ICONDATA

INTERNATIONAL CONFERENCE ON DATA SCIENCE & APPLICATIONS

PROCEEDINGS BOOK

e-ISBN: 978-625-400-770-5

VOLUME 1
FULL-TEXT BOOK

June 25-28, 2020
ISTANBUL - TURKEY

EDITOR
Dr. Murat GÖK

Prepared By
Hasibe CANDAN

Let's meet in İstanbul.
Where the continents meet!

T.C. İSTANBUL RÜMELİ ÜNİVERSİTESİ

YALOVA ÜNİVERSİTESİ 2008

BİLECİK ŞEYH EDEBALİ ÜNİVERSİTESİ

MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ

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.

3rd International Conference on Data Science and Applications (ICONDATA'20) has been organized on June 25 - 28, 2020 as online.

The main objective of ICONDATA'20 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.

In particular I would like to thank Prof. Dr. Tamer DODURKA, Rector of İstanbul Rumeli University and Prof. Dr. Suat CEBECİ, Rector of Yalova University.

Looking forward to see you in ICONDATA 2021,

Dr. Murat GÖK

Editor

Confidential C

COMMITTEES

Honorable Committee

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

Conference Chair

Assoc. Prof. Dr. Murat Gök	Yalova University, Turkey

Organizing Board

Assist. Prof. Dr. Faruk Bulut	Istanbul Rumeli University, Turkey
Assist. Prof. Dr. Emre Dandıl	Bilecik Şeyh Edebali University, Turkey
Hasibe Candan	Yalova University, Turkey
Aykut Durgut	Balikesir University, Turkey
Melike Bektaş	Istanbul Rumeli University, Turkey
Abdullah Yavuz	Istanbul Rumeli University, Turkey

Science Board

Prof. Dr. Abderrahmane Bouda	National Maritime Superior Institute, Algeria
Prof. Dr. Abdullah Uz Tansel	Baruch College, New York, USA
Prof. Dr. Ahmet Cumhur Kınacı	Çanakkale Onsekiz Mart University, Turkey
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. Ecir Uğur Küçüksille	Süleyman Demirel University, Turkey
Prof. Dr. Erhan Akyazı	Marmara 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

Confidential C

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 Uğuz	Süleyman Demirel University, Turkey
Prof. Dr. Sinan Şen	Yalova University, Turkey
Prof.Dr.Osman Çakmak	Istanbul Rumeli 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
Assoc. Prof. Dr. Abdülkadir Tepecik	Yalova University, Turkey
Assoc. Prof. Dr. Akın Özçift	Celal Bayar University, Turkey
Assoc. Prof. Dr. Deniz Kılınç	Celal Bayar University, Turkey
Assoc. Prof. Dr. Eray Can	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. Murat Yabanlı	Muğla Sıtkı Koçman University, Turkey
Assoc. Prof. Dr. Orhan Kesemen	Karadeniz Teknik University, Turkey
Assoc. Prof. Dr. Sunay Türkdoğan	Yalova 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. Ümit Ünver	Yalova University, Turkey
Senior Assist. Prof. Dr. J. Amudhavel	VIT Bhopal University, India
Assist. Prof. Dr. Abit Balin	Istanbul University, Turkey
Assist. Prof. Dr. Adem Tuncer	Yalova University, Turkey
Assist. Prof. Dr. Alper Kürşat Uysal	Eskişehir Teknik University
Assist. Prof. Dr. Aytaç Pekmezci	Muğla Sıtkı Koçman University, Turkey
Assist. Prof. Dr. Aziz Kubilay Ovacıklı	Istanbul Rumeli University, Turkey
Assist. Prof. Dr.Enis Karaaslan	Muğla Sıtkı Koçman 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

Confidential C

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 Sarıma	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. Hülya Akat	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 Canayaz	Van Yüzüncü Yıl 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	Bilecik Şeyh Edebali University, Turkey
Assist. Prof. Dr. Şebnem Özdemir	Beykent University, Turkey
Assist. Prof. Dr. Ufuk Beyaztas	Bartın University, Turkey
Assist. Prof. Dr. Ufuk Çelik	Bandırma Onyedi Eylül University, Turkey
Assist. Prof. Dr. Ayşegül Akaydın	Nisantasi University, Turkey
Assist. Prof. Dr. Dilek Bayrak	Namik Kemal University, Turkey
Assist. Prof. Dr. Şerife Yılmaz	Karadeniz Technical University, Turkey
Assist. Prof. Dr. Yunus Özen	Yalova University, Turkey
Lecturer Ali Osman Selvi	Bilecik Şeyh Edebali University, Turkey
Dr. İnanç Kabasakal	Ege University, Turkey
Dr. Guillermo Santamaria-Bonfil	Universidad Nacional Autónoma de México, Mexico
Dr. İrfan Kösesoy	Yalova University, Turkey

Confidential C

Dr. Murat Zorba	Çanakkale Onsekiz Mart University, Turkey
Dr. Tülay Öncü Öner	Manisa Celal Bayar University, Turkey
Dr. S. Balamurugan	Quants IS and Consultancy Services, India
Dr. Şengül Can	Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Turkey
Dr. Vivek Kumar	National University of Science and Technology, Russia

Confidential C

CONTENTS

Dağınık Fiber Optik Sensörler ile Sıcaklık Algılamasının OptiSystem Programı Kullanılarak Gerçekleştirilmesi 1

Izgara Tabanlı Fiber Optik Sensörlerin Farklı Apodizasyon Türlerinde Optigrating Kullanılarak Sıcaklık Analizinin Yapılması.....8

Dağınık Fiber Optik Sensörler ile Efektif Alanın Rayleigh Saçılmasına Etkisinin OptiSystem Programı Kullanılarak İncelenmesi.....17

Yalın Prensipleri Dikkate Alarak Hastane Süreçleri İçin Bir Süreç Madenciliği Uygulaması 33

CO2 Emissions Forecasting for Sustainable Logistics 42

İlaç Etken Maddeler Açısından Bağışıklık Sistemini Güçlendiren Takviyelerin AHP Yöntemi ile Değerlendirilmesi...46

Çeşitli Sağlık Kriterleri Açısından Boğaz Pastillerinin Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi ile Değerlendirilmesi 52

GSM Baz İstasyonu Sinyal Verilerinin Erişimine Yönelik Bir Android Mobil Uygulama Geliştirilmesi 59

Aşırı Öğrenme Makinesiyle GSM Sinyal Bazlı Konum Belirleme.....63

COVID-19 Üzerine Bir Zaman Serisi Analizi : Amerika Örneği 69

Machine Learning Methods for Stock Market Analysis.....73

Comparison and Performance Analysis of Classification Algorithms Used in Machine Learning 78

Proje Yönetim Yazılımlarının Karşılaştırmalı Olarak Değerlendirilmesi 86

Prioritizing Association-Rules for Product Recommendation: A Case Study In E-Retailing 94

Bilecik İlinde Ortaöğretimden Liseye Geçiş Sınavlarında Makine Öğrenmesi Yöntemleri ile Öğrenci Başarısının Tahmini 100

A Novel CNN Model for Landmine Detection in Ground Penetrating Radar Images.....106

Raspberry Pi ile Gerçek Zamanlı Trafik İşareti Tanıma ve Uyarı Sistemi 111

Fizyoterapi Tedavi Sürecinin Uzaktan Kontrolü için Mobil Uygulama.....116

Tıp ve Sağlık Bilimleri Fizyoloji Eğitiminde Artırılmış Gerçeklik ve İnteraktif Etkileşim Destekli Mobil Uygulama ile Uzaktan Eğitim.....124

Türkçe Metin Verileri Üzerinde Merkez Tabanlı Sınıflandırma 131

A Research on the Change in Website User Behavior Based on Current Developments 141

Robotlardan Görev Öğrenen İnsanlarda Eğitim Düzeyi Faktörünün Analizi.....146

Sıfır Değer Ağırlıklı Frekans Verilerinin Analizi.....150

An Application of Risk Evaluation For Herniated Disc 158

Pelet Geometrisinin Termoelektrik Soğutucu Modül Performansı Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi: Benzetim ve Deneysel Çalışma.....170

PISA 2018 Sonuçları Üzerine Bir Sınıflandırma Uygulaması 176

Perakende Sektöründe Barkod Okutma Uygulamalarının Müşteri Yolculuk Haritalanması Hakkında Sistematik Yayın Taraması 181

Türkiye'deki Elektrikli Araç Şarj İstasyonlarının Görsel ve Mekânsal Analizi.....188

EEG ile Kişiselleştirilmiş Müzik Listesi Tasarımı 197

Taranmış Türkçe Gazete Dokümanları Üzerinde Varlık İsmi Tanıma 202

Naive Bayes Yöntemi ile Pnömoni Teşhisi.....207

Radarlarda Hava Aracı Konumunun Kalman Filtresi ile Kestirimi.....211

Confidential C

Derin Özetleme ile Metin Özetleme 220
Medikal Kullanım Amaçlı Geliştirilen Robot Kolun İleri Kinematik Analizi Ve Simülasyonu 227
2.45 GHz Şerit Hat Hairpin Filtre Tasarımı 231
A New Approach of Li-ion Battery Thermal Management System for Electric Vehicles 236
Yalova Üniversitesi Merkez Yerleşkesi İçin İstatistiki Analiz 241
Solving the Instructor Course Assignment Problem by Greedy Algorithm: A Case Study 245
Topology Optimisation of a Passenger Seat Pillar 251
Akıllı İnsansız Hava Araçları (İHA) ile Bölge Tarama 258
Hava Tahmin İstasyonu Tasarımı ve Gerçekleştirilmesi 263
Sayılarla Son 200 Yılda Yunanlılarca Rumeli ve Balkanlarda Katledilen Türk Ve Müslüman Ahali Ve Yunan Emperyalizmi 277
Columnists Classification from Turkey Writing in English and Turkish Language 287
Hz. Peygamber ve Günümüze Işık Tutan Sağlıklı İletişim Yöntemleri 293
Renk ve Doku Özellikleri Kullanılarak Apache Spark Üzerinde Gemi Tespiti 301

Confidential C

Dağınık Fiber Optik Sensörler ile Sıcaklık Algılamasının OptiSystem Programı Kullanılarak Gerçekleştirilmesi

Erhan GÜL[1,3*], Uğur GÖZGÖZ[1,3], İsmail KARAMAN[1,3], Halil İbrahim ÖZKAN[2,3], Nail Buğra KILIÇ[3]

[1]Bursa Uludağ Üniversitesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği, Bursa, TÜRKİYE
[2]Bursa Teknik Üniversitesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği, Bursa, TÜRKİYE
[3]Türk Havacılık ve Uzay Sanayii A.Ş., Uludağ Üniversitesi Ar-Ge Merkezi, Bursa, TÜRKİYE

Özet

Sensörler, kontrol edilmesi istenilen parametreleri ölçmek ve bu ölçümleri bir veri toplama sistemine iletmek için kullanılmaktadır. Elektriksel sensörler ile sıcaklık, gerinim, basınç, titreşim, ivme gibi fiziksel parametrelerin yapı üzerindeki etkileri takip edilebilmektedir. Ancak fiber optik teknolojisinin bilgiyi ışıkla daha düşük maliyetli ve hızlı aktarması ile birlikte yapısal sağlık izleme alanındaki çalışmalarda elektriksel sensörler yerini fiber optik sensörlere bırakmıştır. Dağınık fiber optik sensörler; fiber içerisine gönderilen ve geri saçılan ışıkta meydana gelen değişimler ile sıcaklık, gerinim vb. ölçüm parametrelerinin optik fiberin tamamı boyunca algılanmasını ve değerlendirilmesini sağlayan fiber optik sensör sınıfıdır. Dağınık fiber optik algılama sistemlerinde sıcaklık algılaması fiberin içinde meydana gelen dağınık fiber optik sensörlerin alt sınıfı olan Rayleigh ve Brillouin saçılmalarıyla yapılabilmektedir. Bu bildiride OptiSystem programı kullanılarak Brillouin ve Rayleigh saçılmalarında meydana gelen güç değişimleri ile optik fiberin sıcaklığındaki değişimler izlenmiştir. Ayrıca farklı uzunluktaki fiber optik kablolar kullanılarak kablo uzunluğunun iletim parametrelerine etkisi incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Fiber Optik Sensörler, Dağınık Algılama Yöntemi, Rayleigh Saçılması, Brillouin Saçılması, OptiSystem*

Realization of Temperature Sensing with Distributed Fiber Optic Sensors Using OptiSystem Program

Abstract

Sensors are used to measure the parameters to be checked and to transmit these measurements to a data collection system. The effects of physical parameters such as temperature, strain, pressure, vibration, acceleration on the structure can be monitored with electrical sensors. However, fiber optic technology transmitting information at a lower cost and faster with light, electrical sensors have been replaced by fiber optic sensors in studies in the field of structural health monitoring. Distributed fiber optic sensors are used for measuring the alterations of the temperature, strain, etc. in a fiber by sending a light beam into the fiber and receiving it back. These sensors are capable of perceiving and evaluating the measured parameters in the fiber. In distributed fiber optic sensing systems, temperature sensing can be done with the Rayleigh and Brillouin scattering. In this report, power changes in Brillouin and Rayleigh scatterings and changes in the temperature of the optic fiber were monitored using the OptiSystem program. In addition, the effect of cable length on transmission parameters was investigated by using fiber-optic cables of different lengths.

Keywords: *Fiber Optic Sensors, Distributed Sensing Method, Rayleigh Scattering, Brillouin Scattering, OptiSystem*

1 Giriş

Endüstriyel elektronik uygulamalarında sıkça kullanılan sensörler günümüzde kontrol, izleme, koruma ve veri görüntüleme gibi birçok uygulama alanına sahiptir. Ayrıca sistemlerin değişen fiziksel ortam parametrelerine göre karar verip, çalışmalarını başarılı bir şekilde devam ettirebilmesini sağlarlar. Sensörler çalışma ve uygulama ortamlarına göre farklılık gösterirler. Sensör sistemlerinde kontrol ve veri takibinin zor olduğu ortamlarda bilginin ışıkla daha hızlı iletildiği, uygun maliyetli ve küçük boyutlarından dolayı kullanımı daha kolay olan fiber optik

* Corresponding author e-mail : eg.erhangul@gmail.com

Confidential C

sensörler tercih edilmeye başlanmıştır. Opto-elektronik bileşenlerde yapılan iyileştirmeler ve fiber optik haberleşme teknolojisindeki gelişmeler de fiber optik sensörlere olan ilgiyi günden güne artırmıştır [1]. Fiziksel parametrelerin etkisinin yapı boyunca izlenmesini sağlayan fiber optik sensörlerin elektriksel sensörlere göre aşağıda belirtilen daha birçok avantajı vardır:

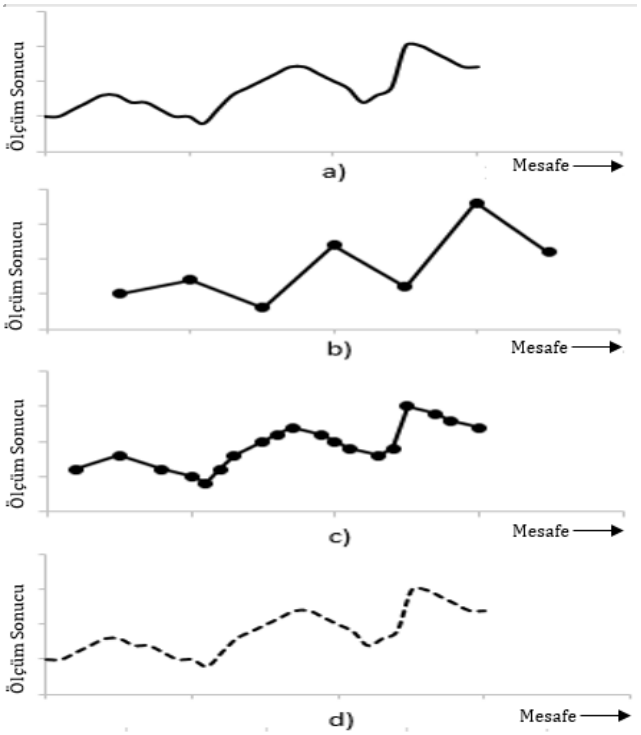
- Hafif ve esnek yapısı sayesinde kolay montaj edilebilme,
- Zorlu ortam şartlarında dayanıklı olma,
- Düşük maliyeti sayesinde rekabete uygun olma,
- Yüksek hassasiyetli ölçüm yapabilme,
- Yüksek bant genişliği ile çok sayıda eş zamanlı veri alış-verişi yapabilme,
- Uzaktan algılama yapabilme,
- Korozyon, gerinim, basınç, sıcaklık gibi birden fazla parametreyi algılayabilme gibi özelliklere sahiptirler [1-3].

Fiber optik sensör teknolojisi günümüzde aviyonik, denizaltı, otomotiv, telemetri, köprüler, barajlar, sınır güvenliği, tüneller, boru hatları, enerji sektörü vb. daha birçok alanda kullanılmaktadır. Ayrıca Yapısal Sağlık İzleme (SHM) yöntemi için sürekli veri desteği sağlayarak yapıların gerçek zamanlı olarak analizinin yapılmasına yardımcı olmaktadır. SHM ile toplanan bilgiler yapısal bütünlüğü sağlamak ve yapının bakım, onarım faaliyetlerini düzenlemek için gerekli analizlere kaynak oluşturmaktadır [4].

Fiber optik sensörler SHM uygulamaları da dâhil kullandığı birçok alanda sıvı seviyesi, akış hızı, konum, basınç, gerinim, sıcaklık gibi parametrelerin hassas ölçümünü sağlamaktadır. Bu bildiride fiber optik sensörlerin bir sınıfı olan dağınık fiber optik sensörler ile sıcaklık algılaması OptiSystem programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

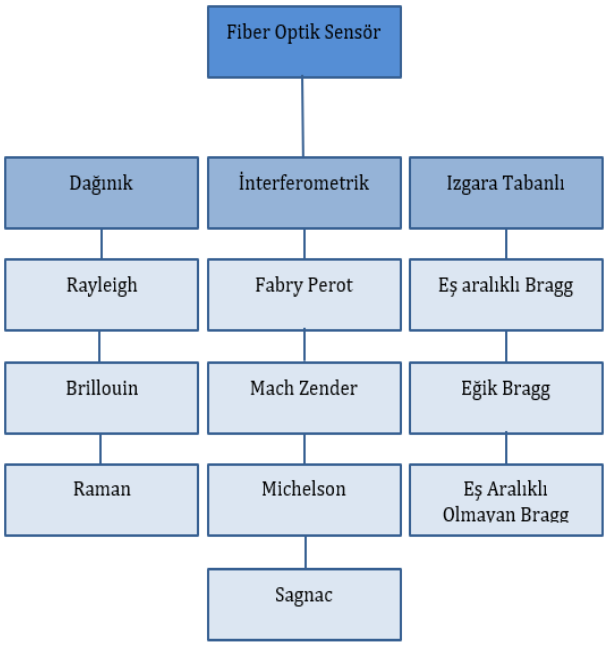
2 Dağınık fiber optik sensörler

Dağınık fiber optik sensörler, ölçülen parametrelerin optik fiberin tamamı boyunca gerçek zamanlı olarak izlenmesini ve analizlerinin yapılmasını sağlamaktadır. Noktasal algılamada, optik fiberin algılamayı yapan kısmı belirli bir noktaya yerleştirilir ve söz konusu noktadaki tek veya çoklu parametrelerin ölçümü yapılır. Yarı dağınık algılamada, sensörler fiberin uzunluğu boyunca iki veya daha fazla noktaya yerleştirilerek birden fazla algılama bölgesi oluşturulur. Bu bölgeler arasındaki uzaklık sistemin gereksinimlerine göre milimetrelerden kilometrelere kadar değişiklik gösterebilir. Tam dağınık algılama ise fiber optik iletim hattı boyunca uzamsal olarak dağıtılmış sürekli ölçüm yapabilen bir sensör olarak optik fiberin kullanılmasıdır. Bu yöntemle belirli uzunlukta kullanılan bir fiber optik kablo, Termokupl ve Strain Gauge gibi sıcaklık ve gerinim ölçen yüzlerce sensör yerine kullanılarak hem karmaşık kurulumlardan hem de yüksek maliyetlerden tasarruf edilir [5, 6]. Şekil 1'de dağınık algılama türleri ve dağınık algılama türlerine ait ölçüm sonuçları gösterilmiştir. Algılama türlerine ait ölçüm sonuçları gösterilmiştir.



Şekil 1. Dağınık algılama türleri; a) Doğru ölçüm sonucu, b) Noktasal algılama, c) Yarı dağınık algılama, d) Tam dağınık algılama [2]

Confidential C

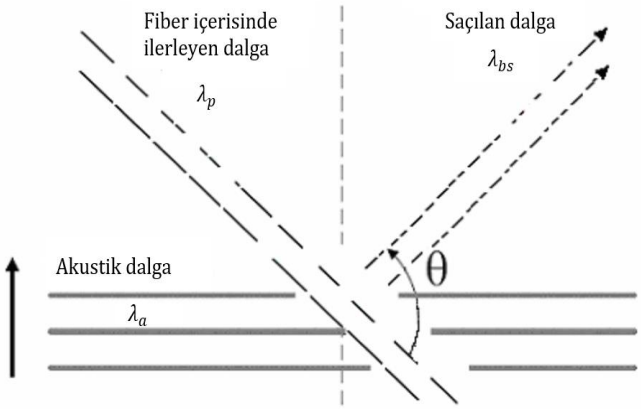


Şekil 2. Fiber optik sensörlerin sınıflandırılması [1]

Dağınık algılama yöntemlerinin temeli fiber içerisine gönderilen ışığın ve fiberin öz bölgesini oluşturan cam yapının moleküllerinin etkileşimlerinin incelenmesine dayanmaktadır. Bu etkileşimler sonucunda ışıkta meydana gelen kayıp ve dağılmalar saçılma olarak adlandırılmaktadır. Fiberin içerisine gönderilen ve geri saçılan ışıktaki genlik, frekans, dalga boyu gibi büyüklüklerin değişimleri incelenerek fibere etki eden fiziksel parametrelerin (sıcaklık, gerinim vb.) analizi yapılabilmektedir. Dağınık fiber optik sensörlerde bu fiziksel parametrelerin konum ve büyüklük tespiti 3 farklı tür saçılma ile yapılabilmektedir. Fiber içinde saçılan ışığın frekans karakteri saçılmanın elastik olup olmamasını belirlemektedir. Fiber içine gönderilen ve geri yansıyan ışığın frekansının aynı olduğu Rayleigh saçılması elastik saçılma türüdür. Raman ve Brillouin saçılmaları ise elastik olmayan saçılmalardır [7]. Şekil 2'de fiber optik sensörlerin sınıflandırılması gösterilmiştir.

Rayleigh saçılması, fiberin tamamı boyunca var olan ve fiberin içinde oluşan homojensizliklerin sebep olduğu saçılma türüdür [8-10]. Fiberin imalatı sürecinde soğuma esnasında cama uygulanan germe kuvveti, soğuyan camda küçük düzensizliklerin oluşmasına yol açar. Bu düzensizlikler fiberde kalıcı etki yaratır ve fiber içerisinde ilerleyen ışık dalgaları yayınım yaparken oluşan düzensizliklerin etkisiyle birbirine çarparak kırınımları oluşturur. Bu kırınımlar ışığın saçılmasına sebep olurlar. Kırınım yapan ışık dalgalarının bir kısmı fiber içerisinde ilerlerken bir kısmı kılıftan dışarı çıkar ve iletilen ışık gücünde bir kayıp oluştururlar. Bu da Rayleigh saçılmalarının aslında birer kayıp olduğunu göstermektedir. Kırılma indisi ve yoğunluktaki düzensizlikler sayesinde tüm doğrultularda oluşabilen Rayleigh saçılması OTDR sistemlerinin yanı sıra fiber üzerindeki hasarların ve fiber kaynaklı zayıflamaların tespitinde de kullanılmaktadır.

Fiber içerisinde ilerleyen ışık dalgalarının spontane oluşan akustik dalgalar ile etkileşime girerek geri yönde oluşturduğu saçılmalar Brillouin saçılması olarak adlandırılmaktadır. Brillouin saçılması diğer bir ifadeyle ortamda yayılan akustik dalgalardan ışığın saçılmasıdır. 1550 nm dalga boyunda Brillouin bileşenleri yaklaşık olarak 11 GHz frekans farkı ile Rayleigh bileşeninden ayrılmaktadır [11, 12].



Şekil 3. Brillouin saçılmasının oluşumu

Şekil 3'te Brillouin saçılmasının oluşumu gösterilmiştir. λ_p Pompa dalga boyu, λ_{bs} saçılan dalga boyu, λ_a akustik dalga boyu, θ pompa ve saçılan dalga vektörleri arasındaki açıdır.

Brillouin saçılmalı dağınık fiber optik algılamalı sistemlerin kullanımı günden güne artış göstermektedir. Brillouin saçılması fiberin uzunluğu boyunca sıcaklık ve gerinim gibi birçok parametrenin ölçümünde kullanılabilmektedir. Brillouin saçılması, pompa işareti ile arasında yaklaşık 11 GHz değerinde küçük frekans farkı olması ve küçük bir kazanç bant genişliğine sahip olması nedeniyle işaret işlemede çok yaygın olarak kullanılmakta ve daha iyi algılama performansı sağlayabilmektedir.

3 Rayleigh ve Brillouin saçılma katsayılarının sıcaklıkla değişimi ve sıcaklık duyarlılığı

Optik fiber içerisinde meydana gelen termal etkileşim sonucu oluşan akustik dalga hızı, E Young modülü, ρ silika fiberin yoğunluğu ve σ Poisson

Confidential C

oranının bir fonksiyonu olarak (1)'deki gibi ifade edilmektedir.

$$\rho v_a^2 = E\frac{1-\sigma}{(1+\sigma)\,(1-2\sigma)} \qquad (1)$$

γ_R Rayleigh ve γ_B Brillouin saçılma katsayıları sırasıyla (2) ve (3) ile verilmiştir [11].

$$\gamma_R = \frac{8\pi^3 n^8 p^2 k T_f[\beta_T - (\rho v_a^2)^{-1}]}{3\lambda_0^4} \qquad (2)$$

$$\gamma_B = \frac{8\pi^3 n^8 p^2 k T(\rho v_a^2)^{-1}}{3\lambda_0^4} \qquad (3)$$

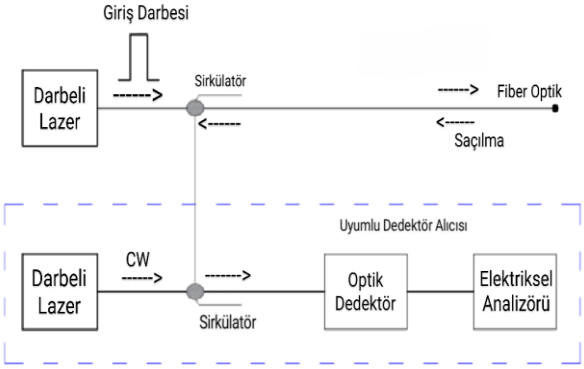
Eşitliklerde;
n : Fiberin çekirdek kırılma indisini,
p : Pockel katsayısını (~ 0.286),
k Boltzman sabitini (1.38 x 10^{-23} J/°K),
T : Fiberin sıcaklığını,
T_f : Optik fiberin fiktif sıcaklığını ($T_f = 1950\,°K$),
β_T :fiktif sıcaklıkta silika fiberin izotermal sıkıştırılabilirlik katsayısını ($\beta_T = 7\,x\,10-11\,m^2N^{-1}$),
ρ : silika fiberin yoğunluğunu ($\rho = 2330\,kg/m^3$),
v_α :akustik dalga hızını,
λ : fiber içerisine pompalanan ışığın dalga boyunu ($\lambda_0 = 1550\,nm$) ifade etmektedir [1, 13].

Eşitlik (2) ve (3)'de görüldüğü üzere, Brillouin saçılma katsayısının ortam sıcaklığına doğrudan bağımlı olduğu görülmektedir. Buna karşılık Rayleigh saçılma katsayısının ortam sıcaklığına görünür şekilde bağımlı olmadığı çıkarımı yapılabilmektedir. Ancak, Rayleigh saçılma katsayısı, saçılmanın meydana geldiği ortamın elastik özelliklerindeki değişimle ilgili olan fiktif sıcaklığa bağlıdır ve bu sıcaklık da ortam sıcaklığından etkilenmektedir.

Denklemler ve yapılan çalışmalar sonucunda optik fiberin çalışma sıcaklıklarında Brillouin saçılma katsayısının sıcaklık duyarlılığının Rayleigh saçılmasına göre çok yüksek olduğu görülmüş ve sıcaklık algılama sistemlerinde Brillouin saçılması kullanılmasının daha doğru sonuçlar verdiği gözlenmiştir. Ancak Brillouin saçılma katsayısının sıcaklık duyarlılığının da sıcaklık artışı ile azalmakta ve küçük değişimler göstermekte olduğu göz önünde bulundurulmalıdır [14-16].

göz önünde bulundurulmalıdır [14-16].

Dağınık algılama yöntemlerinde geri saçılan ışığın özelliklerine dayalı ölçümler için OTDR (optik zaman domeni yansıma ölçme) ve BOTDR (Brillouin optik zaman domeni yansıma ölçme) prensipleri kullanılmaktadır. OTDR optik fiber içerisinde yayınım yapan ışık darbelerinin ilerledikçe Rayleigh saçılmasının sebep olduğu kayıpların analizinin yapılmasını sağlar. En büyük avantajı fiberin tek bir ucuyla ölçümlerin yapılabilmesidir. BOTDR ise OTDR ile benzerlik gösterse de optik fiber içerisinde akustik dalgalardan saçılan ışığın yani Brillouin saçılmasının analizine dayanır. BOTDR 1-2 °C sıcaklık çözünürlüğü ve kilometrelerce (20-50 km) uzun mesafelerde ölçüm olanağı tanıdığı için avantajlı bir diğer dağınık algılama prensibidir [12, 14, 17]. Şekil 4'te OTDR tabanlı Brillouin saçılma sistemi gösterilmiştir.



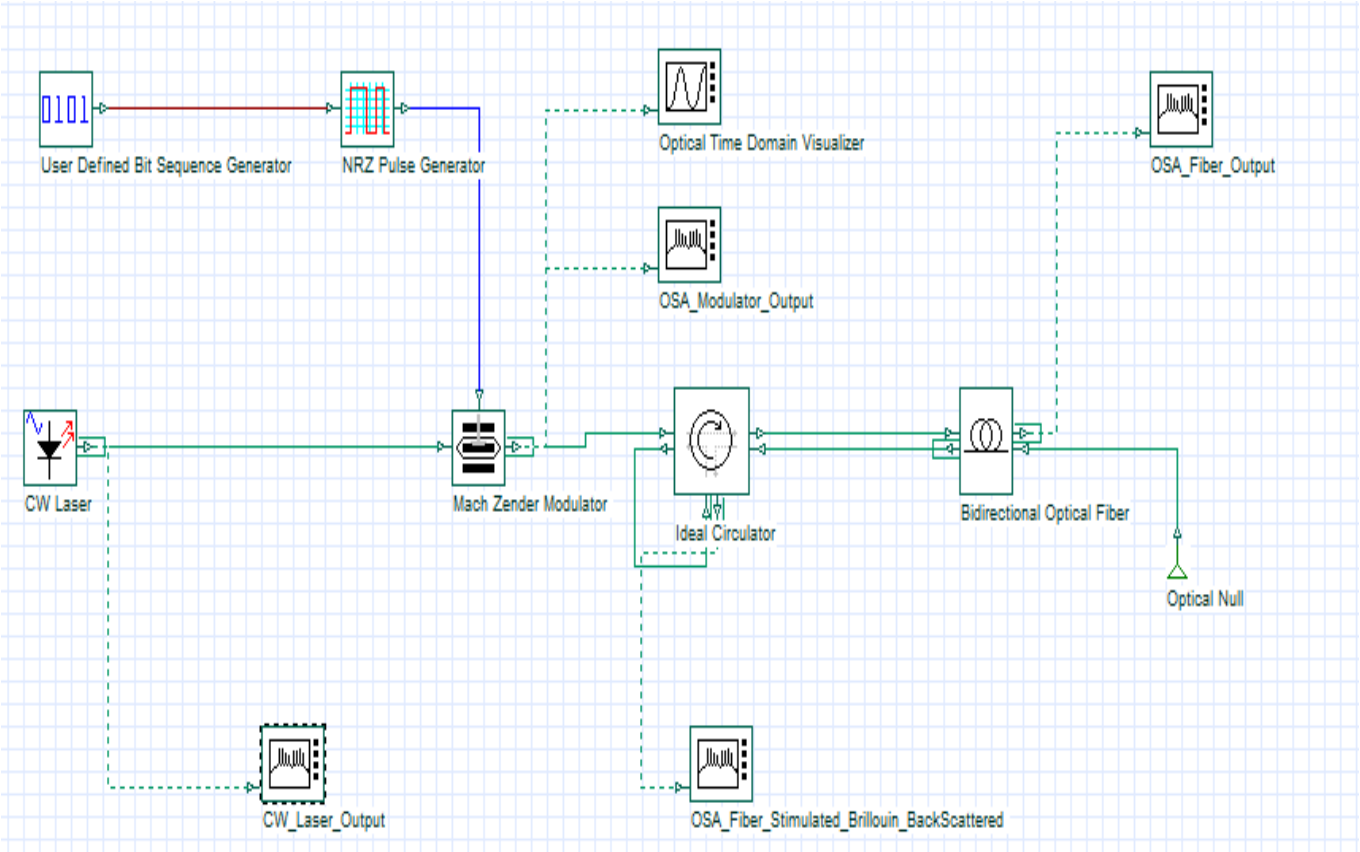
Şekil 4. OTDR tabanlı Brillouin saçılma sistemi [1]

4 OptiSystem programı ile sıcaklık algılamasının benzetimi

OptiSystem programı günümüzde gelişmekte olan fiber optik haberleşme sistemlerinin analizlerinin yapılmasına olanak tanımaktadır. Optik haberleşme sistemlerinde, optik modülatör, optik izolatör, optik kuvvetlendirici, optik doğrultu kuplörü, optik sirkülatör, optik polarizör, optik rezonatör, optik filtre ve optik dedektör gibi devre elamanları kullanılarak veri iletimindeki performans artırılmaktadır. Sistem içerisinde tercih edilmek istenen optik devre elemanlarının sistem özelliklerine uygun olarak seçilmesini, veri iletiminin kalitesinin artırımını ve kurulmak istenen sistemlerin projelendirilmesini sağlamaktadır.

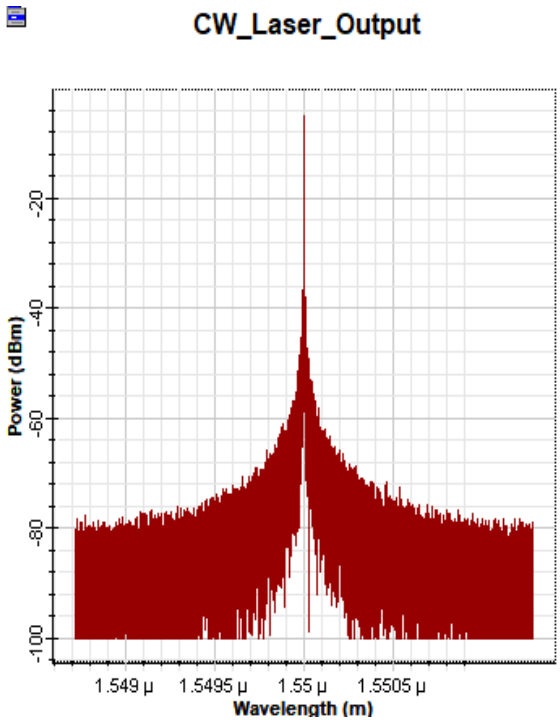
Bu çalışmada dağınık fiber optik sensörler ile sıcaklık algılamasında yararlanılan Brillouin ve Rayleigh saçılmalarının gücündeki değişim belirlenen aralıktaki sıcaklığa bağlı olarak analizi için OptiSystem 17.0 yazılımı ile deney düzeneği kurulmuş ve deney sonuçları grafiksel olarak incelenmiştir.

Confidential C



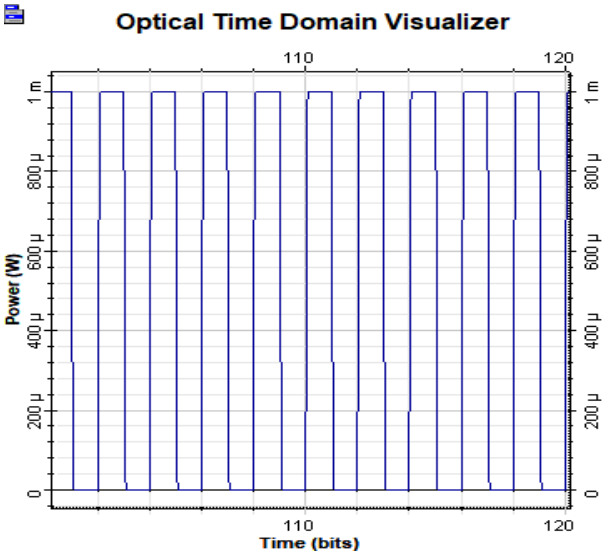
Şekil 5. OptiSystem programı ile oluşturulan simülasyon devresi

Brillouin saçılması tabanlı dağınık sıcaklık algılama devresi Şekil 5'te gösterilmektedir. 1550 nm dalga boyunda, 1 mW (0 dBm) güce sahip, çıkış gücü belirli zaman aralığında sabit olan sürekli dalga (CW) lazeri optik kaynak olarak tercih edilmiştir. Çevresel faktörlerin etkisini azaltmak ve fiber optik algılama performansını artırmak için Mach-Zender modülatör seçilmiş ve NRZ Pulse Generator ile modüle edilmiştir. Daha sonra darbeli hale getirilmiş ışık dalgası optik sirkülatöre uygulanmıştır. Sirkülatörler üç portlu optik malzemeler olup, 1 numaralı porttan giren sinyaller 2 numaralı porttan çıkmakta ve iki yönlü optik fibere girmektedir. Fiberden geriye yansıyan Rayleigh ve Brillouin saçılmaları optik sirkülatörün 2 numaralı portundan girerek 3 numaralı portundan çıkmakta ve optik spektrum analizörüne ulaşmaktadır. Şekil 6'da lazer kaynağın çıkışından alınan OSA görüntüsü verilmiştir. Şekil 7'de zaman domeninde modüle edilmiş giriş sinyali, Şekil 8'de ise Rayleigh ve Brillouin saçılmaları gösterilmiştir.

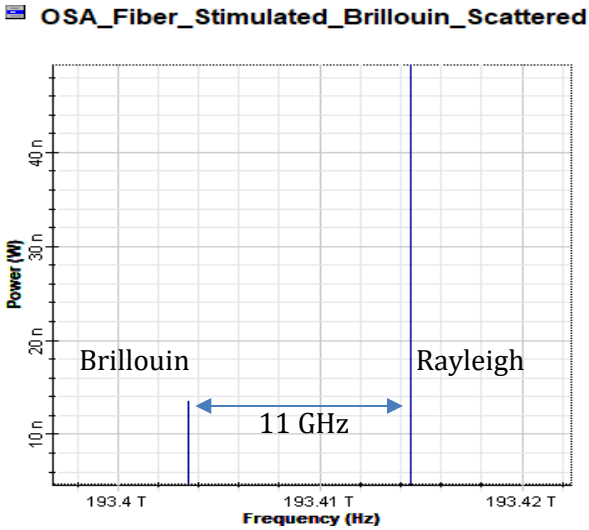


Şekil 6. Lazer kaynağın optik spektrumu

Confidential C



Şekil 7. Zaman domeninde modüle edilmiş giriş sinyali

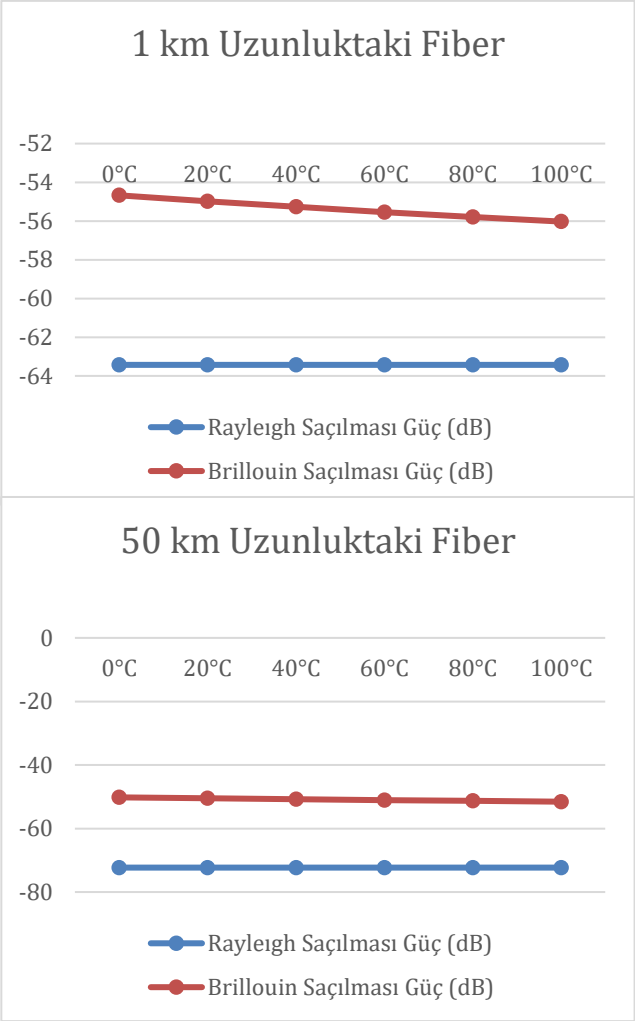


Şekil 8. Rayleigh ve Brillouin saçılmaları

OptiSystem programında devre elemanları seçilirken; Şekil 6 ve Şekil 8'deki görüntüleri elde etmek için OSA (Optical Spectrum Analyzer), Şekil 7' deki görüntüyü elde etmek için ise OTDV (Optical Time Domain Visualizer) kullanılmıştır.

5 Analiz

Şekil 9'da OptiSystem programı ile oluşturulan simülasyondaki devreden alınan sonuçlar verilmiştir. Rayleigh ve Brillouin saçılmalarının güçlerinin sıcaklıkla 1 km ve 50 km'lik fiberde gösterdiği değişimler grafikler ile gösterilmektedir. Güç değerleri dB, değişken sıcaklık değerleri °C cinsinden verilmiştir. Brillouin ve Rayleigh saçılmalarının güçleri kayıp olarak değerlendirildiğinden negatif işaret (-) ile gösterilmektedir.



Şekil 9. Rayleigh ve Brillouin saçılmalarının güçlerinin sıcaklıkla 1 km ve 50 km'lik fiberde değişimi

1550 nm (~193.414 THz) dalga boyundaki lazer kaynaktan gönderilen ışığın elastik Rayleigh saçılmasıyla aynı frekansta ve dalga boyunda geri yansıdığı görülürken elastik olmayan Brillouin saçılmasının Rayleigh saçılmasından frekans spektrumunda yaklaşık olarak 11 GHz uzaklıkta geri yansıdığı Şekil 8' de gösterilmektedir. Ayrıca kayıpların büyük bir kısmını oluşturan ve fiberin tümü boyunca var olan Rayleigh saçılmasının gücünün Brillouin saçılmasına oranla daha yüksek değerde olduğu görülmektedir [18, 19].

6 Sonuç

Sıcaklık değişimine bağlı olarak Brillouin ve Rayleigh saçılmalarının güç değişimleri incelendiğinde, Brillouin saçılmasında sıcaklık duyarlılığının Rayleigh saçılmasına göre daha iyi olduğu görülmektedir. Rayleigh saçılmasının incelenen sıcaklık değerlerinde herhangi bir güç değişimi göstermemesi, sıcaklık ölçümünde Brillouin saçılmasının kullanılmasının daha doğru

Confidential C

olacağını göstermektedir. Brillouin bileşenleri Rayleigh bileşeninden yaklaşık 11 GHz frekans farkı ile ayrılmaktadır. Brillouin işaretlerin Rayleigh işaretten ayrılma kolaylığı, dağınık fiber optik yöntemiyle sıcaklık algılamada tercih edilmesine neden olmaktadır. Ayrıca değişen fiber uzunlukları incelediğinde Rayleigh saçılma kayıp gücünün artırılan fiber uzunluğuyla doğrusal olarak arttığı görülmektedir. Rayleigh saçılmasının aksine, diğer bir kayıp olan Brillouin saçılmasının gücünde fiber uzunluğuna bağlı olarak artış görülmemiştir. Bu özelliğiyle de uzun mesafelerde dağınık fiber optik sensörlerle sıcaklık algılamada Brillouin saçılmasının tercih edilmesinin gerektiği görülmektedir.

Optik fiberin getirdiği avantajların başında uzun mesafelerde daha hassas ölçümler yapabilmesi vardır. Kilometreleri bulan raylı sistemler, tüneller ve otoyollar için sıcaklık algılaması yapabilmek klasik sistemlerle oldukça zordur. Fiber optik algılama sistemlerinde özellikle sıcaklık ve gerinim gibi parametrelerle ilgili uzun mesafelerde ölçümlerin daha doğru yapılabilmesi için Brillouin saçılması gibi hassas ölçümler yapılabilen prensipler kullanılmaktadır. Brillouin saçılması tabanlı dağınık sıcaklık algılama sistemleri kablo kanalları, raylı tüneller, konveyörler, hava araçları gibi daha birçok alanda kullanılmaktadır.

Kaynaklar

[1] Karaman İ., Hatipoğlu A., Günaydın A.C., Fidanboylu K. "Dağınık Fiber Optik Sensör Türleri ve Sistemleri". *EEMKON 2019*, *Elektrik-Elektronik Mühendisliği Konferansı*, İstanbul, Türkiye, 2019.

[2] Hartog, A. "An Introduction to Distributed Optical Fibre Sensors". Boca Raton, FL, USA, CRC Press, 2017.

[3] Rajan, G. "Optical Fiber Sensors: Advanced Techniques and Applications". Boca Raton, FL, USA, CRC Press, 2015.

[4] López-Higuera J." Fiber Optic Sensors in Structural Health Monitoring ". Invited Tutorial, to be published in JLT, 2011.

[5] Haneef, S.; Yang, Z., Thévenaz, L., Venkitesh, D., Srinivasan, B. "Performance Analysis Of Frequency Shift Estimation Techniques in Brillouin Distributed Fiber Sensors". 26, 14661–14677. Optics Express, 2018.

[6] Bolognini, G.; Hartog, A. "Raman-Based Fibre Sensors: Trends and Applications". 19, 678–688, 2013.

[7] Günday, A., Yılmaz, G. ve Karlık, S. E., "Optik Fiberli Dağınık Algılama Yöntemiyle Enerji Kablosunda Sıcaklık ve Gerginliğin Algılanması". *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, Cilt 12, Sayı 2, 43-52, Bursa, Türkiye 2007.

[8] Özsoy, S., "Fiber Optik". İstanbul, Türkiye, Birsen Yayınevi. 2009.

[9] Yücel M., Göktaş H.H., Yücel M., Öztürk N.F. "Brıllouin Saçılması Tabanlı Fiber Optik Algılama". *IEEE 22nd Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU)*, Trabzon, Türkiye, 23-25 Nisan 2014.

[10] Bao X., Chen L. "Recent Progress in Distributed Fiber Optic Sensors, sensors". 12, 8601-8639, 2012.

[11] Guang-yong X, Jian-ping Y, KunjunZ, Wen M. "Monitoring Data Processing Of Distributed Optical Fiber Temperature Sensor Based On Multiwavelet". *Proceedings of the International Workshop on Education Technology and Training & International Workshop on Geoscience and Remote Sensing*. pp. 203-206. 2008.

[12] Barrias, A.; Casas, j., Villalba, R. "A Review of Distributed Optical Fiber Sensors for Civil Engineering Applications, Sensors". 16, 748, 2016.

[13] Günday, A., Yılmaz, G. ve Karlık, S. E., "Landau-Placzek Oranını Temel Alan Optik Fiberli Dağınık Algılamada Brillouin ve Rayleigh Saçılma Katsayılarının Gerginlikle Değişiminin Analizi". *ELECO '2012 Elektrik- Elektronik ve Bilgisayar Mühendisliği Sempozyumu,* Bursa, Türkiye, 2012.

[14] Optiwave, OptiSystem 17.0 Component Library. 2019.

[15] De Souza, K. R. C. P., "Fiber Optic Distributed Sensing Based On Spontaneous Brillouin Scattering". PhD Dissertation, University of Southampton, 1999.

[16] Culshaw B, Kersey A. "Fiber-Optic Sensing: A Historical Perspective". *Journal of Lightwave Technology*, 26: 1064-1078. 2008.

[17] Mejia Quintero, S.M., Guedes Valente, L.C., de Paula Gomes, M.S., Gomes da Silva, H., Caroli de Souza, B., Morikawa, S.R.K. "All-Fiber CO2 Sensor Using Hollow Core PCF Operating in the 2 μm Region". Sensors, 18, 4393. 2018.

[18] Boyd, R. "Nonlinear Optics". 3rd ed.; Academic Press: Rochester, NY, USA, 2008.

[19] Froggatt, M. E., Gifford, D.K., Kreger, S.T., Wolfe, M.S., and Soller, B. J. "Distributed Strain And Temperature Discrimination İn Unaltered Polarization Maintaining Fiber". *Optical Fiber Sensors Conference*, Cancun, Mexico. 2006.

Confidential C

Izgara Tabanlı Fiber Optik Sensörlerin Farklı Apodizasyon Türlerinde Optigrating Kullanılarak Sıcaklık Analizinin Yapılması

Halil İbrahim ÖZKAN[1,3], Nail Buğra KILIÇ[1], Erhan GÜL[1,2], Uğur GÖZGÖZ[1,2], İsmail KARAMAN[1,2]

[1]Türk Havacılık ve Uzay Sanayii A.Ş., Uludağ Üniversitesi Ar-Ge Merkezi, Bursa, Türkiye
[2]Bursa Uludağ Üniversitesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği, Bursa, Türkiye
[3]Bursa Teknik Üniversitesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği, Bursa, Türkiye

Özet

Teknolojinin gelişmesiyle birlikte, fiber optik haberleşme sistemleri alanındaki çalışmalar fiber optik sensör çeşitlerinin gelişimini de beraberinde getirmektedir. Fiber optik sensörlerin sahip olduğu avantajlar sayesinde, diğer sensör gruplarına kıyasla daha iyi performans göstererek hassas ve doğru ölçümlerin yapılması sağlanmaktadır. Fiber optik sensör çeşitlerinden biri olan Fiber Bragg Izgaraların (FBG) çalışma prensibi, çevresel koşullara bağlı olarak fiber içerisinde ilerleyen ışığın belirli bir kısmının ızgaralar tarafından geri yansıtılmasına dayanmaktadır. Bu bildiride, optik bir filtre görevi gören ızgara tabanlı fiber optik sensörlerin sıcaklığa bağlı olarak değişen yansıma spektrumları incelenmiştir. Bu incelemenin yapılması için OptiGrating programı kullanılarak FBG'ler tasarlanmıştır. Tasarlanan bu FBG'ler, OptiSystem programı kullanılarak yansıma spektrumunda meydana gelen merkez dalga boyundaki kaymalar incelenmiştir. Ayrıca, farklı apodizasyon yöntemleri kullanılarak FBG'nin yansıma spektrumuna olan etkileri ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: *Fiber Optik Sensörler, Fiber Bragg Izgara, Apodizasyon, OptiGrating, OptiSystem*

Temperature Analysis of Grating Based Fiber Optic Sensors Using Optigrating in Different Apodization Types

Abstract

Studies in the field of fiber optic communication systems also bring the development of fiber optic sensor types with the development of technology. Thanks to the advantages of fiber optic sensors, it provides better performance compared to other sensor groups, enabling sensitive and accurate measurements. The working principle of Fiber Bragg Grating (FBG), which is one of the fiber optic sensor types, is based on back-reflected a certain part of the light moving in the fiber by the gratings depending on the environmental conditions. In this study, the reflection spectra of the grating-based fiber optic sensors, which serve as an optical filter, varying depend on the temperature were investigated. FBGs were designed using OptiGrating program to conduct this review. These designed FBGs were examined using the OptiSystem program to investigate shifts in the central wavelength that occur in the reflection spectrum. In addition, the effects of FBG on the reflection spectrum have been revealed by using different apodization methods.

Keywords: *Fiber Optic Sensors, Fiber Bragg Grating, Apodization, OptiGrating, OptiSystem*

*Corresponding author e-mail:
halilibrahimozkan1998@hotmail.com

Confidential C

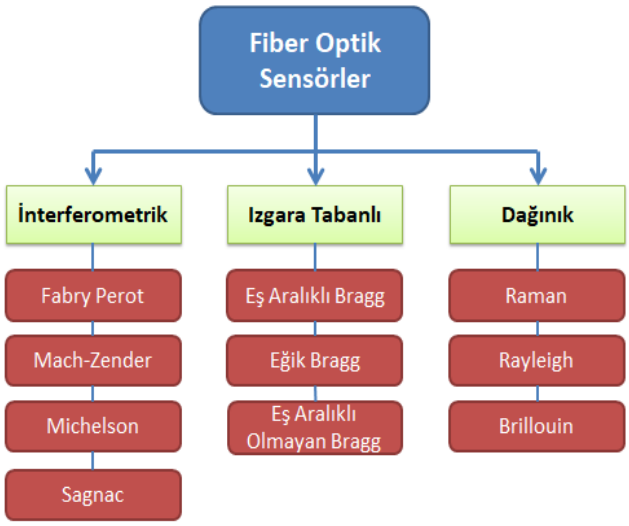
1 Giriş

Günlük hayatta teknolojinin gelişmesiyle birlikte sektörlerde ilerleme katedilmiş ve buna paralel olarak da yapılan yenilikler, birçok alanda iyileştirmelere olanak sağlamıştır. Özellikle fiber optik teknolojisinde yapılan gelişmeler otomotiv, inşaat, havacılık, haberleşme, savunma vb. alanlardaki faaliyetlere önemli ölçüde destek sağlayarak daha hızlı ilerlemesine katkıda bulunmuş ve fiber optik sensörlerin kullanımını yaygınlaştırmıştır. Dünya üzerinde bilinen en yüksek hız ışık hızıdır. Bunun sonucu olarak çevresel koşullar(sıcaklık, gerinim, basınç vb.) üzerinden elde edilen verilerin yüksek hızlarda iletilmesi için ışıktan yararlanılmaktadır [1].

Diğer bir ölçüt ise verilerin hassas ve doğru bir şekilde ölçülmesidir. İstenilen bu ölçüm, ışığın karekteristik özelliklerini inceleyerek elde etmek mümkündür. Optik fibere uygulanan ışığın sahip olduğu karekteristik özellikler, çevresel koşulların fiber optik kablo üzerindeki etkileri sonucunda değişmektedir. Bu değişimlerin fiber optik sensörler ile analizi durumunda, dış etki parametrelerinin nicel değerleri tespit edilebilir [2].

Işığın fiber içerisindeki ilerleme sürecinde, dalga kılavuzu görevinde bulunan özün gerçek koşullar altında ideal olmamasından dolayı lineer ve lineer olmayan saçılmalar meydana gelmektedir. Bu durum sonucunda saçılmalardaki etkiyi inceleyebilmek amacıyla fiber optik sensör sistemlerinde Brillouin, Rayleigh ve Raman saçılmaları kullanılmakta olup saçılma temeline dayanan bu fiber optik sensör tipleri, dağıtık tabanlı fiber optik sensör olarak sınıflandırılmaktadır. Bu sensörler sayesinde elde edilen veri analizleri sonucunda, çevresel durum koşullarının nicel verilerini elde etmek mümkün olmaktadır [3]. Diğer bir sensör grubu ise interferometrik sensörlerdir. Fiberdeki ışıkta, çevresel etkiler sonucunda faz farkları meydana gelir. Oluşan faz farkları analiz edilerek dış faktör parametrelerinin(sıcaklık, gerinim, basınç vb.) hesaplanması interferometrik sensörler tarafından sağlanır. Michelson, Mach-Zehnder, Fabry-Perot ve Sagnac olmak üzere 4 çeşit interferometreden oluşan bu sensörler yüksek hassasiyete sahiptir [4].

Fiber optik sensörlerin alt sınıfında bulunan diğer bir sensör çeşidi ise FBG sensörlerdir. Fiber içinde bulunan ışığın karekteristik özellikleri, çevresel koşullar tarafından değişime uğratıldığı için iç etkileşimli sensör tiplerindendir. FBG sensörler, fiber optiğin özünde ilerleyen ışığın belirli bir kısmını ızgaralardan geri yansıtır. Çevresel faktörlerin değişimleri sonucunda, fiber içerisindeki ızgara periyodu ve kırılma indisi parametreleri değişmektedir. Bunun sonucunda yansıma spektrumundaki bragg dalga boyu değişmektedir. Bragg dalga boyundaki bu değişimlerin analiz edilmesiyle ortam koşullarının nicel verileri elde edilebilmektedir [5].



Şekil 1. Fiber optik sensörlerin sınıflandırılması

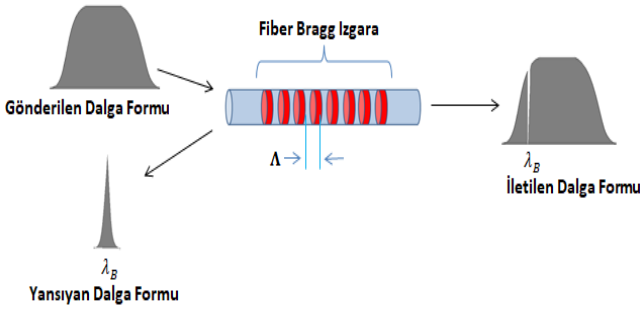
Fiber optik sensörler, gerilim tabanlı sensörler ile kıyaslandığında tercih edilme nedenleri daha çok görünür hale gelmektedir. Hızlı ve yüksek bilgi taşıma kapasitesine sahip olan fiber optik sensörler ayrıca elektromanyetik girişimlerden etkilenmediği için güvenilir bir ölçüm yapılmasına olanak sağlamaktadır. Dış verileri yüksek hassasiyet ile ölçebilen bu sensörler basit yapılarının yanı sıra hafif ve küçük boyutlarda olmasının sağladığı avantajlardan dolayı malzeme içine gömülerek genel sistem ile tam entegrasyonlu çalışabilmektedir [6, 7].

2 FBG Teorisi

Temel yapı taşı olan ızgaraların oluşma süreci, fiber optiğe uygulanan ultraviyole ışığın fiberdeki kırılma indisini değiştirmesi sonucunda ortaya çıkmaktadır. Izgara tabanlı fiber optik sensörler temelinde, çevresel koşullara bağlı olarak fiber içerisinde ilerleyen ışığın belirli bir kısmının ızgaralar tarafından geri yansıtılması prensibine dayanır. Yansıtılan kısım analiz edilerek ortam parametreleri elde edilir. FBG sensörler fiber içerisindeki yol alan ışığın bir kısmının geçmesine olanak sağlarken bir kısmını da ızgaralar üzerinden geri yansıtmaktadır. En yüksek yansıma ise ışığın

Confidential C

Bragg koşulu ile adlandırılan dalga boyunda olmaktadır. Çevresel etkiler FBG'deki ızgara periyotlarını ve fiberdeki efektif kırılma indisinin değişimine yol açmaktadır. Ortaya çıkan bu değişimler sonucunda daha önce yansıyan ışıktaki dalga boyunun, son durumdaki yansıyan dalga boyuyla karşılaştırılması sonucunda ötelenmeler gözlemlenmektedir. Bu durum sonucundaki elde edilen veriler doğrultusunda Bragg dalga boyunun, ızgaranın periyodu ve efektif kırılma indisine bağlı olduğu tespit edilmiştir [8].



Şekil 2. FBG sensörlerin çalışma prensibi

$$\lambda_B = 2n_{eff}\Lambda \qquad (1)$$

n_{eff} :Efektif kırılma indisini,

Λ :Izgara periyodunu göstermektedir

formülize edilen bragg dalga boyu ifadesi efektif kırılma indisi ve ızgara periyodu ile lineer bağımlılık göstermektedir.

Çevresel durum koşulları olan sıcaklık ve gerinimin Bragg dalga boyuna etkileri sonucundaki değişimlerin analiz edilmesi ile

$$\Delta\lambda_B = \lambda_B(1-\rho_\alpha)\Delta\varepsilon + \lambda_B(\alpha+\xi)\Delta T \qquad (2)$$

bağıntısına ulaşılmaktadır.

ρ_α:fotoelastik katsayıyı,

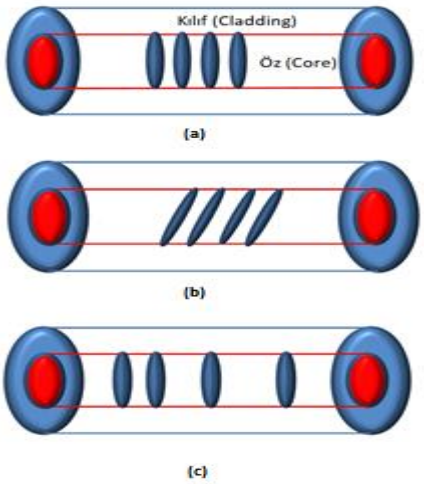
α:termal genleşme katsayısını,

ξ:termo-optik katsayıyı,

$\Delta\varepsilon$:gerinimdeki değişimi,

ΔT:sıcaklık değişimi olmak üzere,

şeklinde modellenmektedir [9, 10, 11]. Izgara çeşitleri 3 farklı yapıda oluşmakta olup, eş aralıklı, eğilmiş ve eş aralıklı olmayan şeklinde sınıflandırılmaktadır [11].



Şekil 3. (a) Eş aralıklı, (b) eğilmiş ve (c) eş aralıklı olmayan FBG sensörler

3 Kuple mod teorisi

Işık fiber içerisinde ilerlerken ızgaralarla etkileşimi sonucunda, yansıyan ve yoluna devam eden modları arasında bir bağıntı vardır. Bu modların genliği, hareket yönü doğrultusundaki eksene bağlı olarak bulunduğu konuma göre değişmektedir. Çevresel etkiler sonucunda kırılma indisinde ve ızgara periyodundaki değişikliklerin periyodik olarak değişim gösterdiği göz önüne alınmasıyla birlikte yansıyan gücün dalga boyuna olan ilişkisi analiz edilmektedir [12].

Temeli Maxwell denklemlerine dayanan bu ifade,

$$\nabla^2\overline{E} = \mu_0\epsilon_0\frac{\partial^2\overline{E}}{\partial t^2} + \mu_0\frac{\partial^2\overline{P}}{\partial t^2} \qquad (3)$$

biçiminde tanımlanır. Burada E elektrik alan ve P ise polarizasyondur. İdeal olmayan optik sistemlerde kuple mod çözümü için polarizasyon $\overline{P}_{unper}$ ve $\overline{P}_{pert}$ olmak üzere iki bölüme ayrılmaktadır. Bu durumda kılavuzlu mod için denklem,

$$\nabla^2 E_{\mu t} = \mu_0\epsilon_0\epsilon_r\frac{\partial^2}{\partial t^2}E_{\mu t} + \mu_0\frac{\partial^2}{\partial t^2}P_{pert,\mu} \qquad (4)$$

şeklinde yazılabilir. μ mod numarasıdır. İki farklı mod olan v ve μ için sırasıyla A ve B genliklerine sahip olan denklemler basitleştirilerek,

Confidential C

$$\frac{\partial B_\mu}{\partial z} = ik_{dc}B_\mu + ik_{ac}A_v e^{i[\Delta\beta z - \phi(z)]} \quad (5)$$

İfadesine dönüşür. Burada k_{ac} ve k_{dc} sırasıyala ac ve dc eşleşme katsayılarıdır. Aynı yol izlenerek mod v için,

$$\frac{\partial A_v}{\partial z} = -ik_{dc}A_v + ik_{ac}^* B_\mu e^{i[\Delta\beta z - \phi(z)]} \quad (6)$$

ifadesi yazılabilir. İleri ve geri yönde yayılan sinyaller kuple mod eşitliği olarak,

$$R = A_v e^{-(i/2)[\Delta\beta z - \phi(z)]} \quad (7)$$

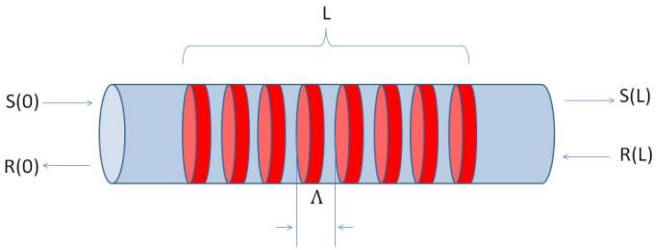
$$S = B_\mu e^{(i/2)[\Delta\beta z - \phi(z)]} \quad (8)$$

Yukarıdaki denklemler için saçılma matrisi kat sayıları kullanılarak transfer matrisi üretilebilir.

$$\frac{dR}{dz} + i\left[k_{dc} + \frac{1}{2}\left(\Delta\beta - \frac{d\phi(z)}{dz}\right)\right]R = -ik_{ac}^* S \quad (9)$$

$$\frac{dS}{dz} - i\left[k_{dc} + \frac{1}{2}\left(\Delta\beta - \frac{d\phi(z)}{dz}\right)\right]S = -ik_{ac}^* R \quad (10)$$

olarak ifade edilir.



Şekil 4. Izgara uzunluğunda sınır koşulları

Saçılma matrisinin belirlenmesi için bazı sınır koşulları tanılanmıştır. $z = 0$, $S(0) = 1$ ve $z = L$, $R(L) = 0$, L burada ızgara uzunluğunu temsil etmektedir.

Sinyaller için transfer matrisi,

$$\begin{bmatrix} S(0) \\ R(0) \end{bmatrix} = [T^1]\begin{bmatrix} S(L) \\ R(L) \end{bmatrix} \quad (11)$$

Sınır koşulları uygulanırsa,

$$\begin{bmatrix} 1 \\ R(0) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} T_{11} & T_{12} \\ T_{21} & T_{22} \end{bmatrix}\begin{bmatrix} S(L) \\ 0 \end{bmatrix} \quad (12)$$

şeklinde tanımlanır.

Izgara birkaç bölüme ayrılabilir. Bu ayrı bölümler için $L = \sum_{i=1}^{N} \delta L_i$ ve transfer matrisi çoğaltılabilir. Izgaranın iletim ve yansıma katsayılarının belirlenmesi için denklem çözümü sonucunda matris eşitliğinden;

$$\begin{bmatrix} 1 \\ R(0) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} T_{11}S(L) \\ T_{21}S(L) \end{bmatrix} \quad (13)$$

$$S(L) = \frac{1}{T_{11}} \quad (14)$$

$$R(0) = \frac{T_{21}}{T_{11}} \quad (15)$$

sonucuna ulaşılır.

$\frac{d\phi}{dz} = 0$ ve $\alpha = 0$'de düzgün ızgara yansıma katsayısı için

$$|R|^2 = \tanh^2(k_{ac}L) \quad (16)$$

denklemi elde edilir.

4 Izgara Tabanlı Fiber Optik Sensör İle Sıcaklık Analizi

Bir sistemin çalışma aşamasında dış etkenlerin göz önünde bulundurulması, sistemin daha verimli çalışmasına olanak tanır. Özellikle havacılık alanındaki araçların(uçak, helikopter vb.) kısmi bölgelerindeki çevresel etken parametrelerin bilinmesine karşılık alınacak önlemler olası sistem hata ve kaza durumlarını önemli ölçüde azaltmaktadır. Izgara tabanlı fiber optik sensörler ile hassas ve doğru bir şekilde verilerin elde edilmesi sağlanarak sistemlerin optimum seviyede çalışmasına yardımcı olur.

FBG'ler dış parametrelere bağlı olarak farklı durumlara göre farklı yansıma spektrumları oluşturur. Özellikle sıcaklık ve gerinime bağlı olarak ortaya çıkan yansıma spektrumlarındaki değişimlerden yola çıkarak bu parametreler hesaplanabilir. İşlevsel bir sisteme, gerinime maruz kalmayacak şekilde entegrasyonu sağlanan FBG'ler ile sıcaklık analizi gerçekleştirmek mümkün olmaktadır. Sadece sıcaklık etkisiyle oluşan bragg dalga boyundaki ötelenmeler

$$\Delta\lambda_B = \lambda_B(\alpha + \xi)\Delta T \quad (17)$$

formülüyle hesaplanabilmektedir.

Confidential C

Burada λ_B bragg dalga boyunu, α termal genleşme katsayısını, ξ termo-optik katsayıyı, ΔT sıcaklık değişimini göstermektedir [9, 10, 11].

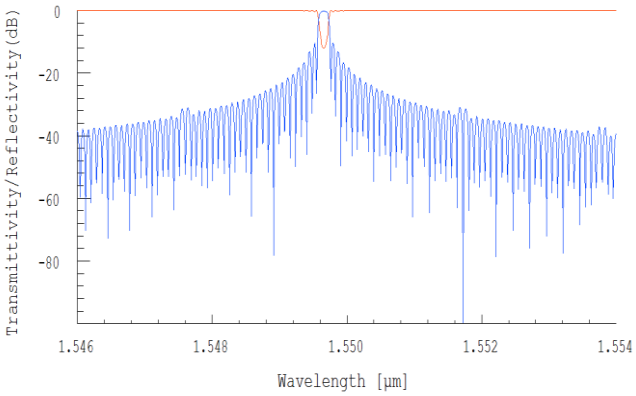
4.1 OptiGrating FBG tasarım

OptiGrating programı ile FBG'lerin tasarımı yapılırken belirli kriterler üzerinden değerlendirmeler alınarak amaca uygunluğu ön planda tutulmuştur. Izgaralardan yansıyan dalga formları birbirine eklenerek güçlü bir yansıma oluşturduğu gibi ardışık durumları da beraberinde getirmektedir. Bunlar; yan loblar ve bant genişliğidir. Fiber optik sensör uygulamalarında, yansıma spektrumlarındaki ana lobun (bragg bölgesi) yüksek şiddette olmasının yanı sıra düşük yan loblara ve dar bant genişliğine sahip olması bragg yansımasındaki değişimin hassas ve doğru bir şekilde ölçülmesinde önem bir yer tutar. Yüksek yan loblara ve geniş bant genişliğine sahip yansıma spektrumlarında ana lobu ayırt etmek ölçüm hassasiyetini ve doğruluğunu azaltır [13].

Tablo 1. Tasarımdaki parametreler

Parametreler	Değerler
Core (öz)	5 μm
Cladding	50 μm
Core İndisi	1.46
Cladding İndisi	1.45
Izgara Profili	Rectangle
Izgara Uzunluğu	10 mm
İndex Modülasyonu	0.0001
Izgara Periyodu	0.53185286 μm
Merkez Dalgaboyu	1550 nm
Termal Genleşme Katsayısı	5.5e-007
Termo-Optik Katsayı	8.3e-006

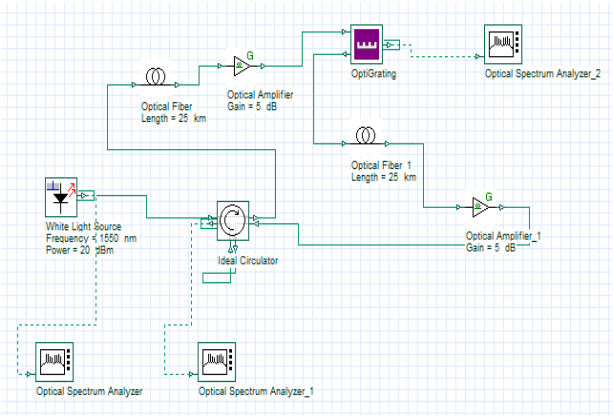
Izgara uzunluğunun 10mm seçilmesindeki temel nedenlerden biri ızgara uzunluğu arttıkça bragg bölgesindeki yansımanın artması ve bant genişliğinin azalmasıdır. Buna karşın yan loblarda da artış gözlenmesi dezavantaj olarak nitelendirilebilir. Izgaraların oluşturulmasını sağlayan index modülasyonunun 0.0001 olarak alınması ise yan lobların düşük ve bant genişliğinin dar olması amacıyla seçilmiştir. Buna karşın bu modülasyon değeri bragg bölgesindeki yansımayı olumsuz yönde etkilemektedir. Izgara profili olarak sinüzoidal yerine dikdörtgen ızgara profili tercih edilmiştir. Bu seçimin temel sebebi dikdörtgen ızgara profilinin bragg bölgesinde daha yüksek seviyede yansıtıcılığa sahip olmasıdır. Olumsuz yönü ise yan lobun seviyesini ve bant genişliğini arttırmaktadır [12, 13].



Şekil 5. OptiGrating yansıma spektrumlarında dalgaboyu

4.2 OptiSystem ile sıcaklık analizi

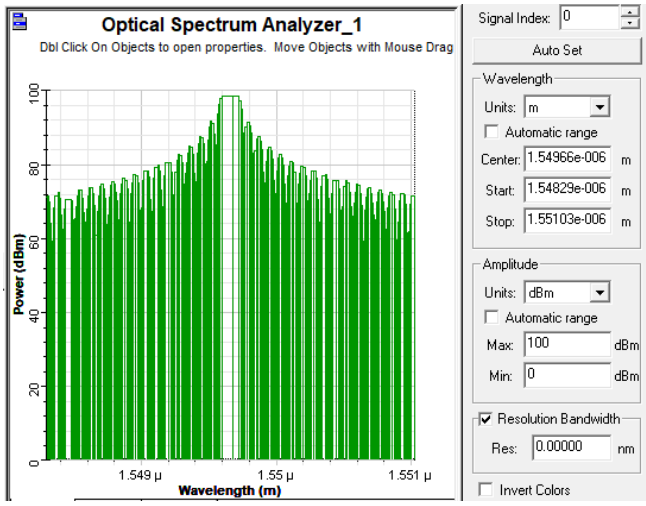
OptiGrating ile tasarlanan FBG'ler OptiSystem'e aktarılarak analizler gerçekleştirildi. Kullanılan yapı modellemesinde 1550 nm dalga boyunda beyaz ışık kaynağı kullanıldı. Dalga kılavuzu olan optik fiber 0.2 dB/km güç kaybıyla 25 km olarak, ışığın gidiş yolu ve yansımadan oluşan spekturumu elde etmek üzere 2 farklı yerde görev almaktadır. Bunların yanısıra optik fiberdeki güç kayıplarını dengelemek amacıyla gücü 5 dB kazanca sahip olan 2 adet optik yükseltici eklenmiştir. Yansıma spektrumlarını gözlemleyebilmek için komponent kütüphanesinden optical spectrum analyzer eklenerek simulasyonlar gerçekleştirilmiş oldu.



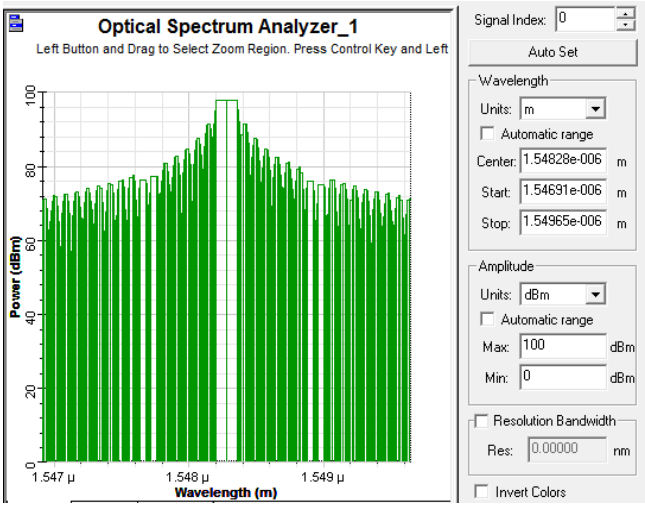
Şekil 6. Devre yapısının OptiSystem programında modellenmesi

Sisteme uygulanan 0°C sonucunda yansıma spektrumundaki bragg dalga boyunun 1549.66 nm olduğu gözlemlenmiştir. -100°C sonucunda ise 1548.28 olduğu kaydedilmiştir.

