlanan hisse senedi fiyatları, döviz kuru değişikliklerine tepki vermektedir ve gelecekteki gelir ve faiz oranı, cari yatırım ve tüketim kararları arasındaki bağı oluşturmaktadır. İkinci olarak, Branson [2] ve Frankel [3] döviz kurlarını hisse senetleri gibi varlıklar için arz ve talebi eşitlemek olarak gören "hisse odaklı" döviz kuru modellerini sunmuştur. Bu yaklaşım, sermaye hesabına önemli bir rol vererek döviz kuru dinamiklerini belirler. Finansal varlıkların değerleri, gelecekteki nakit akışlarının bugünkü değerleri ile belirlendiğinden, para birimi değerlerine ilişkin beklentiler, fiyat hareketlerinde önemli bir rol oynamaktadır. Bu nedenle, hisse senedi fiyatında meydana gelen

değişiklikler döviz kuru dinamiklerini etkileyebilir veya bunlardan etkilenebilir.

Hu vd. [4] karşılaştırma ve analiz için Dijital Bibliyografya ve Kütüphane Projesi (DBLP) veri tabanından makaleler seçmiştir. Çalışmalar, farklı derin öğrenme yöntemlerine göre sınıflandırılmıştır. Bunlar, Evrişimli sinir ağı (CNN), Uzun Kısa Süreli Bellek (LSTM), Derin sinir ağı (DNN), Tekrarlayan Sinir Ağı (RNN), Pekiştirmeli Öğrenme ve Hybrid Attention Networks (HAN), kendi hızına göre öğrenme mekanizması (NLP) ve Wavenet gibi diğer derin öğrenme yöntemleridir. Buna ek olarak bu makalede, her makalenin veri seti, değişkeni, modeli ve sonuçları gözden geçirilmiştir. Sonuçlar, Kök Ortalama Kare Hatası (RMSE), Ortalama Mutlak Yüzde Hatası (MAPE), Ortalama Mutlak Hata (MAE), Ortalama Kare Hata (MSE), doğruluk ve dönüş oranı gibi en çok kullanılan performans ölçütleriyle kıyaslanmıştır. LSTM'yi diğer yöntemlerle, örneğin DNN ile birleştiren modellerin geniş çapta araştırıldığı belirlenmiştir. Pekiştirmeli öğrenme ve diğer derin öğrenme yöntemleri büyük getiri ve performanslar sağladığı ortaya konmuştur. Son yıllarda, finansal modelleme için derin öğrenmeye dayalı yöntemleri kullanma eğiliminin katlanarak arttığı sonucuna varılmıştır.

Aydın ve Çavdar [5], ABD Doları-Türk Lirası (USD / TRY) döviz kuru, altın fiyatları ve Borsa İstanbul (BIST) 100 endeksi arasındaki ilişki Ocak 2000 ve Eylül 2014 dönemlerine ait aylık veriler kullanarak Yapay Sinir Ağı (YSA) yöntemi ve Vektör Otoregresif (VAR) yöntemi kullanarak tahmin etmiştir. YSA yöntemiyle elde edilen sonuçlar, VAR'ın ekonometrik tahmin yöntemi ile elde edilen sonuçlarla karşılaştırılmıştır. Sonuçlar, YSA yaklaşımının VAR yöntemine göre daha üstün tahmin kabiliyetine sahip olduğunu göstermektedir.

Değirmenci ve Pabuçcu [6], Türkiye'de 2010–2015 dönemleri arasında günlük olarak alınmış CDS primleri ve menkul kıymet borsa endeksi kapanış değeri (BIST100) karşılaştırmıştır. Çalışmada yöntem olarak Vektör otoregresif (VAR) analizi, Granger Nedensellik analizi ve Yapay sinir ağı tabanlı, doğrusal olmayan otoregresif (NARX) modeller kullanılarak veriler analiz edilmeye çalışılmıştır. Çalışmada Granger nedensellik testi, hisse senedi fiyatları ve kredi temerrüt riski arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğunu göstermiştir. NARX model ise hata oranı ile çok güçlü bir tahmin modeli olarak belirlenmiştir.



Şekil 1. BIST100 Endeksi ve Reel Efektif Döviz Kuru

Bu çalışmanın amacı, Türkiye'deki döviz kuru ve hisse senedi fiyatı arasındaki kısa vadeli dinamikler hakkında ampirik kanıt sağlamaktır. Bu çalışma, Türkiye'deki hisse senedi fiyatı ve döviz kuru fiyat davranışları arasındaki kısa vadeli dinamik ilişkileri ampirik olarak araştırmaktadır. Böylece hisse senedi fiyatı (BIST) ve döviz kurunun (EXR) kısa vadeli hareketlerinin daha iyi anlaşılabilmesi amaçlanmaktadır. Bu iki piyasanın kısa vadeli hareketlerinin daha iyi anlaşılması, finans yatırımcılarının daha bilinçli yatırım ve finansman kararları almasını sağlamaktadır.

2 Materyal ve Yöntem

2.1 Nedensellik Analizi

Bağımlı değişkenlerin gecikmeli değerlerinin yer aldığı vektör otoregresif modeller (VAR) [7] zaman serileri üzerinden geleceğe yönelik tahminler elde etmek için sıklıkla kullanılmaktadır. Toda-Yamamoto nedensellik testi VAR modeline dayalı fakat serilerin durağan olmasına gerek duymayan yeni bir yaklaşım getirmiştir. Toda-Yamamoto (1995), ele alınan modele, standart Granger nedensellik testindeki tüm değişkenlerin maksimum birim kök derecesi kadar gecikme dahil etmektedir [8]. Böylece Toda-Yamamoto yaklaşımında değişkenler arasındaki durağanlık seviyesi dikkate alınmaksızın daha güvenilir bir test elde edilir. VAR modeliyle belirlenen gecikme uzunluğu (k) ve maksimum bütünleşme sayısı (dmax) belirlendikten sonra seçilen gecikme uzunluğunda yeni bir VAR modeli tahmin edilir ve ardından Granger nedensellik testi uygulanmaktadır [8]. EXR ve BIST değişkenlerini kullanan bir VAR modeli aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$EXR_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^{p+d_{max}} \beta_{1i} EXR_{t-i} + \sum_{i=1}^{p+d_{max}} \beta_{2i} BIST_{t-i} + \varepsilon_t \quad (1)$$

$$BIST_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^{p+d_{max}} \beta_{1i} BIST_{t-i} + \sum_{i=1}^{p+d_{max}} \beta_{2i} EXR_{t-i} + \varepsilon_t \quad (2)$$

Denklem (1)-(2)'de yer alan p, VAR modeli kullanılarak elde edilen uygun gecikme uzunluğunu, d_{max} ise maksimum bütünleşme derecesini yani tüm değişkenlerden en çok farkta durağan olan serinin derecesini göstermektedir. ε_t ise beyaz gürültülü hata terimidir.

Toda-Yamamoto nedensellik testinin hipotezleri Denklem (3)'teki gibidir.

$$H_0: \beta_{2i} = 0, i = 1,2, \dots, p \quad (3)$$

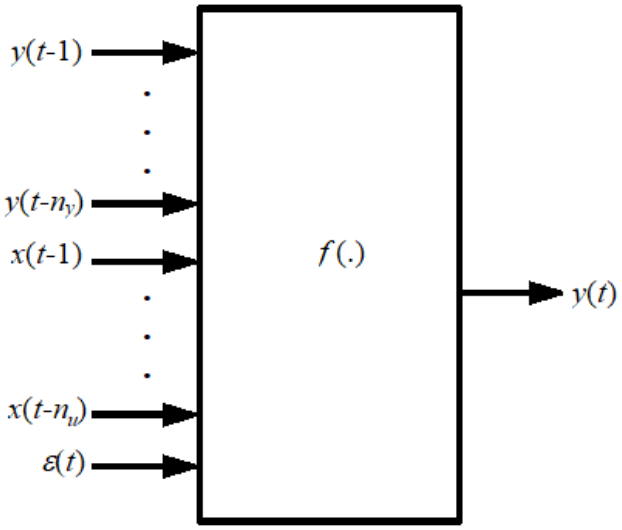
2.2 Doğrusal Olmayan Otoregresif Dışsal Model (NARX)

Zaman serisi modellemede kullanılan doğrusal olmayan dışsal girdili otoregresif ağ modeli (NARX), doğrusal dışsal girdili otoregresif ağ modelini temel alan ve ağ katmanları arasında geri bildirim bağlantılarına sahip, tekrarlayan (recurrent) dinamik bir ağdır. Bu model, bir zaman serisinin mevcut değerini, aynı serinin geçmiş değerleri ve ilgili seriyi etkileyen harici olarak belirlenmiş dışsal serinin mevcut ve geçmiş değerleri ile ilişkilendirmektedir.

Şekil 2'deki gibi bir NARX modeli matematiksel olarak Denklem (4)'teki gibi ifade edilebilir:

$$y_t = f(y_{t-1} + y_{t-2} + \dots + y_{t-p} + x_{t-1} + x_{t-2} + \dots + x_{t-q}) + \varepsilon_t \quad (4)$$

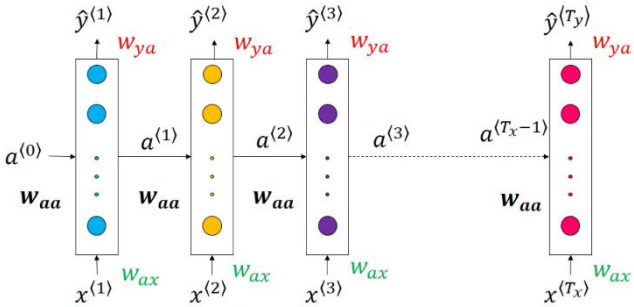
Denklem (4)'te y bağımlı değişkendir ve x dışsal olarak belirlenen değişkendir. Bu ilişkide, x hakkındaki q adet geçmiş bilgi, y'nin p adet geçmiş değerleri ile birlikte y'yi t anında tahmin etmektedir. f fonksiyonu, bir yapay sinir ağı, dalgacık ağı veya sigmoid ağı olarak ele alınabilen bir doğrusal olmayan fonksiyondur (Şekil 2).



Şekil 2. NARX Modeli

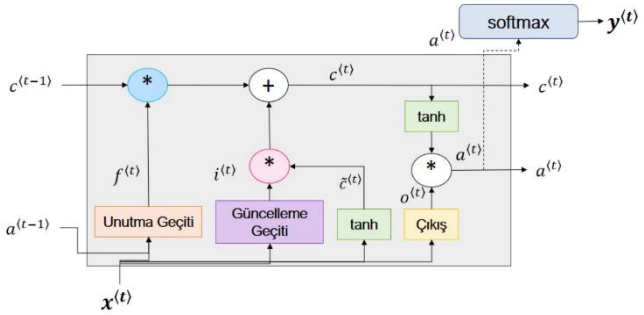
2.3 Uzun Kısa Süreli Bellek Ağları (LSTM)

Uzun Kısa Süreli Bellek ağları (LSTM) uzun vadeli bağımlılıkları öğrenebilen özel bir tekrarlayan sinir ağı (RNN) türüdür. [9] Hochreiter & Schmidhuber (1997) tarafından tanıtılan ve takip eden çalışmalarda geliştirilerek ve yaygınlaştırılan LSTM, farklı problemler üzerinde iyi sonuçlar vermekte ve günümüzde yaygın olarak kullanılmaktadır. Şekil 3'teki RNN modeli, yapay sinir ağlarının yinelenen modüllerinden oluşan bir zincir biçimine sahiptir. Standart RNN'lerde tekrar eden modül, tek bir tanjant hiperbolik fonksiyon katmanı içeren çok basit bir yapıya sahiptir (Şekil 3).



Şekil 3. RNN Modeli

Şekil 4'te verilen LSTM modelinde ise yinelenen modülün farklı bir yapısı vardır. Tek bir sinir ağı katmanına sahip olmak yerine, etkileşime giren dört tane sinir ağı katmanı vardır.



Şekil 4. LSTM Modeli [10]

2.4 Veri

Çalışmada Türkiye'ye ait 2003:01-2021:03 dönemine ait günlük BIST100 ve döviz kuru arasındaki ilişki irdelenmiştir. Veriler TCMB Elektronik Veri Dağıtım Sistemi (EVDS)'den derlenmiştir.

3 Bulgular ve Tartışma

3.1 Birim kök testi ve nedensellik analizi

Çalışmada birim kök ve nedensellik analizinde R programlama dili kullanılmıştır. Derin öğrenme modelleri ise GPU (grafik işlem birimi) kullanımı özelliği olan Google Colab uygulaması ile Python 3 programlama dili ve kütüphane olarak ise TensorFlow ve Keras kütüphanesi ve MATLAB kullanılarak yapılmıştır.

Birim kök testi için literatürde sıklıkla kullanılan Augmented Dickey Fuller (ADF) [11] testi ve Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS) [12] testi kullanılmıştır. Söz konusu testlere ilişkin olarak sonuçlar Tablo 1'de verilmiştir. Buna göre söz konusu değişkenlerin düzey değerlerinde birim kök sürece sahip olduğu ve birinci farklarında durağan olduğu görülmektedir. Yani analize konu değişkenlerin bütünleşme derecesi $I(1)$'dir.

Tablo 1. Birim kök test sonuçları.

	ADF		KPSS	
	Test İstatistiği	Bütünleşme Derecesi	Test İstatistiği	Bütünleşme Derecesi
$BIST$	0.981595	$I(1)$	5.610628***	$I(1)$
$\Delta BIST$	-24.02023***		0.229769	
EXR	1.7315	$I(1)$	5.808773***	$I(1)$
ΔEXR	-25.80631***		0.508523*	

Not: ***, * * ve * sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeyinde istatistiksel anlamlılığı gösterir.

Toda-Yamamoto nedensellik testi birim kök sürece sahip değişkenler arasında uygulanabilmektir. Böylece BIST100 ve döviz kuru arasında uygulanan Toda-Yamamoto nedensellik test sonucu Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Toda-Yamamoto test sonuçları.

Nedensellik	Test istatistiği	p değeri
$BIST \nRightarrow EXR$	16.458***	0.0011
$EXR \nRightarrow BIST$	13.424*	0.0696

Not: $A \nRightarrow B$ ifadesi A'nın B'nin nedeni olmadığı boş hipotez anlamına gelmektedir. *** ve * sırasıyla %1 ve %10 anlamlılık düzeyinde istatistiksel anlamlılığı gösterir.

Sonuçlara göre BIST'in EXR'in nedeni olmadığı hipotezi %1 hata düzeyinde reddedilmektedir. Yani BIST'in, EXR'in nedeni olduğu görülmektedir. Bu sonuca göre model Denklem 5'te oluşturulmuştur:

$$\mathrm{EXR}_t = \alpha_0 + \sum_{j=1}^{p} \alpha_{1i}\mathrm{EXR}_{t-j} + \sum_{j=1}^{q} \alpha_{2i} BIST_{t-j} + \varepsilon_t \tag{5}$$

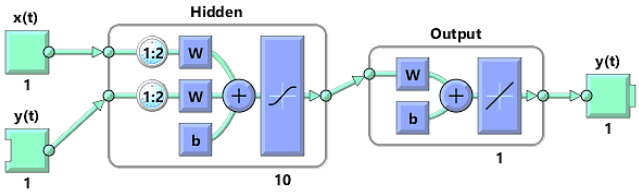
3.2 Model başarımları

Tasarlanan NARX ve LSTM modellerinin çözüm başarımını ölçmek amacı ile ortalama mutlak hata (OMH), ortalama karesel hata (OKH) değerlendirme kriterleri uygulanmıştır. Bu değerlendirme kriterlerinin hesaplanış yöntemleri Denklem (6-7)'de gösterilmektedir.

$$\mathrm{OMH} = \frac{1}{N}\sum_{j=1}^{p} |y_i - y_i^*| \tag{6}$$

$$\mathrm{OKH} = \sqrt{\frac{1}{N}\sum_{j=1}^{p} \left(y_i - y_i^*\right)^2} \tag{7}$$

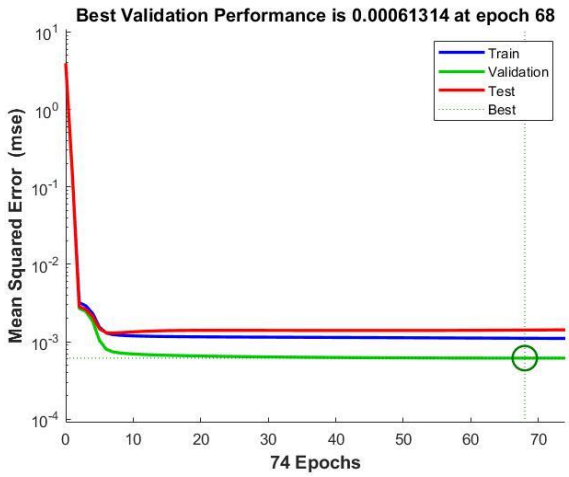
NARX ağı, 2 gecikme, 10 nöronluk tek bir gizli katman, sigmoid aktivasyonu ve Levenberg–Marquardt (LMA) ile 74 epoch için eğitilmiştir. Bu algoritma daha fazla zaman gerektirmektedir ancak zor, küçük veya gürültülü veri kümeleri için iyi sonuçlar elde edebilmektedir. Uyarlanabilir ağırlık minimizasyonuna (düzenleme) göre eğitim durur. Geçmişteki dışsal girdiler ve gerçek hedef gözlemler, mevcut gözlemi tahmin etmek için kullanılır. Gerçek hedef gözlemlerin geçmiş değerleri kaydedilmezse, ağ geçmiş tahmin edilen değerleri kullanır (Şekil 5).



Şekil 5. Yapay Sinir Ağı Diyagramı

Şekil 6'da başarım, ortalama karesel hata cinsinden ölçülmüştür. Ağ eğitildikçe hata hızla azalmıştır. Eğitim ve test setlerinin her biri için başarım gösterilmiştir.

Bu çalışmada 74 epoch (adım, tekrar) sonrasında en iyi değer 68. iterasyonda gerçekleşmiş olup OKH 0.0006 seviyesindedir (Şekil 6).

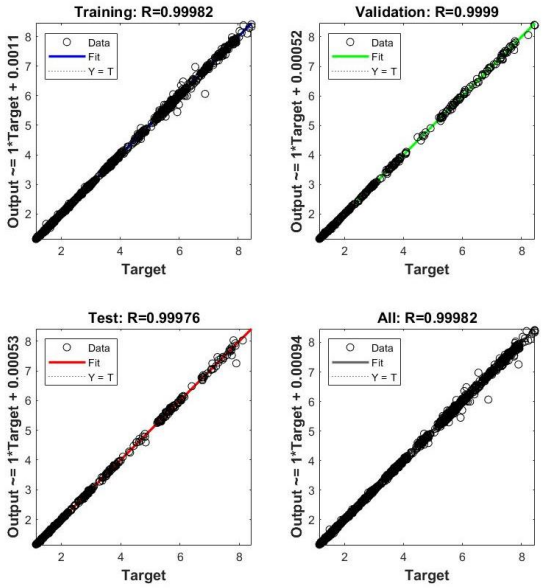


Şekil 6. Levenberg-Marquardt Geri Yayılım Algoritması için Epoch-OKH Grafiği

Ağ çıktıları ile hedefler arasındaki ilişkilerin ortaya konulduğu regresyon grafiği Şekil 7'de sunulmuştur. R değeri genelde 0,999 gibi bir değer olarak bulunmuştur. R değerinin 1'e yakın olması başarı göstergesidir. Elde edilen sonuçlar Tablo 3'te sunulmuştur.

Tablo 3. NARX modeli sonuçları

Test	Sonuç
Kayıp	0.00006
OMH	0.0061
OKH	0.00104
Doğruluk	%99



Şekil 7. Eğitim, çapraz doğrulama ve test performansı

LSTM modelinin kayıp fonksiyonunun hesabında ortalama karesel hata (OKH) kullanılmıştır. Tasarlanan modelde 71,051 adet öğrenilen parametre mevcuttur. Parametrelerin en uygun değerleri stokastik bir optimizasyon yöntemi olan Adam Algoritması [13] ile belirlenmiştir. Çok miktarda veri ve parametre hesaplamaları için uygundur [10]. Tasarlanan ağın özeti Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. Tasarlanan LSTM modelinin özeti

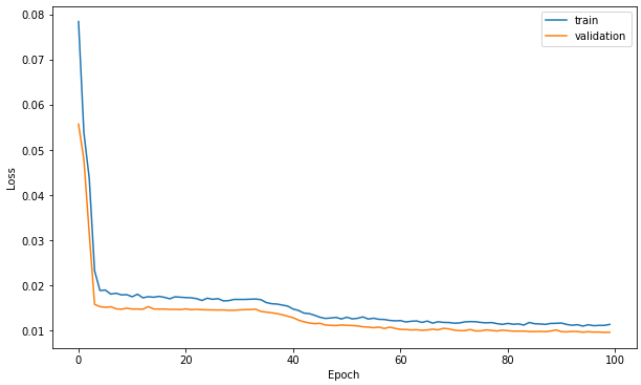
Katman Tipi	Birim Sayısı	Parametre Sayısı
LSTM	50	10400
Seyreltme	50	0
LSTM	50	20200
Seyreltme	50	0
LSTM	50	20200
Seyreltme	50	0
Yoğunlaştırma	1	51

Elde edilen sonuçları değerlendirmek için doğruluk, OMH ve OKH değerleri hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 5'te özetlenmiştir.

Tablo 5. LSTM modeli sonuçları

Test	Sonuç
Kayıp	0.0097
OMH	0.0618
OKH	0.0986
Doğruluk	%72

LSTM için eğitim ve test yitim-iterasyon grafiği Şekil 8'deki gibi elde edilmiştir.



Şekil 8. LSTM eğitim ve doğrulama başarımı

4 Sonuç

Bu çalışmada döviz kuru ile BIST100 endeksi arasındaki ilişki NARX ve LSTM yöntemleri kullanılarak modellenmiştir. Çalışmanın bulgularında, Toda-Yamamoto testi sonucunda BIST'ten EXR'ye nedensellik olduğu tespit edilmiştir. Buna göre Branson [2] ve Frankel [3] tarafından ortaya atılan döviz kurlarını hisse senetleri gibi varlıklar için arz ve talebi eşitlemek olarak gören "hisse odaklı" döviz kuru modelinin anılan dönemde geçerliliği saptanmıştır.

NARX Modeli, karmaşık dinamik sistemlerin makul doğrulukta modellenmesinin yollarından biridir. Bu tür sorunları çözmek için alan uzmanlığı, süreç mühendisliği becerilerinin veri bilimi ile güçlendirilmesi gerekir. Buna göre bu model, bir zaman serisinin mevcut değerini, aynı serinin geçmiş değerleri ve ilgili seriyi etkileyen harici olarak belirlenmiş dışsal serinin geçmiş değerleri ile ilişkilendiren yaklaşıma sahiptir. NARX modelinin başarımının oldukça yüksek, LSTM modelinin başarımının ise düşük olduğu görülmektedir.

Kaynaklar

[1] Dornbusch R, Fischer S. "Exchange rates and the current account". *The American Economic Review*, 70(5), 960-971, 1980.

[2] Branson WH. "Macroeconomic determinants of real exchange rates," *NBER Working Paper*, w0801, 1981.

[3] Frankel JA. "Monetary and portfolio-balance models of exchange rate determination," *International economic policies and their theoretical foundations: Elsevier*, 793-832, 1992.

[4] Hu Z, Zhao Y, Khushi M. "A Survey of Forex and Stock Price Prediction Using Deep Learning," *Applied System Innovation*, 4(1), 9, 2021.

[5] Aydin AD, Cavdar SC, "Comparison of prediction performances of artificial neural network (ANN) and vector autoregressive (VAR) Models by using the macroeconomic variables of gold prices, Borsa Istanbul (BIST) 100 index and US Dollar-Turkish Lira (USD/TRY) exchange rates," *Procedia Economics and Finance*, 30, 3-14, 2015.

[6] Değirmenci N, Pabuççu H. "Borsa İstanbul ve Risk Primi Arasındaki Etkileşim: VAR ve NARX Modeli". *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 35(4), 248-261, 2016.

[7] Sims CA. "Are forecasting models usable for policy analysis?". *Quarterly Review*, 10, 2-16, 1986.

[8] Toda HY, Yamamoto T. "Statistical inference in vector autoregressions with possibly integrated processes". *Journal of econometrics*, 66(s2), 225-250, 1995.

[9] Hochreiter S, Schmidhuber J. "LSTM can solve hard long time lag problems". *Advances in neural information processing systems*, 473-479, 1997.

[10] Kızrak MA, Bolat B. "Uçak Motoru Sağlığı için Uzun-Kısa Süreli Bellek Yöntemi ile Öngörücü Bakım". *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 12(2), 103-109, 2019.

[11] Dickey DA, Fuller WA. "Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root". *Journal of the American statistical association*, 74(366), 427-431, 1979.

[12] Kwiatkowski D, Phillips PC, Schmidt P, Shin Y. "Testing the null hypothesis of stationarity against the alternative of a unit root: How sure are we that economic time series have a unit root?". *Journal of econometrics*, 54(3), 159-178, 1992.

[13] Kingma DP, Ba J. "Adam: A method for stochastic optimization". arXiv preprint arXiv:1412.6980, 2014.

ÇBAG Tabanlı Rüzgâr Türbini Sisteminin ANFIS ve YSA ile Kontrolü

İzzet YAVUZ[1*]

[1]*Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği, Nevşehir, TÜRKİYE*

Özet

Dünya üzerinde artan enerji talebinden dolayı yenilebilir enerjiye olan ihtiyaç artmıştır. Rüzgar enerjisi yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde avantajlarından dolayı önemli bir yere sahiptir. Rüzgâr enerjisi kadar bu türbin sistemini kontrol eden sistemler de önemlidir. Bu çalışmada, rüzgâr türbin sistemi MATLAB/simulink benzetim programı vasıtasıyla tasarlanmıştır. Tasarlanan bu sistem, 25kV'luk bir dağıtım sistemine bağlı, altı adet 1.5 MW rüzgâr türbininden oluşmaktadır. 9MW 'lık bu rüzgâr santrali, 30 km'lik, 25 kV'luk bir besleyici aracılığı ile 120 kV'luk bir şebekeye güç sağlamaktadır. Çift Beslemeli Asenkron Generatör (ÇBAG) tabanlı rüzgâr türbinleri kontrol edilirken iki adet gerilim kaynaklı inverter, ardışık olarak birbirine bağlanarak aktif güç, reaktif güç ve DA bara gerilimi gibi parametreler kontrol edilir. Bu çalışmada ÇBAG tabanlı rüzgâr türbini sistemi için PI kontrolden alınan veriler kullanılmıştır. Bu veriler Yapay Sinir Ağları (YSA) ve Uyarlamalı Ağ Yapısına Dayalı Bulanık Çıkarım Sistemi (ANFIS) modellerinde kullanılarak dönüştürücün kontrol edilmesi sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Rüzgar türbin sistemi, Çift beslemeli asenkron generatör, ANFIS, YSA*

Control of DFIG Based Wind Turbine System With ANFIS and ANN

Abstract

The need for renewable energy has increased due to the increasing demand for energy in the world. Wind energy has numerous advantages, as they do not occupy agricultural lands as much as other sustainable resources. In recent years, good progress has been made in relation to wind turbine systems. In this study, the wind turbine system was designed through the MATLAB/simulink simulation program. Proposed design consists of six 1.5 MW wind turbines, which are connected to a 25kV distribution system. The wind farm (9 MW) provides powers a 120 kV grid through 30 km, 25 kV feeder. Two voltage- induced inverters are sequentially connected to each other, controlling some parameters, such as active and reactive power and busbar voltages, whilst doubly-fed asynchronous generator wind turbines are controlled. In this study, PI- data were used for doubly-fed asynchronous generator wind turbine system. This data was used in artificial neural networks and fuzzy inference system models based on adaptive network structure to be able to control the converter.

Keywords: *Wind Turbine System, Doubly-Fed Induction Generatör, ANFIS, YSA*

1 Giriş

Değişen ve gelişen dünyamızda enerjiye olan ihtiyaç sürekli olarak artmaktadır. Artan bu enerji talebi, kullanmakta olduğumuz enerjinin büyük bir kısmını karşılayan fosil yakıtların kullanımını arttırmaktadır ve fosil yakıtlar yenilenmediği için tükenmektedir[1]. Fosil yakıtlı enerji kaynakları, enerjiye dönüşüm aşamasında çevreye birtakım zararlar vermektedir. Sera gazının çıkmasının en büyük sebeplerinden biri de fosil yakıt kaynaklı enerji üretimidir[2].

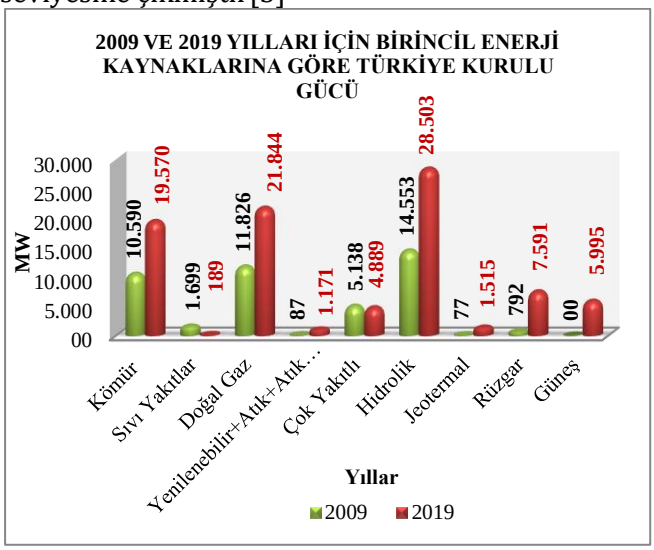
Sanayi inkılabından sonra makine kullanımının artmasıyla birlikte elektriğe olan talep de artmıştır. Bu talep doğrultusunda enerji ihtiyaçları için farklı kaynaklar bulunması arayışına girilmiştir. Bu arz ve talep doğrultusunda fosil yakıtlar yenilenmediği için tükenmeye başlamış ve yenilebilir enerjiye olan ihtiyaç artmıştır. Yenilebilir enerji kaynakları; güneş

* izzeteem@gmail.com

enerjisi, rüzgâr enerjisi, jeotermal enerji, hidrolik enerjisi, biyokütle enerjisi, hidrojen enerjisi olarak sıralanabilir.

Rüzgâr enerjisinin, diğer elektrik enerjisi üretim türlerine göre birçok üstünlükleri vardır. Bu üstünlüklerinden biri çok az yer kaplamasıdır. Toprağın üzerinde olmasına rağmen tarım arazilerini işgal etmez. Rüzgâr enerjisi, kendini sürekli yenileyen bir enerji kaynağı olduğu için fosil yakıtlı enerji kaynaklarına göre uzun yıllar sürdürülebilir bir enerji kaynağıdır. Rüzgâr türbinlerini, fosil yakıtlardan ayıran en büyük özelliklerden bir tanesi sera gazı üretmemesidir. Bundan dolayı rüzgâr enerjisi, çevre dostu bir enerji kaynağıdır. Rüzgâr enerjisi sadece kurulurken maliyet gerektiren bir enerji kaynağıdır. Kurulduktan sonra ham madde ihtiyacı yoktur. Doğada bazı bakımlar dışında maliyeti yoktur. Fosil yakıtlar, genelde dışa bağımlı bir şekilde enerji üretimi yapmaktadır. Bu dışa bağımlılıktan dolayı siyasi olaylar fosil yakıtların fiyatının belirlenmesinde önemli bir yere sahiptir. Rüzgâr enerjisi, dışa bağımlı olmadığı için herhangi bir siyasal çatışmanın etkisinde kalmayacaktır.

Ülkemizde 2009-2019 yılları arasında rüzgâr santralleri hızla gelişmiştir. Şekil 1'de görüldüğü gibi 2019 sonu ile rüzgâr kurulum gücü 7.591,2 MW seviyesine çıkmıştır[3]



Şekil 1. 2009-2019 yılları arasında birincil enerji kaynaklarının değişimi

Rüzgâr enerjisi kadar bu türbin sistemini kontrol eden sistemler de önem arz etmektedir. Bu sistemlerin güvenliğinde ise güç elektroniği teknolojisi kullanılmıştır[4]. Teknolojinin gelişmesiyle birlikte güç elektroniği alanında yapılan çalışmalar da artmıştır. Bu çalışmalar sayesinde, yarı iletken güç elemanlarının maliyetleri azalmış ve boyutları küçülmüştür[4,5].

Bu gelişmeler neticesinde, son yıllarda rüzgâr türbin sistemleri ile ilgili çok fazla çalışma yapılmıştır. Bu çalışma da rüzgâr türbin sistemi MATLAB/simulink benzetim programı vasıtasıyla tasarlanmıştır. Çift Beslemeli Asenkron Generatör(ÇBAG) tabanlı bir rüzgâr santralinde kullanılan dönüştürücünün farklı denetim (ANFIS, YSA) sistemleri ile kontrolü gerçekleştirilmiş ve elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır.