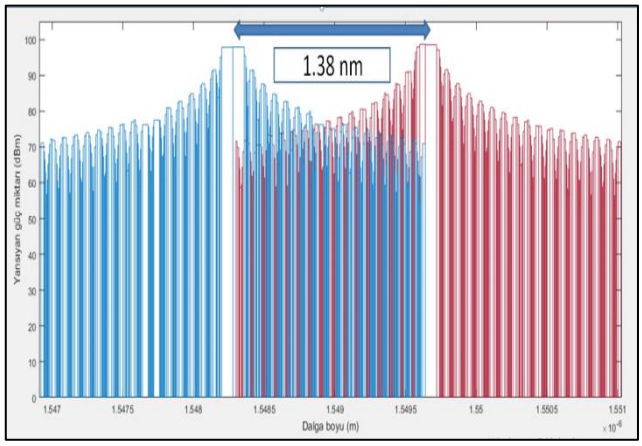
Confidential C



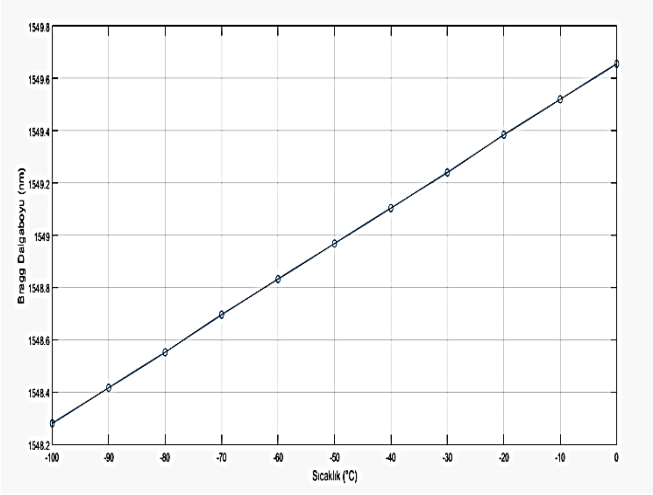
Şekil 7. OptiSystem programında 0 °C sıcaklıktaki yansıma spektrumu



Şekil 8. OptiSystem programında -100 °C sıcaklıktaki yansıma spektrumu



Şekil 9. OptiSystem programında -100 °C ve 0 °C sıcaklıkta meydana gelen yansıma spektrumları



Şekil 10. -100 °C ve 0 °C sıcaklık arası Bragg dalgaboyu değişimi

Simülasyon sonuçları incelemesinde -100 °C ile 0 °C arasındaki yansıma spektrumlarındaki Bragg dalga boyu farkı 1.38 nm olup, yaklaşık olarak 13.8 pm/°C hassaslığa sahip olduğu gözlemlenmiştir.

5 Apodizasyonun yansıma spektrumuna olan etkileri

Yapılan simülasyon çalışmalarındaki analizler sonucunda sıcaklık ölçümleri ortaya konmuştur. Bu ölçümlerdeki yansıma spektrumları ele alındığında yan loblardaki şiddet seviyeleri sensör algılamasının hassasiyetini azaltarak doğru olmayan veri sonuçları oluşturabilir. Bu nedenle yansıyan yan lob seviyesindeki şiddet miktarlarını azaltmak için apodizasyon teknikleri uygulanmaktadır. Buna karşın uygulanan farklı apodizasyon tiplerine göre bragg dalga boyundaki yansımada da azalma gözlenmektedir. Bu yüzden uygun apodizasyon seçimi yapılırken bragg dalga boyundaki şiddet azalımı da dikkate alınmalıdır [14].

5.1 Apodizasyon

Öz içerisinde ilerlemekte olan ışık fiber boyunca uniform (apodizasyon olmadan) profilde periyodik değişimli olan bir kırınım indisiyle karşılaşır. Apodizasyon tekniklerinde ise bu kırınım indisi değişiminin ızgara merkezinden başlanarak kenarlara doğru azaltılması amaçlanır. Apodize edilmiş kırınım indis profili ifadesi;

$$n(z) = n_{co} + \Delta n_o A(z) n_d(z) \qquad (18)$$

şeklinde ifade edilir. Burada n_{co} core kırınım indisi, Δn_o maksimum indis değişimi, $n_d(z)$ indis değişim fonksiyonu, $A(z)$ apodizasyon fonksiyonunu temsil

Confidential C

etmektedir [15,16]. İncelen apodizasyon fonksiyonları ise L ızgara uzunluğu olmak üzere;

1- Uniform:

$$A(z) = 1, \qquad 0 \le z \le L \tag{19}$$

2-Hamming:

$$A(z) = 0.54 - 0.46\cos\left(\frac{2\pi z}{L}\right), \quad 0 \le z \le L \tag{20}$$

3-Proposed:

$$A(z)=\left(\cos\left(\frac{2z}{L}-1\right)\right)^8, \quad 0 \le z \le L \tag{21}$$

4-Raised Sine:

$$A(z)=\frac{1}{2}\left(\sin\left(\frac{\pi z}{L}\right)\right)^2, \quad 0 \le z \le L \tag{22}$$

5-Cones:

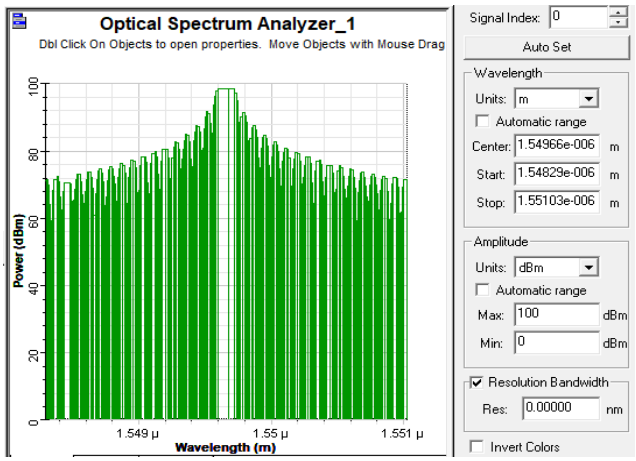
$$A(z)=\left[1-\frac{\left(z-\frac{L}{2}\right)^2}{\left(\frac{L}{2}\right)^2}\right]^2, \qquad 0 \le z \le L \tag{23}$$

6-Barthan:

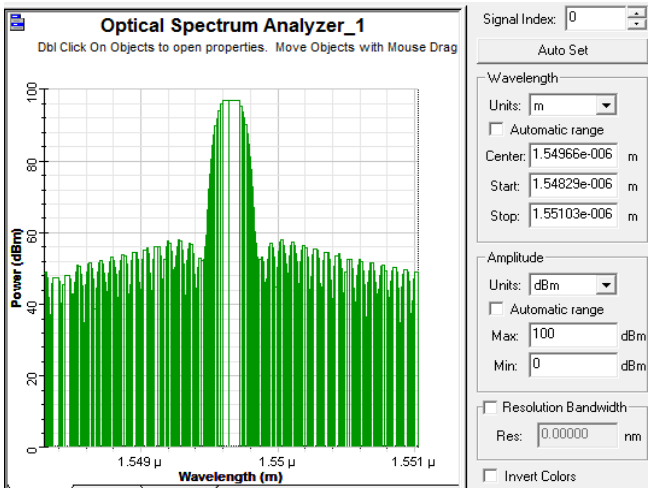
$$A(z)= A(z)=0.62-0.48\left|\frac{z}{L}-0.5\right| +0.38\cos\left(\frac{z}{L}-0.5\right), \qquad 0 \le z \le L \tag{24}$$

5.2 Apodize edilmiş FBG'lerde yansıma spektrumları

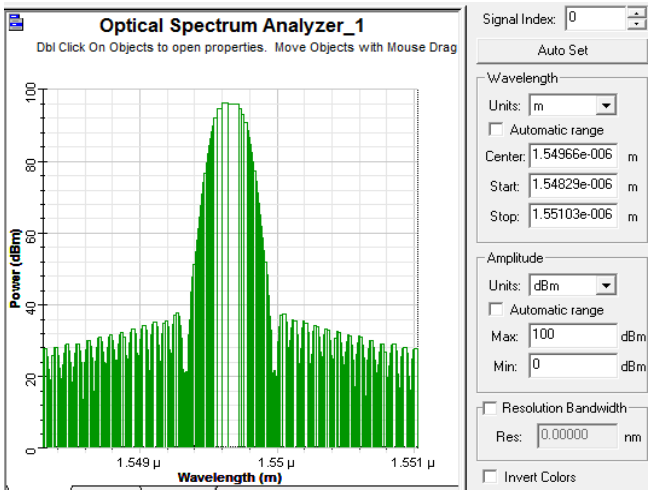
Tasarlanan FBG'lere OptiGrating programı ile belirtilen formüller tanımlanarak farklı apodizasyon işlemleri uygulanmıştır. Sonraki aşamada ise uygulanan apodizasyonlar OptiSystem ortamına aktarılarak optical spectrum analyzer yardımıyla analizleri gerçekleştirilmiştir.



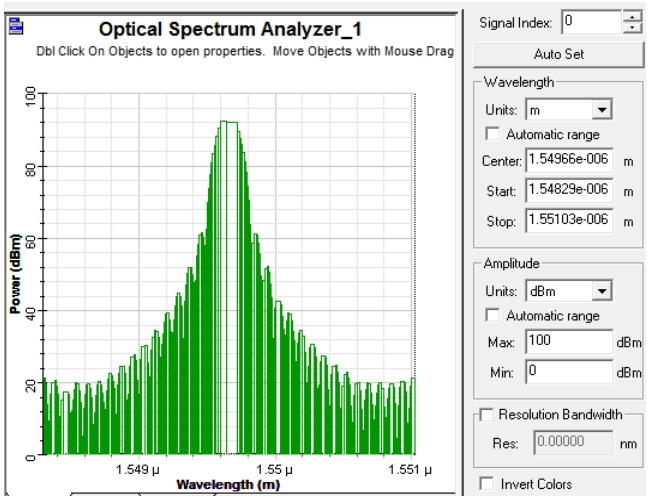
Şekil 11. Uniform yansıma spektrumu



Şekil 12. Hamming apodizasyon yansıma spektrumu

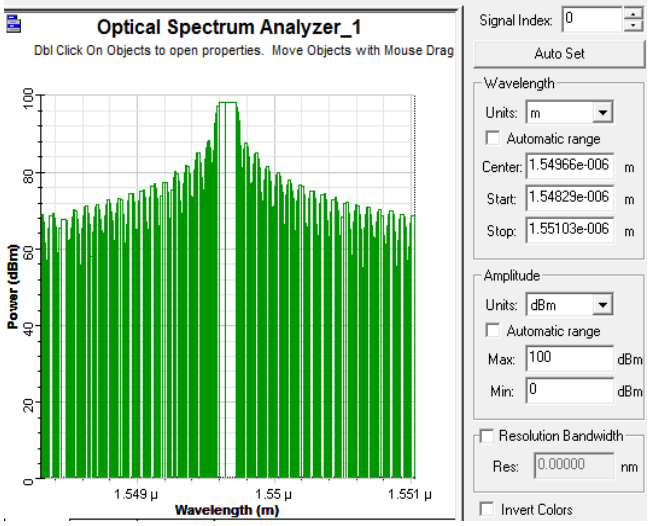


Şekil 13. Proposed apodizasyon yansıma spektrumu

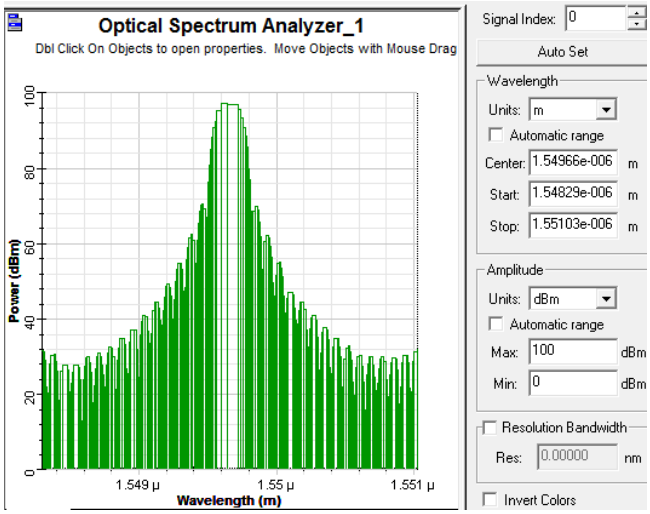


Şekil 14. Raised Sine apodizasyon yansıma spektrumu

Confidential C



Şekil 15. Barthan apodizasyon yansıma spektrumu



Şekil 16. Cones apodizasyon yansıma spektrumu

Elde edilen bu sonuçlara göre spektrumlardaki merkez dalgaboyu, yarışiddet bant genişliği ve yan lob bastırılması verilenmiştir.

Tablo 2. Apodizasyon tiplerine göre veri sonuçları

Apodizasyon Fonksiyonu	Merkez dalgaboyu yansıması(dBm)	Yarışiddet bant genişliği (nm)	Yan lob bastırılması (dBm)
Uniform	98.3483	0.180510	6.46709
Hamming	97.1022	0.180372	39.1589
Proposed	96.1916	0.181482	58.2928
Raised Sine	92.5323	0.160976	30.9647
Barthan	97.8901	0.159828	10.0981
Cones	97.1138	0.181794	26.5128

6 Sonuç

Izgara tabanlı fiber optik sensörler ile yapılan sıcaklık ölçümleri ızgaralardan yansıyan spektrumların analizine dayanmaktadır. Bragg dalga boyundaki değişimler çevresel parametrelerin elde edilmesine olanak tanımaktadır. Yapılan bu çalışmada bragg dalga boyundaki değişimlerin analizi sonucunda sıcaklık ölçüm analizleri gerçekleştirilmiştir. Ölçüm aşamasında hata payının en aza indirilmesi için yansıma spektrumlarında meydana gelen merkez dalgaboyu yansıması, yarışiddet bant genişliği ve yan lobların optimize edilmesi sağlanmıştır. Uniform (apodize edilmemiş) olan profilde merkez dalgaboyu yansımasının apodize edilmiş ızgaralara kıyasla yüksek olmasına karşın yan lobların da yüksek olması ölçüm sonuçlarının doğruluk payını önemli ölçüde etkilemektedir. Simülasyon çalışmalarında apodizasyon tipleri içinde Barthan en yüksek merkez dalgaboyu yansıma seviyesine ve en dar bant genişliğine ulaşmasını sağlamış ancak yan lob seviyelerinin azaltılmasında diğer apodizasyon tiplerine kıyasla yeterli etkinliğe ulaşamamıştır. Raised Sine ise dar bant genişliğine ve düşük seviyede yan loba sahip olmasına karşın merkez dalgaboyu yansıması yönünden etkinliği daha azdır. Cones ile yan loblar seviyesi bastırılmasında diğer tiplere kıyasla ortalama bir oran yakalanmış ayrıca yüksek merkez dalgaboyu yansımasına karşın özellikle bant genişliği açısından diğer tiplere göre verimsiz kalmıştır. Proposed apodizasyon tipi ile en düşük seviye yan lob elde edilmesinin yanı sıra merkez dalgaboyu yansıması ile birlikte bant genişliği de diğer tiplere göre ortalamanın üzerindedir. Hamming ile elde edilen yüksek merkez dalgaboyu yansımasına sahip olmasına rağmen yan lob seviyesi proposed ile kıyaslandığına yukarıda kalmıştır.

Elde edilen bu veriler doğrultusunda, Raised Sine apodizasyonu uygulanan FBGlerde, düşük seviyede yan loblara sahip olmasının yanısıra, yarışiddet bant genişliğinin de dar olduğu görülmüştür. Bu sayede daha fazla ölçüm sonucu elde edebilmek için, birim yüzeye daha fazla FBG yerleştirilmesine olanak sağlanmaktadır.

Kaynaklar

[1] Geib D. Multiplexing of Extrinsic Fabry-Perot Optical Fiber Sensors for Strain Measurements. M.S. Thesis, Virginia Polytechnic Institute and State University, 2003.

[2] Jones D. Introduction to Fiber Optics. Naval Education and Training Professional Develeopment and Technology Center, 1998.

[3] Karaman İ., Fidanboylu K., Hatipoğlu A., Günaydın A.C. "Dağınık Fiber Optik Sensör Türleri ve Sistemleri". EEMKON 2019, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Konferansı, İstanbul, Türkiye.

Confidential C

[4] Günaydın A.C., Hatipoğlu A., Fidanboylu K. "Havacılık Sektöründe Fiber Optik Sensör Uygulamaları". X. Ulusal Uçak, Havacılık ve Uzay Mühendisliği Kurultayı 2019, Eskişehir, Türkiye.

[5] Karaman L., Ünverdi N.Ö., "Fiber Bragg Izgara Tabanlı Optik Sensörün Analizi". IV. Ulusal iletişim teknolojileri sempozyumu, Adana, Türkiye

[6] Udd E. "Fiber Optic Smart Structures", Proceedings of IEEE, 84(6), 884–894, 1996.

[7] Hartog A. "An Introduction to Distributed Optical Fibre Sensors". 1st ed. CRC Press: Boca Raton, FL, USA, 2017.

[8] Ramalingam R.K., Neumann H. "Fiber Bragg GratingBased Temperature Distribution Evaluation of Multilayer Insulations Between 300 K–77 K". IEEE Sensors Journal, 11(4), 1095-1100, 2011.

[9] Garcia, J. Zubia, Gaizka Durana, G. Aldabaldetreku, M. A. Illarramendi, J. Villatoro. "Optical Fiber Sensors for Aircraft Structural Health Monitoring". Sensors 15, 15494-15519, 2015.

[10] Mrad N., George Xiao. "Multiplexed Fiber Bragg Gratings For Potential Aerospace Applications". 2005 International Conference on MEMS, NANO and Smart Systems (ICMENS'05), Canada, 2005

[11] SAE International. "Fiber Optic Sensors for Aerospace Applications". AIR6258 Aerospace Information Report, 2015.

[12] Sajal Agarwal, Vivekanand Mishra. "Characterization of fiber Bragg grating for maximum reflectivity based on modulation depth of refractive index". Electronics Engineering Department, S. V. National Institute of Technology, 395007, India, 2014.

[13] Shrikant Maske, P. B. Buchade, A. D. Shaligram. "Characterization of fiber Bragg grating based on grating profile and apodization for sensor applications". Proceedings of the 3rd International Conference on Emerging Technologies: Micro to Nano - Solapur, India, 2017.

[14] Marcelo M. Werneck, Regina C. S. B. Allil, Bessie A. Ribeiro and Fábio V. B. de Nazaré. "A Guide to Fiber Bragg Grating Sensors", 2013.

[15] Sunita P. Ugale, V. Mishra. "Special Issue of International Journal of Computer Applications on Electronics". Information and Communication Engineering – ICEICE, 2011.

[16] Hanan M. El-Gammal, Heba A. Fayed, Ahmed Abdel-Azız, Moustafa H. Aly. "Performance analysis & comparative study of uniform, apodized and pi-phase shifted FBGs for array of high performance temperature sensors". Optoelectronics and Advanced Materials-Rapid Communications. 9. 1251-1259.

Confidential C

Dağınık Fiber Optik Sensörler ile Efektif Alanın Rayleigh Saçılmasına Etkisinin OptiSystem Programı Kullanılarak İncelenmesi

Uğur GÖZGÖZ[1,2], Erhan GÜL[1,2], İsmail KARAMAN[1,2], Halil İbrahim ÖZKAN[1,3], Nail Buğra KILIÇ[1]

[1] Turkish Aviation and Space Industry Inc., Uludağ University R&D Centeri, Bursa, TURKEY
[2]Bursa Uludağ University, Electrical electronics Engineering, Bursa, TURKEY
[3]Bursa Technical University, Electrical electronics Engineering, Bursa, TURKEY

Özet

Fiziksel parametrelerin (sıcaklık, basınç, nem, vb.) tespit ve ölçümünü yaparak algılanan verilerin bilgi toplama mekanizmasına aktarılmasını sağlayan teknolojiye sensör teknolojisi denir. Fiber optik sensörler, bilgiyi ışıkla birlikte diğer sensörlere oranla daha hızlı ve güvenli bir şekilde iletmesi ile kullanım alanları gün geçtikçe artmaktadır. Küçük boyutlara sahip olma, uzak mesafelerden yüksek hassasiyetle veri takibi, elektromanyetik girişimden etkilenmeme gibi özellikler fiber optik sensörleri diğer sensörlerden ayıran en önemli özelliklerdir. Fiber optik sensörlerden biri olan dağınık fiber optik sensörler; optik fiber üzerinde iletilen ve geri saçılan ışık üzerinde oluşan gerinim, sıcaklık vb. gibi parametrelerin algılanmasına ve incelenmesine olanak sağlamaktadır. Rayleigh saçılması gerinim ve sıcaklık gibi özelliklerin fiber optik boyunca tespiti ve takibinde kullanılan bir dağınık fiber optik sensör çeşididir. Rayleigh saçılmasındaki güç değişimlerine etki eden efektif alan enerjinin dağıtıldığı ve etki ettiği alan olarak tanımlanmaktadır. Bu bildiride farklı efektif alan değerlerinin Rayleigh saçılmasına olan etkisi OptiSystem programı kullanılarak analiz edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Fiber Optik Sensörler, Rayleigh Saçılması, Efektif Alan, OptiSystem*

Realization of Temperature Sensing with Distributed Fiber Optic Sensors Using OptiSystem Program

Abstract

The technology that enables the detection and measurement of physical parameters (temperature, pressure, humidity, etc.) to be transferred to the information gathering mechanism is called sensor technology. Fiber optic sensors are increasing their usage areas day by day, by transmitting information with light faster and safer than other sensors. The features such as having small dimensions, tracking data with high sensitivity from long distances, and being unaffected by electromagnetic interference are the most important features that distinguish fiber optic sensors from other sensors. Distributed fiber optic sensors, one of the fiber optic sensors; strain, temperature, etc. generated on the light transmitted and scattered on the optical fiber. It enables the detection and analysis of such parameters. Rayleigh scattering is a type of distributed fiber optic sensor used to detect and track properties such as strain and temperature throughout the fiber optic. The effective area that affects power changes in Rayleigh scattering is defined as the area where energy is distributed and acts. In this paper, the effect of different effective field values on Rayleigh scattering was analyzed using the OptiSystem program.

Keywords: *Fiber Optic Sensors, Rayleigh Scattering, Effective Area, OptiSystem*

*Corresponding author e-mail : ugurgozgoz@gmail.com

1 Giriş

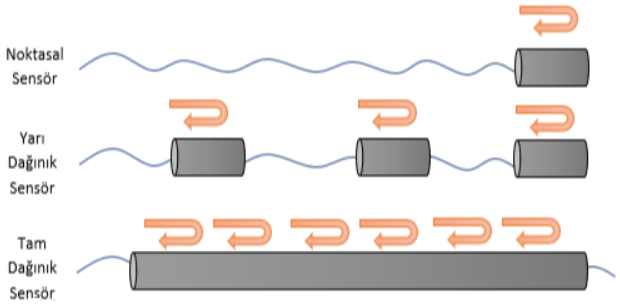
Fiber optik alanında yapılan çalışmalar bu alana olan ilgiyi ve konu hakkındaki araştırmaları oldukça arttırmıştır. Fiziksel büyüklükler (gerinim, sıcaklık vb.) hakkındaki bilgilerin fiber optik teknolojisiyle çok yüksek hızlarda ve verimli bir şekilde iletimi çok büyük avantajlar sağladığı için bu konudaki çalışmalar günümüz teknolojisine ışık tutmaktadır. Optik elemanların gün geçtikçe daha kullanışlı hale gelmesi ve fiber optik teknolojisiyle olan uyumu sonucunda ortaya çıkan fiber optik sensörler daha önce kullanılan sensör çeşitlerine göre daha elverişli bir sistem olmasıyla birlikte günümüz sensör teknolojisine yeni çalışma alanları kazandırmaktadır. Fiber optik sensör teknolojisinin diğer sensör çeşitlerine göre daha kullanışlı ve elverişli olmasının birçok sebebi vardır. Küçük boyutlu olmaları, korozyona karşı yüksek dirençli olmaları, hassaslık seviyesinin yüksek olması, çok uzak mesafelerden algılama özelliği, elektromanyetik girişim sonucunda oluşabilecek bozunmalara imkân vermeme, elverişsiz ortamlarda verimli iletim sağlama, fiziksel özellikleri (basınç, sıcaklık, gerinim, korozyon, güç, vibrasyon vb.) algılama gibi özellikler fiber optik sensörleri diğer sensör çeşitlerinden ayıran en temel özelliklerdir [1-3].

Fiber optik sensörler Şekil 1'de görüldüğü gibi üç farklı gruba ayrılmıştır. Bunlardan biri olan dağınık fiber optik sensörler; optik fiber üzerinde iletilen ve geri saçılan ışık üzerinde oluşan gerinim, sıcaklık vb. gibi parametrelerin algılanmasına ve incelenmesine olanak sağlamaktadır. Sınır güvenliği, barajlar, tüneller, hava araçları, otomotiv, köprüler gibi birçok alanda kullanılan dağınık fiber optik sensörler Şekil 1'de görüldüğü gibi üç temel saçılmadan oluşmaktadır. Bu saçılmalardan biri olan Rayleigh saçılması gerinim ve sıcaklık gibi özelliklerin fiber optik boyunca tespiti ve takibinde kullanılan ve bir saçılma türüdür [2]. Kısa mesafelerde mükemmel çözünürlük elde edilen Rayleigh tabanlı saçılma sistemlerinden biri olan Optik Saçılma Reflektometre (OBR) yüksek hassasiyetli ölçümlerle fiziksel parametrelerin takibini sağlamaktadır [1]. Rayleigh saçılmasındaki güç değişimleri fiber optik üzerindeki birçok özelliğe bağlı olarak değişmekte olup bu özelliklerden biri olan efektif alan enerjinin dağıtıldığı ve etki ettiği alan olarak tanımlanmaktadır. Bu çalışmada OptiSystem programı kullanılarak efektif alan parametresinin Rayleigh saçılmasına olan etkisi incelenecektir.

Şekil 2.Fiber Optik Sensörlerin Sınıflandırılması [4]

2 Dağınık fiber optik sensörler

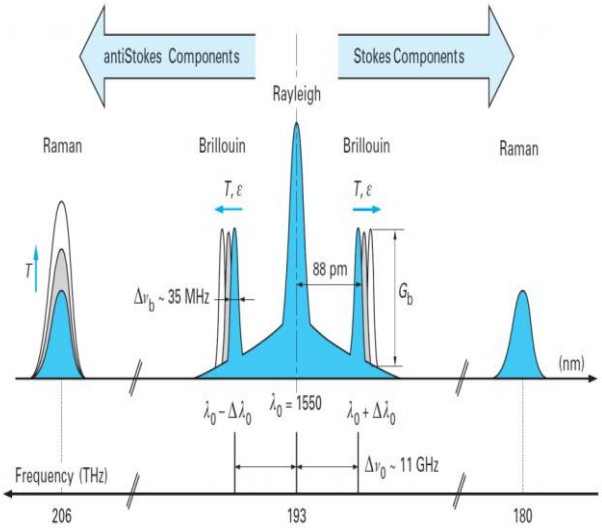
Dağınık fiber optik saçılmalarda kullanılan algılama yöntemi, fiber içerisinde iletilen ve yansıyan ışığın üzerinde oluşan sıcaklık ve gerinim gibi parametrelerin algılandığı yöntemdir. Bu algılama yöntemi Şekil 2'de verildiği gibi üç farklı şekilde gerçekleşmektedir. Noktasal algılama, fiber optik sonundaki sensör aracılığıyla sıcaklık, gerinim vb. gibi değişimlerin takip edilmesini sağlar. Yarı dağınık algılama, belli aralıklarla yerleştirilen fiber optik sensörlerin istenilen parametreleri elde etmesiyle gerçekleşir. Tam dağınık algılama, fiber optik boyunca bilginin devamlı olarak takibini sağlamaktadır. Fiber optik sensörler kullanılmadan önce gerekli veri takibi çok sayıda sensöre ihtiyaç duyularak yapılmaktaydı ancak bu durum maliyetin artmasına ve veri takibinin zorlaşmasına sebep olmuştur [1, 2, 5]. Dağınık fiber optik sensörlerdeki algılama yöntemleri istenilen verinin daha ucuz ve eş zamanlı takibini mümkün kılmaktadır.



Şekil 3.Dağınık Algılama Yöntemleri [1]

Dağınık fiber optik sensörler, elastik ve elastik olmayan saçılma türleri olarak ikiye ayrılmaktadır. Elastik ve elastik olmayan saçılma türleri arasındaki temel farklılık frekans değişiminden

kaynaklanmaktadır. Optik fiberin içerisinde ilerleyen dalga ile optik fiberden yansıyan dalga arasında frekans farkı olmaması elastik saçılmayı, frekans farkı olması elastik olmayan saçılma türünü temsil etmektedir. Brillouin ve Raman saçılmaları elastik olmayan saçılmayı temsil ederken Rayleigh saçılması ise elastik saçılma türünü temsil etmektedir. Şekil 3'de gösterilen frekans spektrumunda Rayleigh saçılmasının Raman saçılmasıyla 13 THz, Brillouin saçılmasıyla 11 GHz frekans farkı oluşturduğu bilinmektedir. Rayleigh ve Brillouin saçılmalarıyla gerinim ve sıcaklık parametrelerinin izlenmesiyle beraber Raman saçılmasıyla sadece sıcaklık parametresi izlenebilmektedir [2, 6].



Şekil 4. Frekans Spektrumu [7]

3 Rayleigh saçılması

Rayleigh saçılması, fiberin içerisinde oluşan ve fiberin her noktasında bulunan elastik bir saçılmadır. Rayleigh saçılma etkisi hem gerinim hem de sıcaklık izleme için kullanılabilir[3]. Fiberin oluşturulması esnasında dalgalanmalardan, düzensizliklerden ve homojen olmayan rastgele yapılardan meydana gelen Rayleigh saçılması optik fiber üzerindeki kaybın büyük bir kısmını oluşturmaktadır. Düzensizliklere bağlı olarak kırılma indisinde çeşitli dalgalanmalar meydana gelmektedir ve bu dalgalanmalara sebep olan değişimlerden biri olan yoğunlukta meydana gelen değişimler kırılma indisi dalgalanmalarını tetiklemektedir. Yoğunluk değişimleri Rayleigh saçılmasında bir zayıflama oluşturmaktadır. Bu zayıflamaya bağlı olarak Rayleigh saçılma katsayısı;

$$\gamma_R = (8\pi^3/3\lambda^4)n^8p^2\beta_c KT_F \qquad (1)$$

denklemiyle ifade edilmektedir. Burada γ_R saçılma katsayısı, λ optik dalga boyu, p ortamın fotoelastik katsayısı, K Boltzman sabiti, β_c izotermal sıkıştırılabilme, n kırılma indisi, T_F ise termal denge sıcaklığıdır [8]. (1) eşitliğinden görüldüğü üzere Rayleigh saçılma katsayısının zayıflaması optik dalga boyunun değeri ile orantılı olarak değişmektedir. Saçılma katsayısına bağlı olarak fiberin iletim kayıp çarpanı (transviti) bulunabilmektedir [9].

$$\mathcal{L} = \exp(-\gamma_R L) \qquad (2)$$

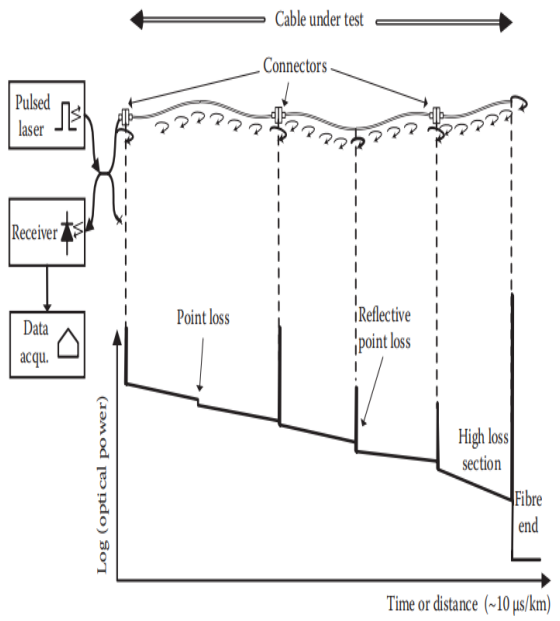
Bu eşitlikte $\mathcal{L}$ iletim kayıp çarpanını, γ_R saçılma katsayısını, L ise optik fiberin uzunluğudur. Bu eşitlikten Rayleigh saçılma kaybı;

$$\alpha_{RS}\left(\frac{dB}{km}\right) = 10log_{10}(\frac{L}{\mathcal{L}}) \qquad (3)$$

(3) denklemindeki gibi tanımlanmaktadır [8, 9]. $\alpha_{RS}\left(\frac{dB}{km}\right)$ km başına oluşan kayıp miktarını desibel ile belirtmektedir. Rayleigh saçılmalı dağınık fiber optik sensörler, sıcaklık ve gerinim izlemelerinde kullanılmaktadır. Rayleigh saçılmasının güç değişimleri sıcaklık ve gerinime bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Sıcaklık etkisini sabit tutup gerinim değerlerini değiştirerek veya gerinim değerlerini sabit tutup sıcaklık değişikliklerini değiştirilerek istenilen parametreler elde edilebilmektedir. Rayleigh saçılması Brillouin saçılmasına göre daha kısa mesafelerde daha etkin çözünürlüklerle analiz yapmaktadır. Brillouin saçılması yaklaşık olarak 200 km uzunluğundaki fiberde analiz yaparken Rayleigh saçılması kısa boylardaki fiberlerde analiz yapmaktadır [10]. Ancak Rayleigh saçılmasının Brillouin saçılmasına göre sıcaklık katsayısı daha düşük olduğundan sıcaklık çözünürlüğü 0.1 ˚C ve gerinim çözünürlüğü 1με değerlerinde hassas ölçümler yapılabilmektedir. Bu çözünürlük değerleri kısa mesafelerde Rayleigh saçılmasının Brillouin saçılmasına göre daha avantajlı olduğunu göstermektedir [1, 4, 7].

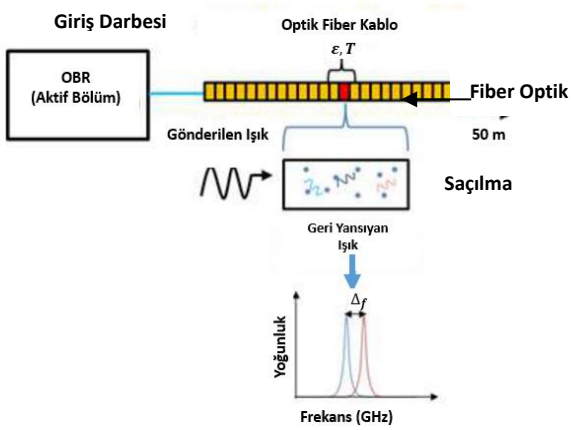
Optik Zaman Alan Reflektrometre (OTDR) ilk kullanılmaya başladığında telekomünikasyon arızası için fiber optik kabloları test etmekteydi [11]. Fiber optik üzerine uygulanan darbenin fiber boyunca yayılmasıyla birlikte geri saçılan ışık miktarını analiz eden Şekil 4'teki OTDR yöntemi, Rayleigh geri saçılmasının yoğunluk değişimini analiz ederek oluşan zayıflamayı göstermektedir. Sinyal bir fotodedektör ile güçlendirilmiş ve daha

sonra sayısallaştırılmış bir elektrik akımına dönüştürülmüştür [2].



Şekil 5. OTDR tabanlı Rayleigh saçılma sistemi ve mesafe zaman grafiği [2]

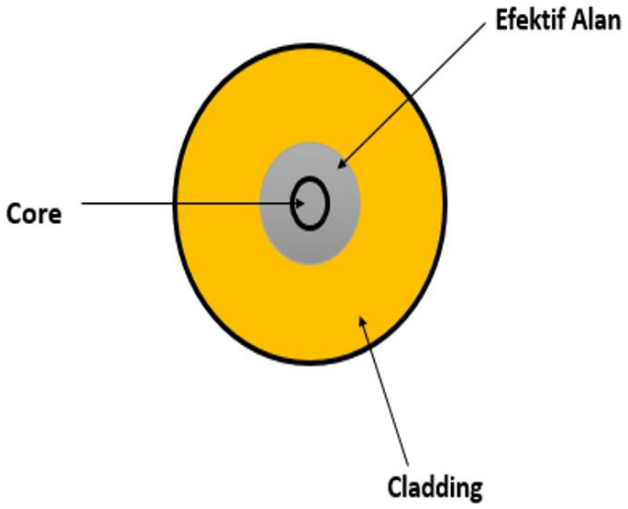
Şekil 5'te görülen Optik Frekans Alan Reflektrometre (OFDR) sisteminin milimetre seviyesindeki uzamsal çözünürlükte ölçüm yapabilmesi ve maliyetinin düşük olması bu OFDR sistemine olan ilginin arttırmıştır. OTDR tabanlı sistemlerin uzamsal çözünürlüğünün yüksek verimli olması için lazer kaynağından çıkan ışığın dar dalga boylu olması gerekmektedir. Bu durum sinyalin zayıflamasına ve fiber optik üzerindeki zayıflamaları görmek için pahalı OTDR sistemleri kullanılmasına yol açmaktadır. Ancak Rayleigh tabanlı OFDR (OBR) sistemlerinin geliştirilmesi bu durumu ortadan kaldırmıştır [1, 2].



Şekil 6. OFDR tabanlı Rayleigh saçılma sistemi (OBR) [12]

4 Efektif alan

Fiber optik sensörler hat üzerindeki zayıflamaların ve kayıpların diğer sensörlere oranla daha düşük olduğu sensör çeşididir. Fiber optik içerisindeki önemli parametrelerden biri de efektif alandır. Efektif alanın değerleri mikro meretebelerindedir ve kullanılan fibere göre değerleri değişiklik gösterebilir. Şekil 6'da görüldüğü gibi core ve cladding bölgelerinin arasında kalan bölgedir [13].



Şekil 7. Efektif Alan Görünümü [14]

Fiberin etki ettiği alan olarak tanımlanan efektif alan (A_{eff});

$$A_{eff} = \frac{2\pi(\int_0^\infty |E(r)|^2 r\, dr)^2}{\int_0^\infty |E(r)|^4 r\, dr} \quad (4)$$

şeklinde tanımlanmaktadır. E(r) yarıçap(r)'daki fiberin yakın alan genliğidir [13, 14].

Doğrusal olmayan efektler optik iletişim cihazlarının yüksek hız ve düşük enerjide çalışması için kullanılan optik parametrelerdendir. Kullanım alanlarına göre değişiklik gösteren bu parametrenin efektif alan ile ilişkisi;

$$\gamma = \frac{n_2 w_0}{c A_{eff}} \quad (5)$$

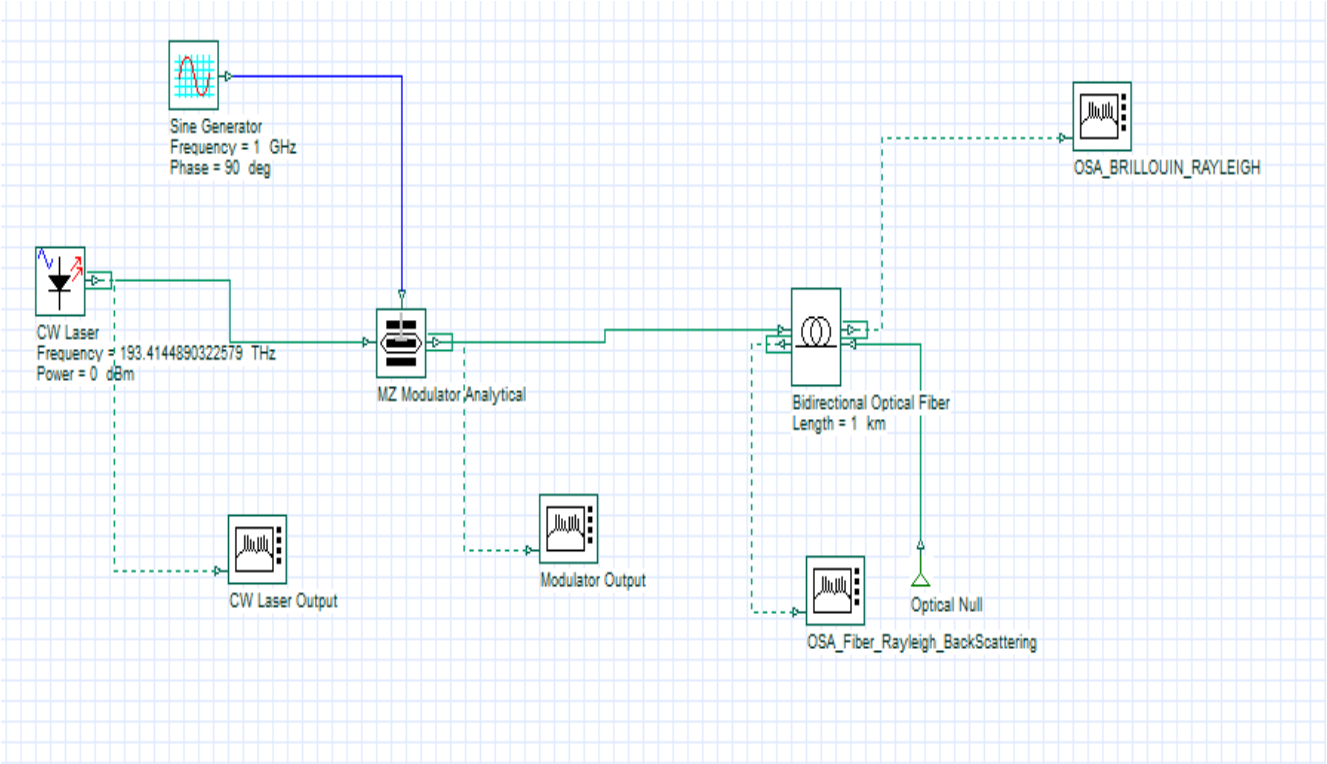
şeklinde tanımlanmaktadır. γ doğrusal olmayan parametre, n_2 kırılma indisidir. Efektif alanın artması doğrusal olmayan parametre değerini azaltmaktadır [13, 15].

5 OptiSystem

Fiber optik sensör sistemlerinin tasarımı ve analizi oldukça karmaşık olduğu için bu ölçümlerin yazılım araçlarıyla yapılması sağlıklı verilerin elde edilmesine olanak sağlamaktadır. Yazılım araçlarından biri olan OptiSystem programı optik bağlantıları tasarlayan ve analiz eden çok işlevli bir simülasyon programıdır. OptiSystem, fiber optik üzerinde yapılan değişikliklerin çeşitli ölçüm yöntemleriyle (OSA, OTDR, Osiloskop vb.) ölçülebilmesini ve analiz edilmesini kolaylaştırmaktadır. Hem optik ölçümler hem de elektriksel ölçümler yapılabilmektedir. Fiber optik içerisindeki parametrelerin (sıcaklık, efektif alan, kırılma indisi vb.) fiber optik hat üzerindeki etkisinin OptiSystem programı kullanılarak incelenmesi fiber optik sensör teknolojisi hakkındaki araştırmaların artmasına olanak sağlamaktadır [16].

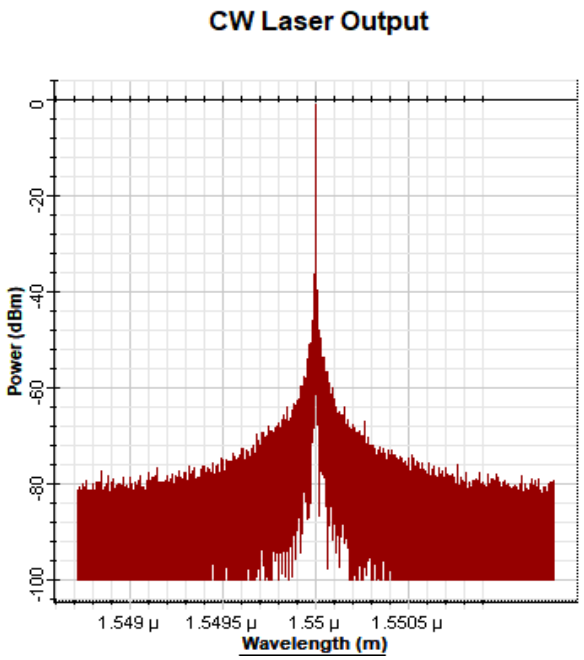
6 Materyal ve metod

OptiSystem simülasyon programında Rayleigh saçılma kayıplarının efektif alan değerlerine göre gösterdiği değişiklik Şekil 7'deki simülasyon devresinde incelenmiştir. Simülasyon devresinde 193.416 THz frekans (1550 nm) ve 1 mW (0 dBm) güce sahip CW (Sürekli Dalga) Lazer, 1 GHz frekansa sahip Sinüs dalga üreteci, Mach-Zenhder modülatör, optik sıfırlayıcı, çift yönlü optik fiber kullanılmıştır. CW lazer sabit güçte ve sürekli ışın demeti yaymaktadır ve dalganın gidiş-dönüş süresi birkaç nanosaniye değerindedir. CW Lazer kayıpların daha kolay tespit edildiği lazer çeşidi olduğu için simülasyon devresinde tercih edilmiştir. Mach-Zehnder modülatörü gerilim kontrolü yapan bir modülatör çeşididir. Fiber optik sensörün performansını arttırmak ve oluşan kayıpların tespitini daha kolay algılamak için kullanılan Mach-Zehnder modülatörü sinyal dalga üreteci tarafından modüle edilmektedir. Çift yönlü optik fiber iki giriş ve iki çıkış noktasına sahiptir ve optik fiber parametreleri; uzunluğu 1 km, sıcaklığı 300 K, zayıflama 0.2 dB/km olarak belirlenmiştir. Optik Spektrum Analizörü (OSA) devrenin çıkış noktalarındaki değerlerin tespit ve analiz edilmesine yardımcı olmaktadır. Optik sıfırlayıcı devrede topraklama görevi görmektedir ve kullanılmaması durumda OSA grafiklerinde herhangi bir sonuç görülmeyecektir.



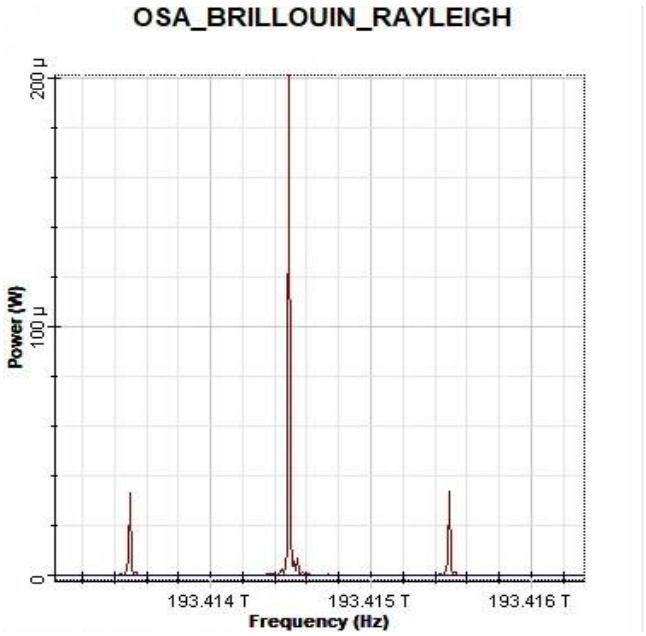
Şekil 8.Rayleigh Şaçılması Simülasyon Devresi

Kullanılan CW Laser'in çıkışına bağlanan OSA (CW_Laser_Output) ile lazerin nasıl bir çıkış verdiği Şekil 8'de görülmektedir.



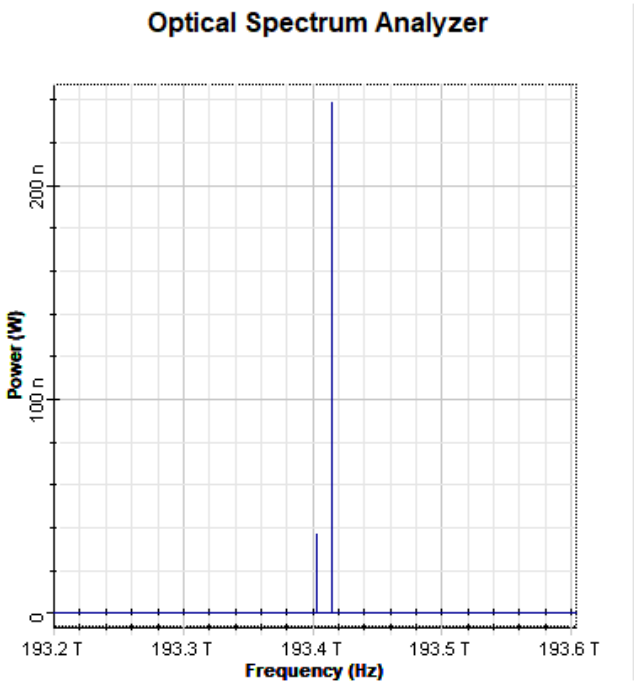
Şekil 9. CW Lazer Çıkışının OSA'daki görüntüsü

Çift yönlü fiber optik çıkışındaki Rayleigh ve Brillouin değerlerini görmek için devreye (OSA) OSA_BRILLOUIN_RAYLEIGH bağlanmıştır. Burada görmek istenilen Şekil 9'da belirtildiği gibi Rayleigh ve Brillouin arasındaki frekans farkı olan 11 GHz değeri ve Rayleigh güç yoğunluğunun Brillouin'a göre daha fazla olduğu gerçeğidir.



Şekil 10. Optik fiber çıkışındaki Rayleigh ve Brillouin Görüntüsü

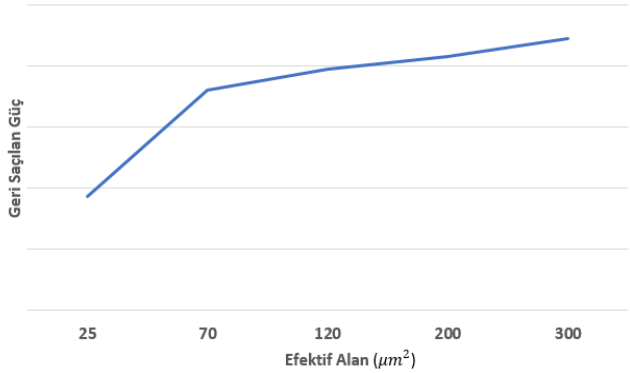
Devrede çift yönlü fiberin çıkışında farklı efektif alan değerlerinde Rayleigh saçılmasında oluşan kaybı, frekansı ve dalga boyu OSA (OSA_Fiber_Rayleigh_BackScattering) tarafından analiz edilebilmektedir. Şekil 10'da gösterilen OSA grafiği 80 μm^2 efektif alan değerindeki Rayleigh geri güç saçılmasını göstermektedir. Nanowatt şeklinde verilen grafikte geri saçılan güç dBm cinsine çevrilirse "-"(eksi) değerler görülmektedir ve saçılmalarda meydana gelen kayıpları ifade etmektedir.



Şekil 11. Rayleigh Geri Saçılmasının OSA'daki Görüntüsü

Efektif alan parametresi çift yönlü fiber optik (Bidirectional Optical Fiber) içerisindeki parametrelerden biridir ve efektif alan değerleri fiber optik içerisinden belirlenmektedir. Şekil 11'deki grafikte farklı efektif alan değerlerine göre (25 μm^2 - 300 μm^2) Rayleigh saçılmasındaki geri saçılan güç değerleri analiz edilmektedir.

Şekil 11'de görüldüğü üzere efektif alan değerinin artmasıyla Rayleigh saçılmasında geri saçılan güç artmaktadır. Saçılan güç artmasıyla fiber optik üzerindeki kayıp artmaktadır. Efektif alan değerlerine göre meydana gelen bu kayıp değişimi dB ve nanowatt cinsinden hesaplanmaktadır. Rayleigh saçılması fiber optik üzerinde %90'ını oluşturmaktadır. Bu kayıplar fiber içerisindeki homojensizliklerden meydana gelmektedir.



Şekil 11. Rayleigh geri saçılan gücün efektif alana göre değişimi

7 Sonuç

Bu bildiri, çift yönlü fiber optik içerisindeki parametrelerden biri olan efektif alanın Rayleigh saçılması üzerindeki etkisinin OptiSystem programı kullanılarak incelenmesi olanağını sunmuştur. Efektif alanın değerlerinin artmasıyla Rayleigh saçılmasındaki yansıyan güç değişimi lineere yakın bir şekilde değişmektedir. Geri saçılan gücün artmasıyla artan kayıplar fiber optik iletim için negatif etkiler göstermektedir. Efektif alan parametresinin değeri azaldıkça fiberin verimliliği artacaktır. Savunma, havacılık, otomotiv, sınır güvenliği gibi alanlarda kullanılan dağınık fiber optik sensörlerin efektif alan değerinin azalmasıyla bu alanlardaki kullanılabilirliği artış gösterecektir. Rayleigh tabanlı fiber optik sensörlerin kullanıldığı alanlarda efektif alan parametresinin dikkate alınması oldukça yenilikçi çözümler getirecektir.

Kaynakça

[1] Karaman İ., Hatipoğlu A., Günaydın A.C., Fidanboylu K. "Dağınık Fiber Optik Sensör Türleri ve Sistemleri", EEMKON 2019, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Konferansı, İstanbul, Türkiye, 2019.

[2] Hartog, A. An Introduction to Distributed Optical Fibre Sensors, Florida, USA, 2017.

[3] Rajan, G., "Optical Fiber Sensors: Advanced Techniques and Applications" , Florida, USA, 2015.

[4] Yücel M., Göktaş H.H., Yücel M., Öztürk N.F. "Brıllouin Saçılması Tabanlı Fiber Optik Algılama". IEEE 22nd Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU), Trabzon, Türkiye, 23-25 Nisan 2014.

[5] Haneef, S.; Yang, Z.; Thévenaz, L.; Venkitesh, D.; Srinivasan, "B. Performance analysis of frequency shift estimation techniques in Brillouin distributed fiber sensors". Opt. Express 2018, 26, 14661–14677.

[6] Bao X., Chen L., "Recent Progress in Distributed Fiber Optic Sensors", Sensors, Ottawa, Canada, 2012.

[7] Ferdinand P., "The Evolution of Optical Fiber Sensors Technologies During the 35 Last Years and Their Applications in Structure Health Monitoring", 7th European Workshop on Structural Health Monitoring, Nantes, France, 2014.

[8] Günday, A., Yılmaz, G. ve Karlık, S. E., "Landau-Placzek Oranını Temel Alan Optik Fiberli Dağınık

Algılamada Brillouin ve Rayleigh Saçılma Katsayılarının Gerginlikle Değişiminin Analizi", ELECO '2012 Elektrik- Elektronik ve Bilgisayar Mühendisliği Sempozyumu, Bursa, Türkiye 29 Kasım, 2012.

[9] Özsoy, S., "Fiber Optik", İstanbul, Türkiye, Birsen Yayınevi, 2019.

[10] Callen J.,"Distributed Temperature Sensing for Inspection of Electrical Panels on Navy Ships", National Shipbuilding Research Program, Portland, USA, 2017.

[11] Barrias, A.; Casas, j.; Villalba, R.," A Review of Distributed Optical Fiber Sensors for Civil Engineering Applications", Sensors, Barcelona, Spain, 2016, 16- 748.

[12] Barrias A., Joan R. Casa, Villalba S. "SHM of Reinforced Concrete Elements by Rayleigh Backscattering DOFS", Frontiers in Built Environment, Barcelona, Spain, 2019.

[13] Gutierrez Gutierrez J.,Kuzin E.A., Ibarra-Escamilla B.,Mendoza-Vazquez S., "Effective area measurement in a single-mode optical fiber", 5th Iberoamerican Meeting on Optics and 8th Latin American Meeting on Optics, Lasers, and Their Applications, Porlamar, Venezuela, 21 October 2004.

[14] Al-Azawi R.J., Sattar S.A., Alrays R., "Enhancing the dual polarization O-OFDM systems using different effective areas for the optical fiber", Advances in Natural And Applıed Scıences, Baghdad, Iraq, 2017.

[15] S.P. Singh, N.Singh, "Nonlinear Effects In Optıcal Fıbers: Orıgın,Management And Applıcatıons", Progress In Electromagnetics Research, Allahabad, India, 2007.

[16] Optiwave, "OptiSystem 17.0 Component Library", 2019.

Yalın Prensipleri Dikkate Alarak Hastane Süreçleri İçin Bir Süreç Madenciliği Uygulaması

Ömer Faruk YILMAZ[1], Aybüke YILMAZ[1], Berka YANMIŞ[1]

[1] *Karadeniz Technical University, Faculty of Engineering, Industrial Engineering Trabzon, TURKEY*

Özet

Bu çalışmada, hastane süreçlerinin temin süresi bakımından iyileştirilmesi için süreç madenciliği tekniği kullanılmıştır. Verilecek olan hizmetlerin değer katan ve katmayan faaliyetler olarak ayrıştırılması bu çalışmanın en önemli aşamalarından birini oluşturmaktadır. Hastaların sistem içerisindeki süreçlerinin analizi ve iyileştirilmesi aşamasında süreç madenciliği tekniği kullanılacaktır. Bu yöntem hastaların hastane içerisindeki akışını ve izlediği yolu takip ederek sistemin bütününü ele almamızı sağlamaktadır. Süreç madenciliği, bilişim sistemlerinde gerçekleşen işlemlerin veri tabanlarındaki olay kayıt günlüklerini temel almaktadır. Veri girdileri şematize edilerek karar vericiye veri yığılmalarını göstermektedir. Süreç madenciliği tekniği tüm sistemi bağlantılarıyla beraber görselleştirdiği için etkin bir yöntemdir ve bu nedenle problemlerin belirlenmesi sürecinde oldukça önemli olarak değerlendirilmektedir. Literatürde süreç madenciliğinin sağlık sektöründe uygulanması ile ilgili oldukça az sayıda çalışma olması bu çalışmanın güncelliğini ön plana çıkarmaktadır. Bu çalışma kapsamında hastaların hastanelerde geçirdikleri süreyi azaltmak için yalın prensiplere dayalı bir süreç madenciliği tekniği önerilmektedir. Böylece, hizmet tabanlı müşteri felsefesinin gerçekleştirilmesine olanak sağlanmış olacaktır. Görsel yönetim uygulamalarına girdi sağlayarak proseslerin görselleştirilmesi amacıyla süreç madenciliği uygulamalarında kullanılan DISCO yazılımı kullanılacaktır. Çalışmada önerilen yöntembilim şunları içermektedir: (i) mevcut durum analizi, (ii) toplanan verilerin gruplandırılması, (iii) verilerin süreç madenciliği yöntemleriyle analiz edilmesi, (iv) gerçek ve hedeflenen durumun karşılaştırılması ve (v) belirlenen sorunların yalın yönetim prensipleri kullanılarak çözülmesi. Gelecek çalışmalar için bu çalışma birkaç farklı yönden ele alınabilir. İlk olarak, bazı optimizasyon teknikleri önerilen yöntembilime ilave edilebilir. İkinci olarak, süreçlerdeki belirsizlikler dikkate alınabilir. Son olarak, yöntembilim başka sektörlerde de uygulanabilir.

Anahtar Kelimeler: *Süreç Madenciliği, Yalın Yönetim, Görsel Yönetim, Yalın Hastane*

An Application of Process Mining Technique for Hospital Processes by Considering the Lean Principles

Abstract

In this study, the process mining technique is realized to improve the hospital processes in terms of the lead time. One of the most critical steps applied in this study is to divide the performed activities into activities as value-adding and non-adding ones. Process mining is aimed to be used in the analysis and improvement phase of patients' processes within the hospital. The proposed technique allows us to address the whole system by following the flow of patients in the hospital and the path followed by them. Process mining is applied based on

Corresponding author e-mail : omer.faruk.ylmaz89@gmail.com

the event log records in the databases of transactions. The data inputs are schematized and show the accumulation of data to the decision-maker. The process mining technique is an effective method to visualize all the system with its current linkages; thereby, it is considered to be important to identify problems in the health sector. Since there is scarce number of studies regarding the process mining applications in the health sector, it stressed the novelty of the current study. In the context of this study, a lean principle-based process mining technique is proposed to reduce the time spent by the patients in the hospital. By doing so, it enables the realization of service-based customer applications in the hospital. The DISCO software, which is used for the process mining applications, is employed to visualize the processes by providing the inputs for visual management applications. The methodology proposed in the study comprises of the steps as follows: (i) analyzing the current situation, (ii) grouping the collected data, (iii) exploring the data via the process mining methods, (iv) comparing current and future states, and (v) solving the encountered problems based on the lean principles. For future studies, this study can be extended in several directions. First, some optimization techniques can be included in the methodology. Second, the uncertainty nature of the processes can be considered. Last but not least, the methodology can be applied in other sectors.

Keywords*: Process Mining, Lean Management, Visual Management, Lean Hospital*

1 Giriş

Günümüzde hastalar, ayakta veya yatış olmak üzere iki farklı şekilde hastane sisteminde yer almaktadır. Ancak hastaların büyük bir kısmı hastaneye öngörülemeyen zamanlarda gelmektedir. Aynı zamanda giriş yaptıkları üniteler birbirinden bağımsız olabilir [1]. Aynı bağımsızlık tanı ve tedavi süreçlerinde her hastada değişiklik göstermektedir. Değişkenliğin nedeni, süreçleri iyileştirmede etkili bir araç olabilir [2]. Eğer verilen hizmet ile hastane, hasta deneyimi üzerinde kötü etki bırakırsa, bireyler alternatif hastaneler seçme yoluna gidecektir [3]. Hasta, deneyimden etkilenen olmakla beraber aynı zamanda deneyimi etkileyen bir faktör olmaktadır. Hastaların hastanede bulunma sebeplerinin farklılığı deneyimi de farklılaştırmaktadır. Farklılıklara sebep olan sorunları çözümlemek ve hastaların hastanede değer katmayan faaliyetlerle geçirdikleri süreyi azaltmak için yalın yönetim yöntembilim uygulamaları esas alınabilmektedir. Yaklaşık on ülkede ilk uygulamalardan bu yana doksanı aşkın sayıda akademik çalışmaya rastlanmaktadır [4]. Yalın, sağlık hizmetlerindeki herhangi bir büyük sorunu düzeltmekle ilgilenmez; her gün hastanelerin üstesinden gelmek zorunda kaldığı yüzlerce ya da binlerce küçük sorunu çözmekle ilgilenir. Küçük sorunlarının çözümlenmesi, büyük sorunların ortadan kalkması ya da karmaşık yapısının sadeleşmesine olanak sunmaktadır. Sağlık hizmetlerinde yalın uygulama örnekleri giderek artmaktadır.

Hastalar güvenebildikleri çalışanlardan ve kurumlardan hizmet almayı tercih etmektedirler. Hastaların içinde bulunduğu duygu durumu, deneyimi algılama ve değerlendirmede etkili olduğu için özellikle bu duyguları olumlu etkileyecek şekilde tasarlanan deneyimin, hastaneyi ön plana çıkaracağı aşikârdır. Özellikle değer katmayan faaliyetlerin azaltılması ve süreçlerin aksamadan ilerleyebilmesi, yönetim anlayışının hasta odaklı ve sorun çözebilir olmasını gerektirmektedir [5]. Mevcut etmenleri göz önünde bulunduran bir hastane için kaynak kullanımı ve hasta hareket takip sistemleri büyük bir önem arz etmektedir. Türkiye'de yüksek miktarda kaynak ayrılan sağlık hizmetlerinde, akışı ve kaliteyi artırarak maliyetleri düşürmeye çalışmak ya da hizmetlerdeki değer katan ve katmayan faaliyetlerin düzgünce ayrıştırılması gerekmektedir. Ülkemizdeki sağlık hizmetlerinde süreç, genellikle manuel veya özel birtakım yöntemlerle izlenmekte olup kontrol altında tutulmaya çalışılmaktadır.

Hastaneler, hizmet talebindeki artışla başa çıkmak ve bakım hizmetinin verimini arttırmak için sürekli olarak süreçlerini iyileştirmeye çalışmaktadır. Sağlık süreçleri yüksek ölçüde dinamik, karmaşık, çok disiplinli ve dağıtık yapıdadır [6]. Mevcut karmaşıklık geleneksel süreç yönetimi yöntemlerini yetersiz ve etkisiz kılmaktadır. Karmaşıklığı önlemek için süreç madenciliği, bölümlerin faaliyetlerini, birbirleriyle olan etkileşimlerini ve özelliklerini, sürecin uzun sürmesine sebep olan faaliyetleri, bekleme süresini azaltmak için karar vericiye öneri sunmayı, hasta sıkışıklığını azaltmaya ve sağlanan bakımın kalitesini arttırmaya yardımcı olacak ek bilgiler sağlayan bir yöntemdir. Süreç madenciliği, iş süreci yönetimi için nispeten yeni bir disiplin olarak, son on yılda giderek daha popüler hale gelmiştir [7]. Son çalışmalar süreç madenciliğinin sağlık sektöründe uygulanmasının faydalarından bahsetmektedir[8]. Bu metodoloji, analiz edilen geçmiş verilerin anlamlaştırılması,

mevcut ve gerçekleşen değer akış haritalarının karşılaştırılması için karar vericiye imkân sağlamaktadır. Bu sayede öngörülemeyen veya tespit edilemeyen işlem adım süreçlerini, değer katan ve katmayan faaliyetlerin sistem içindeki önemini ve sırasını karar vericiye açık bir dille ifade etmektedir. Bu çalışmanın amacı, yalın yönetim ve süreç madenciliği uygulamalarını kullanarak, hastane süreçlerinin temin süresi bakımından iyileştirilmesi ve sunulan hizmet kalitesinin arttırılmasıdır. Bu çalışmanın ikinci kısmında süreç madenciliği ve yalın yönetim başlıkları altında literatürde daha önce yapılan çalışmalara yer verilmiştir. Çalışmanın üçüncü kısmında toplanan veriler ile oluşturulan süreç haritaları sunulmuş olup açıklamaları gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın son ve dördüncü kısmında elde edilen bulgulara yer verilmiştir.

2 Literatür taraması

Mevcut işleyişi iyileştirmek ve hastane imkânlarını dengeli yönetmek için; kaynak kullanımlarının optimize edilmesiyle bekleme sürelerini azaltma ve zamanında tedavi ile klinik süreçleri iyileştirme amaçlı birçok çalışma yapılmıştır. Sağlık sektöründe örneği az olan süreç madenciliği ile gerçekleştirilen yalın yönetim uygulamalarının örnekleri ülkemizde yer almamaktadır. Süreç madenciliği, sağlık sektöründeki sorunların tespitinde büyük bir önem arz etmektedir. Bu kısım iki alt başlığa ayrılmış ve süreç madenciliği uygulamalarının sağlık sektöründe gerçekleştirilmiş yalın yönetim uygulamaları ile ilgili çalışmalara yer verilmiştir.

2.1. Süreç madenciliği çalışmaları

Süreç madenciliği ile hastanelerde gerçekleşen süreç keşfi ve yalın yönetim uygulamaları birçok araştırmacının ilgisini çekmiş ve çok sayıda çalışmada yer verilmiştir.

Lin ve diğ [9] çalışmasında, beyin felci hastalarının işlemlerini proses madenciliğiyle incelemiştir ve veri madenciliği yöntemleriyle yeni hastaların yolunu öngörmüştür. Maruster ve diğ [10] , süreç madenciliğini kullanarak karar verme yöntemleriyle iç görüler arasında bağlantı kurarak çiftçilerin davranış kalıpları için bir kullanıcı davranış modeli oluşturmuştur. Bu çalışma, farklı hedef grupların ayrıntılı navigasyon davranışına ihtiyaç duymuştur. Davranış modelleri için uygulanan bir başka çalışma olan Rebuge ve Ferreira [11], düzenli davranış, proses değişkenleri ve istisnai tıbbi koşulları tanımlayan proses madenciliği teknikleri için bir metodoloji geliştirmiştir. Kayıtlarda ardışık izlerin davranışını derlemek için dizi kümeleme yöntemi kullanılmıştır. Carlos Frederico Pinto ve diğ [12], yapmış olduğu çalışmada değer akış haritalama kullanarak üç ana sorun tespit etmiştir. Bunlar; kuyruk oluşumu, gecikmeler, aşırı beklemeler, tedavi düzeltmeleri ve diğer (planlama, kurulum ve tedavi odası temizliği) işlemler için mevcut zaman aralığının bulunmamasıdır. Ancak çalışmanın sonunda hasta şikâyetlerinin giderilip giderilmediği hakkında herhangi bir anket vb. çalışma yapılmamıştır. Montani ve diğ [13,14], inme işlemlerinde servis talebi alma ve proses madenciliği tekniklerini uygulamıştır. Antonelli ve Bruno [15], değer akışı eşlemesini çizmek için proses madenciliğini kullanmıştır. Partington ve diğ [16], göğüs ağrısı olan hastaların tedavisinde farklılıkları ölçmek için süreç madenciliğini uygulamıştır. Maarif [17], insan günlük aktivite modellerini grafiksel bir gösterimle sunmak için süreç madenciliğini kullanmıştır. Bu çalışma sadece en sık görülen aktivite dizilerini incelemiştir. Doğan [18], planlı kontrol işlemlerini analiz etmek için proses madenciliği tekniğini kullanmıştır. İşlemlerle ilgili bilgileri otomatik olarak çıkarmak için olay günlüklerini kullanmıştır. Badakhshan ve Alibabaei [19], acil durum çağrı hizmetlerinde keşif, uygunluk kontrolü ve iyileştirme olmak üzere üç tür işlem madenciliği kullanmıştır. Doğan [20], kurum içi gerçek zamanlı konum sensörü sistemini kullanarak alınan verilerin görselleştirme ara yüzlerini oluşturmuştur.

2.2. Yalın yönetim çalışmaları

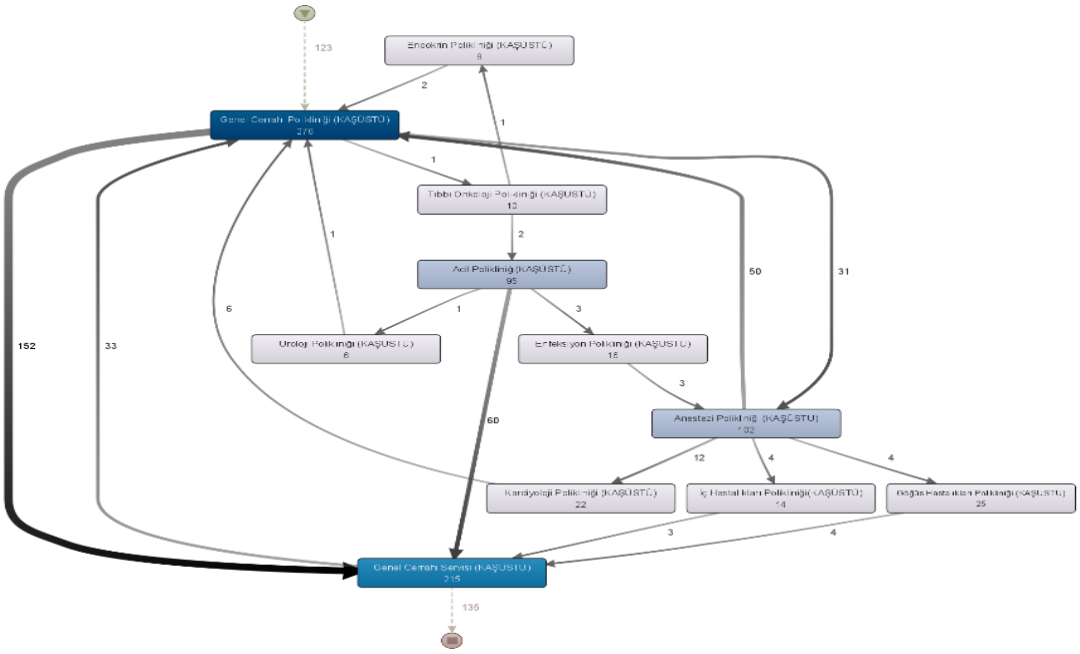
Günümüzde birçok sağlık işletmesi yalın prensiplerin benimsenmesi ile büyük başarılar ve maliyet avantajları elde etmiştir.

Yalınlığın, süreçlerde israfı belirlemek ve ortadan kaldırmak için etkili bir araç olduğu ifade edilmektedir [21].Young ve diğ [22] sağlık hizmetlerinde yalın ilkelerin uygulanmasının, bekleme sürelerini, tekrarlanan beklemeleri, hataları ve gereksiz işlemleri ortadan kaldırdığını ifade etmiştir. Sağlık hizmetlerinde yalın uygulamanın amacı ve faydası, kurum içindeki esnekliği, kaliteyi ve hızı inşa ederken; gereksiz taşımaları ve bekleme sürelerini azaltarak, israfı ortadan kaldırmaktır [23]. Yalın girişim büyük ölçekli yatırımlara odaklanmaz, ancak sağlık kuruluşlarına yüksek yatırımlar gerekmeksizin iyileşme sağlanması yolunda alternatif bir yöntem sunar [24]. Efe ve Engin[25], bir Numune Eğitim Araştırma Hastanesi'nin acil servisini analiz edip değer akış haritası oluşturmuştur. İlgili çalışmada, bekleme sürelerinin ve gereksiz hareketlerin sistemde çıkmazlara yol açtığı görülmüştür. Yapılan

gelecek durum analizi ile süreçlerde %36,6 oranında bir iyileştirme sağlanabileceği ifade edilmiştir [25]. Değer akış maliyetleme üzerine Deran ve Beller [26] tarafından yapılmış olan çalışmada, geleneksel maliyetleme ve gelir tablolarına nazaran, değer akış maliyetlemenin daha görünür ve net veriler sunabildiği ifade edilmiş ve değer akış maliyetlemenin uygulanması önerilmiştir [26]. Türkiye'de yalın yönetime yönelik çalışmaların artan bir ivme içerisinde olduğu görülmektedir. Özellikle literatür doğrultusunda yapılmış analizlerin ağırlıkta olduğu ifade edilebilir. Yıldız ve Yalman [27], yaptıkları literatür taraması çalışması sonucunda, yalın yönetimin, israf ve maliyetlerde azalma, verimlilikte artma, tedavi ve teşhis süreçlerinde hızlanma sağladığını ifade etmişlerdir [27]. Literatürden anlaşıldığı üzere süreç madenciliği alanındaki çalışma sayısı yeteri kadar değildir. Bu çalışmayla bu eksikliğin giderilmesi ve literatür için bir yol haritası sunulması planlanmaktadır.

3. Yöntem ve Teknikler

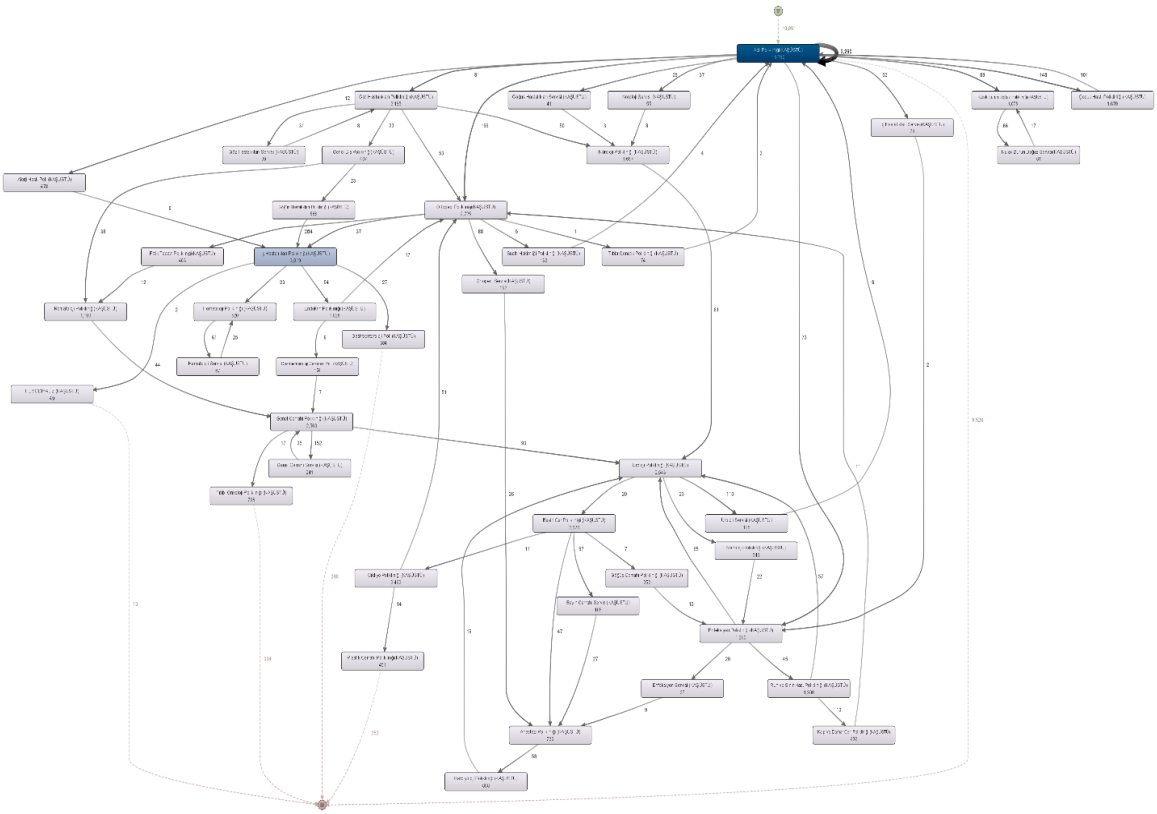
Hastanede verilen hizmetlerin değer katan ve katmayan faaliyet olarak ayrıştırılması için süreç madenciliğinin görsel araçları kullanılmaktadır. Bu yöntem proseslerdeki detaylardan çok, hastaların sistem içerisindeki akışı ve izlediği yolu takip ederek hizmetin bütününü görmemizi sağlar. Hastaların sistem içerisindeki süreçlerinin analizi ve iyileştirilme aşamasında süreç madenciliği araçları kullanılmaktadır. Süreç madenciliği pek çok alanda uygulanabilmektedir. İş süreçleri yönetiminde model tabanlı süreç modelleme ve veri merkezli analiz teknikleri (ör. makine öğrenmesi, veri madenciliği) arasında ilişki kurmaktadır. Süreç madenciliğine dayalı iş süreçleri yönetimi, süreçlerin iyileştirilmesi ve bilgi sistemlerinin geliştirilmesi için ortak çalışma imkânı sağlamaktadır. Öngörülen sürecin ve gerçekleşen sürecin işleyişleri arasındaki farkların tanımlanmasına olanak sağlar. Bilgi sistemlerinin sağladığı kayıtları kullanarak oluşturulan ve mevcut durumun detaylı analizi içeren gerçek süreç akışı, süreç madenciliği yazılımı ile görselleştirilmektedir. Kullanılan verinin ön işleme adımları, olay verisinin olay günlüğü olarak biçimlendirilmesi, her bir soru için filtrelenmesi, soyutlanması veya kümelenmesi alt işlemlerinden oluşur. Tipik bir hasta hareketi, hastaneye geliş, kayıt işlemi, muayene için bekleme, muayene süreci, tahlil, tahlil sonuçlarını bekleme, doktora onaylatma ve çıkıştır. Hastalar bu etkinlikleri bir veya birden fazla tekrarlayabilir. Bu hareketlerden bağımsız, özel hareketlerde gözlemlenmektedir (ör. başka polikliniğe sevk, servise sevk, kan alma, röntgen vb.). Bu süreç modelinde bir vaka nesnesi, hastadır; olay nesnesi ise her hasta için üstlenilen etkinlikle bağdaştırılır. Etkinliklerin zaman damgası performans kriterini oluşturmaktadır. İşlem şekli, ilgilenen doktor kaynak verisini ifade etmektedir. İncelenen veri kümesi, anlaşılması ve yönetilmesi zor olan karmaşık bir spagetti diyagramına neden olmaktadır. Bu nedenle, düşük seviyedeki tüm olay hareketleri tek bir olay olarak kabul edilmiş ve veri soyutlanmıştır. Örnek olarak tek bir hastanın olay günlüğü Tablo 1' de verilmiştir. Çizelgede bir hastanın bir aylık süreçte sadece departmanlar arasındaki takip ettiği yollar verilmektedir. Ele alınan tüm senaryolar, mevcut süreç madenciliği teknikleri kullanılarak işletilmiş olup elde edilen DISCO çıktıları Şekil 1 ve Şekil 2 'de yer almaktadır. İlgili hastanenin ocak ayı içerisinde gerçekleşen 55218 adet olay kayıtlarının incelenmesi sonucunda oluşturulan hastane süreç haritası Şekil 2' de göründüğü üzere; hastane süreçleri karmaşık ve esnek yapılara sahiptir. Yapılan incelemeler sonucunda genel cerrahi servisinde işlem yoğunluğunun fazla olduğu gözlemlenmiştir. Ortalama günde 21 hastanın yatılı olarak hizmet aldığı serviste, bir ayda toplam 215 hasta tedavi görmüş olup, yatak kapasitesinde %90'a yakın doluluğun olduğu tespit edilmiştir. Hastaların 152 tanesi genel cerrahi polikliniğinden sevk edilmiş olup, 60 hasta acil polikliniğinden, 3 hasta iç hastalıkları ve 4 hasta göğüs hastalıkları polikliniklerinden sevk edilmiştir. Süreç haritalarında, hastaların poliklinik işlemlerinin gün sonunda tamamlamış olsalar da servislerdeki hizmetin gün aşırı devam edilmesi kaynak kullanımının servislerde yoğunlaştığını göstermektedir. Süreç haritalarından alınan verilerle Genel cerrahi servisinde iyileştirme yapılması üzerine yalın yönetim araçlarına başvurulmuştur. Süreçlerde değer katan ve katmayan faaliyetlerin birbirinden ayrıştırılması için serviste tedavi gören hastalara uygulanılan işlemlerin belirlenerek sıraya konulması büyük önem arz etmektedir.



Şekil 12 : Genel cerrahi servisi süreç haritası

Tablo 1: 624 No'lu hastaya ait olay günlüğünün bir bölümü

Hasta No	Olay No	Başlangıç Zamanı	Bitiş Zamanı	Hareket
624	3	08.01.2020 08:10:24	08.01.2020 10:50:38	İç Hastalıkları Polikliniği Kayıt
624	4	08.01.2020 10:50:38	08.01.2020 10:51:20	İç Hastalıkları Polikliniği Muayene
624	6	10.01.2020 10:36:33	10.01.2020 10:40:53	Genel Cerrahi Polikliniği Kayıt
624	7	10.01.2020 10:40:53	10.01.2020 15:47:30	Genel Cerrahi Polikliniği Muayene
624	5	11.01.2020 10:28:07	10.01.2020 11:14:12	Endokrin Polikliniği Kayıt
624	8	11.01.2020 11:14:12	11.01.2020 13:33:11	Endokrin Polikliniği Muayene
624	9	15.01.2020 15:55:40	15.01.2020 16:00:11	Genel Cerrahi Polikliniği Kayıt
624	10	15.01.2020 16:00:11	16.01.2020 10:02:46	Genel Cerrahi Polikliniği Muayene



Şekil 13: Hastane sisteminin süreç haritası

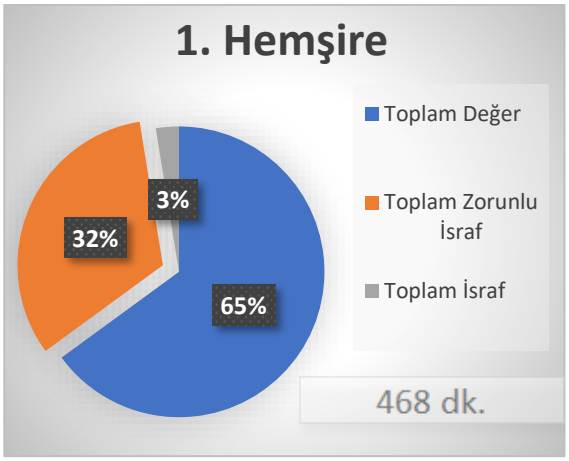
Değer, yatan hastaların hizmet olarak almak istediği önemli olan iş öğelerini, zorunlu israf, tedaviye bir katkısı bulunmayan ancak yönetim veya süreç takipleri için yapılması zorunlu olan işlemleri, israf ise değer katkısı bulunmayan faaliyetler olarak tanımlamaktadır. Tedavi için serviste 24 yatak ve 3 hemşire çalışmaktadır. İlgili Tablo 2, hemşirenin gün içerisinde 8 odaya da hizmet verdiği ve hizmetlerin hepsi ortalama işlem süreleriyle bir yardım almadan gerçekleştirildiği varsayılarak belirlenmiştir. Tablodan görüldüğü üzere 31 işlemin 8 tanesi değer katan faaliyet kalanı ise zorunlu israf ya da israf sınıfına girmektedir. 8 hasta için 304 dakika değer katan faaliyet iken 164 dakika değer katmayan faaliyetlerden oluşmaktadır. Değer katan ve katmayan faaliyetlerinin ayrıştırılması, mevcut süreçte hangi noktalarda iyileştirilmelerin yapılması gerektiğinin bilgisini bize sunmaktadır.

Hizmet veren hemşirenin gün içerisinde sisteme tedavileri girmesi, her tedaviyi ve ihtiyacı ilgili formalara yazması, hastanın günlük durumu ile ilgili formları doldurması ve gözlem formlarını doldurması için 126 dakikalık bir vakit ayırdığı görülmektedir. Bu durum her mesai gününde tekrarlanmakla birlikte hasta için değer katmayan faaliyetleri oluşturmaktadır. Hasta için uygulanacak tedavinin belirlenmesinden sonra bilginin paylaşımında manuel yöntemler ile gerçekleştirilmektedir. Evrakların doldurulması ve bilgilerin manuel olarak sisteme girilmesi hemşireler için fazla iş yüküne neden olmaktadır. Fazla iş yüküne neden olan manuel işlerin ortadan kaldırılması için bütünleşik hastane bilgi yönetim sisteminin kullanılması önerilmektedir. Bu noktada hizmet verenlerin tablet gibi erişimi kolay araçlar ile verileri hızlı bir şekilde merkezi bilgi yönetim sistemine geçebilmesi büyük bir önem arz etmektedir. Serviste tedavi sürecini gerçekleştiren doktor, ilgili tedavinin şeklini, süresini ve ihtiyaçlarını sisteme girdi olarak eklediğinde bilgi servisin, hemşirenin ve eczanenin ekranına ihtiyaç duyulduğu filtre de eklenmesi mümkündür. Planlanan iş emirleri veya alınan ANT sonuçlarının hızlı bir şekilde sisteme geçilmesi ile doktor, servisteki hastaların durumlarını çevrimiçi ortamdan hızlı bir şekilde takip ederek hemşirelerin fazla iş yükünün ortadan kaldırılmasına ve faaliyetlerinin değer katan faaliyetler olmasına olanak sağlayarak Şekil 4'de ki son halini almıştır. Sistemde yapılan değişiklikler, değişime karşı

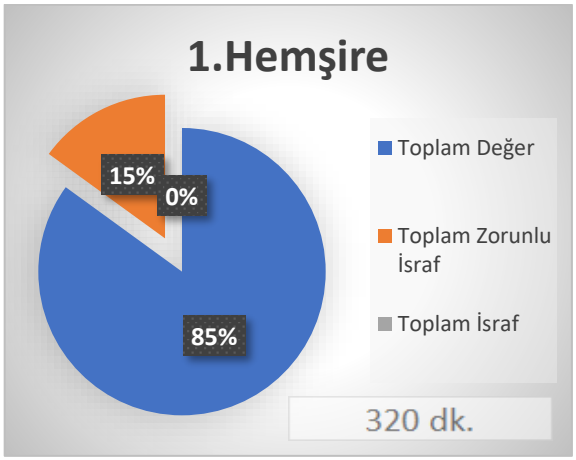
dirence neden olacağı için eski ve yeni süreçlerin kademeli olarak değiştirilmesi ile eğitim, teçhizat temini ve yönetimi süreçlerinde fayda sağlanarak dirençleri en az etkiyle atlatılmasını sağlamaktadır.

Tablo 2: Yatan hastaların tedavi süreç aşamaları

Hareket No	İşlem	İş Tipi	1. Hemşire	Hareket No	İş	İş Tipi	1. Hemşire	Hareket No	İşlem	İş Tipi	1. Hemşire	Hareket No	İş	İş Tipi	1. Hemşire
1	Hemşirenin sistemde kendi sayfasını açması	israf	12dk	9	Alınan ANT değerlerinin gözleme geçilmesi	zrn israf	8dk	17	Hasta odasından çıkış	zrn israf	2dk	25	İlaçların tedavi tepsisine konulması	zrn israf	2dk
2	Hemşirenin orderı kendi sayfasından sisteme girmesi	zrn israf	48dk	10	Hastanın günlük durumu hakkında bilgi alınması	değer	48dk	18	Hasta odasına gidiş	zrn israf	2dk	26	Hasta odasına gidiş	zrn israf	2dk
3	Orderın hasta gözlemine geçilmesi	zrn israf	48dk	11	Hasta ile ilgili günlük formların doldurulması	zrn israf	8dk	19	Hasta gözlem kağıdının alınması	zrn israf	2dk	27	Tedavi hakkında hasta ve hasta yakınlarının bilgilendirilmesi	değer	32dk
4	Tedavini arabası gitmek	zrn israf	2dk	12	Hasta odasından çıkış	zrn israf	2dk	20	Odadan çıkış	zrn israf	2dk	28	Tedavinin uygulanması	değer	40dk
5	Tedavi arabasından tansiyon aleti,pulse oksimetre ve derecenin alınması	zrn israf	2dk	13	Tedavi arabasına gidiş	zrn israf	2dk	21	Tedavi odasına gidiş	zrn israf	2dk	29	IV tedavi sonrasında hasta başında beklemek	değer	48dk
6	Hasta odasına yürümek	zrn israf	2dk	14	Aletlerin arabaya bırakılması	zrn israf	2dk	22	Tedavi saatlerinin kontrol edilmesi	değer	8dk	30	Hasta odasından çıkış	zrn israf	2dk
7	Hasta ve hasta yakınına destek vermek	değer	32dk	15	Tekrar hasta odasına gidiş	zrn israf	2dk	23	Saati gelen ilaçların dolaptan alınması	zrn israf	4dk	31	Tedavi odasına gidiş	zrn israf	2dk
8	Hastanın ANT'sini almak	değer	32dk	16	Hastanın günlük bakımını yapmak	değer	64dk	24	Saati gelen tedavinin hazırlanması	zrn israf	4dk				



Şekil 14 : Mevcut durumda bir hemşirenin faaliyet tanımlamaları ve süreleri



Şekil 15: Yapılan iyileştirmeler sonucu bir hemşirenin faaliyet tanımları ve süreleri

4. Sonuç

Çalışmaya göre, süreç madenciliği tekniklerinin hastane bilgi sistemleri ile uygulanması, süreçlerin küresel bir bakış açısına ulaşmanın kolay bir yolunu sunmaktadır. Bu bilgilerle sağlık uzmanları ve yöneticileri, analiz edilen alanda şu anda olan sorunların gerçek bir görüntüsünü süreç madenciliği sayesinde elde edilebilmektedir. Süreç madenciliği teknikleriyle oluşturulan süreç haritalarında belirlenen sorunlar yalın yönetim uygulamaları ile daha küçük iş parçalarına bölünerek incelenebilmektedir.

İş hareketleri değer, zorunlu israf ve israf olarak bölündüklerinde sistemin içindeyken fark edilemeyen sorunlar basit bir şekilde isimlendirilerek çözüm önerileri üretilebilmektedir. Gereksiz kaynak kullanımının önlenmesini hedefleyen yalın sağlık sektörü için ayrılan bütçenin daha dikkatli kullanılması için ilgili alanda çalışma yapacak araştırmacılar için dikkat edilmesi önem arz eden bir felsefedir. Olay günlüklerinde olayların atlanması, kayıp olaylar ve hasta kayıtlarının tekrarı tespit edilmiştir. Sürecin gecikmesi, kaynakların ve personelin eksikliği veya uzmanlık niteliği ile ilgili olabilir. Ayrıca hasta kabulü süreci ve muayene bitişi ve çıkışı ile ilgili tutarsızlıklar da gözlenmiştir. Hasta kayıt kabul sürecinde, hastane bilgi sistemi tarafından, veri girişi kontrolleri yapılabilir veya sisteme bazı kısıtlar getirilebilir. Karmaşık yapıya sahip olan sağlık sistemleri süreç madenciliği paket programlarıyla anlaşılır süreç haritalarına indirgenebilmektedir. Süreç madenciliği ile geçmiş verilerin incelenmesi üzerinden oluşturulan haritaların, yapılan iyileştirmelerle birlikte geliştirme modülünün temeli olan yeni veri ve eski model ile tekrar işlenmesi gerekmektedir. Yeni oluşan süreç haritasında yeni darboğazların tespiti ve yeni iyileştirmeleri beraberinde getirecek bir döngü oluşacaktır. İyileştirmeler devam ettikçe süreçler israflardan arınarak hastalar için değer katmayan faaliyetler süreçlerden arınmış olacaktır

Kaynaklar

[1] Fernandes C, Daya M, Barry S, Palmer N (1994). Emergency department Patients who leave without seeing a Physician: The Toronto Hospital experience. Ann. Emer. Med., 24: 1092-1096

[2] Caron F, Vanthienen J, Baesens B [2013] Healthcare Analytics: Examining the Diagnosis–treatment Cycle. Procedia Technol. 9:996–1004.

[3] Mackey TA, Cole FL (1997). Patient Waiting Time in Nursing Managed.Clinic. The Int. J. Adv. Nur. Practice., 1 p. 1.

[4] Brandao de Souza, L. (2009), Trends and approaches in lean healthcare, Leadership in Health Services 22(2): 121-139.

[5] Lillrank, P., Peltokorpi, A. (2006). Time- Based Management of Patient Process. Journal of Health Organization and Management, 20(6), 512-524

[6] Rebuge, Á., Ferreira, D., Business process analysis in healthcare environments: A methodology based on process mining, Information Systems 37, 2012.

[7] Dumas, M., La Rosa, M., Mendling, J., Reijers, H. A., Fundamentals of Business Process Management, 2013.

[8] Erdogan TG, Tarhan A [2018] Systematic Mapping of Process Mining Studies in Healthcare. IEEE Access 6:24543–25567.

[9] Lin F, Chou S, Pan S, Chen Y [2001] Mining Time Dependency Patterns in Clinical Pathways. Proc. 33rd Hawaii Int. Conf. Syst. Sci. 62(1):11-25.

[10] Maruster, L., Faber, N. R., & Peters, K. (2008). Sustainable information systems: a knowledge perspective. Journal of Systems and Information Technology, 10(3), 218–231.

[11] Rebuge A, Ferreira DR [2012] Business process analysis in healthcare environments: A methodology based on process mining. Inf. Syst. 37(2):99-116.

[12] Eric Rojas, Marcos Sepúlveda, Jorge Munoz-Gama, Daniel Capurro, Vicente Traver, and CarlosFernandez-Llatas. Question-driven methodology for analyzing emergency room processes using process mining. AppliedSciences,7(3):302,2017. 2

[13] Montani S, Leonardi G, Quaglini S, Cavallini A, Micieli G [2013] Mining and retrieving medical processes to assess the quality of care. Lect. Notes Comput. Sci. 7969:233–240.

[14] Montani S, Leonardi G, Quaglini S, Cavallini A, Micieli G [2014] Improving structural medical process comparison by exploiting domain knowledge and mined information. Artif. Intell. Med. 62(1):33–45.

[15] Antonelli D, Bruno G [2015] Application of Process Mining and Semantic Structuring Towards a Lean Healthcare Network. Adv. Inf. and Com. Tech. 463:97–508.

[16] Partington A, Wynn MT, Suriadi S, Ouyang C, Karnon J [2015] Process mining for clinical processes: A comparative analysis of four Australian hospitals. ACM Trans. Manag. Inf. Syst. 5(4):339-350.

[17] Ma'arif, M. R. (2017). Revealing daily human activity pattern using process mining approach. 2017 4th International Conference on Electrical Engineering, Computer Science and Informatics (EECSI).

[18] O. Dogan, "Process mining for check-up process analysis," IIOBJ, vol. 9, no. 6, pp. 56–61, Dec. 2018.

[19] Badakhshan P, Alibabaei A [2018] Using Process Mining for Process Analysis Improvement in Pre-Hospital Emergency. In Inf. and Com. Tech. in Org. and Soc. 425–439.

[20] Dogan, O., Bayo-Monton, J.-L., Fernandez-Llatas, C., & Oztaysi, B. (2019). Analyzing of Gender Behaviors from Paths Using Process Mining: A Shopping Mall Application. Sensors, 19(3), 557.

[21] Hagg, H., Suskovich, D., Workman, J., Scachitti, S. and Hudson, B. (2007). Adaption of Lean Methodologies for Healthcare Applications. RCHE Publications, vol. 24.

[22] Young T, Brailsford S, Connell C, Davies R, Harper P, Klein J. Using industrial processes to improve patient care. BMJ: British Medical Journal. 2004; 328(7432):162-164.

[23] Leslie, M., Hagood, C., Royer, A., Reece, C. P. and Maloney, S. "Using Lean Methods to Improve OR Turnover Times," Aorn Journal, vol. 84, no. 5, pp. 849-855, 2006.

[24] Bahensky JA, Roe J, Bolton R. Lean Sigma—Will It Work for Healthcare? Journal of Healthcare Information Management. 2005; 19(1):39-44.

[25] Efe, Ö.F., Engin, O. (2012) Yalın Hizmet-Değer Akış Haritalama ve Bir Acil Serviste Uygulama. Verimlilik Dergisi, 4, 79-107.

[26] Deran, A., Beller, B. (2014) Hastanelerde Yalın Yönetimin Bir Aracı Olarak Değer Akış Maliyetleme ve Kamu Hastanesinde Bir Uygulama. Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 32,161-174.

[27] Yıldız, S., Yalman, F. (2015) Sağlık İşletmelerinde Yalın Uygulamalar Üzerine Genel Bir Literatür Taraması. Uluslararası Sağlık Yönetimi ve Stratejileri Araştırma Dergisi, 1(1), 5-20.

CO_2 Emissions Forecasting for Sustainable Logistics

Ayşenur BUDAK[1]

[1]*Gebze Technical University, Faculty of Engineering, Industrial Engineering, Kocaeli,Turkey*

Abstract

Logistics activities have gradually increased in nowadays. In this context, it is possible to say that sustainability should be at the top of the current strategic issues for the logistics industry. Looking at the relationship between logistics and sustainability in both ways; logistics activities are among the basic business functions that can directly affect our environment and climate changes. It will be possible to minimize this effect with an effective logistics management. In this study, it is aimed to forecast the amount of CO_2 emissions released in truckload transport in the logistics sector. New generation methods such as fuzzy logic and artificial neural networks are among the methods frequently used by businesses as decision making method in recent years. Therefore, ANFIS (*Adaptive Neural-Fuzzy Inference Systems)* method is used for forecasting. Forecasting performance is compared with MAPE. In this way, sustainable and environmentally correct plans can be made in the logistics sector and companies can organize their transportation activities.

Keywords: Sustainable Logistics, CO_2 emission forecasting, ANFIS

Sürdürülebilir Lojistik için CO_2 Emisyon Tahmini

Özet

Lojistik faaliyetlerin önemi günümüzde giderek artmaktadır. Sürdürülebilir lojistik ise firmaların katma değer katabileceği stratejik konuların başında yer almaya başlamıştır. Sürdürülebilir lojistik faaliyetleri, hem çevremizi hem de iklim değişikliklerini doğrudan etkilemektedir. Doğru ve etkili bir lojistik yönetimi ile bu beklenen çevresel zararların en aza indirilmesi mümkün olabilecektir. Bu çalışmada lojistik sektöründe karayolu taşımacılığında açığa çıkan $C0_2$ emisyon miktarının tahmin edilmesi amaçlanmıştır. Bulanık mantık ve yapay sinir ağları gibi yeni nesil yöntemler işletmeler tarafından son yıllarda karar verme yöntemi olarak sıklıkla kullanılan yöntemler arasındadır. Bu yüzden tahmin Için ANFIS (*Adaptive Neural-Fuzzy Inference Systems)* yöntemi kullanılmıştır. Tahmin performansı MAPE ile karşılaştırılmıştır. Bu sayede lojistik sektöründe sürdürülebilir ve çevresel açıdan doğru planlamalar yapılabilecek, firmalar taşımacılık faliyetlerini düzenleyebileceklerdir.

Anahtar Kelimeler: Sürüdürülebilir Lojistik, CO_2 emisyon tahmini, ANFIS

1 Introduction

It is known that the importance of logistics activities have gradually increased in business world. When the concept of sustainability is considered as a whole, corporate planning, environmental management, economic and social sustainability should be supported. In this context, it is possible to say that sustainability should be at the top of the current strategic issues for the logistics industry. Companies are obliged to monitor sustainability in their general operations. Especially the use of non-renewable energy sources and how to use raw materials puts a great social responsibility on companies [1].

The necessity of transporting millions of products every day and the fact that the vehicles/trucks are mostly used with fossil fuels increase the emission of CO_2. This emission problem causes environmental and human health threats. In the face of this threat, in order to reduce fuel consumption and carbon emissions for sustainability, the right choice of transportation mode, minimizing transportation distances, reducing the traffic

Corresponding author e-mail : aysenurbudak@gmail.com

created around the store or warehouse, etc. should be considered [2].

Turkey's sustainable logistics activities are increasing. CO_2 emissions growth has become more important in terms of macro factors such as economical and the environmental. In this study, based on independent variables with the logistics company in Turkey, this study has tried to estimate CO_2 emissions. Actual and forecasted values are compared according to the MAPE (Mean Absolute Percentage Error).

In the continuation of the study, the CO_2 emissions values for 2018-2020 are estimated for the sustainable evaluation of a logistics company with the ANFIS, which has a high predictive success. Thus, it is aimed to make estimations in this field with ANFIS for sustainable logistics and to analyze whether this method is a reliable forecasting method. It is an alternative forecasting method to use forward predictions in complex, chaotic and imprecise data sets. ANFIS method, which has a very wide field of application, differs from other estimation methods by requiring few data and high estimation reliability [3].

In the second section, the literature study is included. The ANFIS method is explained in detail in the third section. In the fourth section, the data between 2018-2020 are estimated with the ANFIS method and the MAPE in the estimation are calculated and its reliability is tested. Finally, section 5 concludes paper.

2.Literature

There are many studies about CO2 emission forecasting in the literature. Some of them are given below. Say and Yücel [4] developed a model which forecast CO2 emission for the years 2006-2015. They used regression analysis using the total energy expenditure to investigate the development of CO2 emissions. Yamanoglu [5] analyzed benchmarking for Turkey and other countries in terms of CO2 emissions. Sözen et al. [6] used artificial neural networks for CO2 emission. Shin and Tsokos [7] forecasted CO2 emission per month from 1981-2003 by using ARIMA, which is a time series method.

Pao et al. [8] using the Grey method to forecast Brazil CO2 emissions, energy consumption and economic growth for the years 2008-2013. Chen and Wang [9] used the fuzzy logic approach to forecast CO2 estimation Baareh et al. [10] used artificial neural networks to estimate CO2 emissions for the world. Saleh et al. [11] estimated CO2 emission with SVM (Support Vector Machine). Lise [12] used the decomposition method to explain the increase in CO2 emissions between 1980-2003. As it can be seen in recent studies, CO2 estimations have gained importance. The reason for this is to keep CO2 emissions under control and to make decisions in the light of sustainability.

When reviewing literature, CO2 emissions forecasting approach related to ANFIS has not been found in the literature. In addition, most CO2 emission estimation studies are forecasted with greenhouse gas on country basis. No specific study has been developed for the logistics sector. This study includes a forecasting method of the CO2 emission that addresses the environmental dimension for sustainable logistics. Therefore, the study fills the gap in the literature.

3. ANFIS (Adaptive Neuro Fuzzy Inference System)

ANFIS is a hybrid method of artificial intelligence that integrates with the inference feature in fuzzy logic by using the parallelism and learning ability of artificial neural networks. It uses ANFIS sugeno type fuzzy inference system and hybrid learning algorithm. Adaptive networks consist of nodes that represent transactions. This network consists of a combination of nodes, each placed in layers, to perform a certain function. Each node has a weight [16].

The rules determine how parameters should be changed to minimize the difference between the output of the entire network and the target value [13],[15]. Adaptive networks are used to define systems. The system defined by the given input-output data sets is used in the best modeling according to the most suitable network structure and parameters. The basic learning rule in adaptive networks is the steepest descent method. ANFIS can also assign all rules created for the problem or allow specialists to assign the rules [3],[19].

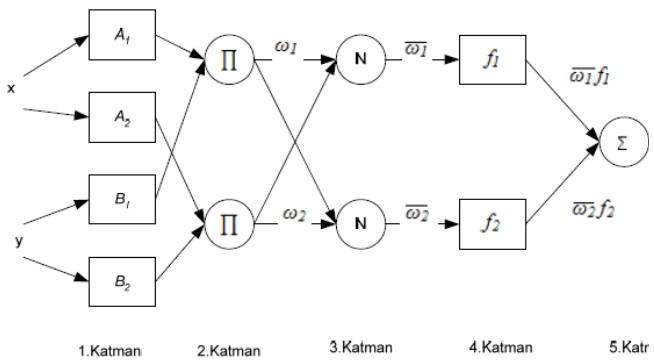


Figure 2. Sugeno Type ANFIS Structure with Two Entries, One Output and 2 Rules [3].

ANFIS basically consists of 5 layers [17],[18],[20].

Layer 1: Input values are divided into fuzzy sets. Here the membership function uses the gauss activation function. In this layer, the output of each node consists of the membership degrees that depend on the input values and the membership function used.
Layer 2: The nodes in the layer refer to the rules and number created by Sugeno fuzzy logic inference system.
Layer 3: Called the normalization layer. The nodes in this layer accept all nodes from the rule layer as the input layer and calculate the normalized values of the rules. The output of this layer is called the normalized level.
Layer 4: Clarification layer. Weighted result values of a rule given at each node in the clarification layer are calculated. The parameters in this layer are named as result parameters.
Layer 5: There is only one node in this layer and is labeled with Σ. Here, the output value of each node in layer 4 is summed, resulting in the true value of the ANFIS system.

4. Application

In this study, CO_2 emissions in order to ensure sustainability for a logistics company in Turkey using ANFIS model prediction is realized. The company wants to estimate CO_2 emissions to carry out its sustainability activities. Thus, it will be able to take an environmentally friendly approach in the future. The data set used for the study is analyzed by dividing it into two parts as 70% train and 30% testing. Mean absolute percentage error (MAPE) error rate is used to evaluate the prediction model. Independent variables are total number of trucks, month variable, special days and co2 emission quantity. The data used in the table below is shown in Table 1.

Table 1. Data explanation.

Variables	Type of Variables	Explanation
Total number of trucks	Numeric	Number of trucks used in that month
Month variable	Binary	The month of the transportation
Special days	Binary	Transportation on a special day (holidays, new year)
CO_2 emission quantity per month	Numeric	The amount of co_2 emission released in that month

Graphical representation of the forecasting results is given in figure 2. Estimation is made on monthly basis.

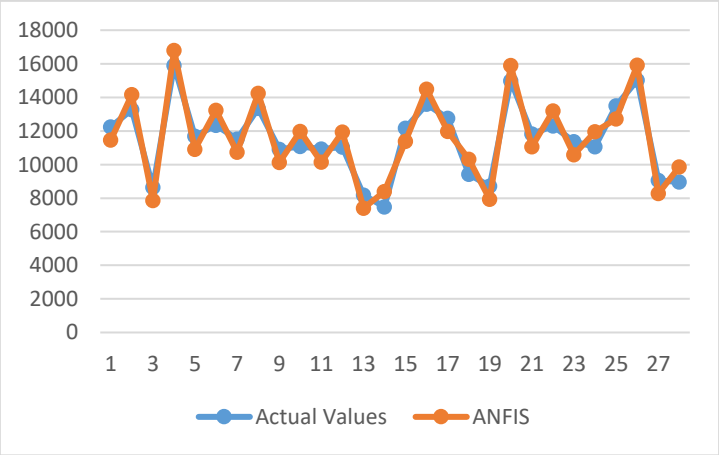


Figure 2: Comparison of Actual Values and Forecasting results. (Ton).

In Table 2, estimation results are given with MAPE values separately in training and test data.

Table 2. MAPE results.

	Dataset	MAPE
ANFIS	Train	0.0856
	Test	0.0575

MAPE result of the training data is 0.0956 and the result of the test data is 0.0675. Accordingly, the MAPE result of the test data is quite low. It is possible to say that the error rate of the prediction is low.

5. Conclusion

In this study, CO_2 emissions forecasting between 2018 and 2020 are analyzed by using ANFIS method in a logistics company for sustainability. The results of the ANFIS method and the actual values are compared with the error rate. It is observed that the error value obtained with ANFIS is low and the error rate is lower in the test data. In the light of this study, ANFIS, which is an effective forecasting method, can be used in estimation studies on energy and environment areas. This designed model can be used in terms of sustainability in the logistics industry.

For future studies, the forecasts can be improved by comparing with the forecasting method or hybrid methods can be developed such as ANFIS-PSO (particle swarm optimization) and ANFIS-GA (genetic algorithm).

References

[1] Guiffrida, A. L., Datta, P., Dey, A., LaGuardia, P., & Srinivasan, M. (2011). Building sustainability in logistics operations: a research agenda. *Management Research Review*.

[2] Piecyk, M., Browne, M., Whiteing, A., & McKinnon, A. (Eds.). (2015). *Green logistics: Improving the environmental sustainability of logistics*. Kogan Page Publishers.

[3] JANG, J.-S. R. (1993), "ANFIS: Adaptive-Network-Based Fuzzy Inference System", Ieee Transactions on Systems, Man and Cybernetics, 23(3), 665-685.

[4] Say, N.P. and Yücel, M. (2006) "Energy Consumption and CO2 Emissions in Turkey: Empirical Analysis and Future Projection Based on An Economic Growth". Energy Policy 34, ss. 3870– 3876.

[5] Yamanoğlu, G. Ç. (2006). Türkiye"de Küresel Isınmaya Yol Açan Sera Gazı Emisyonlarındaki Artış İle Mücadelede İktisadi Araçların Rolü Yüksek Lisans Tezi, AÜ.

[6] Sozen, A., Gulseven, Z., Arcaklioglu, E., 2007. Forecasting Based on Sectoral Energy Consumption of GHGs in Turkey and Mitigation Policies. Energy Policy 35, 6491-6505.

[7] Shou Hsing Shih and Chris P. Tsokos (2008). Prediction Models for Carbon Dioxide Emissions and the Atmosphere, The International Journel Neural,Paralel scientific Computations, Volume 16

[8].Pao, H.T., Tsai, C.M. (2011). "Modeling and forecasting the CO2 emissions, energy consumption, and economic growth in Brazil". Energy ,36(5), 2450-2458.

[9] Chen and Y.-C. Wang, "A fuzzy-neural approach for global CO2concentration forecasting," Intell. Data Anal., vol. 15, no. 5, pp. 763–777, Sep. 2011..

[10] Baareh, Abdel Karim,"Solving the Carbon Dioxide Emission Estimation Problem: An Artificial Neural Network Model."

[11] Saleh, C., Dzakiyullah, N. R., & Nugroho, J. B. (2016, February). Carbon dioxide emission prediction using support vector machine. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 114, No. 1, p. 012148). IOP Publishing.

[12] Lise, W., "Decomposition of CO2 emissions over 1980–2003 in Turkey", Energy Policy 34 1841–1852, 2006.

[13] Jang, J. S. R., & Mizutani, E. (1996, June). Levenberg-Marquardt method for ANFIS learning. In *Proceedings of North American Fuzzy Information Processing* (pp. 87-91). IEEE.

[15] Ekinci, F., Demirdelen, T., & Bilgili, M. (2017, August). Modelling of wind turbine power output by using ANNs and ANFIS techniques. In *2017 Seventh International Conference on Innovative Computing Technology (INTECH)* (pp. 126-131). IEEE.

[16] Onat, N., & Ersoz, S. (2011). Analysis of wind climate and wind energy potential of regions in Turkey. Energy, 36(1), 148-156.

[17] Gemici, E., Yucedag, C., Ozel, H. B., & Imren, E. (2019). Predicting cone production in clonal seed orchard of anatolian black pine with artificial neural network. APPLIED ECOLOGY AND ENVIRONMENTAL RESEARCH, 17(2), 2267-2273.

[18] AKCAY, M. T., KOCAARSLAN, İ., & Emrah, B. A. L. (2018, October). Determination of Rail Voltage Depending on Operational Datas in a 1500 V DC Subway Line With Artificial Intelligence Methods. In *2018 6th International Conference on Control Engineering & Information Technology (CEIT)* (pp. 1-6). IEEE.

[19] Tuntas, R., & Dikici, B. (2017). An ANFIS model to prediction of corrosion resistance of coated implant materials. *Neural Computing and Applications*, *28*(11), 3617-3627.

[20] Güneşer, M. T. (2019). Artificial intelligence solution to extract the dielectric properties of materials at sub-THz frequencies. *IET Science, Measurement & Technology*, *13*(4), 523-528.

İlaç Etken Maddeler Açısından Bağışıklık Sistemini Güçlendiren Takviyelerin AHP Yöntemi ile Değerlendirilmesi

Ukbe UÇAR[1]* , Figen BALO[1]

[1]*Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Elazığ, TÜRKİYE*

Özet

Günümüzde yoğun çalışma temposu, stres, dengesiz beslenme ve genetiği değiştirilmiş gıdaların çokluğu bağışıklık sistemimizi zayıflatmakta ve birçok hastalığa neden olmaktadır. Vücudumuz ihtiyaç duyduğu vitamin ve mineralleri yeterli miktarda alamadığı zaman bağışıklık sistemi düşmekte ve vücut fonksiyonları görevlerini sağlıklı bir şekilde yerine getirememektedir. Bunun sonucunda, vücudumuz virüslere ve zararlı mikroorganizmalara karşı reaksiyon gösterememekte ve çeşitli hastalıklara yakalanmaktadır. Son yıllarda ortaya çıkan Domuz Gribi, SARS, Covid-19 gibi virüs salgınları ve bulaşıcı hastalıklar, insanların bağışıklık sistemini çökertmekte ve ölümlerine neden olabilmektedir. Özellikle Covid-19 gibi tedavisi bulunmamış olan ve çok hızlı bir şekilde yayılan hastalıklarla mücadele edebilmek ve bu tür hastalıklara yakalanmamak için bağışıklık sisteminin güçlü olması gerekmektedir. Bu bağlamda, sağlık endüstrisi tarafından insanların bağışıklık sistemini güçlendirmek için içerisinde çeşitli vitaminleri ve mineralleri bulunduran takviye edici gıdalar geliştirilmiştir. Bu çalışmada, günümüzde insanlar tarafından yoğun bir şekilde tüketilen 10 farklı bağışıklık sistemini güçlendirici gıda takviyesi çeşitli kriterler açısından AHP yöntemi kullanılarak değerlendirilmiş ve ideal gıda takviyesi belirlenmeye çalışılmıştır. Bu çalışma sayesinde, bağışıklık sisteminin güçlendirilmesi ve hastalıklarla mücadele konusunda farkındalık oluşturulması ve araştırmacıların bu konulara yönlendirilmesi amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Çok Kriterli Karar Verme, AHP, Bağışıklık Sistemini Güçlendiren Takviyeler*

Evaluation of Supplements that Strengthen the Immune System in terms of Drug Active Substance Using AHP Method

Abstract

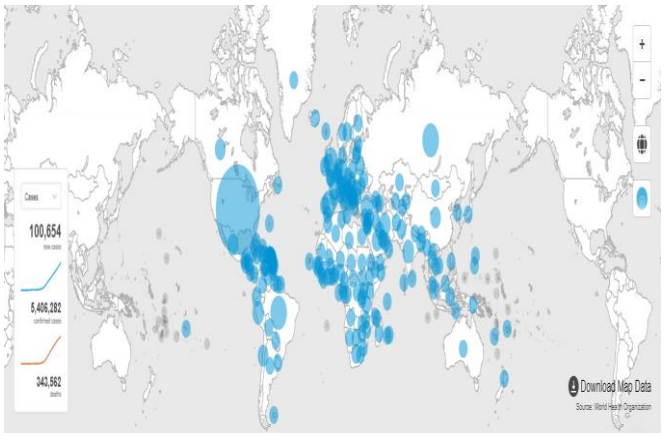
Nowadays, intense work tempo, stress, unbalanced diet and the abundance of genetically modified foods weaken our immune system and cause many diseases. When our body is not get enough vitamins and minerals that it need its, immune system weakens and the body functions are unable to perform their duties in a healthy way. As a result, our body is unable to react to viruses and harmful microorganisms and catch various diseases. Virus outbreaks and infectious diseases such as Swine Flu, SARS, Covid-19, which have appeared in recent years, can precipitate the immune system of people and cause their death. The immune system needs to be strong in order to avoid suffering from such diseases and struggle with the diseases that especially like Covid-19 have not been treated and spread very quickly. In this context, supplement foods containing various vitamins and minerals have been developed by health industry to strengthen the immune system. In this paper, 10 different immune system-strengthening food supplements, which are consumed intensely by humans, have been evaluated using AHP method in terms of various criteria and the ideal food supplement has been tried to be determined. Thanks to this study, it is aimed to create awareness about strengthening the immune system and fighting diseases and directing the researchers to these issues.

Keywords: *Multi Criteria Decision Making, AHP, Supplements That Strengthen The Immune System*

Corresponding author e-mail : ukbeusameucar@gmail.com

1 Giriş

Günümüzde dünyadaki tüm insanların mücadele ettiği en büyük problem yeni tip Koronavirüs (Kovid-19) dür. Bu hastalık, 11 Mart 2020 tarihinde Dünya Sağlık Örgütü(DSÖ) Genel Direktörü Tedros Adhanom Ghebreyesus tarafından pandemik bir hastalık olarak nitelendirilmiş, virüs dünya üzerinde milyonlarca insanın rahatsızlanmasına ve yüzbinlerce insanın ölmesine neden olmuştur [1]. 26.05.2020 tarihli DSÖ verilerine göre bu hastalıktan etkilenen ve ölen insanların sayısı şekil 1'de gösterilmiştir [2].



Şekil 16. DSÖ verilerine göre 26.05.2020 tarihli Kovid-19 vaka bilgileri [2].

Bu verilere göre, dünya üzerinde 5,406,282 kişi hastalığa yakalanmış ve 343,562 bu hastalıktan dolayı hayatını kaybetmiştir [2]. Çok hızlı bir şekilde yayılan ve kesin bir tedavi yöntemi henüz bulunamayan bu hastalıkla mücadele etmek için en etkili yöntem bu hastalığa neden olabilecek faktörlerin önüne geçmek ve bağışıklığı güçlü tutmaktır.

Latince kökenli bir kavram olan Koronavirüs hastalığı ilk kez 1930 lu yıllarda ortaya çıkmış ve tavuklarda görülmüştür. Genellikle kuşlarda ve memelilerde görülen, insanlara bulaştığı zaman solunum yolu enfeksiyonlarına neden olan ve ölümcül etkiler doğurabilen Koronavirüs' ün MERS, SARS ve Yeni Koronavirüs Hastalığı (COVID-19) gibi türevleri bulunmaktadır. Buna ek olarak Koronavirüs ile ilgili hastalıkları tam olarak iyileştirilebilen bir ilaç ya da aşı geliştirilmemiştir. Bu hastalıkta virüs, bağışıklık sistemi zayıf kişilerin bünyeleri üzerinde tahribat oluşturmakta ve ölümlerine neden olabilmektedir. Virüs ilk olarak vücuda bir hücreden giriş yapmakta ve hücrenin mekanizmasını ele geçirerek kendi genetik bilgilerini üretmesi için vücut hücresini zorlamaktadır. Bağışıklık sistemi zayıf kişiler virüslerin bu baskısına karşı koyamayıp vücut içerisinde çok sayıda virüsün üremesine neden olmaktadır. Bu durum nedeniyle vücudun savunma sistemi iflas etmekte ve hastaların ölümü gerçekleşebilmektedir [3].

Bağışıklık sistemi, düşünebilen, öğrenebilen ve edinmiş olduğu tecrübeleri hafızasında saklayabilen vücudumuzdaki iki sistemden biridir. Bağışıklık sistemi atalardan aktarılan genetik bilgileri kullanarak mikroplara karşı bir savunma sistemi oluşturup sadece ilgili virüsün ya da mikrobun olduğu bölgeye müdahale eden ve yok edinceye kadar mücadele eden sistemdir. Buna ek olarak, bağışıklık sistemi virüsü yok etme esnasında elde ettiği tecrübeleri hafızasında saklamakta ve geçmişten de var olan bilgileri ile sentezleyerek sonraki mikrop saldırılarına deneyim kazanmakta ve karşılaştıkları mikroba göre çözümler geliştirmektedir. Bağışıklık sisteminin temel amacı bireyin özünü korumak ve mikroplarla ya da hastalıklarla mücadele ederken kendi özüne zarar vermeden bu işlemleri gerçekleştirmektir. Bağışıklık sistemin zayıflaması ve yanlış şekilde çalışması, mikropların vücut içerisinde fazla sayıda üremesine neden olmakta ve zaman içerisinde bireyin hastalanmasına ve ölmesine sebebiyet verebilmektedir. [4].

Bağışıklık sistemini etkileyen birçok faktör bulunabilmektedir. Vücudun yeterince oksijen ve su alması, uyku düzenine dikkat etmesi, güneş ışınları ve D vitamininden yeterince faydalanması, stresten uzak durulması ve dengeli bir şekilde beslenme bu faktörlerden bazılarıdır [4]. Günümüzdeki yoğun ve stresli çalışma temposunda insanlar bu faktörlerin çoğunu tam olarak gerçekleştirememekte ve bu nedenden dolayı sıklıkla hastalıklara yakalanabilmektedir. Özellikle bu yoğun tempoda kısıtlı zaman sürelerinden dolayı insanlar dengeli bir şekilde beslenememekte ve vücut için ihtiyaç duyulan vitamin ve mineraller yeterli bir şekilde alınamamaktadır. İlaç endüstrisi tarafından bu problemi çözmek ve insanların bağışıklık sistemini güçlendirmek için farklı özelliklerde birçok takviye edici gıda bulunmakta, bu ürün çeşidi arasından doğru ve etkili malzemelerin seçilmesi ise önemli bir konuyu ifade etmektedir. Bu çalışmada ilaç etken maddeleri açısından bağışıklık sistemini güçlendiren takviyeler çeşitli kriterler açısından Analitik Hiyerarşik Proses (AHP) yöntemi kullanılarak değerlendirilmiş ve ideal takviye ürünü belirlenmeye çalışılmıştır.

AHP yöntemi hemen hemen her bilim alanında sürekli olarak kullanılan bir karar verme yöntemi olmakta, literatürde ilgili yöntemin kullanıldığı birçok çalışma bulunabilmektedir. Literatürde sağlık alanında AHP yönteminin kullanıldığı çalışmalardan bazıları ise tablo 1 de ifade belirtilmektedir.

Tablo 1. AHP ile ilgili literatürdeki çalışmalardan bazıları

Yazarlar	Yöntem	Problem
Singpurwalla vd [5]	AHP	Sağlık hizmetlerinde kara verme
Sloane vd [6]	AHP	Yenidoğan vantilatörlerinin seçilmesi
Liberatore and Nydick [7]	AHP	Literatür araştırması
Topacan vd [8]	AHP	İdeal sağlık hizmeti seçimi
Aydın [9]	Bulanık AHP	Hastane yeri seçimi
Lai[10]	Bulanık AHP	Sürdürülebilirlik değerlendirmesi
Büyüközkan vd [11]	Bulanık AHP	Hizmet kalite çerçevesinin değerlendirilmesi
Büyüközlan ve Çiftçi [12]	Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS	Elektronik hizmet kalitesinin değerlendirilmesi
Pecchia vd [13]	AHP	Bilgisayarlı tomografi tarayıcı için kullanıcı gereksinimlerinin belirlenmesi
Doğan ve Gencan [14]	AHP, VZA	Hastane performansının değerlendirilmesi
Ivlev vd [15]	AHP	Medikal ekipman yönetimi
Jaberidoost vd [16]	AHP, SAW	İlaç tedarik zincirinde risk değerlendirmesi
Kıdak vd [17]	Bulanık AHP	Hasta isteklerinin değerlendirilmesi
Delice vd [18]	AHP	Ergonomik risk değerlendirme ve çalışma duruşlarının analizi
Hillerman vd [19]	AHP ve kümeleme analizi	Şüpheli sağlık hizmeti taleplerinin değerlendirilmesi
Yılmaz ve Şenol [20]	Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS	İş sağlığı ve güvenliği risk değerlendirme
Taş vd [21]	AHP-TOPSIS	Poliklinik değerlendirme
Güdük ve Önder [22]	AHP	İşyeri iletişiminde watsapp kullanımının değerlendirilmesi
Eren ve Gür [23]	Bulanık AHP	Ameliyathane verimliliğinin değerlendirilmesi
Rajak ve Shaw [24]	AHP ve Bulanık TOPSIS	Mobil sağlık uygulamalarının seçimi ve değerlendirilmesi
Alakaş vd [25]	AHP-TOPSIS ve AHP-VIKOR	Ambulans tedarikçisi seçimi
Çanakçı ve Arıkan [26]	AHP ve Bulanık TOPSIS	Hizmet kalitesi değerlendirme
Korkusuz vd [27]	AHP, PROMETHEE and GRA	İş sağlığı ve güvenliği performans ölçümü

Çalışmanın ikinci bölümünde ilgili problemin özellikleri tanıtılmış, üçüncü bölümde kullanılan çözüm yöntemi hakkında bilgi verilmiştir. Dördüncü bölümde uygulama çalışması gerçekleştirilmiş, son olarak beşinci bölümde ise çalışmaya ilişkin genel değerlendirmeler yapılmış ve gelecek çalışmalara yönelik bilgiler verilmiştir.

Problemin Tanıtımı

Günümüzde farklı bileşenlere ve amaçlara sahip birçok bağışıklık sistemini güçlendiren takviye edici gıda bulunmakta, bunların arasından uygun olanı seçmek oldukça zor olmaktadır. Bu gıdalar içerisinde farklı ilaç etken maddeleri bulundurmakta, bu maddelerin birlikte dikkate alınarak bağışıklık sistemi için faydalı olanın belirlenmesi gerekmektedir. Aksi durumda, etkisiz ya da az etkiye sahip gıdaların kullanılması, kullanıcıların bağışıklık sistemlerine etki etmemekte ve farklı hastalıklara yakalanmasına neden olabilmektedir.

İlaç etken maddesi; kimyasal birleştirmelerden veya doğal kaynaklardan elde edilen, insanlarda ve hayvanlarda ortaya çıkabilecek hastalıkların tanımlanmasında, tedavi edilmesinde ve hastalığın ilerlemesinin engellenmesinde kullanılan kimyasal içeriği belirlenmiş maddelere denmektedir [28].

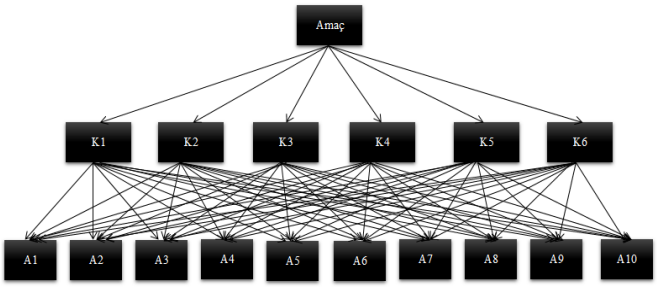
Bağışıklık sistemini güçlendirilmesinde etkili olan çok sayıda takviye edici madde bulunmakta, bu çalışmada belirlenen gıda takviyelerin değerlendirilmesinde dikkate alınanlar maddeler aşağıda verilmektedir [29], [30].

- Vitaminler
- Mineraller
- Beta Glukan
- Omega-3
- Probiyotikler
- İlave bileşenler(Soya lestini, Ginseng, Koenzim Q10 vb.)

Bu maddeler aynı zamanda çalışma içerisinde gıdaların değerlendirilmesinde dikkate alınan kriterler olmakta ve bu kriterlere göre alternatif gıda takviyeleri arasından ideal olanı belirlenmektedir.

Vitaminler ve mineraller içerisinde birçok alt başlığı barındırmaktadır. Bu çalışmada takviye gıdalarının değerlendirilmesinde A, B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7, B8, B9, B12, C, D, E, K vitaminleri ve Bakır Demir Çinko, Kalsiyum, Magnezyum, Molibden, İyot, Krom Lutein, Bor, Mangan,

Manganez ve Selenyum mineralleri dikkate alınmıştır.
Bu çalışmada piyasada en çok satan 10 farklı takviye edici gıda tespit edilmiş, uygulama çalışma sonucunda analiz sonuçlarına göre sadece ilk üç sırada bulunan ürünlerin isimleri belirtilmiştir [30].
Belirlenen alternatifler ve kriterler doğrultusunda oluşturulan karar ağacı şekil 2 de gösterilmektedir.



Şekil 2. Kriterlere ve alternatiflere ilişkin karar ağacı

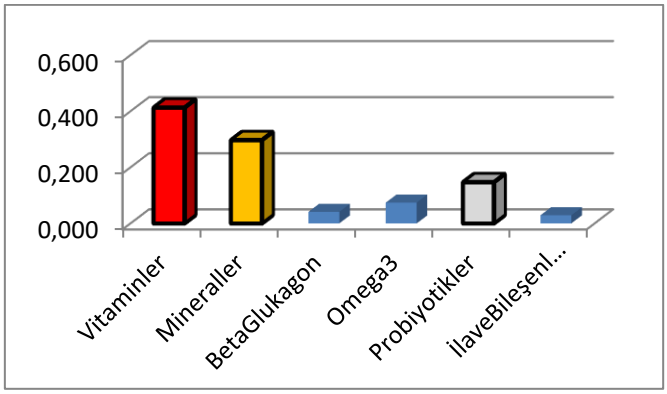
Çözüm Metodolojisi

Bu makalede, ideal gıda takviyesi ürünün belirlenmesinde çok kriterli karar verme yöntemlerinden Analitik Hiyerarşik Proses yöntemi kullanılmıştır.
Analitik Hiyerarşik Proses yöntemi, Thomas L. Saaty' nin geliştirdiği amacın, kriterlerin ve alternatiflerin birlikte değerlendirildiği analitik bir yöntemdir [31].
AHP yöntemi 6 adımdan oluşmakta ve bu adımlar aşağıda ifade edilmektedir [32].

1. Problem spesifikasyonlarının belirlenmesi ve probleme ilişkin karar ağacının oluşturulması
2. Kriterlerin birbirlerine üstünlüklerini belirlemek için ikili karşılaştırma matrislerinin hazırlanması
3. Kriterler için önem değerlerinin hesaplanması
4. Karşılaştırma matrisi için tutarlılık değerinin tespit edilmesi
5. Her bir kriter tabanında alternatiflere ait önem ağırlıklarının hesaplanması
6. Alternatiflere ait genel ağırlık değerlerinin belirlenmesi ve ideal alternatifin tespit edilmesi

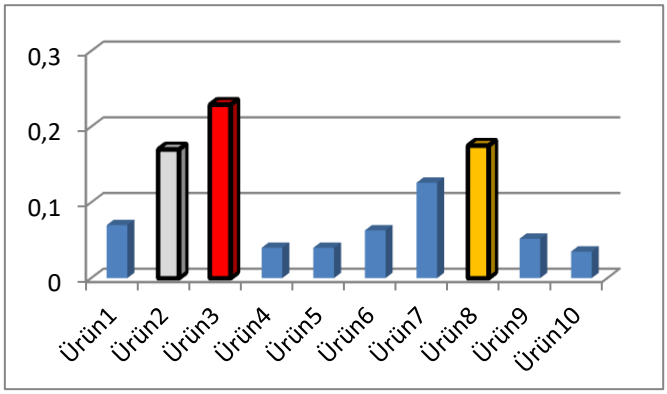
Uygulama Çalışması

Bölüm 2 de belirtilen kriterler ile alternatifler, bölüm 3 deki metodoloji kullanılarak ExpertChoice programı yardımıyla değerlendirilmiştir. İlk olarak kriterlerin karşılaştırılması yapılmış ve elde edilen sonuçlar şekil 3 de gösterilmiştir.



Şekil 3. Kriterler için ağırlık değerleri

Şekil 3'e göre en önemli kriterler sırasıyla vitaminler, mineraller ve probiyotikler çıkmıştır. En düşük öneme sahip kriter ise ilave bileşenler olarak belirlenmiştir. Matrisin tutarlılık değeri ise 0,04 çıkmış, bu durum yapılan karşılaştırmanın tutarlı olduğunu göstermiştir.
Şekil 3 deki kriter karşılaştırma sonuçları dikkate alınarak alternatifler değerlendirilmiş ve alternatiflere ilişkin önem değerleri şekil 4 de gösterilmiştir.



Şekil 4. Alternatifler için önem dereceleri

Şekil 4 e göre Ürün3(Ligone Beta-Glucan Probiotic Multivitamin) ideal alternatif olarak çıkmışken, bu ürünleri sırasıyla Ürün8(Zade Vital Multivitamin) ve Ürün2(Supradyn All Day) takip etmiştir. Ürün10 ise en düşük öneme sahip olan alternatif olarak belirlenmiştir. Ayrıca tüm değerlendirmelerde matrislere ilişkin tutarlılık oranı 0,1 den az çıkmış ve bu sonuç yapılan analizin tutarlı olduğunu göstermiştir.
Elde edilen sonuçlar, dikkate alınan kriterlere, kullanılan çözüm yöntemlerine ve değerlendirme yapan uzmanlara göre farklılık gösterebilmektedir.

Sonuçlar

Kovid-19 gibi salgın hastalığın dünyamızı esir aldığı bu günlerde bağışıklık sistemin güçlendirilmesi insan sağlığı açısından büyük bir önem arz

etmektedir. Vücudun mikroplara ve virüslere karşı mücadele mekanizmasını oluşturan bağışıklık sisteminin zayıflaması durumunda vücut hastalıklara açık hale gelmektedir. Yoğun çalışma koşulları, stres, dengesiz beslenme ve düzensiz uyku alışkanlığı bağışıklık sistemini zayıflatan faktörlerin başında gelmektedir. Özellikle beslenme alışkanlığı vücudun ihtiyaç duyduğu vitamin ve minerallerin alınması açısından büyük bir öneme sahip olmaktadır. İnsanlar yoğun çalışma temposundan dolayı gün içerisinde gerekli vitamin ve mineralleri yeterince alamamakta ayrıca kapalı ortamlarda uzun süre vakit geçirmelerinden dolayı güneşten yeterince faydalanamamaktadır. İnsanların eksik vitamin ve mineral ihtiyacını karşılamak ve bağışıklık sistemini güçlendirmek için ilaç endüstrisi takviye edici gıdalar geliştirmiş ve insanlığın hizmetine sunmuştur.

Piyasada farklı ilaç etken maddesine sahip birçok takviye edici gıda bulunmakta bunlardan ideal olanının belirlenmesi bağışıklık sisteminin güçlendirilmesi açısından büyük bir önem arz etmektedir. Bu çalışmada piyasada yoğun bir şekilde satılan 10 farklı bağışıklık sistemini güçlendirici takviye edici gıda 6 farklı kriter açısından değerlendirilmiş ve ideal ürünün "Ligone Beta-Glucan Probiotic Multivitamin" olduğu belirlenmiştir. Farklı yöntemlerin kullanılması, uzman grubunun değiştirilmesi ve farklı kriterlerin dikkate alınmasıyla farklı sonuçlar elde edilebilmekte, bu çalışma ile bağışıklık sisteminin güçlendiren takviye edici gıdaların değerlendirilmesi için farkındalık oluşturulması ve araştırmacıların bu alanlara yönlendirilmesi amaçlanmaktadır.

Gelecek çalışmalarda alternatif ürün grubu ve değerlendirme kriterleri geliştirilebilir ve farklı çözüm mekanizmaları kullanılabilir. Özellikle hibrit çözüm mekanizmalarının kullanılmasıyla daha doğru değerlendirme sonuçlarına ulaşılabilir. Ayrıca araştırmacılar, bu analizleri herhangi bir ilaç grubu içinde kullanarak doğru ilaç seçimi konusunda bir karar destek sistemi geliştirebilir.

Kaynaklar

[1] https://www.aa.com.tr/tr/koronavirus/dunya-saglik-orgutu-yeni-tip-koronavirusu-kuresel-salgin-ilan-etti/1762600 (27.05.2020).

[2] https://covid19.who.int/ (27.05.2020).

[3] Alpago, H, Oduncu Alpago, D. "Korona Virüs ve Sosyoekonomik Sonuçlar". IBAD Sosyal Bilimler Dergisi, (8) , 99-114, 2020.

[4] https://www.memorial.com.tr/saglik-rehberleri/bagisiklik-sistemi-nedir-bagisikli-sistemini-guclendirmenin-yollari-nelerdir/ (02.06.2020).

[5] Singpurwalla, N., Forman, E., ve Zalkind, D. "Promoting shared health care decision making using the analytic hierarchy Process". Socio-Economic Planning Sciences, 33(4), 277-299, 1999.

[6] Sloane, E. B., Liberatore, M. J., Nydick, R. L., Luo, W., ve Chung, Q. B. "Using the analytic hierarchy process as a clinical engineering tool to facilitate an iterative, multidisciplinary, microeconomic health technology assessment". Computers & Operations Research, 30(10), 1447-1465, 2003.

[7] Liberatore, M. J. ve Nydick, R. L. "The analytic hierarchy process in medical and health care decision making: A literature review". European Journal of Operational Research, 189(1), 194-207, 2008.

[8] Topacan, U., Basoglu, A. N., ve Daim, T. U. (2009, August). "AHP application on evaluation of health information service attributes". IEEE In PICMET'09-2009 Portland International Conference on Management of Engineering & Technology, 486-493, 2009.

[9] Aydın, Ö. "Bulanık AHP ile Ankara için hastane yer seçimi". Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 24(2), 87-104, 2009.

[10] Lai, H. F. "Applying fuzzy AHP to evaluate the sustainability of knowledge-based virtual communities in healthcare industry". IEEE In 2010 7th International Conference on Service Systems and Service Management, 1-6, June 2010.

[11] Büyüközkan, G., Çifçi, G., ve Güleryüz, S. "Strategic analysis of healthcare service quality using fuzzy AHP methodology". Expert Systems with Applications, 38(8), 9407-9424, 2011.

[12] Büyüközkan, G., ve Çifçi, G. "A combined fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS based strategic analysis of electronic service quality in healthcare industry". Expert Systems with Applications, 39(3), 2341-2354, 2012.

[13] Pecchia, L., Martin, J. L., Ragozzino, A., Vanzanella, C., Scognamiglio, A., Mirarchi, L., ve Morgan, S. P. "User needs elicitation via analytic hierarchy process (AHP). A case study on a Computed Tomography (CT) scanner". BMC Medical İnformatics and Decision Making, 13(1), 2, 2013.

[14] Doğan, N. Ö., & Gencan, S. "VZA/AHP bütünleşik yöntemi ile performans ölçümü: Ankara'daki kamu hastaneleri üzerine bir uygulama". Gazi Universitesi

Iktisadi ve Idari Bilimler Fakultesi Dergisi, 16(2), 88, 2014.

[15] Ivlev, I., Kneppo, P., ve Bartak, M. "Multicriteria decision analysis: a multifaceted approach to medical equipment management". Technological and Economic Development of Economy, 20(3), 576-589, 2014.

[16] Jaberidoost, M., Olfat, L., Hosseini, A., Kebriaeezadeh, A., Abdollahi, M., Alaeddini, M., ve Dinarvand, R. Pharmaceutical supply chain risk assessment in Iran using analytic hierarchy process (AHP) and simple additive weighting (SAW) methods. Journal of Pharmaceutical Policy and Practice, 8(1), 9, 2015.

[17] Kıdak, L. B., Arslan, E. T., ve Burmaoğlu, S. "Hastanın Sesi Duyuluyor Mu? Bir Devlet Hastanesinde Bulanık AHP ile Ağırlıklandırılmış Kalite Fonksiyon Göçerimi Uygulaması". Journal of Alanya Faculty of Business/Alanya İşletme Fakültesi Dergisi, 8(2), 2016.

[18] Delice, E. K., Ayık, İ., Abidinoğlu, Ö. N., Çiftçi, N. N., ve Sezer, Y. Ergonomik Risk Değerlendirme Yöntemleri Ve Ahp Yöntemi İle Çalışma Duruşlarının Analizi: Ağır Ve Tehlikeli İşler İçin Bir Uygulama. Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 6, 112-124, 2018.

[19] Hillerman, T., Souza, J. C. F., Reis, A. C. B., ve Carvalho, R. N. "Applying clustering and AHP methods for evaluating suspect healthcare claims". Journal of Computational Science, 19, 97-111, 2017.

[20] Yılmaz, N., ve Şenol, M. B. "İş sağlığı ve güvRenliği risk değerlendirme süreci için bulanık çok kriterli bir model ve uygulaması". Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University, 32(1), 77-87, 2017.

[21] Taş, C., Bedir, N., Eren, T., Alağaş, H. M., ve Çetin, S. "AHP-TOPSIS yöntemleri entegrasyonu ile poliklinik değerlendirilmesi: Ankara'da bir uygulama". Sağlık Yönetimi Dergisi, 2(1), 1-17, 2018.

[22] Güdük, Ö., ve Önder, E. Sağlık sektöründe işyeri iletişimi açısından whatsapp uygulaması kullanımının AHP yöntemi ile değerlendirilmesi. "Sağlık Akademisyenleri Dergisi", 5(2), 119-129, 2018.

[23] Eren, T., ve Gür, Ş. "Ameliyathanelerin performanslarına etki eden faktörlerin bulanık ahp ile değerlendirmesi". Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi, 3(3), 197-204, 2018.

[24] Rajak, M., ve Shaw, K. "Evaluation and selection of mobile health (mHealth) applications using AHP and fuzzy TOPSIS". Technology in Society, 59, 101186, 1-17, 2019.

[25] Alakaş, H. M., Bucak, M., ve Kızıltaş, Ş. "AHP-TOPSIS ve AHP-VIKOR Yöntemleri ile Ambulans Tedarik Firması Seçimi". Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi, 4(1), 93-101, 2019.

[26] Çanakçı Yüksel , İ. Ç., ve Arıkan, M. Sağlık sektöründe hizmet kalitesinin çok ölçütlü karar verme yöntemleri ile değerlendirilmesi: Ankara'da bir uygulama". Uludağ University Journal of The Faculty of Engineering, 24(3), 13-30, 2019.

[27] Korkusuz, A. Y., İnan, U. H., Özdemir, Y., ve Başlıgil, H. "Occupational health and safety performance measurement in healthcare sector using integrated multi criteria decision making methods". Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University, 35(1), 81-96, 2020.

[28] https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/76265/mod_resource/content/0/1_Rasyonel%20ila%C3%A7%20etken%20madde%20tasar%C4%B1m%C4%B1%20y%C3%B6ntemlerinin%20%C3%B6nemi.pdf (09.06.2020)

[29] Çetin, F. "Bağışıklık Sistemi Desteklerinin Besin-İlaç Etkileşimi". İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 2(1), 14-19, 2020.

[30] https://www.vitaminler.com/sorununa-gore/bagisiklik-sistemi-62-1010 (10.06.2020)

[31] Akdeniz, H. A., ve Turgutlu, T. "Türkiye'de perakende sektöründe analitik hiyerarşik süreç yaklaşımıyla tedarikçi performans değerlendirilmesi". Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 9(1), 1-17, 2007.

[32] Uçar, U , İşleyen, S. "Hareketli Hedefli - Heterojen Filolu İHA Rotalama Problemi İçin Yeni Bir Çözüm Yaklaşımı". Politeknik Dergisi, 22 (4) , 999-1016, 2019.

Çeşitli Sağlık Kriterleri Açısından Boğaz Pastillerinin Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi ile Değerlendirilmesi

Ukbe UÇAR[1]*, Figen BALO[1]

[1]*Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Elazığ, TÜRKİYE*

Özet

Boğaz enfeksiyonları, özellikle sonbahar ve kış aylarında yoğun bir şekilde ortaya çıkan, çeşitli hastalıklara sebep olabilen ve insanların yaşam kalitesini olumsuz yönde etkileyen rahatsızlıklardır. Boğaz kaşıntısı, boğaz ağrısı, yutkunma zorluğu, ses kısıklığı, soğuk algınlığı, burundan nefes alamama ve polen alerjisi, bu rahatsızlıklardan bazılarıdır. Boğaz pastilleri, ağız ve boğaz mukozasındaki tahribatın engellenmesini sağlayarak belirtilen hastalıkların kısa sürede ve rahat bir şekilde atlatılmasını sağlayan takviye edici gıdalardır. Bu gıdalar sayesinde hastalık belirtileri hafifletilebilmekte ve daha az ilaç kullanılması sağlanabilmektedir. İlaç endüstrisinde boğaz ağrılarıyla ilgili farklı rahatsızlıkları gidermek için geliştirilmiş birçok takviye edici gıda bulunabilmekte ve bunlar birbirlerinden farklı özelliklere sahip olabilmektedir. Bu çalışmada insanlar tarafından yoğun bir şekilde tüketilen 10 farklı boğaz pastili çeşitli kriterler açısından Analitik Hiyerarşik Proses çözüm metodolojisi kullanılarak değerlendirilmiş ve boğaz rahatsızlıklarının giderilmesinde en fazla etkili olan boğaz pastili ürünü tespit edilmeye çalışılmıştır. Çalışma sayesinde boğaz pastillerinin doğru ve etkili bir şekilde kullanılması konusuna katkıda bulunulması amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Boğaz Pastili, Boğaz Enfeksiyonları, Çok Kriterli Karar Verme, AHP*

Evaluation of Throat Pastilles by Multiple Criteria Decision Making Method in Terms Of Various Health Criteria

Abstract

Throat infections are disorders that occur intensely especially in autumn and winter, which can cause various diseases and negatively affect people's quality of life. Sore itching, sore throat, difficulty swallowing, hoarseness, cold, not breathing in the nose and pollen allergy are some of these disorders. Throat lozenges are supplementary foods that ensure the prevention of damage to the mouth and throat mucosa, and ensure that the specified diseases are eliminated in a short time and comfortably. Thanks to these foods, disease symptoms can be alleviated and less medication can be used. In the pharmaceutical industry, there are many supplements that have been developed to relieve different ailments related to sore throats and these may have different properties. In this study, 10 different throat lozenges consumed intensely by humans have been evaluated using Analytical Hierarchical Process solution methodology in terms of various criteria and the most effective throat lozenge product has been tried to be determined in eliminating throat disorders. Thanks to the study, it is aimed to contribute to the correct and effective use of throat lozenges.

Keywords: *Multi Criteria Decision Making, AHP, Supplements That Strengthen The Immune System*

Giriş

Boğaz ağrısı, insanların her mevsim karşılaştıkları yaşam kalitesini olumsuz etkileyen bir hastalık türüdür. Sonbahar ve kış aylarında genel olarak virüslerden dolayı ortaya çıkan boğaz ağrısı, soğuk algınlığı ve griple birlikte kendisini göstermektedir. Bakteriyel enfeksiyonlar, polen ve hayvan tüyü gibi alerjik etkiye sahip maddelerden dolayı da boğaz ağrıları insanlarda sıklıkla görülmektedir. Bunlara ek olarak kapalı ortamlarda uzun süre çalışmak ve kış aylarında klima ve elektrikli ısıtıcıların havayı kurutmasından dolayı boğazda kuruma meydana gelebilmekte ve boğaz ağrısı oluşabilmektedir. Son olarak hava kirliliği ve sigara, nargile gibi ürünlerin kullanılması boğaz ağrısına yol açan nedenler arasında yer almaktadır [1].

Boğaz ağrısında, ilgili bölgede kuruluk meydana gelmekte ve hasta o bölge içerisinde bir ağrı ve yanma hissetmektedir. Boğaz ağrısı, boğaz içerisinde rahatsızlık olan bölgeye ve rahatsızlığın spesifik özelliklerine göre farklı hastalık isimlerine sahip olabilmektedir. Ağız bölgesinin arka kısmının etkilenmesi ve bu bölgede ağrının yoğunlaşması Farenjit kaynaklı boğaz ağrısı olarak nitelendirilmektedir. Bademcikte kızarıklık ve şişme durumunun meydana gelmesi olarak isimlendirilen Tonsilit, ağız bölgesinin arka kısmında bulunan yumuşak dokularda ağrıya sebebiyet vermektedir. Eğer ses tellerinde bir ağrı var ise o zaman bu rahatsızlık Larenjit olarak isimlendirilmektedir. Genel olarak boğaz ağrısında, konuşurken ve yutkunurken ağrı ve zorlanma meydana gelmekte ve boğazda kızarıklıklar gözlemlenmektedir. Bazı durumlarda bademciklerde beyaz lekeler tespit edilmekte, bu durum iltihap veya bakteriyel bir rahatsızlığın olabileceğini göstermektedir. Ayrıca burun tıkanıklığı, nefes almada güçlük, yutkunmada zorlanma, öksürük, halsizlik, iştahsızlık, ateş ve vücutta ortaya çıkan ağrılar boğaz ağrısı ile birlikte kendini gösterebilmektedir [1].

Yukarıdaki bilgilere ek olarak literatürde boğaz ağrısına neden olabilecek durumlar şekil 1 deki gibi gruplandırılmıştır [2].

Boğaz ağrısının tedavisi ve olumsuz etkilerinin giderilmesi için ilaç kullanımına ek olarak birçok alternatif yöntem bulunmaktadır. Dinlenme ve bol sıvı tüketimi, sigara vb. ortamlardan kaçınılması, yumuşak, asitsiz ve alkolsüz içeceklerin tüketilmesi, bulunan ortamın havalandırılması ve

Enfeksiyon	• Üst solunum yolu enfeksiyonları • Akut tonsillit ve farenjit • Akut larenjit • Aftöz stomatit • Akut sinüzit
İrritan ve allerjik nedenler	• Allerjik rinit • Reflü • Akciğer enfeksiyonları • Sigara • Kirli hava • Sesin aşırı kullanımı • Alkol • Nazal obstrüksiyon • Aşırı sıcak, soğuk yiyecekler • Baharatlı yiyecekler • Koroziv maddeler
Travma	• Penetran travmalar • Non-penetran travmalar
Tümöral nedenler	• Orofarenks tümörleri • Larenks tümörleri • Metastazlar

Şekil 1. Boğaz ağrısının nedenlerine ilişkin bilgiler[2].

nemlendirilmesi ve ılık derecede sıcaklığa sahip tuzlu su ile gargara yapılması bu yöntemlerden bazılarıdır [2]. Boğaz pastilleride, boğaz ağrılarının giderilmesine yoğun bir şekilde kullanılan alternatif yöntemlerden biri olmakta, ilaç endüstrisindeki gelişmelerle birlikte bünyelerinde birçok semptomu tedavi edici maddeleri bulundurabilmektedir. Bu pastiller, boğaz ağrısını hafifletmenin yanı sıra bağışıklığı güçlendirme, öksürüğü azaltma, enfeksiyon yayılımını önleme ve ateş azaltma gibi olumsuz durumları tedavi edebilmektedir. Günümüzde farklı özelliklere sahip birçok boğaz pastili bulunabilmekte, bunlar arasından en etkili olanının belirlenmesi büyük bir önem arz etmektedir. Aksi durumda, boğaz pastili kullanımı, normal bir şeker kullanımı ile aynı etkiye sahip olabilmekte ve hastaya herhangi bir fayda sağlamamaktadır. Bu çalışmada piyasada yoğun bir şekilde kullanılan boğaz pastilleri içerisindeki maddeler açısından belirli kriterler altında analiz edilmiş ve kullanıcılar için ideal boğaz pastili markası çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan Analitik Hiyerarşik Proses (AHP) yöntemi ile belirlenmiştir.

AHP yöntemi, araştırmacıları literatürde yoğun olarak ve hemen hemen her alanda uyguladığı bir karar verme yöntemidir. Bu makalede, literatürde sağlık alanında AHP yönteminin kullanıldığı çalışmalardan bazıları tablo 1 de gösterilmektedir.

Tablo 2. Sağlık alanında AHP yönteminin kullanıldığı çalışmalardan bazıları

Yazarlar	Yöntem	Problem
Lee ve Kwak vd [3]	AHP, Hedef Programlama	Sağlık hizmetleri sistemi için Bilgi Kaynağı Planlama
Cho ve Kim [4]	AHP	Medikal cihaz ve malzeme seçimi
Doloi [5]	AHP	Çalışan verimliliğine etki eden faktörlerin değerlendirilmesi
Hao vd [6]	AHP ve FCE	Elektro-akapunturun terapötik etkisinin değerlendirilmesi
Danner vd [7]	AHP	Antidepresan tedavisinin değerlendirilmesi
Yuen[8]	P_CNP ve AHP	Sağlık hizmetleri ve medikal karar verme
Schmidt vd [9]	AHP	Sağlık alanında AHP ile ilgili literatür araştırması
Hussain vd [10]	AHP	Sağlık hizmetlerindeki atık durumların değerlendirilmesi
İnce vd [11]	AHS	Sağlık kuruluşu yeri seçimi
Görener [12]	SWOT, AHP	Medikal turizm sektörünün değerlendirilmesi
Çopur vd [13]	AHP	Eczane çizelgeleme problemi
Singh ve Prasher [14]	Bulanık AHP	Sağlık hizmet kalitesinin değerlendirilmesi
Hoşgör vd [15]	AHP	Tüp bebek tedavisinin bırakılma nedenlerinin tespiti
Aladağ vd [16]	AHP	Özel Hastane Seçimine etki eden kriterlerin değerlendirilmesi
Doğan ve Gencan [17]	BSC temelli B-AHP	Sağlık sektöründeki stratejik önceliklerin değerlendirilmesi
Improta vd [18]	AHP	Sağlık teknolojilerinin değerlendirilmesi
Çelikbilek [19]	Bütünleşik Gri AHP–MOORA Yaklaşımı	Sağlık sektörü için yönetici seçimi
Emeç ve Akkaya [20]	NASA-TLX ve AHP	Zihinsel iş yükü değerlendirilmesi
Doğan ve Akbal [21]	AHP	Sağlık sektörü için tedarikçi belirlenmesi
Esen vd [22]	AHP ve TOPSIS	Personel seçimi
Demirci [23]	AHS	Tesis yeri seçimi
Böker ve Çetin [24]	ABC-VED, AHP ve TOPSIS	Sağlık endüstrisi için stok sınıflandırma

Çalışmanın ikinci kısmında makale içerisinde ele alınan problem tanımlanmış, üçüncü kısımda AHP yöntemi hakkında bilgi verilmiştir. Dördüncü kısımda uygulama çalışmasının detayları ve sonuçları paylaşılmış, beşinci kısımda ise makalenin genel değerlendirmesi yapılmıştır.

Problemin Tanıtımı

Yoğun ve stresli çalışma temposu insanların bağışıklık sistemi zayıflatmakta, zayıflayan bağışıklık sistemi, olumsuz hava koşulları ve mikroplara maruz kaldığında alt ve üst solunum yolu enfeksiyonlarına neden olabilmektedir. Bu rahatsızlıklarla ile mücadele etmek için ilaç tedavisi dışında birçok alternatif yol bulunmakta, boğaz pastilleri de bu yöntemlerin başında gelmektedir. İçeriğinde bulunan yaralı bileşenler sayesinde insanların ağız, burun, boğaz ve alt solunum yollarındaki rahatsızlıkları hafifletebilmekte ve giderebilmektedir. Piyasada birçok boğaz pastili ürünü bulunmakta, bu çalışmada çok satılan 10 farklı marka, içerisindeki etken maddeler açısından değerlendirilmektedir. Yapılan araştırmalar sonucunda ilgili pastillerin içerisinde bulunan maddeler tablo 2 de gösterilmektedir.