2 Çift Beslemeli Asenkron Generatörün Matematiksel Modeli ve Kontrolü

Rüzgâr türbini, rüzgâr gücünü mekanik dönüş gücüne dönüştürür. Rüzgâr türbini klasik bir üç kanatlı yatay eksenden oluşur. Bu yazıda kullanılan model rüzgâr türbininin aerodinamik davranışlarına sahiptir. Rüzgâr türbininden elde edilen mekanik güç denklem (1)'de ifade edilmiştir.

$$P_m = \frac{1}{2}\rho A C_p(\lambda,\beta)v^3 \qquad (1)$$

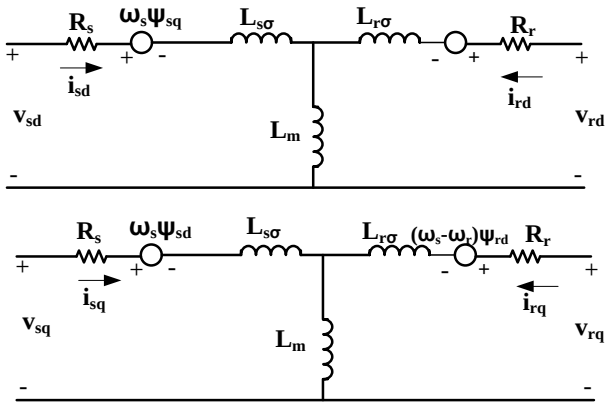
P hava yoğunluğunu gösterirken, A klasik bir üç kanatlı yatay eksen tarafından taranan alanı gösterir, v rüzgar hızıdır. λ ve Cp sırasıyla rüzgar türbini kanadı hız oranını ve güç katsayısını gösterir.

Değişken hızlı rüzgâr türbinlerinde sıkça kullanılan ÇBAG'nin kontrol edilebilmesi için matematiksel denklemlerin bilinmesi gerekmektedir[6,7]. Elde edilecek olan matematiksel ifadenin, asenkron generatörün geçici ve sürekli hal karakteristiğini doğru şekilde vermesi gerekmektedir. ÇBAG, matematiksel denklemleri senkron hızda dönen dq takımında ifade edilmiştir. Senkron hızla dönen abc-dq ve a fazı kaynaklı duran abc-αβ dönüşümü ifade edilecektir[6,8,9].

Üç fazlı dengeli sistemleri kontrollerinin basit olması ve teorik analizinin kolay olmasından dolayı iki faza indirgemek daha makul bir çözümdür[10,11]. İki faz duran sistemlerde, sinüzoidal sinyallerinde periyodik fark gerçekleştiği için duran eksenden senkron hızla dönen eksene intikal, uygun bir çözümdür[13]. Bu dönüşüm, kontrol tasarımını kolaylaştırmaktadır[14]. Yapılacak dönüşümler, gerilim sinyali üzerinden yapılacaktır. Diğer elektriksel parametreler içinde (akım, akı, vb.) aynı dönüşüm matrisleri geçerli olacaktır.

ÇBAG dinamik modeli elde edilirken bazı değişkenler ihmal edilmiş, bazı ifadeler de varsayım olarak göz önüne alınmıştır. Stator sargıları arasındaki açı, 120 derece olarak kabul edilmiştir[14,15]. Sıcaklık ve frekansla değişim gösteren direnç ve endüktanslar ihmal edilmiştir[16,17]. Akımın düzgün dağıldığı ve magnetik bölümlerin geçirgenliği sonsuz sayılmıştır.

Demir kayıpları ihmal edilmiştir. Son olarak stator sargıları, stator etrafına iyi bir şekilde döşenmiş olup hava aralığındaki akı değişiminin sinüzoidal olduğu kabul edilmiştir[6,13]. Şekil 2'de ÇBAG eşdeğer devresi verilmiştir.



Şekil 2. ÇBAG Eşdeğer Devresi

Eşdeğer devredeki tüm parametreler, statora indirgenmiştir. Ayrıca ÇBAG dinamik eşitlikler yazılırken 's' indisi stator temsil ederken, 'r' indisi rotoru temsil etmektedir. Tablo 1'de eşdeğer devre parametrelerinin ne anlam ifade ettikleri verilmiştir.

Tablo 1. ÇBAG eşdeğer devresinde kullanılmış parametreler

V_{sd}, V_{sq}	dq eksen takımındaki stator gerilimleri
V_{rd}, V_{rq}	dq eksen takımındaki rotor gerilimleri
i_{sd}, i_{sq}	dq eksen takımındaki stator akımları
i_{rd}, i_{rq}	dq eksen takımındaki rotor akımları
R_s, R_r	dq eksen takımındaki stator ve rotor dirençleri
ω_s, ω_r	dq eksen takımındaki stator ve rotor elektriksel hızları
$L_{s\sigma}$, $L_{r\sigma}$, L_m	dq eksen takımındaki stator, rotor kaçak endüktansı ve mıknatıslanma değerlerini
ψ_{sd}, ψ_{sq}, ψ_{rd}, ψ_{rq}	dq eksen takımındaki stator ve rotor akı ifadeleri

Stator ve rotor faz endüktansları L_s, L_r denklem (2,3)'de ifade edilmiştir.

$$L_s = L_m + L_{s\sigma} \tag{2}$$

$$L_r = L_m + L_{r\sigma} \tag{3}$$

Denklem (2,3)'de elde ettiğimiz stator, rotor endüktansları elektromagnetik akı eşitliklerinde kullanılacaktır. Elektromagnetik akı eşitlikleri denklem (4, 5, 6, 7)' de verilmiştir.

$$\psi_{sd} = L_s i_{sd} + L_m i_{rd} \tag{4}$$

$$\psi_{sq} = L_s i_{sq} + L_m i_{rq} \tag{5}$$

$$\psi_{rd} = L_r i_{rd} + L_m i_{sd} \tag{6}$$

$$\psi_{rq} = L_r i_{rq} + L_m i_{sq} \tag{7}$$

Elde edilen elektromagnetik akı eşitlikleri, stator ve rotor gerilim eşitliklerinde kullanılacaktır. Şekil 2'de verilen ÇBAG eşdeğer devresine, Kırchoff gerilim yasası uygulanarak dq eksen takımındaki stator ve rotor gerilim eşitlikleri ortaya çıkmış ve denklem (8, 9, 10, 11)'de ifade edilmiştir[18,19].

$$V_{sd} = R_s i_{sd} + L_s \frac{di_{sd}}{dt} - \omega_s \psi_{sq} + L_m \frac{di_{rd}}{dt} \tag{8}$$

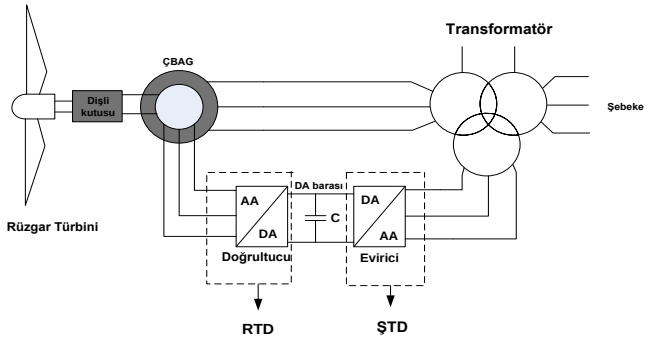
$$V_{sq} = R_s i_{sq} + L_s \frac{di_{sq}}{dt} + \omega_s \psi_{sd} + L_m \frac{di_{rd}}{dt} \tag{9}$$

$$V_{rd} = R_r i_{rd} + L_r \frac{di_{rd}}{dt} - \omega_r \psi_{rq} + L_m \frac{di_{sd}}{dt} \tag{10}$$

$$V_{rq} = R_r i_{rq} + L_r \frac{di_{rq}}{dt} + \omega_r \psi_{rd} + L_m \frac{di_{sq}}{dt} \tag{11}$$

3 Çift Beslemeli Asenkron Generatör için önerilen sistem

ÇBAG tabanlı rüzgâr türbinleri kontrol edilirken iki adet gerilim kaynaklı inverter, ardışık olarak birbirine bağlanarak aktif güç, reaktif güç ve DA bara gerilimi gibi parametreler kontrol edilir. Şekil 3'de ÇBAG tabanlı rüzgâr santralinin şebeke bağlantısı gösterilmiştir.



Şekil 3. ÇBAG Şebeke Bağlantısı

Şekil 3'de görüldüğü gibi Rotor Tarafı Dönüştürücü (RTD) ve Şebeke Tarafı Dönüştürücü (ŞTD) ardışık olarak birbirine bir kondansatör aracılığı ile bağlanmıştır. DA bara olmasından dolayı RTD ve ŞTD ayrı ayrı kontrol edilmesine olanak sağlamaktadır.

Şebeke Tarafı Dönüştürücü ve Kontrolü

ŞTD'nin asıl amacı, DA-bara voltajını sabit tutmaktır. Ayrıca güç akışının rotordan şebekeye veya şebekeden rotora akmasını sağlamaktır[21]. Bunları sağlamak için vektör kontrol tekniği ile sistem kontrol edilir. Aşağıda ŞTD'nin matematiksel modellenmesi verilmiştir. ŞTD için matematiksel denklem (12,13)'de verilmiştir.

$$V_q = R i_q + L \frac{di_q}{dt} + \omega_e L i_d + v_{q1} \tag{12}$$

$$V_d = R i_d + L \frac{di_d}{dt} - \omega_e L i_q + v_{d1} \tag{13}$$

Rotor Tarafı Dönüştürücü ve Kontrolü

ÇBAG'de kullanılan rotor tarafı dönüştürücü için farklı kontrol yöntemleri literatürde mevcuttur. Doğrudan moment kontrolü, doğrudan güç kontrolü ve doğrudan vektör kontrolü gibi yöntemler kullanılmaktadır. Ayrıca akım kontrol döngüsü kullanmayan kayma tipli kontrolör kullanılmaktadır[14].

RTD'nin ana amacı, rotor hızını rüzgâr hızından bağımsız olarak sabit tutmaktır. Ayrıca rotor tarafında olan dönüştürücü, aktif ve reaktif gücü kontrol etmek için kullanılır[21]. Bu çalışmada, stator akısının referans alındığı doğrudan vektör kontrolör kullanılmıştır. Denklem (14,15)'de stator akı hesabı αβ duran eksen takımında eşitliği verilmiştir.

$$\psi_{sa} = \int (v_{sa} - R_s i_{sa}) dt \quad (14)$$

$$\psi_{s\beta} = \int (v_{s\beta} - R_s i_{s\beta}) dt \quad (15)$$

Bu eşitliklerden sonra elde edilen stator akısı ve generatörün rotor açısından alınan konum bilgisi ile istenilen dönüşümler yapılır. Bu dönüşümler neticesinde ayrıştırılmış rotor akımları, PI kontrolör ve sonrasında eklenen Kompazasyon terimleri ile kontrol edilmektedir. Bu Kompazasyon terimlerinin önemi oldukça yüksektir. Çünkü Kompazasyon terimleri; ayrıştırma, kontrolörün sürekli hal hatası ve performans açısından oldukça önemlidir[22]. Senkron referans üzerine rotor akımlarının d bileşeni, reaktif gücü kontrol ederken q bileşeni, aktif gücü kontrol etmektedir.

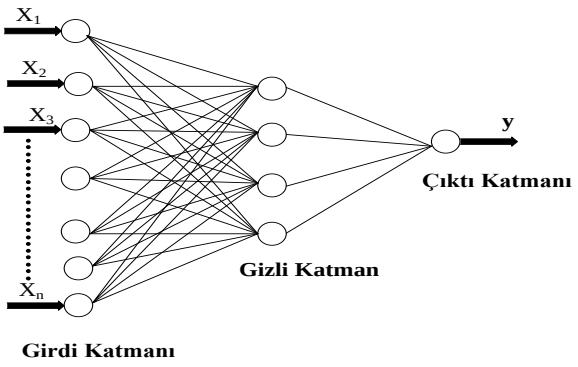
4 Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada ÇBAG tabanlı rüzgâr türbini sistemi için PI kontrolden alınan veriler kullanılmıştır. Bu veriler Yapay Sinir Ağları (YSA) ve Uyarlamalı Ağ Yapısına Dayalı Bulanık Çıkarım Sistemi (ANFIS) modellerinde kullanılarak dönüştürücün kontrol edilmesi sağlanmıştır.

4.1 Yapay Sinir Ağları (YSA)

YSA, insan beyninin en önemli özelliği olan öğrenme fonksiyonun oluşumunu sağlayan sistemlerdir. YSA, karmaşık problemleri çözmede geniş bir kullanım alanı olan hesaplama araçlarıdır. Ağların birbirlerine bağlanmasıyla yapay sinir hücreleri meydana gelir. Yapay sinir hücreleri biyolojik hücreye benzer olarak çalışır. Girilen bilgileri toplar ve fonksiyonlardan geçirerek çıktı üretir. Sonra da ağın bağlantılarını diğer hücrelere gönderir.

YSA'nın 3 ana temel bileşeni vardır. Bunlar girdi katmanı, gizli katman ve çıktı katmanıdır. Şekil 4'de YSA yapısı verilmiştir.



Şekil 4. Yapay Sinir Ağı Modeli

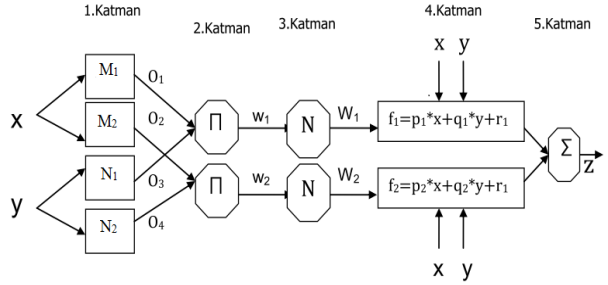
Girdi Katmanı: Diğer katmanlara göre kısmen daha işlevsiz olan girdi katmanı, gelen bilgileri olduğu gibi çıkışa vererek aracı rolü üstlenir. En az bir girdi faktörünün bulunduğu bölümdür[23].

Gizli Katman: Girdi katmanından gelen bilgileri burada işleyerek çıkışa veren katmandır. Problemin yapısına göre sayısı, katman sayısı, fonksiyonu değişebilir[23].

Çıktı Katmanı: Ağın, çıkış verilerinin üretildiği yerdir. Gizli katmandan gelen bilgiler, burada işlenerek problemin çözümü dış dünyaya çıkış olarak gönderilir[23].

4.2 Uyarlamalı Ağ Yapısına Dayalı Bulanık Çıkarım Sistemi (ANFIS)

ANFIS, özgün adı "Adaptive Neuro Fuzzy Inference System" olarak geçmektedir[24]. Jang tarafından 1993 yılında geliştirilen ANFIS, bulanık mantık kurallarının yapay sinir ağları ile beraber kullanıma sunulan uyarmalı bir ağ yapısıdır. Burada öğrenme, yapay sinir ağlarının öğrenme yöntemleri ile yapılır. ANFIS, 5 temel katmandan oluşmaktadır. Her katmanın kendi içinde birtakım kuralları mevcuttur. Her katmanın ortak görevi, çıkıştaki hata seviyesini en düşük hale getirmektir. Yapısal olarak bakıldığı zaman ANFIS düğümlerden oluşmaktadır. Düğümler de birbirine linkler sayesinde bağlıdır. ANFIS'in temelinde Takagi-Sugeno-Kang bulanık çıkarım modeli vardır. Şekil 5'de ANFIS modeli verilmiştir.



Şekil 5. İki girişli ve iki kurallı olan ANFIS mimarisi

Bu çalışmada ÇBAG tabanlı rüzgâr türbin sisteminde PI kontrol parametreleri girdi olarak alınmıştır. Bu girdiler YSA ve ANFIS'in öğrenme ve test aşamasında kullanılmıştır. YSA ve ANFIS için farklı kombinasyonlarda oluşturulan modellerle sistem kontrol edilmiştir. ANFIS tasarımı için 100001 veri seti kullanılarak ANFIS eğitilmiştir. ANFIS ile eğitim yapılırken ŞTD ve RTD için ayrı ayrı algoritmalar denenmiş ve en düşük hata değeri seçilmiştir. ŞTD için hata değeri en düşük üyelik fonksiyonu olan "trimf", optimizasyon metodu olarak hybrid ve hata çevrim sayısı ise 100 olarak belirlenmiştir. RTD için en düşük hataya ait "dsigmf" üyelik fonksiyonu, hata çevrim sayısı 300, optimizasyon metodu olarak hybrid seçilmiştir.

YSA ile eğitim yapılırken 100001 adet verinin %70'i eğitim, %15'i test ve %15'i doğrulama için seçilmiştir. Levenberg-Marquardt (LM) eğitim algoritması kullanılarak 200-400 kez iterasyon yapılarak elde edilen değerler karşılaştırılmıştır.

5 Bulgular ve Tartışma

Bu çalışmada, ÇBAG tabanlı rüzgâr türbini santralinin tasarımı ve kontrolü gerçekleştirilmiştir. ÇBAG'de kullanılan dönüştürücünün farklı kontrol yöntemleri kullanılarak benzetim çalışması yapılmıştır. Tasarlanan bu sistem, 25kV'luk bir dağıtım sistemine bağlı, altı adet 1.5 MW rüzgâr türbininden oluşmaktadır. 9MW'lık bu rüzgâr santrali, 30 km'lik, 25 kV'luk bir besleyici aracılığı ile 120 kV'luk bir şebekeye güç sağlamaktadır.

Yapılan çalışmada 1.5 MW'lık bir rüzgâr türbinin modellenmesi ve kontrolü yapılmıştır. ÇBAG tabanlı rüzgâr santrallerinde, ÇBAG'in statoru direk şebekeye bağlıyken rotor dönüştürücü üzerinden şebekeye bağlanmıştır. Bu çalışmada ardışık dönüştürücü kullanılmıştır. Bu dönüştürücü, arka arkaya bağlı iki adet gerilim kaynaklı inverterden oluşmaktadır. Gerilim kaynaklı inverterin arasında yer alan bir kondansatörden dolayı, rotor tarafı dönüştürücü ve şebeke tarafı dönüştürücünün ayrı ayrı kontrol edilmesine olanak sağlamaktadır. Benzetim çalışmasında AA/DA/AA IGBT tabanlı DGM dönüştürücü kullanılmıştır.

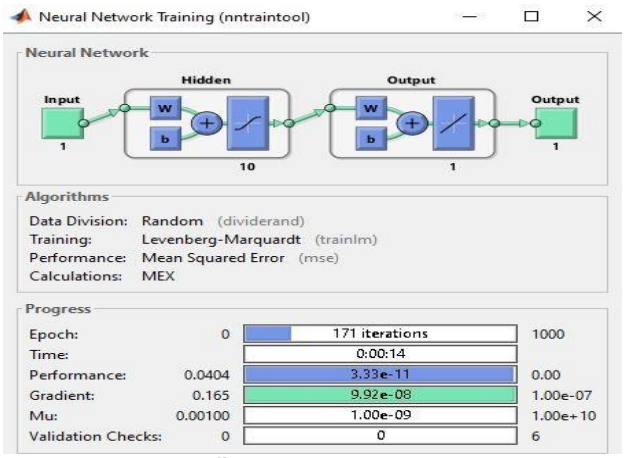
ANFIS ile yapılan eğitim sonucunda, farklı üyelik fonksiyonlarına ait hata değerleri ŞTD ve RTD için tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. RTD ve ŞTD için ANFIS Eğitim Sonuçları

	ŞTD	RTD
		Hata Değeri
MATLAB İsim Kodlaması	Hata Değeri (100 Çevrim)	(300Çevrim)
trimf	0,00219516	0,00778592
trapmf	0,00366258	0,00743871
gbellmf	0,00232966	0,00867384
gaussmf	0,00229672	0,00893705
gauss2mf	0,00275659	0,00856851
pimf	0,00298267	0,00756641
dsigmf	0,00386715	0,00741976
psigmf	0,00386715	0,00741976

Tablo 2'de ifade edildiği gibi RTD ve ŞTD için farklı üyelik fonksiyonlarına ait hata değerleri verilmiştir. Yaptığımız çalışmada ŞTD için hata değeri en düşük olan trimf üyelik fonksiyonu, RTD için hata değeri en düşük olan dsigmf üyelik fonksiyonu kullanılmıştır.

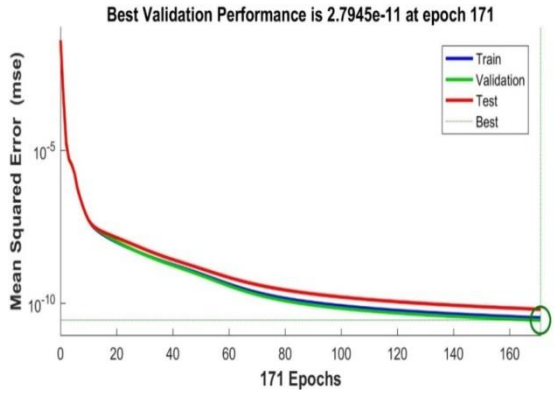
YSA ile eğitim yapmak için PI kontrolcüden alınan en uygun değerler kullanılmıştır. Elde ettiğimiz 100001 veri seti YSA ile eğitim yapılarak ŞTD ve RTD için MATLAB/Simulink ortamında benzetim yapılmıştır. Bu verilerin %70'i eğitim, %15'i test ve %15'i doğrulama için seçilmiştir. Bu oranlar farklı veri setleri için değiştirilebilmektedir. Öğrenme algoritması en iyi olan Levenberg-Marquard(trainlm) seçilmiştir. Tasarlanan sistem 1 girdisi olan 10 gizli nöron ve 1 çıktıdan oluşmaktadır. Transfer fonksiyonu olarak Output layer'da doğrusal (pürelin), Hidden Layer'de Sigmoid kullanılmıştır. Her iki katman içinde birleştirme fonksiyonu toplamadır.



Şekil 6. YSA Öğrenme Arayüzü Sonuçları

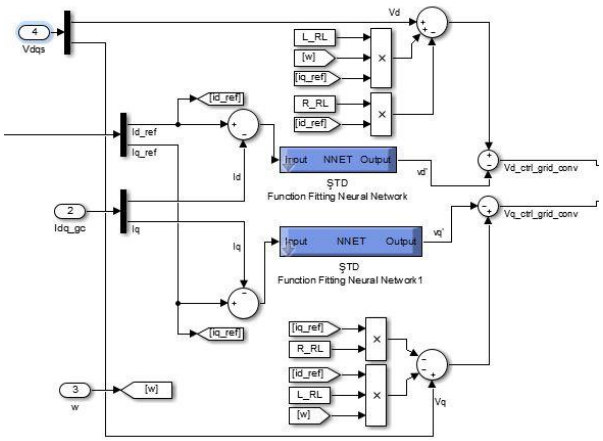
Şekil 6'da ağ öğrenme arayüzü verilmiştir. Bu arayüzde kaçıncı çevrimde öğrenmenin gerçekleştiği, sistemin öğrenme zamanı ve

performansı burada verilmiştir. Şekil 7'de performans grafiği verilmiştir. Elde edilen sonuçlarda, YSA eğitiminin başarılı olduğu göstermiştir.



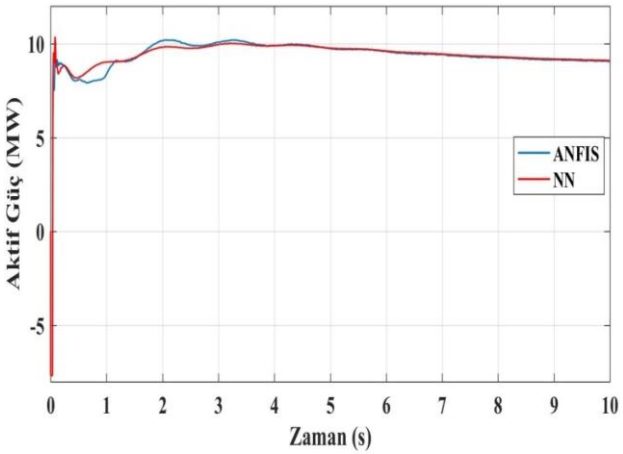
Şekil 7. ŞTD için YSA öğrenme Performans verileri

ŞTD için eğitimi tamamlanan ağ yapısı, gensim toolbox ile ŞTD'ye eklenmiştir. Şekil 8'de MATLAB/Simulink ortamında benzetimi yapılan YSA kontrol bloğu verilmiştir.



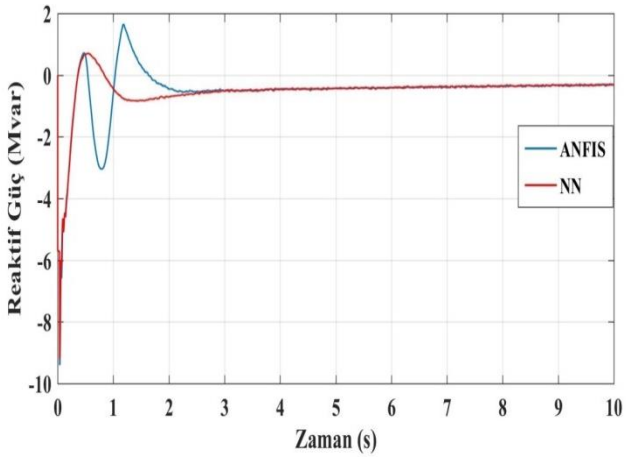
Şekil 8. ŞTD'nin YSA ile kontrolü

MATLAB/Simulink ortamında yapılan sisteme ait benzetim sonuçları aşağıda verilmiştir.



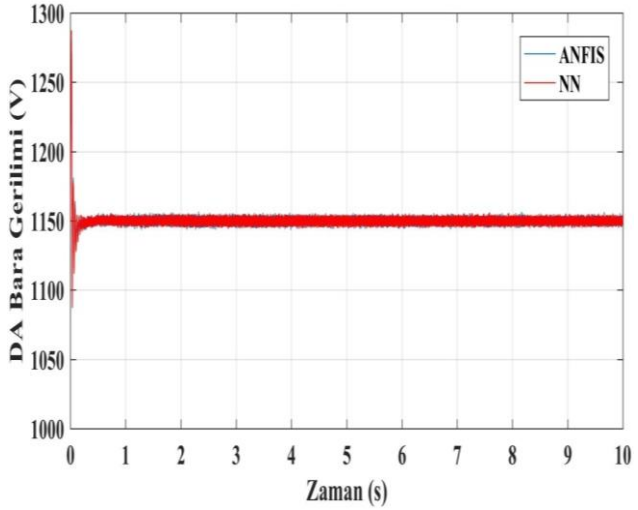
Şekil 9. YSA ve ANFIS ile kontrol edilen sistemin aktif güç değişimleri

Şekil 9'da generatörün ürettiği aktif güç grafiği verilmiştir. Aktif güc'ün zamana göre değişimi incelendiğinde generatör, şebeke sisteminin gereksinimi olan 9MW'lık maksimum güç değerini sağlamaktadır.



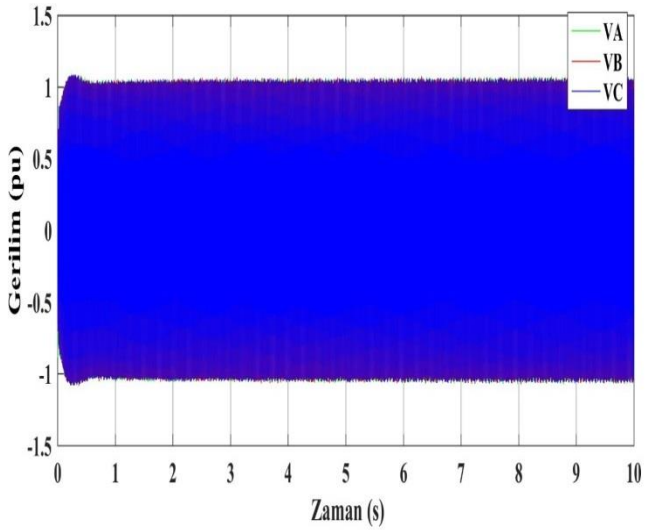
Şekil 10. YSA ve ANFIS Reaktif Güç Değişimleri

Şekil 10'da generatörün ürettiği Reaktif güç değişimi verilmiştir. Tasarlanan sistemde reaktif güç 0 değerinde rotor tarafı dönüştürücü denetim sistemi vasıtası ile sabit tutulmuştur.

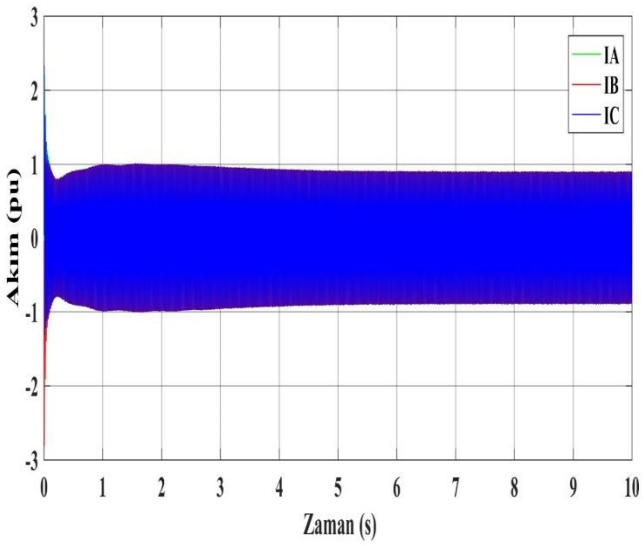


Şekil 11. YSA ve ANFIS ile kontrol edilen sistemin DA Bara Gerilimi Değişimleri

Sistemde RTK ile ŞTK ayrı ayrı kontrol edilmesine olanak sağlayan DA bara gerilimi mevcuttur. DA bara gerilimi 1150 V değeri ile çalışmaktadır. Burada yer alan kapasitans DA gerilim değerini sabit tutmak için kullanılmıştır. DA bara gerilimine ait grafik şekil 11'de verilmiştir. Şekilde görüldüğü gibi DA bara gerilim değeri 1150 V değerinde sabit tutulmuştur. Şekil 12 ve şekil 13'te yük akımı ve gerilim eğrileri verilmiştir. Yük akımı ve geriliminin tepe tepe değeri 1, -1 pu arasında değişmektedir.



Şekil 12. Yük Gerilimi (V)



Şekil 13. Yük Akımı(pu)

6 Sonuç

Çift beslemeli asenkron generatör, kontrol sistemi ve güç elektroniğinin ilerlemesi nedeniyle rüzgar türbini üreticileri tarafından ilgi görmüştür. Çalışmada, ANFIS ve YSA yapılan benzetim sonuçları karşılaştırıldığında, YSA ile kontrolüne dayalı ÇBAG için bir şebeke tarafı dönüştürücü ve rotor tarafı dönüştürücü önerilmiştir. Yapılan benzetim sonuçlarında YSA'nın daha verimli sonuçlar verdiği görülmüştür. Önerilen sistemin değişen yük koşulları altında istikrarlı bir şekilde çalıştırılabileceği gerçekleştirilen analizlerle doğrulanmıştır.

7 Kaynakça

[1] Gencer A., "Comparison of T-Type Converter and NPC for the Wind Turbine Based on Doubly-Fed Induction Generator" Balkan Journal of Electrical and Computer Engineering., 9(2), 123-128, 2021

[2] Dulkadiroğlu H., "Türkiye'de Elektrik Üretiminin Sera Gazı Emisyonları Açısından İncelenmesi" Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilim. Derg., 7(1), 67-74, 2018.

[3] TEIAŞ, https://www.teias.gov.tr, Erişim Tarihi: 10.04.2021

[4] Dicle M., "Esnek Alternatif Akım İletim Sistemleri Ve Özel Güç Cihazlarında Kullanılan Evirici Yapıların İncelenmesi" Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 121s, Düzce, 2019

[5] Ertay M.F., Aydoğmuş Z., "Güç Sistemlerinde Facts Uygulamaları" SDU International Technologic Science, 4(2), 40-58, 2012

[6] Hingorani G. N., Gyugyi L., "Understanding FACTS: Concepts and Technology of Flexible AC Transmission Systems" Wiley-IEEE Press, 452s, 2000.

[7] Erdem İ., "Çift Beslemeli Asenkron Generatör Tabanlı Değişken Hızlı Rüzgâr Türbinlerinin Kontrolü, Tasarımı Ve Analizi" Munzur Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 114s, Tunceli,2019

[8] Gürleyen H., "Şebeke Bağlı Çift Beslemeli Asenkron Generatörlerde Güç Kontrolünün İncelenmesi" Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 115s, İstanbul, 2012

[9] Barkia A., Bouchiba N., Sallem S., Chrifi-Alaoui L., Drid S., Kammoun M. B. A., "A comparative study of PI and Sliding mode controllers for autonomous wind energy conversion system based on DFIG" 2016 17th Int. Conf. Sci. Tech. Autom. Control Comput. Eng. STA 2016 - Proc.,612-617, 2017

[10] Aroussi H. A., Ziani E., Bossoufi B., "Contribution to the enhancement of dual DTC," Internatıonal Conference On Advanced Technologıes For Sıgnal& Image Processıng 22-24 May, 1-5, 2017

[11] Firouzi M., Gharehpetian G. B., Mozafari B., "Power-Flow Control and Short-Circuit Current Limitation of Wind Farms Using Unified Interphase Power Controller," IEEE Trans. Power Deliv., 32(1), 62–71, 2017

[12] Chang Y., Hu J., Tang W., Song G., "Fault current analysis of Type-3 WTs considering sequential switching of internal control and protection circuits in multi time scales during LVRT," IEEE Trans. Power Syst., 33(6), 6894–6903, 2018.

[13] Krause P. C., Wasynczuk O., Sudhoff S. D., "Analysıs of electrıc machına and drıve systems." Wiley-IEEE Press,632s, 2002.

[14] Özsoy E. E., "Değişken Hızlı Rüzgâr Türbinlerinde Kullanıma Yönelik Dayanıklı Çift Beslemeli Asenkron Generatör Kontrol Yöntemi Tasarımı ve Uygulaması" İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 131s, İstanbul, 2014.