Tablo 2. Pastillerin içerisinde bulunan ve değerlendirmede dikkate alınan maddeler

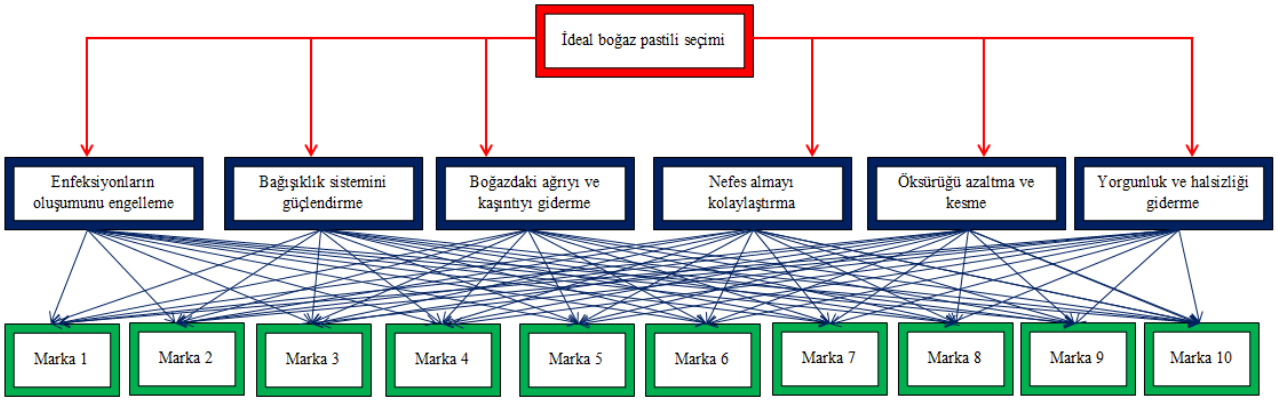
Arap zamkı	Hindistan cevizi yağı	Okaliptüs
Ardıç	İzlanda yosunu	Parlatıcı
Aroma verici	İzomalt	Portakal yağı
Asesulfam potasyum	Karanfil yağı	Potasyum monohidrojen
Asitlik düzenleyici	Karbomer	Propolis
Askorbik asit (C vitamini)	Kıvam artıcı	Renklendirici
Aspartan	Klorhekzidin hidroklorür	Silika
Bal	Ksantan	Sitrik asit
Benzokain	Ksilitol	Sitrik asit
Beta Glukagon	Levomentol	Sodyum hidrojen karbonat
Bitkisel yağ	Makrogol	Sodyum hiyalüronat
Cistus ekstresi	Maltilol	Sorbitol
Çinko	Maltilol	Stevia ekstresi
Ekinezya	Mannitol	Şeker
Emülgatör	Mentol	Tat
Enoksolon	Meyan kökü	Zencefil ve zencefil yağı
Glikoz	Mira ekstresi	Zerdeçal
Gliseril mono stearat	Modifiye nişasta	Nane yağı
Hurma yağı	Mürrisifa reçine	

Belirlenen pastil markalarının değerlendirilmesi için 6 farklı kriter belirlenmiş ve bu kriterler aşağıda verilmiştir.

- Enfeksiyonların oluşumunu engelleme
- Bağışıklık sistemini güçlendirme
- Boğazdaki ağrıyı ve kaşıntıyı giderme
- Nefes almayı kolaylaştırma
- Öksürüğü azaltma ve kesme
- Yorgunluk ve halsizliği giderme

Belirlenen alternatifler ve kriterler doğrultusunda çalışma için oluşturulan karar ağacı şekil 2 de gösterilmektedir.

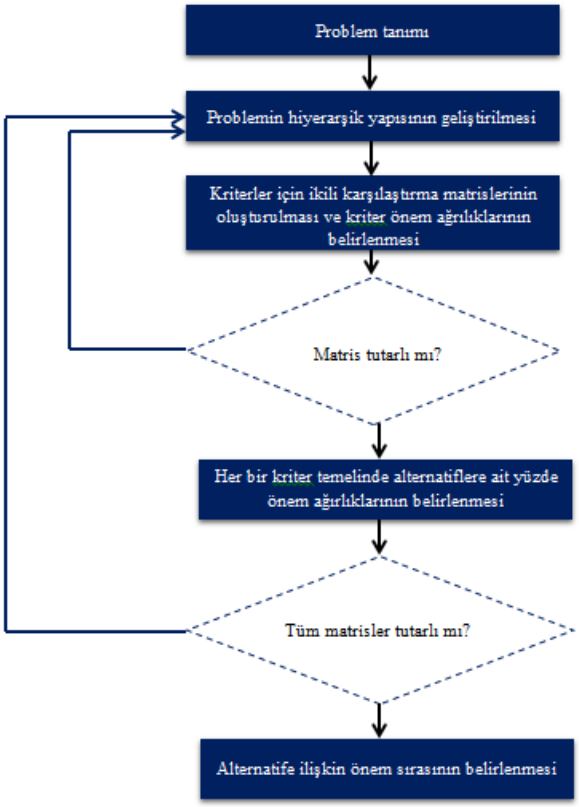
Bir sonraki bölümde ilgili kriterler ve amaç doğrultusunda ideal alternatifin belirlenmesinde kullanılan AHP yönteminin adımları takdim edilmektedir.



Şekil 2. Kriterlere ve alternatiflere ilişkin karar ağacı

Çözüm Metodolojisi

Analitik Hiyerarşik Proses, birçok alternatifin ve kriterin bulunduğu bir karar verme probleminde karar verici görüşleri doğrultusunda kriterleri ve kriterler için alternatifi değerlendirip ideal alternatifi karar vericiye sunan Thomas L. Saaty nin geliştirdiği bir Çok Kriterli Karar Verme yöntemidir [25, 26].



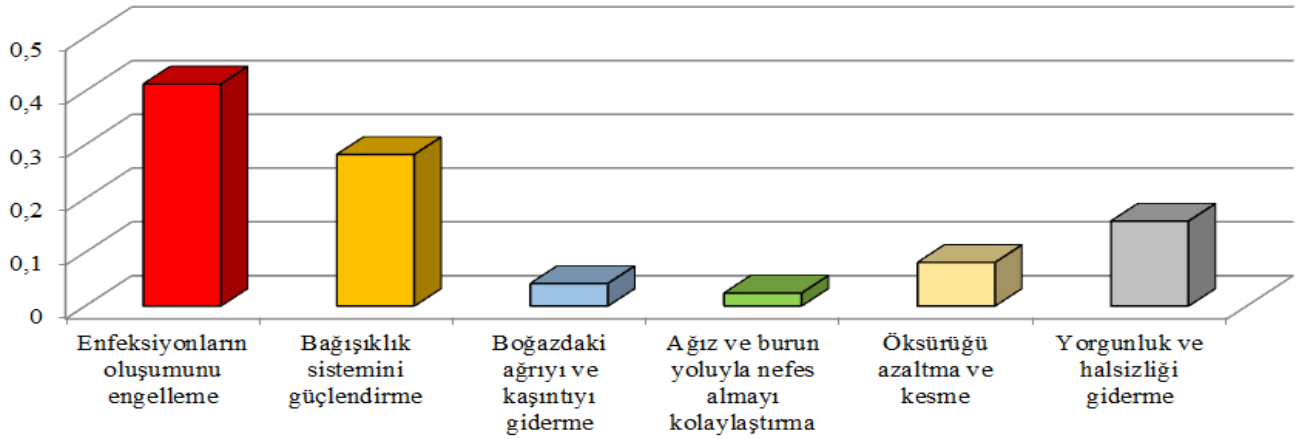
Şekil 3. AHP yönteminin adımları [10, 26].

Proses yönteminde başlangıçta probleme ilişkin özellikler tanımlanmakta ve varsayımları ortaya konulmaktadır. Sonraki aşamada problemde ulaşılmak istenen amaç, bu amaca etki edecek kriterler ve bu kriterlerin dikkate alınarak değerlendirileceği alternatiflerden oluşan üçlü bir hiyerarşik yapı ya da bir karar ağacı oluşturulmaktadır. İlgili hiyerarşik ağaç doğrultusunda kriterler için ikili karşılaştırma matrisi oluşturularak, kriterler arasında önem dereceleri belirlenmeye çalışılmaktadır. Oluşturulan karar matrisinin tutarlılığını tespit etmek için tutarlık değeri hesaplanmakta ve tutarlılık değerinin 0,1 in altında olması beklenmektedir. Tutarlılık değeri 0 yaklaştıkça yapılan karşılaştırmanın tutarlı olduğunu, 0,1 in üzerinde olması ise kriterlere ilişkin yapılan değerlendirmenin tutarsız olduğunu ve yeniden karşılaştırma matrisinin oluşturulması gerektiğini ifade etmektedir. Eğer matris tutarlı ise sonraki aşamada olan her bir kriter bazında alternatiflere ait önem ağırlıklarının hesaplanmasına geçilmektedir. Burada her bir kriter temelinde alternatiflere ilişkin ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulmakta ve eğer tüm matrislerde tutarlılık elde edilmişse son aşamaya geçilmektedir. Son aşamada ise kriter önem dereceleri matrisi ile kriterler bazında hazırlanan alternatif önem dereceleri matrisi çarpılarak alternatiflere ilişkin önem sırası belirlenmektedir [26].

Bir sonraki bölümde ilgili yöntem kullanılarak ideal boğaz pastili belirlenmeye çalışılmaktadır.

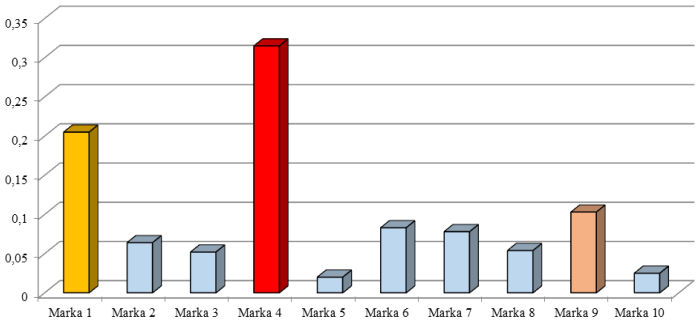
Uygulama Çalışması

Uygulama çalışmasında ExpertChoice programı kullanılarak, boğaz pastili markalarının değerlendirilmesinde kullanılan kriterler ve alternatifler birlikte değerlendirilerek, markalara ait önem ağırlıkları belirlenmiştir. AHP yönteminin adımları gereği ilk olarak uzman görüşlerine dayalı olarak kriterler değerlendirilmiş ve kriterler ait ağırlıklar şekil 4 de gösterilmiştir.



Şekil 4. Kriterler için ağırlık değerleri

,Şekil 4'e bakıldığında "enfeksiyonların oluşumunu engelleme" kriteri boğaz pastil markalarının değerlendirilmesine en fazla etki eden kriter olarak belirlenmiştir. Bu kriteri sırasıyla "bağışıklık sistemini güçlendirme" ve "yorgunluk ve halsizliği giderme" kriterleri takip etmiştir. Önem ağırlığı en düşük kriter ise "nefes almayı kolaylaştırma" kriteri çıkmıştır.



Şekil 5. Alternatifler için önem dereceleri

Bu kriter ağırlıkları doğrultusunda alternatifler değerlendirilmiş ve alternatiflere ait nihai önem sırası şekil 4 de gösterilmiştir.

Şekil 5 e göre, "Marka4"(Balen Bitkisel Drops) ideal boğaz pastili olarak ortaya çıkmıştır. "Marka1(Strepsils Herbal Ekinezya)" ve "Marka9 (Sambucol Plus)" ise önem ağırlığı en yüksek ikinci ve üçünü boğaz pastili türleri olmuştur.

En düşük öneme sahip marka ise "Marka5" olmaktadır. Çalışma içerisinde sadece ilk üç marka belirtilmekte, diğer markaların ismi ifade edilmemektedir. Tüm matrisler için tutarlık oranının 0,1 den düşük olduğu belirlenmiştir. Buna ek olarak, alternatiflere ait sıralama, dikkate alınan kriterlere, karar vericilerine ve kullanılacak çözüm metodolojilerine göre değişiklik gösterebilmektedir.

Bu çalışmada doğru ilaç ve doğru takviye edici ürünlerinin kullanımı hakkında farkındalık oluşturulması amaçlanmaktadır.

Sonuçlar

Günümüz dünyasından insanların en fazla mücadele ettikleri konulardan biri sağlık problemleridir. Özellikle Kovid-19 hastalığı ile birlikte bağışıklık sisteminin güçlendirilmesi ve hastalıklarla mücadele edilmesi büyük bir önem kazanmıştır. Bu bağlamda bilim insanları ve ilaç endüstrisi insanların bağışıklık sistemini güçlendirmek ve hasta olmasını engellemek adına büyük bir mücadele içine girmiş ve birçok ürün geliştirilmiştir. Boğaz pastilleride bu ürünlerin başında gelmekte ve içerisindeki bileşenlerle boğaz ağrısı başta olmak üzere bağışıklığın güçlendirilmesi, ateş düşürülmesi, boğazdaki tahrişin azaltılması ve öksürüğün hafifletilmesi gibi birçok semptomun tedavi edilmesinde etkili bir araç olmuştur. Bu çalışmada piyasa çok satılan 10 boğaz pastili markası, "Enfeksiyonların oluşumunu engelleme", "Bağışıklık sistemini güçlendirme", "Boğazdaki ağrıyı ve kaşıntıyı giderme", "Nefes almayı kolaylaştırma", "Öksürüğü azaltma ve kesme" ve "Yorgunluk ve halsizliği" giderme kriterleri açısından değerlendirilmiş ve ideal boğaz pastil markasının Balen Bitkisel Drops olduğu tespit edilmiştir. Bu ürünü sırasıyla, Strepsils Herbal Ekinezya ve Sambucol Plus markaları takip etmiştir. En önemli kriter "enfeksiyonların oluşumunu engelleme", en düşük önemli kriter ise "nefes almayı kolaylaştırma" olarak belirlenmiştir. Gerek kriterlerin sırası gerekse de alternatiflerin sırası kullanılan çözüm yöntemine ve karar vericilerin görüşüne göre değişiklik gösterebilmektedir.

Bu çalışmada amaç, doğru ilaç ve takviye edici gıda kullanımı konusunda bir bilinç ve farkındalık oluşturmak, hastalar ve eczacılar için bir karar destek sistemi sağlamaktır. Gelecek çalışmalarda kriterlerin sayısı artırılarak, geniş uzman karar verici kadrosu oluşturarak ve farklı çözüm yöntemleri kullanarak daha kaliteli sonuçların elde edilebileceği öngörülmektedir. Ayrıca kullanıcı etkileşimli arayüz ve geniş bir öğrenme mekanizmasının tasarlanacağı algoritmalarla daha etkili karar destek sistemlerinin tasarlanacağı tahmin edilmektedir.

Kaynaklar

[1] https://www.medicalpark.com.tr/bogaz-agrisi-nasil-gecer/hg-2339 (17.06.2020).

[2] Set, T. ve Ateş, E. "Boğaz ağrısına yaklaşım". *Klinik Tıp Aile Hekimliği*, 9(1), 23-26, 2017.

[3] Lee, C. W., ve Kwak, N. K. Information resource planning for a health-care system using an AHP-based goal programming method". *Journal Of The Operational Research Society*, 50(12), 1191-1198, 1999.

[4] Cho, K. T., ve Kim, S. M. "Selecting medical devices and materials for development in Korea: the analytic hierarchy process approach". *The International Journal of Health Planning and Management*, 18(2), 161-174, 2003.

[5] Doloi, H. "Application of AHP in improving construction productivity from a management perspective". *Construction Management and Economics*, 26(8), 841-854, 2008.

[6] Hao, W., Han, J., Dong, X., Zhu, X., ve Wang, X. "Applying fuzzy AHP to evaluate therapeutic action for electro-acupuncture analgesia treatment". *IEEE In 2009 Sixth International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery*, 3, 69-73, August 2009.

[7] Danner, M., Hummel, J. M., Volz, F., van Manen, J. G., Wiegard, B., Dintsios, C. M., Bastian, H., Gerber, A., ve IJzerman, M. J. "Integrating patients' views into health technology assessment: Analytic hierarchy process (AHP) as a method to elicit patient Preferences". *International Journal of Technology Assessment in Health Care*, 27(4), 369-375, 2011.

[8] Yuen, K. K. F. "The primitive cognitive network process in healthcare and medical decision making: comparisons with the Analytic Hierarchy Process". *Applied Soft Computing*, 14, 109-119, 2014.

[9] Schmidt, K., Aumann, I., Hollander, I., Damm, K., ve von der Schulenburg, J. M. G. "Applying the Analytic Hierarchy Process in healthcare research: A systematic literature review and evaluation of reporting". *BMC Medical Informatics and Decision Making,* 15(1), 112, 2015.

[10] Hussain, M., Malik, M., ve Al Neyadi, H. S. "AHP framework to assist lean deployment in Abu Dhabi public healthcare delivery system". *Business Process Management Journal*, 22(3), 546-565, 2016.

[11] İnce, Ö., Bedir, N., ve Eren, T. "Hastane kuruluş yeri seçimi probleminin AHP ile modellenmesi: Tuzla ilçesi uygulaması". *Gazi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 1(3), 8-21, 2016.

[12] Görener, A. "A SWOT-AHP Approach for Assessment of Medical Tourism Sector in Turkey". *Alphanumeric Journal*, 4(2), 159-170, 2016.

[13] Çopur, A., Aslan, B., Gür, Ş., ve Eren, T. "Eczane çizelgeleme problemi: bir örnek uygulama".

Kırıkkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 6(2), 309-322, 2016.

[14] Singh, A., ve Prasher, A. "Measuring healthcare service quality from patients' perspective: using Fuzzy AHP application". *Total Quality Management & Business Excellence*, 30(3-4), 284-300, 2019.

[15] Hoşgör, H., Akyüz, İ., ve Cengiz, E. "Infertil hastalarin tüp bebek tedavisini birakmasinda etkili olan faktörlerin öncelik sirasinin belirlenmesi: bir ahp uygulaması". *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 9(19), 64-84, 2019.

[16] Aladağ, Z., Avcı, S., Çelik, B., ve Alkan, A. (2017, September). "Özel Hastane Seçim Kriterlerinin Analitik Hiyerarşi Prosesi ile Değerlendirilmesi ve Kocaeli İli Uygulaması". *In 5th International Symposium on Innovative Technologies in Engineering and Science,* Baku-Azerbaijan, 29-30 September 2017.

[17] Doğan, N. Ö., ve Gencan, S. "Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi Temelli Balanced Scorecard yöntemiyle sağlık sektöründe stratejik önceliklerin belirlenmesi: bir uygulama". *Journal of Graduate School of Social Sciences,* 21(2), 2017.

[18] Improta, G., Russo, M. A., Triassi, M., Converso, G., Murino, T., ve Santillo, L. C. "Use of the AHP methodology in system dynamics: modelling and simulation for health technology assessments to determine the correct prosthesis choice for hernia diseases". *Mathematical Biosciences*, 299, 19-27, 2018.

[19] Çelikbilek, Y. "Using an integrated grey AHP-MOORA approach for personnel selection: An application on manager selection in the health industry". *Alphanumeric Journal*, 6(1), 69-82, 2018.

[20] Emeç, Ş., ve Akkaya, G. "Sağlık Sektöründe Zihinsel İş Yükü Değerlendirmesi ve Bir Uygulama". *Ergonomi*, 1(3), 156-162, 2018.

[21] Doğan, N. Ö., ve Akbal, H. "Sağlık sektöründe tedarikçi seçim kararının ahp yöntemi ile incelenmesi: bir üniversite hastanesi örneği". *Celal Bayar University Journal of Social Sciences/Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 17(4), 2019.

[22] Esen, H., Yiğit, V., ve Güldan, S. "Hastanelerde ahp ve topsıs yöntemi ile personel seçimi: acil bakım hemşireliği sertifikalı eğitim programı örneği. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 6(12), 112-128, 2019.

[23] Demirci, A. "Kuruluş Yeri Seçiminde Analitik Hiyerarşik Süreç Yöntemi: Sağlık Kurumlarında Bir Uygulama". *Uluslararası İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 5(1), 39-55, 2019.

[24] Böker, Z., ve Çetin, O. "Sağlık Sektöründe Abc-Ved AHP Ve TOPSIS Yöntemleri Kullanılarak Çok Kriterli Stok Sınıflandırması". *Öneri Dergisi*, 15(53), 178, 2020.

[25] Akdeniz, H. A., ve Turgutlu, T. "Türkiye'de perakende sektöründe analitik hiyerarşik süreç yaklaşımıyla tedarikçi performans değerlendirilmesi". *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 9(1), 1-17, 2007.

[26] Uçar, U , İşleyen, S. "Hareketli hedefli - heterojen filolu iha rotalama problemi için yeni bir çözüm yaklaşımı". *Politeknik Dergisi*, 22 (4) , 999-1016, 2019.

GSM Baz İstasyonu Sinyal Verilerinin Erişimine Yönelik Bir Android Mobil Uygulama Geliştirilmesi

Ercan DEMİR[1]*, Abdulkerim ÖZTEKİN[1], Süleyman KARDAŞ[2]

[1]*Batman Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği, Batman, TÜRKİYE*
[2]*Batman Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği, Batman, TÜRKİYE*

Özet

Sürekli gelişen teknolojiyle birlikte çağımız insanlarının en çok kullandığı teknolojik aletlerin başında hiç şüphesiz akıllı cep telefonları gelmektedir. Mobil cihaz kullanımının artmasıyla birlikte yeni geliştirilen mobil uygulamaların sayısı da sürekli olarak artış göstermektedir. Mobil uygulamalar, akıllı telefon ve tablet gibi kişisel mobil cihazlar için özel olarak tasarlanan ve kodlanan yazılımlardır. Cep telefon kullanımının yaygınlaşmasıyla birlikte, kullanıcıların hücresel erişim hizmetlerini sağlayan küresel mobil iletişim sistemi (GSM) ve altyapısı gelişmiş ve kapsama alanı gün geçtikçe artmıştır. GSM baz istasyonu teknik olarak, hücresel ağa erişimi sağlayabilmemiz için elektromanyetik sinyaller yayan ve alan bir radyo alıcısı/vericisidir. Bu çalışmada, GSM baz istasyonlarına yönelik bir Android mobil uygulama geliştirilmiştir. Geliştirilen bu mobil uygulamayla GSM baz istasyonuna ait kimliksel bilgiler, RF sinyal ölçüm değerleri, GSM baz istasyonun konum bilgisi ve mobil kullanıcının kendi konumuna ait veriler elde edilebilmektedir.

Anahtar Kelimeler: *GSM baz istasyonları, Android mobil uygulama, konum belirleme*

Developing an Android Mobile Application for Accessing GSM Base Station Signal Data

Abstract

With ever-evolving technology, smart mobile phones are undoubtedly one of the most used technological devices of today's people. With the increasing use of mobile devices, the number of newly developed mobile applications is constantly increasing. Mobile applications are software specially designed and coded for personal mobile devices such as smartphones and tablets. With the widespread use of mobile phones, the global system (GSM) and infrastructure for mobile communication, which provides users' cellular access services, has improved and its coverage has increased day by day. The GSM base station is technically a radio receiver/transmitter that emits and receives electromagnetic signals so that we can access the cellular network. In this study, an android mobile application for GSM base stations has been developed. With this mobile application, identity information, RF signal measurement values, location information of the GSM base station and the data of the mobile user's own location can be obtained.

Keywords: *GSM base stations, android mobile application, positioning*

Giriş

Günümüzde mobil haberleşme sistemlerine olan yoğun ilginin artması, yeni teknolojilerin ve uygulamaların geliştirilmesini tetiklemektedir. Teknolojinin ilerlemesiyle birlikte özellikle mobil cihazların sayısı ve işlevselliği artmış, toplumun neredeyse tamamı akıllı cep telefonlarını yaygın bir şekilde kullanır duruma gelmiştir. Akıllı telefonların günlük kullanım gereksinimleri sebebiyle popülerliğinin ve kullanımının her geçen gün büyüyerek artması ve buna paralel olarak teknolojik gelişmelerin ve yönelimlerin de çeşitlilik göstermesi, mobil uygulama sayısının da artmasına neden olmuştur. Artan mobil iletişim ihtiyaçlarını karşılamak üzere tasarlanan hücresel ağ hizmetleri ve altyapısı da hiç şüphesiz bu talebi karşılayacak şekilde gelişimini tamamlayarak Kod Bölmeli Çoklu Erişim (Code Division Multiple Access-CDMA), Geniş Bant CDMA (Wideband CDMA-WCDMA) ve Uzun Süreli Gelişim (Long Term Evolution-LTE) gibi yeni nesil mobil erişim teknolojilerinin doğmasına sebep olmuştur. Bu bağlamda, erişim noktalarını

* ercandemir23.ed@gmail.com

ifade eden GSM baz istasyonlarının sayısı ve yoğunluğu da artmıştır. Gezgin durumunda olan kullanıcılar için konumlandırma, takip, adres bulma ve yönlendirme gibi navigasyonel hizmetlere sahip olmak son derece önemli bir yere sahiptir.

Literatürde Android mobil uygulama geliştirme ile ilgili Chandra ve ark [1] yaptıkları çalışmada, Java teknolojisi tabanlı mobil telefonlara yönelik GPS sistemi kullanarak, mobil cihaz kullanıcısının o anki konum bilgisini veren ve bu konum bilgisini kısa mesaj servisiyle daha önce belirlenen telefon numaralarına gönderen bir mobil uygulama gerçekleştirmişlerdir. Bu konuyla ilgili Keskin [2] tarafından yapılan bir çalışmada, hastane içerisinde olabilecek bir acil duruma anında müdahale edebilmek için bir Android mobil uygulama geliştirilmiştir. Bu uygulama sayesinde Beacon sistemi ile Bluetooth vasıtasıyla veri aktarımı sağlayarak böylelikle internet ağı erişimine ihtiyaç kalmadan hastanın konumu belirlenmektedir. Grupta ve ark [3] Android işletim sistemi özelliği bulunan bir mobil telefona tümleşik GPS sistemi ve veri aktarımında GPRS kullanarak bir takip sistemi oluşturmuşlardır. GPS sistemi vasıtasıyla elde edilen kullanıcıların konum bilgileri ve buna ek olarak mobil cihazın yani telefonun IMEI numarası ile birlikte MYSQL Server sisteminde açılan bir veri tabanına GPRS sistemi ile gönderilmesi sağlanmıştır. Diğer bir çalışmada Arslan ve ark [4] mikroişlemci kullanarak bir gömülü sistem araç takip uygulaması gerçekleştirmişlerdir. Araç takip işleminin yapılabilmesi için sisteme entegre GSM ve GPS modülleri kullanmışlardır. GPS modülünden konum bilgisini alarak GSM modülü üzerinden bu bilgileri merkez sunucuya iletimini sağlayacak bir uygulama geliştirmişlerdir.

Yapılan bu çalışmada, kullanılan operatöre bağlı olarak o anda hizmet alınan hücre (serving cell) ve komşu hücrelere (neighboring cells) ait kimliksel bilgileri, hücreye ait RF sinyal ölçüm değerleri ve konum bilgileri ve ayrıca mobil cihaz kullanıcısının konum bilgilerini anlık olarak elde edecek bir mobil Android uygulama geliştirilmiştir.

Materyal ve yöntem

Android studio

Android; Google ve Open Handset Alliance aracılığıyla her türlü mobil cihazlar, özellikle Android kökenli telefonlar ve tabletler başta olmak üzere, için geliştirilen Linux tabanlı ücretsiz bir işletim sistemidir. Bu sistem açık kaynak kodludur fakat kodlarının büyük bir bölümü üretici firma Google tarafından kapalıdır [5]. Android paket uzantısı (Android Package-APK) bulunan programları çalıştırabilmektedir.

Android Studio, Android uygulamalarının geliştirildiği Google tarafından da önerilen ve kullanılan programlama araçlarından bir tanesidir. Bu çalışmada önerilen uygulamanın yazılımının geliştirilmesinde bu programdan yararlanılmıştır. Android Studio'nun yazılımcılara sunduğu özeliklerden bazıları:

- Gradle tabanlı esnek proje inşa sistemi
- Farklı özellik ve belli sürümlere göre çoklu apk uygulaması
- Temel ve basit proje şablonlarını kullanarak hızlı ve kolay proje üretebilme
- Ekran tasarımlarında kullanılan sürükle bırak özelliğinde zengin editör
- Uygulamanın performansını değerlendirebilmek, kullanılabilirliğini ve farklı sürümlerde de çalışabilirliğinin kontrol edilebilmesini sağlayan test araçları şeklinde sıralanabilir [6].

GSM Baz istasyonları

Mobil haberleşmedeki artan talebe cevap verilememesi dolayısıyla, Avrupa ülkelerinin ortak katılımıyla tasarlanıp geliştirilen sayısal ve hücresel bir mobil iletişim sistemi olan GSM (Global System for Mobile Communications) ortaya çıkmıştır [7] Şekil 1'de hücresel ağa bağlı bir kullanıcı ve bu kullanıcıya ait muhtemel iletişim cihazları gösterilmiştir.

Şekil 17. GSM baz istasyonu mimarisi

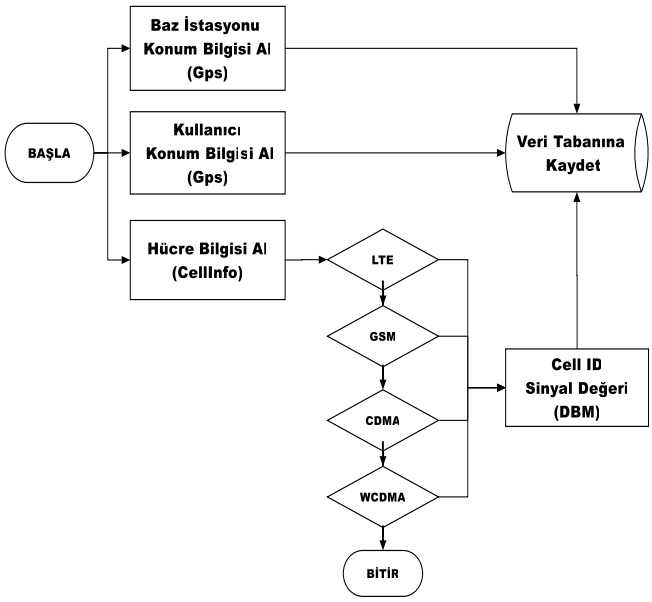
GSM baz istasyonları temel olarak mobil cihazların haberleşmesi için elektromanyetik sinyaller yayan veya alan bir anten ile bir radyo vericisi veya alıcısından oluşur. Vericiler günümüzde baz istasyonu olarak da adlandırılmakta olup, tüm mobil cihazların erişim sağlamak için bir vericiyle

iletişimde olması gerekir. GSM baz istasyonları bal peteği şeklinde dağıtılmış bir hücre sistemi yayılımına sahip olduğundan bu iletişim sistemi hücresel iletişim sistemi olarak adlandırılır. GSM baz istasyonları bulundukları hizmet bölgelerine göre farklı veri kapasitelerine, farklı sinyal seviyelerine ve farklı üretim özelliklerine sahip olabilmektedirler. Sinyal seviyesi ölçümü için en önemli unsur bağlı olunan baz istasyonunun hücresel haberleşme sistemlerinden (GSM, CDMA, WCDMA, LTE vb. gibi) hangi hücresel teknoloji özelliğine sahip olduğudur [8]. Hücresel iletişim sistemleri aynı zamanda kullanılan teknolojinin neslini yani jenerasyonunu (Generation-G) ifade edecek şekilde 2G (GSM, CDMA, GPRS, EDGE), 3G (WCDMA, UMTS, HSPA) ve 4G (LTE, WI-MAX) olarak da adlandırılır.

GSM baz istasyonlarının sahip oldukları bu teknolojilere bağlı olarak farklı frekans bandı, modülasyon tipi, bant genişliği ve veri aktarım hızı özellikleri bulunmaktadır. Ayrıca bu hücresel istasyonlar kullandıkları bu farklı teknolojilere göre her bir baz istasyonu için farklı Cell ID (Hücre Kimlik Numarası) özelliklerine sahiptir [9]. Bunların yanı sıra baz istasyonları Alınan Sinyal Gücü Göstergesi (Received Signal Strength Indicator-RSSI), Alınan Referans Sinyal Gücü (Reference Signal Received Power-RSRP) ve Alınan Referans Sinyal Kalitesi (Reference Signal Received Quality-RSRQ) gibi bir takım sinyal parametrelerini içermektedir [8].

Deneysel sonuçlar

Bu çalışmada GSM baz istasyonuna ait kimliksel bilgilerle beraber, GSM baz istasyonlarının yaydığı elektromanyetik sinyal ölçüm değerlerini ve bulunduğu konum koordinatları bilgisini veren, ayrıca mobil cihaz kullanıcısının da konum koordinat bilgisini veren bir Android uygulama geliştirilmiştir. Bu geliştirdiğimiz uygulamaya yönelik işlem akış diyagramı Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 18. Mobil uygulama akış diyagramı

Bu programda istenilen bilgilere erişim sağlayabilmemiz için, Android Studio programının üzerinde bulunan Project bölümündeki program klasöründe 'manifests' dosyasının içindeki AndroidManifest.xml bölümüne aşağıda bulunan komut sağlayıcı kodları eklenmelidir.

$$< uses - permission\ android{:}nameandroid.$$
$$permission.ACCESS_FINE_LOCATION >$$
$$< uses - permission\ android{:}nameandroid.$$
$$permission.ACCESS_coarse_LOCATION >$$

Yukardaki kodları istenilen bilgilere erişim sağlayabilmek amacıyla belirtilen bölüme eklememiz gerekmektedir.

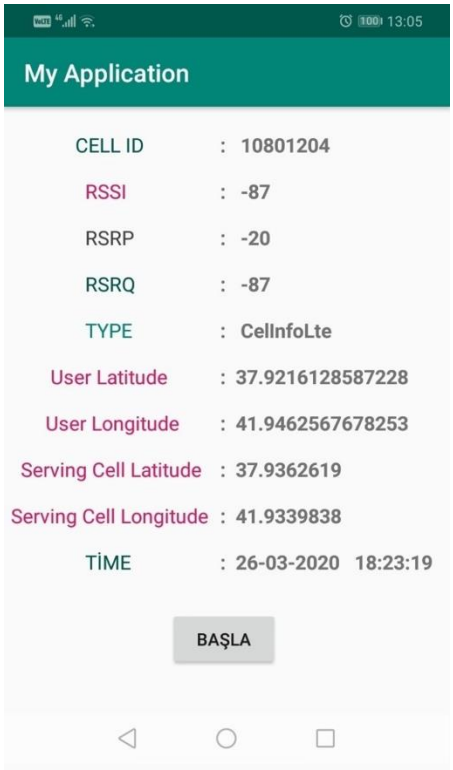
CCESS_FINE_LOCATION komut sağlayıcısı GPS gibi servislerden kesin konum bilgisi erişimini ve ACCESS_COARSE_LOCATION komut sağlayıcısı da GSM ya da wi-fi kaynaklı konum bilgisine erişimimiz için mobil kullanıcıdan mobil cihazına yönelik gerekli izni almamızı sağlayan komutlardır. Gerekli izinler verildikten sonra programın bize sağlayacağı veriler aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Geliştirdiğimiz mobil uygulamada başla komutunun verilmesiyle birlikte o an bağlı olunan şebekenin teknolojik özelliğine göre (LTE, GSM, CDMA, WCDMA vb.) servis sağlayan baz istasyonuna ait hücre kimlik numarası (CID), sinyal ölçüm değerleri ve komşu baz istasyonları sinyal ölçüm değerleri alınır. Bunun yanında başla komutunun verilmesiyle aynı anda servis sağlayan baz istasyonunun konumu (enlem ve boylam) ve mobil kullanıcının bulunduğu noktada GPS tarafından sağlanan konumu (enlem ve boylam) elde edilir.

Tablo 3. Mobil uygulamanın sağladığı veri setinin içeriği

Parametre	Açıklaması
Cell ID	Hücre kimlik numarası
RSSI	Alınan sinyal gücü göstergesi
RSRP	Alınan referans sinyal gücü
RSRQ	Alınan referans sinyal kalitesi
Serving Cell Latitude	Baz istasyonu enlem bilgisi
Serving Cell Longitude	Baz istasyonu boylam bilgisi
User Latitude	Mobil kullanıcı enlem bilgisi
User Longitude	Mobil kullanıcı boylam bilgisi
PCI	Fiziksel hücre kimlik numarası
ARFCN	Mutlak radyo frekansı kanal numarası
LAC	Konum alan kod numarası
MCC	Mobil ülke kod numarası
MNC	Mobil şebeke kod numarası

Program bu verileri aldıktan sonra bu verileri uygulama geliştirme platformu (Firebase) alanında oluşturduğumuz veri depolama bölümüne aktararak daha sonra analiz etmek üzere kaydetmektedir. Geliştirdiğimiz bu program tüm işlemleri belirlediğimiz süre zarfında (bu süre isteğe göre değiştirilebilir) sürekli bir döngü içinde tekrarlayarak güncel verileri program dur komutu verilinceye kadar veri deposuna aktarmaya devam etmektedir. Geliştirdiğimiz Android mobil uygulamanın kullanıcı mobil cihazındaki ekran görüntüsü Şekil 3'de gösterilmiştir.



Şekil 19. Mobil uygulamanın ekran görüntüsü

Tüm bunların yanı sıra isteğe bağlı olarak, Tablo 1'de verilen baz istasyonuna ait diğer verilere geliştirdiğimiz bu mobil uygulama vasıtasıyla erişim sağlamak mümkündür.

Sonuçlar

Bu çalışmada hedeflenenler doğrultusunda, hücresel ağa ait hücre kimlik bilgileri ve bir takım sinyal ölçüm parametrelerinin yanı sıra, bağlantı kurulan hücreye ve mobil cihaz kullanıcısına ait konum bilgileri elde edilmesine yönelik bir Android mobil uygulama başarıyla geliştirilmiştir. Aynı zamanda elde edilen bu verilerin ileride ihtiyaç duyulması halinde kullanılmak üzere veri tabanına kaydedilmesi sağlanmıştır.

Kaynaklar

[1] Chandra A., Jain S., Abdul Qadeer M., "Implementation of Location Awareness and Sharing System Based on GPS and GPRS using J2ME, PHP and MYSQL". *3rd International Conference on Computer Research and Development (ICCRD),* 11-13, 2011.

[2] Keskin Ö. S., "Developing Mobile, Electronic and Positioning Applications for Emergency Situations Inside the Hospital". *İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü*, Mart 2018.

[3] Gupta, R., Reddy, B., "GPS and GPRS Based Cost Effective Human Tracking System Using Mobile Phones". *VIEWPOINT,* Şubat-Haziran 2011.

[4] Arslan S., Gündüzalp M., Türk E., "Gömülü Sistem Bir Araç Takip Sistemi Uygulaması ". *Araştırma Geliştirme Bölümü Kentkart Ege Elektronik A.Ş.*, 1-2, 2016.

[5] Akgöz, N., "Android Nedir?", Ocak 2019. https://necipakgoz.com/android/android-nedir/

[6] Özen H., "İnternet Erişimi Olmayan Alanlarda Uygunsuzluk Bildirimlerinin İş Sağlığı ve Güvenliği Otomaston Sistemlerine Aktarılması İçin Mobil Yazılım Geliştirilmesi". *Üsküdar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü,* 7-8, 2017.

[7] Akdağlı, A., Çalışkan, F., Demirci, Ş., "Gelişen Haberleşme Teknolojileri". *Dokuz Eylül Üniversitesi*, 57-59, 2008.

[8] Çetintaş M., Tektaş C.B., "GSM, UMTS ve LTE Baz İstasyonu Sinyallerinin Oluşturduğu Maruziyetin Frekans Seçici Ölçümleri ve Analizi". *TÜBİTAK Ulusal Metroloji Enstitüsü*, 1-2, 2019.

[9] Demirtaş M., Dibi A., "Baz İstasyonu Ölçümlerinin Konuma Bağlı Olarak Gerçek Zamanlı Kaydedilmesine Yönelik Arayüz Geliştirilmesi". *Gazi Üniversitesi Bilişim Enstitüsü Bilişim Sistemleri*, 4-7, 2017.

Aşırı Öğrenme Makinesiyle GSM Sinyal Bazlı Konum Belirleme

Ercan DEMİR[1]*, Abdulkerim ÖZTEKİN[1]

[1]*Batman Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği, Batman, TÜRKİYE*

Özet

Günümüzde mobil haberleşme sistemlerine olan yoğun ilginin artması yeni teknolojilerin ve uygulamaların geliştirilmesini tetiklemektedir. Konum belirleme bu alandaki en önemli gelişmelerden birisidir. Konum belirlemeye dayalı geliştirilen servisler insanların, mobil cihazların veya ekipmanların yaklaşık konumunu tahmin etmeyi amaçlamaktadır. Küresel konumlandırma sistemleri arasında oldukça geniş bir kulanım alanına sahip ve tercih bakımından fazla rağbet gören GPS, az bir hata payı bulunan konum belirleme sistemidir. Ancak bu sistemin kurulumunun maliyetli olması ve daha da önemlisi yüksek binalar, diğer fiziksel engeller ve özellikle kapalı alanlar gibi yoğun yerleşim yerlerinde ciddi sinyal zayıflamalarına ve kayıplarına yol açarak servis dışı kalması gibi etkenler dikkate alındığında alternatif konumlandırma sistemlerine ihtiyaç duyulduğu görülmektedir. Bu bağlamda, neredeyse herkesin yaygın bir şekilde kullanmakta olduğu küresel mobil iletişim sistemi (GSM) altyapısı kullanılarak konum tahmini yapılması iyi bir alternatif olarak karşımıza çıkmaktadır. En kötü koşullarda ve kapalı alanlarda bile hücresel ağlardan sinyal alınabilmesi bu önerilen yöntemin kullanılabileceğini göstermektedir. Bu çalışmada, mobil telefon için android ortamında geliştirdiğimiz bir uygulama vasıtasıyla belirli bir bölgedeki kapalı alanlarda ölçümlenen GSM sinyal gücü ve GPS bilgileri kaydedilerek bir veri seti oluşturulmuştur. Bu veri seti simülasyon ortamında yapay sinir ağları (YSA) metotlarından aşırı makine öğrenmesi (ELM) ile eğitilerek konum tahmini yapacak bir ağ geliştirilmiştir. Yapılan testlerde, GSM sinyal bazlı konum belirleme sistemiyle asgaride birkaç metre (m) ve ortalamada yaklaşık 200 metre (m) hata oranlarıyla gerçek konum bilgisi elde edilebileceği gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *GPS, GSM, konum belirleme, aşırı öğrenme makinesi*

GSM Signal Based Positioning Using Extreme Learning Machine

Abstract

The growing interest in mobile communication systems today triggers the development of new technologies and applications. Positioning is one of the most important developments in this area. The services developed based on positioning aim to estimate the approximate location of people, mobile devices or equipment. Among the global positioning systems, GPS has a low margin of error which makes it popular in terms of preference and wide usage area. However, considering the costly installation of this system and, more importantly, factors such as high buildings, other physical obstacles, and especially in closed areas such as closed areas leading to serious signal weaknesses and losses, it is seen that alternative positioning systems are needed. In this context, it is a good alternative to make a location prediction using the global mobile communication system (GSM) infrastructure, which is used by almost everyone. The ability to receive signals from cellular networks even in the worst conditions and in enclosed spaces indicates that this recommended method can be used. In this study, a data set was created by recording the GSM signal strength and GPS information measured in closed areas in a certain region through an application we developed in the android environment for mobile phones. In this simulation environment, a network that will make location estimation has been developed by training with artificial machine learning (ELM) from artificial neural networks (ANN) methods. In the tests carried out, it has been observed that with a GSM signal-based positioning system, real location information can be obtained with minimum error rates of a few meters (m) and approximately 200 meters (m) on average.

Keywords: *GPS, GSM, positioning, extreme learning machine.*

* ercandemir23.ed@gmail.com

Giriş

Konumlandırma teknikleri, insanların, mobil cihazların veya ekipmanların konum tahminini mümkün kılmaktadır. Küresel konumlandırma sistemleri arasından en çok rağbet gören ve geniş bir kullanım alanına sahip olan GPS, mesafe bakımından çok az bir hata payına sahip olan bir sistemdir [1]. Ancak bu sistemin kurulumunu maliyetli olması ile yüksek binaların GPS üzerindeki olumsuz etkileri ve bina içinde faaliyet gösterememe gibi olumsuz etkiler GPS dışında başka konumlandırma sistemlerine ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir. GPS konum belirlemede dış mekanlarda iyi sonuçlar verse de iç mekanlarda yeterli düzeyde başarılı olamamaktadır. Kapalı mekanlarda uydulardan alınan sinyallerin güç seviyeleri, duvarlar ve çevre binaların oluşturmuş olduğu olumsuz etkiler yüzünden düşmektedir. Bu durum GPS alıcıları için, bu düşük sinyal güç seviyelerini çözümleyemediklerini göstermektedir [2]. Bu noktadan hareketle, günümüzde neredeyse herkes tarafından yaygın bir şekilde kullanılmakta olan küresel mobil iletişim sistemi, GSM (Global System for Mobile Communications), altyapısından faydalanılarak mobil birimlerin konum tahmininin yapılması iyi bir alternatif olarak karşımıza çıkmaktadır. Günümüzde mobil iletişim cihazları bakımından en çok tercih edilen cep telefonlarının kullanımı gün geçtikçe toplumun hemen hemen her kesiminde yaygınlaşmış ve artış göstermiştir. Cep telefonu gibi mobil cihazlara erişim imkânı sağlayan baz istasyonları, şehir merkezlerinde sayıca fazla ve daha sık olmakla birlikte neredeyse tüm kırsal alanları da kapsayacak şekilde hemen hemen her bölgede hizmet verebilmektedir. GPS sinyallerinin aksine, kapalı alanlarda GSM sinyallerinin alınabilmesi bu özelliğin konum tespiti için kullanılabilmesine olanak sağlamakta ve GPS sistemine iyi bir rakip ve/veya destekçi olabileceğini göstermektedir.

Literatürde konum belirlemeye yönelik daha önce gerçekleştirilmiş farklı çalışmalar bulunmaktadır. Kapalı alanda konum belirleme ile ilgili Galvan ve ark. yaptıkları çalışmada, uygun bir yayılma modeli elde ederek alıcının konumunu bluetooth ve wi-fi ile birleştiren bir algoritma sunmuşlardır [3]. Doughangi yaptığı tez çalışmasında, wi-fi tabanlı konumlandırma sistemini elde etmek için üç farklı senaryo test etmiştir [4].

Hücresel ağlarda konum belirleme ile ilgili Türkyılmaz yaptığı çalışmada, hücresel ağlar için ortam-bilinçli sinyal gücü ölçümlerine dayalı bir konum belirleme yöntemi önermiştir [5]. Önerilen yöntemde GSM ağından alınan gerçek ölçümler kullanılarak testler gerçekleştirilmiş, konumlama başarımının ortalama hata ve standart sapma gibi birçok yönden iyileştiği belirtilmiştir. Toplamda, ortalama hatanın 642 m'den 573 m'ye (%10,75 iyileştirme), standart sapmanın 689 m'den 481 m'ye (%30,19 iyileştirme) ve maksimum hatanın 4762 m'den 2638 m'ye (%44,6 iyileştirme) kadar azaltıldığı rapor edilmiştir. Magro ve ark. yaptıkları çalışmada 3G ağlarında kullanıcı konum tahminine yenilikçi bir çözüm önerisi sunmuşlardır [6]. Önerilen yöntemle mevcut 3G mobil cihazları tarafından erişilebilen hücre kimliği ve iletilen sinyal gücü gibi ağ bilgilerini kullanmışlardır. Algoritma yarı gerçek zamanlı çalışarak kullanıcının konumunu tahmin etmek için bir genetik algoritma uygulaması ile optimize edilmiş ve ortalama 450 m hata payıyla konum tahmini sağlanmıştır.

Kurt tarafından yapılan tez çalışmasında, parmak izi yöntemi kullanılarak gerçekleştirilen bir konum belirleme sistemi önerilmiştir [7]. Bu konum belirleme yöntemi için İstanbul ve İzmir şehirlerinin farklı bölgelerindeki mobil istasyonlardan RSS (Alınan Sinyal Gücü) sinyal ölçümleri toplanmış ve bu ölçümler bir veri tabanına kaydedilmiştir. Daha sonra sinyal ölçümleri sinyal izi filtreleme ve sinyal izi eşleştirmede kullanılmıştır. İstanbul için ortalama 435,0209 m ve İzmir için ortalama 404,8652 m hata mesafesi ile kullanıcı konum tahmini gerçekleştirilmiştir. Fritsche ve ark. GPS bilgilerinin kesintiye uğraması durumunda GSM şebekesi üzerinden yaklaşık konum bilgilerinin elde edilebilmesine yönelik bir çalışma yapmışlardır [8]. Çalışmada, GSM şebekesinden alınan ölçüm bilgileri "Kalman filtresi" kullanılarak işlenmiş ve hem GPS hem de GSM şebekesinden alınan ölçüm bilgileri yardımıyla çalışan hibrit bir konum belirleme sistemi önerilmiştir.

Yapılan bu çalışmada, mobil telefon için android ortamda geliştirdiğimiz bir uygulamayla, Siirt il merkezinde yer alan yeterli sayıdaki kapalı alan ve bina içlerinde ölçümlenen gerçek GSM sinyal değerleri ve GPS konum bilgileri birlikte kaydedilerek bir veri seti oluşturulmuştur. Literatürde yapılan diğer GSM bazlı konum belirleme çalışmalarından farklı olarak, elde ettiğimiz verilerin simülasyon ortamında oluşturulan ağın yapay sinir ağları (YSA) metotlarından biri olan aşırı öğrenme makinesi (ELM-Extreme Learning Machine) metodu ile eğitilmesi sağlanarak sadece anlık GSM sinyal ölçümleri kullanarak gerçek konum tahmini yapması sağlanmıştır.

Materyal ve yöntem

Gerçekleştirilen bu çalışmada aşırı öğrenme makinesi (ELM) yöntemi kullanılarak yaklaşık konum bilgisi elde edilmeye çalışılmıştır. Konum belirleme için kullanılan veri kümesinin oluşturulması ve ELM yönteminin uygulanması alt bölümlerde açıklanmıştır.

Veri kümesi (dataset)

Bu çalışmada kullanılan veriler Siirt il merkezinde yer alan belirli bir bölgedeki kapalı alanlardan (okullar, camiler, avm'ler, binalar, işletmeler vb.) geliştirdiğimiz mobil bir uygulama vasıtasıyla elde edilen sinyal ölçüm kayıtlardan oluşmaktadır.

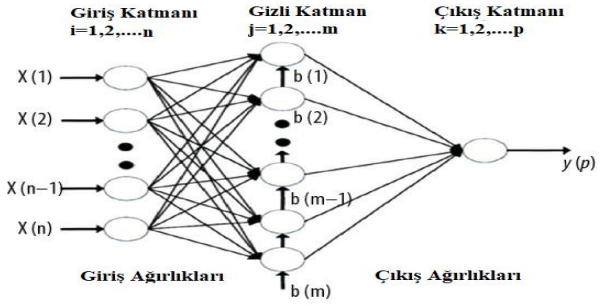
Tablo 4. Veri seti içeriği

Parametre	Açıklaması
RSSI1	1. baz istasyonu sinyal gücü
RSSI2	2. baz istasyonu sinyal gücü
RSSI3	3. baz istasyonu sinyal gücü
Serving cell latitude	Baz istasyonu enlem bilgisi
Serving cell longitude	Baz istasyonu boylam bilgisi
User location's latitude	Mobil kullanıcı enlem bilgisi
User location's longitude	Mobil kullanıcı boylam bilgisi

Bu veri setinde Tablo 1'de verilen, kullanılan GSM şebekesine ait ölçümlenebilen farklı GSM baz istasyonları gerçek sinyal seviyeleri (RSSI1, RSSI2, RSSI3), bağlı olunan (yani o anda hizmet veren) GSM baz istasyonu enlem ve boylam bilgileri (serving cell lat. & long.) ve mobil kullanıcının GPS ile edilen gerçek konumuna ait enlem ve boylam bilgileri (user location's lat. & long.) anlık olarak belirli zaman aralıklarında kaydedilmiştir. Yeterli sayıdaki lokasyondan elde edilen ölçümler uygun bir formda düzenlenmiş ve böylece veri seti simülasyon ortamında kullanılabilecek bir hale getirilmiştir.

Aşırı öğrenme makineleri

Aşırı öğrenme makinesi (ELM) sadece bir adet gizli katmanı bulunan ileri beslemeli yapay sinir ağlarının eğitiminde kullanılmak üzere geliştirilmiş bir yöntemdir [9]. Yapay sinir ağının ileri beslemeli tek gizli katmanlı genel şeması Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 20. İleri beslemeli tek gizli katmana sahip yapay sinir ağı modeli

İleri beslemeli bir gizli katmanı bulunan yapay sinir ağına ait çıkış denklemi:

$$Y(p) = \sum_{j=1}^{m} \beta_{j,k} g(\sum_{i=1}^{n} w_{i,j} x_i + b_j) \qquad (1)$$

ile hesaplanması gerçekleştirilmektedir. Burada $x_{1\ldots n}$ giriş vektörlerini, $y_{1\ldots p}$ çıkış vektörlerini, $\beta_{1\ldots m}$ çıkış katmanı ağırlıklarını, $W_{1\ldots n,1\ldots m}$ giriş katmanı ve gizli katman arasındaki bağlantı ağırlık değerini, $b_{i\ldots m}$ eşik değişkenlerini ve g(.) aktivasyonunu belirtmektedir [10]. YSA'nın başarılı bir şekilde öğrenimini gerçekleştirebilmesi için verilecek ağırlıkların, transfer fonksiyonu ve eşik değerleri modellenecek sistemin yapısına en uygun parametrelerin seçiminin yapılması ile gerçekleştirilir. Gradyan temelli yaklaşımlarda eğitim esnasında oluşacak hatayı en düşük seviyeye indirmek için verilen ağırlık değerleri ve eşik değerlerinin en uygun değerlerini sağlayan parametre elde edilinceye kadar değiştirilme işlemi devam eder. Buda eğitimin hata oranının yüksek değerlere çıkmasına sebep olmaktadır.

ELM yönteminde giriş katmanındaki ağırlıklar ile eşik değerleri rastgele verilmekte, buna bağlı olarak çıkıştaki ağırlık değerleri hesaplanmaktadır [11]. n Adet giriş nöronu, m adet gizli katman nöronuna sahip bir yapay sinir ağın giriş katmanı ağırlık değerleri $(W_{i,j})$ ve (b_i) eşik değerleri rastgele belirleme işlemi gerçekleştiğinde, kesikli aktivasyon fonksiyonları ya da atanmış olup türevlenemeyen fonksiyonlar da dahil rastgele bir transfer fonksiyonu (g(.)) için çıkış katmanının giriş denklemi:

$$H = \begin{bmatrix} g(w_{1,1}x_1 + b_1) \ldots g(w_{1,m}x_m + b_m) \\ g(w_{n,1}x_n + b_1) \ldots g(w_{n,m}x_m + b_m) \end{bmatrix} \qquad (2)$$

olarak bulunur. Böylelikle elde edilen çıkış denklemi:

$$y = H\beta \qquad (3)$$

olur. H matrisinin ters matrisinin hesaplanma işlemi genelleştirilmiş Moore-Penrose matrisi ile gerçekleştirilir. Bunun sebebi, genellikle eğitim

kümesindeki özellik sayısı ile gözlem sayısının yüksek olasılıkla birbirine eşit olmamasıdır. Böylece çıkış ağırlıkları (β):

$$\beta = H^{+}y \tag{4}$$

şeklinde hesaplanır. Bu denklemde H^{+}, genelleştirilmiş ters Moore-Penrose matrisi ile hesaplanmış H matrisini ve β çıkış katmanı ağırlıklarını belirtmektedir [12].

Deneysel çalışmalar

Elde edilen veri setinin rastgele dağılımı sağlandıktan sonra, 10-kat çapraz doğrulama yapılarak ağın aşırı makine öğrenmesi ile eğitimi ve testi gerçekleştirilmiştir. Yapılan simülasyonlarda 14 farklı aktivasyon fonksiyonu kullanılmış ve bunlardan en iyi başarıma sahip 6 aktivasyon fonksiyonu (symmetric hard-limit, symmetric saturating linear, tangent sigmoid, pure linear, hyperbolic tangent ve multiquadratic) ve farklı sayılardaki gizli nöron sayıları (5-125) için testler gerçekleştirilerek en iyi doğrulukta çalışacak ağ parametreleri belirlenmeye çalışılmıştır. Bu testlerde elde edilen başarımlar ortalama hata kareleri kökü (root mean square error-RMSE) yöntemi ile hesaplanarak Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 5. Farklı aktivasyon fonksiyonları ve gizli nöron sayılarına göre RMSE değerleri

Aktivasyon Fonksiyonu	Gizli Nöron Sayısı							
	5	10	25	50	75	100	125	Ort.
Sym. Hard-limit	0,00167	0,00166	0,00165	0,00163	0,00162	0,01708	0,00815	0,00478
Sym. Sat. Linear	0,00168	0,00167	0,03627	0,02085	0,00160	0,00164	0,00161	0,00933
Tangent Sigmoid	0,00167	0,00165	0,00172	0,00164	0,00164	0,00168	0,01059	0,00294
Pure Linear	0,00294	0,00203	0,00203	0,00204	0,00203	0,00203	0,00203	0,00216
Hyp. Tangent	0,00166	0,00166	0,01983	0,00389	0,00444	0,00304	0,00198	0,00522
Multiquadratic	0,07592	0,01669	0,00249	0,00176	0,00391	0,02785	0,04680	0,02506

Kullanılan aktivasyon fonksiyonları içerisinde en iyi ortalama RMSE değerleri, symmetric hard-limit, tangent sigmoid ve pure linear aktivasyon fonksiyonları ile sağlanmıştır. Tüm aktivasyon fonksiyonları ve gizli nöron sayıları birlikte incelendiğinde, en iyi başarımı 0,00160 RMSE değeri ile 125 gizli nöron sayısıyla symmetric saturating linear aktivasyon fonksiyonu vermekle birlikte, en iyi başarımların (ortalama 0,00216 RMSE değeri) çoğunlukla pure linear fonksiyonuyla sağlandığı görülmektedir.

Aynı şekilde farklı aktivasyon fonksiyonlarına ve gizli nöron sayılarına bağlı olarak, tahmin edilen konum (enlem&boylam) ile gerçek konum arasındaki uzaklık aşağıda verilen haversine formülü;

$$d = 2r\, arcsin\left(\sqrt{\begin{matrix} sin^2\left(\frac{lat2 - lat1}{2}\right) \\ + \cos(lat1)\cos(lat2) \\ sin^2\left(\frac{lon2 - lon1}{2}\right) \end{matrix}}\right) \tag{5}$$

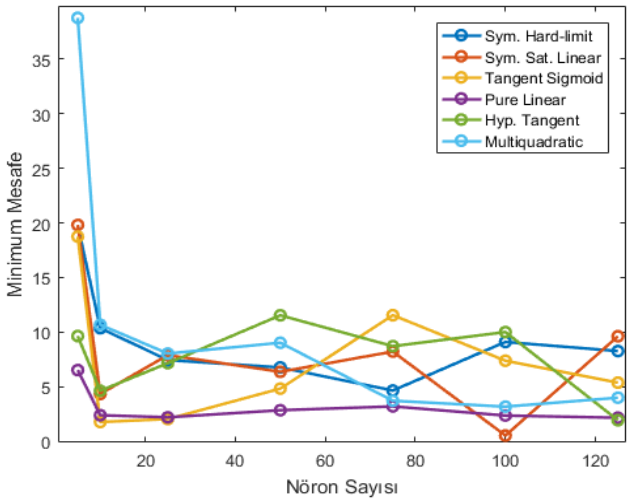
kullanılarak hesaplanmıştır. Burada d km cinsinden uzaklığı, r parametresi yerkürenin yarıçapını ifade etmekte olup, $r = 6371$ km olarak alınmıştır. $lat1$ ve $lon1$ sırasıyla gerçek konumun enlem ve boylamını, $lat2$ ve $lon2$ ise sırasıyla tahmin edilen konumun enlem ve boylamını radyan (rad.) cinsinden ifade etmektedir.

Bu uzaklık gerçek konumdan sapma miktarını, yani hata miktarını ifade etmekte olup, kullanılan aktivasyon fonksiyonu ve nöron sayısına bağlı olarak elde edilen asgari hata miktarları metre (m) cinsinden Tablo 3'de gösterilmiştir.

Tablo 3. Farklı aktivasyon fonksiyonları ve gizli nöron sayılarına bağlı olarak elde edilen konum bilgilerine ait minimum hata miktarları (m).

Aktivasyon Fonksiyonu	Gizli Nöron Sayısı							
	5	10	25	50	75	100	125	Ort.
Sym. Hard-limit	20	10	7	7	5	9	8	9
Sym. Sat. Linear	20	4	8	6	8	0,5	10	8
Tangent Sigmoid	19	2	2	5	12	7	5	7
Pure Linear	7	2	2	3	3	2	2	3
Hyp. Tangent	10	5	7	12	9	10	2	8
Multiquadratic	39	11	8	9	4	3	4	11

Tablo 3'de verilen sonuçlar değerlendirildiğinde, en iyi sonucun 0,5 m hata ile symmetric saturating linear aktivasyon fonksiyonu ve 100 nöron sayısıyla elde edildiği görülmektedir. Gizli katmandaki nöron sayısına bağlı olarak kullanılan her bir aktivasyon fonksiyonu için elde edilen konum hata mesafesi ayrı ayrı çizdirilerek Şekil 2'de grafiksel olarak gösterilmiştir. Şekilden en iyi sonuçların çoğunlukla pure linear aktivasyon fonksiyonu ile elde edildiği görülmektedir.



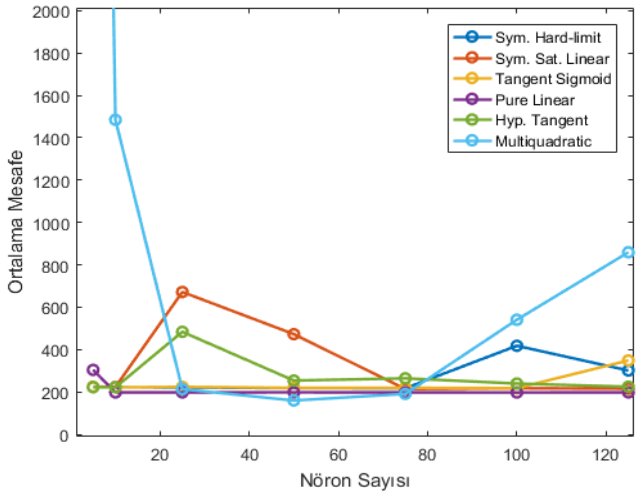
Şekil 21. Farklı aktivasyon fonksiyonları ve gizli nöron sayılarına bağlı olarak elde edilen minimum hata mesafeleri (m)

Farklı aktivasyon fonksiyonları ve nöron sayıları kullanılarak çapraz doğrulamayla elde edilen testler sonucunda, tahmin edilen konum ve gerçek konum bilgileri arasındaki ortalama hata mesafeleri Tablo 4'de gösterilmiş olup buna göre elde edilen grafikler Şekil 3'de verilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde en iyi ortalama hata mesafesinin 160 m ile multiquadratic aktivasyon fonksiyonu ve 50 nöron kullanılarak, ortalama en iyi sonuçların da çoğunlukla yine pure linear aktivasyon fonksiyonuyla elde edildiği görülmektedir.

Tablo 4. Farklı aktivasyon fonksiyonları ve gizli nöron sayılarına bağlı olarak elde edilen konum bilgilerine ait ortalama hata miktarları (m).

Aktivasyon Fonksiyonu	Gizli Nöron Sayısı							
	5	10	25	50	75	100	125	Ort.
Sym. Hard-limit	224	223	221	219	218	418	301	261
Sym. Sat. Linear	225	224	672	473	214	218	216	320
Tangent Sigmoid	224	222	224	219	219	218	349	239
Pure Linear	304	198	198	198	198	198	198	213
Hyp. Tangent	222	222	484	254	264	240	225	273
Multiquadratic	7689	1485	213	160	191	541	860	1591

Şekil 22. Farklı aktivasyon fonksiyonları ve gizli nöron sayılarına bağlı olarak elde edilen ortalama hata mesafeleri (m)



Elde edilen sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde, ortalamada yaklaşık 200 m hata mesafesi ile literatürde yapılan diğer çalışmalardan daha iyi bir konumlandırma başarımı elde edildiği görülmektedir. Önerilen algoritmayla pure linear aktivasyon fonksiyonu ve az sayıda nöron kullanılarak dahi (10-50) birkaç metre hata ile çok iyi konum tahminleri yapılabileceği görülmektedir. Bununla beraber, ortalama hata mesafesinin daha yüksek çıkmasının nedeninin oluşturulan veri setindeki uyumsuz veriden kaynaklandığı düşünülmektedir. Şöyle ki; bazı durumlarda kullanılan operatöre ait baz istasyonlarının doluluk oranı, bağlantı hızı ve diğer optimizasyon önceliklerine bağlı olarak mobil kullanıcıyı daha uzakta yer alan başka bir baz istasyona yönlendirerek servis sağlaması ve önerilen algoritmanın giriş verisi olarak servis sağlayıcı baz istasyonu konum bilgilerini kullanmasından dolayı doğal olarak daha büyük hata miktarı ile konum tahminine yol açmıştır.

Sonuçlar

Bu çalışmada, kapalı alanlar ve bina içlerinde GSM baz istasyonlarından ölçümlenen sinyal seviyesi bilgileri ile elde edilen veriler aşırı öğrenme makinesi (ELM) ile eğitilerek en az hata ile konum tahmini yapabilen bir ağ modeli gerçekleştirilmiştir. Yapılan simülasyonlarda farklı aktivasyon fonksiyonları ve nöron sayıları kullanılarak optimum başarımı sağlayacak ağ parametrelerinin bulunması amaçlanmıştır. Elde edilen test sonuçları, önerilen yöntemin GPS sinyallerinin çok zayıf veya hiç alınamadığı kapalı ortamlarda başarılı bir doğrulukta konum tahmini yapılabileceğini ve bir alternatif ve destekçi konum belirleme yöntemi olarak kullanılabileceğini göstermektedir. İleriki çalışmalarda, önerilen bu yöntemin diğer makine öğrenme yöntemleri kullanılarak performansının iyileştirilmesi ve hem bina içi hem de bina dışında çalışabilecek şekilde geliştirilmesi düşünülmektedir.

Kaynaklar

[1] Sevindi, C., "Küresel Konum Belirleme Sistemi (GPS) ve Coğrafya Araştırmalarında Kullanımı". *Coğrafi Bilimler Dergisi,* 101-112, 2005.

[2] Özsoy, K., Bozkurt, A., Tekin, İ., "Indoor Positioning Based on Global Positioning System Signals". *Electronics Engineering, Sabanci University*, 190-193, 2009.

[3] Galvan, C. E., Issac G. T., Sandovalc E. I., Brena R., "Wifi bluetooth based combined positioning algorithm". Procedia *Technology*, 7-8, 2012.

[4] Doughangi, H., "Kapalı alanda konum belirleme sistemi". *Yüksek Lisans Tezi, Boğaziçi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, 1-2, 2017.

[5] Türkyılmaz, O., "Hücresel ağlarda ortam-bilinçli konum belirleme". *Yüksek Lisans Tezi, Boğaziçi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, 1-2, 2007.

[6] Magro, M. J., Depono, c. J., "A Genetic Algorithm Approach to User Location Estimation in UMTS Networks". *The International Conference on "Computer as a Tool*, 1-2, 2007.

[7] Kurt, Ö. F., "Parmak izi yöntemi ile hücresel ağlarda konum belirleme". *Yüksek Lisans Tezi, Boğaziçi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, 1-2, 2009.

[8] Fritsche, C., Klein, A., Wurtz, D., "Hybrid GPS/GSM localization of mobile terminals using the extended Kalman filter". *6th Workshop on Positioning, Navigation and Communication, Proceedings*, 189-194, 2009.

[9] Huang, G. B., Zhu Q. Y., Siew C. K., "Extreme learning machine: Theory and applications". *Neurocomputing*, pp.489–501, 2006.

[10] Ertuğrul, Ö. F., Kaya Y., "A detailed analysis on extreme learning machine and novel approaches based on ELM". *American Journal of Computer Science and Engineering*, pp.43-50, 2014.

[11] Kaya, Y., "A new intelligent classifier for breast cancer diagnosis based on rough set and extreme learning machine: RS+ELM". *Turkish Journal of Electrical Engineering and Computer Sciences*, pp.2079-2091, 2013.

[12] [12] Huang, G. B., Wang, D. H., Lan, Y., "Extreme learning machines: a survey". *Int. J. Mach. Learn. & Cyber.*, 107–122, 2011.

COVID-19 Üzerine Bir Zaman Serisi Analizi : Amerika Örneği

Nazan KEMALOĞLU[1]*, Onur SEVLİ[2]

[1] *Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Bilgi Teknolojileri Uygulama ve Araştırma Merkezi, Burdur, TÜRKİYE*
[2] *Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Burdur, TÜRKİYE*

Özet

Koronavirüs hastalığı 2019, kısaltmasıyla COVID-19; insanları etkileyen, şiddetli akut solunum yolu sendromu koronavirüsü 2'nin (SARS-CoV-2) neden olduğu bulaşıcı bir solunum yolu hastalığıdır. İlk olarak 2019 yılında Çin'in Vuhan şehrinde keşfedilmiş hastalık, keşfinden bu yana dünya çapında yayılarak 2019-20 koronavirüs pandemisine yol açmıştır. 3 Mart 2020 itibariyle dünya çapında ölüm oranı %3,4 olarak belirlenen COVID-19 için 6 Nisan 2020 tarihi itibarıyla Dünya'da 1.328.786 onaylanmış vaka bulunmaktadır. Bu tarih itibari ile 277.295 iyileşen vaka varken virüs nedeniyle 73.801 hasta hayatını kaybetmiştir. Bu yayında COVID-19'un 6 Nisan tarihi ile en fazla görüldüğü ülke olan ABD üzerine bir çalışma yapılmıştır. ABD'de COVID-19 için onaylanan vaka ve ölüm sayıları ile bir zaman serisi analizi yapılmış ve elde edilen sonuçlar yorumlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Zaman Serisi Analizi, COVID-19, RNN*

A Time Series Analysis on the COVID-19 in USA

Abstract

Coronavirus disease 2019, in abbreviation COVID-19; It is an infectious respiratory disease caused by severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) that affects people. The disease, which was first discovered in Wuhan, China in 2019, has spread worldwide since its discovery, causing a 2019-20 coronavirus pandemic. As of March 3, 2020, there are 1,328,786 approved cases in the world as of April 6, 2020 for COVID-19, the worldwide mortality rate of which was 3.4%. As of this date, there were 277,295 cases that recovered, while 73,801 patients died due to the virus. In this publication, a study was conducted on the USA, the country where COVID-19 was seen the most, on April 6. In the USA, the number of cases and deaths approved for COVID-19 and a time series analysis were performed and the results were interpreted.

Keywords: *Time Series Analysis, COVID-19, RNN*

Giriş

Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından 11 Mart 2020 yılında pandemi olarak ilan edilen salgın COVID-19 COVID-19 (SARS-CoV2) enfeksiyonu hızla yayılıp tüm dünyayı etkisi altına almıştır. 6 Nisan 2020 itibari ile yaklaşık 1.600.000 kişiye bulaşan hastalık 100.000'den fazla insanın ölümüne neden olmuştur.

Amerikan Johns Hopkins Üniversitesi'nin son verilerine göre ABD halen 300 binden fazla vakayla dünyada en fazla koronavirüs vakasının görüldüğü ülke. Ülkede ölü sayısında ise 8 binden fazla ölüyle İtalya ve İspanya'nın ardından üçüncü sırada yer almaktadır [1].

Bu çalışmada Amerika'da görülen Covid-19 vaka ve ölüm oranlarına yönelik bir haftalık bir tahminleme çalışması yapılmış ve sonuçlar yorumlanmıştır.

Yöntem ve Veri Seti

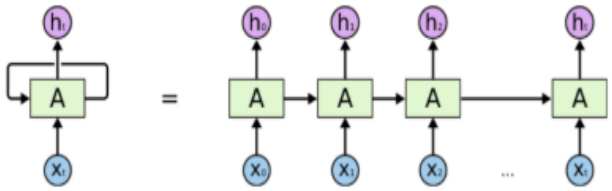
Çalışmada kullanılan veri seti Amerika John Hopkins Üniversitesi tarafından yayınlanan ve GitHub üzerinden paylaşılan doğrulanmış vaka sayısı ve ölüm sayılarının bulunduğu verilerden oluşturulmuştur [2].

RNN (Tekrarlayan Sinir Ağları)

RNN; diğer yapay sinir ağlarının izin vermediği uzunluğu sabit olmayan sıralı bilgileri kullanabilen bir yapay sinir ağı modelidir [3]. Temel olarak RNN

* nkemaloglu@mehmerakif.edu.tr

eski bilgileri de hesaba katarak öğrenmektedir. Fakat uzun vadeli bağımlılık olarak adlandırılan eğitim sırasında meydana gelen gradyan kaybolması/patlaması durumu nedeniyle bu öğrenme mümkün olmamaktadır [3].

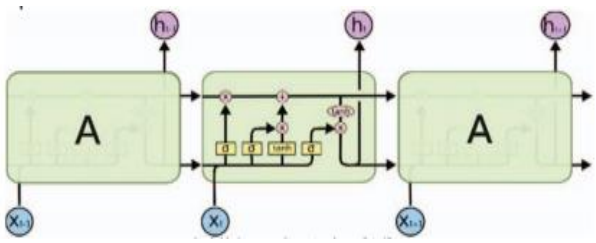


Şekil 23. RNN Mimarisi

Şekil 1'de temel mimarisi verilen tekrarlayan sinir ağındaki (RNN) temel düşünce sıralı bilgileri kullanmaktır. Klasik sinir ağında tüm girdi ve çıktıların birbirinden bağımsız olduğu varsayılmaktadır. RNN mimarisinin yinelenen (recurrent) olarak adlandırılmasının sebebi, bir dizinin her öğesi için aynı görevi önceki çıktılara bağlı olarak yerine getirmesidir.

LSTM (Uzun Kısa Süreli Bellek Ağları)

RNN' lerde meydana gelen gradyan kaybolması durumunun önüne geçmek için LSTM modeller ortaya çıkmıştır. LSTM'lerde klasik özyinelemeli sinir ağı modelinde bulunmayan unutma katmanı bulunmaktadır [4]. LSTM modellerde temel düşünce bir bilginin bellekte tutulup tutulmayacağına karar vermektir. LSTM ağlar Şekil 2'te verildiği gibi özel bir mimariye sahiptirler.

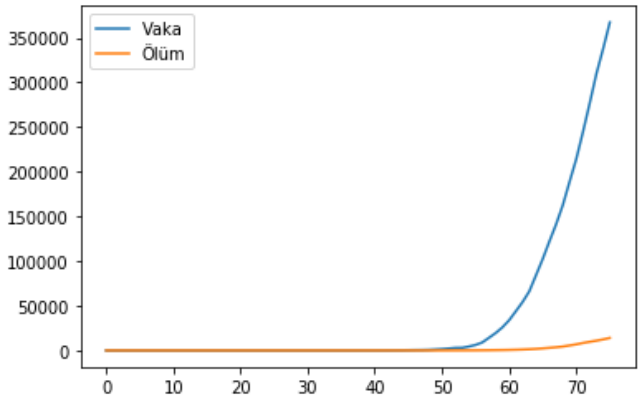


Şekil 2. LSTM Mimarisi

LSTM'deki hücre olarak adlandırılan bellekler hangi bilgileri tutacağına ve hangi bilgileri sileceğine karar verir. Daha sonra, hücrenin anlık durum çıktısını üretmek için ise bir önceki durum çıktısı, güncel bellek bilgileri ve güncel girdi akıllı bir şekilde birleştirilir [3].

Araştırma Bulguları

Yapılan analizler için doğrulanmış vaka ve ölüm oranları üzerinden tahminleme yapılmıştır. Analiz için 22.01.2020 ve 06.04.2020 tarihleri arasındaki veriler alınmıştır. 22.01 – 28.03 tarihleri arasındaki veriler baz alınarak tahminleme çalışması yapılmıştır. Şekil 3'te Amerika için 6 Nisan 2020 tarihine kadar görülen vaka ve ölüm sayıları verilmiştir.



Şekil 3. Amerika Vaka ve Ölüm Sayıları

Şekil 3'te Ocak ayında başlayan vakaların Mart sonu Nisan başında ani bir yükselişe geçtiği görülmektedir. Ölüm sayılarında ise yine Mart sonu Nisan başlarında artış meydana geldiği görülmektedir.

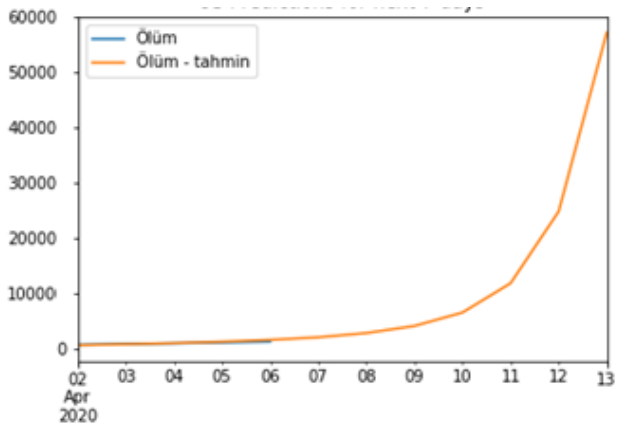
Veri seti üzerinde 22 Ocak 6 Nisan tarihleri arasındaki veriler üzerinde bir zaman serisi analizi yapılmıştır. Modelin doğruluğunu test edebilmek adına 6 Nisan baz alınarak 5 gün öncesine ait veriler ve 6 Nisandan sonraki 7 günlük veriler tahmin edilmeye çalışılmıştır.