[15] Moualdia A., Boudana D., Bouchhida O., Wira P., "Direct torque control based multi-level inverter and artificial neural networks of wind energy conversion system," Proc. 2016 8th Int. Conf. Model. Identif. Control. ICMIC 2016, 49–54, 2017.

[16] Mohammadi J., Vaez-Zadeh S., Ebrahimzadeh E., Blaabjerg F., "Combined control method for grid-side converter of doubly fed induction generatorbased wind energy conversion systems," IET Renew. Power Gener., 12(8), 943–952, 2018.

[17] Murari A. L. L. F., Altuna J. A. T., Jacomini R. V., Osorio C. M. R., Chaves J. S. S., Filho A. J., "A Proposal of Project of PI controller gains used on the Control of Doubly-Fed Induction Generators," IEEE Lat. Am. Trans., 15(2), 173–180, 2017.

[18] Müller S., Deicke M., De Doncker R. W., "Doubly fed induction generator systems for wind turbines," IEEE Ind. Appl. Mag., 8(3), 26–33, 2002.

[19] Song Y., Blaabjerg F., "Analysis of Middle Frequency Resonance in DFIG System Considering Phase-Locked Loop," IEEE Trans. Power Electron., 33(1), 343–356, 2018.

[20] Da Silveira S. E., Silva S. M., Cardoso Filho B. J., "Fault ride-through enhancement in DFIG with control of stator flux using minimised series voltage compensator," IET Renew. Power Gener., 12(11), 1234–1240, 2018.

[21] Zhu D., Zou X., Zhou S., Dong W., Kang, Hu J., "Feedforward Current References Control for DFIG-Based Wind Turbine to Improve Transient Control Performance During Grid Faults," IEEE Trans. Energy Convers., 33(2), 670–681, 2018.

[22] Tian X., Wang W., Chi Y., Li Y., Liu C., "Virtual inertia optimisation control of DFIG and assessment of equivalent inertia time constant of power grid," IET Renew. Power Gener., 12(15), 1733–1740, 2018.

[23] Doğruyol B. M., "Endüstri 4.0 Perspektifinde Yapay Sinir Ağları Kontrollü Reaktif Güç Kompanzasyonu" Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 87s,Şanlıurfa, 2020.

[24] Öter A. Aydoğan O. Tuncel D., "Tıkayıcı Uyku Apnesinin Uyarlamalı Sinirsel Bulanık Çıkarım Sistemi ile Sınıflamasında Üyelik Fonksiyonlarının Etkisinin İncelenmesi," Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilim. Derg., 20(2), 74–80, 2017.

Eğricik Dönüşümü Kullanarak El Yazısı İmza İmgelerinin Erişiminde Mesafe Yöntemlerinin Analizi

M. Alptekin ENGİN[1]*, Selim ARAS[2], Gökhan ÖZTÜRK[3]

[1]*Bayburt Üniversitesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği, Bayburt, TÜRKİYE*
[2]*Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği, Samsun, TÜRKİYE*
[3] *Atatürk Üniversitesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği, Erzurum, TÜRKİYE*

Özet

Bu çalışmada el yazısı ile oluşturulmuş imza imgelerin, eğricik dönüşümü kullanılarak erişimi üzerine mesafe metriklerinin etkisi incelenmiştir. Veri tabanı olarak 20 kişiden elde edilen toplam 240 adet imza imgesi kullanılmıştır. Bu İmza imgelerine eğricik dönüşümü uygulanması ile oluşan her bir alt bant matrisinin ortalama ve standart sapma değerleri imge erişiminde öznitelik olarak kullanılmıştır. Daha sonra bu özniteliklerin karşılaştırılması, eğricik dönüşümü üzerine literatürdeki diğer çalışmalarda kullanılan farklı mesafe hesaplama yöntemleri kullanılarak yapılmıştır. Karşılaştırılan mesafe hesaplama yöntemleri, öklid mesafesi, manhattan mesafesi, chebychev mesafesi, canberra mesafesi ve jeffrey mesafesidir. Veri tabanındaki her bir imge sorgu imgesi olarak kullanılmış ve aynı kişi tarafından atılan diğer imzalar tespit edilmeye çalışılmıştır. Başarımın karşılaştırılması anma ve duyarlılık eğrileri üzerinden tüm sonuçların ortalaması alınarak sağlanmıştır. Sonuç olarak Jeffrey mesafesi yöntemi en başarılı yöntem olarak tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Eğricik Dönüşümü, Görüntü Erişimi, Mesafe Metrikleri.*

Analysis of distance metrics in handwritten signature image retrieval using Curvelet Transform

Abstract

This paper presents the effect of distance metrics on curvelet transform based handwritten signature image retrieval. A total of 240 signature images obtained from 20 different people were used as the image database. The mean and standart deviation values of each subband matrices formed by applying cuevelet transformation to signature images were used as features in retrieval process. Then, the comparison of these features was made by using different distance calculation methods used in other studies on curvelet transform. Compared distance calculation methods are euclidean distance, manhattan distance, chebyshev distance, canberra distance and jeffrey distance. Each image in the database was used as a query image and other signatures made by the same person were tried to be determined. The comparison of performance has been achieved by averaging all results over precision and recall curves. As a result, Jeffrey divergence method was determined as the most successful method among the compared methods

Keywords: *Curvelet Transform, Image Retrieval, Distance Metrics.*

1 Giriş

Biyometri, kişilerin fiziksel veya davranışsal özelliklerini temel alıp mevcut kayıtlar ile karşılaştırarak kimlik tespiti üzerine geliştirilmiş sistemlere verilen genel isimdir. Biyometrik sistemler fizyolojik (yüz, parmak izi, el ve damar izi, iris,) ve davranışsal (imza, ses, el yazısı) olarak iki temel başlıkta incelenir [1]. İmza, bankacılık ve

* İletişim e-posta: maengin@bayburt.edu.tr

finansal işlemlerde, kriminolojide, bürokratik işlemlerde kısaca hayatın her aşamasında kişinin kendi el yazısı ile kaleme aldığı kişiyi tanımlayan ve bağlayıcılığı bulunan işaretlerdir.

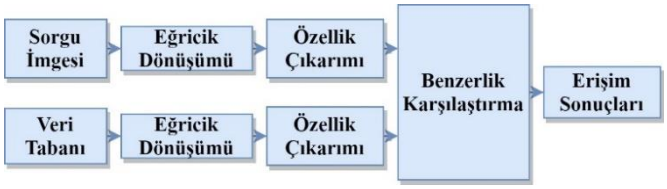
Bilgisayar teknolojilerindeki gelişim sayesinde günlük hayatımızda yapılması gereken birçok eylem daha hızlı ve güvenilir olarak gerçekleşmektedir. Ayrıca bu gelişim, kişilerin biyometrik özelliklerinin görüntü biçiminde elde edilmesi ve saklanabilmesine olanak sağlamaktadır. Saklanan bu görüntülere istenildiği zaman erişim için metin tabanlı bir sorgu sözcüğü çoğu zaman görüntünün açıklanmasında yeterli özelliği barındırmadığından görüntüyü içeriğe göre tanımlayacak bir yönteme olan ihtiyaç 60'lı yıllara kadar dayanmaktadır [2].

Görüntü işlemede karşılaşılan veri tiplerinin farklılığı neticesinde her bir eylem için tek bir genel geçer yöntem bulunmamaktadır. Bu bakımdan görsel bilgiye yine görsel bilgiyi kullanarak erişim konusunda da birçok yöntem bulunmaktadır. 1999'da sunulan eğricik yaklaşımı [3], imgelerdeki süreklilik muhteva eden eğrisel elemanların tespit ve temsilinde çoklu çözünürlük ve yönelim kabiliyeti bulunan oldukça başarılı bir yöntemdir. Bu yöntemin, 2006'da ikinci nesil hızlı eğricik dönüşümü olarak adlandırılan iki dijital uygulamasının sunulması ise birçok alanda kullanılmasına olanak sağlamıştır [4]. Literatürde son yıllarda eğricik dönüşümünün doku imgelerinde erişim konusunda kullanılması üzerine birçok başarılı yöntem bulunmaktadır [5-7]. Hesaplanan eğricik katsayılarının istatistiksel özelliklerinin kullanılması yöntemi ile imza imgelerine erişim konusundaki ilk uygulama ise 2010 yılında yapılmıştır [8]. Bu ilk çalışmada, mevcut alanda popüler olarak kullanılan dalgacık dönüşümü yönteminden daha başarılı sonuçlara ulaşılmıştır. 2015 yılında Eğricik dönüşümü destek vektör makinesi yöntemi ile ele alınarak imza imgelerinin tanımlanması üzerine bir yaklaşım sunulmuştur [9]. 2017 yılında aynı araştırmacılar tarafından eğricik dönüşümü ile temel bileşenler analizi beraber kullanılarak başka bir çalışma yapılmıştır [10]. Yukarıda bahsedilen mevcut çalışmalar eğricik dönüşümü sonrası özellik çıkarımı veya yapılan sınıflandırmada kullanılan yöntem üzerine yoğunlaşmaktadır. Tüm bu çalışmalarda kullanılan mevcut mesafe metriklerinin neden kullanıldığı hususunda bir araştırma yapılmamıştır. Oysaki bir görüntü erişim sisteminde özniteliklerin elde edilmesi kadar benzer imgelerin çağırılmasında kullanılan mesafe metrikleri de oldukça önemlidir.

Bu çalışmada imza imgelerinden oluşan bir veri tabanı üzerinde eğricik dönüşümü katsayılarının istatistiksel özellikleri ele alınarak farklı karşılaştırma metriklerinin kullanılmasının başarıma etkisi ilk kez incelenmektedir.

2 Görüntü erişimi

Kullanılan görüntü erişim yöntemine ait sistemin blok şeması şekil. 1 de gösterilmektedir.

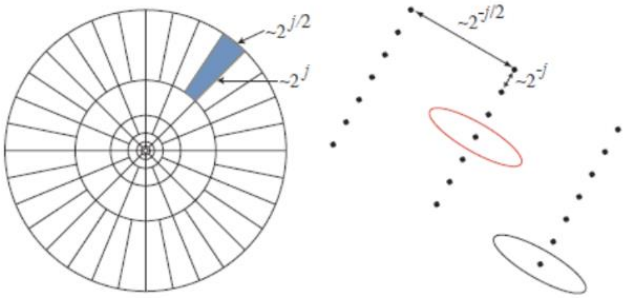


Şekil 1. Sistemin blok diyagramı

Yapılan çalışmada sorgu imgesine ve veri tabanında bulunan tüm imgelere eğricik dönüşümü uygulanmış ve oluşan her seviyedeki alt bant matrislerinin ortalama ve standart sapma değerleri özellik olarak kullanılmak üzere hesaplanmıştır. Daha sonra beş adet benzerlik karşılaştırma yöntemi çıkarılan bu özniteliklere uygulanmış ve sonuçlar elde edilmiştir. Veri tabanında bulunan her imge sorgu imgesi olarak kullanılmış ve bahsedilen işlem tatbik edilmiştir. Nihai sonuçlar için tüm imgelerin başarımının ortalaması hesaplanmıştır.

2.1 Eğricik dönüşümü

Lineer dönüşümler sinyal işlemede sıklıkla kullanılan matematiksel araçlarıdır. Son yıllarda çok çözünürlüklü fikirlere dayalı matematiksel dönüşümlerin gelişiminde büyük çapta faaliyetler gerçekleşmiştir. Günümüzde birçok alanda etkisini hissettiren çoklu çözünürlük fikri özellikle sinyal işlemede, sinyal işlemenin mevcut uygulama alanlarının başında olan görüntü işlemede yaygın olarak kullanılmaktadır. Çoklu çözünürlük fikrinin en popüler ferdi olan dalgacıkların eğrisel elemanların temsilinde yetersiz kalması başka tekniklerin araştırılmasına sebep olmuştur. Bu bağlamda Eğricik dönüşümü ilk kez 1999 yılında Candès ve Donoho tarafından sunulmuştur [3]. Elde edilmesinde sırtcık yaklaşımını kullanan birinci nesil olarak adlandırılan bu yeni yaklaşım daha sonra farklı bir frekans ayırma tekniğinin kullanılması ile aynı araştırmacılar tarafından geliştirilmiş ve bu gelişim ikinci nesil eğricik dönüşümü olarak adlandırılmıştır [4]. Eğricik dönüşümünün diğer çoklu çözünürlük fikirlerinden ayırt edilmesini sağlayan en temel özellik 2^{-j} ölçeğinde her bir unsurun $2^{-j/2}$ uzunluğunda ve 2^{-j} genişliğinde olduğu bir kenar boyunca sıralanan bir yapıya sahip olduğunu söyleyen parabolik bir ölçekleme ilişkisine uymasıdır (Şekil.2).



Şekil 2. Eğricik dönüşümü, Fourier frekans uzayı bölümlemesi (sol), bir takozun uzamsal gösterimi (sağ).

Eğricik yaklaşımının teorik temelleri üzerine kurulan hızlı ayrık eğricik dönüşümünün, iki farklı dijital uygulaması bulunmaktadır.

- ✓ Eşit olmayan aralıklı hızlı Fourier dönüşümü ile,
- ✓ Sarma yolu ile

Her iki yöntemde aynı sonucu vermesine rağmen, sarmaya dayalı yöntem daha hızlı çalışması ve kolay anlaşılabilmesi açısından daha fazla tercih edilmektedir.

Eğricik dönüşümü;

$$C(j,l,k) = \langle f, \varphi_{j,l,k} \rangle \qquad (1)$$

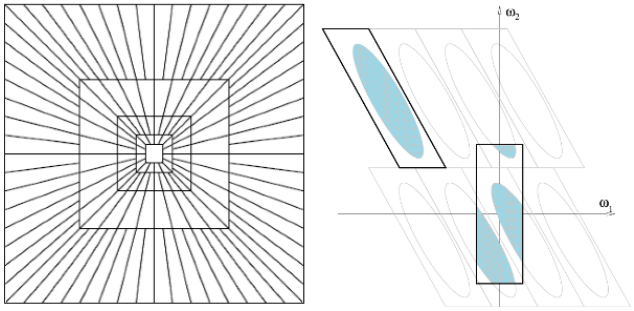
Şeklinde gösterilmek üzere; j, l, k sırası ile ölçek, yön ve konumu belirten parametrelerdir. Dijital eğricik dönüşümü giriş olarak Kartezyen koordinatlarda $f[t_1,t_2], 0 \le t_1, t_2 < n$ formunu alır. Çıkış olarak ise;

$$c^D(j,l,k) := \sum_{0 \le t_1,t_2 < n} f[t_1,t_2]\, \overline{\varphi^D_{j,l,k}[t_1,t_2]} \qquad (2)$$

İfadesi ile gösterilir. Yukarıdaki formülde her bir $\varphi^D_{j,l,k}$ ifadesi dijital eğricik dalga formunu temsil etmektedir.

Yukarıda belirtilen tanımlar ile uygulanan sarma aracılığıyla ileri yönde ayrık eğricik dönüşümünün mimarisi şu şekildedir:

- ✓ İki boyutta hızlı fourier dönüşümü uygulanır ve fourier örnekleri bulunur. $\hat{f}[n_1,n_2]$, $-\frac{n}{2} \le n_1, n_2 < \frac{n}{2}$
- ✓ Her bir j ölçeği ve l açısı için, $\widetilde{U}_{j,l}[n_1,n_2]\hat{f}[n_1,n_2]$ çarpımı hesaplanır. (Şekil.3a)
- ✓ Bu çarpım orijin çevresinde sarılır n_1 ve n_2, $0 \le n_1 < L_{1,j}$, $0 \le n_2 < L_{2,j}$ olmak üzere, $\theta \in (-\frac{\pi}{4}, \frac{\pi}{4})$ aralığı için $\tilde{f}_{j,l}[n_1,n_2] = W(\widetilde{U}_{j,l}\hat{f})[n_1,n_2]$ elde edilir. (Şekil.3b)
- ✓ Her bir $\tilde{f}_{j,l}$'ye iki boyutlu ters hızlı fourier dönüşümü uygulanır. Böylece $c^D(j,l,k)$ ayrık katsayıları bulunur.



Şekil. 3.a) Frekans alanında ayrık eğricik fayansları (sol), b) Sarma sonrası desteklenen takoz (sağ)

M×N piksel içeren bir imgeye eğricik dönüşümü uygulanması durumunda $\log_2\min(M,N)$-3 adet dönüşüm seviyesi bulunmaktadır. 128x128 piksel ihtiva eden bir imge için dönüşüm seviye sayısı 4 olarak bulunmaktadır. Dört seviyeli bir eğricik dönüşümü sonucunda 50(=1+16+32+1) adet alt bantta eğricik katsayıları matrisleri oluşmaktadır (Tablo 1).

Tablo 1. Eğricik dönüşümü katsayı organizasyonu.

Ölçek	Yönelim	Her yönelim için matris boyutları
1	1	21×21
2	16	18×22 16×22 16×22 18×22 22×18 22×16 22×16 22×18 18×22 16×22 16×22 18×22 22×18 22×16 22×16 22×18
3	32	34×22 32×22 32×22 32×22 32×22 32×22 32×22 34×22 22×34 22×32 22×32 22×32 22×32 22×32 22×32 22×34 34×22 32×22 32×22 32×22 32×22 32×22 32×22 34×22 22×34 22×32 22×32 22×32 22×32 22×32 22×32 22×34
4	1	128×128

2.2 Özellik Çıkarımı

İçerik Tabanlı görüntü erişimi sistemlerinde en önemli işlem adımlarından biri özellik çıkarımıdır. Sorgu imgesine ve veri tabanındaki tüm imgelere aynı şekilde uygulanan bu işlem, başarılı bir karşılaştırmanın sağlanabilmesi için en temel adımdır. Eğricik dönüşümü sonrasında elde edilen katsayılar ölçek ve yönelim kabiliyeti açısından imgeleri başarılı olarak temsil etmesine rağmen bu katsayıların direk öznitelik olarak kullanılmaları vektör boyutunu oldukça artıracak ve işlem yoğunluğu açısından olumsuz bir duruma yol açacaktır. Bu bakımdan ilgili imgeye ait an uygun ayırt edici temel özniteliklerinin seçilmesi önemlidir.

Eğricik katsayılarının, gauss dağılımına nispeten uygunluk göstermesi neticesinde ilgili seviye ve açıdaki katsayı matrisinin ortalama ve standart sapma değerlerinin öznitelik olarak kullanılması oldukça mantıklıdır. Yapılan çalışmada eğricik katsayıları kullanılarak imgelerin global özellik ilişkilerini içerecek bir öznitelik vektörü bu yöntem ile oluşturulmuştur.

$$E(s,\theta) = \sum_x \sum_y |C_{s\theta}(x,y)| \tag{3}$$

$$\mu_{s,\theta} = \frac{E(s,\theta)}{m \times n} \tag{4}$$

$$\sigma_{s,\theta} = \frac{\sqrt{\sum_x \sum_y (|C_{s\theta}(x,y)| - \mu_{s\theta})^2}}{m \times n} \tag{5}$$

Burada $\mu_{s,\theta}$ ve $\sigma_{s,\theta}$,s. ölçek ve θ. Yönelim açısındaki eğricik katsayı matrisinin ortalama ve standart sapma değerini, m ve n değerleri ilgili eğricik alt bandındaki matris boyutlarını, E değeri ise ilgili alt bandın toplam spektral enerjisini göstermektedir.

Aynı seviyedeki θ açısına karşılık gelen eğricik katsayıları ile θ+π açısındaki eğricik katsayıları simetri gösterdiğinden, seviye 2 ve 3'deki alt bant matrislerinin yarısı bu simetriden ötürü çıkartılabilir. Sonuç olarak yapılan çalışmada 26(=1+8+16+1) adet alt bant eğricik katsayılarına özellik çıkarımı işlemi uygulanmıştır. Elde edilen öznitelik vektörü;

$$f = [\mu_{1,1}\ \sigma_{1,1}\ \mu_{2,1}\ \sigma_{2,1} \cdots\ \mu_{2,8}\ \sigma_{2,8}\ \mu_{3,1}\ \sigma_{3,1} \cdots \mu_{3,16}\ \sigma_{3,16}\ \mu_{4,1}\ \sigma_{4,1}]$$

Şeklinde elde edilmektedir.

2.3 Mesafe metrikleri

Görüntüler arasındaki benzerlikler ölçülürken genel olarak karşılaştırılan görüntüler için çıkarılmış özellik vektörlerinin birbirlerine olan uzaklığı hesaplanmaktadır. Böylece görüntüler arasındaki hesaplanan bu mesafelere bağlı olarak birbirlerine olan benzerliği hakkında bir metrik elde edilir. Literatürde iki vektör arasındaki uzaklığın ölçümü konusunda birçok yöntem bulunmasına rağmen bu çalışmada eğricik dönüşümü üzerine kullanılan geçmiş çalışmalardaki metrikler üzerinde durulacaktır. Sorgu imgesine ait öznitelik vektörü **Q** ve veri tabanında bulunan diğer bir imgeye ait öznitelik vektörü ise **D** olmak üzere;

2.3.1 Öklid mesafesi

Bu metrik, iki vektör arasındaki mesafeyi ölçüm konusundaki en yaygın kullanıma sahip olan yöntemdir. Yöntem, iki vektörün elemanları arasındaki farkın kareleri toplamının karekökü hesabına dayanır (6).

$$d = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} (|Q_i - D_i|)^2} \tag{6}$$

2.3.2 City block mesafesi

Bu mesafe ölçümü, Manhattan mesafesi olarak da adlandırılır. Yöntem aykırı değerlere karşı oldukça dayanıklıdır. Bu yöntem iki vektörün elemanları arasındaki mutlak farkların toplamı hesabına dayanır (7).

$$d = \sum_{i=1}^{n} |Q_i - D_i| \tag{7}$$

2.3.3 Chebychev mesafesi

Bu mesafe metriğine, maksimum değer mesafesi de denir. Yöntemde iki vektöre ait eşleşen elemanların mutlak farkların en büyük değeri hesaplanır. Mesafe değeri özellik farkının en büyük değeridir (8)

$$d = max\{|Q_1 - D_1|, |Q_2 - D_2|, \cdots, |Q_n - D_n|\} \tag{8}$$

2.3.4 Canberra mesafesi

Canberra mesafesi sıklıkla orijin etrafına dağılmış veriler için kullanılan bir metrik yöntemidir. Manhattan mesafesine benzer. Buradaki ayrım, iki vektörün değişkenleri arasındaki mutlak farkın, toplamadan önce mutlak değişken değerlerinin toplamına bölünmesidir (9).

$$d = \sum_{i=1}^{n} \frac{|Q_i - D_i|}{|Q_i| + |D_i|} \tag{9}$$

2.3.5 Jeffrey mesafesi

Jeffrey mesafesi, Kullback-Leibler mesafesinin simetrik halidir. Burada $m_i = (Q_i + D_i)/2$ olmak üzere aşağıdaki denklemde belirtilen formda hesaplanır (10).

$$d = \sum_{i=1}^{n} \left(Q_i \log \frac{Q_i}{m_i} + D_i \log \frac{D_i}{m_i} \right) \tag{10}$$

2.4 Veri tabanı

Veri tabanı oluşturmak için rastgele meslek ve yaş grubundaki yirmi adet kişiden kendi tükenmez veya dolma kalemlerini kullanarak A4 kağıdının üzerinde oluşturulmuş bir tabloya on iki adet imza atmaları istenilmiştir. Bu işlem yapılırken hiçbir kalem markası veya uç kalınlığı dikkate alınmamıştır. Daha sonra elde edilen bu imza içeren sayfalar tarayıcı

aracılığı 600dpi çözünürlüğü kullanılarak dijital ortama aktarılmıştır. Her bir imzanın boyutu 256×256 piksel içerecek şekilde ayarlanmıştır. Bu şekilde yirmi adet kişiden elde edilen on iki imza ile, 20×12=240 adet imza resminden oluşan bir imza veri tabanı elde edilmiştir. Tüm kullanıcıların tablo içerisine attıkları ilk imzalar Şekil. 4'de gösterilmektedir.

Şekil 4. Veri tabanına ait örnek imza imgeleri

2.5 Performans değerlendirmesi

Sorgu neticesinde ortaya çıkan erişim performansının değerlendirilmesi içerik tabanlı görüntü erişim sistemlerinde kritik bir problemdir. Bilgi erişim sistemlerinde en genel değerlendirme ölçümleri, duyarlık (precision) ve anma (recall) ölçütleridir. Duyarlık, sistemin sadece gerekli uygun görüntülere erişimdeki gücünü ifade ederken; Anma sistemin tüm uygun görüntülere erişimdeki gücünü ifade etmektedir.

$$D\text{uyarlılık} = \frac{\text{Erişilen Uygun Görüntü Sayısı}}{\text{Erişilen Toplam Görüntü Sayısı}} \quad (11)$$

$$\text{Anma} = \frac{\text{Erişilen Uygun Görüntü Sayısı}}{\text{Veri Tabanı Uygun Görüntü Sayısı}} \quad (12)$$

Tasarlanan bir yöntemin başarımının incelenmesi ve mukayese edilebilmesi için belirli anma değerlerindeki duyarlılık değeri karşılaştırılmalıdır. Bunun için on bir nokta ortalama ara değerli duyarlılık değerleri çıkartılmaktadır. Bu işlem 0 ile 1 arasında değerler alan anma değerinin 0.1 aralıklarla aldığı değerlere karşılık gelen ve sürekli düşüş eğiliminde olan duyarlılık değerlerinin bulunmasıyla gerçekleştirilmektedir.

3 Sonuçlar

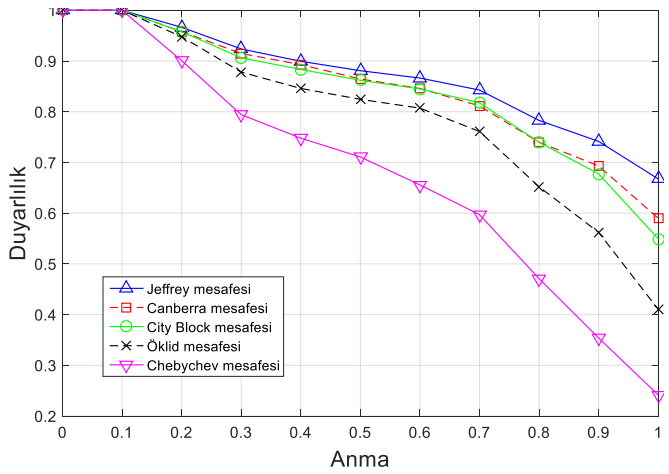
Sorgu imgesi olarak veri tabanında bulunan rastgele bir imgeye ait örnek bir imza erişim sonucu Şekil. 5'de gösterilmektedir. İlk on bir sorgu sonucunda elde imgeler veri tabanındaki aynı kişi tarafından atılan imzalara tekabül etmektedir. Fakat on ikinci sorguda elde edilen imge, aynı kişiye ait değildir. Veri tabanında aynı kişiye ait olan toplam on iki adet imzaya ancak on üçüncü sorgunun sonucunda ulaşılmaktadır. İmzalar davranışsal sistemin bir parçası oldukları için aynı kişi tarafından atılan imzaların her zaman bire bir aynı olması beklenemez. Bu da kullanılan erişim sistemin her zaman mükemmel sonuç vermesinin önündeki en büyük engeldir. Şekil. 5'deki sorgu için ulaşılması gereken on iki adet imzaya on üç denemede ulaşılması sistem başarımının bu imge için yaklaşık %92,3 olduğunu göstermektedir.

Sorgu İmgesi

Şekil 5. Örnek bir sorgu

Yapılan çalışmada bahsedilen yöntemin uygulanması ile tüm resimler için elde edilen on bir nokta ara değerli duyarlılık değerlerinin ortalaması alınarak ilgili veri tabanına ait on bir nokta ortalama ara değerli duyarlılık değerleri çıkartılır. Böylece sonuçlar aynı veri tabanı mevcut mesafe metriği yöntemleriyle karşılaştırılabilecek duruma elverişli hale gelmektedir.

Sonuç olarak elde edilen ortalama Anma-Duyarlılık grafik eğrileri göz önünde bulundurulduğunda mevcut görüntü erişimi sisteminin en başarılı olduğu sonuçlar Jeffrey mesafesinin kullanıldığında ortaya çıkmaktadır. Canberra, City Block ve Öklid mesafesini kullanan yöntemler Jeffrey mesafesi yönteminin hemen ardından gelmektedir. Başarımı en düşük olan yöntem ise Chebychev mesafesini kullanan yöntem olarak tespit edilmiştir (Şekil. 6).



Şekil 6. Anma ve duyarlılık eğrileri

Chebychev mesafesi öznitelik vektörlerindeki sadece iki elemanın farkına ağırlık vermektedir. Bu çoklu çözünürlük sonucunda elde edilmiş öznitelik vektörleri için birçok benzer özelliğin göz ardı edildiğini gösterir. Bu bakımdan sistem için uygun değildir. Öznitelik vektörü elemanlarının farklarını temel alan iki yöntemden Canberra mesafesi, orijine daha yakın olan elemanlarda Öklid mesafesinden daha hassas sonuç verme eğiliminde olması daha başarılı sonuçlara ulaşılmasını sağlamaktadır. Canberra mesafesini kullanan mevcut yöntem [8] ele alındığında, City Block mesafesi ile yakın sonuçlara ulaşıldığı görülmektedir. Ayrıca City Block mesafesi işlem yoğunluğu açısından incelendiğinde hesaplanmasının daha kolay olduğu açıkça gözlenebilir.

Sunulan çalışmadaki en başarılı yöntem Jeffrey mesafesidir. Jeffrey mesafesi, temel olarak dağılımların göreceli entropisini hesaplayarak benzerliklerini ölçen Kullback-Leibler yönteminin sayısal olarak kararlı, simetrik ve gürbüz olan ampirik bir modifikasyonudur. Burada ölçülen husus aslında paylaşılan bilgidir. Yani bir dağılımın başka bir dağılımı kullanarak ne kadar iyi ifade edilebileceğidir. Bu bakımdan iki veri arasında bir mesafe ölçüsü olarak kullanılabilir. Bahsedilen diğer mesafe metriklerinin aksine Jeffrey mesafesi, matematiksel olarak üçgen eşitsizliğini karşılamamaktadır. Bu nedenle sözde bir mesafe ölçüsü (pseudo-distance) olarak tanımlanmaktadır. [11].

Kaynaklar

[1] Ross, A., Jain, A.K., "Information Fusion in Biometrics", Pattern Recognit. Lett., 24(13): 2115-2125, (2003).

[2] P. Mueller, "Color Image Retrieval from Monochrome Transparencies," Appl. Opt. 8, 2051-2057 (1969).

[3] Candès E., Donoho D., "Curvelets-a surprisingly effective nonadaptive representation for objects withedges." Cohen A, Rabut C, Schumaker L (eds) Curves and surface fitting: Saint-Malo Vanderbilt Univ. Press, Nashville, pp 105‑120,(1999).

[4] Candès E., Demanet L., Donoho D., Ying L., "Fast discrete Curvelet transforms." Multiscale ModelSimul 5(3):861‑899, (2006).

[5] Çavuşoğlu, B. 2014. Multiscale texture retrieval based on low dimensional and rotation invariant features of curvelet transform. EURASIP J. Image and Video Processing 2014: 22.

[6] Engin, M.A., Cavusoglu, B. Rotation invariant curvelet based image retrieval & classification via Gaussian mixture model and co-occurrence features. Multimed Tools Appl 78, 6581–6605 (2019).

[7] Zhang DS, Islam MM, GJ L, Sumana IJ (2012) Rotation invariant curvelet features for region-based image retrieval. Int J Comput Vis 98:187‑201

[8] Shirdhonkar, M.S., Kokare M., "Off-Line Handwritten Signature Retrieval using Curvelet Transforms." ArXiv abs/1104.1945 (2011)

[9] Guerbai, Y., Chibani, Y., Hadjadji, B., "The effective use of the one-class SVM classifier for handwritten signature verification based on writer-independent parameters." Pattern Recognition 48:103-113. (2015).

[10] Hadjadji, B., Chibani, Y., Nemmour, H., "An Efficient Open System for Offline Handwritten Signature Identification based on Curvelet Transform and One-Class Principal Component Analysis." Neurocomputing. 265. 10.1016/j.neucom.2017.01.108. (2017).

[11] Aman U., "Entropy, divergence and distance measures with econometric applications", Journal of Statistical Planning and Inference,49(1):137-162, (1996).

Geliştirilmiş Eğricik Dönüşümü Tabanlı Yönelim Bağımsız Görüntü Erişimi ve Sınıflandırma

M. Alptekin ENGİN[1]*, Bülent ÇAVUŞOĞLU[2]

[1]*Bayburt Üniversitesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği, Bayburt, TÜRKİYE*
[2] *Atatürk Üniversitesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği, Erzurum, TÜRKİYE*

Özet

Görüntü erişimi ve sınıflandırma açısından bakıldığında geliştirilen yöntemlerin geçmiş çalışmalara göre daima daha başarılı olması beklenmektedir. Bir yöntemin başarımının artırılması için imgelere ait uygun özniteliklerin elde edilmesi çok önemlidir. Bu çalışmada yönelim bağımsızlık üzerine belirli seviyelerdeki eğricik katsayılarına Gauss karışım modeli ve eş oluşum öznitelik çıkarma yöntemlerini uygulayarak görüntü erişimi ve sınıflandırma üzerine performans artırma konusu incelenmiştir. Yapılan çalışmada yönelim bağımsızlık Gauss karışım modeli uygulanması ile elde edilen öz niteliklerin dairesel öteleme yöntemi ile yeniden düzenlenmesi ile sağlanmıştır. Yöntem OutexTC00010 veri tabanına uygulanmıştır. Sonuçlar incelendiğinde belirtilen yöntemlerin ikinci ve üçüncü seviyedeki eğricik dönüşümü katsayılarına ek olarak uygulanması öznitelik matris boyutunu artırmasına rağmen başarımı iyileştirdiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: *Eğricik Dönüşümü, Görüntü Erişimi, Görüntü Sınıflandırma*

Improved Rotation Invariant Curvelet Based Image Retrieval and Classification

Abstract

In terms of image retrieval and classification, it is expected that the developed methods will always be more successful than previous studies. In order to increase the performance of an image retrieval and classification method, it is very important to obtain the appropriate features of the data. This paper presents improved rotation invariant curvelet transform based image retrieval and classification via Gaussian mixture and co-occurrence features. Rotation invariance is provided by rearranging the features obtained by Gaussian mixing model via cycle shift method. The proposed method is evaluated on Outex_TC_00010 image database. Experimental results show a good performance achieved by applying mentioned techniques in addition to the second and third level curvelet coefficients provides obtaining high degree of success rate in classification and retrieval.

Keywords: *Curvelet Transform, Image Retrieval, Image Classification*

1 Giriş

İmgelerin sınıflandırılması ve imgelere istenildiği zaman, benzer imgeleri kullanarak erişim üzerine son yıllarda birçok farklı çalışma yapılmıştır. Günümüzde bilgisayar teknolojisindeki gelişmeler bu alandaki çalışmalardaki yoğun işlem yükü ihtiva eden yöntemlere uygun alt yapıyı sağlamaktadır. Bu yöntemlerden biri de çoklu çözünürlük yaklaşımıdır. Aynı görüntüyü farklı çözünürlük seviyelerinde inceleyen bu yaklaşım ile daha düşük boyutta uzamsal ve tayfsal öznitelikler kullanılarak imgelerin temsili üzerine yapılan çalışmalar son yıllarda oldukça yaygındır. Çoklu çözünürlük yaklaşımının en popüler yöntemi olan dalgacıkların dokulardaki süreklilik gösteren eğrilerin temsilindeki yetersizliği, eğrisel bileşenlerin tespitinde eğricik yaklaşımının geliştirilmesine ön ayak olmuştur [1]. Ayrıca eğricik dönüşümü farklı açı ve ölçeklerde analiz kabiliyetine de sahiptir.

* İletişim e-posta: maengin@bayburt.edu.tr

Yönelim bağımsızlık üzerine eğricik dönüşümü kullanan ilk çalışma 2012 yılında yapılmıştır [2]. Bu çalışmada araştırmacılar eğricik dönüşümü katsayılarının ortalama ve standart sapma değerlerini öznitelik olarak kullanmıştır. Daha sonra yönelim bağımsızlık sağlamak amacıyla bu katsayılar, her bir ölçek ve açıdaki eğricik katsayı matrislerinin toplam spektral enerjileri baz alınarak dairesel ötelemeye maruz bırakılmıştır. Bu yöntem ile görüntü erişiminde dalgacık dönüşümü ve gabor filtre yöntemlerinden daha başarılı sonuçlara ulaşılmıştır. Çekirdek yoğunluk kestirimi (Kernel Density Estimate, KDE) ile eğricik alt bantlarının modellenmesi ve blokların çapraz korelasyonu üzerine, temel yönelim (principle orientation, PO) yöntemi ile yönelim bağımsızlık üzerine sınıflandırma ve erişim sağlayan çalışma ise bu alanda ilk çalışmadan daha başarılı sonuçlara ulaşmıştır [3]. Görüntü erişimi ve sınıflandırma üzerine yapılan bir diğer çalışmada ise eğricik dönüşümü üzerine her seviye ve açıdaki eğricik katsayılarına ikili Gauss karış modeli (GKM) uygulanmıştır [4]. İkili Gauss karış modeli uygulan her eğricik bloğu için elde edilen iki adet ortalama parametresi büyük ortalama değerine göre dairesel öteleme ile yeniden düzenlenmiş ve bu yeniden düzenleme ile elde edilen öznitelik vektörüne yönelim bağımsızlık kazandırılmıştır. Ayrıca bu ortalama parametreleri ile sadece birinci seviye eğricik katsayılarına eş oluşum özellik çıkarımı yöntemi uygulanarak elde edilen dört adet özelliğin beraber kullanılması aracılığıyla başarılı özellik çıkarımı yöntemi elde edilmiştir. Mevcut çalışmada eş oluşum özellik çıkarımı yöntemi, tek tek tüm seviye eğricik katsayılarına uygulandığı zaman en iyi olarak birinci seviyede en başarılı sonuçlara ulaşıldığı tespit edildiği için sadece bu seviyeye uygulanmıştır. Diğer seviyelere birlikte uygulanması durumunda başarımın ne dereceği artacağı ya da azalacağı ise incelenmemiştir. Sunulan bu çalışmada ise diğer seviyelere eş oluşum özellikleri yönteminin uygulanması ile daha başarılı sonuçlara ulaşılacağı gösterilmektedir.

2 Yöntem

2.1 Özellik Çıkarımı

Kullanılan görüntü erişimi ve sınıflandırma işlemlerine ait sistemin blok şeması şekil. 1'de gösterilmektedir.

Şekil 1. Sistemin blok diyagramı

Yapılan çalışmada sorgu imgesine ve veri tabanında bulunan tüm imgelere eğricik dönüşümü [1] uygulanmıştır. 128x128 piksel içeren bir imgeye eğricik dönüşümü uygulanması sonucunda dört seviyede toplam 50(=1+16+32+1) adet alt bantta eğricik katsayıları oluşmaktadır (Tablo 1).

Tablo 1. Eğricik dönüşümü katsayı organizasyonu.

Seviye	Yönelim	Her yönelim için matris boyutları
1	1	21×21
2	16	18×22 16×22 16×22 18×22 22×18 22×16 22×16 22×18 18×22 16×22 16×22 18×22 22×18 22×16 22×16 22×18
3	32	34×22 32×22 32×22 32×22 32×22 32×22 32×22 34×22 22×34 22×32 22×32 22×32 22×32 22×32 22×32 22×34 34×22 32×22 32×22 32×22 32×22 32×22 32×22 34×22 22×34 22×32 22×32 22×32 22×32 22×32 22×32 22×34
4	1	128×128

Fakat aynı seviyedeki θ açısına karşılık gelen eğricik katsayıları ile θ+π açısındaki eğricik katsayıları simetri gösterdiğinden, seviye 2 ve 3'deki alt bant matrislerinin yarısı bu simetriden ötürü çıkartılabilir. Sonuç olarak yapılan çalışmada 26(=1+8+16+1) adet alt bant eğricik katsayılarına ikili GKM uygulanmıştır. Elde edilen Gauss eğrilerinin ortalama değerleri öznitelik olarak kullanılmıştır.

$$f_{GKM} = [\mu_{1\,1}^{g1}, \mu_{1\,1}^{g2}, \mu_{2\,1}^{g1}, \mu_{2\,1}^{g2}, \dots, \mu_{2\,8}^{g1}, \mu_{2\,8}^{g2}, \mu_{3\,1}^{g1}, \mu_{3\,1}^{g2}, \dots, \mu_{3\,16}^{g1}, \mu_{3\,16}^{g2}, \mu_{4\,1}^{g1}, \mu_{4\,1}^{g2}]$$

Daha sonra tüm ölçeklerdeki eğricik dönüşümü katsayılarına eş oluşum özellik çıkarımı yöntemi uygulanmıştır. Sekiz grilik seviyesi olmak üzere eş oluşum özellikleri (Gray level co-occurance matrix-GLCM) iki parametreye bağlı olarak hesaplanmıştır. Piksel çiftleri arasındaki en yakın mesafe (d=1) ve dört yönelim açısı doğrultusunda ($\theta = 0^{\circ}, 45^{\circ}, 90^{\circ}$ve 135°) hesaplanan GLCM'lerin ortalama değeri alınıp normalizasyon işlemine tabi tutulmuştur. Elde edilen GLCM'den yukarıda bahsedilen ve birçok çalışmada bir arada kullanılan 4 adet Haralick [5] özelliği çıkartılmıştır. Bu özellikler sırası ile enerji (asm), entropi (ent), homojenlik (hom) ve korelasyondur (corr). Bu değerlerin hesaplanmasına ait ifadeler Denklem.1-4'de gösterilmiştir.

$$f_{\text{asm}} = \sum_i \sum_j \{P(i,j)\}^2 \quad (1)$$

$$f_{ent} = -\sum_i \sum_j P(i,j) \log\left(P(i,j)\right) \quad (2)$$

$$f_{\text{hom}} = \sum_i \sum_j \frac{1}{1+(i-j)^2} P(i,j) \quad (3)$$

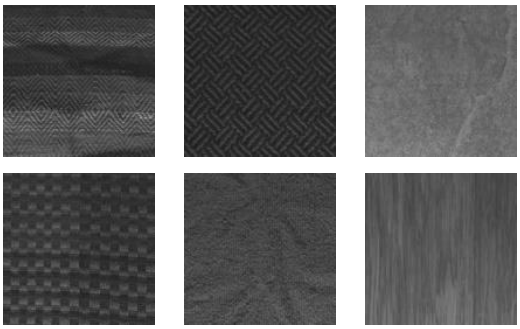
$$f_{corr} = \frac{\sum_i \sum_j (ij) P(i,j) - \mu_x \mu_y}{\sigma_x \sigma_y} \quad (4)$$

GLCM özellik çıkarımı işlemi akabinde elde edilen özellik vektörü ($f_{GLCM} = [f^{asm}, f^{ent}, f^{hom} f^{corr}]$) her seviye için tek tek hesaplanmıştır. Yönelim kabiliyeti bulunan 2. ve 3. seviyelerdeki katsayı matrislerinde ise ortalama değerler hesaplanmıştır. Bu özellikler gauss karışımları yöntemi ile elde edilen özelliklerle beraber ($F = [f_{GKM}, f_{GLCM}]$) kullanılmıştır.

Sunulan yöntemde, ikili GKM yöntemi sonucunda iki adet gauss eğrisi söz konusu olduğundan elde edilen iki ortalama değerinden büyük olanı temel alınarak ilgili ölçekte yapılan dairesel öteleme sayesinde yönelim bağımsızlık elde edilmiştir.

2.2 Veri Tabanı

Yapılan çalışmada Outex_TC_00010 Veri tabanı kullanılmıştır [6]. Burada 24 farklı sınıftaki, inca aydınlatma ile elde edilmiş imgelerin 20 adet üst üste gelmeyecek parçalara ayrılmasıyla 00, 05, 10, 15, 30, 45, 60, 75, 90 derecelik döndürmelerle her sınıfta 180 imge bulunacak şekilde toplam 4320 (=24x20x9) tane 128x128 piksellik imge içeren bir veri tabanı oluşturulmuştur. Veri tabanına ait örnek imgeler Şekil. 2'de gösterilmektedir.



Şekil 2. Veri tabanına ait örnek imgeler

2.3 Performans değerlendirmesi

Benzer imgelerin, imge ile çağırılması, yani kısaca bul-getir işlemi olarak tanımlanan içerik tabanlı imge erişiminde görüntüler arasındaki benzerlikler ölçülürken genel olarak karşılaştırılan görüntüler için özellik vektörlerinin birbirlerine olan uzaklığı hesaplanmaktadır. Böylece görüntüler arasındaki hesaplanan bu mesafelere bağlı olarak birbirlerine olan benzerliği hakkında bir metrik elde edilir. Çalışmalarda yaygın olarak iki vektör arasındaki uzaklığın Öklid mesafesi ile ölçüldüğü tespit edilmiştir. Bu yöntem, Denklem.5'de gösterildiği üzere iki vektörün elemanları arasındaki farkın kareleri toplamının karekökü hesabına dayanır.

$$d = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} (|Q_i - D_i|)^2} \quad (5)$$

İmge erişim sistemlerinde en genel değerlendirme ölçümleri duyarlık (precision) ve anma (recall) ölçütleridir. Duyarlık, sistemin sadece gerekli uygun görüntülere erişimdeki gücünü ifade ederken; Anma sistemin tüm uygun görüntülere erişimdeki gücünü ifade etmektedir (Denklem.6, 7).

$$D\text{uyarlılık} = \frac{\text{Erişilen Uygun Görüntü Sayısı}}{\text{Erişilen Toplam Görüntü Sayısı}} \quad (6)$$

$$\text{Anma} = \frac{\text{Erişilen Uygun Görüntü Sayısı}}{\text{Veri Tabanı Uygun Görüntü Sayısı}} \quad (7)$$

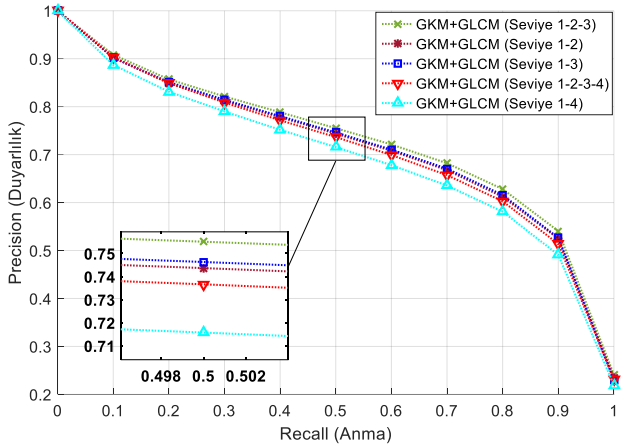
Yöntemin başarımının incelenmesi için belirli anma değerlerindeki duyarlılık değerleri karşılaştırılır. Bunun için 0 ile 1 arasında değerler alan anma değerinin 0.1 aralıklar ile aldığı değerlere karşılık gelen on bir nokta ortalama ara değerli duyarlılık değerleri çıkartılmaktadır.

Yapılan çalışmada, sınıflandırma için en yakın komşuluk sınıflandırma yöntemi uygulanmıştır. Sorgu imgesine ait öznitelik vektörü her sınıfın rastgele seçilmiş eğitim imgelerine ait öznitelik vektörleri ile tek tek karşılaştırılmış ve iki vektör arasındaki en küçük fark bulunarak sorgu imgesi ilgili sınıfa atanmıştır. Bu farkın bulunmasında da Öklid mesafesi kullanılmıştır. Sınıflandırma işlemi için belirli sayıda rastgele seçilen imgeler eğitim için kullanılmış, eğitim için kullanılmayan imgeler ise test için kullanılmıştır. Sonuçlar 100 defa tekrarlanmış ve ortalama başarım değerleri sunulmuştur.

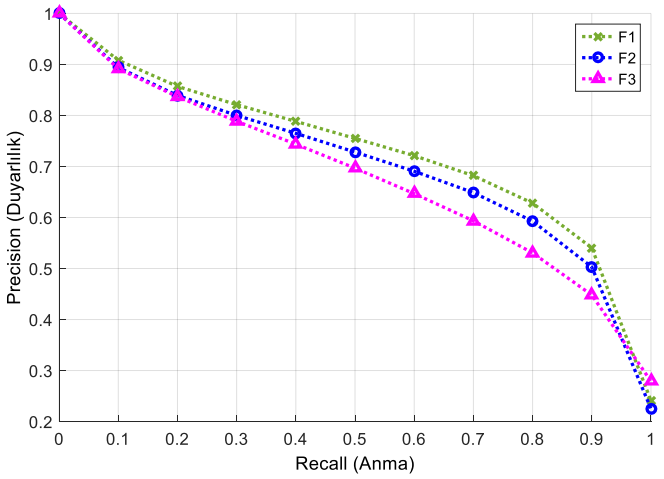
3 Sonuçlar

Yapılan çalışmada GKM yöntemi ile öznitelik çıkarma işlemi tüm seviyelerde uygulanmıştır. Bununla beraber GLCM yöntemi Şekil.3'de görüldüğü gibi bazı seviyelere birlikte uygulanmıştır.

Şekil.3'den açıkça anlaşılacağı üzere GLCM yönteminin eğricik dönüşümü katsayılarından ilk üç seviyeye birlikte uygulanması ile imge erişimindeki başarımın en yüksek olduğu tespit edilmiştir. En başarılı yöntemin diğer mevcut çalışmalarda kullanılan yöntemler ile karşılaştırılmasına Şekil 4'de yer verilmiştir. GLCM yönteminin diğer seviyelere uygulanması öznitelik vektörünün boyutunu artırmasına rağmen başarımı yükseltmektedir.



Şekil 3. GLCM yönteminin eğricik katsayı seviyelerine uygulanması ile imge erişimi sonuçları



Şekil 4. Sistemin mevcut çalışmalar ile imge erişimindeki karşılaştırılması
(F1= $F_{GKM,GLCM_{1,2,3}}$(sunulan), F2= $F_{GKM,GLCM_1}$[4], F3=$F_{\mu\sigma}$[2])

Öznitelik vektör boyutları Tablo.2'de gösterilmektedir. Ayrıca sınıflandırma sonuçları da Tablo 3'de karşılaştırmalı olarak gösterilmektedir. Tablo 3'de eğitim için kullanılan imge sayıları ve başarımlar belirtilmiştir. İlgili sınıftaki eğitim için kullanılmayan diğer imgeler ise test için kullanılmaktadır. Tablo.2 ve 3'de kullanılan yöntemler F_1= $F_{GKM,GLCM_{1,2,3}}$ (sunulan yöntem), F_2= $F_{GKM,GLCM_1}$[4], F_3=$F_{KDE,PO,KLD}$ [3] ve F_4=$F_{\mu\sigma}$[2] olarak isimlendirilmiştir.

Tablo 2. Sistemin öznitelik vektörü boyutu açısından karşılaştırılması.

Yöntem	Öznitelik Vektörü Boyutu
F_1	64
F_2	56
F_3	520
F_4	52

Sonuç olarak sunulan yöntem, öznitelik matris boyutu olarak karşılaştırılan tüm yöntemler içinde üçüncü sırada olmasına rağmen başarım olarak tüm eğitim değerlerinde en yüksek başarımın elde edildiği yöntemdir. Kullanılan yöntemlerin eğricik dönüşümüne uygun olması ve eğricik katsayılarının daha fazla öznitelik ile temsili başarımın yükselmesindeki en önemli etmendir.

Tablo 3. Sistemin sınıflandırma başarımının karşılaştırılması.

Yöntem	Eğitim 10	Eğitim 30	Eğitim 50	Eğitim 70
F_1	89.27	93.62	95.22	96.06
F_2	87.77	93.59	95.13	95.75
F_3	86.31	93.31	95.01	95.81
F_4	82.08	91.30	93.43	94.85

Kaynaklar

[1] Candès E., Donoho D., "Curvelets-a surprisingly effective nonadaptive representation for objects withedges." Cohen A, Rabut C, Schumaker L (eds) Curves and surface fitting: Saint-Malo Vanderbilt Univ. Press, Nashville, pp 105-120,(1999).

[2] Zhang DS, Islam MM, GJ L, Sumana IJ (2012) "Rotation invariant curvelet features for region based image retrieval". Int J Comput Vis 98:187-201

[3] Çavuşoğlu, B. 2014. "Multiscale texture retrieval based on low dimensional and rotation invariant features of curvelet transform". EURASIP J. Image and Video Processing (2014): 22.

[4] Engin, M.A., Cavusoglu, B. "Rotation invariant curvelet based image retrieval & classification via Gaussian mixture model and co-occurrence features". Multimed Tools Appl 78, 6581–6605 (2019).

[5] R. M. Haralick, K. Shanmugam and I. Dinstein, "Textural Features for Image Classification," in IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, vol. SMC-3, no. 6, pp. 610-621, Nov. 1973.

[6] Hayman, E., Caputo, B., Fritz, M. and Eklundh, J.O. (2004). "On the significance of real-world conditions for material classification", in Computer Vision, ed. by T Pajdla, J Matas (Springer, Berlin Heidelberg, 2004), pp. 253–266.

Terim Frekansı ile Mesajlaşma Verilerini Kullanarak Çağrı Merkezi Yoğunluğunun Tespiti

Zeynep ERBAŞI[1]*

[1]*Vakıf Katılım, Ar-Ge ve İnovasyon, İstanbul, TÜRKİYE*

Özet

Günden güne gelişen bankacılık sektöründe, bankalar arası rekabeti arttıran noktalardan biri de müşteri memnuniyetidir. Müşterinin yardım almak istemesi durumunda çağrı merkezindeki yetkiliye ulaşma süreci müşterinin bankadan memnuniyetini belirleyen faktörlerden biridir. Müşterinin çağrı merkezi personeline ulaşma hızı, memnuniyetini direk etkileyen bir unsurdur. Bu çalışmada, Vakıf Katılım Çağrı Merkezi yoğunluğunun olduğu zaman aralıklarında, çağrı merkezi çalışanlarının mesajlaşmaları incelenerek çağrı yoğunluğun nedenleri araştırıldı. Mesajlaşmaların analiz edilmesi sürecinde veriler ön işleme yapılarak oluşturulan veri seti terim sıklığı, n gram yöntemiyle saatlik bazda kelime frekansları çıkarıldı. Çıktı olarak saatlik bazda yazışmaların analiz sonuçları ile çağrı merkezi kayıtları (gelen, kaçan ve toplam çağrı kayıtları) birleştirilerek yorumlandı. Çağrı yoğunluğunun yüksek olduğu zamanlarda çalışanların yazışmaları ile yoğunluğa sebep olan nedenler belirlendi.

Anahtar Kelimeler: *Çağrı Merkezi, Çağrı Yoğunluğu Analizi, Veri analizi, Mesajlaşma Verilerinin Analizi, Doğal Dil İşleme*

Determining Call Center Density Using Messaging Data with Term Frequency Method

Abstract

One of the points that increase the competition between banks in the banking sector, which is developing day by day, is customer satisfaction. In case the customer wants to get help, the process of reaching the authorized person at the call center is one of the factors that determine the customer's satisfaction with the bank. The speed at which the customer reaches the call center staff is a factor that directly affects their satisfaction. In this study, the causes of the call density were investigated by examining the messaging of call center employees during the time intervals of the Vakif Participation Bank Call Center. In the process of analyzing the messaging, the term frequency of the data set was obtained by pre-processing the data, and the word frequencies on an hourly basis using the n-gram method. As output, the correspondence analysis results on an hourly basis and call center records (incoming, missed, and total call records) were combined and interpreted. The reasons causing the intensity were identified with the correspondence of the employees when the call density was high.

Keywords: *Call Center, Call Intensity Analysis, Data Analysis, Messaging Data Analysis, Natural Language Processing*

1 Giriş

Çağrı merkezi ilk olarak, 1957 yılında Time Inc. Şirketi tarafından LIFE dergisinin abonelerinden gelen telefon çağrılarını destekleyebilmek için kurulmuştur. Bu çağrı merkezi birden fazla numarayı desteklemiş ve çağrılar santraldaki operatörler tarafından elle dağıtılmıştır. [1] Bununla birlikte kurum ve kuruluşlar otomatik yanıt sistemi(Interactive Voice Response) ve ses tanıma sistemleri olan müşteri iletişim merkezleri kurmaya başlamıştır.

Açık | Kişisel Veri İçermez
Public | No Personal Information

Kurum veya kuruluşların hizmetlerini sürdürebilmek ve alanlarında başarı kazanmak için müşteri memnuniyetini sağlaması gerekmektedir. Müşteri memnuniyetini sağlamanın en önemli noktası müşterinin istek ve beklentilerini karşılamaktır. Kurum veya kuruluşlar bu temelde müşteriyle bağlantı kurmak için çeşitli bağlantı kanallarını kullanmaktadır. Çağrı merkezleri de bu kanallardan biridir. [2] Müşterinin ihtiyaç duyduğu durumlarda doğrudan ilgili müşteri temsilcisine ulaşabilmesi için birçok çağrı merkezi yetkinliği geliştirilmiştir. Bun yetkinlikler çağrı yönlendirme, sesli yanıt ve ses tanıma sistemleri üzerine hizmet sağlar. Günümüzde müşteri herhangi bir yetkiliye bağlanmadan da birçok konuda desteği sesli yanıt sistemlerinden almaktadır. Bu süreçte çağrı merkezi çalışanlarının görevi çözülmesi daha karmaşık olan sorunlarda destek vermektir. Çağrı merkezleri yeni teknolojileri yakından takip etmektedir ve uygun çözümleri uygulamaktadır.

Vakıf Katılım 2015'den beri katılım bankacılığı alanında hizmet vermektedir. [3] Yeni kurulmuş bir banka olması nedeniyle bu gelişim sürecinde birçok alanda teknoloji tabanlı çözümlerle iyileştirme çalışmaları yapmaktadır. Müşteri memnuniyetinin sağlanması için çağrı yoğunluğuna neden olan durumların tespit edilmesi ve iyileştirilmesi için Müşteri İletişim Merkezi incelenmiştir.

Vakıf Katılım Bankası Müşteri İletişim Merkezi, 7 gün 24 saat telefon bankacılığı hizmeti ile Şube ve ATM'lerden yapabilen birçok bankacılık işlemini gerçekleştirebilmektedir. Müşteri temsilcisine bağlanmadan Banka kartı, internet/mobil şube şifre işlemleri gibi hizmetler telefon tuşları ile belirlenebilmektedir. Müşteri temsilcisine bağlanarak birçok bankacılık işleminin yanı sıra ürün ve hizmetlerine ilişkin detaylı bilgi alınabilmektedir. [4] Bu hizmetlerde Müşteri İletişim Merkezi için çeşitli iyileştirme çalışmalarında da kullanılabilecek nitelikli veriler ortaya çıkmaktadır. Müşteri İletişim Merkezi çalışanları kendi aralarında mesajlaşma ağı üzerinden haberleşmektedir. Bu mesajlaşma ağı üzerinden yoğunluğa sebep durumları, çağrı kabul ettikleri veya etmedikleri durumları ve yaşadıkları sistemsel sorunlar gibi birçok bilgiyi diğer çağrı merkezi çalışanlarıyla paylaşmaktadır. Mesajlaşma ağında yer alan bu mesajlar çağrı merkezi için önemli bilgiler içermektedir. Bu çalışmada, çağrı kayıtları ve mesajlaşma verileri incelenerek yoğunluğa neden olan durumlar tespit edilmesi için veri analizi çalışması yapıldı. Kişisel verileri koruma kanunu kapsamında çalışmaya konu olan mesajlaşma ve kişisel verilere yer verilmeyerek, kullanılan yöntem, sonuçlar ve detayları gösterilmektedir.

2 İlgili Çalışmalar

Çevik çalışmasında [5], çağrı merkezi hizmet kalitesine etki eden faktörleri incelemiştir. Müşterinin çağrı merkeziyle iletişimlerinin tek seferlik olmadığı ve kurum veya kuruluştan hizmet aldığı süre boyunca zaman zaman iletişimde kaldığı belirtilmiştir. Bu nedenle çağrı merkezi süreçlerinin sürekli bir gelişim halinde olması gerektiği belirtilmiştir. Çalışmada çağrı merkezlerinin müşteri memnuniyeti konusunda çok önemli bir role sahip olduğu ve sektör olarak tanınacak boyutlara ulaştığı görülmüştür.

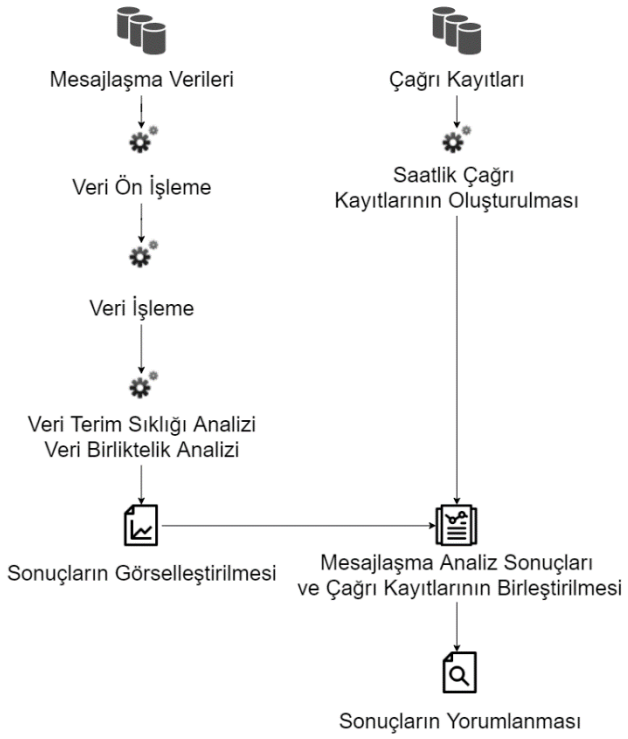
Jouini ve Dallert çalışmalarında [6], çağrı merkezine ulaşan müşterilerin yetkili personele ulaşana kadar hatta kalması gereken süreyi tahmin çalışması yapılması ve çözümlenmesi üzerinde çalışmıştır. Müşteriye tahmini olarak bekleme süresinin bildirilmesi sonucunda müşterinin kendine uygun çözümü seçerek devam ettiği gözlemlenmiştir. Örneğin, bekleme süresinin müşteriye bildirilmesiyle zamanı az olan bir müşterinin hatta beklemediği veya zamanı olan müşterinin bu süre boyunca hatta beklediği izlenmiştir. Müşteri için yetkiliye ulaşım süresindeki belirsizlik doğrudan memnuniyetsizlik oluşturmaktadır. Burada önemli nokta hatta bekleme süresini doğru saptamaktır. Yapılacak ufak yanlışlıklar müşteriye verilecek desteği ve doğrudan müşteri memnuniyetini etkilemektedir.

Ahmed ve Varma çalışmalarında [7], yaygın olarak kullanılan bir mesajlaşma ağı üzerindeki metin mesajlarından veri işleme teknikleri kullanarak bilgi çıkarımı yapmışlardır. Metin mesajlarından oluşturulan veri seti üzerinden Doğal Dil İşleme teknikleri kullanarak duygu analizi çalışması yapmışlardır. Veri setinde öncelikle ön işleme yaparak metinleri işleme hazır hale getirmişlerdir. Ön işleme sürecinde mesajı kelimelere ayırma, küçük harfe çevirerek veriyi standartlaştırma, emoji kaldırma, emoji sınıflandırma, anlamsız kelimeleri çıkarma ve aynı köke ait kelimeleri saptama adımları takip edilmiştir. Temizlenen veri seti üzerinde n-gram ve terim sıklığı (Term Frequency) teknikleri kullanarak metin mesajlarında kelime sıklıkları analizi yapılmıştır. Destek Vektör Makinesi (Support Vector Machines) yöntemi ve K-En Yakın Komşu (K-Nearest

Neighbors) yöntemi veri setinde uygulanmıştır. Sonuç olarak metin mesajları üzerinden duygu çıkarımı yapılmıştır, ruhsal bozukluklar ve stres durumu izlenip olası intihar vakaları önlenebileceği öngörülmektedir.

3 Metot

Mesajlaşma verileri kullanarak çağrı merkezi yoğunluğunun nedenlerinin tespit edilmesi için iki ayrı çalışma yürütüldü. İlk olarak mesajlaşma verileri analiz için toplandı. Sonra çağrı merkezi çağrı kayıtları saatlik olarak gruplandı. Saatlik çağrı kayıtlarıyla mesajlaşma verileri eşleştirilerek sonuçlar izlendi.



Şekil 1. Çalışma Adımları

3.1 Çağrı Kayıtları ve Mesajlaşma Verilerinin Temin Edilmesi

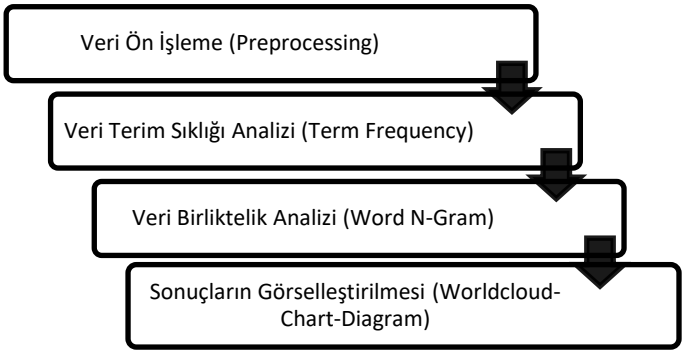
Vakıf Katılım Bankası Müşteri İletişim Merkezi çağrı kayıtları Raporlama Platformu üzerinden temin edildi. Çağrı kayıtlarında çağrı kategorisi, tarih, saat, gelen çağrı sayısı, cevaplanan çağrı sayısı ve kaçan çağrı sayısı bilgileri yer almaktadır. 2020 ve 2021 dönemleri için 14 farklı kategoriye ait çağrı kayıtları kullanıldı. Mesajlaşma verileri kullanılan mesajlaşma ağı üzerinden temin edildi. Mesajlaşma verilerinde tarih, saat, mesajı gönderen kullanıcı ve mesaj bilgileri yer almaktadır.