Kurgulanan LSTM model Tablo 1'de verilmiştir.

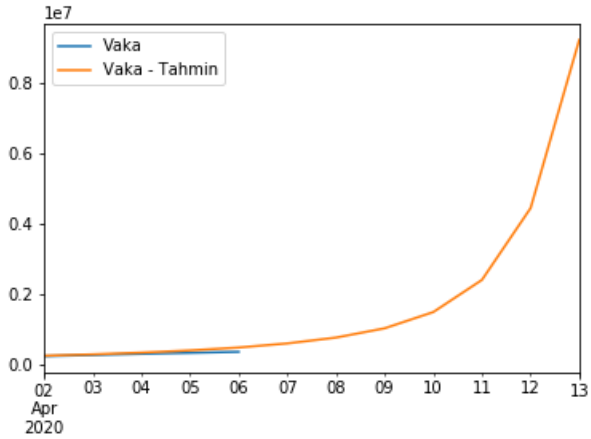
Tablo 6. Kurgulanan LSTM Model

Layer (type)	Output Shape	Param #
lstm_1 (LSTM)	(None, 75)	23100
dense_1 (Dense)	(None, 75)	5700
dense_2 (Dense)	(None, 1)	76
Total params: 28.876		
Trainable params: 28.876		
Non-trainable params: 0		

Modelin katmanlarında aktivasyon fonksiyonu olarak relu seçilmiştir. Toplamda 50 epoch çalıştırılan modelde "adam" optimizasyon fonksiyonu kullanılırken, loss fonksiyonu olarak "mean squared error" kullanılmıştır. Eldeki veriler baz alınarak yapılan tahmin sonuçları Şekil 4 ve Şekil 5'te verilmiştir.

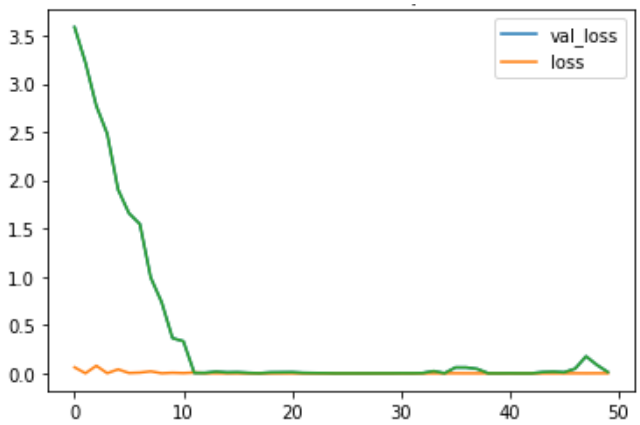


Şekil 4. İleriye Dönük Ölüm Tahmin

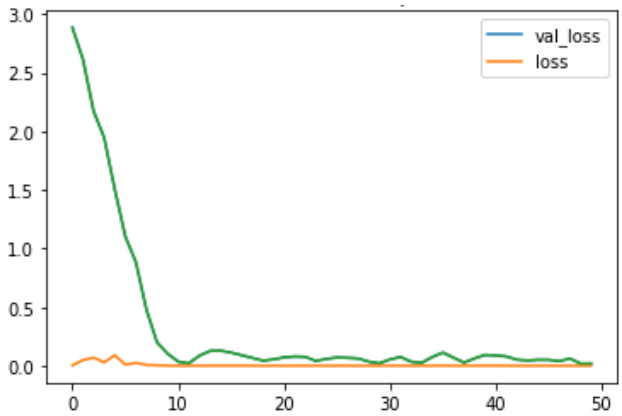


Şekil 5. İleriye Dönük Vaka Tahmin

Amerika için doğrulanmış vaka ve ölüm sayıları üzerine yapılan tahminleme çalışması için sonucu elde edilen loss değerleri Şekil 6 ve Şekil 7'te verilmiştir.



Şekil 6. Ölüm Tahmin Loss



Şekil 7. Vaka Tahmin Loss

Sonuçlar

Alınan sonuçlar değerlendirildiğinde kurgulanan modelin 2 Nisan – 6 Nisan tarihleri arasındaki vaka ve ölüm oranlarını %95 başarı ile tahmin ettiği gözlemlenmiştir. Bununla birlikte modelin 6 Nisan sonrası 7 günlük yaptığı tahminlerde de vaka sayısının Nisan ortalarında 1 milyona yaklaşması beklenmektedir. Yine aynı tahmin modelinde ölüm sayısının Nisan ortalarında 50.000'i aşacağı görülmektedir.

Amerika için Nisan ayı sonunda 1.072.667 doğrulanmış vaka sayısı ve ölüm sayısı 63.291 olarak kaydedilmiştir. Geliştirilen modelin öngördüğü sayılar neticesinde; modelin vaka sayısı ve ölüm oranı tahmininde kayda değer sonuçlar ürettiği görülmüştür.

Kullanılan model için ilerleyen dönemde iyileşen vaka sayısı da dahil edilerek farklı ülkeler üzerinde çalışmalar geliştirilecektir.

Kaynaklar

[1] John Hopkins Universty Center for System Science and Engineering (JHU CSSE), https://github.com/CSSEGISandData/COVID-19 , Erişim Tarihi: 06.04.2020

[2] John Hopkins Universty Covid-19 Map, https://coronavirus.jhu.edu/us-map, Erişim Tarihi: 06.04.2020

[3] Ayata, D., Saraçlar, M., & Özgür, A. (2017, May). Political opinion/sentiment prediction via long short term memory recurrent neural networks on Twitter. In 2017 25th Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU) (pp. 1-4). IEEEHaupt RL, Haupt SE. *Practical Genetic Algorithms*. 2nd ed. New York, USA, Wiley, 2004.

[4] Kızrak, M. A., & Bolat, B. (2018). Derin Öğrenme ile Kalabalık Analizi Üzerine Detaylı Bir Araştırma. Bilişim Teknolojileri Dergisi, 11(3), 263-286.

Machine Learning Methods for Stock Market Analysis

Seyda Kalyoncu*[1] , Akhtar Jamil[1], Jawad Rasheed[1], Mirsat Yesiltepe[2], Chawki Djeddi[3]

[1]*Department of Computer Engineering, Istanbul Sabahattin Zaim University, Istanbul, TURKEY*
[2]*Department of Mathematical Engineering, Yildiz Technical University, Istanbul, TURKEY*
[3]*Department of Mathematics and Computer Science, Larbi Tebessi University, Tebessa, Algeria*

Abstract

Stock market forecasting has become the most interesting research field to cope with volatile market situations. A number of research works have been published in this area and different methods has been proposed. Following the success of machine learning techniques in the field of artificial intelligence (AI), they have also shown their efficiency in the field of stock market prediction. In this article, three most popular machine learning algorithms have been investigated for stock market price prediction. The methods investigated include: Artificial Neural Network (ANN), k-Nearest Neighbors (KNN) and Auto-Regressive Integrated Moving Averages (Auto ARIMA). The aim of this study is to make a future forecast by looking at the historical stock price data.

Keywords: *Stock market prediction, machine learning, artificial neural network, k-Nearest Neighbors, Auto ARIMA*

Introduction

Stock market forecasting has become the most interesting research field to cope with volatile market situations. As many factors are involved with the stock market, such as economic balance and physical events, therefore, its prediction is a very challenging task. Therefore, developing a highly robust stock prediction system can help investors to make a better decision about investment. However, the development of powerful computing technology and state-of-the-art machine learning techniques has made it possible to make stock market value predictions with high accuracy. Most of the recent work is done with artificial intelligence applications and machine learning techniques. The success rates of these techniques are much higher than other statistical models.

In recent years, the artificial neural network has become a hot research field in this domain. Artificial neural network (ANN) has strong nonlinear approximation ability to nonlinear relation. ANN has been successfully applied to learn non-linear relationship within complex data. As the stock price, volume and other data contains a large number of information affecting the stock price changes, ANN can learn the historical data of the stock, so as to find the effects of stock prices. Researchers in different fields such as computers and businesses have also found many researches on stock market forecasting [1].These researchers took different approaches by trying different algorithms and techniques for stock market prediction. In [2] authors predicted the KSE-100 Index, which has approximately 3 years of data, using ANN and ARIMA in their work. In another study, research was conducted to find concrete effects on the market using Asian markets [3]. Chirag Modi et al. Made an estimation study using ANN stocks of companies under the National Stock Exchange (NSE). They proved that artificial neural networks are successful in stock price estimation [4]. Y. Bing, J. Hao and S. Zhang used ANN to predict stock market indices [5]. They developed an estimate based on the values of the nifty stock over the past n days. As a result of this study, they achieved an accuracy rate of 96%.

Similarly, Khalid Alkhatib and colleagues used the k-NN algorithm to estimate the stock prices of six companies in the Jordan market [6]. Results It is concluded that the k-NN algorithm has very small margins of error and very close values to real data. In another k-NN study, the price estimate of the LQ45 index in the Indonesian market was made [7].

* seydakalyoncu1595@gmail.com

In the study, the k-NN has achieved a higher accuracy rate than the moving average method. Patil et al. Estimated the stock prices using the k-NN algorithm and back propagation learning technique [8]. They have seen that the K-NN algorithm gives more realistic results in price prediction.

Auto ARIMA is a very popular statistical method for time series prediction. Historical data is used to predict future values. Auto ARIMA has been used and developed in many studies. S. Wadi, M. Almasarweh and A. Alsaraireh applied the auto ARIMA model to the closing prices obtained from the Amman Stock Exchange (ASE) from 2010 to 2018 [9]. As a result, they saw that the model gave significant results. Another study showed the advantages of the autoregressive integrated moving average (ARIMA) model [10]. In his studies, the data on the Amman stock exchange in the Jordan market, which had daily data from 1993 to 2017, were used. As a result, the ARIMA model has been shown to yield important results in short-term market forecasts.

In this article, three most popular machine learning algorithms have been investigated for stock market price prediction. The methods investigated include:

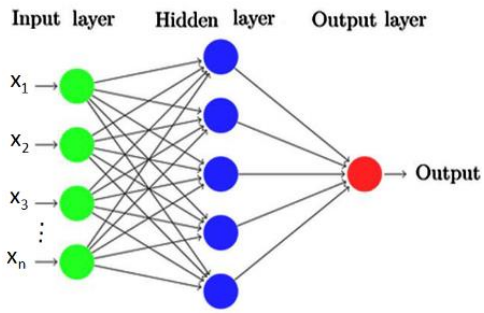


Figure 1. MLP Architecture

Artificial Neural Network (ANN), k-Nearest Neighbors (KNN) and Auto-Regressive Integrated Moving Averages (Auto ARIMA). The aim of this study is to make a future forecast by looking at the historical stock price data. The dataset used in this experiment was obtained from Tata Global Beverages Limited. This data is identified by the opening, closing, highest, and lowest values of the stock between years 2010-2019.

The rest of the paper is arranged as follows. In section 2 we described the algorithms used. Section 3 describes the proposed methodology and the created models. Section 4 presents the experimental results. Finally, we complete the paper with concluding remarks and future perspective in section 5.

Algorithms

Machine learning (ML) algorithms are one of the most popular approaches in the field of artificial intelligence. As the amount of data increases, technological advances in machine learning have gained speed. ML has long been used in stock market prediction. ML algorithms are known to be successful in stock market index movements and future projections. In this section, we will briefly talk about the three most popular machine learning algorithms. These are Artificial Neural Network (ANN), k-Nearest Neighbor and Auto-Regressive Integrated Moving Averages (Auto ARIMA).

ANN Basics

Artificial Neural Networks (ANN) collects information with examples, historical data and makes generalizations. He then decides about those samples by using the sample information compared to the samples he has never seen. This shows the ability to successfully solve complex problems.

The human brain is probably the most complex machine in the world. It is very effective in achieving results in record time. The ANN structure is therefore very similar to that of the human brain. There are various architectures of ANN, but the most popular one is the multilayer perceptron (Figure 1). The neurons are arranged into three layers: input hidden and output layers. The number of neurons in the input layer are same as the features and the number of neurons at output layer are same as number of classes. The neurons in the hidden layer can vary depending on the accuracy of the classifier.

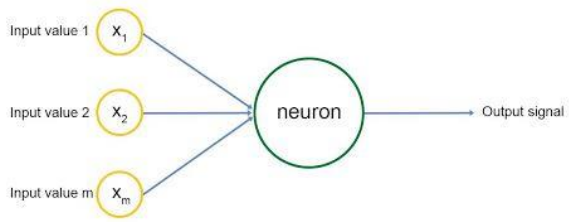


Figure 2. Computer Neuron

The computer neuron is created similarly, as shown in Figure 2. The parts marked with yellow circles are the inputs of the neuron. Neuron emits an output signal after a calculation. The input layer is the dendrites of the neuron. The output signal is axon. Each input signal has a weight (w_i). After this weight is multiplied by the input value, the neuron stores the weighted sum of all input variables. In the nerve learning training stage, these weights are

calculated with the concepts of backpropagation and gradient landing. The activation function is then applied to the weighted summation obtained. It then results in the neural output signal of the neuron.

K-NN Basics

The K-Nearest Neighborhood (k-NN) Algorithm is one of the simplest and most widely used classification algorithms from machine learning algorithms. Although it is used in both classification and regression problems, it is mostly used in the solution of classification problems in the industry. K-NN algorithm is one of the most preferred machine learning algorithms because it is resistant to noisy data. The algorithm is used by using the sample data set with a certain class. After the new data to be included in the sample data set has been stacked from the existing data, k close neighbors are checked. "Euclidean Distance," Manhattan "Distance and" Minkowski "Distance functions are used for distance calculations. Using K-NN data, it classifies new data points according to these distance functions. The data is assigned to the closest neighbor class.

Auto ARIMA Basics

Autoregressive Integrated Moving Averages (ARIMA) is a statistical model used to predict and analyze time series data. ARIMA has been a good acronym to describe the model structure. If we examine ARIMA according to its syllables:

AR: Autoregression. It is the model that establishes the relation between some delayed observations and an observation.

I: Integrated. It is the definition of differentiation of observation to immobilize time series.

MA: stands for Moving Average. It is a model that uses the dependency between an observation and an error left over from the moving average model applied to a delayed observation.

There is a standard representation p, d, q equivalent to these components. p is the number of delay observations we are talking about. d is the number of differentiations of raw observations. q is the size of the moving average window.

A model is created containing the specified terms. A value of 0 can be used for the parameter with the element that the model will not use. Thus, ARIMA model can be configured.

Proposed Methodology

This template is the template used in ICONDATA conferences. Authors should upload their full-text manuscript to the conference system in accordance with this template.

ANN Model

We have discussed that Artificial Neural Networks (ANN) works by learning historical data in the future forecast. ANN Models have been the preferred method in time series estimates. Our data set consists of daily data for 9 years between 2010 and 2019 by TATA-GLOBAL. We divided our data set into 70% train and 30% test data. We standardized the data using Min-Max Scaler. If we do not standardize, the neural network may interfere and give more weight to properties with higher average value than others. After the standardization process, we proceeded to the model building phase. The ANN Model we created consists of 6 input parameters (Open-High-Low-Close-Total Quantity), two hidden layers and an output layer. We set the units value of our hidden layers to 128. The Units value is the number of neurons or nodes in the hidden layer. The neuron in the output layer is the stock closing price estimate. Neurons in the hidden layer will have different weights for each of the six input parameters and activation functions to activate these input parameters. We used the ReLu activation function in our model. The model will then implement a weighted addition activation function in the neuron, based on the weights it trained to obtain itself, and this will be the output value for the particular neuron. Similarly, other neurons will have an output value based on their individual activation functions and weights. Finally, the predicted value of the closing price is obtained by summing the output values of these neurons. We used the mean squared error function for Loss evaluation. We repeated the back forward process as 50 Epoch. The ANN model we created works in this way for stock price estimation.

K-NN Model

We implemented the necessary libraries and dataset before creating our K-NN model. We imported the KNeighborsClassifier from sklearn.neighbors and accuracy_score libraries from sklearn.metrics so that we can implement the K nearest neighbor algorithm. Then we separated our data set as 70% train and 30% test data. After separating the data set as train and test, we start the k closest neighbor algorithm. We have given 25 the value of k. K value may vary. Accuracy rates can be observed using different k values. Then we fit the

train data with the fit process. We calculated train and test accuracy using accuracy_score.

Auto ARIMA Model

In this section, we will finally discuss how we construct a model for time series estimation using ARIMA. ARIMA model can give better results in short term estimations. Our data set is compatible with the ARIMA model.

In this model, we examined the value of Close in the data set. Before analyzing the time series, we analyzed the autocorrelation graph of the Close value according to a fixed delay time. Looking at the results in Figure 3, we see that there are suitable data to apply ARIMA.

Then we divided the data into 70% training and 30% test sets. We have drawn the training and test datasets to see how the time series looks like.

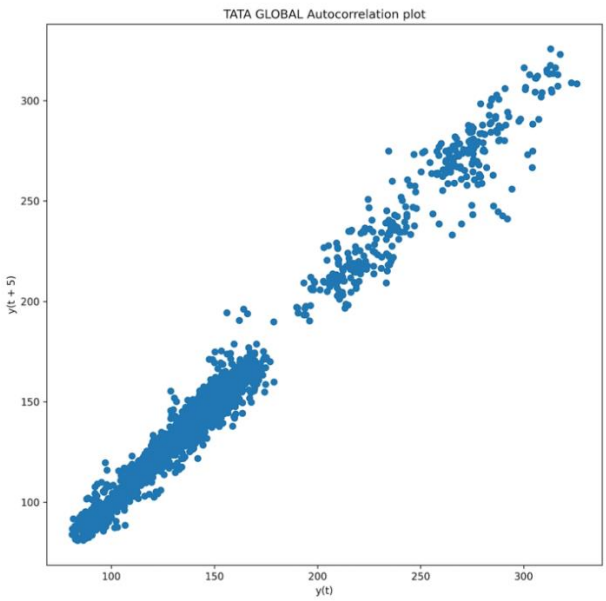


Figure 3. TATAGLOBAL Autocorrelation Graph

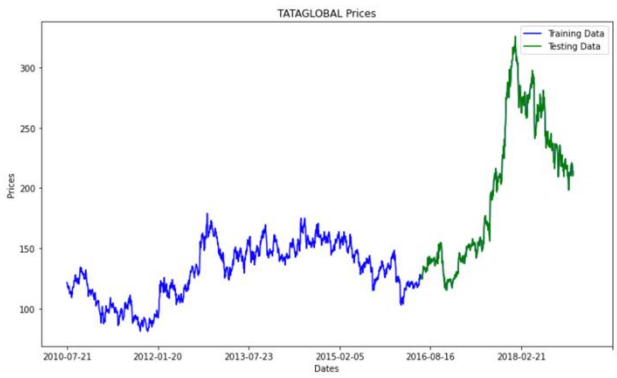


Figure 4. TATAGLOBAL Prices

After analyzing the data set, we need to determine p, d, q values to create the ARIMA model. There are many methods for determining these values, such as looking at correlation graphs or automatic correlation graphs. We found the most appropriate value for p, d, q using the simple approach, the Akaike Information Criterion (AIC) method. AIC is a quality model measure for a data set. It is used to choose the most suitable one among different models. The model with the smallest AIC value is chosen as the most suitable model. We made this calculation quickly in python with the pmdarima.arima library. The p, d, q values of the model with the lowest AIC value were determined as (1,1,1). We used these values in our model. We applied our model from the data sets we separated as test and train to the train.

Experimental Results

ANN Model Results

We have achieved quite good results with the ANN model we created. The ANN structure makes predictions about the future by learning the historical data and shows how suitable it is for the time series prediction. Our graph comparing close values according to the ANN model we obtained is as in Figure 5.

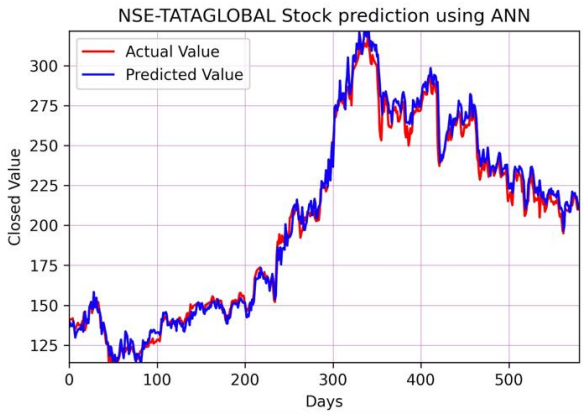


Figure 5. TATAGLOBAL ANN Model Results

The accuracy rate of the ANN model we created has a high success as seen in the graphics. We evaluated our accuracy rate and the Root Mean Square Error (RMSE) and Average Absolute Error (MAE) metrics outside the charts. We calculated the RMSE value of the ANN model as 0.22 and the MAE value as 0.16.

K-NN Model Results

The KNN algorithm is of great importance in machine learning algorithms. It has a very high success in classification problems. With the k-NN algorithm we created, we achieved a lower estimation rate compared to the ANN model. Although it was lower than the ANN model, we

obtained values close to real values. RMSE value of the K-NN model as 3.10 and the MAE value as 2.88.

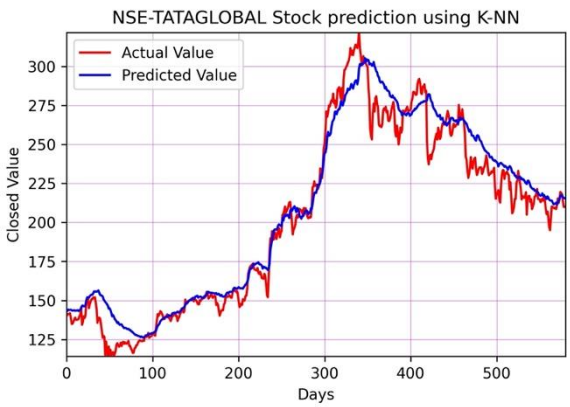


Figure 6. TATAGLOBAL K-NN Algorithm Results

Auto ARIMA Model Results

Auto ARIMA Model has shown a high success rate in time series in previous studies. We reached the high accuracy rate with the values of p, d, q parameters calculated with AIC method with the ARIMA model we created. We made a comparison of the estimation values we created with the original data. We drew two different graphs (Figure 6 and Figure 7) to see how well our prediction matches the test data set with which we have real data.

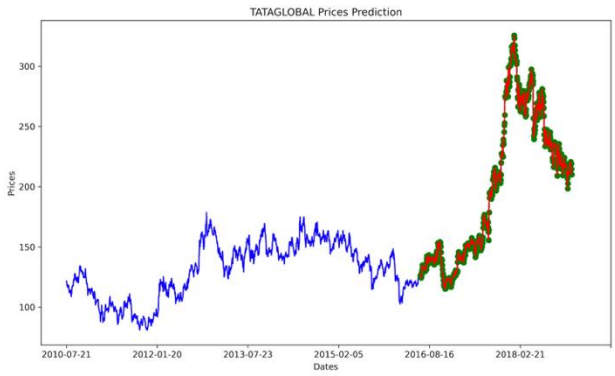


Figure 7. TATAGLOBAL ARIMA Model Result

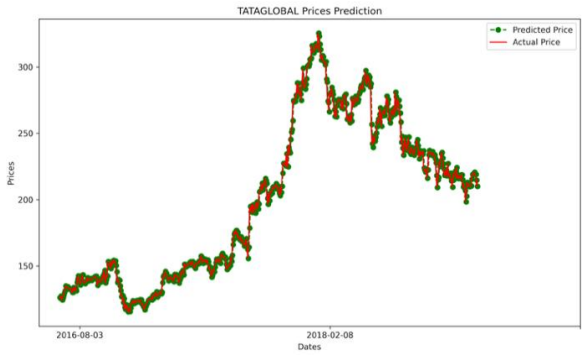


Figure 8. TATAGLOBAL ARIMA Model Result 2

We calculated the RMSE value of the ARIMA model as 0.096 and the MAE value as 0.51.

Conclusion

Stock market forecast is open to many ML algorithms. At the same time, there are models with high success that can be applied due to their time series data. In this study, we applied three important machine learning algorithms to our data set. Our results are very promising. We can say that ANN and ARIMA models are more successful in this regard. We hope that our work will shed light on investors. The evaluation of our study with other ML algorithms by comparing the results can be suggested as another research subject.

References

[1] K. H. Sadia, A. Sharma, A. Paul, S. Padhi, and S. Sanyal, "Stock market prediction using machine learning algorithms," Int. J. Recent Technol. Eng., vol. 8, no. 4, pp. 280–283, 2019.

[2] S. Fatima and G. Hussain, "Statistical models of KSE100 index using hybrid financial systems," Neurocomputing, vol. 71, no. 13–15, pp. 2742–2746, 2008, doi: 10.1016/j.neucom.2007.11.044.

[3] D. Aurangzeb, "Factors Affecting Performance of Stock Market : Evidence from South Asian Countries," Int. J. Acad. Res. Bus. Soc. Sci., vol. 2, no. 9, pp. 1–15, 2012.

[4] M. B. Patel and S. R. Yalamalle, "Stock Price Prediction Using Artificial," vol. 3, no. 6, pp. 13755–13762, 2014.

[5] Y. Bing, J. K. Hao, and S. C. Zhang, "Stock Market Prediction Using Artificial Neural Networks," Adv. Eng. Forum, vol. 6–7, pp. 1055–1060, 2012, doi: 10.4028/www.scientific.net/aef.6-7.1055.

[6] K. Alkhatib, H. Najadat, I. Hmeidi, and M. K. A. Shatnawi, "Stock Price Prediction Using K-Nearest Neighbor Algorithm," Int. J. Business, Humanit. Technol., vol. 3, no. 3, pp. 32–44, 2013.

[7] J. Tanuwijaya and S. Hansun, "LQ45 stock index prediction using k-nearest neighbors regression," Int. J. Recent Technol. Eng., vol. 8, no. 3, pp. 2388–2391, 2019, doi: 10.35940/ijrte.C4663.098319.

[8] D. Sonawane, "Prediction Using Back Propagation and k- Nearest Neighbor (k-NN) Algorithm," Int. J. Innov. Reserach Comput. Commun. Eng., vol. 3, no. 4, pp. 3209–3213, 2015.

[9] S. AL Wadi, M. Almasarweh, and A. A. Alsaraireh, "Predicting Closed Price Time Series Data Using ARIMA Model," Mod. Appl. Sci., vol. 12, no. 11, p. 181, 2018, doi: 10.5539/mas.v12n11p181.

[10] M. Almasarweh and S. AL Wadi, "ARIMA Model in Predicting Banking Stock Market Data," Mod. Appl. Sci., vol. 12, no. 11, p. 309, 2018, doi: 10.5539/mas.v12n11p309.

Comparison and Performance Analysis of Classification Algorithms Used in Machine Learning

Cihan KEMENT *[1,2] , Kazım YILDIZ[3]

[1] *Altınbaş University, Vocational School, Computer Programming Department, Istanbul,TURKEY*
[2]*Marmara University, Institute of Pure and Applied Sciences, Computer Engineering Master's Degree Program, Istanbul, TURKEY*
[3]*Marmara University, Tecnology Faculty , Computer Engineering Department, Istanbul, TURKEY*

Abstract

It is the determination of the classification algorithm that works with the highest accuracy and time values though a result of examining data by considering time and accuracy criteria of the classification algorithms used in machine learning. It is a system design that helps users to choose algorithms based on comparative analysis of classification algorithms from classical machine learning methods.
In our study, the classification performances of Classical Machine Learning (CML) algorithms were analyzed on Chronic Kidney Disease data set. In our study, five measurement methods were used, such as Accuracy - Error Rate, F-Measure, Recall, Kappa Statistic and Precision to measure the success of the Training Set and Cross Validation models on the UCI Chronic Kidney Disease dataset. At the same time, blog writers mood biomedical data were used to compare the performance of two classification methods. These methods were used as Use Training Set and Cross-validation method k = 10. As a result of the studies, the accuracy of the Random Forest (RF) classification algorithm for our data set among the Machine Learning methods has shown higher performance than the other four methods. With the study carried out, five machine learning methods were evaluated using two datasets and five measurement methods were compared on the chronic kidney patient dataset, and information about which classification method and measurement metric selection was obtained.
Keywords: Machine Learning, Classification Algorithms, Data Set Analysis, Biomedical Data

Makine Öğrenmesinde Kullanılan Sınıflandırma Algoritmalarının Karşılaştırılması ve Performans Analizi

Özet

Makine öğrenmesinde kullanılan sınıflandırma algoritmalarının zaman ve doğruluk kıstasları gözönüne alınarak verilerin incelenmesi sonucu en yüksek doğruluk ve zaman değerleriyle çalışan sınıflandırma algoritmasnın belirlenmesidir. Kullanıcılara klasik makine öğrenme yöntemlerinden sınıflandırma algoritmalarının karşılaştırılmalı analizine bağlı olarak algoritma seçimi konusunda yardımcı olmaktır.
Çalışmamızda, Kronik Böbrek Hastalıkları veri seti kullanılarak Klasik Makine Öğrenmesi (KMÖ) algoritmalarının sınıflandırma performansları incelendi. Çalışmamızda UCI Kronik Böbrek Hastalıkları veriseti üzerinde Eğitim Seti Kullanımı ve Çapraz Doğrulama modellerinin başarısının ölçülmesinde Doğruluk – Hata Oranı , Duyarlılık , F-Ölçütü , Kesinlik ve Kappa İstatiği ölçüm metrikleri kullanılmıştır. Aynı zamaanda Blog Yazarları Ruh Hali biyomedikal verileri kullanılarak iki sınıflandırma metodunun performans karşılaştırması yapılmıştır. Bu metotlar Eğitim Seti Kullan (Use Training Set) ve Çapraz doğrulama yönteminde (Cross-validation) k değeri on olarak belirlenmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda Makine Öğrenmesi yöntemleri içinde veri setimiz için Random Forest (RF) sınıflandırma algoritmasının doğruluğu diğer dört metoda göre daha iyi performans göstermiştir. Gerçekleştirilen çalışmayla beş makine öğrenmesi yöntemini iki veriseti kullanılarak değerlendirilmiş ve kronik böbrek hasta veriseti üzerinde de beş ölçüm metodunun yardımıyla hangi sınıflandırma yöntemi ve ölçüm metriğin seçimi hakkında bilgi edinilecektir.

Anahtar Kelimeler: Makine Öğrenmesi, Sınıflandırma Algoritmaları, Veri Seti Analizi, Biyomedikal Veri

* cihan.kement@altinbas.edu.tr

1. Introduction

Machine Learning is the development of automated techniques to learn how to make accurate predictions based on previous observations [1]. According to another researcher, it is the development of systems that automatically develop and perform the learning process as a result of experiences [2].

With the proliferation of researches on machine learning, research areas such as artificial neural networks, statistics, computational learning theory and pattern recognition have been established and interdisciplinary subjects have been studied. Along with traditional problems, it has started to be applied in new fields such as information search, information discovery, language processing and robot control in databases [3].

Algorithms of machine learning are used in the discovery and analysis of properties and data [4]. The data in the dataset is divided into two as labeled and unlabeled. Labeled data is used to train an algorithm, and unlabeled data is used to test the trained algorithm. For this reason, the data in the dataset is also called training and test dataset. Systems created with Machine Learning generally use two types of learning models. These two models are called supervised and unsupervised learning models [5]. There are systems in which both models (semisupervised learning) are used.

Supervised Machine Learning is to provide learning by training the system using labeled data. While the system is being trained, the inputs and outputs of each data in the data set are given. In Text Classification applications, the input represents the content of the text and the output represents the category. The test dataset is used to check the system's accuracy. In the validation of the system, the learning algorithm category determines that any test data that is unknown is belonging to any of the outputs in the training data [6]. Supervised learning model process takes place as given in Figure 1 [7].

The problem in supervised learning is classification and it is used for the purpose of estimation and recognition of trained system test data [4]. Random Forest, Simple Bayesian, Support Vector Machine, Multinom Simple Bayesian, Artificial Neural Networks, Logistic Regression, k-Nearest Neighbor and Decision Trees algorithm are common methods used when using a supervised learning model [8].

The methods used for classification can vary depending on the difference arising from the problem or expected result. Therefore, after classification, the results may need to be produced as multi-label or single-label. In the single_label

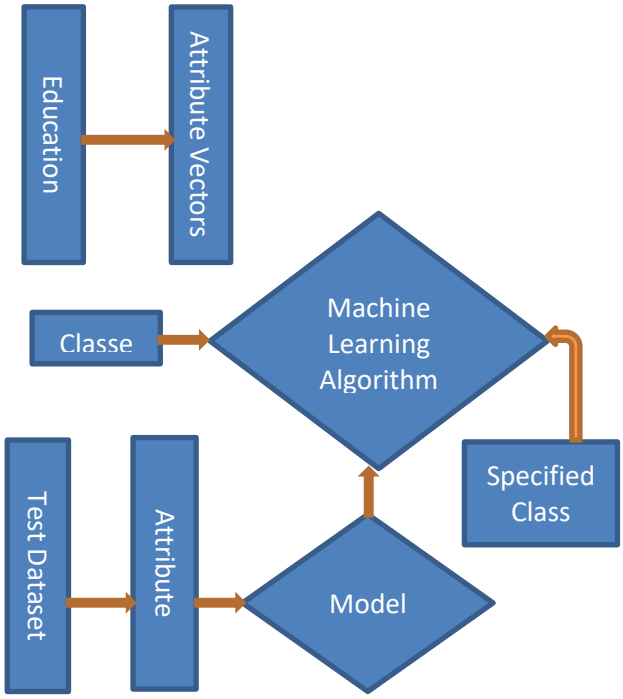


Figure 2: Supervised Machine Learning Model Process

classification test sample, only one label from the current set of labels can be defined, while in the multi-label classification many labels can be defined. In binary classification, which is a exclusive case of single-label classification, classification is made by assigning a single label between the two existing categories [9].

In the UML (Unsupervised Machine Learning) model, the system is learned by using unlabeled data while training the system. In unsupervised learning, the purpose is not recognition or classification, since the results in the data set are applied to the input, since the output results are unknown. Often, finding relationships between attributes, such as clustering, probability density estimation, and size reduction, etc. are used for purposes. In addition, the results found with the unsupervised learning algorithm can be used for supervised learning [4]. Fragmentation and hierarchical clustering algorithms are the algorithms used when creating an unsupervised learning model [10].

2. Configuration

2.1. WEKA

WEKA is one of softwares used in machine learning studies. It is developed on the JAVA language as open source and is distributed under the GPL license. Consists of initials of the words Waikato Environment for Knowledge Analysis.

WEKA data reads the data from the .csv or .arff file and assumes that the scholastic variables on the data are numerical or nominal values. It can also pull data through the database, but the data is expected to be in the form of a file data [11].

There are many libraries you need regarding machine learning and statistics in the WEKA software. Classification, data preprocessing, clustering, priming (regression), feature selection or feature extraction are some of these. In addition, there are visualization tools that allow visualization of the results of these processes [12].

2.2 Data Set Information

In this study, UCI Chronic Kidney Disease and Blog Authors Mood Data Set was used.

3. Comparison and Performance Analysis of Classification Algorithms Used in Machine Learning

In the study, the data of Chronic Kidney Disease dataset was trained with 10 pieces of Cross Validation method and then tested. In cross validation method, the dataset is first divided by the number of subset specified. The number of subsets was chosen 10 in this study. The system is then trained so that each piece is a test set 1 time and then tested with the test set. The success of the system is measured by taking the average of the test results. The data sets used in Table 5 are examples and feature numbers. In this dataset, ckd = Chronic Kidney Disease, notckd = refers to Persons without Chronic Kidney Disease,

J48 Decision Tree, Random Forest (RF), IBk (k-nearest neigbour), Sequential Minimal Optimization (SMO) and Naive Bayes (NB) is used in the study.

3.1 Machine Learning Methods

NB is a classification method of probabilistic which is based on theorem of Bayes and its application is simple. It is an approach that calculates the probability of whether a newly added data to the data set belongs to the existing classification groups by using the classified data. In this method, qualifications are regarded as independent from each other [13].

Rather than getting results using the Breiman decision tree, **RF** recommends combining the decisions that result from educating each of the multiple and multivariate trees with different training clusters. It is an algorithm that classifies new data by using more than one classifier and using the results of the estimates made by them. It is taken better in large datasets and there are error stabilization methods in the unbalanced dataset class. The accuracy of the missing data is mostly ensured and is effective in estimating the lost data [14].

SMO quickly solves the problem of second order programming (Quatratic Programming, QP) of support vector machine (SVM) without using all numerical second degree programming (QP) optimization steps and any extra matrix storage [15]. With this method, all lost values are replaced with new ones and convert nominal attributes to binary ones. It also normalizes all attributes with default values.

IBk , one of the simplest methods of pattern recognition and pattern recognition based on the nearest training examples in the attribute space. This algorithm classifies according to the class of the closest neighbor as much as the given k-value. Classification of a vector in the IBk algorithm is done by using known vectors.

J48 is a algorithm of decision tree that originated from C4.5 decision tree algorithm. Decision trees are a classic way of obtaining information from machine learning methods and are a powerful and fast way to express data structures. In this method, the data classifies it as recursive. It can create extreme rules that define only certain behavioral characteristics of the data, while providing maximum accuracy of educational data [16].

3.2 Performance Metrics

3.2.1 Accuracy-Error Rate

It is a simple method that is used most frequently in measuring model success. It is the percentage of samples correctly classified and is shown in Equation 1.

$$\textbf{Accuracy} = \frac{(TN + TP)}{(FN + TN + TP + FP)} \qquad (1)$$

The error rate is found by dividing the number of incorrectly classified samples by the sum of samples [17]. Error Rate is shown in Equation 2.

$$\textbf{Error rate} = \frac{(FP + FN)}{(TP + FP + FN + TN)} \quad (2)$$

3.2.2 *Precision*

It shows how many of the values we estimate positively are actually positive [17]. Precision is shown in Equation 3.

$$\textbf{Precision} = \frac{TP}{(TP + FP)} \quad (3)$$

3.2.3 Recall

Recall is a metric that shows how much of the actions we have to positively estimate from the examples [17]. Recall is shown in Equation 4.

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

3.2.4 F-Score

Precision and recall values alone are not enough to draw conclusions. F-score is a measure of the accuracy of a test. To evaluate the two criteria together, f-score (F) has been defined in order to increase the accuracy of the metrics . Harmonic mean which is used recall (R) and precision (P) is used to measure it [17].F-Score is shown in Equation 5.

$$\textbf{F} = \frac{2DK}{(D + K)} \quad (5)$$

3.2.5 Kappa Statistics

Inter-observer variation can be measured in any situation where the same information is evaluated by more than one independent observer [9].

Kappa value changes from -1 to +1. When full compliance is available, K = 1. Negative Kappa(K <0) values are not important in terms of reliability. Kappa value can be interpreted between 0 and +1,. Results above 0.4 are acceptable [18]. The Kappa value is calculated as in Equation 6 [17].

$$\mathrm{K} = \frac{(\mathrm{Po} - \mathrm{Pc})}{(1 - \mathrm{Pc})} \quad (6)$$

4 Results

The sample and feature numbers of Chronic Kidney Disease and Blog Author's Mood data sets are given in TABLE 1.

TABLE 1: Example and Feature Numbers of Data Sets

Data Set / Criterion	Chronic_Kidney_Disease Data Set		Blog Writers' Mood Data Set
Number of Samples	400		157
Number of Features	25		4
Percentage of Training Set	62%	250	62%
Percentage of Test Data Set	38%	150	38%

With the biomedical data obtained from the UCI dataset, five machine learning algorithms on WEKA program were run with the 10-fold Cross - Validation and Use Training Set . The results of study is shown in *Table 2*. By looking at these results, RF (Random Forest) algorithm gave better results compared to other algorithms.

TABLE 2: Detailed Accuracy by Class on Chronic Kidney Disease DataSet According to Five Machine Learning Classification Methods

Data Set: Chronic Kidney Disease / Number of Samples: 400 / Number of Attributes :25 ckd: %62 notckd:%38											
Classification Method	**Test Options**	-	**TP Rate**	**FP Rate**	**Precision**	**Recall**	**F-Measure**	**MCC**	**ROC Area**	**PRC Area**	**Class**
NaiveBayes (NB)	**Use Training Set**		0,92	0	1	0,916	0,956	0,9	1	1	ckd
			1	0,08	0,877	1	0,935	0,9	1	1	notckd
		Weighted Avg.	0,95	0,03	0,954	0,948	0,948	0,9	1	1	
	10-fold Cross - Validation		0,92	0	1	0,92	0,958	0,9	1	1	ckd
			1	0,08	0,882	1	0,938	0,9	1	1	notckd
		Weighted Avg.	0,95	0,03	0,956	0,95	0,951	0,9	1	1	
Random Forest (RF)	**Use Training Set**		1	0	1	1	1	1	1	1	ckd
			1	0	1	1	1	1	1	1	notckd
		Weighted Avg.	1	0	1	1	1	1	1	1	
	10-fold Cross - Validation		1	0	1	1	1	1	1	1	ckd
			1	0	1	1	1	1	1	1	notckd
		Weighted Avg.	1	0	1	1	1	1	1	1	
SMO	**Use Training Set**		0,98	0	1	0,98	0,99	0,97	0,99	0,99	ckd
			1	0,02	0,968	1	0,984	0,97	0,99	0,97	notckd
		Weighted Avg.	0,99	0,01	0,988	0,988	0,988	0,97	0,99	0,98	
	10-fold Cross - Validation		0,96	0	1	0,964	0,982	0,95	0,98	0,99	ckd
			1	0,04	0,943	1	0,971	0,95	0,98	0,94	notckd
		Weighted Avg.	0,98	0,01	0,979	0,978	0,978	0,95	0,98	0,97	
Ibk	**Use Training Set**		0,96	0	1	0,96	0,98	0,95	0,98	0,99	ckd
			1	0,04	0,938	1	0,968	0,95	0,98	0,94	notckd
		Weighted Avg.	0,98	0,02	0,977	0,975	0,975	0,95	0,98	0,97	
	10-fold Cross - Validation		0,93	0	1	0,932	0,965	0,92	0,97	0,98	ckd
			1	0,07	0,898	1	0,946	0,92	0,97	0,9	notckd
		Weighted Avg.	0,96	0,03	0,962	0,958	0,958	0,92	0,97	0,95	
J48	**Use Training Set**		1	0,01	0,992	1	0,996	0,99	1	1	ckd
			0,99	0	1	0,987	0,993	0,99	1	1	notckd
		Weighted Avg.	1	0,01	0,995	0,995	0,995	0,99	1	1	
	10-fold Cross - Validation		1	0,02	0,988	0,996	0,992	0,98	1	1	ckd
			0,98	0	0,993	0,98	0,987	0,98	1	1	notckd
		Weighted Avg.	0,99	0,01	0,99	0,99	0,99	0,98	1	1	

* **ckd** = Chronic Kidney Disease, * **notckd** = People without Chronic Kidney Disease

Information on how accurately people are diagnosed with chronic kidney disease using the confusion matrix is shown in Table 3. Use Training Set and 10-fold Cross - Validation are used to create the confusion matrix

TABLE 3: Confusion Matrix Information on Chronic Kidney Disease Data Set According to Five Machine Learning Classification Methods

Relation: Chronic_Kidney_Disease / Instances: 400 / Attributes: 25 ckd: %62 notckd:%38				
Sınıflandırma Yöntemi	**Test Seçenekleri**	**Sınıf Türü**	**CKD**	**NOTCKD**
Naive Bayes (NB)	**Use Training Set**	**CKD**	229	21
		NOTCKD	0	150
	10-fold Cross - Validation	**CKD**	230	20
		NOTCKD	0	150
RandomForest (Bagging with 100 iterations and base learner)	**Use Training Set**	**CKD**	250	0
		NOTCKD	0	150
	10-fold Cross - Validation	**CKD**	250	0
		NOTCKD	0	150
SMO	**Use Training Set**	**CKD**	245	5
		NOTCKD	0	150
	10-fold Cross - Validation	**CKD**	241	9
		NOTCKD	0	150
Ibk	**Use Training Set**	**CKD**	240	10
		NOTCKD	0	150
	10-fold Cross - Validation	**CKD**	233	17
		NOTCKD	0	150
J48	**Use Training Set**	**CKD**	250	0
		NOTCKD	2	148
	10-fold Cross - Validation	**CKD**	249	1
		NOTCKD	3	147

Five machine learning classification methods are used in the Chronic Kidney Disease database. Table 4 shows the working time spent on modeling and testing on the yield of these methods.

TABLE 4: Creating a Data Model on the Chronic Kidney Disease Data Set According to Five Machine Learning Classification Methods and Application Time on the Data Set.

Relation: Chronic_Kidney_Disease / Instances: 400 / Attributes: 25 / ckd: %62 notckd:%38			
Classification Method	**Test Options**	**Time taken to build model:**	**Time taken to test model on training data: (Evaluation on training set)**
Naive Bayes (NB)	**Use Training Set**	0,01 sn	0,07 sn
	10-fold Cross - Validation	0,01 sn	
Random Forest (RF)	**Use Training Set**	0,04sn	0,01 sn
	10-fold Cross - Validation	0,01sn	
SMO	**Use Training Set**	0,08sn	0,03sn
	10-fold Cross - Validation	0,03sn	
Ibk	**Use Training Set**	0sn	0,15sn
	10-fold Cross - Validation	0sn	
J48	**Use Training Set**	0,19sn	0
	10-fold Cross - Validation	0,02sn	

Table 5 shows the statistical information according to the classification method of five machine learning algorithms on the Chronic Kidney Disease dataset.

TABLE 5: Statistical Information on Chronic Kidney Disease Data Set According to Five Machine Learning Classification Methods

Relation: Chronic_Kidney_Disease / Instances: 400 / Attributes: 25 ckd: %62 notckd:%38								
Classification Method	**Test Options**	**Correctly Classified Instances**		**Kappa statistic**	**Mean absolute error**	**Root mean squared error**	**Relative absolute error**	**Root relative squared error**
Naive Bayes (NB)	**Use Training Set**	379	94.75 %	0.8911	0.0498	0.2108	10,6129%	43,5459%
	10-fold Cross - Validation	380	95%	0,8961	0,0479	0,2046	10,2125%	42,2526%
Random Forest (RF)	**Use Training Set**	400	100%	1	0.0182	0.0371	3,8734%	7,6558%
	10-fold Cross - Validation	400	100%	1	0,0414	0,0844	8,8189%	17,4439%
SMO	**Use Training Set**	395	98,75%	0,9735	0,0125	0,1118	2,6658%	23,0940%
	10-fold Cross - Validation	391	97,75%	0,9526	0,0225	0,15	4,7982%	30,9838%
Ibk	**Use Training Set**	390	97,50%	0,9474	0,0274	0,1577	5,8355%	32,5825%
	10-fold Cross - Validation	383	96%	0,9183	0,045	0,2056	9,6024%	42,4692%
J48	**Use Training Set**	398	99,50%	0,9893	0,0196	0,0632	4,1836%	13,0453%
	10-fold Cross - Validation	396	99%	0,9786	0,0225	0,0807	4,7995%	16,6603%

Table 6 shows the accuracy data on the Chronic Kidney Disease and Blog Authors Mood data set according to the five machine learning classification method.

TABLE 6: Accuracy Data on Chronic Kidney Disease and Blog Authors' Mood Data Set by Five Machine Learning Classification Methods

Classification Method	**Test Options**	**Data set**			
		Chronic_Kidney_Disease (400 Samples)		**Blog Writers Mood Data Set (157 Samples)**	
Naive Bayes (NB)	**Use Training Set**	379	94.75%	149	94.75%
	10-fold Cross - Validation	380	95%	69	44%
Random Forest (RF)	**Use Training Set**	400	100%	157	100%
	10-fold Cross - Validation	400	100%	63	40,1274%
SMO	**Use Training Set**	395	98,75%	157	100,00%
	10-fold Cross - Validation	391	97,75%	89	56,68%
Ibk	**Use Training Set**	390	97,50%	157	100,00%
	10-fold Cross - Validation	383	96%	50	31,847%
J48	**Use Training Set**	398	99,50%	147	93,63%
	10-fold Cross - Validation	396	99%	75	47,77%

5 Discussion

As a result of the study, Machine Learning methods were tested on Biomedical data. In the experiment carried out, the training and test results of the system was measured by using training set and cross verification. For cross validation, k = 10 is taken.

In the study carried out, the RF algorithm performed the classification with a higher accuracy than other machine learning algorithms.

The use training set or 10-fold cross validation did not affect the performance of the RF algorithm compared to other machine learning methods. RF showed the highest success rate in all methods.

In our study, a new method was not advised in addition to the methods in the literature, and the performance of machine learning methods was measured on the dataset. Although a new method is not recommended as a result of the work carried out, it has formed a basis for similar studies to be carried out thereafter and provides data to enable us to make comparisons for the machine learning algorithm used.

The high success of the RF algorithm in the last study performed will be our main point in future studies.

References

[1] Schapire, R.E., The boosting approach to machine learning: An overview, in Nonlinear estimation and classification. 2003, Springer. p. 149-171.

[2] Ayodele, T.O., Introduction to machine learning. 2010: Citeseer.

[3] Dietterich, T.G., Machine-learning research. AI magazine, 1997. 18(4): p. 97-97.

[4] Chao, W.-L., Machine learning tutorial. National Taiwan University, 2011.

[5] Gentleman, R. and V. Carey, Unsupervised machine learning, in Bioconductor case studies. 2008, Springer. p. 137-157.

[6] Kotsiantis, S.B., I. Zaharakis, and P. Pintelas, Supervised machine learning: A review of classification techniques. Emerging artificial intelligence applications in computer engineering, 2007. 160: p. 3-24.

[7] Afrin, F. and I. Nahar, Incremental learning based intelligent job search system. 2015, BRAC University.

[8] Caruana, R. and A. Niculescu-Mizil. An empirical comparison of supervised learning algorithms. in Proceedings of the 23rd international conference on Machine learning. 2006. ACM.

[9] Sebastiani, F., Machine learning in automated text categorization. ACM computing surveys (CSUR), 2002. 34(1): p. 1-47.

[10] Ozgur, A., Supervised and unsupervised machine learning techniques for text document categorization. Unpublished Master's Thesis, İstanbul: Boğaziçi University, 2004.

[11] BİLGİN, M., Gerçek Veri Setlerinde Klasik Makine Öğrenmesi Yöntemlerinin Performans Analizi. Breast. 2(9): p. 683.

[12] ŞEKER, Ş.E., WEKA. 2009.

[13] KARAKOYUN, M. and M. HACIBEYOĞLU, Biyomedikal Veri Kümeleri İle Makine Öğrenmesi Siniflandirma Algoritmalarinin İstatistiksel Olarak Karşilaştirilmasi. Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi, 2014. 16(48): p. 30-42.

[14] Breiman, L. and A. Cutler, Random Forests. Berkeley. 2005.

[15] Platt, J., Sequential minimal optimization: A fast algorithm for training support vector machines. 1998.

[16] Gandhi, M. and S. Srivatsa, Classification algorithms in comparing classifier categories to predict the accuracy of the network intrusion detection–a machine learning approach. Advances in Computational Sciences and Technology, 2010. 3(3): p. 321.

[17] Nizam, H. and S.S. Akın, Sosyal medyada makine öğrenmesi ile duygu analizinde dengeli ve dengesiz veri setlerinin performanslarının karşılaştırılması. XIX. Türkiye'de İnternet Konferansı, 2014.

[18] Landis, J.R. and G.G. Koch, The measurement of observer agreement for categorical data. biometrics, 1977: p. 159-174.

Proje Yönetim Yazılımlarının Karşılaştırmalı Olarak Değerlendirilmesi

Cihan KEMENT *[1,2], Buket DOĞAN[3]

[1] *Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, TÜRKİYE*
[2] *Altınbaş Üniversitesi, Meslek Yüksekokulu, Bilgisayar Programcılığı Programı, İstanbul, TÜRKİYE*
[3] *Marmara Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği, İstanbul, TÜRKİYE*

Özet

Teknolojinin gelişimiyle birlikte projelerin daha karmaşık olması ve daha büyük ekiplere ihtiyaç duyulması nedeniyle projelerin yönetimi daha zor olmaktadır. Proje yönetimi, proje yöneticileri için projenin takibini daha kolay hale getirmek ve proje için çalışanların birbiriyle işbirliği yapmasını , iletişimin sağlanmasını, sorunların takibini, bütçenin yönetimi gibi alanlarda avantajlar sağlamasıyla proje yönetim yazılımlarının kullanılması zorunlu hale gelmektedir. Proje yönetimi yazılımını seçmek için literatürde kullanılan yazılımlar ile financeonline kullanıcı oylaması ve SmartScore kriterlerine göre belirlenen ilk on sıradaki yazılım seçilmiştir. Bu çalışmada konuyla ilgili literatür taraması ve inceleme araştırmalardan yararlanılarak belirlenen 20 kriter aracılığı ile, yazılım proje yönetim araçları karşılaştırıldı. Bu karşılaştırma, özellikle proje yöneticileri ve takım liderlerinin araç seçiminde, araçların güçlü ve zayıf yönlerini göstererek daha doğru kararlar alınmasını sağlayacaktır. Proje Analizi / Raporlama, İş birliği, görev yönetimi, kaynak yönetimi, zaman takibi, tahminleme, risk analizi, değişim yönetimi, doküman yönetimi, süreç gelişim yöntemi, portföy yönetimi, iletişim araçları, erişim kontrolü, kalite yöntemi, web tabanlı sistem, açık kaynak / lisanslı ürün, sorun takibi, ücret bilgisi , deneme sürümü kullanımı ve kısıtlı sürüm bilgisi olmak üzere toplam 20 kriter göz önünde bulundurularak karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Proje yönetimi, Proje yönetim yazılım araçları , PMST*

Comparison of Project Management Software

Abstract

With the development of technology, the management of the projects becomes more difficult because the projects are more complex and larger teams are needed. The use of project management software becomes mandatory for project managers, making it easier for project managers to follow up the project and providing advantages for the project in collaboration with each other, providing communication, tracking problems, and management of the budget. In order to select the project management software, the software used in the literature and the top ten software determined according to the financeonline user rating and SmartScore criteria were selected. In this study, software project management tools were compared by means of the 20 criteria determined by making use of the literature review and research studies on the subject. This comparison will provide more accurate decisions by showing the strengths and weaknesses of the vehicles, especially in the selection of vehicles of project managers and team leaders. Project Analysis / Reporting, Collaboration, Task Management, Resource Management, Time tracking, Forecasting, Risk Analysis, Change Management, Document Management, Process Development Method, Portfolio Management, Communication tools, Access Control, Quality Method, Web Based System, Open Source / Licensed Product, Problem tracking, Fee Information, Trial Version Usage and Restricted Version Information were evaluated by considering a total of 20 criteria.

Keywords: *Project Management, Project Management Software Tools, PMST*

* cihan.kement@altinbas.edu.tr

1 Giriş

Proje yönetimi, proje faaliyetlerinin proje hedeflerine ulaşabilmesi için projenin planlanması, raporlanması ve kontrolünden oluşur. Proje yönetimi, günümüzde projelerin başarıya ulaşması için önemli bir konudur. Proje yönetimi, şirketlerin büyüyen, gelişen ve rekabetin arttığı çalışma ortamlarına uyum sağlamalarını ve rekabetçi ortamda avantaj yakalamalarına desteklemektedir [4].

Başarılı proje yönetimi, sonuçlara daha az maliyet, iş gücü ve zamanda ulaşılmasını sağlar. Günümüzde proje yönetimi alanında uzmanlaşmış kişilerin çalışmasını gerektiren bir alan olmuştur [1].

Günümüzde kullanılan proje yönetim yazılımlarının sayısı, teknolojinin gelişmesi ve daha fazla program dilinin ortaya çıkmasıyla hızlıca artmaktadır. Bu araçların hızlı gelişimi ve çeşitlenmesiyle birlikte proje yöneticileri, proje faaliyetlerini yönetmek, takip etmek ve desteklemek için çeşitli proje yönetim yazılımlarını kullanmaya başlamıştır. Proje yönetim araçları; proje planlama, izleme, projede oluşan sorunların takibi, projede çalışanların iletişimi ve işbirliğinin sağlanması ve projeyi adım adım kontrol etme amaçlarına ulaşmak için kullanılmaktadır. Bu araçların sahip olduğu özellikler yazılımlardan yazılımlara farklılık göstermektedir. Proje yöneticileri, yönettikleri projelerinin ihtiyaçlarına ve karmaşıklığına uygun olarak birçok proje yönetim yazılımı içerisinden kendi projesi için en uygun olanlardan birini tercih edecektir. Karmaşık projelerde projenin başarılı bir şekilde planlanması ve gerçekleştirilmesi için proje yönetim araçları kullanılır [1]. Bu nedenle, proje sahipleri veya yöneticiler için proje yönetimi ihtiyaçları için en uygun aracı veya araçları seçmek önem kazanmaktadır.

Proje yönetim araçlarının kullanımıyla ilgili kararı proje boyutuna göre verilir. 1992 yılında hazırlanan İngiliz standartlarından BS 6046 maddesine göre işletmeler, hangi yönetim yazılım araçlarını kullanmak istediğini aşağıda belirtilen koşullar çerçevesinde karar verilmelidir [2].

- Proje 500'den az etkinlik içeriyor ve etkinlikler arasındaki karşılıklı ilişkiler kısmen daha basit ise, projenin insan gücüyle takip edilmesi önerilmektedir [2].
- Proje 500 ile 3000 arasında etkinlikten oluşuyorsa ve etkinlikler birbirinden farklıysa bilgi teknoloji yazılımları kullanılmalıdır [2].
- Proje 3000 den fazla etkinlik içeriyorsa, proje daha küçük alt projelere bölünmeli ve alt projelerin gerçekleştirilmesinde bilgi teknolojileri kullanılmalıdır [2].

Projelerde bilgi teknolojilerinin kullanımı konusunda karar verilirken etkili olan diğer faktörler aşağıdaki gibidir [4].

1. Sonuçların daha sonra hangi formda kullanılacağına bağlı olarak, planlanan çıktının hedefi,
2. Veri güncellemesinin sıklığı ya da verilerin aynı yöntemlerle ve sürekli işlenmesi ihtiyacı.

Gerçekleştirilen çalışmada öncelikle, yaygın olarak kullanılan proje yönetim araçları belirlendi. Daha sonra bu yazılımlar bir dizi kriter kullanılarak karşılaştırıldı [3]. Elde edilen sonuçların belirlenen kriterlere göre dağılımları tablo halinde sunulmaktadır. Çalışmanın bu alandaki araştırmacılara ve proje yöneticilerine doğru seçim yapmalarını yönünde katkı sağlaması beklenmektedir.

1.1. İlgili Çalışmalar

Bu bölümde proje yönetim yazılımlarının seçimiyle ilgili daha önce literatürde yer alan önemli çalışmalar sunulmaktadır.

Demir ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada, açık kaynaklı ve lisanslı bazı proje yönetim yazılımının özelliklerini karşılaştırılmış ve değerlendirilmiştir. Proje yönetim yazılımlarının karşılaştırması için 17 adet kriter belirlemişlerdir. Bu çalışma; proje yöneticilerine, proje yönetim yazılımlarının güçlü ve zayıf yönlerini değerlendirmesinde yardımcı olmuştur [4].

Esatoğlu tarafından yapılan bu çalışmada; bilişim teknolojileri (BT) proje yönetimi, bilgi alanları, metodolojiler ve projelerin başarılı olma koşulları hakkında bilgi vermektedir. Ayrıca bu çalışmanın son kısmında Ankara'daki yazılım şirketlerinde çalışan proje yöneticilerinin görüşlerine

başvurularak proje yönetimi yaklaşımları ve bilgi teknolojilerinin başarılı olma koşulları üzerine bir araştırma, değerlendirilmesi ve sonuçlarına yer verilmiştir [5].

Ertaş tarafından yapılan yüksek lisans tez çalışmasında ise proje yönetiminin, projelerin başarısında oynadığı rol ve proje yönetim yazılımlarının kullanımın sağladığı katkı ortaya konulmuştur. Bu uygulamaların proje yönetim aktivitelerini ne kadar desteklediği ve hangi konuda bu araçların gelişime ihtiyaç duyulduğu hakkında bilgi vermektedir [6].

2 Proje Yönetim Araçlarının Karşılaştırılması

2.1. Yazılım Araçlarının Seçimi

Karmaşık projelerin yönetimini kolaylaştırmak amacıyla kullanılan birçok proje yönetim aracı bulunmaktadır. Bu çalışmanın amacı, yaygın olarak kullanılan proje yönetimi yazılım araçlarını farklı açılardan karşılaştırarak, mevcut kabiliyetlerinin daha rahat mukayese edilmesini sağlamaktır. Bu karşılaştırma tablosu bu alandaki yönetici ve araştırmacıların daha doğru proje yönetim aracı seçmesine katkı sağlayacak niteliktedir.

Gerçekleştirilen çalışma için kullanılacak proje yönetim yazılım araçlarını seçmek için aşağıdaki kriterler geliştirildi [7].

- Literatürdeki çalışmalar içinde kullanılmış olmak [21].
- Yazılım araçlarını geliştirenler dışında kullanılmış olması [7].
- Forum, blog ve resmi olmayan web sitelerine göre proje yönetim topluluğunda popüler olması.
- Araç hakkında bilgiye ulaşılabilme kolaylığı.

Yukarıda belirtilen seçim kriterlerine uygun proje yönetim yazılımlarının seçilerek karşılaştırılması sağlanmıştır. Bu yazılımın kullanımı için kaynak araştırması ve zaman ayrılması gereklidir. Proje yöneticileri ve proje çalışanları için kullanacakları yazılım hakkında yeterli bilgiye ve dokümana sahip olmak , proje yönetim yazılım aracını seçmeleri için avantaj ve kolaylık sağlamaktadır .

2.2 Karşılaştırma kriterleri:

Gerçekleştirilen çalışmada proje yönetim araçlarının değerlendirilmesi amacıyla, öncelikle temel fonksiyon ve işlevler belirlenmiştir [12] :

1. Görev Yönetimi
2. Kaynak Yönetimi
3. İş birliği
4. Zaman takibi
5. Tahminleme
6. Risk Analizi
7. Değişim Yönetimi
8. Proje Analizi / Raporlama
9. Doküman Yönetimi
10. İletişim araçları
11. Süreç Gelişim Yöntemi
12. Portföy Yönetimi
13. Erişim Kontrolü
14. Kalite Yöntemi
15. Web Tabanlı Sistem
16. Açık Kaynak / Lisanslı Ürün
17. Sorun takibi
18. Ücret Bilgisi
19. Deneme Sürümü Kullanımı
20. Kısıtlı Sürüm

1. **Görev Yönetimi:** Her bir aktivite için planlama yapılması, başlangıç-bitiş zamanının tanımlanması ve görev takibi yapılmasıdır. Bu planlamanın sonucu olarak uygulanabilir bir proje takvimi oluşturulur. Proje yönetim yazılımlarının çoğu görev planlamasını destekleyecek özelliklere sahiptir. Görev yönetimi; proje yöneticilerine proje aktivitelerini, önemli aşamaları izlemesi ve kontrolü altında olmasına yardım eder. Ayrıca, proje takvimi çıkabilecek sorunlar nedeniyle sık sık değişiklikler göstermektedir. Bu nedenle proje yönetim yazılımları, proje programında değişiklik yapılmasında ve proje üyelerini bilgilendirmesinde kolaylık sağlar [4] .
2. **Kaynak Yönetimi:** Bu özellikle proje yöneticileri, proje gereksinimlerini karşılamak için gerekli olan etkinlik ve görevler için uygun kaynakların paylaştırılmasını sağlar. Bu tür kaynaklar içerisinde finansal kaynaklar, envanter, insan kaynakları, üretim kaynakları vb. kaynaklar sayılabilir [22].
3. **İşbirliği:** İşbirliği, ekip içi gelişim faaliyetlerini yönetmek için önemlidir. Bazı aktivitelerin gerçekleştirilmesi için dikkatli ve ortak çalışma gerektiren çalışmaları ortaya çıkarır. Başarılı işbirliği potansiyel entegrasyon sorunlarını tespit etme şansını verir. Ayrıca , fikir ayrılıklarını önlemek için proaktif önlemler almaya , en başarılı işbirliği uygulamaları ve bilginin paylaşılmasına

yardımcı olur [8]. İşbirliği, entegre posta, web sayfaları (github) veya wiki sayfalarıyla gerçekleştirilebilir.

4. **Zaman takibi:** Proje aktivitelerine harcanan zamanın kaydedilmesini , analiz edilmesini, tahmin edilmesini ve rapor edilmesini sağlar. Zaman takibinin yardımıyla, işverenlerin zaman çizelgeleri ve harcamaları yönetilir. Önemli bir maliyet kalemi olan personel maaşları hesaplanabilir. Ek olarak, zaman takibi proje görevlerinin detaylı bir şekilde dağılmasını sağlar [23].
5. **Tahminleme:** Proje için gerekli olan iş gücünü, maliyet ve iş programı hesaplamalarının yapılmasını sağlar. Proje yöneticileri, proje için gerekli olan emek tahminlerini hesaplar, yönetir ve doğrulanmasını sağlar [4].
6. **Risk analizi:** Başarılı risk analizi, uzun vadeli harcamaları azaltır ve olası proje başarısızlıklarını önceden öngörülmesini sağlar [9]. Risk değerlendirmesi, proje yürütülmesi boyunca proje yöneticisine oluşabilecek risklerin saptamasına, risklere karşı alınacak önlemleri belirlemesini ve iş programlanmasını sağlar [4].
7. **Değişim Yönetimi:** Proje planlarının, kaynaklarının, ürünlerinin ve proje geliştirme süreci boyunca oluşacak maliyetin kontrol edilmesidir. Değişim yönetimi aracılığıyla ihtiyaçların ve yukarıdaki konuların üzerindeki değişikliklerin etkileri kolayca gözlenir ve yönetilir [11].
8. **Proje Analizi / Raporlama:** Gantt, PERT, CERT veya diğer özel metotlar aracılığıyla ürün, süreç, kişi veya organizasyonla ilgili proje geliştirme etkinliğinin ve verimliliğinin analizidir [17].
9. **Doküman Yönetimi:** Yöneticilere veya gerekli proje üyelerine dokümanların sürümlerini özelleştirmesini, paylaşılmasını, dağıtılmasını, kurtarma dosyalarının oluşturulmasını, kimlik doğrulamalarını , güvenliğinin sağlanmasını ve yönetilmesini sağlar [18].
10. **İletişim Araçları:** Yayınlanan belgeler ve projenin durumu hakkında proje yöneticisini ve proje üyelerini bilgilendirmek için kullanılır. İletişim olarak e-posta bildirimlerini ve diğer iletişim araçları kullanılır. Bu araçlar ortak aktivitelerin yapılmasının temellerini oluşturur [10].
11. **Süreç gelişim yönetimi:** Süreç gelişim yönetimiyle görevlerin standart zamanlaması sağlanabilir. Proje yöneticisi, bu yöntemleri kullanarak ürün gelişim sürecinde çeşitli görevleri ve etkinlikleri yönetebilir [19].
12. **Portföy yönetimi:** İşletmenin geleceği ve gelişimi için faydalı ürünleri üretmek için doğru projeleri seçmek için kullanılır [11]. Aynı zamanda birden fazla ilgili projenin yönetilmesini ve bu projeler arasında kaynakların dağıtılmasını sağlar [4].
13. **Erişim kontrolü:** Yetkilendirilmiş kullanıcıların proje yönetim yazılım aracına erişimini ve yetkisiz kullanıcıların erişiminin kısıtlanmasını sağlar [20].
14. **Kalite yönetimi:** Ürünün kalite politikasının tanımlanması ve planlanması , ürün kalite seviyesinin korunması, ürün kalitesinin kontrolü ve ürün kalitesinin iyileştirilmesi gibi istenilen kalite seviyesinin sağlanmasına ilişkin tüm faaliyetlerin, görevlerin, belgelerin vb. yönetilmesini sağlar [21].
15. **Web Tabanlı Sistem:** Bazı proje yönetim yazılımlarına İnternet veya Lan bağlantısı gibi bir networkle erişilebilmesidir [22].
16. **Açık Kaynak / Lisanslı Ürün :** Yazılım aracının geliştiren şirketten lisans alarak veya açık kaynak kodlu olarak kullanılma bilgisidir [12].
17. **Sorun takibi:** Projeyle ilgili sorunların listesini oluşturma, çözümünü araştırma ve sorunların yönetilmesidir [22].
18. **Ücret Bilgisi:** Kullanılan yazılımın belirli bir ücretinin olup olmadığı hakkında bilgidir [12].
19. **Deneme Sürümü Kullanımı :** Yazılımın özelliklerini tanımak ve program arayüzünün kullanımın zorluğunu ve proje için kullanılabilirliğini görmemiz için yazılımın bütün özelliklerini belli bir süre için kullanılmasıdır [13].
20. **Kısıtlı Sürüm Bilgisi:** Ücretsiz olarak yazılımın özelliklerini sınırlı bir şekilde kullanılmasıdır.

3 Analiz

Gerçekleştirilen çalışma için 20 kriter aracılığıyla her bir proje yönetim yazılım aracı için kriterlerde belirtilen özellikleri veya işlevselliği destekleyip desteklemediğini araştırıldı [12].

Literatürdeki çalışmalar [2, 3, 4] , kullanıcı değerlendirmeleri ve SmartScore standartlarına bağlı olarak on adet proje yazılım aracı değerlendirilmek üzere seçildi. Kullanıcı ve SmartScore değerlendirmesini Tablo 1'de gösterilmiştir [12].

Tablo 1: Financeonline.com kullanıcı ve SmartScore standartlarına göre değerlendirme tablosu

Proje Yönetim Yazılımları	**Smart Score**	**Kullanıcı Menuniyet Yüzdesi /Kişi**
Monday.com	9,8	99/23
Wrike	9,7	99/41
Smartsheet	9,4	99/18
Trello	9,4	97/22
Jira SoftWare	9,3	97/31
Asana	9,2	96/15
ProjectManager	9,2	100/21
Clarizen	9,1	100/16
Mavenlink	9,1	99/11
TaskWorld	9,1	100/14

Proje yönetim yazılımlarının masaüstü , mobil ve web tabanlı olmak üzere desteklediği yazılım platformları Tablo 2'de gösterilmektedir [13]. Monday.com, project manager, mavelink ve clarizen yazılımlarının Linux işletim sistemi desteği yoktur. Trello, asana, prject manager ve taskworld yazılımlarının Windows mobile işletim desteği vardır.

Tablo 2: Proje Yönetim Yazılımlarının Desteklediği Platformlarının Listesi

Proje Yönetim Yazılımları / **Desteklenen Cihazlar**	Monday .com	Wrike	Smart sheet	Trello	Jira SoftWare	Asana	Project Manager	Clarizen	Mavenlink	TaskWorld
Windows	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Linux	-	+	+	+	+	+	-	-	-	+
Android	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
İphone/İpad	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Mac	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Web Tabanlı	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Windows Mobil	-	-	-	+	-	+	+	-	-	+

+ : Destek sağlar , **- :** Destek sağlamaz

Proje yönetim yazılımlarının ücretsiz deneme sürümü , bedava, aylık ödeme, tek seferlik ödeme, yıllık ödemeli ve alıntı tabanlı fiyatlandırma modellerine göre değerlendirmesi Tablo 3'te gösterilmektedir [14]. Bütün yazılımlar ücretsiz denem sürümüne sahiptir. Jira yazılımı tek seferlik ödeme seçeneğine sahip tek yazılımdır.

Tablo 3: Proje Yönetim Yazılımlarının Fiyatlandırma Modellerine Göre Değerlendirme Tablosu()

Proje Yönetim Yazılımları / **Fiyatlandırma Modelleri**	Monday .com	Wrike	Smart sheet	Trello	Jira SoftWare	Asana	Project Manager	Clarizen	Mavenlink	TaskWorld
Ücretsize Deneme Sürümü	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Bedava	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-
Aylık Ödeme	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Tek Seferlik Ödeme	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
Yıllık Ödemeli	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+
Alıntı Tabanlı	-	+	+	-	-	-	-	+	+	+

Proje yönetim yazılımlarının serbest çalışanlar ve küçük, orta ve büyük ölçekte şirketlere yönelik hitap ettiği müşteri türlerine göre değerlendirilmesi Tablo 4'te gösterilmektedir [15].

Tablo 4: Proje Yönetim Yazılımlarının Müşteri Türlerine Göre Değerlendirilmesi

Proje Yönetim Yazılımları / **Müşteri Türleri**	Monday .com	Wrike	Smart sheet	Trello	Jira SoftWare	Asana	Project Manager	Clarizen	Mavenlink	TaskWorld
Küçük Ölçekte İşletmeler	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Orta Ölçekte İşletmeler	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Büyük Ölçekte İşletmeler	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Serbest Çalışanlar	-	-	+	+	-	+	-	+	-	+

+ : Destek sağlar , **- :** Destek sağlamaz

Proje yönetim yazılımlarının bulut tabanlı, yerinde ve açık API olmak üzere dağıtım türlerine göre değerlendirilmesi Tablo 5'te gösterilmektedir. Bütün yazılımlar bulut tabanlı olarak çalışmaktadır. Jira ve Taskworld yazılımları yerinde çalışmayı desteklemektedir.

Tablo 5: Proje Yönetim Yazılımlarının Ürün Dağıtım Türlerine Göre Değerlendirilmesi

Proje Yönetim Yazılımları / **Ürün Dağıtım Türleri**	Monday .com	Wrike	Smart sheet	Trello	Jira SoftWare	Asana	Project Manager	Clarizen	Mavenlink	TaskWorld
Bulut Tabanlı	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Yerinde	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+
Açık API	+	+	+	+	-	-	-	+	+	-

+ : Destek sağlar , **- :** Destek sağlamaz

Proje yönetim yazılımlarının entegre olduğu yazılım sayısı , verdiği dil desteği sayısı ve Türkçe dil desteği olup olmadığına göre değerlendirmesi Tablo 6'da gösterilir. En çok yazılıma entegre proje yönetim yazılımı Smartsheet'dir . Açık kaynaklı en çok dil desteğine veren yazılım ise Wrike yazılımıdır. Wrike ve Smartsheet yazılımının Türkçe dil desteği vardır.

Tablo 6: Proje Yönetim Yazılımlarının Entegre Olduğu Yazılım Sayısı , Dil Desteği Sayısı Ve Türkçe Dil Desteği Değerlendirme Tablosu

Proje Yönetim Yazılımları	**Entegre Olduğu Yazılım Sayısı**	**Dil Desteği Sayısı**	**Türkçe Dil Desteği**
Monday.com	12	5	-
Wrike	26	13	+
Smartsheet	57	5	+
Trello	12	10	-
Jira SoftWare	21	12	-
Asana	36	6	-
ProjectManager	49	1	-
Clarizen	20	1	-
Mavenlink	12	1	-
TaskWorld	5	10	-

Yazılımların e-posta , telefon , canlı destek , eğitim ve ticket gibi müşterilerine verdiği destek türlerinin değerlendirmesi Tablo 7'de gösterilmektedir. Trello ve Asana yazılımları müşterilerine bütün destek hizmetlerini sunmamaktadır.

Tablo 7: Proje Yönetim Yazılımlarının Müşteri Destek Türlerine Göre Değerlendirmesi

Proje Yönetim Yazılımları	**Müşteri Destek Türleri**				
	E-Posta	**Telefon**	**Canlı Destek**	**Eğitim**	**Ticket**
Monday.com	+	+	+	+	+
Wrike	+	+	+	+	+
Smartsheet	+	+	+	+	+
Trello	+	+	-	+	+
Jira SoftWare	+	+	+	+	+
Asana	+	-	-	+	+
Project Manager	+	+	+	+	+
Clarizen	+	+	+	+	+
Mavenlink	+	+	+	+	+
TaskWorld	+	+	+	+	+

+ : Destek sağlar , **- :** Destek sağlamaz

Proje yönetim yazılımlarının görev yönetimi, kaynak yönetimi , iş birliği , zaman takibi , tahminleme , risk analizi , değişim yönetimi , proje analizi /raporlama , doküman yönetimi , İletişim araçları , süreç gelişim yönetimi , portföy yönetimi , erişim kontrolü , kalite yönetimi , web tabanlı sistem , açık kaynaklı / lisanslı ürün , sorun takibi , ücret bilgisi , deneme sürümü kullanımı ve kısıtlı sürüm gibi 20 Kritere göre değerlendirilmesi Tablo 8'de gösterilmektedir. Kaynak yönetimi , proje analizi / raporlama , doküman yönetimi , erişim kontrolü , açık kaynaklı / lisanslı ürün ve sorun takibi kriterleri proje yönetim aracının seçiminde önemli kriterler olarak ortaya çıkar.