3.2 Mesajlaşma Verileri İşleme Adımları

Mesajlaşma verilerinin analiz edilmesi için Doğal Dil İşleme (Natural Language Processing) tekniği kullanıldı. Doğal Dil İşleme genel tanımıyla, hesaplamalı yöntemler kullanarak insanların konuştuğu Türkçe, İngilizce ve Almanca gibi doğal dilde oluşturulan bir metin veya konuşmadan anlam çıkarmayı ya da konuşma veya metin sentezlemeyi hedefleyen bir yapay zekâ koludur. [1] Doğal Dil İşleme yapay zekâ, makine öğrenmesi, dil bilimi ve metin madenciliği gibi birçok alanın ortak kullandığı bir tekniktir. Temelde iki çeşit çalışma alanı vardır. Bunlar metin ve ses analizidir. Metin verileri doğrudan analizlerde kullanılırken, ses verileri önce metine çevrilerek sonra analiz edilir. Doğal Dil İşleme teknikleri kullanılarak metinler analiz edilerek anlamlı sonuçlar elde edilmektedir. Bu sonuçlara göre üretilen cevap sese çevrilerek sesli cevaplar oluşturulmaktadır. Günümüzde bu yöntemi kullanan chat botlar aktif olarak kullanılmaktadır. Bunların yanı sıra Doğal Dil İşleme teknikleriyle metinlerden duygu analizi yapmak da mümkündür. Çağrı merkezleri tarafından duygu analizi yapılarak korku, öfke ve üzüntü gibi duygulara sahip olan müşteriler önceliklendirilebilir. [2]

Bilgisayar kelime kökünü, kelime dizilimini ve cümlenin anlamını ayrı inceleyip konuşmanın bağlamını öğrenerek bu konuşmadan çeşitli anlamlar çıkarmaktadır. Metin analizinde nitelikli veri setinin kullanılması başarıyı doğrudan etkileyen ana unsurdur. Kuralsız, bozuk veya gürültülü metinler analizin başarısını düşürmektedir.

Bu çalışmada veri analizi için Python programlama dili ile Doğal Dil Araç Seti (Natural Language Toolkit) kullanıldı. Doğal Dil Araç Seti [10], insan dili veri setleriyle çalışmak için hazırlanmış modüller içeren açık kaynaklı bir Python kütüphanesidir. Doğal Dil İşleme ile ilgili verileri temsil etmek için temeli sağlar. Sentaks ayrıştırma, konuşma cümlesi etiketleme ve metin ayrıştırma gibi birçok işlemi gerçekleştirebilmek için çeşitli metotlar içermektedir.

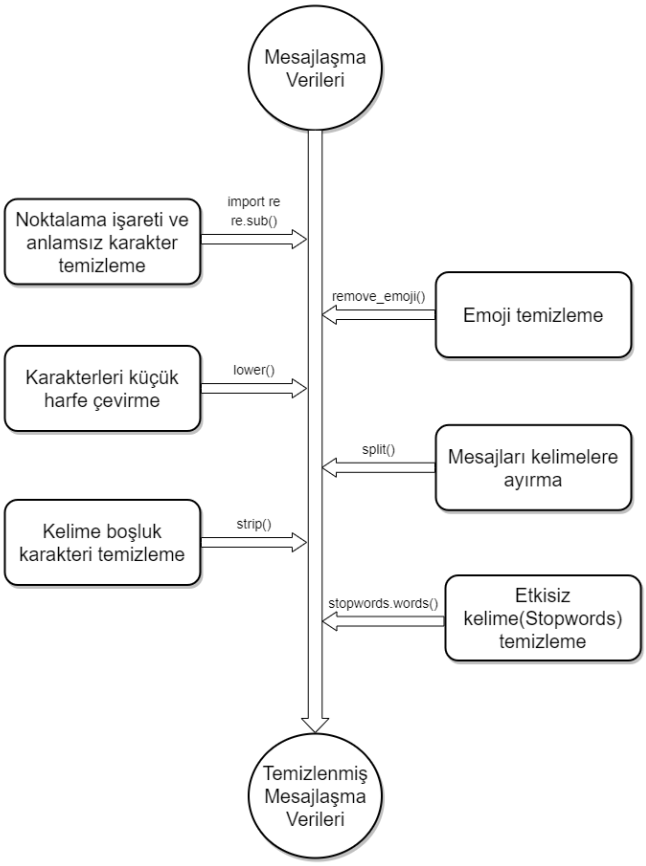


Şekil 2. Veri Analizi Adımları

Mesajlaşma verilerinin analizi için aşağıdaki adımlar izlendi.

1. Veri Ön İşleme (Preprocessing)
2. Veri Terim Sıklığı Analizi (Term Frequency)
3. Veri Birliktelik Analizi (Word N-Gram)
4. Sonuçların Görselleştirilmesi (Worldcloud-Chart-Diagram)

Veri Ön İşleme: Veri setini tanımak sağlıklı analiz edebilmek için çok önemli bir noktadır. İnceleme sonucunda veri işleme adımında yapılması gereken çalışmalar planlandı. Bu adımda veri işleme adımında kullanılacak veri seti hazırlandı. Mesajlaşma veri seti uygun olmayan formatta ve düzensiz ayrımlardan oluşmaktaydı. Python dili kullanılarak yazılan scriptle tarih, saat, gönderici ve mesaj alanları düzenlenerek csv formatına dönüştürüldü. Mesajlaşma ağının oluşturulması kullanıcı ekleme ve çıkarma gibi anlam ifade etmeyen ifadeler temizlendi. Analize etkisi olmayan gönderici bilgisi temizlendi. Bu işlemlere ek olarak bozuk veri temizleme, gürültülü veri temizleme, çok büyük veri setleri için boyut indirgeme ve eşit örneklem dağıtma işlemleri ihtiyacı bulunmadığı için yapılmadı.



Şekil 3. Veri Temizleme Adımları

1. Noktalama işaretleri ve anlamsız karakter içeren kelimeler temizlendi.
2. Bütün karakterler küçük karaktere çevrildi.
3. Kelimelerin başında veya sonunda yer alan boşluklar temizlendi.
4. Emojiler temizlendi. Sık kullanılan emojilerin kodlarıyla birlikte Regular Expression Kütüphanesi kullanılarak temizlendi.
5. Tek satır olan mesajlaşma verisi kelimelere ayrıldı.
6. Etkisiz kelimeler temizlendi. Bu işlem NLTK Kütüphanesi Türkçe dil paketi kullanılarak yapıldı fakat kütüphanedeki kelimelerin yetersiz kalmasından dolayı daha geniş etkisiz kelimeler listesi metin dosyasına toplandı bu dosya sözlük olarak kullanılarak veri seti temizlendi. [11]
7. Saatlik bazda izleme yapılacağı için kelimeler saatlik bazda gruplandı.

Veri Terim Sıklığı Analizi: Veri setinde kelimelerin terim frekansı incelendi. Terim frekansı ile ağırlıklandırma yönteminde terim sıklığı bir metin içinde, diğer terimlere göre daha sık yer alan bir

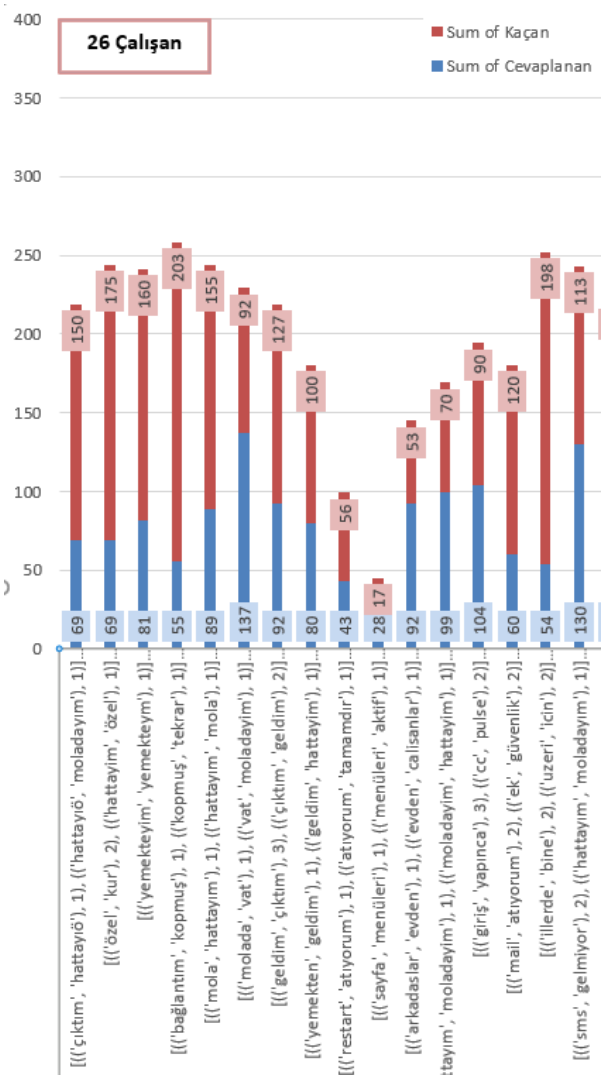
terimin öneminin fazla olduğunu gösteren bir ölçüttür. [12] Bu işlem için Counter Kütüphanesinin most_common fonksiyonu kullanıldı. Bu yöntemle en ağırlıklı kelimeler ilgili mesajın saatiyle eşleştirildi. Bu sayede çağrı yoğunluğunun yüksek olduğu zamanlarda mesajlaşma verilerinde terim frekansı yüksek olan kelimeler belirlendi.

Veri Birliktelik Analizi: Kelimeler tek başlarına anlam içerebildikleri gibi yanlarına gelen kelimelerle farklı anlamlar da içerebilirler. Böyle bir durumda sözcüklerin n-gram analizlerinin yapılması anlam belirsizliğini ortadan kaldırmaya yardımcı olur. N-gram analizi bir dizideki tekrar oranını bulmaya yarayan bir yöntemdir. Buradaki n tekrar sayısı olmak üzere genelde literatürde 1-gram (uni-gram), 2-gram (bi-gram) ve 3-gram (tri-gram) analizleri kullanılır. N-gram analizi ile cümle içerisinde kelime, kelime içerinde de hece olasılıkları hesaplanır. [13] Birlikte kullanılan ikili ve üçlü kelimeler ve kullanım sıklığı incelendi. Bu işlem için NLTK kütüphanesini bigrams ve trigrams fonksiyonları kullanıldı. Bu yöntemle saat bazlı en çok tekrar eden kelimeler, ikili ve üçlü kelime grupları ve tekrar sayıları elde edildi. Bu sayede çağrı yoğunluğunun olduğu saate ait en çok kullanılan kelimeler, ikili ve üçlü kelime grupları belirlendi.

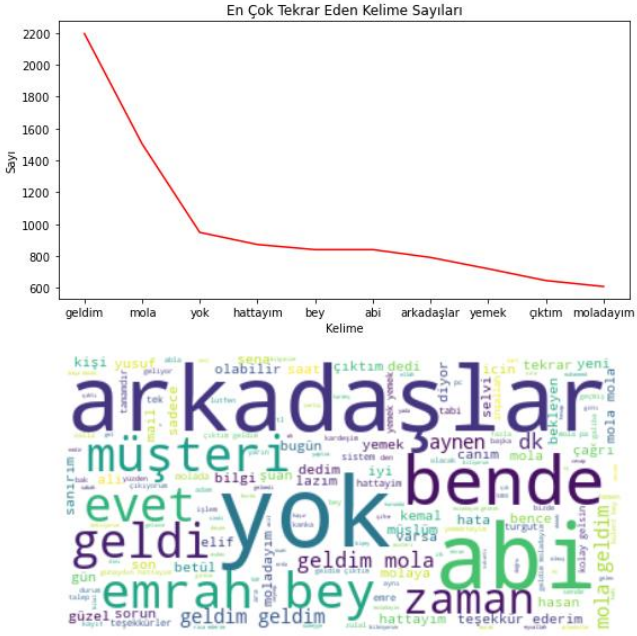
Sonuçların Görselleştirilmesi: Bu adımda elde edilen veriler Matplotlib kütüphanesiyle kullanılarak grafiklerle görselleştirildi. Bunun yanı sıra Worldcloud Kütüphanesi kullanılarak veri setinde sık kullanılan kelimeler Şekil-5'deki gibi kelime grupları bulutu yöntemiyle görselleştirildi.

3.3 Çağrı Kayıtları ve Mesajlaşma Verilerinin Eşleştirilmesi

Analiz edilmiş mesajlaşma verileri ve mesajın ilgili saatine karşılık gelen çağrı kayıtları eşleştirildi. Birleştirilmiş veri seti çağrı kayıtları (gelen, kaçan ve cevaplanan çağrı sayıları) ve o saatlik dilime karşılık gelen terim frekansı ve n-gram yöntemleriyle işlendikten sonra elde edilen mesajlaşma verilerini içermektedir. Elde edilen veriler görselleştirerek rapor edildi. Sonuçların bir kısmı Şekil-4'deki gibidir.



Şekil 4. Sonuçlar



Şekil 5. En Çok Tekrar Eden Kelime Grafikleri

4 Sonuçlar

Çağrı merkezleri, müşterilerle iletişimde büyük önem teşkil etmektedir. Müşterilerin, çağrı merkezinden ana beklentisi çağrı merkezinin ulaşılabilir olması ve ilk iletişimde çözüme ulaşmaktır. Türkiye'de bankaların önemli bir kısmı şube ağını genişletmek yerine işlemlerin büyük çoğunluğunu dijital kanallardan yapılması üzerinde çalışmaktadır. [14] Bu hususta müşterinin işlemleri sırasında sorun yaşaması veya bilgi almak istemesi gibi durumlarda çağrı merkezine kolaylıkla ulaşabiliyor olması önemli bir noktadır. Bunun yanı sıra Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurumu (BDDK)'nın çağrı merkezlerinin hizmetleri için belirlediği yasal sınırlar vardır. Sınırların aşılması durumunda hukuki ve cezai yaptırımları bulunmaktadır. [15] Bu hususlar göz önüne alındığında çağrı merkezi yoğunluğuna neden olan durumlar saptanarak iyileştirilme yapılması müşteriye sağlanan hizmetin iyileştirilmesi ve hizmet standartlarının sağlanması için son derece önemlidir.

Vakıf Katılım Bankası Müşteri İletişim Merkezi çağrı kayıtları incelendiğinde çağrı yoğunluğuna neden olan durumların tespit edilmesi için çağrı merkezi çalışanlarının kendi aralarında bilgi paylaşımı yapmak için kullandıkları mesajlaşma ağı üzerindeki veriler analizde kullanıldı. Bu mesajlaşma ağı üzerinde çağrı yoğunluğu tespitinde kullanılabilecek nitelikli veriler yer almaktadır. Bu veriler Doğal Dil İşleme teknikleri kullanılarak temizlendi ve n-gram ve terim frekansı yöntemiyle işlenerek ilgili saatin çağrı sayılarıyla birleştirildi. Mesajlarda geçen "dolar, kur, Euro" kelimelerin kullanıldığı durumlar incelendi. Vakıf Katılım Bankası bankacılık uygulama kanallarındaki sorunları ifade eden "mobil, uygulama, internet şube" kelimelerinin kullanıldığı zamanlarda çağrı yoğunluğu izlendi. Sık tekrar eden "bağlantı, vpn, koptu" gibi kelimelerin geçtiği zaman diliminde yoğunluk tespit edildi ve altyapısal iyileştirme çalışması yapıldı. Sonuçlar incelenerek çağrı yoğunluğuna neden olan durumlar saptandı.

Teşekkür

Bu çalışmanın yapılabilmesi için gerekli veriyi ve altyapıyı sağlayan Vakıf Katılım Bankası'na ve çalışmam sırasında kıymetli bilgi, birikim ve tecrübeleri ile bana yol gösterici ve destek olan değerli yöneticim Bulut Karadağ'a teşekkürlerimi sunarım.

Kaynaklar

[1] P. Stockford, "Traditional Call Routing, Meet Predictive Behavioral Routing," The National Association of Call Centers (NACC) Newsletter, 2018.

[2] İ. Kocabaş, "The role of the call center customer representative's image on customer satisfaction," Gümüşhane Üniversitesi İletişim Fakültesi Elektronik Dergisi, vol. 5, no. 1, pp. 118-147, 2017.

[3] "Vakıf Katılım," 05 2021. [Online]. Available: https://vakifkatilim.com.tr/tr/hakkimizda/vakif-katilimi-taniyin.

[4] "Vakıf Katılım," 10 05 2021. [Online]. Available: https://www.vakifkatilim.com.tr/tr/subesiz-bankacilik/musteri-iletisim-merkezi.

[5] N. Çevik, "Çağrı Merkezi Hizmet Kalitesinin, Markanın Tavsiye Edilme Eğilimine Etkisi: Telekomünikasyon Sektöründe Bir Çalışma," Yüksek Öğretim Dergisi, 2018.

[6] O. Jouini and Y. Dallery, "ESTIMATING AND ANNOUNCING WAITING TIMES IN MULTIPLE CUSTOMER CLASS CALL CENTERS," IFAC Proceedings Volumes, vol. 39, no. 3, pp. 371-376, 2006.

[7] S. Ahmad and R. Varma, "Information extraction from text messages using data mining techniques," Malaya Journal of Matematik, vol. S, no. 1, pp. 26-29, 2018.

[8] G. Uludoğan, R. Özçelik, S. Parlar, G. Ercan and O. T. Yıldız, "Türkçe Doğal Dil İşleme için Arayüzler," Signal Processing and Communication Applications Conference, 2019.

[9] M. Bojanic, V. Delic and A. Karpov, "Call Redistribution for a Call Center Based on Speech," Applied Sciences, vol. 10(13), no. 4653, 2020.

[10] S. Bird, E. Klein and E. Loper, Natural Language Processing with Python, 2011.

[11] A. Aksoy, "turkce-stop-words," 05 2021. [Online]. Available: https://github.com/ahmetax/trstop/blob/master/dosyalar/turkce-stop-words.

[12] O. Durmaz, "Metin Sınıflandırmada Boyut Azaltmanın Etkisi ve Özellik Seçimi," Yüksek Öğretim Dergisi, 2011.

[13] R. Yılmaz, "Türkçe Dokümanların Sınıflandırılması," Yüksek Öğretim Dergisi, 2013.

[14] T. Özbek, "Çağrı Merkezlerine Güncel Bir Bakış: Bankacılık Sektörü Üzerine Bir Araştırma," Aksaray Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, vol. 4, no. 1, 2020.

[15] BDDK, "Resmî Gazete," 05 2021. [Online]. Available: https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2020/05/20200520-9.htm.

Aşırı Öğrenme Makinası İle Petrol Tahmini

Tuba TANYILDIZI AĞIR[1]*

[1]*Batman Üniversite_, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu , Elektronik ve 0tomasyon Bölümü, Batman, Türkiye*

Özet

Enerji güvenliği gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler için en önemli sorunlardan biridir. Yenilenebilir ve yenilemeyen enerji kaynakları enerji talebini karşılamak için kullanılmıştır. Yenilenemeyen enerji kaynakları temiz , doğada bol bulunan , tükenmeyen bir enerji kaynağı olmalarına rağmen iklim değişiminden etkilendiği için enerji kesintilidir.Bu yüzden dünyada halen enerjinin çoğu fosil enerji kaynaklarından karşılanmaktadır. Doğalgaz, kömür ve petrol dünyada en çok kullanılan fosil enerji kaynakları dır. Petrol hem ulaşımda hemde elektrik üretiminde kullanılır.Bu çalışmada İspanyada üretilen petrol üretimini tahmin etmek için Aşırı öğrenme makinası (ELM)kullanılmıştır. ELM algoritmanın farklı gizli katman sayıları için deneyler yapılmıştır. Deney sonuçları ELM algoritması %90 ve üzerinde bir tahmin değeri elde etmiştir. Ayrıca ELM algoritması minimum hata değerleri ortalama kare hatası(MSE), kök ortalama kare hatası (RMSE) normalleştirilmiş kök ortalama kare hatası (NRMSE) sırasıyla 6e-04,0.0235 ve 0.1128'dir. ELM algoritmasının eğitim süresi 1.5370e-04'dir.ELM algoritması petrol tahmini için iyi bir performans göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: *Aşırı Öğrenme Makinası,Petrol,Ortalama Kare Hatası, Ortalama Karekök Hatası, Normalleştirilmiş Kök Ortalama Kare Hatası.*

Oil Prediction With Extreme Learning Machine

Abstract

Energy security is one of the most important problems for developed and developing countries. Renewable and non-renewable energy sources are used to meet energy demand. Although non-renewable energy sources are clean, abundant in nature, inexhaustible energy source, energy is interrupted because it is affected by climate change. Therefore, most of the energy in the world is still met from fossil energy sources. Natural gas, coal and oil are the most used fossil energy resources in the world. Oil is used both in transportation and in electricity generation. In this study, Extreme learning machine (ELM) was used to estimate the production of oil produced in Spain. Experiments have been carried out for different hidden layer numbers of the ELM algorithm. Experimental results ELM algorithm obtained a predictive value of 90% and above. In addition, ELM algorithm minimum error values are mean square error (MSE), root mean square error (RMSE) normalized root mean square error (NRMSE) are 6e-04,0.0235 and 0.1128, respectively. The training time of the ELM algorithm is 1.5370e-04. The ELM algorithm has shown a good performance for oil prediction.

Keywords: *Extreme learning machine, Oil, Mean Square Error, Root Mean Square Error, Normalized Root Mean Square Error.*

1 Giriş

Dünya enerji tüketiminin artması ile küresel ihtiyaçları karşılamak için yeterli enerji rezervlerine ihtiyaç vardır. Enerji Bilgi Yönetimine göre fosil enerji kaynakları dünya enerji ihtiyacının %79'unu karşılamaktadır. Fakat bazı araştırmalara göre fosil enerji kaynağı 2040 yılında çok azalacağını iddia edilmiştir [1]. Fosil enerji

kaynakları rezervleri enerji güvenliği için önemli dir. Dünya elektriğinin %32'sini ve ulaşımın %90'nını petrol kaynakları karşılamaktadır. Dünya petrol ithalatı siyasi sorunlar, istikrarsız ekonomik durum ve belirsiz arz-talep gibi birçok problem ile karşı karşıyadır. Dünya petrol ithalatı 2015 de %80 artmasına rağmen gelecekteki petrolün arz ve talebindeki belirsizlikler devam etmiştir. Petrolün arz güvenliği ithalat maliyetine, nakliyeye ve diğer ekonomik faktörlere bağlıdır[2].Petrol hidrokarbon ve heteroatom içeren çok karmaşık bir karışımdır. Petrol sıvı, katı, gaz hidrokarbon ve ham petrolden oluşur[3]. Petrol ve ürünleri çevre kirliliğinin en önemli nedenleri arasındadır. Petrol ürünlerinin taşınması, dağıtılması ve depolanması sırasında çevreye litosfer, hidrosfer ve biyosfer yayar. Petrol türevleri canlılar ve cansızlar için olumsuz etkileri vardır. Petrolden kaynaklanan çevre kirliliğini dört gruba ayırabiliriz.

- Petrol uçucu bileşenlerinin buharlaşması sonucu atmosferik kirlilik
- Toprak kirliliği
- Su sistemlerinin kirliliği
- Çevre kirliliği [4].

ELM tek katmanlı ileri beslemeli sinir ağları için geliştirilmiş bir algoritmadır. ELM'nin çıktı parametreleri analitik olarak hesaplanırken gizli katman parametreleri rastgele oluşturulur. ELM algoritmasında iterasyon olmadığı için geri yayılım algoritmasına göre çok daha hızlıdır [5]. ELM hızlı öğrenme hızına ve iyi bir genelleme yeteneğine sahiptir. ELM regresyon, sınıflandırma problemlerinde ve veri kümelerinde kullanılmaktadır [6]. İlaveten ELM birleşik öğrenme yöntemi, çekirdek yöntemi ve rastgele özellik gibi farklı özellik eşleştirmede de tercih edilir. Ayrıca ELM yüz tanıma, belge sınıflandırma, anlamsal kavram algılama, elektrik kaybı analizi gibi birçok gerçek dünya uygulamalarında kullanılmıştır [7]. Zhou ve arkadaşları petrol ve gaz boru hatlarınının korozyon olasılığını değerlendirmek için bulanık mantık yaklaşımı geliştirmiştir. Değerlendirme sonuçlarında petrol ve doğal gaz borularının bakım planları için önerilen modelin etkinliğini kanıtlamıştır [8]. Abooali ve arkadaşları ham petrolün bir dizi özelliğini tahmin etmek için genetik programlama kullanmışlardır. Sonuçlar göstermiştir ki korelasyon katsayısı, ortalama kare sapma ve ortalama mutlak bağıl sapma sırasıyla 0.9745,1.8606 ve % 3.39'dir [9]. Anshori ve arkadaşları dünya ham petrol fiyatını tahmin etmek için kullanılan Uyarlanabilir Nöro Bulanık Çıkarım Sisteminin parametrelerini optimize etmek için guguk arama yöntemini kullanmışlardır. Simülasyon sonuçları ham petrol fiyatını tahmininde kullanılan guguk arama yönteminin iyi bir performans gösterdiğini kanıtlamıştır[10]. Rashidi ve arkadaşları dünyanın dört bir yanından alınan ham petrol sıvı örneklerini performansını değerlendirmek için hibrit makine öğrenmeleri kullanmıştır. Hibrit makine öğrenme optimizasyonu, onlarca yıldır kullanılan deneysel ilişkiden daha iyi bir performans sergilemiştir [11]. Wang ve arkadaşları ham petrol fiyatlarını tahmin etmek için ELM algoritması kullanmışlardır. Deneysel sonuçlar ELM algoritmasının diğer kıyaslamalardan daha iyi performans gösterdiğini kanıtlamıştır [12].

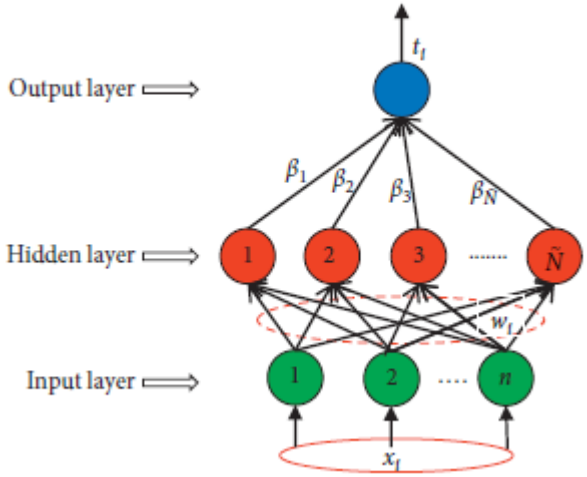
Literatürde petrol ile ilgili pek çok optimizasyon yöntemleri kullanılmıştır. Fakat üretilen petrolu tahmini etmek için ELM algoritması ile ilgili bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışma aşağıdaki gibi organize edilmiştir. Bölüm 2'de ELM ve performans kriterleri açıklanmıştır. Bölüm 3'de simülasyon sonuçları anlatılmıştır. Bölüm 4'de sonuç özetlenmiştir.

2 Metedoloji

2.1 Aşırı Öğrenme Makinası

İleri beslemeli sinir ağları son otuz yılda geri yayılım algoritması ile eğitilmesine rağmen yavaş öğrenme ile yüz yüzedir. Sinir ağlarında topluluklarında nöronlar ayarlanırken ELM algoritmasında gizli düğümleri ayarlama gerektirmez. ELM algoritması geleneksel öğrenme algoritmalarının öğrenme engellerini aşmıştır. ELM hızlı öğrenme hızı ve sınıflandırma performansına sahiptir[13]. ELM algoritmasının mimarisi aşağıdaki gibidir[14].

* tuba.tanyildiziagir@batman.edu.tr



Şekil1.ELM algoritmasının mimarisi

Eğitim verisi $\{(x_i, y_i)|x_i \epsilon \mathbb{R}^{\omega}, y_i \epsilon \mathbb{R}^{L}\}_{i=1}^{N}$ burada N eğitim verisinin boyutu, ω girdinin sayısı ve L sınıflandırma sayısıdır. ELM algoritmasını aşağıdaki gibi tanımlanabilir.

- j. gizli düğüm noktasının b_j biası ve $a_j$giriş ağırlıkları rastgele üretilmiştir.
- Girdi verileri g aktivasyon fonksiyonu aracılığıyla rastgele olarak oluşturulur. H çıkış matrisi aşağıdaki gibi elde edilir:

$$H = \begin{bmatrix} h(x_1) \\ \vdots \\ h(x_N) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_1(x_1) \dots h_K(x_1) \\ \vdots \quad \ddots \quad \vdots \\ h_1(x_N) \cdots h_K(x_N) \end{bmatrix}_{N \times K} \quad (1)$$

$$h(x_i) = [h_j(x_i)]_{j=1}^{K} \text{ve} h_j(x_i) = g(a_j^{\mathrm{T}} x_i + b_j) \quad (2)$$

- Çıkış ağırlık matrisi W aşağıdaki gibi elde edilir:

$$\mathrm{W} = \mathrm{H}^{+}\mathrm{Y} \quad (3)$$

$\mathrm{Y} = [[y_i]_{i=1}^{N}]^{\mathrm{T}}$ amaç etiketleri temsil eder. H^{t}, H'nin Moore-Penrose tersini ifade eder. Eğer H^{T} H tekil olmaz ise, $\mathrm{H}^{\mathrm{t}} = (\mathrm{H}^{\mathrm{T}}\mathrm{H})^{-1}\mathrm{H}^{\mathrm{T}}$, aksi takdirde $\mathrm{H}^{\mathrm{t}} = \mathrm{H}^{\mathrm{T}}(\mathrm{H}^{\mathrm{T}}\mathrm{H})^{-1}$. Çözümün stabilitesini sağlamak için $\frac{1}{C}$ eklenir, çözüm aşağıdaki gibidir:

$$\mathrm{W} = (\tfrac{1}{C} + \mathrm{H}^{\mathrm{T}}\mathrm{H})^{-1}\mathrm{H}^{\mathrm{T}}\mathrm{Y} \quad (4)$$

$$\mathrm{W} = \mathrm{H}^{\mathrm{T}}(\tfrac{1}{C} + \mathrm{H}^{\mathrm{T}}\mathrm{H})^{-1}\mathrm{Y} \quad (5)$$

- ELM'nin çıkış fonksiyonu aşağıdaki gibi hesaplanabilir[15].

$$f(x_i) = h(x_i)\mathrm{W} \quad (6)$$

2.2 *Performans Kriterleri*

Günlük petrol tahmini için incelenen algoritmanın doğruluğu ve performansı, yaygın olarak kullanılan dört istatistiksel gösterge değerlendirildi ve karşılaştırılmıştır. MSE), RMSE, NRMSE belirleme katsayısı (R^2)'dir[16].

$$MSE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}[Y_{i,m} - Y_{i,e}]^2 \quad (7)$$

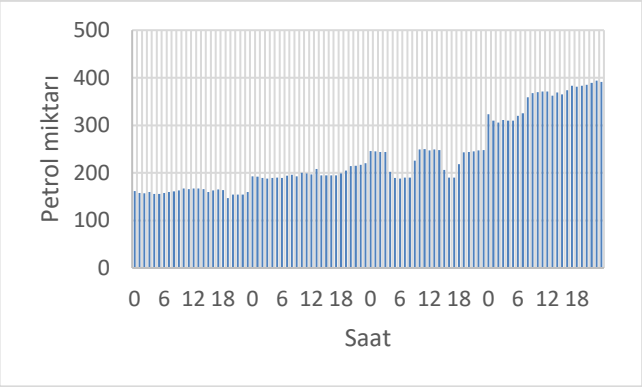
$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}[Y_{i,m} - Y_{i,e}]^2} \quad (8)$$

$$NRMSE = \frac{\sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}[Y_{i,m} - Y_{i,e}]^2}}{\overline{Y_{i,m}}} \quad (9)$$

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n}[Y_{i,m} - Y_{i,e}]^2}{\sum_{i=1}^{n}[Y_{i,m} - \overline{Y_{i,m}}]^2} \quad (10)$$

3 Simülasyon Sonuçları

Bu çalışmada İspanya'da üretilen petrol üretimini tahmin etmek için ELM algoritması kullanılmıştır. Şekil1'de ispanyada üretilen günlük petrol üretimi verilmiştir. ELM algoritmasında gizli katman sayısı 100, aktivasyon fonksiyonu hardlim, ara katman sayısı 1000'dir.Tablo 1'de ELM algoritmasının gizli katman nöron sayıları 10,20,30,40,50,60,70,80,90 ve 100 için performansları verilmiştir. Tablo 1'de görüldüğü gibi gizli nöron katman sayısı 60 için minimum hata değerleri MSE,RMSE ve NRMSE değerleri sırasıyla 6e-04,0.0235 ve 0.1128'dir. İlaveten ELM algoritmasının en iyi tahmin değeri %98.92'dir. ELM algoritmasının maksimum hata değerleri ise nöron 20 için MSE,RMSE ve NRMSE değerleri sırasıyla 0.0030,0.0546 ve 0.2606'dir.Tablo 2'de ELM algoritmasının eğitim süreleri verilmiştir. Tablo 2'de görüldüğü gibi nöron 10 için minimum eğitim süresi 1.5370e-04 iken nöron 90 için maksimum eğitim süresi 9.576e-04'dir.