Tablo 8: Proje Yönetim Yazılımlarının Belirlenen 20 Kritere Göre Değerlendirilmesi

Proje Yönetim Yazılımları / **Kriterler**	Monday .com	Wrike	Smart sheet	Trello	Jira SoftWare	Asana	Project Manager	Clarizen	Mavenlink	TaskWorld
Görev Yönetimi	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
Kaynak Yönetimi	E	E	E	E	H	E	E	E	E	E
İş birliği	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
Zaman takibi	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
Tahminleme	E	H	H	H	H	H	H	H	E	E
Risk Analizi	H	H	H	H	H	H	H	E	H	E
Değişim Yönetimi	E	H	E	H	H	H	H	H	H	H
Proje Analizi / Raporlama	E	E	E	E	E	E	E	E	E	H
Doküman Yönetimi	E	E	E	E	E	H	H	E	E	H
İletişim araçları	E	E	E	E	H	E	H	H	E	H
Süreç Gelişim Yönetemi	E	H	E	H	E	E	H	E	E	H
Portföy Yönetimi	E	E	E	E	E	E	E	E	E	H
Erişim Kontrolü	E	E	E	H	E	E	H	E	E	E
Kalite Yöntemi	E	H	H	H	H	H	H	H	H	H
Web Tabanlı Sistem	E	E	H	E	E	H	E	E	E	E
Açık Kaynak / Lisanslı Ürün	E	H	E	E	E	E	E	H	H	H
Sorun takibi	E	H	E	H	E	H	H	E	E	H
Ücret Bilgisi	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
Deneme Sürümü Kullanımı	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
Kısıtlı Sürüm	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E

E: Özelliğe sahiptir , **H:** Özellik Yoktur.

Gerçekleştirilen karşılaştırmalı değerlendirme çalışması, hiçbir yazılımın belirlenen tüm özellik veya işlevleri desteklemediğini gösterdi. Görev zamanlaması , kaynak yönetimi, işbirliği ve belge yönetimini gibi özelliklerin bazıları bütün araçlarda bulunur. Yazılımların birçoğu web tabanlı çalışmaktadır. Bu alanda çalışma yapacak araştırmacılar için açık kaynak kodlu proje yönetim yazılım araçları da bulunur. İncelenen Trello, Asana gibi araçlar açık kaynak kodlu veya lisans gerektirmemektedir. Açık kaynak kodlu araçlar proje ihtiyaçlarına göre değiştirilir ve geliştirilir. Değişim yönetimi, süreç gelişim yönetimi, kalite yönetimi gibi bazı fonksiyonların karşılaştırması için daha fazla araştırma yapılması gerekmektedir.

4 Sonuçlar ve Gelecek Çalışma

Proje yönetim yazılımlarının sayısı gün geçtikçe artarken, yöneticilerin projeleri için maliyet, performans ve kullanılabilirlik bakımından en uygun aracı seçmesi daha zor olmaktadır.

Bu çalışmada incelen yazılım araçlarıyla ilgili proje yöneticilerine ve takım üyelerine hızlı bir inceleme fırsatı sunulmakta ve bu yazılımların güçlü veya zayıf yönlerini incelemeleri ve değerlendirmeleri sağlanmaktadır. Ayrıca, proje yöneticilerine bazı kriterler sunularak kendileri için en uygun proje yönetim yazılımını seçmelerine yardımcı olunmaktadır.

Bu karşılaştırma çalışmasının ardından, proje yöneticilerinin katılımı ile gerçekleştirilecek bir anket çalışması ile proje yönetim araçlarının nasıl

seçildiğinin ortaya çıkarılması planlanmaktadır. Planlanan bu çalışma ile yöneticilerin ihtiyaç duydukları yönetim araçlarının nitelikleri daha doğru bir biçimde ortaya konulabilecektir.

Gerçekleştirilen çalışmanın sonuçları proje yönetim yazılım araç seçimi için bu alanda çalışacakları destekleyecektir. Çalışmamız kapsamında proje yönetim yazılım araçlarının farklı yönlerden karşılaştırmalı analiz tabloları ile sunulması, bu araçların seçimiyle ilgili daha kısa zamanda doğru kararlar alınmasını destekleyecektir.

Referanslar

[1] Jones, C., Software project management practices: Failure versus success. CrossTalk: The Journal of Defense Software Engineering, 2004. 17(10):p.5-9.

[2] Brodar, K. and I. Pihir. Influence of project management software tools usage on project success. in Proceedings of IIS Conference 2007. 2007.

[3] Ahmad, N. and P.A. Laplante. Software project management tools: making a practical decision using AHP. in 2006 30th Annual IEEE/NASA Software Engineering Workshop. 2006. IEEE.

[4] Cicibas, H., O. Unal, and K.A. Demir. A Comparison of Project Management Software Tools (PMST). in Software Engineering Research and Practice. 2010.

[5] Esatoğlu, N., Bilgi Teknolojileri Proje Yönetimi ve Başarı Koşulları. 2010, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara, Türkiye.

[6] ERTAŞ, E., Bilgi teknolojileri tabanlı proje yönetim sistemi ve uygulaması. 2011, DEÜ Sosyal Bilimleri Enstitüsü.

[7] Cabot, J. and G. Wilson, Tools for teams: A survey of web-based software project portals. Dr. Dobb's, 2009(2009): p. 1-14.

[8] Sarma, A. and A. Van Der Hoek. Towards awareness in the large. in 2006 IEEE International Conference on Global Software Engineering (ICGSE'06). 2006. IEEE.

[9] Boehm, B.W., Software risk management: principles and practices. IEEE software, 1991. 8(1): p. 32-41.

[10] Booch, G. and A.W. Brown, Collaborative development environments. Advances in computers, 2003. 59(1): p. 1-27.

[11] Visitacion, M., Project Portfolio Management. Forrester's Ultimate Consumer Panel, 2006.

[12] Andre, L. , Top 10 Project Management Software , https://project-management-software.financesonline.com/?top10

[13] Proje Yönetim Uygulamaları , https://www.heapjet.com/tr/p/category/proje-yonetimi-ve-planlama/proje-yonetim-uygulamalari/

[14] Project Management Software Buyer's Guide , https://www.softwaresuggest.com/us/project-management-software

[15] Project Management Software Research , https://www.capterra.com/project-management-software/

[16] RATHORE , R. , Comparison and Analysis of Project Management software Tools available in the Market , University of Bridgeport, Bridgeport, CT

[17] Çoşkun, E. , Proje Yönetim Teknikleri ve Uygulamalı İncelenmesi. 2012 , Yüksek Lisans Tezi, İstanul Ticaret Üniversitesi, İstanbul, Türkiye.

[18] Demirel , K. , Proje Yönetimi El Kitabı. 2014 , Yüksek Lisans Tezi , Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli , Türkiye

[19] Küçükoğlu , N. , Proje Yönetimi ve GSM işletmelerinde Uygulanması. 2015 , Yüksek Lisans Tezi , Okan Üniversitesi , İstanbul Türkiye.

[20] Karaköse , A.S. , Projelerde performans yönetimi: Yazılım projeleri için bütünleşik bir yazılım. 2017 , Yüksek Lisans Tezi , Ankara Üniversitesi , Ankara , Türkiye

[21] Kurşunoğlu , Z. , Proje Yönetiminde Başarı Kriterleri Üzerine Bir Araştırma. 2017 , Yüksek Lisans Tezi , Gebze Teknik Üniversitesi , Gebze , Türkiye

[22] Karaçam , E. YAzılım Proje Metodolojisi İçindeki Performans Ölçüm Metrikleri . 2017 , Yüksek Lisans Tezi , Bahçeşehir Üniversitesi , İstanbul , Türkiye.

[23] Özer , S. , Gömülü Yazılım Sistemlerinde Proje Yönetim Metodoloji Seçimi. 2019 , Yüksek Lisans Tezi , İstanbul Teknik Üniversitesi , İstanbul , Türkiye.

Prioritizing Association-Rules for Product Recommendation: A Case Study In E-Retailing

İnanç KABASAKAL[1]*

[1]*Ege University, Faculty of Economics & Administrative Sciences, Dept. of Business Administration, İzmir, TURKEY*

Abstract

E-commerce web sites enable businesses to utilize recommendations that help to increase cross-sales by providing relevant products. The traditional Market Basket Analysis relies on finding products often purchased together in prior basket data. In such cases, selecting the most appropriate offer requires evaluation of association rules through various strategies for rule selection. With an emphasis on the recency of transactions, this study presents a slight modification in the Apriori algorithm, which is widely used in association rule discovery. Weighted rule mining techniques help to prioritize transactions regarding attributes, including the recency, customer, or purchase total. Our study demonstrates a case study where the itemset support calculation with a weighted approach favors more recent transactions. The findings indicate notable decreases in completion time, while prioritizing more recent transactions with the aim to obtain time-sensitive and potentially more useful recommendations.

Keywords: *Weighted Association Rule Mining, Frequent Itemset Mining, Market Basket Analysis*

Introduction

Association Rule Mining is among the unsupervised learning techniques in data mining [1] that analyze transactional data and extracts useful patterns about how items come together. The technique has been applied in various problems, where its name is used along with terms 'Affinity Analysis', or 'Market Basket Analysis' regarding the problem domain.

The Apriori algorithm by Agrawal et al [2] has been introduced with an emphasis on its ability to scale on large datasets and the ease of use for intuitive outputs. For more than two decades, the conventional algorithm for itemset discovery has received intense attention. However, the algorithm discards the count of items, and such exclusion was noted as a limitation for the use of extracted information on some domains where numeric attributes in rules might signify important conclusions. In this manner, the reduction of item co-occurrences into a binary relation was underlined as a constraint by various researchers.

The Apriori algorithm has been extended by various studies to adapt to different constraints or assumptions. Among such modifications, some methods propose adding weights that prioritize items, transactions, or even both. These kinds of studies often examine transaction and item relationships using numerical variables and are often described as weighted rule mining techniques. This study attempts to present a case study by utilizing a slightly modified version of the algorithm to discover frequent purchase patterns by analyzing recency-based weighted transactions. For this purpose, monthly orders were prioritized based on their recency. In this manner, our study handles basket data as a temporal dataset where purchase date corresponds to the temporal attribute.

Our approach was tested on a dataset obtained from an e-retailer (adepo.com), which had been one of the leading online groceries in İzmir, Turkey. The basket data analyzed consists of 3163 purchase records in 340 categories, ordered in November 2013. Recency-based weighting was held by applying a modification on the calculation of item/itemset support on the first phase of the original Apriori algorithm. For this purpose, the source code was edited in the RuleGenerator software, which consists of an Apriori implementation along with a graphical user interface. The software was previously introduced in [3] to discover brand-wise and category-wise association rules. A series of tests were held in which slightly different coefficients have been used to adjust the effect of recency.

* inanc.kabasakal@gmail.com

Our findings present a comparison of the total counts of itemsets and rules obtained. Our results suggest that analyzing basket data by assigning recency-based transaction weights might considerably shorten completion time while reducing the count of rules in our test data.

Association Rule Mining

In data mining, association rule mining techniques discover patterns that frequently occur together in data. Among the rule mining algorithms, the Apriori algorithm [2] efficiently discovers frequent itemsets, and generates association rules of the form X→Y, which represent co-occurrence of items in datasets.

The technique involves two phases, including frequent itemset mining and rule generation [4:98]. The first phase relies on finding the count of occurrences for items, filtering items that occur below a threshold, and generating itemsets iteratively. Subsequently, itemsets are decomposed into consequent and antecedents to populate rules; and those rules that satisfy a confidence threshold are assumed potentially interesting. The rules are then evaluated by several measures [5] and explored for problem-specific purposes.

As noted in the first phase, the items are directly counted in conventional frequent pattern mining. The underlying idea in counting was attributed to the assumption of equal importance in transactions [6].

Weighted Rule Mining

Many practices of association rule mining necessitate assigning different weights on items or transactions. As an example, association rule mining is often used for market basket analysis, where the significance of customers differs. Accordingly, such differences might be brought into attention by weighting transactions [7]. More generally, such practice in market basket analysis is occasionally expressed with the "utility mining" notion, which corresponds to mining rules regarding both item prices and counts purchased [8].

In one of the earlier studies, Ramkumar et al [9] discussed several approaches in weighted rule mining. The authors suggested that counting the transactions, which include the item(s), is sufficient for the calculation of the support measure in an unweighted configuration. By this means, weighting transactions is usually simpler than weighting items [9].

Another motive to weight transactions depends on the effect of time. Weighted frequent-itemset mining algorithms can find time-sensitive results if transactions are weighted appropriately [10]. Gan et al [11] noted that taking the recency of data is crucial to properly measure the interestingness of patterns in databases where observations in data are sensitive to time. Moreover, the authors explained such necessity by mentioning the market basket data and noted that the recency of transactions should be considered to extract up-to-date patterns rather than out-of-date results. As a further notice on market basket analysis, Lin et al [12] noticed the importance of recency from a decision-makers' perspective and noted that rules occasionally demonstrate shopping patterns that vary over time, and identification of such patterns in more recent data is crucial for decision-makers. With such justification, both studies [11] [12] have proposed customized techniques that take recency of transactions into account during frequent itemset mining.

Weighting transactions is still relevant considering the effect of prices on purchase decisions. Regarding the prices set for the products, prior purchase records might be described as nonstationary time series because of the typical increases in the price level due to inflation [4:465]. From this perspective, it might be argued that the importance of out-of-date transactions should be reduced in market basket analysis due to the increasing probability of price changes over time. In addition to the previous reasons, Ramkumar et al [9] noted that contextual factors such as the profit or the significance of the customer might justify the application of association rule mining with transaction weights.

Item-based weighting is another approach in weighted association rule mining. Sun and Bai [6] introduced an alternative rule mining technique where items are weighted according to the link structure across transactions and items. The motive in that approach was described as items of high importance are included in many transactions, and transactions with high importance involve items with high importance. Furthermore, Vo et al [13] proposed alternative methods for frequent weighted itemset mining, where items have weights, and transactions are weighted as the

average weight of items included. Another study that develops an extended rule mining technique with weighted items was proposed by Wang et al [14]. The weighting approach was described using a market basket analysis scenario, where purchased volumes correspond to weights. Moreover, the study also explores the range of volumes and includes a novel "density" measure to select the appropriate interval that results in higher confidence scores achieved in the extracted rules.

Sun [15] proposed a modification of the classical Apriori algorithm by implementing weights for items and transactions, which results in accomplishing improved execution time while reducing memory requirements in comparison with the original algorithm. Specifically, the idea in the proposed method was replacing the binary relations among transactions and items with a weight matrix. The calculation of weights incorporates a strategy which slightly increases the supports calculated for rare items and works the other way for frequent items. The authors argued this capability due to its potential use in extracting valuable but rare findings.

Methodology

As in many weighted rule mining techniques, our study involves assigning weights into transactions. As noted in the prior section, the inclusion of recency is possible by assigning weights into transactions. In this way, more recent transactions are given higher importance, while the importance of older transactions degrades in proportion to the recency factor.

In contrast with several approaches in weighted rule mining, our solution includes minimal modification in the original Apriori algorithm. The only change was made within the procedure for the calculation of support for items and item-sets. Rather than counting the total count of transactions that involve an item or itemset, our update relies on simply adding the weights of such transactions. However, this step relies on adjusting appropriate weights for transactions beforehand.

The process needs to be detailed for the basket data in our case study. A recency-based transaction weighting of basket data results in higher prioritizing of more recent purchase decisions. Moreover, older purchase records that might still have relevance are accounted for, despite their weaker priority.

Each transaction was assigned weights to apply the recency effect on transactional data. In fact, weights solely depend on the date, and the weight for the present date is initialized as 1 in the first step. Next, prior periods are weighted with a recursive approach by multiplication with a periodic rate. By this means, our approach is analogous to net present value calculation in finance, where the interest rate is used to adjust cash flows occurring at different times. Accordingly, it was assumed that prior transactions lose their significance by a rate each period; thus, a coefficient, namely *'rate of diminishment'* is defined.

Using the rate of diminishment, the weights for transactions are calculated as in the following:

Let r: Rate of diminishment where $0<r<1$ (1)

Let T_i: i^{th}transaction (2)

Let R: A scalar function where: (3)

$R(T_i) = \text{Total days after } T_i$ (4)

Accordingly,

$w(T_i) = (1 - r)^{R(T_i)}$ (5)

Unsurprisingly, setting r=0 would result in identical support scores with the Apriori algorithm. The difference was in support calculation that takes summarization of transaction weights, instead of transaction counts.

Letting *r* as the rate of diminishment and assuming *t* for today, the weights for transactions will be calculated as in the following:

Table 1. Comparison of Iterations

Day	Weights for transactions
t	1
t-1	(1-r)
t-2	$(1-r)^2$
t-3	$(1-r)^3$
t-4	$(1-r)^4$
t-5	$(1-r)^5$

A major benefit of weighted rule mining was reported in previous studies was the significant reduction in the count of association rules and frequent patterns. This is promising in order to examine purchase behaviors by reducing uninteresting rules. Moreover, weighted rule

mining is reported to improve performance in terms of the time required for analysis. For such reason, the application of the weighted rule mining technique might help to try analyses using lower support thresholds on the same duration.

Findings

Our dataset involves the same dataset in [3] obtained from an e-retailer. The basket data consists of monthly purchase transactions recorded in November 2013. Therefore, it should be noted that a dataset captured in a more extended period would have been more useful for recency-based transaction weighting, and the one-month period of purchases is a major limitation for our study.

This section presents several tests that have been conducted where the recency effect is increased by incrementing the rate of diminishment. In each test, rule extraction from the basket data was held using the parameters below:

- Support: 2%
- Confidence: 25%

The durations, count of itemsets, and rules extracted with our approach incorporate differences from the original Apriori algorithm. After each execution, the count of itemsets and rules were noted. Accordingly, a comparison of the results obtained in consecutive tests was presented in Table 2.

Table 2. Comparison of Iterations

Rate of Diminishment (%)	Itemset Count	Rule Count	Duration (Sec)
0	919	1070	115.64
1	651	708	78.82
2	503	534	47.09
3	371	407	37.30
4	268	291	22.81
5	206	204	17.62
6	167	160	14.55
7	126	112	10.55
8	101	89	9.44
9	86	64	8.70
10	72	55	8.15

The findings in Table 2 demonstrate a decrease in itemset and rule counts. The underlying factor in this decrease might be attributed to the reduced weights of less recent transactions. In this way, old purchase records will be given less importance over time.

Another noticeable finding is the gradual decrease in completion time as the rate increases from 0% to 10%. The 10% reduction in periodic weights might be excessively high, especially for our case where each period corresponds to a day. Nevertheless, the improvement from 0% to 2% still demonstrates a 59.27% improvement in execution time. As a further note, tests for rule mining were conducted using the *RuleGenerator* software on a moderate laptop with an Intel i5 CPU (8265u).

The decrease in the total rules and itemsets was depicted in Figure 1.

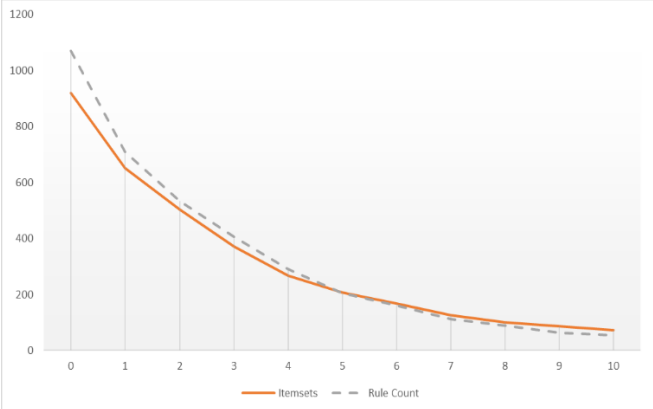


Figure 1. Count of rules and itemsets obtained with tests with rates of diminishment in [0, 10].

As demonstrated in the figure, increasing the rate of diminishment leads to a decrease in total rules and itemsets. However, the slope of the curve signals slightly lower rates of decrease in every increase. Moreover, support calculation with leveraging the rate of diminishment also decreases total execution times. Figure 2 demonstrates the completion times in tests where the rate of diminishment was gradually increased from 0% to 10%.

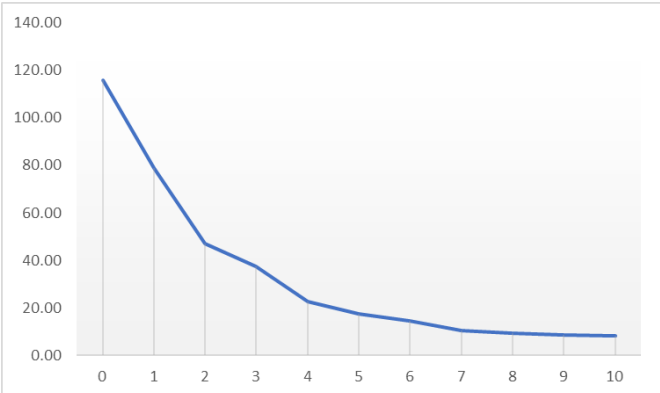


Figure 2. The durations (sec.) obtained in tests

Although the decrease in total completion times looks promising, the rates "duration/rule" and "duration/itemset" suggest the opposite. The graph in Figure 3 does not imply a consistent decline, as in the previous figure. Nevertheless, the total execution times still greatly benefit from weighting transactions by recency.

Figure 3. Durations (sec.) / rule count

In prior research, Wang et al [14] reported an increase in the rule confidence scores upon the application of weighted rule mining. The study differs with an item-based weighting approach and the density measure that was included to assess itemsets. For this reason, there is no reason to expect an improvement in our approach regarding the interestingness of rules in terms of confidence measure. Even so, the average confidences obtained in our tests are demonstrated in Figure 4. According to our test results, the average confidence scores vary within the range of 43.11%-46.75%.

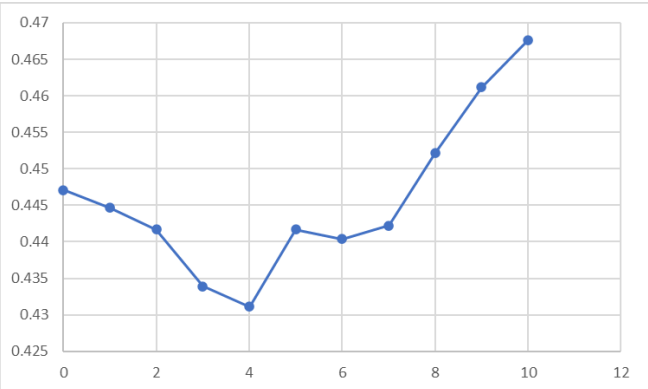


Figure 4. Averages of rule confidences obtained in tests

Conclusion

Weighted frequent itemset mining methods are specialized forms of frequent pattern mining techniques. Such techniques might either differentiate items or transactions relevant, or even both.

Using weighted itemset mining might help to extract useful results in market basket analysis by providing the opportunity to assign weights on data. The weights have been adjusted regarding the volume and price of products or recency of transactions in prior studies. Variations of the Apriori algorithm have been proposed with the inclusion of weights or weight matrices.

Our study follows prior research on weighting transactions to differentiate purchase records by recency. Moreover, our approach depends on using a coefficient, namely the rate of diminishment, which devaluates transactions within the support-calculation procedure. Our case study on monthly basket data demonstrates significantly reduced counts in both rules and item-sets being discovered. Additionally, modification in the algorithm was possible due to the existence of RuleGenerator software, which had been introduced by the author in prior studies.

As demonstrated in our case study, recency-based weighting in rule mining offers several benefits. The most significant one is the decrease in overall duration for analysis. Our study attempts to demonstrate the benefits with a minor revision in the support-calculation step of the original algorithm. Moreover, the same principle might be applied to the FP-Growth algorithm, which also incorporates a support-calculation step similar to the Apriori algorithm. Furthermore, it might be argued that the proposed approach might facilitate market basket analysis by allowing quicker tests on datasets that span purchase records in more extensive periods.

Acknowledgement

Thanks to the former ADEPO (adepo.com) executives and staff for their valuable support in this study.

References

[1] Han, J, Kamber, M. Data Mining: Concepts and Techniques, 2nd Edition. San Fransisco, USA. Morgan Kaufrnann, 2006.

[2] Agrawal, R, Imieliński, T, Swami, A. "Mining association rules between sets of items in large databases". *In Proceedings of the 1993 ACM SIGMOD*

international conference on Management of data, 207-216, June 1993.

[3] Kabasakal, İ. "Understanding Shopping Behaviors with Category-and Brand-Level Market Basket Analysis". Y. Meral (Ed.), *Tools and Techniques for Implementing International E-Trading Tactics for Competitive Advantage*. 242–267, Pennsylvania, USA: IGI Global, 2019.

[4] Aggarwal, CC. Data mining: the textbook. Heidelberg, Germany. Springer, 2015.

[5] Bayardo-Jr, RJ, Agrawal, R. "Mining the most interesting rules". In Proceedings of the fifth ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining, 145-154, August 1999.

[6] Sun, K, Bai, F. "Mining weighted association rules without preassigned weights". *IEEE transactions on knowledge and data engineering*, 20(4), 489-495, 2008.

[7] Tao, F, Murtagh, F, Farid, M. "Weighted association rule mining using weighted support and significance framework". *In Proceedings of the ninth ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining*, 661-666, August 2003.

[8] Yun, U, Ryang, H, Ryu, KH. "High utility itemset mining with techniques for reducing overestimated utilities and pruning candidates". *Expert Systems with Applications*, 41(8), 3861-3878, 2014.

[9] Ramkumar, GD, Ranka, S, Tsur, S. "Weighted association rules: Model and algorithm". *In Proceedings of the ACM SIGKDD Conference*, 661-666, August 1998.

[10] Lin, JCW, Gan, W, Fournier-Viger, P, Hong, TP. "RWFIM: Recent weighted-frequent itemsets mining". *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 45, 18-32, 2015.

[11] Gan, W, Lin, JCW, Fournier-Viger, P, Chao, HC, Wu, JMT, Zhan, J. "Extracting recent weighted-based patterns from uncertain temporal databases". *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 61, 161-172, 2017.

[12] Lin, JCW, Gan, W, Fournier-Viger, P, Chao, HC, Hong, TP. "Efficiently mining frequent itemsets with weight and recency constraints". *Applied Intelligence*, 47(3), 769-792, 2017.

[13] Vo, B, Coenen, F, Le, B. "A new method for mining Frequent Weighted Itemsets based on WIT-trees". *Expert Systems with Applications*, 40(4), 1256-1264, 2013.

[14] Wang, W, Yang, J, Yu, PS. "Efficient mining of weighted association rules (WAR)". *In Proceedings of the sixth ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining*, 270-274, August 2000.

[15] Sun, LN. "An improved apriori algorithm based on support weight matrix for data mining in transaction database". *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 11(2), 495-501, 2020.

Bilecik İlinde Ortaöğretimden Liseye Geçiş Sınavlarında Makine Öğrenmesi Yöntemleri ile Öğrenci Başarısının Tahmini

Ayşegül SELVİ[1*], Salim CEYHAN

[1] *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilecik, TÜRKİYE*
[2] *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği, Bilecik, TÜRKİYE*

Özet

İyi bir öğretim süreci öğrencilerin ihtiyaçlarının karşılanma gerekliliği ile doğru orantılıdır. Bu anlamda öğrencilerin akademik başarılarının tahmin edilmesi de eğitim kurumları için önem arz etmektedir. Son yıllarda ülkemizde birçok alanda olduğu gibi eğitim alanında da farklı projelerin hayata geçirilmesiyle öğrenci başarılarında artış gözlemlenmiştir. Özellikle Türkçe, Matematik ve Fen Bilgisi derslerindeki başarı artışı ele alındığında, eğitimin kalitesini korumak ve geliştirmek için öğrencilere ait önemli veri ve bilgiler düzenli olarak toplanıp çok sınıflı makine öğrenmesi yöntemleri kullanılarak çıkarılan sonuçlar okul yönetimlerince değerlendirilmelidir. Bu çalışmada öğrenci performansını etkilemesi beklenen değişkenler olan çeşitli demografik, sosyal / duygusal ve kapalı uçlu sorular içeren 32 soruluk anket, 2019 yılında sınav puanıyla öğrenci alan 4 farklı lise grubundaki 9.sınıf ve halen ortaokul 8.sınıfta okuyan öğrencilere uygulanmıştır. Kâğıt sayfalara dayanan öğrenci akademik bilgileri ile anket sonuçları üzerinden elde edilen veriler birleştirilip çok sınıflı makine öğrenmesi yöntemleri ile model oluşturarak başarı tahmini yapılmıştır. Öncelikle verilere öznitelik çıkarma yöntemi uygulanarak başlangıçtaki özniteliklerimizin en iyi bilgi veren bir alt kümesi elde edilmiştir. Bu filtrelenmiş özniteliklerle oluşturulan çok sınıflı makine öğrenmesi modelleri karşılaştırılarak, Random Forest yönteminin en iyi sonucu verdiği gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Eğitimsel veri madenciliği, çok sınıflı makine öğrenmesi, karar ağaçları algoritmaları, öznitelik seçimi, sınıflandırma, tahmin*

Predicting Student Achievement with Machine Learning Methods In Transition From Secondery To High School Exams In Bilecik Province

Abstract

A good teaching process is directly proportional to the needs of students. In this sense, estimating students' academic success is also important for educational institutions. In recent years, as in many fields in our country, an increase in student achievements has been observed with the implementation of different projects in the field of education. Especially considering the increasing success in Turkish, Mathematics and Science courses, in order to maintain and improve the quality of education, important data and information belonging to students should be collected regularly and the results obtained by using multi-class machine learning methods should be evaluated by school administrations. In this study, a 32-question questionnaire with various demographic, social / emotional, and closed-ended questions, which are the variables expected to affect student performance, was applied to students studying in the 9th grade and 8th grade in 4 high schools that received students with an exam score in 2019. Achievement estimation has been made by combining student academic information based on paper pages and data obtained from the survey results and by creating a model with multi-class machine learning methods. First of all, by applying the feature extraction method, a subset of our initial attributes giving the best information was obtained. By comparing multi-class machine learning models created with these filtered attributes, it was observed that Random Forest method gave the best result.

Keywords: *Educational data mining, multi-class machine learning, decision trees algorithms, feature selection, classification, prediction*

***** Corresponding author e-mail : aysegulselvi84@gmail.com

Giriş

Eğitim, bireylerin toplumla iç içe yaşamda yer edinebilmeleri için gerekli beceri, bilgi ve anlayışları kazanmalarına, okul dışında veya okul içinde, doğrudan veya dolaylı yardım ederek kişiliklerini geliştirme sürecidir [1]. Eğitimi geleceği kurmak, geleceğe yatırım yapmak olarak düşünürsek eğitim sisteminde oluşabilecek bir problem ileride oluşabilecek toplumsal bir problemin erken göstergesidir. Bu anlamda 2003 yılından beri Türkiye, Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (OECD) tarafından yapılan PISA (Programme for Internatinal Student Assessment) testlerine katılmaktadır. 15 yaş grubundaki öğrencilerin okuma becerileri, matematik ve fen okuryazarlığı alanlarında kazandıkları bilgi ve becerileri değerlendiren testin yedinci döngüsü olan PISA 2018 sonuçlarına göre ülkemizin okuma becerileri alanındaki ortalama puanı 2015 verileri ile kıyaslandığında 38 puanlık artışla 466'ya, fen okuryazarlığı alanındaki ortalama puanı 43 puanlık artışla 468'e ve ortalama matematik puanı ise 34 puanlık artışla 454'e yükselmiştir [2]. Görülüyor ki araştırılan her alanda Türkiye'nin puanları bir önceki döngüye göre artış göstermiştir.

Veri madenciliği var olan verileri analiz ederek, ilişkiler çıkarma ve eldeki verilerden anlamlı bilgiler ortaya sunmak için kullanılan bir tekniktir [3]. Eğitim alanında öğrenci başarılarını tahmin etmek için ise eğitsel veri madenciliği kullanılmaktadır. Yapılan çalışmalarda eğitsel veri madenciliği ile ilgili birçok yöntem/algoritma kullanılmıştır. Bu yöntemler genellikle istatistiksel tabanlı olmakla birlikte, veri madenciliği modellerini genel olarak kümeleme, sınıflandırma ve birliktelik kuralları olarak sayabiliriz [4]. Kümeleme metodunda veriler birbirine benzeyen nesnelerden oluşan ve adına küme denilen gruplardan oluşur. Kümeleme metodunda gruplar oluşturulurken kümeler benzersiz, küme içindeki veriler birbiri ile en benzerleri seçilir. Hiyerarşik yöntemler, ızgara tabanlı yöntemler, bölümleme yöntemleri, yoğunluk tabanlı yöntemler ve model tabanlı yöntemler en çok kullanılan kümeleme yöntemleridir. Sınıflandırma metodundaki temel amaç ise veri kümesine yeni bir kayıt eklemek istendiğinde kümeyi analiz ederek bu kaydı mümkün olduğunca en doğru sınıfa yerleştirmektir. Yapay sinir ağları, karar ağaçları, bayes sınıflandırıcı, k-en yakın komşu yöntemi, genetik algoritmalar ve destek vektör makineleri en çok kullanılan sınıflandırma yöntemleridir [4].

Bilgisayar sistemleri veya kâğıt sayfalar ile hazırlanarak yapılan anketlerden elde edilen veriler tek başına anlam ifade etmezler. Farklı yöntem ve metodlar ile işlenen veriler anlam kazanmaya başlarlar ve işlenen veriye bakarak konu ile ilgili tahminler yapılır. Buradan yola çıkarsak makine öğrenmesi daha önceki gözlemlere bakarak yapılabilecek en doğru tahmini öğrenebilmek amacıyla model oluşturabilmektir. Makine öğrenmesi kullanılarak oluşturulan yapılarda genellikle denetimli öğrenme ve denetimsiz öğrenme olmak üzere iki öğrenme modeli kullanılmaktadır [5].

Veri setleri etiketli veri seti ve etiketsiz veri seti olmak üzere iki türden oluşmaktadır. Etiketli veri seti modeli eğitmek, etiketsiz veri seti ise eğitilmiş modeli test etmek için kullanılır. Bu veri tipleri eğitim seti ve test seti olarak isimlendirilir. Denetimli makine öğrenmesi modelin etiketli verilerin kullanılarak eğitilmesi ile öğrenmeyi sağlarken, denetimsiz makine öğrenmesinde ise etiketsiz veriler kullanılarak öğrenme gerçekleştirilir [5].

Makine öğrenmesi sayesinde el yordamıyla yorumlanması zaman alan ve güç olan veriler daha kolay açığa çıkar. Bu nedenle ülkemizde Makine Öğrenmesi ile ilgili çalışmaların sayısı gün geçtikçe artmaktadır [6]'da yazar çalışmasında, öğrencilerin sosyo-ekonomik koşullarının özellikle Matematik ve Türkçe derslerinin yanı sıra yılsonu genel ortalamalarına etkilerini analiz etmek amacıyla, belli ölçütlere dayanarak hazırlamış olduğu anketi ortaöğretimin tüm kademesindeki öğrencilere uygulamıştır. Anket sonucunda elde ettiği verilerden yararlanarak öğrencilerin dönem sonu genel başarı ortalamalarını sınıflandırma algoritmaları ve regresyon ile tahmin etmiştir. Yazar bazı niteliklerin öğrenci başarısını doğrudan etkilediğini düşündüğünden, veri setindeki niteliklerin hepsini kullanmak yerine daha iyi temsil edecek nitelikleri korelasyon tabanlı öznitelik alt kümesi seçme yöntemini kullanarak belirlemiştir. Yazar deneysel sonuçlar için Weka yazılımını kullanmıştır [7]'de yazarlar çalışmalarında Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi'ne kayıt yaptıran öğrencilerin bir kısmını riskli grup olarak belirlemişlerdir. Araştırmada destek vektör makineleri yöntemi ile 145 öğrencinin verisini test için, 289 öğrencinin verisini ise makineyi eğitmek için kullanılmıştır. Yazarlar verisi eğitime katılan öğrencilerden %86'sının lise mezuniyet notlarının yanı sıra Türkçe, Matematik ve Fen Bilimleri

testlerin sonuçlarının Matematik I dersindeki başarılarını doğru tahmin ettiğini görmüşlerdir [8]'de yazarlar gerçekleştirdikleri araştırmalarında Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi'ndeki 3. sınıfta olan 419 öğrenci ile çalışmışlardır. Araştırmacılar veri setini oluşturan kişilere bazı akademik ve kişisel sorulardan oluşan bir anket uygulamışlardır. Anket sonuçlarını yorumlamak için Yapay Sinir Ağları Analizi ve Lojistik Regresyon Analizi kullanmışlardır. Lojistik Regresyon modeli kullanılarak yapılan sınıflandırma da başarı oranı %66.10'dur. Yapay Sinir Ağları modeli ile yapılan eğitim setindeki sınıflandırma oranı %71.40 iken test setindeki bu oran %79.40'tır. Bu sonuçlara bakarak yazarlar ileriki yıllarda teste dâhil edilebilecek yeni bir öğrencinin başarısını yapay sinir ağları ile daha doğru bir tahminde bulunabileceklerini %70.16'lık oran ile görmüşlerdir [9]'da ise yazar çalışmasında Pamukkale Üniversitesi Meslek Yüksek Okul programlarına 2009-2012 yılları arasında kayıt yaptıran 1387 öğrencinin bilgileri ile akademik başarı tahmin etmede en iyi sonucu veren sınıflama algoritmasını seçmeye çalışmıştır. J48 ve Naive Bayes algoritmaları mezuniyet yıllarına göre en iyi sonucu verirken, not ortalama bağımlı değişkenine göre ise en iyi başarım tahmini Sıralı Minimum Optimizasyon algoritmasının verdiği görülmüştür [10]'da yazarın çalışmasında kullandığı veri seti Portekizli bir öğrencinin Matematik kursu ve Portekizce dil kursuna ait verileri içererek 32 özellikten ve 1044 örnekten oluşmaktadır. Veri seti Minho Üniversitesi'ndeki Paulo Cortez ve Alice Silva tarafından toplanmış ve analiz edilmiştir. Yazar çalışmasında J48, RepTree ve Hoeffding Tree olmak üzere üç farklı karar ağacı algoritmasını WEKA 3.8.0 aracı ile uygulamış ve sonuçları listeleyerek karşılaştırmıştır. Oluşturulan modeller sonucunda J48 algoritmasının öğrencinin eylemini tahmin etmekte ve sınıflandırmakta yol haritası olarak kullanılabilecek en iyi karar ağacı algoritması olduğu görülmüştür.

Veri tanımlama ve işleme

Veri seti

Çalışmada kullanılan veri seti Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü ve Bilecik İl Milli Eğitim Müdürlüğü'nün ortak çalışması sonucu elde edilmiştir. Veri seti temel olarak iki kaynaktan oluşmaktadır. Birinci kaynak kâğıt sayfalara dayanan öğrenci akademik bilgileri (6. ve 7.sınıf Türkçe, Matematik, Fen Bilgisi ve Genel Başarı Ortalamaları) dir. İkinci kaynak ise Google Forms kullanılarak oluşturulmuş 32 soruluk anket çalışmasıdır. Anket, öğrenci performansını etkilemesi beklenen değişkenler olan çeşitli demografik, sosyal/duygusal ve kapalı sorular ile tasarlanmıştır. Hazırlanan anket Bilecik ilinde sınav puanıyla öğrenci alan ve etiket kümesini oluşturan 4 farklı lise türünde (Refik Arslan Öztürk Fen Lisesi, Ertuğrulgazi Lisesi, Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi, Kız Anadolu İmam Hatip Lisesi) okuyan 9. sınıf öğrencilerine uygulanmıştır. Ancak veri setini daha doğru kılabilmek adına Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi ile Kız Anadolu İmam Hatip Lisesi Meslek Lisesi adı altında toplanmıştır. Veri seti, 117 örnek ve 36 öznitelikten oluşmaktadır. Veri setinde kullanılan öznitelikler ve açıklamaları Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1 Veri setinde kullanılan öznitelikler ve açıklamaları

Nitelik	Açıklama
Mezuniyet	Öğrencinin Mezun Olduğu Ortaokul
Cinsiyet	Öğrencinin Cinsiyeti
Yas	Öğrencinin Yaşı
K_Say	Kardeş Sayısı
O_K_Say	Okuyan Kardeş Sayısı
Oda_Sa	Kendisine Ait Oda
Ders_Ca_Al	Düzenli Ders Çalışma Alışkanlığı
Ku_Gi_Al	Düzenli Kütüphaneye Gitme Alışkanlığı
Sos_Et	İlgilendiği Sosyal Etkinlik
San_De	Sanat Derslerine Bakış Açısı
Tak_De	Takviye Ders Alması
Uy_Su	Hafta İçi Günlük Uyku Süresi
Int_Ku_Su	Hafta İçi Günlük İnternet Kullanım Süresi
Tv_Iz_Su	Hafta İçi Günlük Televizyon İzleme Süresi
	Ders Çalışma Süresi
Ders_Ca_Su	Okula Ulaşım Durumu
Oku_Ul	Yaşadığı Evin Durumu
Ev_Du	Evin Isınma Türü
Isi	Anne Sağ Mı?
A_S_M	Baba Sağ Mı?
B_S_M	Anne Öz Mü?
A_O_M	Baba Öz Mü?
B_O_M	Anne Çalışıyor Mu?
An_Ca	Baba Çalışıyor Mu?
Ba_Ca	Anne Öğrenim Durumu?
A_O_D	Baba Öğrenim Durumu?
B_O_D	Sürekli Rahatsızlık Durumu
Su_Ra	Ailenin Aylık Ortalama Geliri
Ay_Ge	6. ve 7. Sınıf Türkçe Ortalaması
O_Turk	

O_Turk_Sis	6. ve 7. Sınıf Türkçe Ortalaması 5'lik Sistemdeki Notu
O_Mat	6. ve 7. Sınıf Matematik Ortalaması
O_Mat_Sis	6. ve 7. Sınıf Matematik Ortalaması 5'lik Sistemdeki Notu
O_Fen	6. ve 7. Sınıf Fen Bilgisi Ortalaması
O_Fen_Sis	6. ve 7. Sınıf Fen Bilgisi Ortalaması 5'lik Sistemdeki Notu
Ort_Bas	6. ve 7. Sınıf Yılsonu Genel Başarı Ortalaması
LiseTur	Kazanılan Lise Türü

Ön işleme ve öznitelik seçme

Veri seti öğrencilerin başarılarını etkileyen birçok öznitelik kullanılarak hazırlanmıştır. Ancak tahmin performansını iyileştirmek, daha hızlı sonuç almak ve sürecin daha iyi anlaşılması için bazı özniteliklerin veri setinden çıkarılması söz konusu olabilir. Bu yüzden oluşturulan modeller sonunda, öğrencinin anne ve babasının sağ ve öz olması gibi bazı öznitelikler neredeyse %100'nün evet değeri vermesinden dolayı atılmıştır. Bu işlem için denetimli öğrenmede daha yüksek sınıflandırma doğruluğu üreten bir öznitelik alt kümesi bulmak amacıyla ileri özellik seçimi (forward feature selection) filtreleme yöntemi kullanılmıştır. Böylelikle veri setini oluşturan tüm öznitelikleri kullanmak yerine veri setini daha güçlü kılarak daha iyi tahmin yapabilecek 15 öznitelik alt kümesi oluşturulmuştur.

Yapılandırma

Çalışma da model oluşturmak ve makine eğitimi yapmak için KNIME Analytics Platform kullanılmıştır. Knime tamamen ücretsiz olan açık kaynak kodlu bir veri madenciliği yazılımıdır. Programda Node Repository içerisinde bulunan node'lar arasında ilişkilendirmeler yapılarak verinin işlenmesi, yorumlanması, görselleştirmesi ve raporlanması gerçekleştirilir.

Model Performans Ölçümleri

Model başarısı test sonucunda doğru ve yanlış olarak sınıflandırılan değişkenlerin sayısı ile hesaplanır. Tablo 2'de iki sınıflı bir veri kümesinde oluşturulmuş bir modelin hata matrisi verilmiştir [9].

Tablo 2 Hata matrisi.

		Tahmin Edilen Sınıf	
		Sınıf=1	Sınıf=2
Gerçek Sınıf	Sınıf=1	TP	FP
	Sınıf= 0	FN	TN

nxn boyutunda bir hata matrisinde satırlar test kümesindeki örneklere ait gerçek sayıları ifade ederken, sütunlar ise model tahminlemesini gösterir. Tabloda 2'de True Positive (TP) ve True Nagative (TN) değerleri doğru sınıflandırılmış örnek sayılarıdır. FN (False Negative) pozitif yani 1 sınıfındayken negatif yani 0 olarak tahmin edilmiş örneklerin sayısını ifade ederken, FP (False Positive) aslında negatif (0) sınıfındayken pozitif (1) olarak tahminlenmiş örneklerin sayısıdır [9].

Oluşturulan modelin başarımını değerlendirmek için kullanılan temel kavramlar doğruluk oranı, kappa istatistiği, F-ölçütü, kesinlik ve duyarlılıktır.

Doğruluk oranı

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 [5].

$$\text{doğruluk} = \frac{\text{TN} + \text{TP}}{\text{FN} + \text{TN} + \text{TP} + \text{FP}} \tag{1}$$

$$\text{hata oranı} = \frac{\text{FP} + \text{FN}}{\text{FN} + \text{TN} + \text{TP} + \text{FP}} \tag{2}$$

Kappa istatistiği (Cohen's Kappa)

Oluşturulan model sonucundaki tahminin doğruluk ölçüsü olarak ifade edilir. Kappa istatistiği sonuçları [0,1] kapalı aralığında değişir. Değer 0,4 ile 0,6 aralığında ise orta seviyede uyum söz konusu iken, 0,6 ile 0,8 arasında ise iyi seviyede bir uyum vardır. 0,8 ile 1 aralığında çıkan sonuçlar için ise çok iyi seviyede bir uyum vardır denilir [9].

Kesinlik (Precision)

Doğru sınıflandırılmış pozitif örneklem (TP) sayısının, sınıfı pozitif olarak tahmin edilmiş toplam örneklem sayısına bölünmesi ile bulunur. Sonuç [0,1] aralığında çıkar [9].

$$\text{kesinlik} = \frac{\text{TP}}{\text{TP} + \text{FP}} \quad (3)$$

Duyarlılık (Recall)

Doğru sınıflandırılmış pozitif örneklem (TP) sayısının, toplam pozitif örneklem toplamına bölünmesi ile bulunur. Sonuç [0,1] aralığında çıkar [9].

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

F-ölçütü (F- Measure)

Doğru sınıflandırılmış pozitif örneklem (TP) sayısının, toplam pozitif örneklem toplamına bölünmesi ile bulunur. Sonuç [0,1] aralığında çıkar [9].

$$\text{f} - \text{ölçütü} = \frac{2 * \text{kesinlik} * \text{duyarlılık}}{\text{kesinlik} + \text{duyarlılık}} \quad (5)$$

Deneysel Sonuçlar

Öğrencilerin hangi lise türünü kazanacağını tahmin ederken sonucu etkileyeceğini düşündüğümüz ve en fazla bilgi verdiği görülen "Mezuniyet", "Cinsiyet", "Ders Çalışma Alışkanlığı", "Sosyal Etkinliklere Bakış Açısı", "Takviye Ders Alıp Almama Durumu", " Hafta İçi Günlük İnternet Kullanım Süresi", "Hafta İçi Günlük Televizyon İzleme Süresi", " Ders Çalışma Süresi", "Okula Ulaşım", " Evin Isınma Türü", "Anne Sağ Mı", "Baba Öz Mü", "Anne Öğrenim Durumu", Aylık Gelir", "6. ve 7. Sınıf Matematik Ortalaması 5'lik Sistemdeki Notu olan 15 öznitelik alındı. Bu öznitelikler üzerinde veri setinin eğitimi için literatürde en çok kullanılan J48, PNN, Random Forest, Decision Tree, RapTree ve Hoeffding Tree çok sınıflı makine öğrenmesi yöntemleri kullanıldı. Her bir algoritma ile oluşturulan modellerin başarıları; doğruluk oranı CCI (doğru sınıflandırılmış örnekler), ICI (yanlış sınıflandırılmış örnekler), kesinlik (precision), duyarlılık (recall), f-ölçütü (f-measure) ve kappa istatistiği (cohen's kappa) kavramları ile karşılaştırıldı.

Row ID	I True Positives	I False Negatives	D Recall	D Precision	D F-measure
Ertuğrulgazi Lisesi	6	5	0.545	0.75	0.632
Fen Lisesi	3	2	0.6	0.5	0.545
Meslek Lisesi	8	0	1	0.8	0.889

Şekil 1. J48 makine öğrenmesi yöntemine ait sınıf istatistiği.

Row ID	I Ertuğrulgazi Lisesi	I Fen Lisesi	I Meslek Lisesi
Ertuğrulgazi Lisesi	6	3	2
Fen Lisesi	2	3	0
Meslek Lisesi	0	0	8

Şekil 2. J48 makine öğrenmesi yöntemine ait karışıklık matrisi.

Row ID	I True Positives	I False Negatives	D Recall	D Precision	D F-measure
Ertuğrulgazi Lisesi	7	4	0.636	0.778	0.7
Fen Lisesi	4	1	0.8	0.8	0.8
Meslek Lisesi	7	1	0.875	0.7	0.778

Şekil 3. PNN makine öğrenmesi yöntemine ait sınıf istatistiği.

Row ID	I Ertuğrulgazi Lisesi	I Fen Lisesi	I Meslek Lisesi
Ertuğrulgazi Lisesi	7	1	3
Fen Lisesi	1	4	0
Meslek Lisesi	1	0	7

Şekil 4. PNN makine öğrenmesi yöntemine ait karışıklık matrisi.

Row ID	I True Positives	I False Negatives	D Recall	D Precision	D F-measure
Ertuğrulgazi Lisesi	7	4	0.636	1	0.778
Fen Lisesi	5	0	1	0.714	0.833
Meslek Lisesi	8	0	1	0.8	0.889

Şekil 5. Random forest makine öğrenmesi yöntemine ait sınıf istatistiği.

Row ID	I Ertuğrulgazi Lisesi	I Fen Lisesi	I Meslek Lisesi
Ertuğrulgazi Lisesi	7	2	2
Fen Lisesi	0	5	0
Meslek Lisesi	0	0	8

Şekil 6. Random forest makine öğrenmesi yöntemine ait karışıklık matrisi.

Row ID	I True Positives	I False Negatives	D Recall	D Precision	D F-measure
Ertuğrulgazi Lisesi	6	5	0.545	0.75	0.632
Fen Lisesi	3	2	0.6	0.6	0.6
Meslek Lisesi	8	0	1	0.727	0.842

Şekil 7. Decision tree makine öğrenmesi yöntemine ait sınıf istatistiği.

Row ID	I Ertuğrulgazi Lisesi	I Fen Lisesi	I Meslek Lisesi
Ertuğrulgazi Lisesi	6	2	3
Fen Lisesi	2	3	0
Meslek Lisesi	0	0	8

Şekil 8. Decision tree makine öğrenmesi yöntemine ait karışıklık matrisi.

Row ID	I True Positives	I False Negatives	D Recall	D Precision	D F-measure
Ertuğrulgazi Lisesi	8	3	0.727	0.667	0.696
Fen Lisesi	3	2	0.6	0.75	0.667
Meslek Lisesi	6	2	0.75	0.75	0.75

Şekil 9. Rap tree makine öğrenmesi yöntemine ait sınıf istatistiği.

Row ID	I Ertuğrulgazi Lisesi	I Fen Lisesi	I Meslek Lisesi
Ertuğrulgazi Lisesi	8	1	2
Fen Lisesi	2	3	0
Meslek Lisesi	2	0	6

Şekil 10. Rap tree makine öğrenmesi yöntemine ait karışıklık matrisi.

Row ID	I True Positives	I False Negatives	D Recall	D Precision	D F-measure
Ertuğrulgazi Li...	11	0	1	0.458	0.629
Fen Lisesi	0	5	0	?	?
Meslek Lisesi	0	8	0	?	?

Şekil 11. Hoeffding makine öğrenmesi yöntemine ait sınıf istatistiği.

Row ID	Ertuğrulgazi Lisesi	Fen Lisesi	Meslek Lisesi
Ertuğrulgazi Lisesi	11	0	0
Fen Lisesi	5	0	0
Meslek Lisesi	8	0	0

Sonuçlar

J48, PNN, Random Forest, Decision Tree, RapTree ve Hoeffding Tree çok sınıflı makine öğrenmesi algoritmaları ile oluşturulan modellerin başarıları; doğruluk oranı CCI (doğru sınıflandırılmış örnekler), ICI (yanlış sınıflandırılmış örnekler), kesinlik (precision), duyarlılık (recall), f-ölçütü (f-measure) ve kappa istatistiği (cohen's kappa) kavramları ile karşılaştırıldığında en yüksek sonucu veren sınıflandırma algoritmasının Random Forest olduğunu görüyoruz. Tablo 3'te filtrelenmiş özelliklerle her bir algoritmanın CCI, ICI, kesinlik, duyarlılık ve f-ölçütü değerleri verilmiştir.

Şekil 12. Hoeffding makine öğrenmesi yöntemine ait karışıklık matrisi.

Algoritma	CCI	ICI	Duyarlılık	Kesinlik	F-Ölçütü	Kappa İstatistiği
J48	%70,8	%29,2	0,72	0,68	0,69	0,56
PNN	%75	%25	0,77	0,76	0,76	0,61
Random Forest	%83,3	%16,7	0,88	0,84	0,83	0,75
Decision Tree	%70,8	%29,2	0,72	0,69	0,69	0,55
RapTree	%70,8	%29,2	0,69	0,72	0,70	0,53
Hoeffding Tree	%45,8	%54,2	0,33	0,15	0,21	0

Tablo 3 incelendiğinde söz konusu algoritmalardan Random Forest algoritmasının doğru sınıflandırılmış örneklem yüzdesi %83,3 olarak en yüksek iken yine Random Forest algoritmasının yanlış sınıflandırılmış örneklem yüzdesi ise %16,7 olarak en düşüktür. Kappa istatistiği 0,8 ile 1 arasında çıkan sonuçlar için yüksek seviye uyum olduğu bilindiğine göre tabloda bu değere en yakın sonuç yine Random Forest algoritması ile elde edilmiştir.

Çalışmanın devamında en yüksek doğruluğa sahip olan Random Forest modeli kullanılarak 2019-2020 eğitim-öğretim döneminde 8.sınıfta okuyan ve 2020 yılında yapılacak olan LGS'na (lise geçiş sınavı) girecek ankete cevap vermiş 160 öğrenci içinde başarı tahmini yapılacaktır.

Kaynaklar

[1] Türk Dil Kurumu, Eğitim nedir,https://sozluk.gov.tr/?kelime=e%C4%9Fitim %20kurumu, (27.03.2020).

[2] MEB, PISA 2018 Türkiye Ön Raporu, (2019, Aralık). http://www.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2019_12/03105347_PISA_2018_Turkiye_On_Raporu.pdf(01.04.2020).

[3] Tekin, A., & Öztekin, Z., "Eğitsel veri madenciliği ile ilgili 2006-2016 yılları arasında yapılan çalışmaların incelenmesi", Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama, 8(2), 108-124.

[4] ÖZKAN, Y., Veri madenciliği yöntemleri, (s. 39), Papatya, İstanbul, 2013.

[5] BİLGİN, M., "Gerçek veri setlerinde klasik makine öğrenmesi yöntemlerinin performans analizi", Breast, 2(9), 683, 2017.

[6] GÖK, M., "Makine öğrenmesi yöntemleri ile akademik başarının tahmin edilmesi", Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Part C: Tasarım ve Teknoloji, 5(3), 139-148, 2017.

[7] Güner, N., & Çomak, E., "Mühendislik öğrencilerinin matematik I derslerindeki başarısının destek vektör makineleri kullanılarak tahmin edilmesi", Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 17(2), 87-96, 2011.

[8] ÇIRAK, G., & ÇOKLUK, Ö., "Yükseköğretimde öğrenci başarılarının sınıflandırılmasında yapay sinir ağları ve lojistik regresyon yöntemlerinin kullanılması", Mediterranean Journal of Humanities, 3(2), 71-79, 2013.

[9] Aydemir, B., "Veri madenciliği yöntemleri kullanarak meslek yüksek okulu öğrencilerinin akademik başarı tahmini", Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli, 2017.

[10] Hamoud, A., "Selection of best decision tree algorithm for prediction and classification of students' action" American International Journal of Research in Science, Technology, Engineering & Mathematics, 16(1), 26-32, 2016.

A Novel CNN Model for Landmine Detection in Ground Penetrating Radar Images

Nihat ÖZSOY[1], Mehmet DİKMEN[2]*

[1]Başkent Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Savunma Elektroniği ve Yazılımı, Ankara, Türkiye
[2]Başkent Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği, Ankara, Türkiye

Abstract

The presence of buried landmines and improvised explosive devices is a serious threat in many areas around the world especially for armies. Despite the fact that various techniques have been proposed and improved in the literature to detect and classify buried objects, automatic and easy to use systems providing high accuracy performance are still under research. Convolutional Neural Networks (CNNs) have recently shown outstanding performance on image classification and object detection tasks. The availability of large amount of data and improvement in hardware technology has accelerated the research in CNN, and in the recent times deep CNN architectures have been introduced. Moreover, CNNs are also used for the detection of buried objects with the help of ground penetrating radar (GPR). GPR is one of the most studied modalities for buried threat detection. A GPR sends short pulses in time domain to detect buried objects by recording the reflected signal. GPR traces acquired at different positions in space are combined together to form B scan images. The presence of an object produces hyperbolic fluctuations in B scan images that depend on the shapes and depth of the sensed object and on the properties of the medium. The data used in study was collected using a vehicle mounted GPR system. The experimental data set comprised of 8664 positive and 8596 negative GPR images. This paper proposes a novel CNN architecture for the detection of buried threats in GPR data. The classification has been carried out with 5 fold cross validation and 10 fold cross validation by means of the proposed CNN and it has been recorded 98 percent overall accuracy in average.

Keywords: CNN, GPR, Mine Detection, image recognition, Buried Object Detection

Yere Nüfuz Eden Radar Görüntülerinde Mayın Tespiti için Yeni bir ESA Modeli

Özet

Gömülü kara mayınlarının ve el yapımı patlayıcıların varlığı, özellikle ordular için dünyanın birçok bölgesinde ciddi bir tehdittir. Gömülü nesneleri tespit etmek ve sınıflandırmak için literatürde çeşitli teknikler önerilmiş ve geliştirilmiş olmasına rağmen, yüksek doğruluk performansı sağlayan otomatik ve kullanımı kolay sistemler hala araştırılmaktadır. Evrişimsel Sinir Ağları (ESA) yakın zamanda görüntü sınıflandırma ve nesne algılama görevlerinde olağanüstü performans göstermiştir. Büyük miktarda veri ve donanım teknolojisindeki iyileşme, ESA'ndaki araştırmayı hızlandırdı ve son zamanlarda derin ESA mimarileri tanıtıldı. Dahası, ESA, yere nüfuz eden radar (YNR) yardımıyla gömülü nesnelerin tespiti için de kullanılır. YNR, gömülü tehdit tespiti için en çok çalışılan yöntemlerden biridir. YNR yansıtılan sinyali kaydederek gömülü nesneleri tespit etmek için zaman alanında kısa darbeler gönderir. Boşlukta farklı konumlarda elde edilen YNR izleri, B tarama görüntüleri oluşturmak için bir araya getirilir. Bir nesnenin varlığı, algılanan nesnenin şekline ve derinliğine ve ortamın özelliklerine bağlı olan B tarama görüntülerinde hiperbolik dalgalanmalar üretir. Bu çalışmada kullanılan veriler araca monteli YNR sistemi kullanılarak toplanmıştır. Deneysel veri seti 8664 pozitif ve 8596 negatif YNR görüntüsünden oluşmaktadır. Bu yazı, YNR verilerinde gömülü tehditlerin tespiti için yeni bir ESA mimarisi önermektedir. Önerilen ESA ile gerçekleştirilen sınıflandırmada 5 kat ve 10 kat çapraz doğrulama kullanılmış ve ortalama yüzde 98 genel doğruluk elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *ESA, YNR, Mayın Tespiti, Gömülü Mayın Tespiti*

Introduction

Landmines and explosive remnants of war (ERW)—including improvised types that act as antipersonnel mines (also called improvised mines), cluster munition remnants, and other ERW pose a serious and ongoing threat to civilians and armies. The figures of casualties due to landmines

* Corresponding author e-mail : ozsoy.nihat@gmail.com

are not precisely known but in 2018 6,897 people were killed or injured by mines/ERW—3,059 people were killed, 3,837 people were injured, and for one casualty the survival status was unknown [1]. Therefore, detection of landmines and improvised explosive devices (IED) are very important for armies and countries. Ground Penetreating Radar (GPR) is one of the most well studied and successful modalities for buried threat detection [2]. GPR is a nonintrusive and nondestructive sensing modality, which has been used in many civilian and military applications, including mine detection [3]. For the detection of landmines and IEDs, the GPR system transmits electromagnetic waves to sense electrical inhomogeneities exhibited by the buried targets. In addition to the target reflections, radar signals returning from the ground surface and subsurface soil layering are also received by the antenna array [4]. Signal processing and image reconstruction techniques have been widely used to enhance the definition of target objects in GPR data [5]. On the other hand, it requires highly trained expert people to interpret GPR data since empirical judgments are needed to recognize underground objects in the GPR data, which involves a lot of experimental noises and environmental complexities [6]. In addition, scanning manually entire of GPR data by the naked with an analyst is time-consuming and difficult. Therefore, fast and accurate automatic GPR data interpretation techniques are developed. In Fig. 1, that is shown detection steps of buried objects [7].

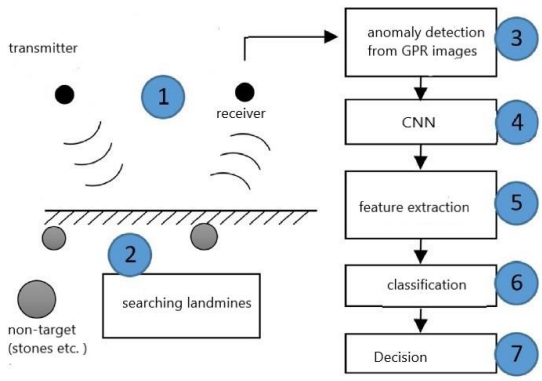


Figure 1. Buried objects detection steps [7]

The buried objects can be pinpointed by detecting a hyperbola or an inverted U-shape (hereafter hyperbola) in a GPR B-scan image, that is, the key of GPR data interpretation for detecting underground objects. Thus, many studies have executed for automatic hyperbola detection [8]. Despite the fact that various techniques have been proposed in the literature to detect and classify buried objects, automatic and easy to use systems providing high accuracy performance are still under research. For this purpose, some models have been proposed. These are; mixture of hidden Markov models [9], new object detection algorithms, Adapting boosting algorithms [10, 11, 12], analyses of GPR images by making use of Hough transform [13]. However in recent years, due to the rapid development of deep learning methods, in particular Convolutional Neural Networks (CNNs), new solutions on image classification and object detection tasks have been provided. The availability of large amount of data and improvement in hardware technology has accelerated the research in deep learning and in the recent times many deep CNN architectures have been reported. In this paper, we take into consideration the development of CNN architectures for the detection of buried threats by using GPR data. To that end, a novel CNN architecture is proposed for landmine detection by utilizing the analysis of GPR B-scans (i.e., 2D images of vertical underground slices) and comparing it with different CNN architectures.

The organization of paper is given as follows;

in the second section, the details of some background information are explained. Then in the third section, the proposed model is presented. In the last part, experimental results are given.

Background Information

GPR Data Acquisition

For a given spatial position above the ground, a GPR transmit antenna emits an electromagnetic pulse (wave) into the ground which is reflected back from the buried objects to the receiver antenna. This single waveform recorded by the GPR with antennas at a given fixed position is referred as A-scan. The structure of an A-scan is strongly affected by the medium through which the radiation propagates signals. If the medium contains regions with different dielectric constants, the A-scan will exhibit complex reflections at the region interfaces. Signals generated at different positions of the radar are combined to form 2-dimensional B-scan images. Shortly, a B-scan is an image representing a vertical slice of the ground in which pixel intensities represent the amplitude of the received signal. Therefore, comparing to A- scans, B-scans provide more effective means for visualizing and characterizing subsurface environments. Two

different patterns can be observed in a B-scan the first is hyperbola signatures which are shown in Fig. 2 that derive from the reflection of the electromagnetic signal on small buried targets, and the second is linear segment due to the stationary situation of impedance between soil layers is shown in Fig. 3 [7,14,15].

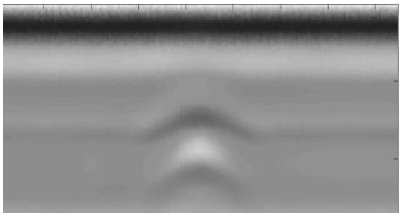


Figure 2. Hyperbola signatures

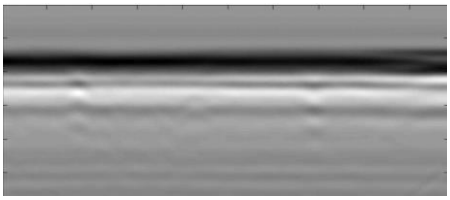


Figure 3. Linear segments

Convolutional Neural Networks

A CNN is a deep learning architecture, which is designed to classify to the 2D images. The architecture consists of a number of convolutional layers fused with a subsampling process, pooling layers, flatten layers and then followed by a number of fully connected layers as observed in a multi-layer Perceptron (MLP) structure.

Many of these operations depend on a number of numeric parameters that can be tuned based on experience, so that the model is able to classify complex buried images. This is done by the output of the last layer of the network called as softmax. CNN weights (e.g., the values of the filters in the convolutional layers, etc.) are tuned so that the CNN learns how to automatically classify images.

In order to train the CNN model for a particular image classification task, it is first needed to design the CNN architecture and then some parameters of the designed architecture, such as number of layers, number of filters, activation functions etc., should be optimized [14].

Proposed Model

The goal of the proposed system in CNN architecture, which is shown in Fig. 4, to detect whether a B-scan obtained through GPR acquisitions contains traces or hyperboles for the detection of landmines. If there is an embedded object, it usually appears as hyperbolic traces. If there is only a layer of soil, as the image contains linear traces, mostly.

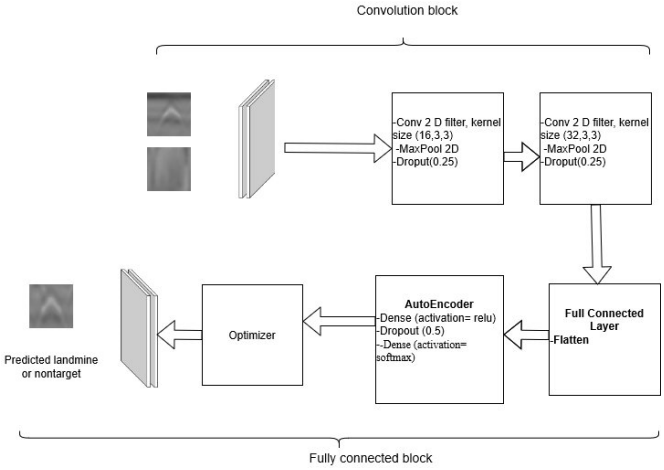


Figure 4. The proposed CNN architecture

The proposed CNN structure showed in Fig. 4 has two convolutional layers, two max pooling layers and, three ReLu layers. Additionally, in order to avoid from overfitting, two dropout operations, each of which have rates of 0.25 and 0.5 are added.

Since, the size of most of the GPR images in the dataset are 48x48, CNN input is built to match this size. Other images which have sizes of 50x50 and 51x51 are also cropped to fit this input size.

The fully connected block consists of two layers, a convolutional layer followed by a soft-max layer. All network has been trained using Adam optimizer until a decrease in validation loss up to 5 iterations [16]. After this point, the training stops.

Experimental Results

In this section, a number of experiments have been conducted by utilizing the proposed CNN model. Experimental data set used in experiments comprised of 8664 positive and 8596 negative GPR images. To evaluate the classification performance, metrics such as accuracy, precision, recall, f-measure are used. The results of classification are obtained by k-fold cross validation. The k is selected 5 and 10, and classification results are shown in tables below, respectively. As shown in Table 1; the average accuracy of our proposed model is 0.980 and in Table 2, the average accuracy of our proposed model is 0.984. This score is compatible with precision recall f-measure score. Hence, our proposed model gives remarkable and successful

results. When the results in Table 1 and Table 2 are compared, no considerable difference is observed in terms of average accuracy performance.

Table 1. Classification performance with 5-fold validation

Kth fold	Accuracy	Precision	Recall	F-Measure	Train Time (s)
1	0.978	0.984	0.972	0.978	206.442
2	0.982	0.986	0.977	0.981	203.488
3	0.979	0.988	0.970	0.979	203.07
4	0.982	0.990	0.974	0.982	203.567
5	0.982	0.989	0.975	0.982	207.019
Avg.	0.980	0.987	0.973	0.980	204.717

Table 2. Classification performance with 10-fold validation

Kth fold	Accuracy	Precision	Recall	F-Measure	Train Time (s)
1	0.982	0.992	0.970	0.981	193.680
2	0.984	0.987	0.979	0.983	193.293
3	0.984	0.992	0.975	0.984	195.979
4	0.986	0.987	0.986	0.986	200.093
5	0.986	0.987	0.984	0.985	199.218
6	0.982	0.985	0.978	0.982	201.803
7	0.986	0.992	0.979	0.986	202.745
8	0.983	0.989	0.977	0.983	206.745
9	0.990	0.990	0.989	0.990	207.986
10	0.986	0.991	0.980	0.986	214.51
Avg.	0.984	0.989	0.979	0.984	201.605

Conclusion

In conclusion, this study addressed a landmine detection problem by proposing a CNN model for the buried objects dataset. It is observed from the experimental results that the average detection performance is above %97 in terms of accuracy. In addition, the proposed model has simple architecture when compared to the other pretrained CNN models such as VGG-16, which makes it require less memory and train faster. For future works, the proposed CNN model is planned to be tested with other.

References

[1] Monitoring and Research Committee, ICBL-CMC Governance Board Dan Church Aid Danish Demining Group Human Rights Watch Humanity & Inclusion Mines Action Canada Research team leaders International Campaign to Ban Landmines, "Landmine monitor 2019,". ICBL-CMC staff experts, 2019.

[2] Nabelek D, Ho K. C, "Detection of deeply buried non-metal objectsby ground penetrating radar using non-negative matrix factorization," Proc. SPIE, vol. 9454, May 2015, Art. no. 945419.

[3] Jaw S. W. ,Hashim M., "Accuracy of data acquisition approaches with ground penetrating radar for subsurface utility mapping," in Proc. IEEE Int. RF Microw. Conf., Seremban, Malaysia, Jun. 2011, pp. 40–4.

[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] Shrestha, S.M. , Arai, I., 2003. Signal processing of ground penetrating radar using spectral estimation techniques to estimate the position of buried targets. EURASIP Journal on Advances in Signal Processing, 2003 (12), 1198–1209.

[6] Thitimakorn, T., et al., 2016. Subsurface void detection under the road surface using ground penetrating radar (GPR), a case study in the Bangkok metropolitan area. Thailand. International Journal of Geo-Engineering, 7 (2), 1–9. Water Environment.

[7] Meşecan İ., Bucak İ.Ö. , Çiço B. 2018 "Comparison of histograms of oriented gradients (HOG) and n-Row average subtraction (nRAS) using GprMax" Microprocessors and Microsystems 63 (2018) 140–146

[8] Kim N., Kim K., An Y. K.,Lee H. J & Lee J.J 2018 Deep learning-based underground object detection for urban road pavement, International Journal of Pavement Engineering , 2018 .

[9] Yuksel S.E, Gader P.D. 2016" Context-based classification via mixture of hidden Markov model experts with applications in landmine detection", IET Comput. Vis., 2016, Vol. 10 Iss. 8, pp. 873-883

[10] Pasolli, E., Melgani, F., and Donelli, M..: "Automatic analysis of GPR images: A pattern-recognition approach," IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, vol. 47, no. 7, pp. 2206–2217, 2009.

[11] Sakaguchi, R., Morton, K.D., Collins, L.M., Torrione P.A.: "A comparison of feature representations for explosive threat detection in ground penetrating radar data," IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing 55 (12), 6736-6745, 2017.

[12] Aggarwal B.,Acharya A.,Laghari A. "An Efficient Multi-Stage Adaptive Boosting Approach for Landmine Detection in Ground Penetrating Radar Data",2019 Oct.

[13] Çolak D." Target Detection Using Ground Penetrating Datas", M. Eng. Thesis, Baskent University Institute of Science, Sep. 2018

[14] Lameri S., Lombardi F., Bestagini P., Lualdi M., Tubaro S. 2017 "Landmine Detection from GPR Data Using Convolutional Neural Networks" 25th European Signal Processing Conference (EUSIPCO) 2017, 538-542

[15] Temlioğlu E. "Yere Nüfuz Eden Radar Görüntülerinde Morfolojik Bileşen Analizi Yöntemi ile Kargaşa Giderme", M. Eng. Thesis, Istanbul Technical University Institute of Science, May 2015

[16] Kingma D.P. , Ba J., "Adam: A method for stochastic optimization," arXiv preprint arXiv:1412.6980, 2014.

Raspberry Pi ile Gerçek Zamanlı Trafik İşareti Tanıma ve Uyarı Sistemi

Sevcan ÇİL[1]*, Ayşenur ŞAHİN[2], Ayhan İSTANBULLU[3]

[1,2,3] *Balıkesir Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği, Balıkesir, TÜRKİYE*

Özet

Sürücülerin yolculuk sırasında dikkat etmesi gereken birçok unsur vardır. Bunlardan birisi trafik işaretleridir. Ne yazık ki uzun yolculuklarda trafik işaretlerine verilen dikkat azalmaktadır. Bu da birçok kazaya neden olmaktadır. Trafik kazalarının birçoğunun sonucunda sürücüler trafik işaretlerini takip edemediklerini ve kazanın bu yüzden gerçekleştiğini dile getirmişlerdir. Bu noktada sürücülere yardımcı olması amacıyla gerçek zamanlı trafik işareti tanıyabilen bir sistem gerekliliği ortaya çıkmıştır. Sürücü kaynaklı kazaları en aza indirgemek amacıyla çeşitli teknolojik tasarımlarla araçlar yapılmaktadır. Bunlardan birisi de trafik işareti tespit sistemleridir. Trafik işareti tespitindeki amaç sürücülerin dikkat dağınıklığıyla trafik işaretlerini görmemesi veya tanıyamamasının önüne geçerek kazaları minimuma indirmektir. Uzun süre araç kullanmayan sürücüler bazı trafik tabelalarının anlamlarını unuttuklarından dolayı sürüş esnasında bu tabelaları görmezden gelmektedirler. Bu da trafikte tehlikeye sebep olmaktadır. Bu çalışmada 42 farklı trafik işareti ve 50000'den fazla resim içeren German Traffic Sign Recognition Benchmark veri seti kullanılarak trafik işareti tanıma sistemi eğitilmiştir. Çalışmada gerçek zamanlı görüntü işleyerek birçok hava koşulunda (kar, sis, aydınlık ve karanlık) trafik işareti algılanmakta ve sürücüye bilgi verilmektedir. Raspberry Pi 4 kullanarak yapılan bu çalışmada açık kaynak kodlu kütüphane olan OpenCV kullanılmaktadır. Dolayısıyla maliyeti az ve daha hızlıdır.

Anahtar Kelimeler: *Görüntü İşleme, OpenCV, Raspberry Pi, Trafik İşaretleri*

Real-Time Traffic Sign Recognition and Warning System With Raspberry Pi

Abstract

There are many factors that drivers should pay attention to while traveling. One of them is traffic signs. Unfortunately, the attention given to traffic signs decreases on long journeys. This causes many accidents. As a result of many of the traffic accidents, the drivers stated that they could not follow the traffic signs and that the accident happened. At this point, a system requirement has emerged that can recognize real time traffic signs to assist drivers. In order to minimize driver-related accidents, vehicles are made with various technological designs. One of these is traffic sign detection systems. The purpose of the traffic sign detection is to prevent the drivers from not seeing or recognizing traffic signs due to distraction and to minimize accidents. Drivers who do not drive for a long time ignore the signs they do not know while driving, since they forget the meaning of some traffic signs. This causes danger in traffic. In this study, traffic sign recognition system was trained by using German Traffic Sign Recognition Benchmark Data Set containing 42 different traffic signs and more than 50000 images. In the study, by processing real-time images, traffic signs are detected in many weather conditions (snow, fog, bright and dark) and the driver is informed about the traffic sign. OpenCV, an open source library, is used in this study with Raspberry Pi 4. Therefore, its cost is less and faster.

Keywords: *Image Processing, OpenCV, Raspberry Pi, Traffic Sign*

* Corresponding author e-mail : sevcan.cil@baun.edu.tr

Giriş

Günümüzde otonom araç teknolojisinde görüntü işleme sistemleri oldukça fazla kullanılmaya başlamıştır. Bu sistemler güvenli sürüş ve trafik kazalarını en aza indirgemede önemli rol oynamaktadır. Birçok araştırmacı tarafından yaygın olarak tartışılan ve çözüm aranan sorunlardan birisi de trafik işareti tanıma sorunudur. Trafik işaretlerinin sürücü tarafından hızlıca fark edilip buna uygun sürüş sağlanması kazaların önüne geçilmesi açısından oldukça önemlidir. Fakat sürücünün dikkatinin dağınık olması, kötü hava koşulları, gözlerde bozukluk ve trafik işaretlerinin unutulması sürücünün trafik işaretlerini tespit edememesinde oldukça büyük role sahiptir. Bu durum ise kazalara yol açmaktadır [1]. Trafik levhalarının tespit edilmesi ve tanınması hem sürücünün dikkat hatalarından kaynaklanan kazaların önlenmesi hem de insansız araçlarda kullanılması açısından önemli rol oynamaktadır. Sürüş sırasında meydana gelebilecek sürücüden kaynaklı yanlış kararların veya kazaların sayısını minimuma indirmek amacıyla daha akıllı araçlar tasarlamak, günümüzün otomotiv teknolojisinin en yaygın konularından birisidir. Bu akıllı araç tasarımına uygun olan çeşitli araştırma konuları gösterilebilir; bu konulardan birisi de Trafik İşareti Tanıma konusudur. Trafik İşareti Tanıma sistemlerinde amaç; sürücülere, trafik işaretleriyle belirtilmiş kısıtlamaları, tehlikeleri ve diğer bilgileri önceden hatırlatmak veya onları uyarmaktır [2]. Bu sistemler, trafik işaretlerini gerçek zamanlı olarak algılayabilmekte ve tanıyabilmektedir. Sürücülere bu bilgilerin zamanında verilmesi, kazaları önleyebilir, hayat kurtarabilir, sürüş performansını artırabilir. Bu, trafik sisteminin güvenliğini arttırmaya yardımcı olur. Trafik işareti tanıma özelliğini kullanmak sis, yağmur gibi hava koşullarından ve uzun yollarda unutulan trafik işaretlerini hatırlatmak nedeniyle etkileyicidir [3]. Yapılan trafik kazalarının bazılarından sonra sürücüler kazaya sebebiyet olarak trafik işaretlerini takip etmekte zorlandıklarını bildirmişlerdir. Sürücünün bu aşamada otomatik olarak çeşitli trafik hız sınırlama işaretlerini tanıyabilen bir sisteme gereksinimi ortaya çıkmaktadır. Bu gereksinimi karşılamak üzere yollarda sürücülere çeşitli elektronik bileşenli destek sağlayan sistemler ortaya çıkmıştır. Bu sistemler çeşitli bilgisayarlı görü algoritmaları kullanarak sürücüye yardım etmeyi amaçlamaktadır. Bu tip sürücü yardım sistemlerine, trafik işareti tanıma sistemi ve yorgunluk belirleyici sistemler örnek olarak verilebilir [4].

İlgili Çalışmalar

Zhilu Chen, Xinming Huang, Zhen Ni ve Haibo He'nin yapmış olduğu çalışmada GPU tabanlı gerçek bir sistem tasarlanmıştır. 3 aşamadan oluşan sistem ön işleme, özellik çıkarma ve sınıflandırma aşamalarını gerçekleştirmektedir. Birçok boyutta 48 trafik işareti sınıfını algılayabilen sistem %91.69 oranında tespit ve %93.77 oranında doğru tanıma sağlamaktadır [5].

Karla Brkic'in çalışması ise son literatürde yaygın olan yöntemleri gözden geçirerek 11 farklı renk bazlı algılama yöntemi üzerinde çalışmaktadır. Kullandığı yöntemler üçe ayrılır. Bunlar renk tabanlı, şekil tabanlı ve öğrenme tabanlı olarak ifade edilebilir. Bu makalede bu üç yöntem ele alınmış ve bunların nasıl uygulandığı gösterilmiştir [6].

Jale Nur Mertoğlu'nun hazırlamış olduğu çalışmada kasis tespiti ve hız tabelası tespiti ile trafik kazalarının en aza indirgenmesi hedeflenmiştir. 90 tane kasis resminin 80 tanesini başarı ile tespit etmekte olan sistem tespit edemediği 10 resmin önünde bir nesne bulunmaktadır. 90 resim üzerinde yapılan test aşaması %88.8'lik bir başarı sağlamıştır [7].

Houben, Stallkamp, Salmen, Schlipsing ve Igel'in yapmış olduğu çalışmada trafik işaretlerinin gerçek zamanlı tespiti yapılmıştır. Büyük bir veri seti kullanılarak yapılan bu çalışmada Alman Veri Seti kullanılmıştır. Bir web arayüzü tasarlanan sistemde anında geri bildirim sağlanmıştır [8].

Escalera, Moreno, Salichs ve Armingol çalışmasında karayolu araçları için yönlendirme sisteminin üç ana rolü olacağını belirtmektedir. Bunlardan ilki yol tespiti, ikincisi engel tespiti ve üçüncüsü işaret tanımadır. Bunların içinde trafik işareti tanımanın en az çalışılmış alan olduğunu savunan bu çalışmada trafik işaretlerinin tanınmasının sürücüler için kolaylık sağlayacağını ve güvenli sürüş gerçekleştirileceğini vurgulamaktadır. Kullanılan algoritmanın iki ana parçası vardır. Bunlardan birisi tespit için görüntü ve şekli analiz etmek, ikincisi ise sinir ağı kullanılarak sınıflandırmak. Köşeleri tanımlayarak işaretin şekli hakkında bilgi sahibi olunan sistem CPU'da çalışarak 1.2 saniyede çalışmasını gerçekleştirir [9].

Bahlmann ve arkadaşlarının önerdiği sistem ise iki bileşenden oluşmaktadır. İlk olarak, işaretler Ada-Boost eğitiminden elde edilen bir dizi Haar dalgacık özelliği kullanılarak tespit edilir. İkinci bileşen ise Bayes üretken modelleme kullanılarak sınıflandırma performansı gerçekleştirilir. İzleme bilgisi kullanılarak hipotezler birden çok çerçevede

birleştirilir. Deneyler yüksek algılama ve tanıma doğruluğunu ve standart bir bilgisayarda saniyede yaklaşık 10 kare hızında gösterir [10].

Shopa, Sumitha ve Patra'nın çalışmasında OpenCV kullanılarak gerçek zamanlı trafik işareti tespiti amaçlanmıştır. Trafik işareti tespiti ile sürücüyü uyarmak ve sürücünün yükünü azaltmanın hedeflendiği bu çalışmada sürüş güvenliği de hedeflenmektedir. Çalışmada görüntüler önişleme tabi tutulur ve daha sonra trafik işareti tespit edilir. Bu çalışmada eşik tekniği, Gauss filtrelemesi, keskin kenar tespiti gibi görüntü işleme teknikleri kullanılmaktadır [11].

Yapay Sinir Ağları Tekniği kullanılarak Trafik İşareti Tanıma Sistemi tasarlayan Lorsakul ve Suthakorn eşik teknikleri, Gauss filtresi, Canny kenar algoritması gibi teknikler kullanmıştır. 52 test işareti görüntüsü kullanılarak çalıştırılan sistem ortalama olarak kare başına 37,27 milisaniyede işlem yapmaktadır [12].

Çalışma

Kullanılan bazı kütüphaneler ve yazılım dili

OpenCV Kütphanesi:

OpenCV (Açık Kaynak Bilgisayarlı Görme Kütüphanesi), açık kaynaklı yazılım kütüphanesidir. OpenCV, bilgisayar görme uygulamaları için ortak bir altyapı sağlamak ve ticari ürünlerde makine algısının kullanımını hızlandırmak için tasarlanmıştır. BSD (Berkeley Software Distrubition) lisanslı bir ürün olan OpenCV, kodu değiştirilerek kullanılmasına olanak sağlamaktadır. Kütüphane, bilgisayar görme ve makine öğrenme algoritmalarının kapsamlı bir setini içeren 2500'den fazla algoritmaya sahiptir. Bu algoritmalar yüzleri algılamak ve tanımak, nesneleri tanımlamak, videolardaki insan eylemlerini sınıflandırmak, kamera hareketlerini izlemek, hareketli nesneleri izlemek, nesnelerin 3B modellerini çıkarmak, stereo kameralardan 3B nokta bulutları oluşturmak, yüksek çözünürlük üretmek için görüntüleri birleştirmek için kullanılabilir [13].

Numpy Kütüphanesi:

Bilimsel hesaplamalarda kullanılan bu kütüphane trafik işaretlerinin tespitinde kullanılan işlemlerde çok sayıda kullanışlı özellik sunmaktadır. C++ dilinde kodlanan bu kütüphane kullanıcıya yüksek performans sağlamaktadır.

Pandas Kütüphanesi:

Veri üzerinde önişleme ve analiz yapmak için kullanılan bu kütüphane hızlı ve kolay bir şekilde veri işleme, veri yönetme ve görselleştirme sağlamaktadır.

SciKit-Learn Kütüphanesi:

Matematik işlemlerini yoğun olarak kullanan bu kütüphane makine öğrenim algoritmaları için basit bir arayüz sunarak kullanım kolaylığı ve yüksek performans sağlamaktadır.

Keras Kütüphanesi:

Yapay sinir ağları oluşturmak için kullanılan açık kaynak kodlu bir kütüphane olan Keras arka planda TensorFlow kullanmaktadır. Kullanıcı deneyimini ön planda tutan Keras kullanıcı eylemlerinin sayısını en aza indirerek kullanıcı hatasıyla ilgili açık ve çözümsel geri bildirim üretmektedir.

Matplotlib Kütüphanesi:

İki boyutlu grafik çizimleri elde etmek için kullanılan bu kütüphane çalışmamızda üretilen doğruluk, hata oranı gibi grafikleri çizmemizde etkili olurken aynı zamanda görselleştirme oluşturarak yapılan çalışmalarda daha basit ve anlaşılır grafikler oluşturmaktadır.

Python Yazılım Dili:

Nesne yönelimli, bilimsel ve etkileşimli bir programlama dili olan Python, girintilere dayalı basit bir sözdizimi ile başlangıç seviyesinde kodlama yapmak isteyenler için çokça tercih edilen bir dildir. 1991 yılında çıkan bu dil hemen hemen her türlü platformda çalışabilmektedir [14].

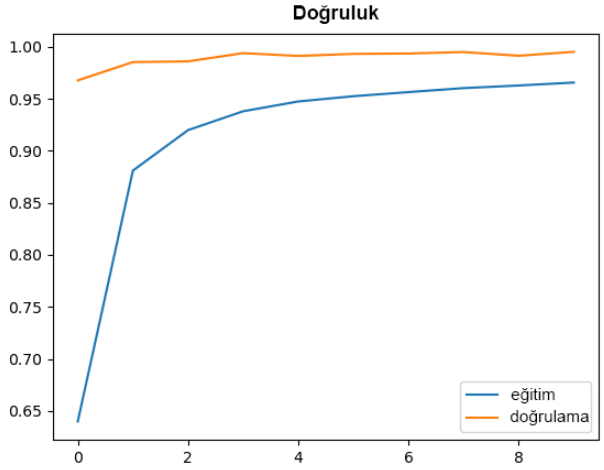
Veri seti

Alman Trafik İşareti Tanıma Sistemi (GTSRB)'nde bulunan 43 farklı sınıfta 50000'den fazla Alman yol işaretinin görüntüleri sınıflandırılarak test edilen veri seti kullanılmıştır. Sisli, güneşli, karlı, yağmurlu gibi hava koşullarında ve gece, gündüz gibi ışık koşullarında çekilen trafik tabelaları ile hazırlanan veri seti ile sistemin eğitilmesi yüksek doğruluk oranı sağlamaktadır [15].

Sistemin sınıflandırılması

Veri setimizin bulunduğu klasör içe aktarılarak toplam kaç sınıf olduğu tespit edilir. CSV uzantılı dosyamızdaki sınıflar ile görüntülerin etiketleri karşılaştırılarak tüm görüntüler sınıflandırılır. Ardından Şekil 2'de görülen tablo matplotlib kütüphanesi yardımı ile ekranda gösterilir. Bu tabloda veri setimizde bulunan görüntülerin kaç sınıfa ayrıldığı ve her sınıfa ait görüntü sayısı gösterilir. Griye dönüştürülen görüntüler çeşitli ortamlarda çekildiği için aydınlatmayı standartlaştırarak değerler normalize edilir. Tüm görüntüler 32x32 piksel değerinde yeniden

boyutlandırılır. Evrişimsel Sinir Ağı (CNN) modeli oluşturulur ve katman işlemleri gerçekleştirilir. Tüm bu işlemlerin ardından sistem eğitilerek doğruluk tablosu oluşturulur (Şekil 1).



Şekil 1: Doğruluk Tablosu

Şekil 1'de de görüldüğü gibi sistem 10 kez eğitilmiş ve her eğitim sonunda doğruluk oranı tabloda gösterilmiştir. Eğitim çizgisinin sonuna baktığımızda %95 doğruluk ile eğitildiği görülmüştür.

RGB görüntünün griye dönüştürülmesi

RGB renk modelinde, her renk birincil spektrumunda kırmızı yeşil ve mavi renkte görünür. Bir pikselin rengi üç bileşenden oluşur; kırmızı, yeşil ve mavi (RGB). Renk bileşenleri, renk kanalları veya renk düzlemleri olarak da bilinir. RGB renk modelinde, renkli bir görüntü yoğunluk işlevi ile temsil edilebilir.

$$I_{RGB} = (F_R F_G F_B)$$

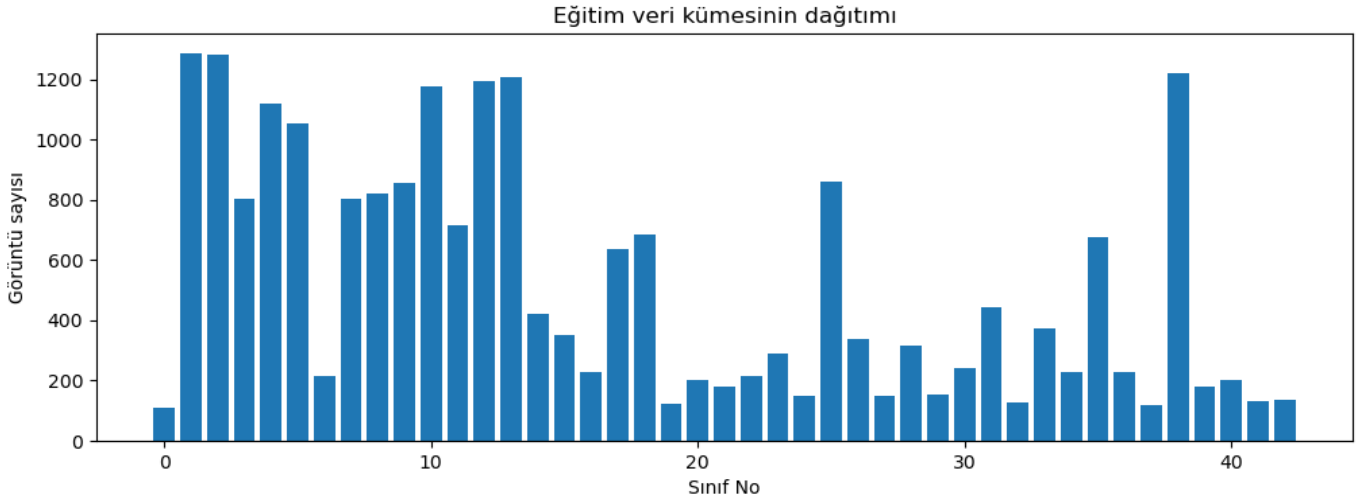
Gri tonlamalı görüntü piksel olan uint8, uint16, int16, tek veya çift sınıf dizisi değerleri yoğunluk değerlerini belirtir. Tek veya çift diziler için, değerler [0, 1] arasında değişir. Uint8 için değerler [0,255] arasında değişir. Uint16 için değerler [0, 65535] arasında değişir. Int16 için değerler [-32768, 32767] aralığındadır [16].

$$\text{Grayscale} = (R + G + B)/3 \quad [17].$$

Sistemin test edilmesi

Kameradan alınan görüntü griye dönüştürme ve parlaklık eşitleme işlemlerine tabi tutulduktan sonra 32x32 piksel boyutunda boyutlandırılarak hangi sınıfa ait olduğu tahmin edilir. %75ten büyük doğruluk değerine sahip ise görüntünün hangi sınıfa ait olduğu ekranda yazdırılır.

Şekil 2: Eğitim veri kümesinin dağıtımı



Şekil 3: Kameradan alınan görüntüler ve sistemin çıktısı

Sonuçlar

42 farklı trafik işareti ve 50000'den fazla görüntü kullanılarak eğitilen Trafik İşareti Tanıma Sistemi %95 başarı oranı ile eğitilmiştir. Büyük bir ölçüde trafik işaretlerini tanıyan sistem sürücülere sürüş esnasında büyük kolaylık sağlayacak ve güvenli bir sürüş sağlayacaktır. Unutulan trafik işaretlerini görmezden gelerek trafikte sorunlara yol açmanın önüne geçilecek bu sistem gerçek zamanlı olarak sürücüyü uyaracaktır.

Teşekkür

Bu projenin gerçekleştirilmesinde, TUBİTAK 2209-A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Desteği kapsamında 1919B011901564 nolu başvuru numarası olan projemizi destekleyen TUBİTAK'a sonsuz teşekkürlerimizi sunarız.

Kaynaklar

[1] Can A.B., Yalıç H.Y.. "Automatic recognition of traffic signs in Turkey roads". IEEE 19th Conference, 2011.

[2] Aydın U.S. 2009. Traffic Sign Recognition, M.Sc. Thesis, METU, 113p

[3] Fang C., Fuh C.,Chen S.,, and P. Yen 2003. "A road sign recognition system based on dynamic visual model," in The 2003 IEEE Computer Society Conf. Computer Vision and Pattern Recognition, Madison, Wisconsin, pp. 750-755.

[4] Riches I. 2014. "Strategy Analytics: Automotive Ethernet: Market Growth Outlook, Keynote Speech 2014 IEEE SA: Ethernet & IP @ Automotive Technology Day"

[5] Chen Z., Huang X., Ni Z., He H. "A GPU- Based Real-Time Traffic Sign Detection and Recognition System" IEEE 2014 EDUCON Conference, Istanbul, Turkey, 3-5 April 2014.

[6] Brkic K. (2010) "An overview of traffic sign detection methods" Department of Electronics, Microelectronics, Computer and Intelligent System, Zagreb.

[7] Mertoğlu J.N. (2017) "Benzetim Ortamında ve Gerçek Zamanlı Olarak Trafik İşaretlerinin Tespiti" Hacettepe Üniversitesi Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara.

[8] Houben S., Stallkamp J., Salmen J., Schlipsing M., Igel C. "Detection of Traffic Signs in Real-World Images: The German Traffic Sign Detection Benchmark" International Joint Conference on Neural Networks, Texas, 4 – 9 August 2013.

[9] Escalera A., Moreno L.E., Salichs M.A., Armingol J.M. 1997. "Road Traffic Sign Detection and Classification" IEEE Transactions on Industrial Electronics, Sayı 6, 848-858p.

[10] Bahlmann C., Zhu Y., Ramesh V., Pellkofer M., Koehler T. "A system for traffic sign detection, tracking, and recognition using color, shape, and motion information" Intelligent Vecihle Symposium, 2005.

[11] Shopa P., Sumitha N., Patra P.S.K. "Traffic Sign Detection and Recognition Using OpenCV" ICICES, India, 27-28 February 2014.

[12] Lorsakul A., Suthakorn J. "Traffic Sign Recognition for Intelligent Vehicle/Driver Assistance System Using Neural Network on OpenCV" The 4th International Conference on Ubiquitous Robots and Ambient Intelligence, 2007.

[13] OpenCV. Erişim Adresi https://opencv.org/about/

[14] Python programlama dili. Erişim Adresi https://tr.wikipedia.org/wiki/Python_(programlama_dili)

[15] Stallkamp J., Schlipsing M., Salmen J., Igel C. 2012. "Man vs Computer: Benchmarking machine learning algorithms for traffic sign recognition" Neural Networks, Sayı 32, 323-332p.

[16] Kumar T., Verma K. 2010. "A Theory Based on Conversion of RGB image to Gray image" International Journal of Computer Applications, Sayı 2, 7-10p.

[17] Grayscale to RGB Conversion Erişim Adresi https://www.tutorialspoint.com/dip/grayscale_to_rgb_conversion.htm#:~:text=Average%20method%20is%20the%20most,get%20your%20desired%20grayscale%20image.

Fizyoterapi Tedavi Sürecinin Uzaktan Kontrolü için Mobil Uygulama

BOZKUŞ İ.B. *1 , UYGUR E.B2, ÇETİN Ş.1, CERECİ İ.3, TİRKEŞ G.3

1Atılım Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Yazılım Mühendisliği Bölümü (Lisans Öğrencisi), Ankara, TÜRKİYE
2Atılım Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü (Lisans Öğrencisi), Ankara, TÜRKİYE
3Atılım Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Ankara, TÜRKİYE

Özet

Son yıllarda mobil teknoloji alanında gerçekleşen gelişim ve kullanım sayısındaki artış akıllı telefonların eğlence ve iletişim dışında yeni alanlarda da kullanılmasına olanak sağlamıştır. Özellikle son yıllarda nesnelerin interneti çerçevesinde akıllı telefonlar ve benzeri cihazlar kullanılarak sağlık sektöründe tanı, tedavi, takip, ve yönetim gibi konu başlıkları altında çeşitli uygulamalar geliştirilmekte ve kullanılmaktadır. Bu çalışma fizyoterapi alanında, tedavi sürecinin takibi ve yönetimini kolaylaştırmak, aynı zamanda fizyoterapistin tedavi sürecindeki değerlendirmelerine, toplanan ve işlenen veri ve bu verinin anlaşılabilir bir şekilde görselleştirilmesi ile katkıda bulunmasına yönelik bir çözüm geliştirmeyi amaçlar. Çalışma temel olarak günümüzde alt segment akıllı telefonlarda dahi bulunan hareket sensörlerinden gelen veriyi kullanmaktadır. Ek bir özelleştirilmiş cihaz gereksinimi olmadan hastaların tedavinin evdeki sürecini daha sağlıklı gerçekleştirmesi ve fizyoterapistin uzaktan kontrol edebildiği bu sistem ile fizyoterapi süreçlerinin yönetimi ve takibinin kolaylaştırılması amaçlanmıştır. İlgili veriye erişim, verinin sıklığı ve hassasiyeti, uygulamanın kullanıldığı cihazda bulunan donanımın özelliklerine bağlı olmaktadır. Donanım kaynaklı farklılıklardan meydana gelebilecek problemleri en aza indirgemek için veri modeli temel alınarak geliştirilen karşılaştırmalı yaklaşım çalışmanın erişilebilirlik ve uygulanabilirliğini arttırmaktadır. Bu çalışmada İvmeölçer, Jiroskop, Oryantasyon sensörü ve benzeri hareket ve yönelim ölçen çeşitli sensörler kullanılmaktadır. İlgili sensörlerin kalibrasyon durumu ve doğruluğunun belirlenmesi, bu çalışmanın kapsamında değerlendirilmemiş, ilgili parametreler varsayımlar dahilinde göz önünde bulundurulmuştur. Çalışma ve uygulamanın kullanılması için cihazlar; Android İşletim Sistemi Lollipop(v5) (API Level 21) ve üstü versiyon yazılıma sahip akıllı telefonlar olarak sınırlandırılmıştır. Anlık olarak toplanan verinin işlenmesi sonucunda, daha önceden uygun kıstaslar ile üretilmiş modeller kullanılarak, yakın-gerçek zaman düzeyinde, belirlenmiş yöntemlerle değerlendirilmesi ile gerçekleştirilen egzersizin doğruluğu ölçülerek fizyoterapiste ve hastaya geri bildirim sağlanması hedeflenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Fizyoterapi, Tıp Uygulaması, Akıllı Telefon Uygulaması, Yakın-Gerçek Zamanlı Veri İşleme, Uzak Tedavi*

A Mobile Application for Remote Control of Physiotherapy Treatment Process

Abstract

In recent years, rapid developments and rising popularity of mobile technologies have enabled possibilities to use mentioned technologies in fields other than entertainment and communication. Especially during these last few years, as part of the internet of things, various applications on diagnosis, treatment, tracking and management of the treatment process in the health sector are being developed by using smartphones and related devices. The aim of this study is to facilitate the tracking and management of the treatment process in the physiotherapy field and to develop a solution to contribute to physiotherapist's evaluations during the treatment process by visualizing the gathered and processed data in a comprehensible way. The study is using the data collected from motion sensors which can even be found in low-end smartphones today. The objective is to ensure that the patients are performing the home treatment practices in a more effective way, without the need of an additional specialized device and to facilitate the management and tracking of physiotherapy processes via the system which can be remotely controlled by the physiotherapist. Relevant data's accessibility, accuracy and frequency are dependent on the hardware used. To address and reduce any

* İletişim e-posta adresi: ismail.bozkuf@gmail.com

difference in data that may occur due to hardware variance, a comparative approach based on data models was implemented aiming to increase the accessibility and applicability of the study. Accelerometer, gyroscope, orientation sensor and related motion and orientation measuring sensors are being used in this study. Related sensors' calibration and accuracy determination are excluded from the scope of this study and related parameters are taken into consideration within assumptions. Devices used for the study are limited to smartphones running Android OS Lollipop (v5) (API Level 21) and the versions above. The aim of the study is to provide feedback to the physiotherapist and to the patient by measuring the accuracy of the exercise by the evaluation of the data by processing with predetermined algorithms, as a result of processing the momentarily collected data at a near- real time level, by using previously produced models according to appropriate criterion.

Keywords: Physiotherapy, Medical Application, Smartphone Application, Near-Real Time Data Processing, Remote reatment

Giriş

Gelişen teknoloji, normal şartlarda fiziksel olarak aynı ortamda bulunmayı gerektiren sağlık hizmetlerinin, uzaktan yürütülmesi ve takibini sağlamakta giderek güçlenen bir araç olmaktadır. Fiziksel ortamın paylaşılmasını gerektiren sağlık hizmetlerinden olan fizik tedavi ve rehabilitasyon, terapist ve hastanın yüz yüze aynı fiziksel ortamda uyguladığı egzersiz dışında; hastanın, fizyoterapist tarafından oluşturulmuş egzersiz programının uygulanması ve hastanın ilerlemesinin terapist tarafından takibini de içeren bir süreçtir.

Hastanın terapist gözlemi dışında gerçekleştirilmesi beklenen egzersizler terapinin başarısı üzerinde önemli rol oynamakta, bununla birlikte bu sürecin ilerleyişinin değerlendirilmesi ve takibi, hastanın ifadeleri ve terapistin çıkarımları ile sınırlı kalmaktadır.

Bu çalışmada amaçlanan gündelik hayatın bir parçası olan akıllı telefonların sahip olduğu sensörler kullanılarak belirlenmiş tedavi programının takibi ve değerlendirilmesi, aynı zamanda fiziksel olarak bu sağlık hizmetine erişimde zorluk çeken insanların, gereksinim halinde, bu hizmetin uzaktan erişiminin sağlanması için bir yaklaşım geliştirmektir. Çalışma temel olarak, bu sürecin sağlanması için gereken verinin elde edilmesi, işlenmesi ve değerlendirilmesi aşamalarına odaklanmıştır.

Literatür Taraması

Mobil teknolojilerin yardımıyla fiziksel aktivitenin sensör, görüntü işleme gibi veri kaynakları ilgili yöntemler kullanılarak medikal alanda çeşitli uygulama ve kullanımları mevcuttur.

m-Physio [1] isimli çalışmanın platformunda, İOS işletim sistemi için, toplanan verinin işlenmesi ve çeşitli işlemlerden geçirilmesi ile fiziksel rehabilitasyonun mobil cihaz ile yürütülebilmesi amaçlayan bir çalışma bulunmaktadır.

2010 yılında yapılmış bir başka çalışmada [2] koşu ve yürütüş aktivitelerine odaklanılmış, bu aktivitelerin ölçülmesi ve değerlendirilmesi için ivmeölçer sensöründen elde edilen verilerden yararlanılmıştır. Çalışmada ayrıca spor ile ilgili uygulamalarında geliştiricilerin çalışmalarının doğruluk oranını yükseltebileceği ve kullanıcı deneyimini geliştireceği sonuçlarına varılmıştır.

MyHeart's Nörolojik Rehabilitasyon [3] platformu çalışmasında ise, inme sonrası hasta rehabilitasyonunda fiziksel egzersiz ve motor yetenek rehabilitasyonlarını yürütmek üzere hareket sensörlerinden elde edilen veriler işlenilerek bir yaklaşım geliştirilmiştir.

2011 yılında yapılan çalışmada ise [4] Dinamik Zaman Bükme (Dynamic Time Warping) tekniği ve Microsoft Kinect sensörü kullanılarak, Hareket/Aksiyon Tanımlama çalışmasında, derinlik sensörü ve iskelet takibi ile toplanan verilerin yardımıyla fiziksel aktivitelerin tanımlanmasına çalışılmıştır.

Görüntü işlemede özellik çıkarımı için kullanılan HOG (Histograms of Oriented Gradients) tekniğinin ivmeölçer verisine uygulanarak aktivitenin tanımlanmaya çalışıldığı başka bir çalışmada ise elde edilen çıkarım makine öğrenmesi ile değerlendirilmiştir [5].

Gündelik fiziksel aktivitelerin, üç eksenli ivmeölçerden elde edilen veriler yoluyla otonom olarak tanımlanabilmesi üzerine yapılmış bir başka çalışmada, çıkarım, elde edilen verinin Hidden Markov Model temelli tanımlama yöntemi kullanılarak dirsekte bulunan tek bir ivmeölçer

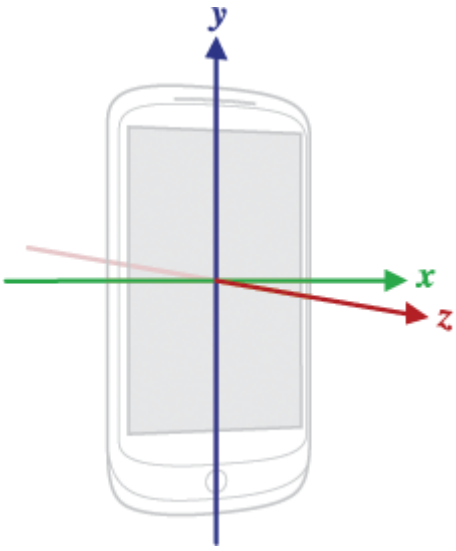
sensöründen elde edilen verilerin işlenmesi ile elde edilmiştir [6].
Görüntü işleme ve bilgisayar görüşü teknikleri kullanılarak fiziksel aksiyon tanımlanması yapılan bir çalışmada ivmeölçer gibi hareket sensörleri yerine görüntü işleme yöntemleri kullanılarak elde edilen veri kullanılarak tanılama yapılmaya çalışılmıştır [7].
Kronik rahatsızlığı olan yaşlı hastaların takibi ve acil durum ve ihtiyaç hali tespiti için yapılmış çalışmada, hareket ve hastanın biyometrik bilgilerini toplayan sensörler yardımıyla hasta durumu takibi sağlanmıştır. Aynı çalışmada evde tedavi konseptine değinilmiştir [8].
Bunun yanında çeşitli sağlık spor uygulamaları kullanıcıların fiziksel aktivitelerini, mobil cihazlarda bulunan sensörler ve görüntü işleme teknikleri yoluyla tespit edip, tanımlayıp, ihtiyaç duyulan sonuçları üretmekle birlikte kullanıcılara talep ettikleri geri bildirimleri sunmaktadır.

Yöntem

Fiziksel aktivitenin tanımlanabilmesi ve doğruluğunun ölçülmesi için gereken veri toplama, veri işleme teknikleri literatürde kabul görmüş, algoritma ve yaklaşımlara ihtiyaç duymaktadır. Yapılan çalışmalarda görülebileceği üzere, yapay zeka, görüntü işleme teknikleri ve sinyal işleme teknikleri aktif olarak bu konuda problemleri çözmek için özelleştirilerek, birlikte veya bağımsız şekilde kullanılmaktadır. Bu çalışmada verinin toplanabilmesi için; mobil cihazlarda dahili olarak bulunan hareket ve yönelim ölçen sensörler değerlendirilmiştir.
İlgili sensörlerin sağladığı verilere bağlı olarak, en uygun sensör seçilmiş, elde edilen veri, hedeflenen çıkarımların yapılabilmesi için gürültü giderme işleminden geçirilmiş, örnek veri ile karşılaştırılabilir hale getirildikten sonra bu işlemler neticesinde elde edilen sonuç yorumlanmış, fiziksel aktivitenin tanımlanması ve doğruluğunun saptanması bu akış ile sağlanmıştır.
Veri toplamak için en alt segment tüketim ürünlerinde dahi ulaşılabilir olan akıllı telefonlarda bulunan hareket ve yönelim ölçen sensörlerden yararlanılmıştır. İlgili sensörlerin değerlendirilmesi ve seçimleri sırasında, cihazın ve sensörlerin hassasiyeti, kalibrasyon durumları, farklı cihazlar arasındaki hassasiyet ve kalite farkları bu çalışmada değerlendirilmeye alınmamıştır.
Çalışmada referans olarak uygulanan fiziksel egzersizin belirlenmesi için Atılım Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalından rehberlik istenmiş, Dr. Öğr. Üyesi Naime ULUĞ ve Arş. Gör. İlkem GÜZEL tarafından verilen öneriler doğrultusunda belirlenmiş egzersiz, çalışmada referans egzersiz olarak kullanılmıştır.
Amaç, seçilmiş sensör veya sensörlerden toplanan veri ile oluşturulacak örnek model kullanılarak, yine ilgili sensörlerden anlık olarak elde edilen verinin uygun yöntemler kullanılarak karşılaştırılması ve uygulanan fiziksel aktivitenin tanımlanıp, doğruluğunun ölçülmesidir.

3.1 Verinin Toplanması

İhtiyaç duyulan veri, Android işletim sistemi için uygulama geliştirmekte kullanılan Framework'ün, sensörlerden veri okuma işlemi yapmayı sağlayan kütüphanesi [9] kullanılarak toplanmıştır. Ölçülen hareketin veri olarak okunması sensörle doğrudan iletişim kurmak yerine, sensörü kontrol eden işletim sisteminin sağladığı fonksiyonlar sayesinde gerçekleştirilmiştir.
Çalışmanın platform olarak kısıtlandığı Android işletim sistemine sahip mobil cihazlarda kolaylıkla bulunabilen sensörler hareket, pozisyon ve çevre sensörleri gibi kategorilere ayrılmaktadır. Bu sensörlerin veri sağlama yöntemi yazılımsal ve donanımsal kaynaklı olarak ikiye ayrılmaktadır. Bu çalışma için, ivmeölçer ve jiroskop sensörleri ve bu sensörlerin sağladıkları verilerin, belirlenen amaçları başarmakta kullanılabilir olup olmadığı değerlendirilmiştir.
Çalışmada değerlendirilen sensörlerden, jiroskop yön ölçümü, ivmeölçer ise cihaza uygulanan ivmenin yönünü ve şiddetini belirlemeye yarar.
Android işletim sisteminin, sensörlerden topladığı verileri değerlendirirken temel aldığı üç eksen Şekil *1*'de belirtildiği gibidir.



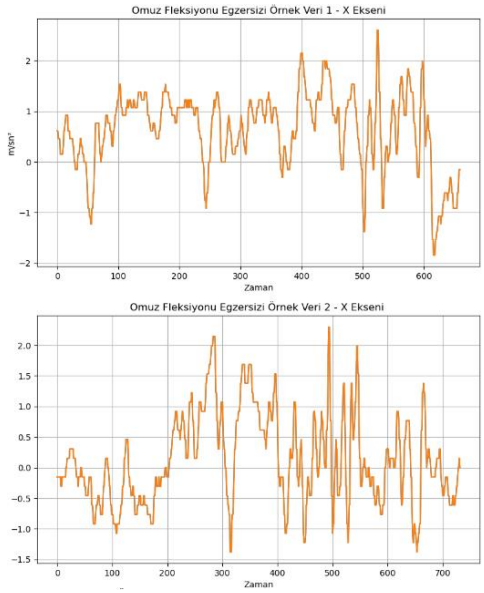
Şekil 1. Android işletim sistemi, sensör eksenleri.

Mevcut sensörler arasında, fiziksel aktivitenin tanımlanması ve değerlendirilmesini sağlayacak verinin, ivmeölçer ile elde edilebildiği saptanmış, aynı zamanda daha önce yapılmış çalışmalar göz önünde bulunarak birincil veri kaynağı ivmeölçer sensörü olarak kabul edilmiştir. Jiroskop verisinin doğruluk, tutarlılık ve verinin yapısı nedeniyle kullanılmasına gerek olmadığına karar verilmiştir.

Fiziksel aktivitenin tanımlanması ve değerlendirilmesi için, medikal ve farklı alanlarda ivmeölçer sensörü verisinden yararlanılmakta [4, 6, 8, 10, 11], ilgili sensörün verisi gerek tek başına, gerek farklı sensörlerden elde edilen veriler ile yorumlanıp sonuçlara ulaşılmaktadır.

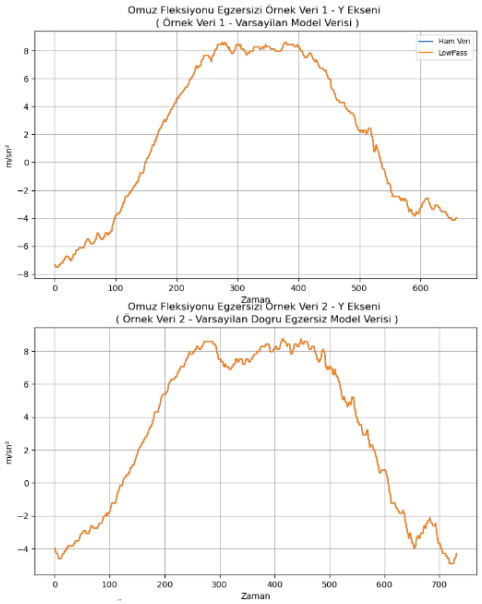
Şekil 2, Şekil 3 ve Şekil 4'te Android işletim sistemine sahip bir cihaz ile ivmeölçer sensöründen elde edilmiş, fizyoterapide "Omuz Fleksiyonu" adıyla bilinen egzersizin gerçekleştirilmesi sırasında X, Y ve Z eksenlerinde olmak üzere üç eksende, iki örnek veri grubu olarak toplanan verinin grafiği verilmektedir.

Kaydedilen verilerin X eksenindeki görüntüsü aşağıdaki gibidir (bkz. Şekil 2).;



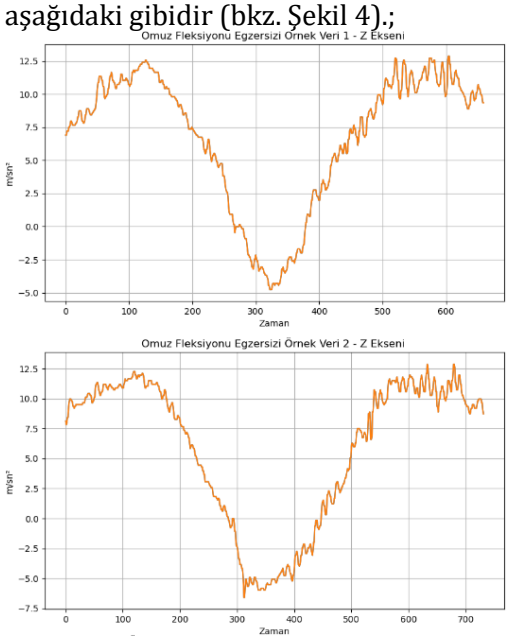
Şekil 2. Omuz Fleksiyonu sırasında kaydedilmiş İvmeölçer verisi X Ekseni

Kaydedilen verilerin Y eksenindeki görüntüsü aşağıdaki gibidir (bkz. Şekil 3).;



Şekil 3. Omuz Fleksiyonu sırasında kaydedilmiş İvmeölçer verisi Y Ekseni

Kaydedilen verilerin Z eksenindeki görüntüsü aşağıdaki gibidir (bkz. Şekil 4).;

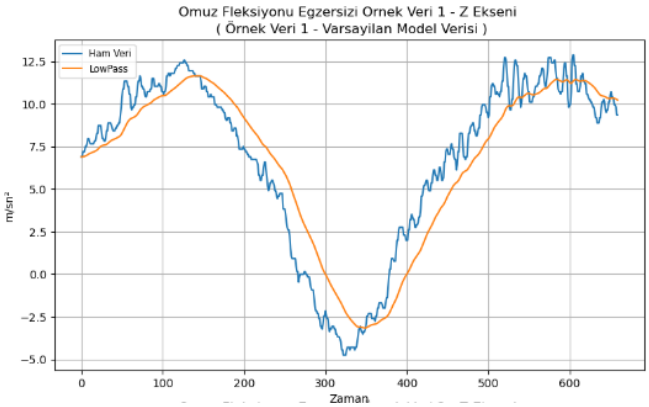


Şekil 4. Omuz Fleksiyonu sırasında kaydedilmiş İvmeölçer verisi Z Ekseni

Belirtilen şekillerde görüldüğü üzere, egzersize ait ivmeölçer ile elde edilmiş verilerin karakteristiği, her eksen için ayırt edilebilmekte ve örnek veriler arasındaki benzerlikler gözlemlenmektedir. Benzerlik ve karakteristik ayrımın yanında, ivmeölçer sensöründen toplanan verinin çevresel, yazılımsal ve donanımsal etkenler nedeniyle içerdiği gürültü, verinin kalitesini düşürmekte ve değerlendirmenin doğruluk oranını olumsuz etkilemektedir.

İvmeölçer sensöründen elde edilen veri çeşitli çevresel, yazılımsal ve donanımsal sebeplerden dolayı gürültü içermektedir ve bu gürültü, toplanan verinin değerlendirilmesini olumsuz etkilemekte olup sonuçların doğruluk oranını düşürebilmektedir.
Çalışmada toplanan veriye uygulanabilecek gürültü giderme yöntemi, verinin düşük frekans alanında bulunan bilginin, egzersiz tanımlama ve değerlendirme için önem arz etmesi nedeniyle [12] ve ilgili problemin çözümünde etkili bir kullanımı olması nedeniyle [13] "Low Pass Filter" olarak belirlenmiştir. Low Pass Filter havacılık; insansız hava araçlarında yön ve navigasyon sistemleri, medikal uygulamalarda; çeşitli sinyallerin gürültüden arındırılması amacıyla aktif olarak kabul görmekte ve kullanılmaktadır.

İvmeölçerden toplanan verinin yüksek frekansta bulunan kısmı çoğunlukla yürüyüş ve koşma gibi aktiviteleri işaret eden bilgileri içerirken [2] , düşük frekansta bulunan kısmı ise, hareketin yerçekimi etkisine bağlı oluşturduğu bilgiyi içermekte dolayısı ile verinin egzersizin tanımlanması ve değerlendirilmesi için ihtiyaç duyulan ham bilgi, düşük frekanslı alanda bulunmaktadır. Düşük frekanstaki verinin filtrelenmesi ve gürültüden arındırılması için Low Pass Filter uygulanması gerekmektedir. Çalışmada uygulanan Low Pass Filter için gereken kullanılan "α" sabiti "0.0358" olarak belirlenmiştir. Aşağıda daha önce belirtilmiş fiziksel aktivitelerden toplanmış verinin Low Pass Filter öncesi ve sonrası, Z ekseninde Şekil 5'de gösterilmiştir. Benzer şekilde gürültü giderme işlemi, diğer eksenlere uygulandığında, gürültü kaynaklı dalgalanma giderilmekte, daha pürüzsüz geçişli bir veri elde edilmektedir.



Şekil 5. İvmeölçer verisi Z ekseni Ham ve Gürültü Giderme sonrası.

Verinin İşlenmesi ve Değerlendirilmesi

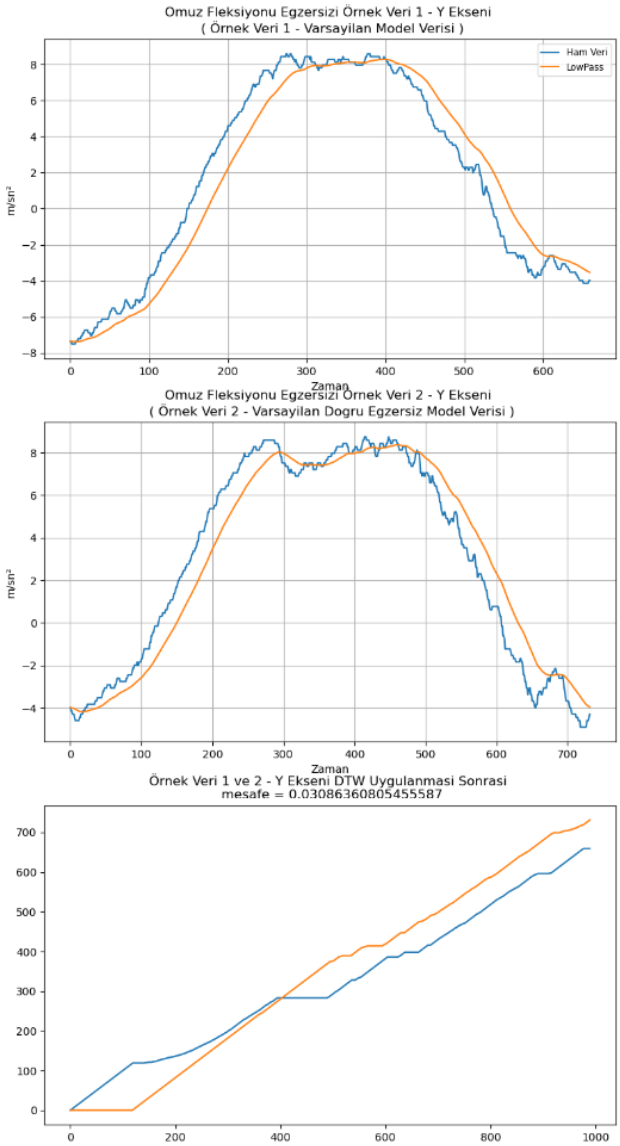
Fiziksel aktivitenin tanımlanması ve değerlendirilmesi için üç önemli adım bulunmaktadır. Birinci adım, belirlenmiş fiziksel aktivitenin uygulanması sırasında, tanımlama ve değerlendirme için ihtiyaç duyulan verinin gürültüden arındırılmış ve amaçlara ulaşmayı sağlayacak bilgiyi içerecek şekilde toplanmasıdır. İkinci adım toplanmış egzersiz verisinin doğruluğunun karşılaştırılabilmesi için bir referans veri modelinin oluşturulması gerekmektedir. Son olarak üçüncüsü ise, egzersiz sırasında elde edilen verinin, oluşturulmuş referans veri modeli ile uygun yöntemler kullanılarak karşılaştırılması ve sonuç elde edilmesidir.

Gerçekleştirilen fiziksel aktivitenin tanımlanması için oluşturulacak referans veri modeli, kontrollü ve gözetim altında uygulanan fiziksel aktivitenin, yukarıda belirtilmiş ve belirlenmiş sensörler ve yöntemler ile kayıt altına alınarak işlenmesi ile oluşturulmuştur.

Egzersiz sırasında toplanmış verinin, daha önceden kontrollü bir şekilde yaratılmış model ile karşılaştırılması ve benzerlik/doğruluk oranının ölçülebilmesi için üç boyutlu iki dizinin yüksek gerçek-zaman performansı gösteren bir yöntem ile karşılaştırılması gerekmektedir. Aynı zamanda model ile değerlendirilecek verinin zaman uyumsuzluğunun, elde edilecek sonuç üzerinde oluşturabileceği olumsuz etkinin de giderilmesi gerekmektedir. Bu bağlamda, karşılaştırma amacıyla yapay zeka yaklaşımları temelli yaklaşımlar veya çeşitli sınıflandırma modelleri, sinyal işleme teknikleri ve matematiksel yöntemler; bu ve buna benzer problemlerin çözümünde kullanılmaktadır [6, 7, 10, 13, 14].
Bu gereksinimlere uygun olarak literatürde birçok yapay zeka destekli ve sınıflandırma kaynaklı yaklaşımlar bulunmaktadır. Bu çalışma için tercih edilen çözüm ise özellikle hız ve zamana bağlı varyasyona karşı peformansı nedeniyle [4,15] Dynamic Time Warping(DTW) olarak adlandırılan algoritmadır.
DTW algoritması, zamana bağlı iki veri serisinden birini, gerekli şekilde "büzerek" ya da "gererek" hizalayıp, aralarında en uygun zaman eşliğini sağlayarak aralarındaki farkın dolayısı ile benzerliğin ölçülebilmesini sağlamaktadır. Konuşma tanımlama, veri madenciliği, mimik tanımlama, robotik, üretim ve medikal alanlarda

kabul görmüş olup ve aktif olarak kullanılmaktadır [16,17].

Şekil 6'da Model-Egzersiz verisi olarak, üç ayrı eksende elde edilmiş verilerin Y ekseninde Dynamic Time Warping sonrası iki veri arasındaki farkın normalize edilmiş gösterimi, aynı eksendeki iki örnek verinin ham ve filtrelenmiş gösterimleriyle birlikte görülebilmektedir.



Şekil 6. İvme Ölçer verisi Y Ekseni, iki veri örneği, Gürültü Giderme ve DTW uygulanması sonrası verinin görselleştirilmesi

Şekilde gözlemlenen eksen için belirtilmiş mesafe, aynı eksendeki iki verinin birbirine olan uzaklık değerini gösteren değerin hesaplanmasında aşağıda belirtilmiş formül kullanılmıştır;

$$\Delta\text{distance} = \frac{(\text{normalizedDistance of Axis} * 100)}{\text{size(Exercise Dataset of Axis)}}$$

Elde edilen ham normalize edilmiş mesafe verisini anlamdırmak ve değerlendirmek için uygulanan türetilmiş formülde amaç "normalizedDistance of Axis" ile belirtilmiş ilgili eksendeki normalize edilen uzaklık değerini 100 ile genişletmek, sonrasında uygulanmış egzersizin ilgili eksende içerdiği veri sayısına bölerek, ölçümlenmiş ivme verisi başına ortalama mesafe farkı olan Δdistance değerine ulaşmaktır.

Elde edilen sonuç egzersizin eksen başına doğruluk oranını değerlendirmek için kullanılır, taban sınır olarak [0.00, 0.05] aralığında, her eksen özelinde ayrı değerlendirilerek doğru kabul edilmektedir.

Üç eksende de temel taban sınır ve var ise belirtilmiş tolerans yüzdesi göz önünde bulundurularak elde edilen mesafe değerinin istenen sınırlar içerisinde olup olmadığına bağlı, gerçekleştirilen egzersizin doğruluğu ve doğruluk oranı ölçülmekte, fiziksel aktivite değerlendirilmektedir.

Tartışma

Fiziksel egzersizlerin, tek bir noktadan ivmeölçer ile ölçülüp tanımlanmasının mümkün olduğu görülmesine rağmen ölçümün ve yapılan çıkarımın doğruluk oranı ve tutarlılığı fiziksel aktiviteye ve sensörün fiziksel aktiviteyi gerçekleştiren kişinin üzerindeki yerleşimine bağlı olarak; verinin egzersiz hakkında içerdiği detayı etkileyeceğinden, son derece önemlidir.

Yine birçok çalışmada fiziksel aktivitenin tanımlanması için ivmeölçer sensörü dışında ek veri sağlayacak başka veri kaynakları da sağlanmış, toplanan veri bütüncül bir şekilde modellenip değerlendirilip, sonuçların ve çıkarımın doğruluk oranı artırılmaya çalışılmıştır.

Bazı durumlarda ise, egzersizin doğası gereği, birden fazla ivmeölçer sensörü ile toplanan veri dahi, çıkarım yapmak için yetersiz olabilmektedir [3].

Uygulanan egzersizin içerdiği fiziksel aktivite; sensörden elde edilebilecek verinin kalitesi ve sensörün sağladığı egzersiz verisi detayına ek olarak, doğruluk hesaplamasında çeşitli etkenler kaynaklı oluşabilecek tüm tutarsızlıklar, değerlendirilecek fiziksel aktivitenin bu çalışmada kullanılan yöntemlerle değerlendirilebilecek şekilde uyarlanması sonrasında giderilebilir ve tedavi için uygulanan fiziksel aktivitelerin mobil cihazda bulunan tek bir ivmeölçer sensörü yardımıyla yüksek doğrulukta tanımlanması, değerlendirilmesi ve sürecin takip edilebilmesi sağlanabilir.

5 Sonuçlar

Çalışma, fizik tedavi sürecinin uzaktan yürütülmesi için gerekli verilerin toplanabileceğini, toplanan verilerin doğruluk değerlendirilmesinin otomatik bir şekilde yapılabileceğini göstermektedir. Özellikle maliyet etkinlik ve sürdürülebilirlik açısından güçlü olan bir yaklaşım öneren bu çalışma ile fizik tedavi sürecinin uzaktan yönetimi ve yürütülmesi sağlanmak ile birlikte, tedavinin verimi artırılabilir, ilgili sağlık hizmetine erişim kolaylaştırılabilir. Aynı zamanda sağlanan geri bildirimler sayesinde tedavi sürecini yürüten ve yöneten fizyoterapistlerin iş yükü hafifletilebilir.

Çalışmada kullanılan sensörlere ek olarak kullanılabilecek diğer tekniklerden elde edilecek veri ile doğruluk oranları arttırılabilir ve çalışmada belirlenmiş ve sınırlanmış fiziksel egzersiz kapsamı genişletilebilir.

Çalışmadaki deneme ve sonuçlarda görüldüğü üzere, daha önce belirtilmiş sınırlar ve kıstaslar dahilinde, tutarlı, doğruluk oranı yüksek çıkarımlar yapılabilmekte; tedavinin uzaktan kontrolü ve erişime olan kolaylığın artırılabileceği açık bir şekilde görülebilmektedir.

Teşekkür

Yapılan çalışmanın fizik tedavi süreci hakkında hem terapist hem hasta yönünden gereksinim ve beklentilerin net bir şekilde anlaşılmasını sağlayıp, çoklu disipline bağlı bu çalışmada, fizyoterapi ve rehabilitasyon alanında rehberlikte bulunan Sayın Dr. Öğr. Üyesi Naime ULUĞ ve Sayın Arş. Gör. İlkem GÜZEL'e katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

Çalışmanın yazarları olarak bu çalışmayı, başta Ülgen Çetin ve Duygu Asal olmak üzere, kanser ile savaşan ve savaşmış herkese adıyoruz.

Kaynaklar

[1] Raso I, Hervás R, Bravo J (2010) m-Physio: personalized accelerometer-based physical rehabilitation platform. In: Proceedings of 4th integrated circute mobile ubiquitous computing, systems, services and technologies. Floransa, İtalya, Sayfa. 416–421 (25–30 Kasım)

[2] Fujiki, Y. (2010). iPhone as a physical activity measurement platform. Proceedings of the 28th of the International Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems - CHI EA '10. Presented at the the 28th of the international conference extended abstracts. https://doi.org/10.1145/1753846.1754146

[3] Giorgino T, Tormene P, Maggioni G, Pistarini C, Quaglini S. Wireless support to poststroke rehabilitation: MyHeart's neurological rehabilitation concept. IEEE Trans Inf Technol Biomed. 2009;13(6):1012-1018. doi:10.1109/TITB.2009.2028020

[4] S. Sempena, Nur Ulfa Maulidevi and Peb Ruswono Aryan, "Human action recognition using Dynamic Time Warping," Proceedings of the 2011 International Conference on Electrical Engineering and Informatics, Bandung, 2011, pp. 1-5, doi: 10.1109/ICEEI.2011.6021605.

[5] Miyamoto, S., & Ogawa, H. (2014). Human Activity Recognition System Including Smartphone Position. Procedia Technology, 18, 42-46. https://doi.org/10.1016/j.protcy.2014.11.010

[6] Wang, J., Chen, R., Sun, X., She, M. F. H., & Wu, Y. (2011). Recognizing Human Daily Activities From Accelerometer Signal. Procedia Engineering, 15, 1780-1786. https://doi.org/10.1016/j.proeng.2011.08.331

[7] Poppe, R. (2010). A survey on vision-based human action recognition. Image and Vision Computing, 28(6), 976-990. https://doi.org/10.1016/j.imavis.2009.11.014

[8] Patel, S., Park, H., Bonato, P., Chan, L., & Rodgers, M. (2012). A review of wearable sensors and systems with application in rehabilitation. Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation, 9(1), 21. https://doi.org/10.1186/1743-0003-9-21

[9] Android API Documentation, June 2020 https://developer.android.com/guide/topics/sensors/sensors_overview

[10] Ravi, Nishkam & Dandekar, Nikhil & Mysore, Preetham & Littman, Michael. (2005). Activity Recognition from Accelerometer Data.. AAAI. 3. 1541-1546.

[11] [Jovanov, E., Milenkovic, A., Otto, C., & de Groen, P. C. (2005). Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation, 2(1), 6. https://doi.org/10.1186/1743-0003-2-6

[12] Bayat, A., Pomplun, M., & Tran, D. A. (2014). A Study on Human Activity Recognition Using Accelerometer Data from Smartphones. Procedia Computer Science, 34, 450–457. https://doi.org/10.1016/j.procs.2014.07.009.

[13] Gjoreski, Hristijan & Gams, Matjaz. (2011). ACCELEROMETER DATA PREPARATION FOR ACTIVITY RECOGNITION.

[14] Ravi, A. (2013). Automatic Gesture Recognition and Tracking System for Physiotherapy.

[15] Yurtman, A., & Barshan, B. (2013). Detection and Evaluation of Physical Therapy Exercises by

Dynamic Time Warping Using Wearable Motion Sensor Units. In Information Sciences and Systems 2013 (Sayfa. 305–314). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-01604-7_30

[16] Salvador, S., & Chan, P. (2007). Toward accurate dynamic time warping in linear time and space. Intelligent Data Analysis, 11(5), 561–580. https://doi.org/10.3233/IDA-2007-11508

[17] Berndt,D. J., & Clifford J., Using dynamic time warping to find patterns in time series, AAA IWS'94: Proceedings of the 3rd International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining Temmuz 1994 Sayfa 359–370

Tıp ve Sağlık Bilimleri Fizyoloji Eğitiminde Artırılmış Gerçeklik ve İnteraktif Etkileşim Destekli Mobil Uygulama ile Uzaktan Eğitim

Aslı Şan DAĞLI GÜL[1], İsmail Barış BOZKUŞ*[2]

[1]*Hacettepe Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Fizyoloji Anabilim Dalı, Ankara, TÜRKİYE*
[2]*Atılım Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Yazılım Mühendisliği Bölümü (Lisans Öğrencisi), Ankara, TÜRKİYE*

Özet

Tıp ve sağlık bilimleri eğitiminde teorik içerik kadar uygulamalar ve interaktif öğrenme ortamlarının varlığı da önem taşımaktadır. Reklam ve eğlence sektöründe sıkca kullanılan Artırılmış Gerçeklik teknolojileri ve bir çok alanda aktif olarak kullanılan mobil teknolojilerin sağladığı interaktif etkileşim olanağı, günümüzde mobil teknolojinin tüketim seviyesinde kullanıcılara kolaylıkla ulaşabilmektedir. Bu çalışmada amaçlanan; bu teknolojilerin sağladığı imkanlar, veri ve veri işleme yöntemleri ile, tıp ve sağlık bilimleri eğitiminde Artırılmış Gerçeklik ve İnterkatif Etkileşim yöntemleri ile desteklenmiş Mobil Uygulama yoluyla uzaktan eğitim sağlamaktır. Bunun yanında ilgili yöntemlerin kullanımı sayesinde sağlanacak eğitimin, geleneksel eğitimin ötesine geçmesi, akılda kalıcılığının ve anlaşılabilirliğinin iyileştirilmesi amaçlanmıştır. Geniş bir yelpazede uygunalabilecek yaklaşım ile geliştirilen uygulama, bu çalışma için fizyoloji eğitimiyle bağlantılı; Bilgisayarlı Tomografi(BT) ve fonksiyonel Manyetik Rezonans İnceleme (f-MRI) simülasyonlarını, artırılmış gerçeklik yolu ile uygulanan anatomik kas grupları görsellerinin projeksiyonları, çeşitli organların fizyolojik üç boyutlu gösterimlerini ve bu gösterimlerin hologram projeksiyonuna imkan sunan modülü kapsayacağı şekilde sınırlandırılmıştır. İlgili modül ve araçların yanında, uzaktan eğitim için içerik ile bağlantılı yazı, test, makale gibi eğitim materyalleri de uygulamanın içinde barındırılmaktadır. Teknik bağlamda bu çalışma için uygulamanın geliştirileceği platform Android İşletim Sistemi olarak sınırlandırılmıştır. Çalışma bahsi geçen yöntem ve teknikleri kullanarak, sınırlandırılmış konu alanında uzaktan eğitim yoluyla güçlendirilmiş yenilikçi bir eğitim yöntemi sunmayı hedeflemektedir.

Anahtar Kelimeler: *Tıp Eğitimi, Uzaktan Eğitim, Artırılmış Gerçeklik, Görüntü İşleme, Mobil Uygulama*

Remote Medical and Health Sciences Education in Physiology Field with Augmented Reality and Interactive Interaction Supported Mobile Application

Abstract

The existence of interactive learning environments is important as much as theoretical content in Medicine and Health Sciences education. Augmented reality technology that has been used in entertainment and advertising fields and the ability of interactive interaction provided by mobile technology, easy to reach for everyone with consumer-level mobile devices. This study aims to provide remote education tool that is enhanced with augmented reality and interactive interactions for Medical andHealth Science Education Physiology Field on the mobile platform, by using mobile devices along with augmented reality, data, data processing methods. Alongside this, it is aimed that with the help of said technologies and methods, the goal is going beyond traditional education methods in this field and achieve a more effective and efficient education process. Despite the approach may be applied to a wide range of topics of education, in this study it is limited with the scope of physiology field education-related topics. Thus, the tools of this study going to provide limited such as Computed Tomography (CT) Scan and Functional Magnetic Resonance Imaging(fMRI) simulations, augmented reality supported anatomical muscle visuals projections, interactive 3D visualizations of various of organs and a module that provides hologram projection of said visualizations. Education materials such as articles, text, or tests related to established modules and tools are also are provided within the application. Technically, the study limits the platform of application with Android OS.

[16] İletişim E-Posta adresi: ismail.bozkuf@gmail.com

The study aims to provide an enhanced and innovative remote education approach, by using stated methods, technologies, and techniques in a predetermined limited scope field.

Keywords: Medicine Education, Remote Education, Augmented Reality, Image Processing, Mobile Application

Giriş

Tıp ve sağlık bilimleri eğitimi diğer alanlarla karşılaştırıldığında, geleneksel eğitime daha bağlı yenilikçi yaklaşımlara nazaran daha kapalı bir alan olarak karşımıza çıkmaktadır. Eğitimin konusu ve alanı gereği ciddiyeti, ihtiyaçları ve hata toleransı günümüzde dahi yeni yaklaşımların kabul edilmesi ve uygulanması konusunda zorluklar yaşanmaktadır. Örneğin Hekimlerin eğitiminde kullanılmak üzere IDoc projesi kapsamında Galler'de yaşayan genç hekimlere vaka analizleri yapmak için sunulan bir cep telefonu steteskop kiti uygulamasının hekimlikte uzmanlaşma sürecine yardımcı olduğu görülmüş, ancak genç hekimler klinikte hasta önünde cep telefonu ile profesyonelliğin kaybına ilişkin kaygılarını belirtmişlerdir [1]. Bunun yanında geleneksel eğitimin avantajları kadar, etkileşimin zayıflığı, eğitimle ilgili materyalin tüketicisi tarafından verimli bir şekilde tüketilememesi gibi dezavantajlar; öncelikle genel olarak eğitim alanında sonrasında tıp ve sağlık bilimleri alanında eğitimcileri yeni yaklaşım ve yöntem arayışlarına itmiştir.

Farklı disiplin ve alanlarda modern zamanın en etkili araçlarından biri olan bilgisayar yolu ile oluşturulan çözüm ve yaklaşımlar hem genel olarak geleneksel eğitimde hem de tıp eğitiminde verimli kullanım alanları bulmuş, yeni fırsatların kapılarını aralamıştır. Buna rağmen özellikle tıp ve sağlık bilimleri eğitimindeki kalite ve içerik gereksinimlerinin yüksek olması, daha önce bahsedildiği gibi hata toleransının düşük olması, genel olarak fiyat etkin çözümler üretilmesini zorlaştırmış ve teknolojinin tıp ve sağlık bilimleri eğitiminde daha etkin bir şekilde kullanılmasını yer yer zora sokmuştur.

Ayrıca, genel olarak tıp ve sağlık bilimleri eğitimi için geliştirilen araçların sadece sanal gerçeklik uygulamaları olması, bu araçları kullanarak eğitim alan öğrenciler üzerinde gerçekle bağdaştırma, zayıf etkileşim gibi problemlere sebep olabilmektedir.

Diğer bir yandan ilgili alanla ilgili eğitimin sınıf dışında sürdürebilirliği konusunda da yazılı materyal ve video gibi multimedya içerikleri dışında materyal kolaylıkla bulunamamaktadır. Bu konudaki problem içeriğin varlığı dışında içeriğin kendisine ulaşmak ve sürdürülebilirlik yönüyle de ayrı iki dal oluşturmaktadır.

Bu çalışma geleneksel tıp ve sağlık bilimleri eğitimine paralel olarak kullanılabilecek hem de günümüzde yaşadığımız salgın yoluyla tekrar hatırladığımız uzaktan eğitiminin önemini ve mecburi şartlar altında gerçekleştirilmesinin; yine tıp ve sağlık bilimleri alanında sağlanması, iyileştirilmesi ve geliştirilmesi için bir yaklaşım ve SD-Fizyo isimli platform ile bir uygulama üzerinedir.

Çalışmanın hedef eğitim alanı olan temel tıp bilimleri arasında yer alan "Fizyoloji" bilimi canlıların hücre, doku, organlarının işlevlerini ve bu işlevlerin çalışma mekanizmalarını incelemektedir. Fizyolojinin alt dallarından biri olan "Tıbbi Fizyoloji" de insan vücudunun işlevlerini araştırmak ve açıklamak üzere kurulmuştur. Bu mobil uygulama, tıp ve sağlık bilimleri öğrencilerinin çeşitli patolojileri anlayabilmesine temel oluşturan sağlıklı insan fizyolojisini anlamalarını kolaylaştırmak için tasarlandı. Tıbbi bilimler hücre içi organellerden organizmanın çok çeşitli hastalıklarına kadar oldukça geniş bilgi içeriklerini kapsadığından bu uygulamanın konularını genel ve nörofizyoloji alanları ile sınırlandırdık. Buna göre öğrenci uygulamada gezinirken öncelikle genel veya nörofizyoloji alanını tercih ederek ilgili konuya gidebilmekte ve bu alanda 3 boyutlu hologram uygulamasına, bilgisayarlı tomografi, fonksiyonel manyetik rezonans inceleme ve gerçek zamanlı kas hareketleri simülasyonlarına ayrıca yazılı metinler ve eğitim videolarını içeren teorik öğrenme materyallerine ulaşabilmektedir. Öğrenci, konuları öğrenme sürecinin herhangi bir anında kendi bilgi ve yorumlama seviyesini testlerle sınayabilme ve hızlı geri bildirim alma imkanına sahiptir.

Literatür Taraması

Bu alanda geleneksel yaklaşımın dışında modern araçların kullanımı fikri üzerine birçok benzer ve farklı çalışma yapılmış ve bir kısmı kullanıma sunulmuştur. Tıp ve sağlık bilimleri eğitiminde de çeşitli bilgisayar programları, simülasyonlar, mobil

uygulamalar dünyanın birçok üniversitesinde denenmiş ve verimli sonuçlar alınmıştır [2].

Mobil öğrenmenin tıp öğrencileri üzerindeki etkisini incelemek amacıyla Yoo ve ark. (2015), kardiyopulmoner sistem eğitimi için mobil uygulama kullanarak, yüksek kaliteli bir insan hasta simülatörü ile mobil uygulamayı karşılaştırmışlar ve öğrenmedeki etkinliğinin benzer olduğunu bulmuşlardır [3].

Tews ve ark.'nın tıp öğrencilerinin hastaları ile görüşmeden önce mobil öğrenme videoları izletilerek sunum performanslarını ve algılarını değerlendirmek için yürüttükleri bir çalışmada video izleyen öğrencilerin performanslarında istatistiksel olarak anlamlı bir iyileşme olduğunu belirtmişlerdir [4].

2012 yılında Davis ve ark. nın yaptıkları çalışmada tıp öğrencilerinin göğüs tüpü yerleştirme mobil öğrenme videolarını izlerken deneyim performansını incelemiş ve video izleyen katılımcıların beceri-kontrol değerlendirmesinde kontrol grubuna göre daha iyi puan aldıklarını göstermişlerdir [5].

Bangor Augmented Reality Education Tool for Anatomy (BARETA) platformu çalışmasında, artırılmış gerçeklik teknolojisinden (Augmented Reality) yararlanılarak, öğrencilere verilen insan anotomisinde ventriküler sistem konusu üzerine bir eğitim aracı oluşturulmuştur. Çalışmanın hipotezi, Artırılmış Gerçeklik(AG) yaklaşımının anatomi eğitiminde öğrencilerin öğrenme sürecine yeni fonksiyonlar kazandırarak değer katacağı üzerinedir [6].

Bir başka çalışmada, yine AG destekli, üç boyutlu akciğer dinamikleri üzerine odaklanmış bir ameliyat planlama aracı konsepti üzerine eğilinmiştir [7].

mirracle adıyla geliştirilmiş sistemde ise, çalışma artırılmış gerçeklik ve Microsoft Kinect sensörünün yardımıyla sanal anatomik yansıtmalar yardımıyla anatomi eğitimine katkıda bulunmayı amaçlamaktadır [8].

Simülasyon temelli eğitim çalışmalarından bir diğeri ise, Simulasyon Tabanlı Cerrahi Eğitim Programları ve El Performansı adlı çalışma ile gerçekleştirilmiştir. İlgili çalışmanın hedefleri mevcut cerrahi eğitim programlarını zenginleştirmek amacıyla özellikle simülasyona dayalı yüksek teknoloji sistemlerin tasarlanması, elde eidlen sonuçlarla bu alandaki çalışmalara kaynak ve katkı sağlamaktır [9].

Yöntem

Mobil teknolojilerin son yıllarda hızla gelişmesi ve erişilebilirliğin artmasıyla birlikte "mobil öğrenme" terimi de yaşamımızda yer almaya başladı. "Mobil öğrenme" mobil cihazlar yardımıyla hemen her zaman ve her yerde esnek öğrenme imkanı sağlamaktadır [10]. Örneğin Lisans dönemi hemşirelik eğitiminde kişisel dijital yardımcı (PDA) kullanımının bilgilerin tutulması, klinik eleştirel düşünme, iletişim yetenekleri ve hasta bakım kalitesi parametreleri açısından olumlu etkileri bildirilmiştir [11].

Çalışmada ortaya konan konsept uygulama için, sınırlanmış konu alanı için kullanılacak araçlar; yazılı materyal, yazılı materyali daha etkin hale getirecek AG uygulamaları, limbik sistemin hem tamamiyle sanal modellemesi ve kısmi simülasyonu bunun yanında ilgili sanal modellemenin AG yolu ile çeşitli etkileşimlere açık hale getirilmesi, yüz kaslarının AG ve görüntü işeleme araçları kullanılarak yakın-gerçekzamanlı projeksiyonu ve bu araçların kişisel uzaktan eğitimde kullanımı dışında sınıf ortamında gerçekleştirilen eğitimde de kullanılabilmesini sağlayacak formları olarak belirlenmiştir.

Araçların prototiplenmesi için geliştirme aracı ve ortamı olarak, ihtiyaç duyulan fonksiyonlara sahip olması ve prototiplemek için kullanışlı araçlara sahip olması gibi temel sebeplerden dolayı oyun motoru Unity3D'nin kullanılmasına karar verilmiştir.

Artırılmış Gerçeklik

Artırılmış gerçeklik, gerçek dünya görüşünün ve gerçeklik algısının, yakın-gerçek zamanlı olarak, bilgisayar ile üretilmiş bilginin yardımıyla zenginleştirilmesi / genişletilmesini sağlayan yönteme ve teknolojiye verilen addır. Artırılmış gerçeklik aktif veya pasif şekilde sanal objeler ile gerçek objelerin etkileşimlerine olanak sağlar ve iki gerçekliği birleştirir. Paul Milgram ve Fumio Kishino tarafından yaratılan Milgram'ın Gerçeklik-Sanallık Sürecinde, gerçekliğe yakınsayarak; gerçek çevre ve sanal çevrenin ortasında yer almaktadır [12,13].

Eğitim teknolojilerinde özellikle artırılmış gerçeklik anlamlı öğrenme ve bilgi transferinin sağlanması bakımınndan umut vaadedici görülmektedir. Başlıca avantajları; artırılmış gerçeklikteki sanal gerçekliğin, görülemeyeni görülür kılması, gerçek zamanlı etkileşimli doğası, artırılmış gerçekliğin

öğrenene aktif ve gerçek zamanlı geribildirim sağlama potansiyeli olarak belirtilebilir [14].

Litetür taramasında belirtilen daha önce yapılmış çalışmalarda da görülebileceği üzere, artırılmış gerçeklik teknolojisi ve yöntemleri etkin bir şekilde tıp eğitimi ve tıp alanında kullanılabilir kabul edilmekte ve kullanılmaktadır.

Teknolojinin son yıllardaki gelişimi, artırılmış gerçeklik yöntemlerinin ve uygulamalarının ihtiyaç duyduğu donanımsal gereksinimlerin; akıllı telefon olarak tabir edilen gündelik kullanımda hayatımızın içinde bulunan cihazlar tarafından karşılanabilir hale gelmesini sağlamış ve erişim oranını artırmıştır. Çalışma bu teknolojiyi, akıllı telefonlarda eğitim ihtiyaçlarını karşılayacak araçların uygulama olarak uyarlanması olarak kullanmayı hedeflemiştir.

Şekil 1'de görülebildiği üzere, artırılmış gerçeklik ve görüntü işleme yöntemleri kullanılarak, yüz kaslarını içeren bir kaplama, yakın-gerçek zamanlı olarak kullanıcının yüzüne yansıtılmaktadır.

Şekil 1. Prototip yüz kası kaplamasının, Artırılmış Gerçeklik ve görüntü işleme yöntemleri ile kullanıcının yüzüne yansıtılması.

Ayrıca yazılı ders materyali olarak kullanılan materyallerin de bu teknoloji yolu ile zenginleştirilmesi mümkündür.

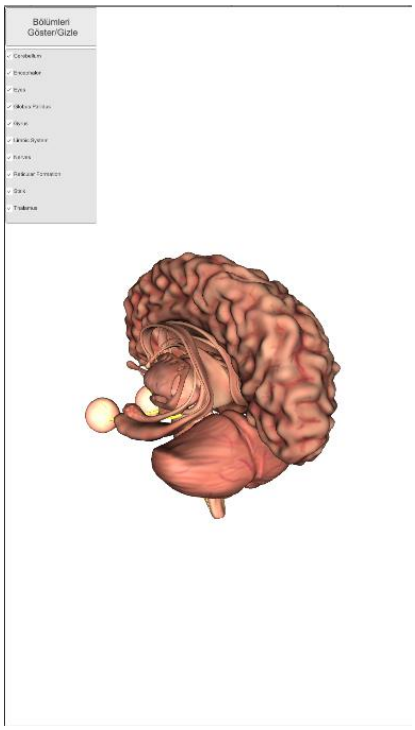
Artırılmış gerçeklik ile çalışmanın ortaya koyduğu konseptteki uygulamalardan bir diğeri ise, oluşturulmuş simülasyon ya da üç boyutlu modelin, referans işaretler yardımı ile gerçek objeler ve sanal objelerin etkileşim kurabileceği şekilde uygulama içinde gösterimi ve etkileşimler sağlamaktır.

Simülasyonlar

Simülasyonlar, tamamiyle sanal olarak hâlihazırda hem tıp eğitiminde, hem tıp biliminde, hem de uygulamada aktif olarak kullanılan araçlardır [6, 7, 8].

Çalışma özelinde tanımlamak gerekirse, simülasyon; eğitime konu olan bir sistemin, sistemi var eden kurallar ve işleyiş temelinde sanal olarak yaratılması, işletilmesi ve kontrol edilmesi sürecinin bütünüdür. Yaratılan simülasyon aktarılmak istenen içeriğin bütün dinamiklerini kapsayabilir ve ilgili sistemin kurallarının ve işleyinin doğru şekilde temsili olmalıdır.

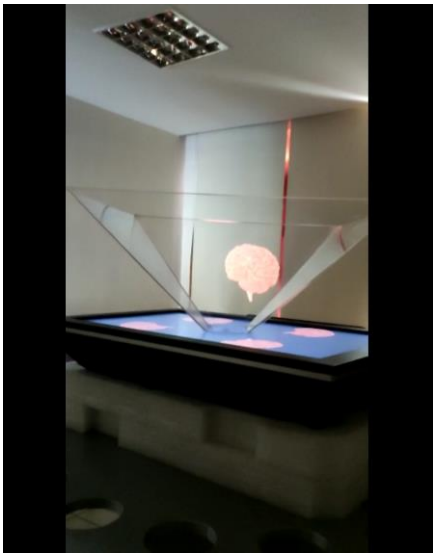
Çalışmada kısıtlanmış alan için limbik sistemin üç boyutlu gösterimi, çeşitli çalışmalara dayanarak; limbik sistemin işleyişi hakkında çeşitli gösterimleri sağlamak amacıyla eldeki limbik sistem modeli kullanılarak prototip bir simülasyon araç hedeflenmiştir. Bu prototipin aracın hem sanal gerçeklik hem artırılmış gerçeklik ile etkileşebilmesi amaçlanmıştır. Şekil 2'de prototip formunda, modelin incelenmesini sağlayacak etkileşimlere sahip bir simülasyonun arayüzü görülebilmektedir.