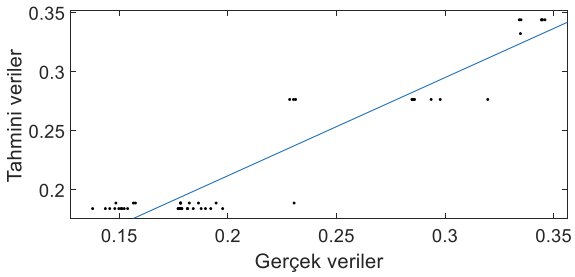
Şekil2. İspanyadaki günlük petrol üretimi

Tablo 1. ELM algoritmasının performans kriterleri

Nöron Sayısı	MSE	RMSE	NRMSE	R^2
10	0.0013	0.0357	0.1714	0.9778
20	0.0030	0.0546	0.2606	0.9395
30	6e-04	0.0245	0.1208	0.9883
40	0.0018	0.0425	0.2102	0.9621
50	9e-04	0.0300	0.1438	0.9838
60	**6e-04**	**0.0235**	**0.1128**	**0.9892**
70	7e-04	0.0256	0.1188	0.9869
80	9e-04	0.0292	0.1395	0.9845
90	9e-04	0.0298	0.1433	0.9821
100	0.0011	0.0324	0.1553	0.9810

Tablo 2.ELM algoritmasının eğitim süresi

Nöron Sayısı	Eğitim Süresi
10	**1.5370e-04**
20	2.56e-04
30	2.7690e-04
40	4.07e-04
50	3.816e-04
60	5.05e-04
70	5.48e-04
80	8.18e-04
90	9.576e-04
100	7.833e-04



Şekil3. ELM algoritmasının tahmini veri değerler

4 Sonuçlar

Bu çalışmada İspanya'daki petrol üretimini tahmin etmek için ELM algoritması kullanılmıştır. ELM algoritmasının farklı gizli katman nöron değerleri için performans değerleri karşılaştırılmıştır. ELM algoritması tüm deneyler için %90 ve üzerinde bir tahmin değeri elde etmiştir. ELM algoritmasının minimum hata değerleri MSE,RMSE ve NRMSE değerleri sırasıyla 6e-04,0.0235 ve 0.1128'dir. ELM algoritması minimum hata ile en doğru tahmin değerini elde etmiştir. ELM algoritmasının minimum eğitim süresi ise 1.5370e-04'dir. ELM algoritmasında gizli katman nöron sayısı küçük seçildiğinde eğitim süresi de kısalmıştır. Ayrıca ELM algoritmasının eğitim süresi tüm deneyler için salise ve yakın değerler elde etmiştir. ELM algoritması çok kısa sürede en hızlı tahmin değerlerini elde etmiştir. ELM algoritması petrol tahmininde başarılı bir performans sergilemiştir.

İleride yapılacak çalışmalarda fosil enerji kaynaklarından kömür üretimini tahmini için ELM algoritması kullanılacaktır.

Teşekkür

Bu çalışmada veriler Kaggle data setinden alınmıştır.

Kaynaklar

[1] Gollakota, A. R., Reddy, M., Subramanyam, M. D., & Kishore, N. "A review on the upgradation techniques of pyrolysis oil". *Renewable and Sustainable Energy Reviews,* 58, 1543-1568,2016.

[2] Mohsin, M., Zhou, P., Iqbal, N., & Shah, S. A. "Assessing oil supply security of South Asia". *Energy*, 155, 438-447,2018.

[3] Han, Y., Zhang, Y., Xu, C., & Hsu, C. S. "Molecular characterization of sulfur-containing compounds in petroleum". *Fuel*, 221, 144-158,2018.

[4] Bandura, L., Woszuk, A., Kołodyńska, D., & Franus, W. "Application of mineral sorbents for removal of petroleum substances: a review". *Minerals*, 7(3), 37,2017.

[5] Xu, Y., Zhang, S., Cao, Z., Chen, Q., & Xiao, W. "Extreme Learning Machine for Heartbeat Classification with Hybrid Time-Domain and Wavelet Time-Frequency Features". *Journal of Healthcare Engineering,* 2021.

[6] Kasun, L. L. C., Yang, Y., Huang, G. B., & Zhang, Z. "Dimension reduction with extreme learning machine". *IEEE transactions on Image Processing*, 25(8), 3906-3918,2016.

[7] Afzal, A. L., Nair, N. K., & Asharaf, S. "Deep kernel learning in extreme learning machines". *Pattern Analysis and Applications*, 24(1), 11-19,2021.

[8] Zhou, Q., Wu, W., Liu, D., Li, K., & Qiao, Q. "Estimation of corrosion failure likelihood of oil and gas pipeline

based on fuzzy logic approach". *Engineering Failure Analysis*, 70, 48-55,2016.

[9] Abooali, D., Sobati, M. A., Shahhosseini, S., & Assareh, M. "A new empirical model for estimation of crude oil/brine interfacial tension using genetic programming approach". *Journal of Petroleum Science and Engineering,* 173, 187-196,2019.

[10] Anshori, M. Y., Rahmalia, D., Herlambang, T., & Karya, D. F. (2021, March). "Optimizing Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS) parameters using Cuckoo Search". *In Journal of Physics: Conference Series* 1836(1),2021.

[11] Rashidi, S., Mehrad, M., Ghorbani, H., Wood, D. A., Mohamadian, N., Moghadasi, J., & Davoodi, S. "Determination of bubble point pressure & oil formation volume factor of crude oils applying multiple hidden layers extreme learning machine algorithms". *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 202, 108425,2021.

[12] Wang, J., Athanasopoulos, G., Hyndman, R. J., & Wang, S. "Crude oil price forecasting based on internet concern using an extreme learning machine". *International Journal of Forecasting,* 34(4), 665-677.2018.

[13] Kasun, L. L. C., Yang, Y., Huang, G. B., & Zhang, Z. "Dimension reduction with extreme learning machine". *IEEE transactions on Image Processing*, 25(8), 3906-3918,2016

[14] Wu, Y., Ni, H., Li, X., Luan, F., & He, Y. "Prediction of Bending Force in the Hot Strip Rolling Process Using Multilayer Extreme Learning Machine". *Mathematical Problems in Engineering,* 2021.

[15] Ağır T.T. "Extreme Learning Machine ile Güneş Panelinin Günlük Güç Tahmini", *2nd International Turkic World Congress on Science and Engineering,* Nur-Sultan (Astana) – Kazakhstan , 14-15 November 2020.

[16] Fan, J., Wang, X., Wu, L., Zhang, F., Bai, H., Lu, X., & Xiang, Y. "New combined models for estimating daily global solar radiation based on sunshine duration in humid regions: a case study in South China". *Energy Conversion and Management,* 156, 618-625,2018.

Aşırı Makine Öğrenmesi İle Hava Kirliliğinin Tahmini

Tuba TANYILDIZI AĞIR[1]*

[1]*Batman Üniversite_, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu*
, Elektronik ve 0tomasyon Bölümü, Batman, Türkiye

Özet

Hava kirliliği insan sağlığını ve ekolojik dengeyi ciddi oranda etkilemiştir. Bilim insanları hava kirliliğini azaltmak için çeşitli araştırmalar yapılmıştır. Fosil enerji kaynaklarının çevreye sera gazı yaydığından yenilenebilir enerji kaynaklarını alternatif enerji kaynakları olarak önermişlerdir. Bunun gibi birçok önlemin alınabilmesi için hava kirliliğinin doğru tahmin edilmesi gerekir. Bu çalışmada Hindistan'da 2015 yılına ait CO miktarını tahmin etmek için Aşırı Öğrenme Makinesi(ELM) kullanılmıştır. ELM algoritmasının performansını değerlendirebilmek için test verileri ve eğitim verileri üzerinde birçok deneyler yapılmıştır. ELM algoritmasının minimum hata değeri olan ortalama kare hatası(MSE), kök ortalama kare hatası (RMSE) ve normalleştirilmiş kök ortalama kare hatası (NRMSE) sırasıyla 0.0042, 0.0650 ve 0.0657 elde edilmiştir. ELM algoritmasının eğitim süresi 0.0015'dir. ELM algoritması çok kısa sürede en hızlı tahmin değerini elde etmiştir. Deney sonuçları ELM algoritmasının en iyi tahmin değerinin %96.03 olduğunu göstermiştir. ELM algoritmasının tahmin performansı hibrit algoritmalar kullanılarak iyileştirile bilinir.

Anahtar Kelimeler: *Hava Kirliliği,Aşırı Öğrenme Makinası ,Normalleştirilmiş Kök Ortalama Kare Hatası*

Prediction Of Air Pollution With Extreme Machine Learning

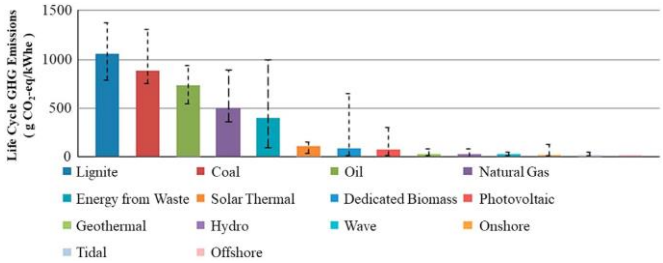
Abstract

This Air pollution has seriously affected human health and ecological balance. Scientists have done serious research to reduce air pollution. Since fossil energy sources emit greenhouse gases to the environment, they proposed renewable energy sources as alternative energy sources. In order to take many such measures, air pollution must be estimated correctly. In this study, Extreme Learning Machine (ELM) was used to estimate the amount of CO in India in 2015. Many experiments have been carried out on test data and training data to evaluate the performance of the ELM algorithm. The minimum error values of the ELM algorithm were obtained as mean square error (MSE), root mean square error (RMSE) normalized root mean square error (NRMSE) of 0.0042, 0.0650 and 0.0657, respectively. The training time of the ELM algorithm is 0.0015. ELM algorithm has obtained the fastest prediction value in a very short time. The experimental results showed that the best predictive value of the ELM algorithm is 96.03%. The prediction performance of the ELM algorithm can be improved by using hybrid algorithms.

Keywords: *Air Pollution, Extreme Learning Machine, , Normalized Root Mean Square Error*

1 Giriş

Günümüzde sanayileşmenin gelişmesi, taşıtlı araçların artması ve fosil kaynakların yakılması dünyada ciddi hava kirliliğine neden olmuştur. Hava kirliliğinin sebepleri atmosferde var olan SO_2, NO_2, CO_2, NO, CO, NO_x, $PM_{2.5}$ ve PM_{10} gibi bir çok kirletici gazlardır[1]. Hava kirliliği küresel iklime, insan refahına, bitkilere ve ekonomik kalkınmaya büyük bir tehdit oluşturmuştur. Şekil1'de gösterildiği gibi sera gaz emisyonların %25 kömür, %21 endüstri, %14 ulaştırma, %6 binaların ısı ve elektrik üretimi ve %10 diğer enerji tüketen sektörlerdir[2].



Şekil 1. Sera gaz emisyonu dağılımı

Dünya sağlık örgütünün yaptığı çalışmalar göre hava kirliliğine bağlı olarak %14'ü kronik akciğer rahatsızlığı, %80'i iskemik kalp hastalığı ve %6'sı ise akciğer kanseri rahatsızlığı tespit edilmiştir [3].ELM giriş ağırlıkları ve gizli katmanları rastgele seçilirken çıktı ağırlıkları ise analitik olarak hesaplanan tek gizli katmanlı ileri beslemeli sinir ağıdır. ELM algoritmasının geleneksel öğrenme algoritmalarından farkı hem en küçük eğitim hatasını hemde en küçük çıktı ağırlıklarını minimize etmesidir. ELM algoritması regresyon, örüntü tanıma, çoklu sınıflandırma ve özellik eşleştirme gibi pek çok uygulama alanı mevcuttur [4].ELM algoritmasının hızlı eğitim hızı, genelleme performansı ve insan müdahalesinin az olması gibi nedenlerden son yıllarda birçok mühendislik problemlerinde tercih edilmiştir. Ayrıca ELM algoritması hem ikili sınıflandırmada hemde çoklu sınıflandırmada kullanılmıştır. ELM algoritması depolama alanını azalttığı için verimli ve hızlı bir sınıflandırma algoritmasıdır. ELM'de hafıza sınırlaması nedeniyle büyük ve karmaşık problemlerde verimli sınıflandırma becerisine sahip değildir[5]. ELM'nin geri yayılım algoritmasından en önemli farkı ağırlık ayarlamaya gerek olmadığından hızlı öğrenme hızına sahip olmasıdır.[6].

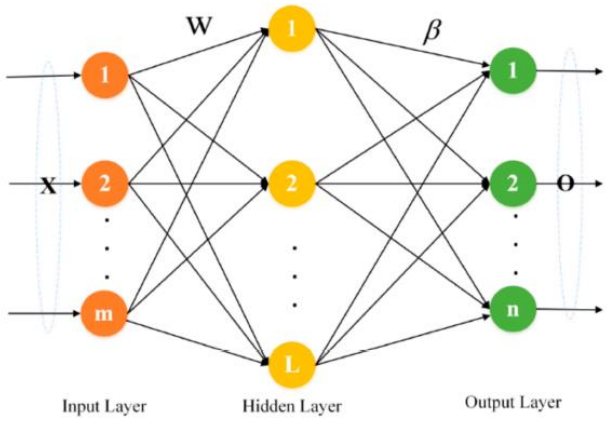
Cabaneros ve arkadaşları yapay sinir ağı ile hava kirliliğini tahmin eden makaleler incelenmiştir. Sonuçlar YSA modelinin hava kirliliğini tahmin ederken sistematik geliştirmeye ihtiyacı olduğunu göstermiştir [7]. Ayturan ve arkadaşları hava kirliliğini tahmin etmek için derin öğrenme mimarileri kullanılmıştır. Sonuçlar derin öğrenmenin hava kirliliği ile ilgili çalışmaların geliştirilmesi gereğidir [8]. Maleki ve arkadaşları hava kalitesini tahmin etmek için yapay sinir ağları kullanılmıştır. Sonuçlar hava kalitesi alanında yapay sinir ağının verimliliğini ve gücünü karşılaştırabilmek için daha fazla çalışmaya gerek olduğunu göstermiştir [9].Vong ve arkadaşları hava kirliliği endeks tahmini için metabilişsel çevrimiçi sıralı aşırı (MCOS)-ELM ve ELM ile karşılaştırılmıştır. Deneysel sonuçlar MCOS-ELM'nin tahmin etmede en yüksek verimlilik ve en iyi doğruluk olduğunu göstermiştir [10].Zhang ve Ding hava kirletici konsantrasyonunu tahmin etmek için ELM kullanılmıştır. Deneysel sonuçların nitelik ve nicelik olarak iyi performans göstermiştir [11].

Literatürde petrol ile ilgili pek çok optimizasyon yöntemleri kullanılmıştır. Fakat hava kirliliğindeki CO oranını tahmini etmek için ELM algoritması ile ilgili bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışma aşağıdaki gibi organize edilmiştir. Bölüm 2'de ELM ve performans kriterleri açıklanmıştır. Bölüm 3'de simülasyon sonuçları anlatılmıştır. Bölüm 4'de sonuç özetlenmiştir.

2 Bulgular

2.1 Aşırı Öğrenme Makinası

Geleneksel ileri beslemeli sinir ağlarında parametreleri yinelemek için gradyan iniş tekniği kullanılır. Bu nedenle ileri beslemeli sinir ağların öğrenme hızı çok düşüktür ve yerel minimuma çok yakınlaşabilir. Huang ve arkadaşları bu dezavantajların üstesinden gelmek için ELM'yi önermişlerdir. ELM algoritması geleneksel sinir ağından çok daha hızlı öğrenir. İlaveten ELM 'nin girdi, çıktı ve gizli katman olarak üç katmandan oluşur. Girdi ağırlıkları, girdi ve gizli katmanı bağlarken çıktı ağırlıkları, gizli katmanı ve çıktı katmanını bağlar[12].ELM algoritmasının mimarisi şekil2'deki gibidir



Şekil 2. ELM algoritmasının mimarisi

$X_k = [x_{k1}, x_{k2}, \dots\dots, x_{km}]^T$ ELM'nin girdi değerleri iken $Y_k = [y_{k1}, y_{k2}, \dots\dots, y_{km}]^T$ çıktı değerleridir.Sinir ağının L numarali tek bir gizli

katmanı olduğunu varsayarsak h(x) aktivasyon fonksiyonu aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$O_k = \sum_{l=1}^{L} \beta_1 \, h(w_1.X_k + v_1), k = 1, \dots \dots .. K \quad (1)$$

$w_1 = [w_{l1}, w_{l2,\dots\dots}, w_{lm}]^T$ giriş ve gizli katman düğümü arasındaki ağırlığı temsil eder.$\beta_1 = [\beta_{l1}, \beta_{l2}, \dots . \beta_{ln}]^T$ gizli ve çıktı katmanı arasındaki ağırlığı temsil eder[13].

$$H\beta = \begin{bmatrix} h(w_1.X_1 + v_1) & \dots & h(w_L.X_1 + v_L) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ h(w_1.X_K + v_1) & \dots & g(w_L.X_K + v_L) \end{bmatrix} \text{x} \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \vdots \\ \beta_L \end{bmatrix} \quad (2)$$

$$H\beta = Y \quad (3)$$

$$\hat{\beta} = H^{+}Y \quad (4)$$

2.2 *Performans Kriterleri*

ELM algoritmasının performansı değerlendirmek için 4 tane performans kriteri verilmiştir.

$$MSE = \frac{1}{n}\sum_{l=1}^{n}[y(l) - \hat{y}(l)]^2 \quad (5)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{l=1}^{n}[y(l) - \hat{y}(l)]^2} \quad (6)$$

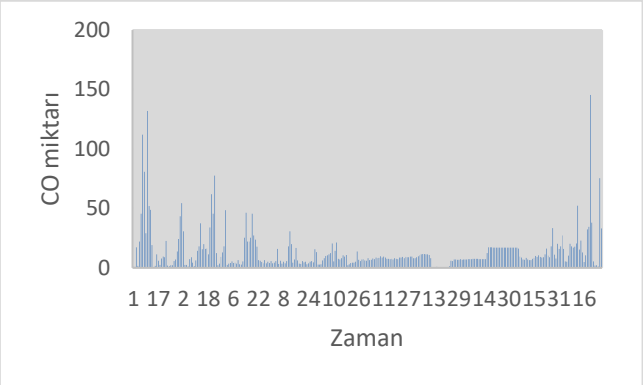
$$NRMSE = \frac{\sqrt{\frac{1}{n}\sum_{l=1}^{n}[y(l) - \hat{y}(l)]^2}}{y_{max} - y_{min}} \quad (7)$$

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{n}(y(l) - \hat{y}(i))^2}{\sum_{k=1}^{n}(y(l) - \bar{y})^2} \quad (8)$$

y(l)ve y^(l), gerçek değeri ve tahmin edilen değerdir ve n örneklerin sayısıdır. Eşitlik 3'te verilen R^2değeri, tahmin edilen değerin gerçek veri değerine ne kadar yakın olduğunu gösteren istatiksel bir ölçüttür[14].

3 Simülasyon Sonuçları

Bu makale Hindistanda 2015 yılında CO miktarını tahmin etmek için ELM algoritması kullanılmıştır. ELM algoritmasında gizli katman nöron sayısı 100, aktivasyon fonksiyonu hardlim ve ara katman 1000 olarak seçilmiştir. ELM algoritmanın tahmin performansını değerlendirmek için %20,%25,%30, %35,%40,%45 ve %50 test verisi için deneyler yapılmıştır .Şekil 3'de 2015 yılına ait CO miktarı verilmiştir. Tablo 1'de ELM algoritmasını farklı test ve eğitim verileri için performans göstergeleri verilmiştir. ELM algoritması %20 test verisi için en iyi tahmin değeri %96.03 değerini elde ederken %45-50 test verisi için %92.38 değeri elde edilmiştir. ELM algoritması %20 test verisi için minimum hata değeri MSE,RMSE ve NRMSE sırasıyla 0.0042, 0.0650 ve 0.0657elde etmiştir. ELM algoritması %40 test verisi için maksimum hata değerleri MSE,RMSE ve NRMSE sırasıyla 0.0066,0.0810 ve 0.0816 elde edilmiştir. Tablo 2'de ELM algoritmasının eğitim süresi verilmiştir. ELM algoritmasının en küçük eğitim süresi %45-50 test verisi için 0.0015 değeri elde edilirken maksimum eğitim süresi %20 test verisi için 0.0045 değeri elde edilmiştir. Şekil4'de ELM algoritmasının CO tahmini verilmiştir. Şekil4'de görüldüğü gibi tahmini değerler diagonal değere çok yakındır.



Şekil3. Hindistanın 2015 yılına ait CO miktarı

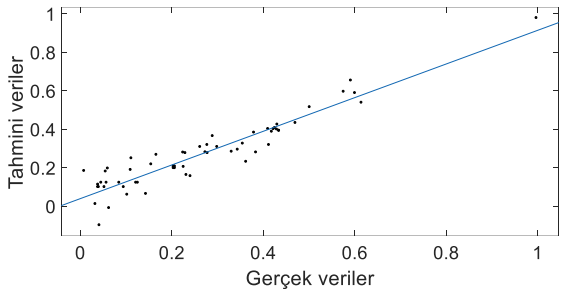
Tablo 1. ELM algoritmasının performansı

Veriler	MSE	RMSE	NRMSE	R^2
%20	**0.0042**	**0.0650**	**0.0657**	**0.9603**
%25	0.0046	0.0681	0.0717	0.9404
%30	0.0064	0.0802	0.0812	0.9342
%35	0.0052	0.0723	0.0762	0.9386
%40	0.0066	0.0810	0.0816	0.9248
%45	0.0052	0.0723	0.1172	0.9238
%50	0.0052	0.0723	0.1172	0.9238

Tablo 2. ELM algoritmasının eğitim süresi

Veriler	Eğitim Süresi

%20	0.0045
%25	0.0019
%30	0.0016
%35	0.0017
%40	0.0016
%45	**0.0015**
%50	**0.0015**



Şekil 4.ELM algoritmasının CO tahmini

4.Sonuçlar

Bu makalede Hindistanın 2015 yılına ait CO miktarını tahmin etmek için ELM algoritmasını kullanılmıştır. ELM algoritmasında test verilerini ve eğitim verilerini % dilimlerini değiştirerek çeşitli deneyler yapılmıştır. Deney sonuçları ELM algoritmasının %96.03 en iyi tahmin değeri elde edilmiştir. ELM algoritması farklı algoritmalarla birleştirilerek hibrit algoritma olarak kullanılırsa tahmin değeri iyileştirilebilinir. ELM algoritmasının elde edilen hata değerleri küçüktür. İlaveten Deney sonuçları ELM'nin eğitim süresinin minimum olduğunu göstermiştir.

İleride yapılacak çalışmada ELM algoritmasını yenilenebilir enerji kaynaklarından, jeotermal ve bio kütle enerjisini tahmin etmek için kullanılacaktır.

Teşekkür

Bu çalışmada veriler Kaggle data setinden alınmıştır.

Kaynaklar

[1] Bai, L., Wang, J., Ma, X., & Lu, H. "Air pollution forecasts: An overview". *International journal of environmental research and public health,* 15(4), 780,2018.

[2] Wang, X. C., Klemeš, J. J., Dong, X., Fan, W., Xu, Z., Wang, Y., & Varbanov, P. S. "Air pollution terrain nexus: A review considering energy generation and consumption". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 105, 71-85,2019.

[3] Conti, G. O., Heibati, B., Kloog, I., Fiore, M., & Ferrante, M. "A review of AirQ Models and their applications for forecasting the air pollution health outcomes". *Environmental Science and Pollution Research*, 24(7), 6426-6445,2017.

[4] Chen, Y., & Wu, W. "Mapping mineral prospectivity using an extreme learning machine regression". *Ore Geology Reviews*, 80, 200-213,2017.

[5] Duan, M., Li, K., Liao, X., & Li, K. "A parallel multiclassification algorithm for big data using an extreme learning machine". *IEEE transactions on neural networks and learning systems*, 29(6), 2337-2351,2017

[6] Peng, Y., & Lu, B. L. "Discriminative extreme learning machine with supervised sparsity preserving for image classification". *Neurocomputing*, 261, 242-252,2017.

[7] Cabaneros, S. M., Calautit, J. K., & Hughes, B. R. "A review of artificial neural network models for ambient air pollution prediction". *Environmental Modelling & Software*, 119, 285-304,2019.

[8] Ayturan, Y. A., Ayturan, Z. C., & Altun, H. O. "Air pollution modelling with deep learning: a review". *International Journal of Environmental Pollution and Environmental Modelling,* 1(3), 58-62,2018.

[9] Maleki, H., Sorooshian, A., Goudarzi, G., Baboli, Z., Birgani, Y. T., & Rahmati, M. "Air pollution prediction by using an artificial neural network model". *Clean Technologies and Environmental Policy*, 21(6), 1341-1352,2019.

[10] Vong, C. M., Ip, W. F., Chiu, C. C., & Wong, P. K. "Imbalanced learning for air pollution by meta-cognitive online sequential extreme learning machine". *Cognitive Computation*, 7(3), 381-391,2015.

[11] Zhang, J., & Ding, W. "Prediction of air pollutants concentration based on an extreme learning machine: the case of Hong Kong". *International journal of environmental research and public health,* 14(2), 114,2017.

[12] Zhu, H., Tsang, E. C., Wang, X. Z., & Ashfaq, R. A. R. "Monotonic classification extreme learning machine". *Neurocomputing,* 225, 205-213,2017.

[13] Zhang, J., Fan, Y., Zhang, L., Xu, C., Dong, X., Liu, L., ... & Qiu, X. "Seepage Time Soft Sensor Model of Nonwoven Fabric Based on the Extreme Learning Machine Integrating Monte Carlo". *Sensors*, 21(7), 2377,2021.

[14] Ağır T.T. "Extreme Learning Machine ile Güneş Panelinin Günlük Güç Tahmini". *2nd International Turkic World Congress on Science and Engineering Nur-Sultan (Astana) – Kazakhstan,* 14-15 November 2020,

MB-COMT ve DRD2 Geninin Gen Varyantları ve Metilasyon Durumuna İlişkin Madde Kullanım Bozukluklarının Eğilimini Öngörmede Bilgi Kazanım Sınıflandırması

İnci Zaim GÖKBAY[1], Yasemin OYACI[2], Sacide PEHLIVAN[2]

1 İstanbul University, Informatics Department
2 İstanbul University, İstanbul Faculty of Medicine, Department of Medical Biology

Özet

Uzun yıllardır çeşitli popülasyonlarda yapılan araştırmalar, bağımlılık geliştirilmesindeki savunmasızlığı, çevresel faktörler ve gen ekspresyonu, mRNA ve peptit seviyeleri, proteinler ve nörokimya, sinir ağları, fizyoloji ve davranış üzerindeki tahmini ilaç kaynaklı etkiler gibi üç ana faktör altında toplamaktadır. Çalışma sonuçlarında elde edildiği üzere eğer ki madde bağımlılığına kalıtsal olarak yatkınlık %40-%60 oranında etkiliyse ve kalan etkiler çevresel ise o zaman belirli genlerin ve yolakların yine madde bağımlılığıyla ilişkili davranış çıktıları da gen ve yolak yapısıyla paralellik gösteriyor olabilir. Bağımlılık yapıcı maddelerin kullanımı birçok ülkede yasal değildir. Ancak özellikle yenilik arayışı, adrenalin bağımlısı, otoriteye karşı gelmeye yatkın kişilik yapısındaki bireyler bu duyguların tatmini için yasal olmayan girişimlerde bulunma eğilimi sergilemektedir. Madde bağımlısı olduğu bilinen bireyler üzerinde yapılan çalışmada MB-COMT ve DRD2 gen varyantlarının bireylerde çoklu madde kullanımının görülmesi, adli öykünün varlığı, intihara teşebbüs açılarından eğilim oluşturma analizleri sınıflandırma algoritması olan karar ağaçları yöntemiyle incelenmiş, ardışık oluşumlardaki etkisi değerlendirilmiştir. Çalışmanın amacı sınıflandırma algoritmalarının daha öncesinde yapılan değerlendirmelerle ne derecede benzer sonuçlar çıkartacağı ve ilerleyen çalışmalarda bu tip davranışlar gösteren bireylerin makine öğrenmesi yöntemleriyle analiz edilerek bir öngörünün yapılabilirliğinin araştırılmasıdır. Çalışmada kullanılan karar ağacı analizi, temel olarak, belirli koşullar altında bir algoritma görüntülemektedir. Karar vermeden önce birçok ardışık problem ve etkileri göz önünde bulundurur. Yapı farklı bölünme yöntemleriyle mümkün olan alternatiflerin nasıl sıralandıklarında hangi sonuca gidileceğini göstermektedir. Buradan hareketle MB-COMT ve DRD2 gen varyantlarının bireylerde çoklu madde kullanımının görülmesi, adli öykünün varlığı, intihara teşebbüs açılarından eğilim oluşturma analizleri sınıflandırma algoritması olan karar ağaçları yöntemiyle incelenmiş, ardışık oluşumlardaki etkisi değerlendirilmiştir. Karar ağaçlarıyla elde edilen sonuçlar daha önce gerçekleştirilen literatür bulgularıyla karşılaştırılmıştır. Karar ağaçları algoritması bilginin en yoğun olduğu kökten başlayarak sonuca giden yolda ardışık olayların oluşmasının ağaç formunda gösterilmesine dayanmaktadır. Kök başlangıç yani en yoğun bilginin olduğu girişi, yaprak ise kökten itibaren sırayla oluşan olayların meydana getirdiği sonucu göstermektedir. Sonucun %100 olması saflığın yüksek olmasını gösterir. Yaprak ne kadar saf ise öngörü o kadar doğruya yakınsar. 3 ana başlık altında elde edilen sonuçlar en yoğun bilginin MB-COMT gen varyantlarında olduğunu göstermiştir. Analizlerden çoklu madde kullanımları, adli öyküleri ve intihar teşebbüslerine ilişkin elde edilen doğruluk oranları sırasıyla %68,25, %46,033 ve %70,31'dir. Doğruluk oranlarının düşük olmasının nedeni veri sayısının gerekli sayıdan az olmasıdır. Ancak çalışma makine öğrenmesinin kullanılarak elde edilen sonuçların istatistiksel sonuçlara olan benzer çıktıları gelecekte bu tip çalışmaların yapılabilirliğini gösteren ilk olma niteliğindedir.

Anahtar Kelimeler: *Madde Kullanım Bozukluğu, MB-COMT ve DRD2 Varyantları, Karar Ağaçları Analizi, Adli Öykü*

Information Gain Classification On Predicting Substance Use Disorders Tendency Related to Gene Variants and Methylation Status of MB-COMT and DRD2 Gene

Abstract

Studies conducted in various populations for many years have gathered the vulnerability in the development of addiction under three main factors such as environmental factors and gene expression, mRNA and peptide levels, proteins and neurochemistry, neural networks, predicted drug-induced effects on physiology and behavior. As obtained in the results of the study, if the hereditary susceptibility to substance addiction is effective at a rate of 40%-60% and the remaining effects are environmental, then the behavior outputs of certain genes and pathways related to substance addiction may also be in parallel with the gene and pathway structure. The use of addictive substances is illegal in many countries. However, individuals with personality structures that are particularly novel-seeking, adrenaline addicted and prone to defy authority tend to make illegal attempts to satisfy these feelings. In the study conducted on individuals who are known to be substance addicts, the tendency analysis of the MB-COMT and DRD2 gene variants in terms of multiple substance use in individuals, the presence of forensic history, and suicide attempts were examined by the decision tree method, which is a classification algorithm, and the effect on consecutive formations was evaluated. The aim of the study is to examine the extent to which the classification algorithms will produce similar results with the previous evaluations and to analyze the feasibility of a prediction by analyzing individuals who show such behaviors in future studies with machine learning methods. The decision tree analysis used in the study basically displays an algorithm under certain conditions. It considers many consecutive problems and effects before making a decision. The structure shows how the alternatives that are possible with different division methods are ranked and what result will be achieved. From this point of view, the analysis of MB-COMT and DRD2 gene variants in terms of multiple substance use in individuals, the presence of a forensic history, suicide attempts were examined using the decision trees method, which is a classification algorithm, and their effect on successive occurrences was evaluated. Results obtained with decision trees were compared with previous literature findings. has been compared. The decision tree algorithm is based on the tree form of the formation of sequential events on the way to the result, starting from the root with the most information. The root shows the beginning, that is, the entry with the most intense information, and the leaf shows the result of events that occur sequentially from the root. 100% result indicates high purity. The purer the leaf, the more accurate the prediction becomes. The results obtained under 3 main headings showed that the most intense information is in MB-COMT gene variants. Accuracy rates obtained from the analyzes regarding multiple substance use, forensic histories and suicide attempts are 68.25%, 46.033% and 70.31%, respectively. The reason for the low accuracy rates is that the number of data is less than the required number. However, the results of the study using machine learning, similar to the statistical results, are the first to show the feasibility of such studies in the future.

Keywords: *Substance Use Disorder, MB-COMT and DRD2 Variants, Decision Tree Algorithm*.

1 Giriş

Bağımlılık yapan maddeler; belirli bir dozda alınmasının ardından merkezi sinir sisteminde önemli derecede uyarma veya depresyon oluşturan, algılama, duygu durum, mental durum, davranış ve motor fonksiyonlarda bozukluk yapan psikoaktif maddeler [1] ve toplum içerisinde iktisadi ve sosyal

çöküntü meydana getiren, alışkanlık ve bağımlılık yapan aynı zamanda kanuni olarak kullanılması, bulundurulması ve satışının yasakladığı, narkotik ve psikotrop terimleriyle ifade edilen maddelerdir [2]. Bunlara opioidler, kannabinoidler, ethanol, kokain, amfetamin, alkol ve nikotin örnek olarak sayılabilir. Bu maddelerin kimyasal etkileriyle saldırgan davranışların, şiddet eylemlerinin ortaya çıkmasında doğrudan yol oynadığını gösteren çalışmalar mevcuttur. Örneğin opioid bağımlılarıyla yapılan bir araştırmada [3], 100 opioid kullanıcısının %24'ünün, uçucu madde bağımlısı 81 kişiyle yapılan bir araştırmada ise [4] %61,7'sinin yasal bir sorunu olduğu görülmüştür . DSM-5'te madde kullanımı ile ilişkili bozukluklarda sınıflandırma; alkol, kafein, esrar, halusinojenler (fensiklidin bu gruba dahil edilmiş ve grup kendi içinde fensiklidin ve diğer halusinojenler olarak ayrılmıştır), inhalanlar, opi- yatlar, sedatif-hipnotik ve anksiyolitikler, stimulanlar (amfetamin, kokain ve diğer stimülanlar), nikotin ve diğer (ya da bilinmeyen maddeler) şeklindedir. Aynı raporda Asya'da esrar kullanımının, 15-64 yaşındaki Asya nüfusunun %1,2-2,5'i (küresel olarak %2,8-4,5) yıllık kullanım yaygınlığı ile küresel ortalamanın altında olduğu bilgisi yer almaktadır. Kenevir reçinesinin yaygın olarak İran ve Afganistan'da kullanıldığı, kenevir bitkisinin ise Güney ve Güneydoğu Asya'da kullanıldığı ifade edilmektedir [5]. Monitoring The Future raporunda, 12. sınıf öğrencilerinin%7,9 'unun 2013 yılında sentetik kannabinoid kullandığını bildirmektedir [6]. Sentetik kannabinoid kullanımının nedenlerine yönelik yapılan çalışmalarda bireyler ilk kullanım nedenleri arasında; merak (%50), yasallık (%39), bulunabilirlik (%23), eğlence etkileri (%20), terapötik etkiler (%9), standart ilaç tarama testlerinde saptanamama (%8) ve esrar kullanımının azaltılmasına veya durdurulmasına yardımcı olmak (%5) saymaktadır [7].

Günümüzde birçok araştırmanın ardından alkol bağımlılığının nedenleri arasında çevresel faktörlerin ve genetik faktörlerin olduğu kabul edilmiştir. Bağımlılık yapan diğer maddeler ve genetik faktörlerle ilgili çalışmalarda devam etmektedir. İkiz çalışmalarına ve evlat edinilmiş aile çalışmalarına göre, genetik faktörler madde bağımlılığı riskinin %50-70'ini oluşturmaktadır [8]. Madde bağımlılığına neden olan takviye mekanizmasında dopamin yolunun çok önemli bir rol oynadığını gösteren çalışmalar bulunmaktadır [9]. Dolayısıyla dopamin yolağında yer alan genlerin, madde kullanımının genetik öncüllerini incelemek için mükemmel aday genler olduğu kanaatine varılabilir. Dopamin reseptör genlerinin (DRD2, DRD4) ve dopamin taşıyıcı genin (DAT1) birkaç polimorfizmi bağımlılık davranışı ile ilişkilendirilmiştir [10], [11]. Yine Katekol-O-metiltransferaz (COMT), katekol nörotransmiterlerinin parçalanmasını katalize ettiğinden dopamin inaktivasyonundaki rolü önemlidir. Bireylerin uyuşturucu kullanımlarında cinsiyet, kişilik özellikleri, çocukluk psikopatolojisi - uyuşturucu kullanımına başlama yaşıyla da ilişkilidir [12]–[14]. Bir bireyin olaylara nasıl tepki vereceği, bir dereceye kadar psikobiyolojik yatkınlıkları yansıtan kişilik tarafından belirlenir [15]–[17], bu nedenle, farklı kişilik özelliklerinin uyuşturucu kullanımıyla ilişkilendirilmiş olması şaşırtıcı değildir. Yenilik arayışı (NS), dürtüsellik ve zarardan kaçınma (HA), hem uyuşturucu bağımlılığına yatkınlıkla hem de uyuşturucu kullanımının başlangıç yaşıyla ilişkili kişilik özellikleri olarak tanımlanmıştır [18]; Wills ve meslektaşları, yüksek NS ve düşük HA kişilik özelliklerinin uyuşturucu kullanma riskini artırdığını bulmuşlardır [19].

Tüm bunlardan hareketle literatürde daha önce gerçekleştirilmemiş en az bir madde bağımlılığı olan bireylerin MB-COMT ve DRD2 gen varyantlarının bireylerde psikotik belirtilerin oluşması, ailede psikiyatrik öykünün varlığı, çoklu madde kullanımının görülmesi, adli öykünün varlığı, açılarından eğilim oluşturma analizleri sınıflandırma algoritması olan karar ağaçları yöntemiyle incelenmiş, ardışık oluşumlardaki etkisi değerlendirilmiştir. Çalışmanın amacı sınıflandırma algoritmalarının daha öncesinde yapılan değerlendirmelerle ne derecede benzer sonuçlar çıkartacağı ve ilerleyen çalışmalarda bu tip davranışlar gösteren bireylerin makine öğrenmesi yöntemleriyle analiz edilerek bir öngörünün yapılabilirliğinin araştırılmasıdır.

2 Gereç ve Yöntem

2.1 Veri Seti

Bu araştırmada kullanılan veriler en az bir maddeye bağımlı olan 211 erkek bireyden elde edilmiştir [20], [21].

2.2 Karar Ağacı Algoritması

Makine öğrenme algoritmalarından biri olan sınıflama modeli, sınıfı tanımlanmış mevcut verilerin kullanılmasıyla, sınıfı belli olmayan verilerin sınıfını tahmin etmek için kullanılan Veri Madenciliği modelidir. Karar ağaçları, çok sayıda kayıt içeren bir veri kümesini, bir dizi karar kuralları uygulayarak daha küçük kümelere bölmek için kullanılan bir yapıdır. Karar Ağaçları sınıflandırma yönteminde veri kökten yaprağa doğru ayrılarak sınıflandırılmaktadır. Bu ayrılmada eğer-öyleyse kuralı uygulanır. Eğer koşul 1ise o zaman koşul 2 sonra koşul 3 gibi bir zincir oluşturularak kökten yaprağa bir dallanma yapısı kurulur. Bu çalışma kapsamında karar ağaç yapıları oluşturulacak ve sonuçlar önceki [20], [21] çalışmalardaki istatistiksel sonuçlarla karşılaştırılacaktır.

3 Bulgular

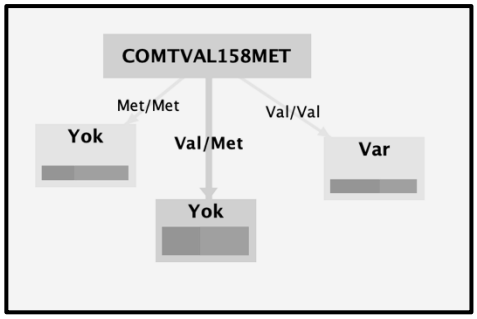
Çalışmada MB-COMT ve DRD2 gen varyantlarının madde kullanan bireylerde yenilik arayışıyla ilişkili olan çoklu madde kullanımının görülmesi, dürtüsellik ve zarardan kaçınmayla ilişkili olan adli öykünün varlığı ve intihara teşebbüs açılarından eğilim oluşturma analizleri sınıflandırma algoritması olan karar ağaçları yöntemiyle incelenmiştir. Ağaçların ayrılma kriteri doğruluk oranı kriterine göre (accuracy) yapılmış, veri setinin %30'u test , %70'i eğitim için kullanılmak üzere rasgele ayrım metoduyla ayrılmıştır.

3.1 Çoklu Madde Kullanımı

Çoklu madde kullanımı bireyin yüksek yenilik arayışı yapısıyla paralellik göstermektedir. Karar ağaçları yöntemiyle yapılan bu analizde MB-COMT-VAL158MET gen varyantının Met/Met ve Val/Met varyantlarından elde edilen saf yaprak sonuçlarının bireylerin çoklu madde kullanımın olmadığı, Val/Val varyantından elde edilen saf yaprak sonucu çoklu madde kullanımın olduğu yönünde karar çıkartmaktadır. Tablo 1 incelendiğinde makinenin öngörülerindeki doğruluk oranlarının çoklu kullanım varlığını doğru tahmin etme %64,29 ve çoklu kullanım yokluğunu doğru tahmin etme %71,43 olduğu görülmektedir. Genel doğruluk oranı ise %68,25 olarak bulunmuştur.

3.2 Adli Öykünün Varlığı

Adli öykünün varlığı birçok nedene bağlı olmaktadır. Madde kullanan bireylerin madde erişimi için hırsızlık, darp yaptıkları bilinmektedir. Aynı zamanda herhangi bir nedenle kullanılan maddenin de kişide dürtüsel davranışlardan öfke ve saldırganlığı tetiklediği veya verdiği cesaret ile bazen nedensiz bazen de sosyo-ekonomik yetersizlikler nedeniyle bireyin suça sürüklenmesini etkilemektedir.

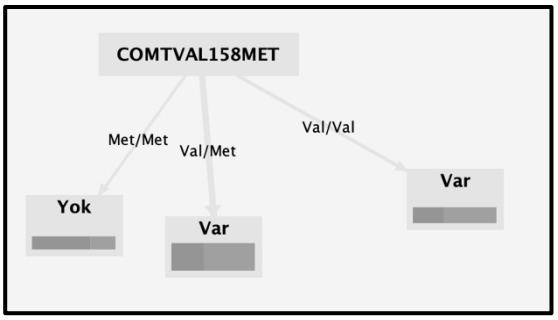


Ağaç Açılımı

MB-COMTVAL158MET = Met/Met: Yok {Var=14, Yok=23}
MB-COMTVAL158MET = Val/Met: Yok {Var=33, Yok=43}
MB-COMTVAL158MET = Val/Val: Var {Var=20, Yok=15}

Şekil 1: Çoklu Madde Kullanımı COMT ve DRD2 Gen Varyantlarının Karar Ağaç Analizi

Karar ağaçları yöntemiyle yapılan bu analizde MB-COMT-VAL158MET gen varyantının Met/Met varyantından elde edilen saf yaprak sonuçları bireylerin adli öyküsünün olmadığı, Val/Val ve Val/Met varyantlarından elde edilen saf yaprak sonuçları adli öykünün olduğu yönünde karar çıkartmaktadır. Tablo 1 incelendiğinde makinenin öngörülerindeki doğruluk oranlarının adli öykünün varlığını doğru tahmin etme %51,11 ve adli öykünün yokluğunu doğru tahmin etme %33,33 olduğu görülmektedir. Genel doğruluk oranı ise %46,033 olarak bulunmuştur.



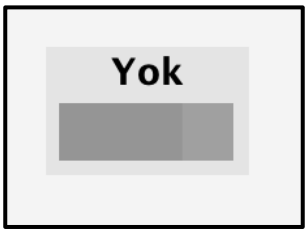
Ağaç Açılımı

MB-COMTVAL158MET = Met/Met: Yok {Yok=23, Var=10}
MB-COMTVAL158MET = Val/Met: Var {Yok=29, Var=45}
MB-COMTVAL158MET = Val/Val: Var {Yok=15, Var=26}

Şekil 2: Adli Öykünün Varlığı MB-COMT ve DRD2 Gen Varyantlarının Karar Ağaç Analizi

3.3 İntihar Teşebbüsü

Majör depresyonda dürtüsel-agresif kişilik bozuklukları ve alkol kötüye kullanımı/bağımlılığının intiharın iki bağımsız yordayıcısı olduğu ve bu risk faktörlerinin altında dürtüsel ve depresif davranışların yattığının öne sürüldüğü çalışmalar bulunmaktadır [22]. Karar ağaçlarıyla kurulan bu veri setine ilişkin yapıda da makine intiharın olmayışını giriş olan MB-COMT ve DRD2 gen varyantlarını kullanarak saf olarak bulmuştur. Bu genlerin varlığıyla kullanılan veri setinden çıkarımı %70,31 doğruluktadır.



Ağaç Açılımı

Saf Kök: : Yok {Yok=104, Var=43}

Şekil 1: İntihar Teşebbüsü MB-COMT ve DRD2 Gen Varyantlarının Karar Ağaç Analizi

Tablo 1: Çoklu Madde Kullanımları, Adli Öyküleri ve İntihar Teşebbüslerine İlişkin Doğruluk Oranları

ÇOKLU MADDE KULLANIMI			
ACCURACY:%68.25			
	true Var	true Yok	class precision
pred. Var	18	10	64.29%
pred. Yok	10	25	71.43%
class recall	64.29%	71.43%	
ADLİ ÖYKÜNÜN VARLIĞI			
ACCURACY:%46.033			
	true Yok	true Var	class precision
pred. Yok	6	12	33.33%
pred. Var	22	23	51.11%
class recall	21.43%	65.71%	
İNTİHAR TEŞEBBÜSÜ			
ACCURACY:%70.31			
	true Yok	true Var	class precision
pred. Yok	45	19	70.31%
pred. Var	0	0	0.00%
class recall	100.00%	0.00%	

4 Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmanın amacı karar ağaçları algoritmasının kullanılmasıyla MB-COMT ve DRD2 gen varyantlarının ölçüt olduğu bir yapı içinde bireylerin çoklu madde kullanımları, adli öyküleri ve intihar teşebbüslerine ilişkin bilgilerin makine tarafından ne derece doğrulukla öğrenildiğini analiz etmektir. Analizlerden çoklu madde kullanımları, adli öyküleri ve intihar teşebbüslerine ilişkin elde edilen doğruluk oranları sırasıyla %68,25, %46,033 ve %70,31'dir. Veri seti sayısındaki azlık nedeniyle oranlar düşük çıkmaktadır. Ancak öngörüler literatürle paralel sonuçlar göstermektedir. Bu çalışma ilerleyen zamanlarda bireylerin davranışlarının analizi için kullanılacak gen varyantlarına ilişkin analizlerde öngörme amaçlı bu yöntemlerin kullanabileceğini gösteren ilk çalışma niteliğindedir.

Kaynaklar

[1] D. Dankı, N. Dilbaz, T. Okay, Ç. Açıkgöz, I. B. Erdinç, and Ş. Telci, "Madde Kullanimina Bağli Gelişen Psikotik Bozuklukta Atipik Antipsikotik Tedavisi: Bir Gözden Geçirme," J. Depend., vol. 6, pp. 136–141, 2005.

[2] KOM Daire Başkanlığı, "Kaçakçılık ve Organize Suçlar 2013 Yılı Raporu," 2013.

[3] L. Kuru, "Bir süreç olarak opioid bağımlılığı," Uzm. tezi, İstanbul, 1997.

[4] B. Demirbek, A. Kalyoncu, and N. Alpay, "Uçucu madde bağımlılarının uçucu madde kullanım ve sosyo-demografık özelliklerinin incelenmesi. 25," Ulus. Psikiyatr. Bilim. Kongresi Progr. ve Bildir. Özetleri Kitabı, Antalya, Akdeniz Üniversitesi, p. 180, 1991.

[5] A.-T. Stimulants, "Patterns and Trends of Amphetamine-Type Stimulants and Other Drugs Asia and the Pacific."

[6] L. D. Johnston, P. M. O'Malley, R. A. Miech, J. G. Bachman, and J. E. Schulenberg, "Monitoring the Future national results on drug use: 1975–2013: Overview," Key Find. Adolesc. drug use, 2014.

[7] M. J. Barratt, V. Cakic, and S. Lenton, "Patterns of synthetic cannabinoid use in A ustralia," Drug Alcohol Rev., vol. 32, no. 2, pp. 141–146, 2013.

[8] A. J. Saxon, M. R. Oreskovich, and Z. Brkanac, "Genetic determinants of addiction to opioids and cocaine," Harv. Rev. Psychiatry, vol. 13, no. 4, pp. 218–232, 2005.

[9] M. J. Thomas, P. W. Kalivas, and Y. Shaham, "Neuroplasticity in the mesolimbic dopamine system and cocaine addiction," Br. J. Pharmacol., vol. 154, no. 2, pp. 327–342, 2008.

[10] T. Roman, L. A. Rohde, and M. H. Hutz, "Polymorphisms of the dopamine transporter gene," Am. J. Pharmacogenomics, vol. 4, no. 2, pp. 83–92, 2004.

[11] C. Guindalini et al., "A dopamine transporter gene functional variant associated with cocaine abuse in a Brazilian sample," Proc. Natl. Acad. Sci., vol. 103, no. 12, pp. 4552–4557, 2006.

[12] D. Hien, L. R. Cohen, N. A. Caldeira, P. Flom, and G. Wasserman, "Depression and anger as risk factors underlying the relationship between maternal substance involvement and child abuse potential," Child Abuse Negl., vol. 34, no. 2, pp. 105–113, 2010.

[13] H. W. Gordon, "Early environmental stress and biological vulnerability to drug abuse," Psychoneuroendocrinology, vol. 27, no. 1–2, pp. 115–126, 2002.

[14] B. T. Conner, G. S. Hellemann, T. L. Ritchie, and E. P. Noble, "Genetic, personality, and environmental predictors of drug use in adolescents," J. Subst. Abuse Treat., vol. 38, no. 2, pp. 178–190, 2010.

[15] C. R. Cloninger, M. Bohman, and S. Sigvardsson, "Inheritance of alcohol abuse: Cross-fostering analysis of adopted men," Arch. Gen. Psychiatry, vol. 38, no. 8, pp. 861–868, 1981.

[16] C. R. Cloninger, D. M. Svrakic, and T. R. Przybeck, "A psychobiological model of temperament and character," Arch. Gen. Psychiatry, vol. 50, no. 12, pp. 975–990, 1993.

[17] D. M. Svrakic, C. Whitehead, T. R. Przybeck, and C. R. Cloninger, "Differential diagnosis of personality disorders by the seven-factor model of temperament and character," Arch. Gen. Psychiatry, vol. 50, no. 12, pp. 991–999, 1993.

[18] C.-H. Ko, J.-Y. Yen, C.-C. Chen, S.-H. Chen, K. Wu, and C.-F. Yen, "Tridimensional personality of adolescents with internet addiction and substance use experience," Can. J. Psychiatry, vol. 51, no. 14, pp. 887–894, 2006.

[19] T. A. Wills, D. Vaccaro, and G. McNamara, "Novelty seeking, risk taking, and related constructs as predictors of adolescent substance use: an application of Cloninger's theory," J. Subst. Abuse, vol. 6, no. 1, pp. 1–20, 1994.

[20] Y. Oyacı, "Madde Kullanım Bozukluğu olan Hastalarda Epigenetik Farklılıkların Araştırılması ve Klinik Parametrelerle Karşılaştırılması," İstanbul Üniversitesi, 2020.

[21] A. F. Nursal, P. C. Aydin, M. A. Uysal, M. Pehlivan, Y. Oyaci, and S. Pehlivan, "PER3 VNTR variant and susceptibility to smoking status/substance use disorder in a Turkish population," Arch. Clin. Psychiatry (São Paulo), vol. 47, no. 3, pp. 71–74, 2020.

[22] B. Bondy, A. Buettner, and P. Zill, "Genetics of suicide," Mol. Psychiatry, vol. 11, no. 4, pp. 336–351, 2006.

NOS3 (intron 4 A / B VNTR ve rs1799983) ve PER3 (rs57875989) Gen Varyantlarına İlişkin Madde Kullanım Bozukluklarının Öngörülmesine İlişkin Gini İndeksinin Değerlendirilmesi ve Bilgi Kazanımı Sınıflandırması

İnci Zaim GÖKBAY[1], Yasemin OYACI[2], Sacide PEHLIVAN[2]

1 İstanbul University, Informatics Department
2 İstanbul University, İstanbul Faculty of Medicine, Department of Medical Biology

Özet

Dürtüye dayalı madde arama ve madde kullanma davranışının, kronik, tekrar eden ve sonunda beyni etkileyen, duygu durum ve kognisyonda değişiklik gibi olumsuz sonuçların ortaya çıkmasına neden olması madde bağımlılığı olarak ifade edilebilir. Madde bağımlılığı; birincil, kronik, nörobiyolojik ve geliştikten sonra yaşam boyunca devam eden bir hastalıktır. Bağımlılık yapıcı maddeler olan opioidler, kannabinoidler, ethanol, kokain, amfetamin, alkol ve nikotin gibi maddelerin kullanımının genel nedenleri arasında stresti azaltması, bireyin rahatlaması, gevşemesini sağlaması nedenleri bulunmaktadır. Kullanımın tekrar eden bir davranışa dönüşmesi sonunda beyindeki merkezi sinir sisteminde tahribata, fiziksel bağımlılığa, yoksunluk ve tekrar eden kullanıma yol açmaktadır. Bu nedenle son dönemlerde önemli halk sağlığı sorunları arasında madde bağımlılıkları yer almaktadır. Yapılan birçok çalışma madde bağımlılığında etkili faktörlerin incelenmesine, madde bağımlılarının gösterme eğiliminde oldukları riskli ve davranış eğilimlerine ilişkin katkı sağlamıştır. Bu çalışmanın amacı bu tip analizlerin istatistiksel yöntemlerden ziyade makine öğrenme algoritmalarının kullanılmasıyla öngörüye dayalı yapılmasının mümkün olup olmadığının deneyimlenmesidir. Bu kapsamda insan karar verme sistemine benzer karar ağaçları algoritmasının kullanılmasıyla makine öğrenme sonuçlarının istatistiksel sonuçlarla karşılaştırılması yapılması amaçlanmaktadır.

Çalışmada kullanılan karar ağacı analizi, temel olarak, belirli koşullar altında bir algoritma görüntülemektedir. Karar vermeden önce birçok ardışık problem ve etkileri göz önünde bulundurur. Yapı farklı bölünme yöntemleriyle mümkün olan alternatiflerin nasıl sıralandıklarında hangi sonuca gidileceğini göstermektedir. Buradan hareketle NOS3 ve PER3 gen varyantlarının madde kullanan bireylerde psikotik belirtilerin oluşması, çoklu madde kullanımının görülmesi, adli öykünün varlığı açılarından eğilim oluşturma analizleri sınıflandırma algoritması olan karar ağaçları yöntemiyle incelenmiş, ardışık oluşumlardaki etkisi değerlendirilmiştir. Karar ağaçlarıyla elde edilen sonuçlar daha önce aynı veri tabanıyla gerçekleştirilen istatistiksel sonuçlarla karşılaştırılmıştır.

Karar ağaçları algoritması bilginin en yoğun olduğu kökten başlayarak sonuca giden yolda ardışık olayların oluşmasının ağaç formunda gösterilmesine dayanmaktadır. Kök başlangıç yani en yoğun bilginin olduğu girişi, yaprak ise kökten itibaren sırayla oluşan olayların meydana getirdiği sonucu göstermektedir. Sonucun %100 olması saflığın yüksek olmasını gösterir. Yaprak ne kadar saf ise öngörü o kadar doğruya yakınsar. 3 ana başlık altında elde edilen sonuçlar en yoğun bilginin NOS3 gen varyantlarında olduğunu göstermiştir. Bulguların doğruluk oranları sırasıyla %46.03, %55,56 ve %53,97 biçiminde olmuştur.

Doğruluk oranlarının düşük olmasının nedeni veri sayısının gerekli sayıdan az olmasıdır. Ancak çalışma makine öğrenmesinin kullanılarak elde edilen sonuçların istatistiksel sonuçlara olan benzer çıktıları gelecekte bu tip çalışmaların yapılabilirliğini gösteren ilk olma niteliğindedir.

Anahtar Kelimeler: *Madde Kullanım Bozukluğu, NOS3 ve PER3 Varyantları, Karar Ağaçları Analizi, Gini Indeks ve Bilgi Kazanımı.*

Assesment Of Gini Index and Information Gain Classification On Predicting Substance Use Disorders Tendency Related to NOS3 (intron 4 A/B VNTR and rs1799983) and PER3 (rs57875989) Gene Variants

Abstract

The occurrence of chronic, repetitive and negative consequences such as change in mood and cognition can be expressed as substance addiction. Substance abuse is a primary, chronic, neurobiological and, after development, life-long disease. Among the common reasons for the use of addictive substances such as opioids, cannabinoids, ethanol, cocaine, amphetamine, alcohol and nicotine are for reducing stress, allowing the individual to relieve and alleviate the pain. The transformation of use into a repetitive behavior eventually causes damage to the central nervous system in the brain, physical dependence, deprivation and repetitive use. For this reason, drug addictions are among the important public health problems recently. Many studies have contributed to the examination of factors affecting substance addiction, and the risky and behavioral tendencies that substance addicts tend to show. The aim of this study is to experience whether it is possible to make predictive analysis by using machine learning algorithms rather than statistical methods. In this context, it is aimed to compare machine learning results with statistical results by using decision trees algorithm similar to human decision-making system.

The decision tree analysis used in the study basically displays an algorithm under certain conditions. It considers many consecutive problems and effects before making a decision. The structure shows what result will be achieved when the alternatives that are possible with different division methods are listed. Based on this, the NOS3 and PER3 gene variants were examined in terms of the occurrence of psychotic symptoms in substance users, the observation of multiple substance use, and the presence of a forensic history using decision trees method, which is a classification algorithm, and the effect of successive occurrence was evaluated. The results obtained with the decision trees were compared with the statistical results previously performed with the same database.

Decision trees algorithm is based on showing the occurrence of sequential events in the form of trees on the way to the result, starting from the root where the information is most dense. The root indicates the beginning, that is, the entrance with the most intense information, and the leaf shows the result of the events occurring sequentially from the root. 100% result indicates high purity. The purer the leaf, the more accurate the prediction becomes The results obtained under 3 main headings showed that the most intense information is in NOS3 gene variants. The accuracy rates of the findings were 46.03%, 55.56% and 53.97%, respectively. The reason for the low accuracy rates is that the number of data is less than the required number. However, the results of the study using machine learning, similar to the statistical results, are the first to show the feasibility of such studies.

Keywords: *Substance Use Disorder, NOS3 and PER3 Variants, Decision Tree Algorithm, Gini Index and Information Gain.*

1 Giriş

Madde kullanım bozukluğu, bir maddenin dürtüsel olarak aranması ve madde kullanma davranışının, kronik, tekrar eden, sonunda beyni etkileyen, duygu durum ve kognisyonda değişiklik gibi olumsuz sonuçların ortaya çıkmasına neden olması olarak tanımlanabilir. Bu maddelerin kimyasal etkileriyle saldırgan davranışların, şiddet eylemlerinin ortaya çıkmasında doğrudan yol oynadığını gösteren çalışmalar mevcuttur. Örneğin opioid bağımlılarıyla yapılan bir araştırmada [1], 100 opioid kullanıcısının %24'ünün, uçucu madde bağımlısı 81 kişiyle yapılan bir araştırmada ise [2] %61.7'sinin yasal bir sorunu olduğu görülmüştür Bağımlılık yapan maddeler genellikle bireyler tarafından

kendisini coşkulu, hoşnutluk duyduğu ve iyi hissettiği bir ruhsal durumda olmasını destekleyen bireylerce pozitif görülen öforik etkisi veya ağrı ve acı azaltıcı, stresten uzaklaştırıp rahatlatıcı gibi negatif etkiler nedeniyle tercih edilmektedir. Bu nedenler bağımlılık yapıcı maddelere günümüz koşulları nedeniyle erişimin de kolaylaşmasının etkisinde erken yaşta başlanmasında etkili olmaktadır. OCD-10 (1992) verileri, 1997 yılında 708.000 uçucu madde bağımlısının Amerika'da tespit edildiğini ve 1990 yılında 364.000 olan uçucu madde bağımlılarının 7 yıl içinde %95 oranında artmış olduğunu göstermektedir. Birleşmiş Milletler (BM) 2018 Dünya Uyuşturucu Raporunda dünya üzerinde 2016'da 29,5 milyon olan uyuşturucu bağımlısı sayısının 31 milyona eriştiği açıklanmaktadır. Raporda dünya genelinde uyuşturucu kullanımının da 2016'da 250 milyon iken 275 milyona ulaştığı ifade edilmektedir. 2 yıl içerisindeki bu 25 milyonluk artış uyuşturucuyu deneyen ve kullananların sayısında hızlı bir artış olduğunu göstermektedir. 2017 yılından bu yana birçok ülkede çeşitli kaynaklarca yapılan anket araştırmaları 15 ile 24 yaş arası kişiler arasındaki esrar kullanımda artış rapor edilmiştir[3]. BM Uyuşturucu ve Suç Ofisi tarafından yayınlanan 2019 yılındaki raporda dünyada 585 bin Türkiye'de 347 kişi uyuşturucudan öldüğü bilgisi yer almaktadır. Bağımlılık yapıcı maddelerin kullanımı birçok ülkede yasal değildir. Ancak özellikle yenilik arayışı, adrenalin bağımlısı, otoriteye karşı gelmeye yatkın kişilik yapısındaki bireyler bu duyguların tatmini için yasal olmayan girişimlerde bulunma eğilimi sergilemektedir. Örneğin bireyin çocukluktan erişkinliğe geçiş dönemi olan adölesan dönemi 10-19 yaşlar arasını kapsamaktadır. Bu dönemde bireyler çevre tarafından kabul edilmek, anne babadan bağımsız olmak isterler. Kimlik gelişimlerinde, olgunlaşmalarında aile, arkadaş ve çevresel etkilerin altında riskli davranışlar aracılık edebilmektedir [4], [5]. Ergenlik dönemlerinde en fazla gözlenen riskli davranışlar sigara içme, madde kullanımı, riskli cinsel davranışlar, şiddet ve kazalardır [6]. Amerikan Ulusal Hastalık Kontrol ve Önleme Merkezi tarafından 14-20 yaş grubu gençler arasındaki gençlerde ölüm nedenlerinin %71'inin riskli davranışlar olduğu ifade edilmiştir. Büyüme sürecinde her birey birçok sorunu çözmek durumunda kalmaktadır. Bireyin ortaya çıkan sorunlarla baş edebilmesi için etkili seçenekleri oluşturmayı, uygun olan davranışı seçerek eyleme dökmesi bilişsel ve davranışsal bir süreçtir. Sorunlar bazen yeteneklerle bazen de basit girişimlerle olur. Olumlu uyaranlarla beslenen benlik ve kendiliği iyi yapılanmış, aile ve çevresinden kabul gören desteklenen bireyler kendileri bu işleri başarabilir. Ancak problem çözmek için bunlardan yoksun olan, etkili düşünmek için alkol, madde alan bireyler doğru düşünme ve davranmadan uzaklaşırlar. Bir de bunun üzerine bağımlılık yapıcı maddelerin birçok olumsuz etkisine maruz kalırlar. Olumsuz etkilerden uzaklaşmak ve rahatlamak için tekrar maddeye dönerler ve bu durum kısır bir döngü haline gelir. Madde kullanımı bireyleri kural tanımama, kendine ve çevreye zarar verme gibi davranışlara yöneltmektedir.

NOS3, nitrik oksit (NO) üretimindeki rolü nedeniyle kardiyovasküler homeostazın önemli bir aracısıdır. Nitrik oksit, iyi bilinen vasküler etkilere sahiptir ve otonom sinir sistemi aktivitesini önemli ölçüde etkilemektedir [7]. Yapılan bir çalışmada NOS3 ile tütün çiğnemek ve alkol tüketmek gibi davranışsal risk faktörleri arasında önemli bir gen-çevre etkileşimi bulunmuştur. Özellikle "GG" genotipi, tütün kullanan veya alkol tüketen bireyler arasında artmış hipertansiyon riski ile ilişkili bulunmuştur [8]. "GG" polimorfizminin NOS3 enzim fonksiyonu üzerindeki moleküler etkisi hala tam olarak netleşmemiştir, ancak sempatik sinir sisteminin uyarılması ve nitrik oksidin inhibisyonu dahil olmak üzere birkaç mekanizma önerilmiştir [9], [10]. Birçok çalışmada NO'nun DA salımını kolaylaştırarak ve alımını inhibe ederek dopamin (DA) nörotransmisyonunu modüle etmede önemli bir rol oynadığı da gösterilmiştir. Yapılan bir çalışma sonuçlarından düşük nitrik oksit seviyelerinin dopamin döngüsünü artırabileceği veya dopamin salınımını azaltabileceği kanaatine varılmıştır [11]. Bu iki etkinin birbirini dışlamadığını ve birlikte gerçekleşebileceğini ve metabolizmada daha az kullanılabilir dopamin bıramasından yola çıkılarak ödül mekanizmasının, bireyi daha fazla esrar tüketimine yönlendirerek bağımlılık davranışını güçlendirdiği görüşü paylaşılmıştır. Aynı çalışma sonuçları G894T ve intron 4 VNTR NOS3 gen polimorfizmlerinin esrar bağımlılığına duyarlılığa istatistiksel olarak anlamlı katkıda bulunan faktörler olduğunu, yüksek NO seviyeleri ile ilişkili aynı polimorfizm allellerinin Türk deneklerinde koruyucu bir faktör olduğunu göstermektedir.

Bu çalışmada en az bir madde bağımlılığı olan bireylerin NOS3 ve PER3 gen varyantlarının bireylerde psikotik belirtilerin oluşması, ailede

psikiyatrik öykünün varlığı, çoklu madde kullanımının görülmesi, adli öykünün varlığı, intihara teşebbüs ve madde kullanımında süreklilik yaşanması açılarından eğilim oluşturma analizleri sınıflandırma algoritması olan karar ağaçları yöntemiyle incelenmiş, ardışık oluşumlardaki etkisi değerlendirilmiştir. Çalışmanın amacı sınıflandırma algoritmalarının daha öncesinde istatistiksel olarak yapılan değerlendirmelerle ne derecede benzer sonuçlar çıkartacağı ve ilerleyen çalışmalarda bu tip davranışlar gösteren bireylerin makine öğrenmesi yöntemleriyle analiz edilerek bir öngörünün yapılabilirliğinin araştırılmasıdır.

2 Gereç ve Yöntem

2.1 Veri Seti

Bu araştırmada kullanılan veriler en az bir maddeye bağımlı olan 211 erkek bireyden elde edilmiştir [12], [13]. Bireylerin yaş ortalamaları 28.67 ve yaş aralıkları 18 ila 51 arasında değişmektedir.

2.2 Sınıflandırma Yöntemi ve Karar Ağacı Algoritması

Çalışma kapsamında analiz için kullanılacak sınıflandırma yöntemi karar ağaçları yöntemidir. Sınıflandırma kuralları bir verinin birden fazla sınıf altında toplanarak incelenmesinde kullanılmaktadır. Örneğin endokrin hastalıklarının teşhisinde kullanılacak sınıflandırma kuralları bireyin ellerinin büyüklüğüne, yüzündeki görüntünün simetrisine ve büyüklüğüne, çenenin çıkıklığına, son zamanlarda hızla aldığı veya verdiği kiloya, ellerinde son zamanlarda yaşanan şişliklere (örneğin evlilik yüzüğünüz eskisi gibi rahatlıkla çıkıyor ve tekrar parmağınıza giriyor mu?) ilişkin yapılan sorgulamalara bireyin verdiği cevaplarla bireyin kan ve görüntüleme yöntemleriyle elde edilen bulgularında kullanılmasıyla belirli sınıflara ayırmayı sağlar. Her sınıf bir hastalığı simgeler. Birey sorgulamalara verdiği cevapların toplamında bir sınıfın içine düşer ve o sınıfın belirttiği hastalığa sahip olma potansiyeli olduğu sonucuna varılır. Sizin doktora gelmenize neden olan semptomlarınız sınıflandırmada bir ayıraç görevi görmektedir [14]. Böyle kuralların oluşması bir sonraki adımlarda öngörü yapılmasına olanak sağlamaktadır. Örüntü, görüntü, ses tanımlamalarında sınıflandırma algoritmaları kullanılmaktadır. Yüz tanıma da yine sınıflandırma kurallarının altında yer almaktadır. Burada insan yüzü girdi sınıflandırma ise insandır, hatta belirlenen kişidir. Bu amaçla birçok algoritma geliştirilmiştir. Entropi tabanlı sınıflandırmalar, regresyon ve karar ağaçları, bellek tabanlı algortimalar, bayes sınıflandırıcıları vb. örnekler verilebilir.

Karar Ağaçları sınıflandırma yönteminde veri kökten yaprağa doğru ayrılarak sınıflandırılmaktadır. Bu ayrılmada eğer-öyleyse kuralı uygulanır. Eğer koşul 1ise o zaman koşul 2 sonra koşul 3 gibi bir zincir oluşturularak kökten yaprağa bir dallanma yapısı kurulur. Bu ayrımlar sırasında çeşitli ayırma kriterleri kullanılır. Bu çalışma kapsamında Gini indeks ve bilgi kazanımı (information gain) ayırma kriterleri kullanılarak ağaç yapıları oluşturulacak ve sonuçlar önceki [12], [13] çalışmalardaki istatistiksel sonuçlarla karşılaştırılacaktır.

Karar Ağaçları karar düğümlerinin dallara ayrılmasıyla yaprağa ulaşması mantığıyla çalışmaktadır. Her karar düğümünün ilk olarak hangi nitelikten bölüneceği ve bölünme değeri gini indeks, information gain gibi kullanılan ayrılma kritteri (splitting criteria) değerine bakılarak hesaplanmaktadır.

Gini indeks değeri veri setindeki varlıkların oranı olarak tanımlanabilir. İki varlığın gini değeri aynı çıkarsa sonuç dağılımlarının aynı olacağı ifade edilir. Eğer veri setindeki bir nitelikte 3 veya daha fazla seçenek bulunuyorsa ve ikiden fazla bölünmeye izin verilmediği için birbirine yakın seçenekler gruplandırılacaktır.

$$\mathrm{Gini}_{\mathrm{Sol}} = 1 - \sum_{i=1}^{k} \left[\frac{L_i}{|T_{\mathrm{sol}}|} \right]^2 \tag{1.a.}$$

$$\mathrm{Gini}_{\mathrm{Sağ}} = 1 - \sum_{i=1}^{k} \left[\frac{R_i}{|T_{\mathrm{sağ}}|} \right]^2 \tag{1.b.}$$

$$\mathrm{Gini}_j = \frac{1}{n}\left(|T_{\mathrm{sol}}| \mathrm{Gini}_{\mathrm{Sol}} + |T_{\mathrm{sağ}}| \mathrm{Gini}_{\mathrm{Sağ}} \right) \tag{1.c.}$$

Denklem (1.a) ve (1.b) Gini değerinin sağ ve sol niteliklerin hesaplarının yapılmasında kullanılmaktadır. Denklem (1.c.) ise bir niteliğin Gini değerini ifade etmektedir. Denklemlerde yer alan;

k : Sınıfların sayısı,

T : Bir düğümdeki örnek sayısı,

Tsol : Sol koldaki örneklerin sayısı,

Tsağ : Sağ koldaki örneklerin sayısı,

Li : Sol kolda i kategorisindeki örneklerin sayısı Ri : Sağ kolda i kategorisindeki örneklerin sayısını

ifade etmektedir.

Informaion Gain (bilgi kazancı) olasılık temelli bir hesaplamadır. Veri kümesindeki nitelikler ile sınıf etiketi arasındaki matematiksel ilişkiler hakkında bilgiler sunmaktadır. Bilgi kazancı, Denklem 2'deki biçimde hesaplanmaktadır. Karar ağaçlarında sınıflama yapabilmek veya sınıflama kuralı oluşturabilmek için ilk olarak en yüksek bilgi kazançlı metriğin tespit edilmesi gerekmektedir.

$$\mathrm{IG}(\mathrm{L}, \mathrm{f}) = \mathrm{Entropy}(\mathrm{L}) - \sum_{\mathrm{v}=1}^{\mathrm{V}} \frac{|\mathrm{L}^{\mathrm{V}}|}{|\mathrm{L}|} (\mathrm{Entropy}(\mathrm{L}^{\mathrm{V}})) \quad (2)$$

Denklemde f niteliği, L^V ise f=v' deki L'inin alt kümesidir.

3 Bulgular

Çalışmada NOS3 ve PER3 gen varyantlarının madde kullanan bireylerde psikotik belirtilerin oluşması, psikotik bulgu, çoklu madde kullanımının görülmesi, adli öykünün varlığı açılarından eğilim oluşturma analizleri sınıflandırma algoritması olan karar ağaçları yöntemiyle incelenmiştir. Ağaçların sınıflandırmalarında Gini Indeks ve Information Gain ayrılma kriterlerinin kullanılmış ve bu iki kriterin başarımları analiz edilmiştir.

3.1 Psikotik Bulgunun Varlığı

Bağımlılık yapan maddeler santral sinir sisteminde gerçekleştirdiği önemli derecedeki uyarımlar veya depresyon oluşturan algılama, duygy ve mental durum , davranış ve motor fonksiyonlarda bozukluk yapan psikoaktif maddelerdir. Rabinowitz ve arkadaşları [15] tarafından yapılan çalışmada öncelikle psikotik atakla gelen hastaların psikoaktif madde kullanım öyküsü %23,6 olarak bulunmuştur. Psikotik bulgunun varlığı başlığı altındaki veriler bireyin hastaneye başvurduğunda yakındığı şikayetlerin veya yapılan gözlemler sonucunda bu tür bilgiler vermesini ifade etmektedir. Madde kullandığı bilinen bireylerde görülen bu durumun beklenti içinde olması ancak genetik etkilerinin incelenmesi için bu başlıkta yine karar ağaçlarıyla analiz yapılmıştır.

Analiz sırasında information gain ve gini index kullanılmıştır. Şekil 1 (a ve b)'de madde kullandığı bilinen bireylere ilişkin psikotik bulgu varlığı analizinin sırasıyla gini index ve information gain kullanılarak oluşturulan karar ağacı ve kararların oluşma olasılıkları gösterilmektedir. Her iki dağılımda da ağaç kökü NOS3-VNTR olarak belirmektedir. Gini index ile yapılandırılan ağaçta NOS3-VNTR (AA)-NOS3-RFLP (GG)-PER3-VNTR (5R/5R) variantı 0,75 olasılıkla NOS3-VNTR (BA)-NOS3-RFLP (GG)-PER3-VNTR (5R/5R) varyantı 0.80 olasılıkla, NOS3-VNTR (BA)-NOS3-RFLP (GT) varyantı 0,81 olasılıkla ve NOS3-VNTR (BB)- PER3-VNTR (4R/4R) %100 ihtimalle psikotik bulguya eğilimin olduğu kararı çıkmaktadır. Information Gain ile yapılandırılan ağaçta Gini index kadar yüksek olasılık dağılımlar ve belirlenen 0,75 olasılık değeri üzerinde dağılım bulunmamaktadır.

Tablo 1'de psikotik bulgunun varlığının bilgi kazancı ve gini indeks kriterlerinin kullanılmasının ardından makinenin doğru sonuçlara erişme oranları verilmektedir. Tablodan da görüleceği üzere her iki kriter birbiriyle sadece gen varyantlarının olduğu ağaç yapısında %46,03 ile benzer doğruluk oranlarındadır. Ancak verinin azlığı bu doğruluk oranlarında kalınmasına neden olmaktadır. NOS3- rs1799983 ve NOS3 -VNTR ve PER3- rs57875989 gen varyantlarının olduğu bu çıkarımın yanına madde kullanımına başladığı ilk yaş bilgisi, madde kullanım süresi ve aralıklı mı yoksa sürekli mi madde kullandığına ilişkin bilgilerde eklendiğinde belirli bir kişilik yapısı bilgisi öğrenmede desteklendiğinde oran bilgi kazanımı kriterinde %53,97 doğruluk oranına çıkarken gini indeks ile oran %49,21'e çıkmaktadır. Veri sayısının azlığı doğruluk oranlarının da düşmesine neden olmaktadır.

3.2 Çoklu Madde Kullanımının Varlığı

Madde kullanımının nedenleri üzerine yapılan birçok çalışmada maddeye erken başlamanın nedenleri arasında akran ilişkisinin, ergenlik çağında madde kullanımına aile veya fiziksel çevreden aldığı uyaranlarla meraklı olunmasının, kendini ispatlamak için kurallara karşı koymaya eğilimli olmanın önemli olduğu ifade edilmektedir. Bu çalışma kapsamında birçok madde bağımlısıyla yapılan görüşmede çoklu madde kullanımında da yine benzer etkilerin tetikleyici olduğu, kişinin farklı maddeleri deneyimleme konusunda merakının önemli olduğu ifade edilmiştir.

Gini Index ve Information Gain kullanılarak oluşturulan karar ağacı ve kararların oluşma olasılıkları Şekil.2 (a ve b)'de gösterilmektedir. Gini index kullanılarak yapılandırılan ağaçta NOS3-RFLP(TT) kökü %100 ihtimalle bu eğilimin olmadığı sonucuna varmaktadır. NOS3-RFLP(GT)-NOS3-VNTR (BA)- Per3-VNTR (5R/5R) dağılımı 0,75 oranda çoklu madde kullanımı olduğu kararına ulaşmaktadır. Bilgi Kazanımı kriteriyle yapılandırılan ağaçta çoklu madde kullanılmadığına ilişkin 2 dallanma ve bir kök ile karara bağlanmaktadır. NOS3-RFLP (TT) kökü 0,75 , NOS3-RFLP(GT)- Per3-VNTR (5R/5R) dağılımı 0,80, NOS3-RFLP(GG)- NOS3-VNTR (BA) dağılımı 0,75 ioranla çoklu madde kullanımı olmadığı karar yaprağına bağlanmaktadır. NOS3-RFLP(GT)- Per3-VNTR (4R/5R) dallanması ise 0,87 ihtimalle çoklu madde kullanım oranıyla sonuca varmaktadır.

Tablo 2'de çoklu madde kullanımının bilgi kazancı ve gini indeks kriterlerinin kullanılmasının ardından makinenin doğru sonuçlara erişme oranları verilmektedir.

Tablodan da görüleceği üzere her iki kriter birbiriyle benzer doğruluk oranlarındadır. Ancak verinin azlığı %55,56 doğruluk oranlarında kalınmasına neden olmaktadır. Bu adımda fazladan eklenen madde kullanım ilk yaşı, madde kullanım sürekliliği ve madde kullanım süresi bilgileri ağaçta doğruluk oranlarının düşmesine neden olarak Tablo 3'ün ikinci kısmından da görüldüğü üzere %47,62 olmaktadır.

3.3 Adli Öykünün Varlığı

Madde kullandığı bilinen bireylere ilişkin adli öykünün varlığı analizinin sırasıyla gini index ve information gain kullanılarak oluşturulan karar ağacı ve kararların oluşma olasılıkları Şekil 4'te gösterilmektedir.

Gini index ile yapılandırılan ağaçta kök Şekil 3.a'da da görüleceği gibi NOS3- rs1799983/TT genotipli bireylerde 0,80 olasılıkla adli öykünün olmadığı bu ağaç yolundaki bireylerin suça sürüklenme potansiyellerinin diğer bireylerden daha nadir olduğu sonucuna varılmaktadır. Bu dağılımda NOS3- rs1799983/GG)+PER3-rs57875989/5R5R dağılımında NOS3-VNTR/BA ve/veya AA genotipleri varlığında suça sürüklenme potansiyelinin sırasıyla 0,80 ve 0,75 ihtimal taşıdığı sonucuna varılmaktadır.

Information Gain ile yapılandırılan ağaçta kök Şekil 3.b'de de görüleceği gibi PER3- rs57875989 gen varyantı üzerinden kurulmaktadır. Gini index kadar yüksek olasılık dağılımları bulunmamaktadır. Ancak bu ağaç dağılımında PER3-rs57875989/4R4R+NOS3-rs1799983/GG+NOS3-VNTR/BA genotipleri varlığında 0,80 olasılıkla adli öykünün olduğu bu ağaç yolundaki bireylerin suça sürüklenme potansiyellerinin diğer bireylerden daha olası olduğu sonucuna varılmaktadır.

Tablo 3'te adli öykünün varlığının bilgi kazancı ve gini indeks kriterlerinin kullanılmasının ardından makinenin doğru sonuçlara erişme oranları verilmektedir. Tablodan da görüleceği üzere her iki kriter birbiriyle benzer doğruluk oranlarındadır. Ancak verinin azlığı %53,97 doğruluk oranlarında kalınmasına neden olmaktadır. Elbette sadece NOS3- rs1799983 ve NOS3 -VNTR ve PER3-rs57875989 gen varyantlarının olduğu bu çıkarımın yanına madde kullanımına başladığı ilk yaş bilgisi, madde kullanım süresi ve aralıklı mı yoksa sürekli mi madde kullandığına ilişkin bilgilerde eklendiğinde belirli bir kişilik yapısı bilgisi destekleneceği için bu kadar kısıtlı veri sayısında dahi doğruluk oranı Tablo 3'ün ikinci kısmından da görüldüğü üzere %57,14'e çıkmaktadır.

4 Tartışma ve Sonuç

Yapılan bu çalışma karar ağaçları yönteminin iki farklı ayrılma kriterinin kullanılmasıyla NOS3 ve PER3 gen varyantlarının madde kullandığı bilinen bireyler üzerindeki psikotik bulgunun oluşma eğilimi, çoklu maddenin kullanılmasının eğilimi ve adli öykünün varlığı yani suça sürüklenme eğilimlerinin analizini kapsamaktadır. Çalışmada elde edilen analiz sonuçlarının doğruluk oranları veri tabanında yer alan kısıtlı sayıda bilgi nedeniyle düşük bulunmuştur. Ancak çalışma göstermektedir ki daha fazla sayıda deneğin katılımıyla elde edilecek verilerin kullanılmasıyla gen varyantlarının birbiri arasındaki matematiksel ilişkisi makine öğrenme algoritmalarının kullanılmasıyla öngörülerin yapılmasına destek sağlayacaktır. Bu kapsamda ilerleyen çalışmalarımızda bireylerden elde edilecek karakter ve mizaç bilgileri, sosyo-ekonomik koşullar, biyolojik koşulları (kalıtsal hastalık veya kalp, beyin vb hastalık bilgileri), yarı yapılandırılmış travma analiz ölçümlerinin gen varyantlarıyla desteklenmesi sonucunda literatüre önemli katkılar sağlayacağımız görüşünü taşımaktayız.

Tablo 1: Psikotik Bulgunun Varlığı Ağaç Doğruluk Oranları

	NOS3- rs1799983 ve NOS3-VNTR ve PER3- rs57875989 gen varyantları				NOS3- rs1799983 ve NOS3 -VNTR ve PER3- rs57875989 gen varyantları ve Madde Bilgileri			
BİLGİ KAZANIMI	**Accuracy: %46.03**	true Var	true Yok	class precision	**Accuracy: %53.97**	true Var	true Yok	class precision
	pred. Var	22	20	52.38%	pred. Var	19	12	61.29%
	pred. Yok	14	7	33.33%	pred. Yok	17	15	46.88%
	class recall	61.11%	25.93%		class recall	52.78%	55.56%	
GINI INDEX	**Accuracy: %46.03**				**Accuracy: %49.21**			
		true Var	true Yok	class precision		true Var	true Yok	class precision
	pred. Var	22	20	52.38%	pred. Var	18	14	56.25%
	pred. Yok	14	7	33.33%	pred. Yok	18	13	41.94%
	class recall	61.11%	25.93%		class recall	50.00%	48.15%	

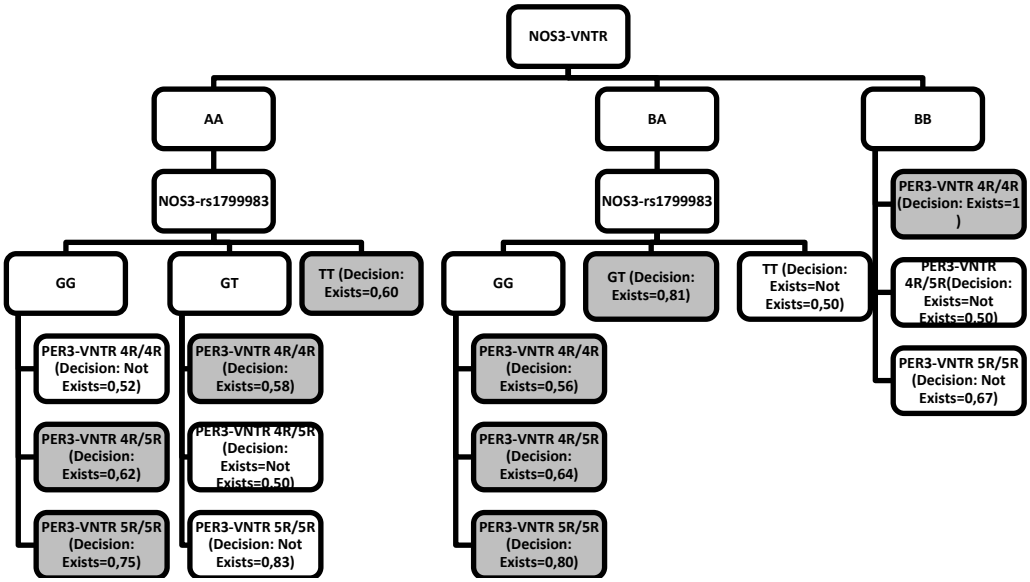
Tablo 2: Çoklu Madde Kullanımı Ağaç Doğruluk Oranları

	NOS3- rs1799983 ve NOS3-VNTR ve PER3- rs57875989 gen varyantları				NOS3- rs1799983 ve NOS3 -VNTR ve PER3- rs57875989 gen varyantları ve Maddde Bilgileri			
BİLGİ KAZANIMI	Accuracy: %55,56	true Var	true Yok	class precision	Accuracy: %47.62	true Var	true Yok	class precision
	pred. Var	14	14	50.00%	pred. Var	11	16	40.74%
	pred. Yok	14	21	60.00%	pred. Yok	17	19	52.78%
	class recall	50.00%	60.00%		class recall	39.29%	54.29%	
GINI INDEX								
	Accuracy: %55,56	true Var	true Yok	class precision	**Accuracy: %47.62**	true Var	true Yok	class precision
	pred. Var	14	14	50.00%	pred. Var	11	16	40.74%
	pred. Yok	14	21	60.00%	pred. Yok	17	19	52.78%
	class recall	50.00%	60.00%		class recall	39.29%	54.29%	

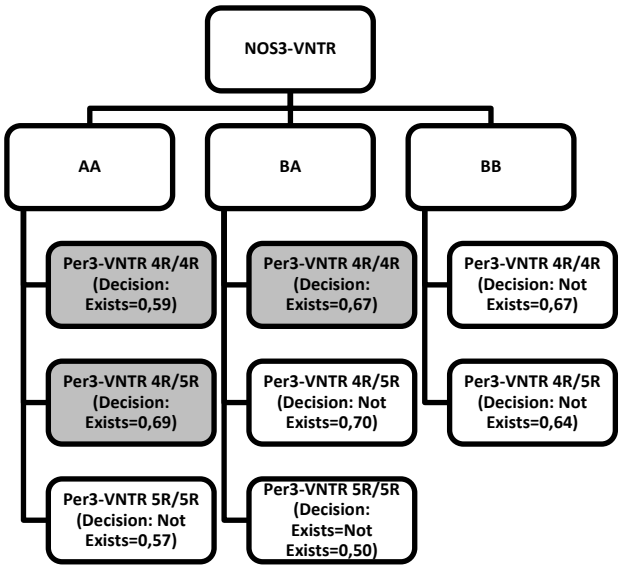
Tablo 3: Adli Öykünün Varlığı Ağaç Doğruluk Oranları

	NOS3- rs1799983 ve NOS3 -VNTR ve PER3- rs57875989 gen varyantları				NOS3- rs1799983 ve NOS3 -VNTR ve PER3- rs57875989 gen varyantları ve Maddde Bilgileri			
BİLGİ KAZANIMI	**Accuracy: %53.97**	true Yok	true Var	class precision	**Accuracy: %57,14**	true Yok	true Var	class precision
	pred. Yok	5	6	45.45%	pred. Yok	13	12	52.00%
	pred. Var	23	29	55.77%	pred. Var	15	23	60.53%
	class recall	17.86%	82.86%		class recall	46.43%	65.71%	
GINI INDEX	**Accuracy: %53.97**				**Accuracy: %57,14**			
		true Yok	true Var	class precision		true Yok	true Var	class precision
	pred. Yok	5	6	45.45%	pred. Yok	15	14	51.72%
	pred. Var	23	29	55.77%	pred. Var	13	21	61.76%
	class recall	17.86%	82.86%		class recall	53.57%	60.00%	

Şekilller

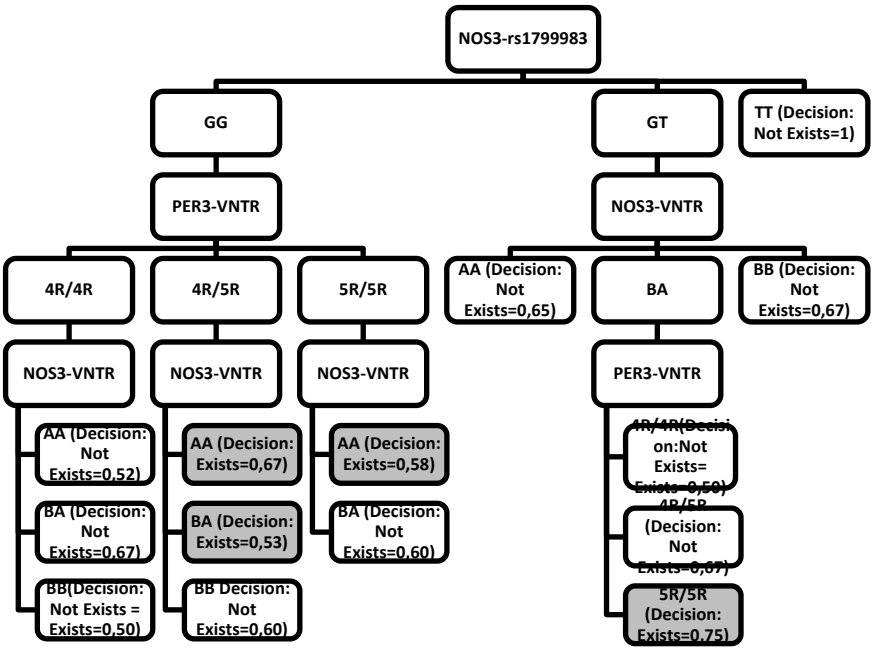


(a)

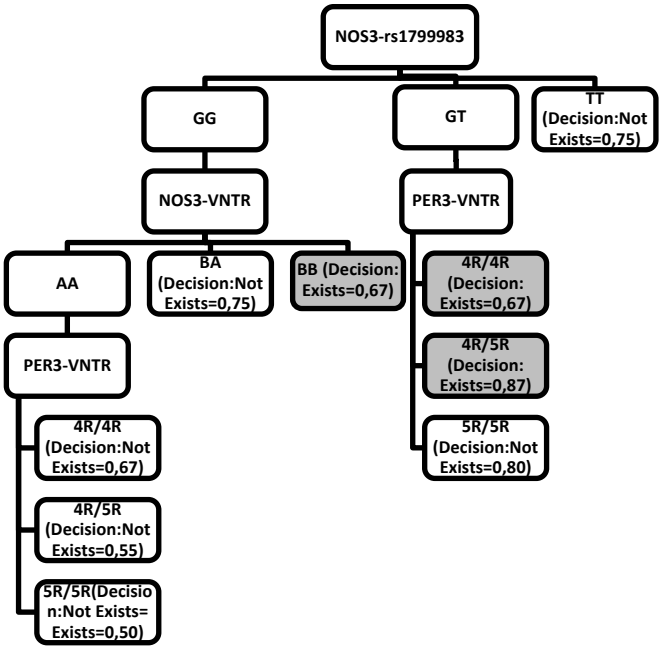


(b)

Şekil 1: Psikotik Bulgunun Varlığı Bilgi Kazancı ve Gini Indeks Kriterleriyle Çizilmiş Ağaç Yapıları (Giriş Bilgileri: NOS3- rs1799983 ve NOS3 -VNTR ve PER3- rs57875989)

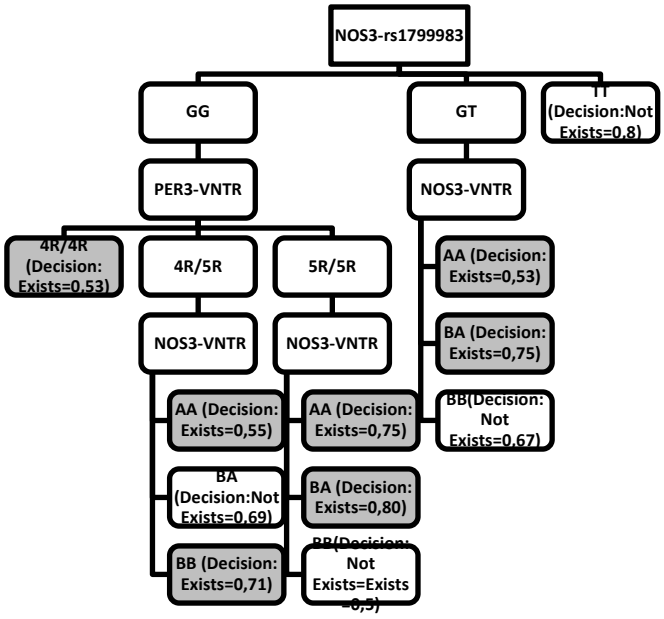


(a)

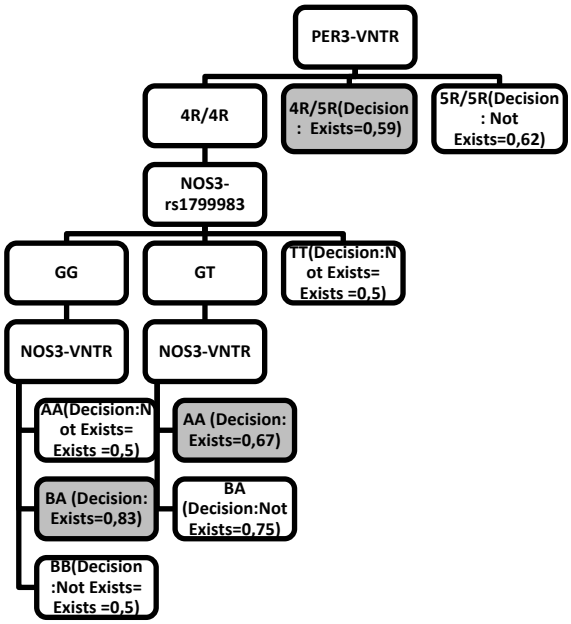


(b)

Şekil 2: Çoklu Madde Kullanımının Bilgi Kazancı ve Gini Indeks Kriterleriyle Çizilmiş Ağaç Yapıları (Giriş Bilgileri: NOS3- rs1799983 ve NOS3 -VNTR ve PER3- rs57875989)



(a)



(b)

Şekil 3: Adli Öykünün Varlığı Bilgi Kazancı ve Gini Indeks Kriterleriyle Çizilmiş Ağaç Yapıları (Giriş Bilgileri: NOS3-rs1799983 ve NOS3 -VNTR ve PER3- rs57875989)

Kaynaklar

[1] L. Kuru, "Bir süreç olarak opioid bağımlılığı," Uzm. tezi, İstanbul, 1997.

[2] B. Demirbek, A. Kalyoncu, and N. Alpay, "Uçucu madde bağımlılarının uçucu madde kullanım ve sosyo-demografik özelliklerinin incelenmesi. 25," Ulus. Psikiyatr. Bilim. Kongresi Progr. ve Bildir. Özetleri Kitabı, Antalya, Akdeniz Üniversitesi, p. 180, 1991.

[3] Avrupa Uyuşturucu ve Uyuşturucu Bağımlılığını İzleme Merkezi, "Avrupa Uyuşturucu Raporu," Avrupa Birliği Resmi Yayın Ofisi, 2020. [Online]. Available: https://www.emcdda.europa.eu/system/files/publications/13238/TD0420439TRN.pdf.

[4] S. Aydemir, "ADÖLESAN DÖNEMDE SİGARA BAĞIMLILIĞI TEDAVİSİ, 17 YAŞ SİGARA BAĞIMLISI OLGUSU."

[5] Ş. Aras, S. Şemin, T. Günay, E. Orçın, and S. Özan, "Lise öğrencilerinin cinsel tutum ve davranış özellikleri," Türk Pediatr. Arşivi, vol. 40, no. 2, pp. 72–82, 2005.

[6] K. T. Call, A. A. Riedel, K. Hein, V. McLoyd, A. Petersen, and M. Kipke, "Adolescent health and well-being in the twenty-first century: a global perspective," J. Res. Adolesc., vol. 12, no. 1, pp. 69–98, 2002.

[7] E. Culotta and D. E. Koshland Jr, "NO news is good news," Science (80-.)., vol. 258, no. 5090, pp. 1862–1866, 1992.

[8] P. Shankarishan, P. K. Borah, G. Ahmed, and J. Mahanta, "Endothelial nitric oxide synthase gene polymorphisms and the risk of hypertension in an Indian population," Biomed Res. Int., vol. 2014, 2014.

[9] D. Randin, P. Vollenweider, L. Tappy, E. Jéquier, P. Nicod, and U. Scherrer, "Suppression of alcohol-induced hypertension by dexamethasone," N. Engl. J. Med., vol. 332, no. 26, pp. 1733–1738, 1995.

[10] Y. Yamada, Y. Noborisaka, M. Ishizaki, I. Tsuritani, R. Honda, and S. Yamada, "Alcohol consumption, homeostasis model assessment indices and blood pressure in middle-aged healthy men," J. Hum. Hypertens., vol. 18, no. 5, pp. 343–350, 2004.

[11] A. Baransel Isir, M. Nacak, S. O. Balci, A. S. Aynacioglu, and S. Pehlivan, "Genetic contributing factors to substance abuse: an association study between eNOS gene polymorphisms and cannabis addiction in a Turkish population," Aust. J. Forensic Sci., vol. 48, no. 6, pp. 676–683, 2016.

[12] Y. Oyacı, "Madde Kullanım Bozukluğu olan Hastalarda Epigenetik Farklılıkların Araştırılması ve Klinik Parametrelerle Karşılaştırılması," İstanbul Üniversitesi, 2020.

[13] A. F. Nursal, P. C. Aydin, M. A. Uysal, M. Pehlivan, Y. Oyaci, and S. Pehlivan, "PER3 VNTR variant and susceptibility to smoking status/substance use disorder in a Turkish population," Arch. Clin. Psychiatry (São Paulo), vol. 47, no. 3, pp. 71–74, 2020.

[14] I. Z. Gökbay, S. L. Karaman, S. Yarman, and B. S. Yarman, "An intelligent decision support tool for early diagnosis of functional pituitary adenomas," TWMS J. Appl. Eng. Math., vol. 5, no. 2, pp. 169–187, 2015.

[15] J. Rabinowitz, E. J. Bromet, J. Lavelle, G. Carlson, B. Kovasznay, and J. E. Schwartz, "Prevalence and severity of substance use disorders and onset of psychosis in first-admission psychotic patients," Psychol. Med., vol. 28, no. 6, pp. 1411–1419, 199.