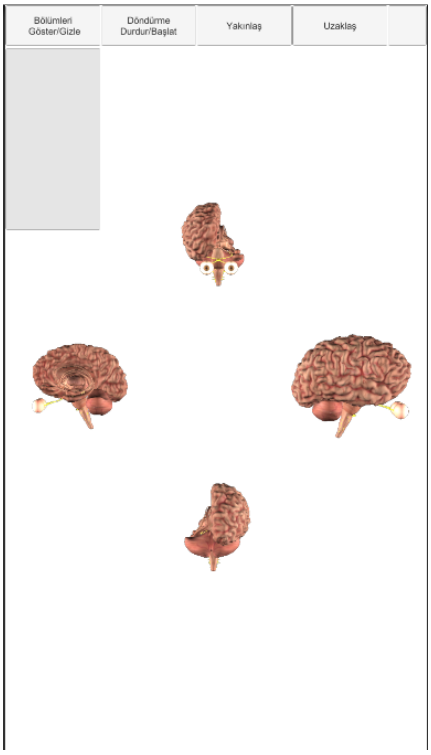
Şekil 2. Limbik sistemin prototip üç boyutlu temsilinin çeşitli kontroller ve etkileşimler ile incelenmesine imkan veren uygulama arayüzü.

Bir diğer simülasyon temelli araç ise, hem uzak eğitim hem de yüzyüze eğitimde, limbik sistemin üç boyutlu olarak yine farklı etkileşimler ve kontroller ile izin veren, uygulamanın yanında basit bir

pleksiglas düzeneğine ihtiyaç duyan hologram gösterim aracıdır. Şekil 3'de ilgili aracın sınıf eğitimi için oluşturulmuş formunun testi ve şekil 4.'de uygulama içindeki prototip arayüzü görülebilir.



Şekil 3. Basit pleksiglas düzeneği kullanılarak, optik teknik yardımıyla üç boyutlu limbik sistem hologramı.



Şekil 4. Limbik sistemin hologram olarak yansıtılabilmesi için prototip mobil uygulama arayüzü.

Tartışma

Konsept başlı başına bağımsız bir yaklaşım önermek yerine, geleneksel eğitim yaklaşımını zenginleştirip katkı sağlamayı aynı zamanda ilgili eğitimin, uzaktan sağlanmasını daha verimli hale getirmeyi hedeflemektedir. Kullanılan teknolojiler ve yöntemlerden kaynaklı olarak bir takım olumsuz görüşler ve sürdürülebilirlik açısından kaygılar görülmektedir.

Öğrenme konusunda, öğrencilerin maruz kaldıkları sanal gerçeklik ortamında içerik ve etkileşim yükünün yoğunluğu ve bunun yanında, sanal gerçeklik ortamını kullanmak için yönetmek zorunda kalınan teknolojik araçlar kaynaklı öğrencilerin "boğulduğu" ve kafa karışıklığı yaşadığı rapor edilmiştir [15].

İleri teknoloji ürünlerinin ve tekniklerinin eğitim alanında kullanımına özellikle kurumlar bazında ve ayrıca kişisel olarak olumsuz yaklaşılmasına sebep diğer bir etken ise, hem geliştirme hem de kullanım aşamalarında ezici maliyetlerin söz konusu olma ihtimali ve buna bağlı olarak bir araç olarak sürdürülebilirliğini yitirmesidir.

Mobil öğrenmeyle ilgili dünya genelindeki tüm olumlu çalışmalara rağmen gençlerde teknoloji bağımlılığı, dikkat dağıtma potansiyeli ve tıp eğitiminde klinik muhakemenin yerine geçmesi gibi endişeler de bulunmaktadır [16].

Gelişen teknolojinin ve tüketici seviyesindeki yüksek teknoloji ürünlerinin potansiyel işlem gücü ile beraberinde getirdiği kapasite ve yetenek, ileri yüksek teknoloji ürünlerinin masraf kaynaklı sürdürülebilirlik problemine büyük oranda çözüm getirmekte, daha önceleri, gerçekleştirebilmek gerek duyulan işlem gücüne erişmeyi sağlayacak bütçenin büyük kurumlar için bile sağlanması zorken, günümüzde kişisel olarak kullanılmakta olan akıllı telefon gibi cihazlar,bu çalışmada ortaya koyulan araçların ve konseptin uygulanabilmesi ve kullanılabilmesi için fazlasıyla yeterlidir.

Eğitim ve öğrenici yönlü kaygıların ise çalışmaların ilerletilip genişletilmesi ve derinleştirilmesi ile erişilebilecek çözümlerin yardımıyla giderilebileceği düşünülmektedir.

Ayrıca kaygıların yanında, çalışmada sunulan yaklaşıma benzer yaklaşımların aktif faydaları da görülebilmektedir.

Sağlık bilimleri eğitiminde giderek artan gerçek zamanlı simülasyonlar ve sanal hasta uygulamaları vaka senaryo çeşitliliğini arttırma imkanı sağlamaktadır. Artırılmış gerçeklik ve 3 boyutlu ortamların sağlık bilimleri eğitiminde de yerini almasıyla üniversitelerin gerçek vaka bağımlılığı ve öğrencilerin vakalara erişim kısıtlılığı azalmaktadır [17].

Yine de sağlık bilimleri eğitimine bilgisayar ve mobil cihazlar yardımıyla öğrenmenin avantajları arasında düşük maliyetle bilgileri kalıcılaştırmaya yardımcı olmak, daha az öğretmen gereksinimi, öğrenme sürecinde hızlı geri bildirimin sağlanması ve simülasyonlar aracılığıyla hastaların zarar görme riskinin azalması sayılabilir [18].

Türkiye'de Sener ve ark. nın 81 diş hekimliği öğrencisinin mobil öğrenme alışkanlıklarını inceledikleri araştırmaya göre dizüstü bilgisayarı olan öğrencilerin oranı (% 85.20) bir akıllı telefondan (% 97.50) daha düşük olduğundan ve çoğu öğrencinin mobil internet paketleri (% 98.80) olduğundan, öğrencilerin internete bağlanmak için en çok akıllı telefonları tercih ettiği ortaya konmuştur. Yapılan değerlendirmede öğrencilerin %86,9 'unun derslerde mobil öğrenmeye yönelik olumlu tutumları olduğunu göstermişlerdir [19].

EKG 'nin uygulama ve yorumlanmasından, histereskopi ve laparoskopi eğitimlerine, dermatopatolojik problem çözümlerine kadar simülasyonlar eğitim amaçlı denenmiş ve başarılı sonuçlar alınmıştır [20].

Sonuç

Tıp ve sağlık bilimleri eğitimi, sürekli güncellenen bilgiler sebebiyle lisans, uzmanlık eğitimi ve çalışma hayatı da dahil olmak üzere yaşam boyu öğrenmeyi kapsamalıdır. Mobil uygulamaların biraz ötesinde yapay zekanın öğrenme modellerine uygulanması yer almaktadır. 2000'li yıllara kadar tıp eğitimde yapay zekaya, ATTENDING ve GUIDON gibi projeler dışında, çok az rastlanmakla birlikte son 20 yılda gittikçe artan bir ivme ile karşımıza çıkmaktadır [21].

Geleneksel eğitimin yanında modern yaklaşımlarında tıp eğitiminde kullanılması, örnek çalışmalardan da anlaşılabileceği ve görülebileceği üzere olumlu etkiler yaratmaktadır. Yüksek teknoloji araçlarının ve çeşitli tekniklerin yardımı ile geleneksel teknolojinin yeterli verimlilikle aktaramayacağı eğitimin ve bilginin, bu yolla aktarılmasının mümkün olduğu düşünülmektedir.

Çalışmaya konu olan prototip uygulama ve konseptte daha önce de belirtildiği gibi temel alınan yöntem ve hedeflerin uygulanması ve kullanılması için gerek duyulan platformun, gündelik hayatın bir parçası olan akıllı telefonlar ve bu cihazların potansiyel etkileşimleri düşünüldüğünde; hem bu çalışma için hem de çalışmanın konu aldığı tıp eğitiminde uzaktan eğitim, yüksek teknolojinin ve tekniklerin tıp eğitiminde kullanılması konularında maliyet etkin ve sürdürülebilir araçlar sağlayabileceği açık bir şekilde görülebilmektedir.

Eğitim yöntemleri ve alışkanlıklar kaynaklı oluşabilecek olumsuz etkenlerin, konu üzerine yapılacak çalışmaların sonucunda giderilebileceği, ayrıca her yeni neslin yüksek teknoloji araçları ve yöntemleri ile olan artan etkileşimi göz önünde bulundurulduğunda, konseptin ve araçların yer yer olumsuz görülen yönlerinin ortadan kalkacağı düşünülmektedir. Yine sözkonusu artan ve güçlenen etkileşim, internetin sağladığı bilgiye erişim özgürlüğü ve potansiyeli göz önünde bulundurulduğunda, geleneksel eğitimin yüksek teknoloji içeren araçlarla genişletilmesi ve zorunluluk dışında dahi uzaktan eğitimin sağlanması ve iyileştirilmesi de verimli, sürdürülebilir ve anlamlı eğitim yaklaşımı için bir ihtiyaçtır.

Teşekkür

Tasarladığımız ve bu çalışmanın şekillenmesinde büyük etken olan Duygular ve Mimikler Sergisi'nin fikir sahibi Şeyma YÜZÜAK'a, geliştirilen konsept ve araçların ortaya çıkmasındaki önemli katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

Kaynakça

[1] Dimond, R., Bullock, A., Lovatt, J. et al. Mobile learning devices in the workplace: 'as much a part of the junior doctors' kit as a stethoscope'?. BMC Med Educ 16, 207 (2016). https://doi.org/10.1186/s12909-016-0732-z

[2] Chipps, J., Pimmer, C., Brysiewicz, P., Walters, F., Linxen, S., Ndebele, T., & Gröhbiel, U. (2015). Using mobile phones and social media to facilitate education and support for rural-based midwives in South Africa. Curationis, 38(2). https://doi.org/10.4102/curationis.v38i2.1500

[3] Yoo IY, Lee YM. The effects of mobile applications in cardiopulmonary assessment education. Nurse Educ Today. 2015;35(2):e19-e23. doi:10.1016/j.nedt.2014.12.002

[4] Tews M, Brennan K, Begaz T, Treat R. Medical student case presentation performance and perception when using mobile learning technology in the emergency department. Med Educ Online. 2011;16:10.3402/meo.v16i0.7327. doi:10.3402/meo.v16i0.7327

[5] Davis JS, Garcia GD, Wyckoff MM, et al. Use of mobile learning module improves skills in chest tube insertion. J Surg Res. 2012;177(1):21-26. doi:10.1016/j.jss.2012.03.022

[6] Thomas RG, John NW, Delieu JM. Augmented reality for anatomical education. J Vis Commun Med. 2010;33(1):6-15. doi:10.3109/17453050903557359

[7] Hamza-Lup FG, Santhanam AP, Imielińska C, Meeks SL, Rolland JP. Distributed augmented reality with 3-D lung dynamics--a planning tool concept. IEEE Trans Inf Technol Biomed. 2007;11(1):40-46. doi:10.1109/titb.2006.880552

[8] T. Blum, V. Kleeberger, C. Bichlmeier and N. Navab, "mirracle: An augmented reality magic mirror system for anatomy education," 2012 IEEE Virtual Reality Workshops (VRW), Costa Mesa, CA, 2012, pp. 115-116, doi: 10.1109/VR.2012.6180909.

[9] B. G. Eyüboğlu, D. Topallı, N. E. Çağıltay and G. Tonbul, "Simulation based surgical education programs and hand performance," 2016 Medical Technologies National Congress (TIPTEKNO), Antalya, 2016, pp. 1-4, doi: 10.1109/TIPTEKNO.2016.7863112.

[10] Dent, J., Harden, R. and Hunt, D., 2001. A Practical Guide For Medical Teachers.

[11] Fisher, K. & Koren, A. (2007). Palm Perspectives: The Use of Personal Digital Assistants in Nursing Clinical Education. A Qualitative Study. Online Journal of Nursing Informatics (OJNI), 11, (2) [Online]. Available at http://ojni.org/11_2/fisher.htm

[12] Carmigniani, J., Furht, B., Anisetti, M., Ceravolo, P., Damiani, E., & Ivkovic, M. (2010). Augmented reality technologies, systems and applications. Multimedia Tools and Applications, 51(1), 341–377. https://doi.org/10.1007/s11042-010-0660-6

[13] Milgram, P., Takemura, H., Utsumi, A., & Kishino, F. (1995). <title>Augmented reality: a class of displays on the reality-virtuality continuum</title>. In H. Das (Ed.), Telemanipulator and Telepresence Technologies. SPIE. https://doi.org/10.1117/12.197321

[14] Kamphuis, C., Barsom, E., Schijven, M., & Christoph, N. (2014). Augmented reality in medical education? Perspectives on Medical Education, 3(4), 300–311. https://doi.org/10.1007/s40037-013-0107-7

[15] Wu, H.-K., Lee, S. W.-Y., Chang, H.-Y., & Liang, J.-C. (2013). Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. Computers & Education, 62, 41–49. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.10.024

[16] McAlearney AS, Schweikhart SB, Medow MA. Doctors' experience with handheld computers in clinical practice: qualitative study. BMJ. 2004;328(7449):1162. doi:10.1136/bmj.328.7449.1162

[17] Caudell TP, Summers KL, Holten J 4th, et al. Virtual patient simulator for distributed collaborative medical education. Anat Rec B New Anat. 2003;270(1):23-29. doi:10.1002/ar.b.10007

[18] Chan, K. S., & Zary, N. (2019). Applications and Challenges of Implementing Artificial Intelligence in Medical Education: Integrative Review. JMIR Medical Education, 5(1), e13930. https://doi.org/10.2196/13930

[19] Suner, A., Yilmaz, Y., & Pişkin, B. (2019). Mobile learning in dentistry: usage habits, attitudes and perceptions of undergraduate students. PeerJ, 7, e7391. https://doi.org/10.7717/peerj.7391

[20] Voss G, Bockholt U, Los Arcos JL, Müller W, Oppelt P, Stähler J. LAHYSTOTRAIN intelligent training system for laparoscopy and hysteroscopy. Stud Health Technol Inform. 2000;70:359-364.

[21] Bashook, P. G., & Parboosingh, J. (1998). Continuing medical education: Recertification and the maintenance of competence. BMJ, 316(7130), 545–548. https://doi.org/10.1136/bmj.316.7130.545

Türkçe Metin Verileri Üzerinde Merkez Tabanlı Sınıflandırma

Rıfat AŞLIYAN*, Orkun HARAÇVERMEZ

Aydın Adnan Menderes Üniversite, Fen-Edebiyat Fakültesi, Matematik Bölümü, Aydın, TÜRKİYE

Özet

Son yıllarda bilgisayar ve internet teknolojilerinde çok büyük gelişmeler olmaktadır. Artık çoğumuz yazılı veya görsel her türlü veriye erişebilmekteyiz. Fakat, özellikle dijital metinlerin çok artması, bu verilere erişimde yavaşlığa sebep olmaktadır. Aynı zamanda doğru veriye ulaşmamızı da güçleştirmektedir. Bu sebeple metin verilerinin sınıflandırılması bir zorunluluk haline gelmiştir. Böylece metin verilerine çok hızlı ve doğru bir şekilde ulaşabiliriz. Doğal dil işlemede en temel görevlerden olan metin sınıflandırma, dokümanların otomatik olarak önceden belirlenmiş metin sınıflarına atanması işlemidir. Sınıflandırma problemlerinde metin verileri ilk olarak eğitim ve test veri seti olmak üzere iki kısma bölünür. Eğitim veri seti ile sınıflandırma metotları eğitildikten sonra test veri seti ile eğitilmiş sistemin başarısı tespit edilir. Metin sınıflandırma, ön işleme, özniteliklerin çıkarılması, sistemin eğitilmesi ve test edilmesi olmak üzere dört safhadan oluşmaktadır. Ön işlemede, etkisiz sözcüklerin dokümanlardan atılması ve büyük harflerin küçük harflere dönüştürülmesi gibi doküman yalınlaştırma işlemleri yapılır. Özniteliklerin çıkarılması safhasında ise her doküman, terim frekans-ters doküman frekans değerlerinden oluşan vektörlere dönüştürülür. Gerekirse, sistemin başarısını ve hızını artırmak için bu vektörlerin boyutları azaltılabilir. Eğitim aşamasında veri madenciliği yöntemleri bu vektörlerle eğitilir. Sistem eğitildikten sonra test veri setindeki dokümanların hangi sınıfa ait oldukları belirlenebilir ve sistemin başarısı hesaplanabilir. Sistemin eğitilmesinde ve test edilmesinde merkez tabanlı metotlardan Standart Merkez Tabanlı Metot, Yaklaştır-Uzaklaştır Metodu, Geniş Mesafe Yaklaştır-Uzaklaştır Metodu ve Çekim Modeli ile Destek Vektör Makinesi , Naive Bayes ve K-En Yakın Komşu metotları kullanılmıştır. Bu metotların başarıları Türkçe veri setleri üzerinde, K-Kat Çapraz Geçerlilik yapılarak, Doğruluk ve F1-Ölçüsü metrikleri ile hesaplatılmış ve karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Metin Sınıflandırma, Merkez Tabanlı Sınıflandırma, Destek Vektör Makinesi, Naive Bayes, K-EYK*

Centroid-Based Categorization on Turkish Text Data

Abstract

In recent years there have been dramatically huge developments in computer and internet technologies. Most of us are now able to access almost all types of written or visual data. However, especially the increase in the number of digital texts causes slow access to these data. Furthermore, it obstructs access to accurate data. For this reason, the classification of text data has become essential. Thus, we can access the text data very quickly and accurately. Text classification, which is one of the most basic tasks in Natural Language Processing, the process of automatically assigning documents to text classes according to its content. In classification problems, first of all, the text data is divided into two parts as the training and test data set. After training the classification methods with the training data set, the success of the system is determined with the test data set. The text classification consists of four stages: preprocessing, feature extraction, training, and testing of the system. In pre-processing, document cleaning is done, such as removing stop words from documents and converting upper case letters to lower case. In the phase of feature extraction, each document is converted into feature vectors consisting of the term frequency-inverse document frequency values. If necessary, the dimensions of these vectors can be reduced to increase the success and speed of the system. In the training phase, data mining methods are trained with these vectors. After the training stage, the class of the documents in the test data set can be determined, and the success of the system can be calculated. In training and testing, we have used the centroid methods as Standard Centroid-Based Method, Drag-Push Method, Large Margin Drag Push Method, Gravitational Model, and we have compared with the methods as K-Nearest Neighbor,

* Corresponding author e-mail : rasliyan@adu.edu.tr

Naive Bayes, and Support Vector Machine. The effectiveness of the systems has been tested with K-Fold Cross Validation, and the achievements of these methods have been computed on Turkish data sets according to Accuracy and F1-measure metrics.

Keywords: *Text Categorization, Centroid-Based Categorization, Support Vector Machine, Naive Bayes, K-NN*

Giriş

Günümüzde bilgisayar teknolojilerinin çok hızlı gelişmesinden dolayı metin verileri çok büyük ölçüde artmıştır. Bu verileri bireysel olarak kontrol etmek, incelemek veya sınıflandırmak artık mümkün değildir. Çünkü bunu yapmak için hem çok zaman gerekir, hem de bu işlem, insanlar için çok sıkıcı ve güç bir durumdur. Aynı zamanda belirli metinlerin sınıflandırılması kişiye göre değişebilir yani objektif olmayabilir. Bu sebeple metinlerin otomatik olarak sınıflandırılması gerekmektedir. Böylece çok daha hızlı, çok daha başarılı ve objektif bir sınıflandırma yapılmış olur.

Metin sınıflandırma [1, 2, 3, 4, 5], metin dokümanların önceden belirlenmiş sınıflara otomatik olarak atanması işlemidir. Otomatik sınıflandırma, büyük miktardaki verilerden önemli bilgilere erişim, hızlı olacağından oldukça faydalıdır. Metin sınıflandırmayı başarıyla gerçekleştirmek, veri setlerindeki büyük miktardaki dokümanlardan, dokümanlardaki özniteliklerin çok fazla olmasından ve çok sayıda sınıfların olabilmesinden dolayı zor bir süreçtir.

Merkez tabanlı sınıflandırıcılar [6, 7, 8, 9, 10, 11] metin sınıflandırma metotları arasında çok tercih edilen metotlardandır. Çünkü diğer metotlara göre oldukça hızlıdırlar. Eğitim aşamasında algoritma karmaşıklığı doğrusaldır. Bu yüzden çok büyük boyuttaki metinlerin sınıflandırılmasında önemli rol oynar. Merkez tabanlı sınıflandırıcılarda bir dokümanın eğitim setindeki sınıfların önceden belirlenmiş merkezlerine olan uzaklıkları belirlenerek bu dokümana en çok benzeyen sınıf belirlenir.

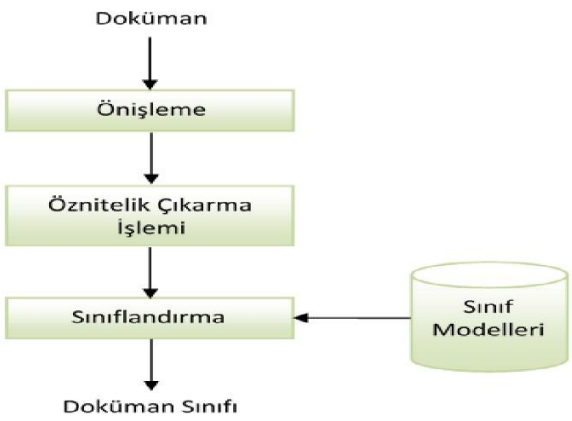
Günümüze kadar bir çok farklı metin sınıflandırma metotları geliştirilmiş ve uygulanmıştır [3, 5, 12, 13, 14, 15]. Doküman sınıflandırmada en çok kullanılan metotlar Merkez Tabanlı Sınıflandırma [6, 7, 8, 9, 10, 11, 16, 17], K-En Yakın Komşu [5, 18, 19], Naive Bayes [4, 20], Destek Vektör Makinesi [21], Yapay Sinir Ağları [22] ve Karar Ağaçları [23] metotlarıdır.

Şekil 1'de görüldüğü gibi metin sınıflandırmanın test aşamasında ilk olarak Önişleme, ikinci olarak Öznitelik Çıkarma ve son olarak da Sınıflandırma işlemi uygulanır.

Önişleme'de girdi olarak alınan dokümanın, hangi dilde ise o dile ait harfleri alınmaktadır. Harfler dışındaki diğer karakterler atılmaktadır. Tüm harfler küçük harflere dönüştürülür. Sözcükler arasındaki fazla boşluklar silinerek her sözcük arasında sadece bir karakterlik boşluk bırakılması sağlanır.

Öznitelik Çıkarma'da ise önişlemden geçirilen dokümanlar sayısal verilere sahip vektörlere dönüştürülür. Burada her bir sözcüğün doküman içindeki frekansı (TF) (Doküman içinde kaç defa geçtiği) sonrasında sözcük-frekans-ters-doküman frekansı (TF-IDF) (Term-Frequency-Inverse-Document Frequency) değerleri hesaplanır. Doküman frekansı, bir sözcüğün bir sınıftaki kaç dokümanda geçtiği anlamına gelmektedir. Bu değerlere sahip vektörler en son olarak normalize edilirler.

En son aşamada vektörler şeklinde temsil edilen dokümanların, sınıf modelleri kullanılarak hangi sınıfa ait oldukları tespit edilir. Burada bir veya birkaç sınıflandırma metoduna ihtiyaç duyulur. Fakat ilkin bu sınıf modellerinin yine aynı sınıflandırma metodu ile eğitim aşamasındaki veri seti kullanılarak Önişleme ve Öznitelik Çıkarma işlemi yapılarak oluşturulması gereklidir.



Şekil 1. Metin sınıflandırma genel yapısı

Bu çalışmanın ikinci bölümünde merkez tabanlı sınıflandırma metotları, Destek Vektör Makinesi, Naive Bayes ve K-En Yakın Komşu metotları açıklanmıştır. Üçüncü bölümde, bu metotların

başarıları performans ölçülerine göre değerlendirilmiştir ve karşılaştırılmıştır. Sonu bölümünde ise tüm sistemlerin başarıları özet olarak ifade edilmiştir.

Metotlar

Bu bölümde Standart Merkez Tabanlı Metot (SMTM), Merkez Tabanlı Yaklaştır-Uzaklaştır (DragPush) Metodu (MTYUM), Merkez Tabanlı Geniş Mesafe Yaklaştır-Uzaklaştır (Large Margin DragPush) Metodu (MTGMYUM) ve Merkez Tabanlı Çekim Modeli (Gravitation Model) (MTÇM) metotlarından bahsedilecektir. Buna ek olarak K-En Yakın Komşu (K-EYK), Multinomial Naive Bayes (MNB) ve Destek Vektör Makinesi (DVM) metotları açıklanacaktır.

Standart Merkez Tabanlı Metot

Merkez tabanlı metotların [6, 7, 8, 9, 10, 11, 16, 17] sınıflandırılmasında, veri setinde bulunan dokümanlar Vektör Uzayı Modeli (VUM) şeklinde temsil edilirler. Bu modelde her $\vec{d}$ dokümanı terim uzayındaki bir vektör olarak kabul edilir. C_n, *n*. sınıfı ifade etmektedir. $\overrightarrow{C_n^S}$ ve $\overrightarrow{C_n^N}$ sırasıyla *n*. sınıfa ait dokümanların toplamı ve dokümanların toplamının normalize edilmiş vektörlerini temsil etmektedir.

Denklem 1 ve 2'de görüldüğü gibi ilk olarak, her C_n sınıfına ait doküman vektörlerinin toplamı hesaplandıktan sonra $\overrightarrow{C_n^S}$ vektörü 2-norm'una bölünerek normalize edilir ve $\overrightarrow{C_n^N}$ olarak temsil edilir.

$$\overrightarrow{C_n^S} = \sum_{d \in C_n} \vec{d} \tag{1}$$

$$\overrightarrow{C_n^N} = \frac{\overrightarrow{C_n^S}}{\left\|\overrightarrow{C_n^S}\right\|_2} \tag{2}$$

Denklem 3'te belirtildiği üzere $\vec{d}$ vektörü ile C_n sınıfı arasındaki benzerlik, $\vec{d}$ vektörü ile $\overrightarrow{C_n^S}$ vektörünün noktasal çarpımı ile bulunur. Buradaki noktasal çarpım işlemi kosinüs benzerliğine denktir. Çünkü $\vec{d}$ doküman vektörü, Denklem 5'te gösterilen TF-IDF denklemi kullanılarak ve sonrasında 2-norm'a göre normalize edilerek hesaplanmaktadır. Denklem 4'teki D, eğitim setindeki toplam doküman sayısıdır. m_t ise t terimini içeren doküman sayısıdır. $TF(t, \vec{d})$, $\vec{d}$ dokümanındaki t teriminin sıklığını temsil etmektedir. ε değeri de 0.01 olarak alınmıştır.

$$\mathrm{sim}(\vec{d}, C_n) = \vec{d} \cdot \overrightarrow{C_n^S} \tag{3}$$

$$w_{TF-IDF}(t, \vec{d}) = TF(t, \vec{d}) \times \log(D/m_t + \varepsilon) \tag{4}$$

$$W_{TF-IDF}^N(t, \vec{d}) = \frac{TF(t, \vec{d}) \times \log(D/m_t + \varepsilon)}{\sqrt{\sum_{t \in \vec{d}} \left[TF(t, \vec{d}) \times \log(D/m_t + \varepsilon)\right]^2}} \tag{5}$$

$$C = \arg\max_{C_n} \left(\vec{d} \cdot \overrightarrow{C_n^N}\right) \tag{6}$$

Denklem 6'yı kullanarak $\vec{d}$ vektörüne en çok benzeyen C sınıfı hesaplanır.

Merkez Tabanlı Yaklaştır-Uzaklaştır Metodu

Standart merkez sınıflandırma yapılırken, veri setlerine bağlı olarak merkezleri tespit edildiğinde hem test hem de eğitim setinin doğruluk başarı oranı düşebilmektedir. Bu problemi çözmek için en doğru yol eğitim setindeki örnekler ile merkezleri yeniden ayarlamaktır. Yaklaştır-Uzaklaştır [17] metodu merkezleri ayarlayarak sınıflandırma başarısını artırmayı amaçlar. Böylece hem eğitim hem de test setindeki doğruluk oranını iyileştirmek mümkün olur.

Bu yaklaşımda ilk olarak iterasyon sayısı (Maksimum İterasyon) ve öğrenme oranının (α) kaç olacağını belirlemek gerekir. Devamında her C_n sınıfı için $\overrightarrow{C_n^{S,0}}$ ve $\overrightarrow{C_n^{N,0}}$ (n. sınıfın toplam ve toplam normalize vektörleri) vektörleri hesaplanır. 0, ilk iterasyonu ifade etmektedir. $0 \rightarrow 1$ ise bir sonraki iterasyon anlamına gelmektedir. Her iterasyonda eğitim setindeki dokümanların her biri sınıflandırılır. Farz edelim ki, A ve B olmak üzere iki sınıf olsun. A sınıfına ait bir $\vec{d}$ dokümanı, B sınıfı olarak yanlış sınıflandırılmış olsun. Denklem 7, 8, 9 ve 10'da görüldüğü üzere A sınıfının merkezi $\vec{d}$ dokümanına öğrenme oranı katsayısına göre yaklaştırılır. B sınıfının merkezi ise aynı oranda uzaklaştırılır. Burada $\vec{d}$ dökümanının her öznitelik değeri sıfırdan büyük olduğu değerde aşağıdaki işlemler gerçekleştirilir.

$$\overrightarrow{C_A^{S,0 \rightarrow 1}} = \overrightarrow{C_A^{S,0}} + \alpha \times \vec{d} \tag{7}$$

$$\overrightarrow{C_A^{N,0 \rightarrow 1}} = \frac{\overrightarrow{C_A^{S,0}}}{\left\|\overrightarrow{C_A^{S,0}}\right\|_2} \tag{8}$$

$$\overrightarrow{C_B^{S,0 \rightarrow 1}} = \left[\overrightarrow{C_B^{S,0}} - \alpha \times \vec{d}\right]_+ \tag{9}$$

$$\overrightarrow{C_B^{N,0\to1}} = \frac{\overrightarrow{C_B^{S,0}}}{\left\|\overrightarrow{C_B^{S,0}}\right\|_2} \quad (10)$$

Denklem 9'da $[x]_+$ ifadesi x sıfırın altında bir değere sahip olursa 0 değerini verir; 0'dan büyük değer içerirse o değeri çıktı olarak verir. Yani $[x]_+ = \max\{0, x\}$ olarak ifade edilir. Denklem 7 ve 8, $\vec{d}$ dokümanı yanlış sınıflandırıldığında yani A sınıfındaki $\vec{d}$ dokümanı B sınıfı olarak sınıflandırılırsa A sınıfına yaklaştırılacağını ifade etmektedir. Denklem 9 ve 10 ise yine $\vec{d}$ dokümanı yanlış sınıflandırıldığında yani A sınıfındaki $\vec{d}$ dokümanı B sınıfı olarak sınıflandırılırsa B sınıfından uzaklaştırılacağını göstermektedir.

Merkez Tabanlı Geniş Mesafe Yaklaştır-Uzaklaştır Metodu

Geniş mesafe yaklaştır-uzaklaştır metodundaki mesafe düşüncesi, destek vektör makinesindeki [24] sınıflar arasındaki mesafeden esinlenerek ortaya atılmıştır. Eğitim setindeki sınıfları ayıran düzlemin sınıflara olan mesafesinin en uygun seviyede olması amaçlanır.

Yaklaştır-uzaklaştır metodu sınıflandırma yaparken genelleştirme yapabilmektedir. Fakat genelleştirmeyi garantileyememektedir. Sadece eğitim setinin sınıflandırma hatasını amaç fonksiyonunun kriteri olarak kabul etmektedir. Bu sebeple yaklaştır-uzaklaştır metodunun başarısını artırmak için DVM'deki mesafe düşüncesi bu algoritmaya dahil edilmiştir.

Bu metot, her eğitim örneği için hipotez-mesafe ya da yaklaşık mesafenin hesaplanmasına ihtiyaç duyar. Hipotez-mesafe ile hipotez sınıf üzerinde bir uzaklık ölçüsü belirlenmektedir. Bir örneğin hipotez-mesafesi, kendi sınıfındaki ve diğer sınıflardaki en yakın örnekler arasındaki mesafe olarak ifade edilir. Denklem 11'de $\overrightarrow{x_p}$ örneğinin kendi sınıfındaki en yakın örneği $\overrightarrow{x_R}$ ve diğer sınıflara olan en yakın örnek x_M olmaktadır.

$$HM_p(\overrightarrow{x_p}) = \frac{1}{2}\left(\left\|\overrightarrow{x_p} - \overrightarrow{x_R}\right\| - \left\|\overrightarrow{x_p} - \overrightarrow{x_M}\right\|\right) \quad (11)$$

Denklem 11'e benzer şekilde Denklem 12'yi ifade edebiliriz. Bir $\overrightarrow{x_n}$ örneğinin C merkez sınıflandırıcısına göre hipotez mesafesi aşağıdaki gibi hesaplanır. Burada $\overrightarrow{C_R}$, $\overrightarrow{x_n}$ örneğinin kendi sınıfının merkezidir. $\overrightarrow{C_M}$ ise $\overrightarrow{x_n}$ örneğinin farklı sınıfların merkezlerin en yakın merkezi olmaktadır.

$$HM_C(\overrightarrow{x_n}) = \left(Sim(\overrightarrow{x_n}, \overrightarrow{C_R}) - Sim(\overrightarrow{x_n}, \overrightarrow{C_M})\right) \quad (12)$$

Eğitim hatasının tanımına uygun olarak her örnek için genelleştirilmiş hata yani "MesafeHata" tanımlanır. Farz edelim ki, bir $\vec{d}$ örneğinin hipotez-mesafesi sıfırdan daha büyükse ve 0.05 gibi çok küçük bir sabit sayıdan küçükse merkez sınıflandırıcısı $\vec{d}$ örneğine göre "MesafeHata" oluşturmuştur. Bu küçük sabit değer "MinimumMesafe" olarak adlandırılır. Bu durumda $\vec{d}$ örneği minimum mesafededir denir. Eğer $\vec{d}$ örneği minimum mesafede ise Denklem 7 ve 9, Denklem 13 ve 14'teki gibi olacak şekilde revize edilir.

$$\overrightarrow{C_A^{S,0\to1}} = \overrightarrow{C_A^{S,0}} + \text{MesafeAğırlık} \times \vec{d} \quad (13)$$

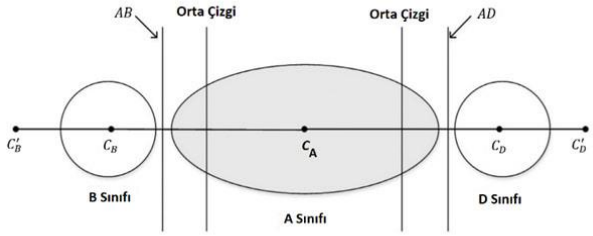
$$\overrightarrow{C_B^{S,0\to1}} = \left[\overrightarrow{C_B^{S,0}} - \text{MesafeAğırlık} \times \vec{d}\right]_+ \quad (14)$$

Merkez Tabanlı Çekim Modeli

Çekim modeli (Gravitation Model-GM), merkez tabanlı sınıflandırıcıların (CBC) dengesiz sınıf veri setlerindeki eksikliğini gidermek için ortaya atılmış bir metottur. Bu model, CBC'den kaynaklanan eksikliği azaltmak için sınıflandırıcı hiper düzlemi daha iyi duruma getirmek için ayarlamalar yapar. MTÇM, daha önceki çalışmalardan oldukça farklıdır. Önceki modeller, model oluşturulurken terim ağırlıklarını ayarlayarak ya da eğitim aşamasında sınıf merkezlerinin pozisyonlarını değiştirerek sınıf merkezlerini bulur.

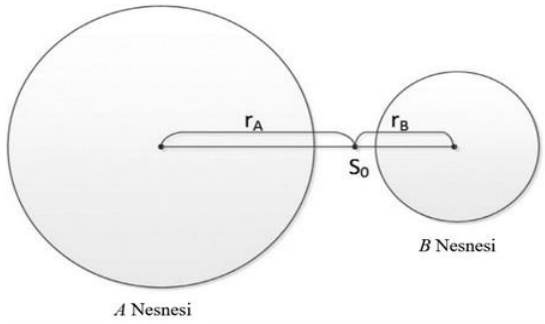
Çekim modeli, Newton'un evrensel çekim yasasından esinlenilerek tasarlanmıştır. Newton yasasına göre evrendeki her nesne birbirini bir kuvvetle çekmektedir. İki nesne arasındaki çekim kuvveti Denklem 15'te görüldüğü gibi hesaplanmaktadır. Burada G, yerçekimi sabiti; M, birinci nesnenin kütlesi; m ise ikinci nesnenin kütlesidir. r, iki nesne arasındaki uzaklığı ifade etmektedir. Bu denklem şunu ifade etmektedir: İki nesne arasındaki çekim kuvveti, iki nesnenin kütlelerinin çarpımı ile doğru orantılıdır; fakat onlar arasındaki uzaklığın karesi ile ters orantılıdır.

$$F = \frac{GMm}{r^2} \quad (15)$$



Şekil 2. B ve D sınıflarının iyileştirilmiş merkezleri

Farz edelim ki, M_A ve M_B sırasıyla A ve B nesnelerinin kütleleri olsun. A ve B nesnelerinin ortasında bulunan S nesnesinin kütlesi de m olsun. r_A ve r_B sırasıyla S nesnesinin A ve B nesnelerine olan uzaklıklarıdır. S nesnesi ile A ve B nesneleri arasındaki çekim kuvvetide sırasıyla F_A ve F_B dir. Şekil 3'te görüldüğü gibi çekim yasasına göre A ve B nesnelerini birleştiren doğru üzerinde S_0 Lagrange noktası bulunmaktadır. Bu noktada F_A ve F_B çekim kuvvetleri birbirine eşittir. Eğer S nesnesi, S_0 noktasının solunda bulunursa B nesnesinin S nesnesine uyguladığı çekim kuvveti A nesnesinin S nesnesine uyguladığı çekim kuvvetinden küçük olur. Yani $F_A > F_B$ dir. Bu sebeple S nesnesi A nesnesine doğru hareket edecektir. Tersi olursa B nesnesine doğru hareket edecektir.



Şekil 3. A ve B arasındaki S_0 çekimsel denge noktası

A ve B nesneleri, A ve B sınıfları gibi düşünülebilir. S nesnesi de vektör uzayındaki $\vec{d}$ örneği gibi kabul edilebilir. $\vec{d}$ örneğinin hangi sınıfa ait olacağı, A ve B sınıflarının çekim kuvvetleriyle hesaplanabilir. Eğer $\vec{d}$ örneği Lagrange S_0 noktasının solunda kalırsa $\vec{d}$ örneği $F_A > F_B$ olduğundan A sınıfı olarak sınıflandırılacaktır. Eğer $\vec{d}$ örneği Lagrange S_0 noktasının sağında kalırsa $\vec{d}$ örneği $F_B > F_A$ olduğundan B sınıfı olarak sınıflandırılacaktır. Çekim modelindeki sınıflandırma hiper düzlemi, merkez tabanlı sınıflandırıcıda olduğu gibi A ve B sınıflarının sınıflandırılacak $\vec{d}$ örneğine aynı benzerliği paylaşan hiper düzlemden farklıdır. Vektör uzayında iki sınıf arasındaki Lagrange hiper düzlemi, Denklem 16'daki gibidir.

$$\frac{M_A}{r_A^2} = \frac{M_B}{r_B^2} \tag{16}$$

Denklem 16'da r_A ve r_B sırasıyla $\vec{d}$ örneğin, A ve B sınıflarının merkezlerine olan uzaklıkları ifade etmektedir. $\frac{1}{r_A^2}$ ve $\frac{1}{r_B^2}$, $\vec{d}$ örneği ile A ve B sınıfları arasındaki benzerlik ölçüsü gibi kabul edilebilir. Böylece Denklem 16, tekrar yazılırsa Denklem 17 gibi olacaktır.

$$M_A * \mathrm{Sim}(\vec{d}, \overrightarrow{C_A}) = M_B * \mathrm{Sim}(\vec{d}, \overrightarrow{C_B}) \tag{17}$$

$\mathrm{Sim}(\vec{d}, \overrightarrow{C_A})$ ve $\mathrm{Sim}(\vec{d}, \overrightarrow{C_B})$ sırasıyla, $\vec{d}$ örneği ile A ve B sınıflarının merkezleri arasındaki benzerlik değerleridir. M_A ve M_B ise eğitim setinden öğrenilebilen kütle değişkenidir. Uygun kütle değişkenini bulmak asıl amaçtır. Burada, sınıflandırma hatasını en küçük seviyeye getirmek için en uygun hiper düzlemi bulmak amaçlanır. Test aşamasında ise çekim modeli, $\vec{d}$ örneği ile her sınıfın merkezi ile olan çekim kuvveti Denklem 18'de gösterildiği gibi hesaplanır.

$$F(\vec{d}, \overrightarrow{C_j}) = M_j * \mathrm{Sim}(\vec{d}, \overrightarrow{C_j}) \tag{18}$$

M_j, $j \in [1, |C|]$ olacak şekilde j. sınıfın kütle değişkenini temsil etmektedir. $\vec{d}$ örneğinin sınıfı ise Denklem 19'da görüldüğü gibi en yüksek çekim kuvveti hangi sınıfa aitse o sınıf olacaktır.

$$\mathrm{Sınıf}(\vec{d}) = \arg\max_j \; F(\vec{d}, \overrightarrow{C_j}) \tag{19}$$

Çekim modeli tarafından sunulan kütle değişkeni, eğitim safhasında sınıf dağılımını belirlemede kullanılır. Devamında da sınıfı bilinmeyen örneklerin sınıfının ne olduğunun bulunmasında uygulanır.

Şekil 3'te görüldüğü gibi büyük sınıf yani C_A sınıfı için onun örnekleri vektör uzayındaki geniş dağılımından dolayı hatalı bir şekilde komşu sınıflara atanacaktır. Sistem değerlendirme ölçülerinden Geri Çağırma (Recall) ölçüsüne göre başarı düşmüş olacaktır. C_A ve C_B gibi küçük sınıflara göre ise komşu sınıfların örnekleri, küçük dağılım alanından dolayı bu sınıfa atanırlar. Yine bu durum, sistem değerlendirme ölçülerinden

Duyarlık (Precision) ölçüsünü düşürecektir. Sınıfları dengesiz olan veri setlerinde Standart Merkez Tabanlı Memetot yukarda bahsedilen sebeplerden dolayı sistemin performansı zayıf olacaktır. Fakat bu sisteme kütle değişkeni dahil edilirse problem kolay bir şekilde çözülmüş olacaktır. Bir merkezin içerdiği bölge çekim modelinde eşit olarak genişleyecektir.

Multinomial Naive Bayes sınıflandırıcı

Bir sınıflandırıcı, farklı nesneleri belli özelliklere göre ayırmak için kullanılan makine öğrenmesi modelidir.

Bir Naive Bayes sınıflandırıcısı [4, 20] sınıflandırma işi için kullanılan olasılıksal bir makine öğrenmesi modelidir. Sınıflandırıcının mantığı Bayes teoremine dayanır.

$$P(A|B) = \frac{P(B|A).P(A)}{P(B)} \tag{20}$$

Denklem 20'de görüldüğü gibi Bayes teoremini kullanarak, *B* olayı gerçekleştikten sonra *A*'nın gerçekleşme olasılığını bulabiliriz. Burada *B* kanıt ve *A* hipotezdir. Buradaki var olan öznitelikler birbirinden bağımsızdır. Yani birinin varlığı diğerlerini etkilemez.

Bayes teoremi aşağıdaki gibi yeniden yazılabilir.

$$P(y|X) = \frac{P(X|y).P(y)}{P(X)} \tag{21}$$

y değişkeni verilen koşullara bir olayın gerçekleşip gerçekleşmediğini belirten sınıf değişkenidir. X değişkeni parametreleri gösterir.

$$X = (x_1, x_2, x_3, \dots, x_n) \tag{22}$$

Denklem 22'de $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ X'in parametrelerini göstermektedir. X'i yerine yazıp açarsak zincir kuralını kullanarak Denklem 23 elde edilir.

$$P(y|, x_2, x_3, \dots, x_n) = \frac{P(x_1|y)P(x_2|y) \dots P(x_n|y)P(y)}{P(x_1)P(x_2) \dots P(x_n)} \tag{23}$$

Veri setine bakarak ve denklemde yerine yazarak her biri için değerler elde edebiliriz. Veri setindeki tüm girdiler için payda değişmeden kalır. Bu yüzden Denklem 24'teki gibi payda kaldırılabilir.

$$P(y|, x_2, x_3, \dots, x_n) \approx P(y) \prod_{i=1}^{n} P(x_i|y) \tag{24}$$

Sınıflandırma problemleri ikili değerlere sahip de olabilir. Yada çon sınıflı problemlerde olabilir. Bu sebepten dolayı buradaki y sınıfının maksimum olasılığını hesaplamak gerekir. Denklem 25'te görüldüğü gibi en yüksek olasılığa sahip sınıf bulunabilir.

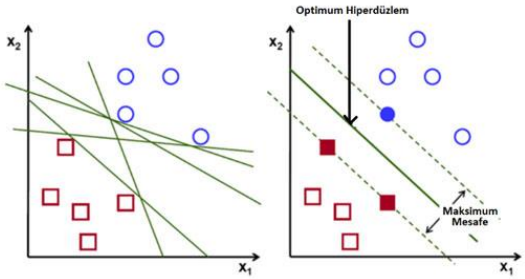
$$y = \arg\max_{y} P(y) \prod_{i=1}^{n} P(x_i|y) \tag{25}$$

Destek Vektör Makinesi

Destek Vektör Makinesi, hem sınıflandırma hem de regresyon problemlerinde kullanılan yüksek doğruluk oranına sahip bir metottur [21]. Fakat genelde sınıflandırma amacıyla kullanılmaktadır.

Destek Vektör Makinesi'nin amacı, bir N-boyutlu uzaydaki örnekleri doğru bir şekilde sınıflandıran hiper düzlem bulmaktır.

Şekil 4'te görüldüğü gibi örneklerden oluşan iki sınıfı vektör uzayında birbirinden ayırmak için, seçilebilecek birçok olası hiper düzlem vardır. Amaç buradaki hiper düzlemlerden en uygununu yani her iki sınıfa en uzak (maksimum mesafede) olan bir hiper düzlemi bulmaktır. Bu şekilde sınıflar daha iyi ayrılır ve bu sınırda olabilecek örnekler daha doğru bir şekilde sınıflandırılırlar.



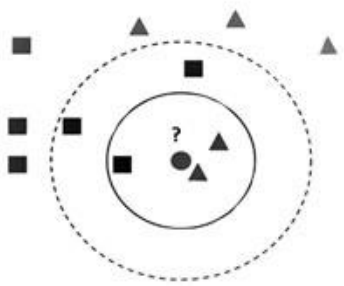
Şekil 4. Destek Vektör Makinesi hiper düzlemleri

K-En Yakın Komşu

K-EYK [25] algoritması sınıflandırma metotlarındandır. K-EYK, "Benzer veriler birbirine yakındır" mantığına dayanmaktadır. Benzerlikler, verilerin arasındaki uzaklıkların hesaplanmasıyla bulunur. En çok kullanılan metrik Öklid metriğidir.

Şekil 5'te üçgen ve kare sınıfları olmak üzere iki sınıf bulunmaktadır. K-EYK metoduna göre hangi sınıfta olduğu bilinmeyen yuvarlak örneği sınıflandırılmak istenirse $K = 3$ alındığında üçgen diye sınıflandırılacaktır. Çünkü yuvarlak örneğine en yakın üç örnekten biri kare, diğer ikisi üçgen sınıfındandır. Çoğunluk yaklaşımına göre üçgen sınıfında olacaktır. Fakat $K = 5$ alındığında ise kare

olarak sınıflandırılacaktır. Bu durumda en yakın beş örnekten üçü kare sınıfında olduğundan çoğunluk yöntemine göre kare diye sınıflandırılır.



Şekil 5. K-EYK örneği

Terim-Frekansı Ters-Doküman-Frekansı (TF-TDF)

TF-TDF ağırlığı, sıklıkla yapay zekâ konularında kullanılmaktadır. Bu ağırlık, bir sözcüğün veri setindeki bir doküman için ne kadar önemli olduğunu tespit etmede kullanılan istatistiksel bir ölçüdür. Bu ağırlığın önemi bir sözcüğün kendi sınıfındaki dokümanlardaki frekansıyla doğru orantılı olarak artarken başka sınıflarda bulunan dokümanlardaki frekansıyla ters orantılıdır. Bu ağırlıklar web sayfalarının araştırılmasında kullanılan arama motorlarında da çok kullanılmaktadır. Verilen bir sorgunun, bir web sayfasının içeriği ile ne kadar ilgili olduğunu belirler. En basit sıralama fonksiyonlarından biri her bir sorgu teriminin TF-TDF ağırlığının toplanmasıyla hesaplanır. Bu ağırlıklar, metin özetleme ve sınıflandırma dâhil bir çok alanda etkisiz kelimelerin filtrelenmesinde başarıyla kullanılır.

TF-TDF ağırlığı iki terimden oluşmaktadır. Birincisi normalize edilmiş terim frekansını hesaplar. İkinci terim ise ters doküman frekansıdır. Yani veri setindeki dokümanların sayısının, sözcüğün göründüğü dokümanların sayısına bölünüp logaritması alınarak hesaplanır. Aşağıda s sözcüğünün TF ve TDF değerlerinin nasıl hesaplandığı verilmiştir.

TF(s) = (s sözcüğünün bir dokümandaki frekansı) / (Doküman içindeki toplam sözcük sayısı)
TDF(s) = $\log_e$(Toplam doküman sayısı / s sözcüğünü içeren dokümanların sayısı)

Bulgular ve tartışma

Bu bölümde merkez tabanlı metotlarla birlikte K-EYK, Naive Bayes ve Destek Vektör Makinesi sınıflandırma metotlarıyla yapılan uygulamaların deneysel sonuçları verilmiştir ve bu sonuçlar tartışılmıştır.

Veri setleri

Tablo 1'de görüldüğü gibi dört farklı veri seti üzerinde uygulamalar gerçekleştirilmiştir. Bütün veri setleri dengelidir. Veri seti1 (VS1), gazetelerin web sayfalarından elde edilmiş ve 6 sınıftan ("Eğitim", "Ekonomi", "Kültür-Sanat", "Otomobil", "Sağlık", "Spor") oluşmaktadır. Her bir sınıf 75 dokümandan oluşmaktadır. Diğer veri setleri ise Yıldız Teknik Üniversitesinin veri setlerinden elde edilmiştir. Veri seti2 (VS2), veri seti3 (VS3) ve veri seti4 (VS4) [26] sırasıyla 7, 9 ve 11 sınıftan oluşmaktadır ve her bir sınıf içinde 600 doküman bulunmaktadır. Veri setlerinin içindeki sözcük bilgileri aşağıda gösterilmiştir. VS2, VS3 ve VS4 sırasıyla ("Ekonomi", "Kültür-Sanat", "Magazin", "Sağlık", "Siyaset", "Spor", "Teknoloji"), ("Dünya", "Ekonomi", "Kültür-Sanat", "Magazin", "Sağlık", "Siyaset", "Spor", "Teknoloji", "Yaşam") ve ("Dünya", "Ekonomi", "Genel", "Güncel", "Kültür-Sanat", "Magazin", "Sağlık", "Siyaset", "Spor", "Teknoloji", "Yaşam") sınıflarını içermektedir.

Tablo 1. Çalışmada kullanılan veri setleri.

Veri Setleri	Sınıf Sayısı	Toplam Doküman Sayısı	Farklı Sözcük Sayısı	Toplam Sözcük Sayısı
VS1	6	450	71884	497842
VS2	7	4200	111953	1037946
VS3	9	5400	125478	1247258
VS4	11	6600	141813	1527203

Performans ölçüleri

Metin sınıflandırma uygulamalarının başarılarını değerlendirmek için Doğruluk (Accuracy) ve F1-Ölçüsü kullanılmıştır. F1-Ölçüsü, aşağıdaki Denklem 27, 28 ve 29'da görüldüğü gibi Geri Çağırma (Recall) ve Duyarlık (Precision) değerlendirme ölçüleri bir denklemde birleştirilerek hesaplanmaktadır. Farklı sınıflar için F1-Ölçüleri, F1-Ölçülerinin Makro ortalamaları alınarak genelleştirilmiştir. Sistemin Doğruluk değerlerinin nasıl ölçüldüğü ise Denklem 26'da görülmektedir.

$$\text{Doğruluk} = \frac{\text{Doğru tahminlerin sayısı}}{\text{Bütün örneklerin sayısı}} \qquad (26)$$

$$\text{Geri Çağırma} = \frac{\text{Doğru pozitif tahminlerin sayısı}}{\text{Pozitif örneklerin sayısı}} \quad (27)$$

$$\text{Duyarlık} = \frac{\text{Doğru pozitif tahminlerin sayısı}}{\text{Pozitif tahminlerin sayısı}} \quad (28)$$

$$\text{F1} - \text{Ölçüsü} = \frac{2 \times \text{Geri Çağırma} \times \text{Duyarlık}}{(\text{Geri Çağırma} + \text{Duyarlık})} \quad (29)$$

Gerçekleştirilen uygulamalarda sistemlerin performanslarını değerlendirmede daha doğru ve objektif sonuçlar elde edilmesi için K-Katman Çapraz-Doğrulama (K-Fold Cross-Validation) kullanılmıştır. Buradaki K değişkeni için uygulamalarımızda 5 seçilmiştir. K-Katman Çapraz-Doğrulama'da bütün veri seti 5 eşit parçaya bölünür ve ilk parça test veri seti için diğer dört parçası da eğitim veri seti için kullanılır ve sistemin başarısı ölçülür. Sonra parçalara bölünmüş veri setinin ikinci parçası test veri seti için ve diğer parçalar ise eğitim veri seti için kullanılır. Aynı şekilde sistemin tekrar başarısı ölçülür. Benzer şekilde 3., 4. ve 5. parçalar için de test veri seti olarak başarıları hesaplanır. Tablolarda geçen B harfi, bin olarak temsil edilmektedir.

Tablo 2. VS1 test veri seti için en başarılı metotlar ve değerleri.

Metotlar	Öznitelik Sayısı	Doğruluk	F1-Ölçüsü Makro
SMTM	5000	0.971	0.97
MTYUM	**5000**	**0.984**	**0.984**
MTGMYUM	**5000**	**0.984**	**0.984**
MTÇM	5000	0.98	0.979
MNB	5000	0.976	0.975
DVM	30000	0.982	0.982
K-EYK	5000	0.969	0.968

Tablo 3. VS2 test veri seti için en başarılı metotlar ve değerleri.

Metotlar	Öznitelik Sayısı	Doğruluk	F1-Ölçüsü Makro
SMTM	20B ve 30B	0.884	0.884
MTYUM	20B ve 30B	0.899	0.899
MTGMYUM	20B ve 30B	0.899	0.899
MTÇM	20B ve 30B	0.884	0.883
MNB	20000	0.899	0.899
DVM	30000	**0.9**	**0.9**
K-EYK	5000	0.81	0.812

Tablo 4. VS3 test veri seti için en başarılı metotlar ve değerleri.

Metotlar	Öznitelik Sayısı	Doğruluk	F1-Ölçüsü Makro
SMTM	30000	0.816	0.814
MTYUM	30000	0.842	0.841
MTGMYUM	20B ve 30B	0.842	0.841
MTÇM	5B ve 30B	0.818	0.818
MNB	20000	0.835	0.833
DVM	30000	**0.843**	**0.843**
K-EYK	5000	0.735	0.734

Tablo 5. VS4 test veri seti için en başarılı metotlar ve değerleri.

Metotlar	Öznitelik Sayısı	Doğruluk	F1-Ölçüsü Makro
SMTM	30000	0.686	0.674
MTYUM	30000	0.725	0.715
MTGMYUM	30000	**0.726**	**0.716**
MTÇM	20B ve 30B	0.675	0.675
MNB	30000	0.707	0.678
DVM	30000	0.717	0.711
K-EYK	5000	0.609	0.607

Tablo 6. Metotların eğitim ve test toplam Süreleri (Saniye) (Öznitelik sayısı: 5000).

Metotlar	VS1	VS2	VS3	VS4
SMTM	0.98	3.69	4.56	5.62
MTYUM	1.22	5.66	8.12	13.79
MTGMYUM	1.19	7.94	11.56	22.17
MTÇM	1.08	4.36	6.21	7.07
MNB	0,89	3.55	4.36	5.52
DVM	0.94	12.46	23.37	35.17
K-EYK	2.12	93.74	147.03	247.59

Veri setlerinin öznitelik boyutlarına göre başarılarını değerlendirdiğimizde VS1 için en yüksek başarı genelde 5000'de elde edilmiştir. Fakat diğer veri setlerinde ise öznitelik boyutu 30000 olduğunda en iyi başarıya ulaşılmıştır.

Tablo 2'de VS1'in test veri seti başarı değerleri gösterilmektedir. Bu değerlere göre en başarılı test metotları MTYUM ve MTGMYUM olmuştur. Öznitelik sayısı 5000 olduğunda bütün ölçülerin %98,4'lük başarıyı yakaladıkları görülmektedir. Metotların çoğu öznitelik sayısı 5000 olduğunda en yüksek başarıya eriştiler.

Tablo 3'te gösterildiği gibi VS2'nin test veri seti başarı değerlerine göre en başarılı test metot DVM'dir. Öznitelik sayısı 30000 olduğunda bütün ölçülerde %90'lık başarıyı elde edilmiştir. Metotların çoğu öznitelik sayısı genelde 30000 olduğunda en yüksek başarıya ulaştılar. MTYUM ve MTGMYUM'nin başarılarına bakıldığında DVM'nin değerine çok yakın olduğu görülür. Yani VS2 için en başarılı metotların DVM, MTYUM ve MTGMYUM olduğu söylenebilir.

Tablo 4'te gösterildiği gibi VS3'ün test veri seti başarı değerlerine göre en başarılı test metot DVM olmuştur. Öznitelik sayısı 30000 olduğunda bütün ölçülerde %84.4'lük başarıyı yakalamıştır. Metotların çoğu öznitelik sayısı genelde 30000 olduğunda en yüksek başarıya ulaştılar. VS2'de olduğu gibi MTYUM ve MTGMYUM'nin başarıları DVM'nin değerine oldukça yakındır. Bu veri setinde de en başarılı metotlar DVM, MTYUM ve MTGMYUM'dir.

Tablo 5'te VS4'ün test veri seti başarı değerleri gösterilmektedir. Bu değerlere göre en başarılı test metodu eğitimde oluğu gibi MTGMYUM olmuştur. Öznitelik sayısı 30000 olduğunda Doğruluk için %72.6 ve F1-Ölçüsü Makro için ise %71.6'lık başarı elde edilmiştir. VS4'ün hem eğitim hem de test veri setinin en başarılı metodun MTGMYUM olduğu görülmektedir. Metotların çoğu öznitelik sayısı 30000 olduğunda en yüksek başarıya eriştiler.

Bütün veri setlerine göre değerlendirildiğinde en başarılı metodun MTGMYUM olduğu söylenebilir. Sonraki başarılı metotlar MTYUM ve DVM olmaktadır. En başarısız metodun K-EYK olduğu görülmektedir. En büyük başarılar genelde öznitelik sayısı 30000 olduğunda elde edildi. Sadece VS1 veri setinde öznitelik sayısı 5000 olduğunda en yüksek başarıya ulaşılmıştır. Hız bakımından değerlendirdiğimizde Tablo 6'da gösterildiği gibi eğitim ve test toplam süreleri bakımından en hızlı algoritmalar sırasıyla MNB, SMTM, MTÇM, MTYUM, MTGMYUM, DVM ve K-EYK olmuştur.

Sonuçlar

Bu çalışmada, Merkez Tabanlı Sınıflandırma metotları, K-En Yakın Komşu, Destek Vektör Makinesi ve Naive Bayes sınıflandırma metotları ile ilgili uygulamalar geliştirilmiştir ve elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır.

VS1'in test veri setine göre ise en başarılı (%98.4) test metotları MTYUM ve MTGMYUM olmuştur. Fakat VS2'nin test veri setine göre ise en başarılı (%90) test metot DVM'dir. VS3'ün test veri setine göre DVM en çok başarılı olmuştur. Fakat MTYUM ve MTGMYUM metotlarının başarısı DVM'ye çok yakındır. VS4 test veri setini değerlendirdiğimizde en başarılı MTGMYUM metodudur. Bu metot, %72.6 test başarısı elde etmiştir.

Genel olarak değerlendirildiğinde en başarılı metodun MTGMYUM olduğu görülebilir. Sonrasında MTYUM ve DVM metotları gelmektedir. En başarısız metot ise K-EYK'dir. Uygulamalardaki en yüksek başarılar öznitelik sayısı 30000 olduğunda elde edildi. Fakat VS1 veri setinde en yüksek başarı öznitelik sayısı 5000 olduğunda yakalanmıştır. Hız bakımından değerlendirildiğinde en yavaş metotlar K-EYK ve DVM olmaktadır. Merkez tabanlı metotlar oldukça hızlıdır.

Sonraki çalışmalarda farklı metotlar ile metin veri setlerinde uygulamalar geliştirilecektir ve karşılaştırılacaktır. Merkez tabanlı metotlarda yeni yaklaşımlar bulunmaya çalışılacaktır.

Kaynaklar

[1] Salton G. Automatic Text Processing: The Transformation, Analysis, and Retrieval of Information by Computer. Addison-Wesley, 1989.

[2] Haraçvermez O, Merkez tabanlı metin sınıflandırma. Yüksek Lisans Tezi, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın, Türkiye, 2019.

[3] Joachims T. "Text categorization with support vector machines: Learning with many relevant features". In Proc. of the European Conference on Machine Learning, 1998.

[4] McCallum A, Nigam K. "A comparison of event models for naive bayes text classification". In AAAI-98 Workshop on Learning for Text Categorization, 1998.

[5] Yang Y, Liu X. "A re-examination of text categorization methods". In SIGIR-99, 1999.

[6] Lertnattee V, Theeramunkong T. "Class normalization in centroid-based text categorization". Inf. Sci. (Ny), 176(12), 1712-1738, 2006.

[7] Tan S. "Large margin dragpushing strategy for centroid text categorization". Expert Syst. Appl., 33(1), 215-220, 2007.

[8] Tan S. "An improved centroid classifier for text categorization". Expert Syst. Appl., 35(1), 279-285, 2008.

[9] Guan H, Zhou Z, Guo M. "A Class-Feature-Centroid classifier for text categorization". In Proceedings of the 18th International Conference on World Wide Web, ACM, 201-210, 2009.

[10] Takçı H, Güngör T. "A high performance Centroid-Based Classification approach for

language identification". Pattern Recognit. Lett., 33(16), 2077-2084, 2012.

[11] Dandan W, Qingcai C, Xiaolong W. "A framework of Centroid-Based methods for text categorization". IEICE Trans. Inf. Syst, 97(2), 245-254, 2014.

[12] Baker L, McCallum A. "Distributional clustering of words for text classification". In Proc. of the Fourth Int'l Conference on Knowledge Discovery and Data Mining, 1998.

[13] Lam W, Ho CY. "Using a generalized instance set for automatic text categorization". In SIGIR-98, 1998.

[14] Aşlıyan R, Günel K. "Metin İçerikli Türkçe Dokümanların Sınıflandırılması". Akademik Bilişim 2010, Sözlü, Muğla, 2010.

[15] Kolyiğit Ö, Aşlıyan R, Günel K. "Türkçe Dokümanlar İçin Yazar Tanıma". Akademik Bilişim 2012, Sözlü, Uşak, 2012.

[16] Cataltepe Z, Aygun E. "An improvement of centroid-based classification algorithm for text classification". 23rd International Conference on, IEEE, 952-956, 2007.

[17] Liu C, Wang W, Tu G, Xiang Y, Wang S, Lv F. "A new Centroid-Based Classification model for text categorization". Knowledge-Based Systems, 136, 15-26, 2017.

[18] Guo G, Wang H, Bell D, Bi Y, Greer K. "Using knn model for automatic text t categorization". Soft. Comput, 10 (5), 423-430, 2006.

[19] Yu Z, Chen H, Liu J, You J, Leung H, Han G. "Hybrid-nearest neighbor classifier". IEEE Trans. Cybern. 46 (6), 1263-1275, 2016.

[20] Kibriya AM, Frank E, Pfahringer B, Holmes G. "Multinomial Naive Bayes for text categorization revisited". In Proceedings of Advances in Artificial Intelligence, Springer, 488-499, 2004.

[21] Chen RC, Hsieh CH. "Web page classification based on a support vector machine using a weighted vote schema". Expert Syst. Appl., 31 (2), 427-435, 2006.

[22] Agarwal B, Mittal N. "Text classification using machine learning methods-a survey". In Proceedings of the Second International Conference on Soft Computing for Problem Solving (SocProS 2012), December 28-30, 2012, Springer, 701-709, 2014.

[23] Lam SL, Lee DL. "Feature reduction for neural network based text categorization". In Proceedings of 6th International Conference on, IEEE, 195-202, 1999.

[24] Vapnik VN. The Nature of Statistical Learning Theory. Springer-Verlag, New York, 1995.

[25] Shakhnarovich G, Darrell T, Indyk P. "Nearest-neighbor methods in learning and vision". IEEE Trans. Neural Networks, 19(2), 377, 2008.

[26] Yıldız Teknik Üniversitesi. "Kemik, Veri Kümeleri" http://www.kemik.yildiz.edu.tr/?id=28 (03.05.2019).

Güncel Gelişmelere Bağlı Olarak İnternet Sitesi Kullanıcı Davranışlarındaki Değişim Üzerine Bir Araştırma

Gökçe ÖZTÜRK[1]*, Burak ÖÇLÜ[2]

[1]*Istanbul Yeni Yuzyil University, Vocational School, Foreign Trade Department*
[2]*Istanbul Kultur University, Vocational School, Business Administration Department*

Özet

İnternet sitelerini kullanıcılar tarafından görünür olabilmesi için arama motorları önemli bir rol oynamaktadır. Arama motorlarında üst sıralarda yer alabilmek için her arama motorunun kendisi tarafından belirlenen algoritmalar devreye girmektedir. Genel olarak ele aldığımızda internet sitesini oluşturan içeriğin özgünlüğü, kullanılan fotoğrafların özgünlüğü, internet sitesinin açılma süreleri, kullanıcıların internet sitesinde kalma süreleri, kullanıcıların bir internet sitesi içerisinde ziyaret ettikleri sayfa sayısı gibi veriler ön plana çıkmaktadır. Ticari anlamda oluşturulan internet siteleri ise tüm bunlara ek olarak reklam harcamaları ile daha çok tüketiciyi internet sitelerine çekmeye çalışmaktadırlar. Çalışmamızda Alexa firması tarafından sunulan veriler kullanılmıştır. Türkiye özelindeki siteler incelemeye tabii tutularak ilk 50 sıra dikkate alınmıştır. 01.10.2019 – 01.01.2020 tarihleri arasında sunulan veriler ile 20.03.2020-20.06.2020 tarihleri arasındaki veriler kıyaslanmıştır. Analizler kullanıcıların internet sitelerinde geçirdikleri ortalama zaman ve bir internet sitesi içerisinde ziyaret ettikleri ortalama sayfa sayısı açısından gerçekleşmiştir. İncelemeler sonucunda kullanıcıların internet sitelerinde kalma ortalama süreleri ile ziyaret ettikleri ortalama sayfa sayılarının arttığı görülmüştür. Son 3 ayda özellikle etkili olan pandemi insanların internet üzerinde geçirdikleri süreyi artırmakla beraber internet tasarımcılarının artık kullanıcı dostu içerik yaratmaya daha çok önem vermeleri gerektiğini ortaya koymuştur.

Anahtar Kelimeler: *Veri Bilimi, İnternet Araçları, Tüketici Davranışları, İnternette Güncel Gelişmeler*

A Research on the Change in Website User Behavior Based on Current Developments

Abstract

Search engines play an important role in making websites visible to users. The algorithms determined by each search engine itself come into play in order to rank high in search engines. Generally, data such as the originality of the content that creates the website, the originality of the photographs used, the opening time of the website, the duration of the users' website, the number of pages visited by the users in a website come to the fore. In addition to all these, commercially created websites try to attract more consumers to their websites with their advertisement expenses. In our study, the data provided by Alexa company were used. Examining the top 50 web sites in Turkey are taken into account as well. The data presented between 01.10.2019 – 01.01.2020 and the data between 20.03.2020-20.06.2020 were compared. The analyzes were carried out in terms of the average time users spent on their website and the average number of pages they visited within a website. As a result of the examinations, it was observed that the average duration of the users and the number of pages they visited increased. The pandemic, which has been particularly effective in the last 3 months, has increased the amount of time people spend on the internet, and it has revealed that internet designers should pay more attention to creating user-friendly content.

Keywords: *Data Science, Internet Tools, Consumer Behavior, Current Developments in the Internet*

* Corresponding author e-mail : gokce.ozturk@yeniyuzyil.edu.tr

Introduction

Search engines play an important role in the availability of any website that operates worldwide. It is critical that the information provided by the website meets the demander. Considering this information, search engine optimization (SEO) has become a remarkable subject for all online content servers. Internet sites aim to be on the first page of their search engines by trying to do SEO [1]. Being in the top rank in search engines will create an effect on chaining and will attract more visitors to the website. In addition to all these efforts, ensuring that users who visit the website spend long periods on the website requires a separate study. In this context, the process is divided into two as preparing the website for the visit and keeping the user on the website during the visit.

Internet sites are changing, just like living beings. Both the development of technology and the increase in consumer expectations have forced websites to change [2]. As the said developments increased, customer expectations increased in parallel. Thus, the intense competition environment has affected the visits of the users to the websites. Firms' efforts to rank high in search engines, using internet tools intensively in advertising activities, and making website advertisements from traditional media tools have accelerated the reaction times of consumers [3].

Our study analyzes the increase in the duration of the users and the number of pages they visit on the website depending on the increase in the time they spend on the internet.

Literature Review

Researchers suggest website creators that an website should be loaded in an average of 8 seconds to be user friendly [4]. Otherwise, users who visit the website may be able to leave the website before the website is opened. This shows that the first step for users to extend the time they spend on their website is to open the website quickly and accurately. In addition to all these, it is seen that the websites are now located in different online platforms. These platforms can be computer, mobile phone and tablet computer based. That's why website designers are trying to make sure that a website appears correctly on every platform. There are analysis websites that serve to determine whether a website is functioning properly. The websites that provide this service visit the website to be analyzed just like a user and share real-time data. Thus, website designers can also detect unseen problems.

Picture 1: ebay.com performance report by GTMetrix Website

Although website performance reports play an important role in seeing whether a website is functioning properly, it is not the only factor.

Picture 2: hepsiburada.com performance report by GTMetrix Website

When we compare the picture 1 and the picture 2, it is seen that the picture 2 is loaded in a much longer time compared to the picture 1. Despite this, the owner of the internet site shown in Figure 2 is known to be Turkey's highest turnover of e-commerce site [5]. This brings to mind that there may be other factors.

Developments in Online Consumer Behavior

The fact that people can use most of the service they need on Internet tools has played an important role in the development of technology. Online platforms are like business for people 24 hours a day [6].

The history of the websites is mainly examined in 3 main sections. These are known as Web 1.0, Web 2.0 and Web 3.0. Web 1.0 basically represents the primitive form of websites operating on the online platform. With Web 1.0, websites have become unilaterally visible. User interaction is not yet

possible in Web 1.0. With Web 2.0, users were able to interact with websites. One example of this is that users can comment on the articles on websites defined as blogs. Interactive tools are now available with Web 3.0. Users have been able to communicate with each other and websites simultaneously [7].

Today, websites are facing another change. Due to the infectious disease known as COVID-19 and causes pandemic, people started to spend their time on the internet more. These changes can be listed as follows [8].:

- With quarantine applications, people have become more interested in internet tools.

- They have started to use internet tools in order to receive the developments in the world more efficiently.

- Since people could not physically come together, they started to communicate more actively with internet tools.

- People started to shop more on the internet because they could not physically go to shops to shop.

- While many sectors shrank, the e-commerce sector expanded.

- People discovered many things they can do at home, and went to learn them with interactive tools over the internet.

- With the interruption of physical education, distance education applications started to be used more frequently.

-People have started to receive more education over the internet.

In addition to the factors mentioned above, the time people spend on the internet has increased for many reasons.

Materials and Methods

Alexa.com brand is an artificial intelligence company created with the subsidiary of Amazon.com. Alexa offers the following services:

-Check Backlinks

-Keyword Research

-Competitive Website Analysis

-SEO Analysis

-Target Audience Analysis

-API

Alexa.com actively shares data from websites around the world. While some of these shares are free, a wider part is based on paid data. Turkey's private data in our study were considered. The publicly available data from Alexa.com is limited to the top 50 websites. The data presented between 01.10.2019 - 01.01.2020 and the data between 20.03.2020-20.06.2020 were compared.

	Site	Daily Time on Site	Daily Pageviews per Vis...	% of Traffic From Search	Total Sites Linking In
1	Google.com	12:12	14.76	0.40%	2,213,830
2	Youtube.com	11:37	6.66	16.90%	1,704,418
3	Google.com.tr	4:20	7.95	7.50%	10,158
4	Facebook.com	17:54	7.87	8.20%	3,991,507
5	Sahibinden.com	15:58	19.10	26.60%	2,459
6	Ensonhaber.com	7:40	4.41	18.30%	9,048
7	N11.com	10:36	7.24	25.70%	1,411
8	Live.com	4:54	4.97	13.20%	40,833
9	Hepsiburada.com	8:24	7.36	27.30%	2,282
10	Memurlar.net	4:24	3.01	37.30%	5,956

Picture 3: Screenshot of presented data by alexa.com for Turkey between 01.10.2019 - 01.01.2020

	Site	Daily Time on Site	Daily Pageviews per Vis...	% of Traffic From Search	Total Sites Linking In
1	Google.com	14:12	15.47	0.40%	1,983,652
2	Youtube.com	14:06	7.92	15.80%	1,524,603
3	Google.com.tr	4:28	8.66	8.40%	10,596
4	Facebook.com	18:43	8.13	8.10%	3,361,409
5	Sahibinden.com	15:27	19.10	25.20%	2,295
6	Ensonhaber.com	7:35	4.74	15.60%	5,443
7	Live.com	5:01	5.18	11.70%	41,053
8	Hurriyet.com.tr	4:43	7.66	45.20%	17,431
9	Trendyol.com	10:51	9.17	21.60%	620
10	Hepsiburada.com	7:43	6.70	30.90%	2,366

Picture 3: Screenshot of presented data by alexa.com for Turkey between 20.03.2020-20.06.2020.

As seen in the Picture 3 and Picture 4 Alexa.com has collected Daily Time on Site, Daily Pageviews per Visit, % of Traffic From Search, Total Sites Linking in data. In this research we only focused on collected Daily Time on Site, Daily Pageviews per Visit data. Alexa.com shares calculating metod like below:

-Daily Time on Site is estimated daily time on site (mm:ss) per visitor to the site. Updated daily based on the trailing 3 months.

-Daily Pageviews per Visitor is estimated daily unique pageviews per visitor on the site. Updated daily based on the trailing 3 months.

Results

In the data presented between 01.10.2019 - 01.01.2020, the arithmetic average of the first 50

websites collected Daily Time on Site, Daily Pageviews per Visit was taken.

According to the results, Daily Time on Site average is 6,45 minutes. Also, Daily Pageviews per Visit average is 5,63 pages.

Considering the data presented between 20.03.2020-20.06.2020, the following averages are obtained for the top 50 websites.

According to the results, Daily Time on Site average is 7,07 minutes. Also, Daily Pageviews per Visit average is 6,14 pages.

According to the results, when the data between 01.10.2019 - 01.01.2020 and 20.03.2020-20.06.2020 are compared, there is an increase of 9.61 percent in the Daily Time on Site period.

According to the results, when the data between 01.10.2019 - 01.01.2020 and 20.03.2020-20.06.2020 are compared, an increase of 9.05 percent is observed in the Daily Pageviews per Visit duration.

Conclusion

The time spent on the website and the number of pages visited in one website per individual user can now be seen. Based on this data, it can be interpreted that people tend to spend more time on their websites. There are several reasons for such a high rate of increase in the data received every 3 months. One of these is that people show more interest in internet tools because of their tendency to be in isolated environments. Therefore, this situation has provided a unique application area to web page designers. As the time spent on the websites increases, the importance that people place on the designs of the internet sites is expected to increase. People want to spend more time on sites designed for them. The user friendliness of a website is seen as an element that allows the user to spend time on the website. From this point of view, it is seen that the technical developments on the internet site cannot be sufficient alone.

The fact that users visit more pages in a website brings different elements to the fore. Ease of navigation between pages facilitates users' visits between pages. In addition, the fact that each page on the website contains related items is more interesting for the consumer. Therefore, switching from one page to the other becomes attractive for the user. The point to be aware of is that they should not use distractions to direct users from one page to another. A limited data set was examined in the study. The analyzed data support current developments. Further expansion of the data examined is a useful method to reveal the behavior of website users. In this context, bounce rates from the website, organic and paid users are just a few of the areas that can be analyzed according to the backlink numbers of the website.

In this study, it was aimed to reveal the sharp website user behavior change that took place in a short period of time and to consider the reasons for this.

A limited data set was examined in the study. The analyzed data support current developments. Further expansion of the data examined is a useful method to reveal the behavior of website users. In this context, bounce rates from the website, organic and paid users are just a few of the areas that can be analyzed according to the backlink numbers of the website.

In this study, it was aimed to reveal the sharp website user behavior change that took place in a short period of time and to consider the reasons for this.

References

[1] Yüksel, D, Tolon M. "Dijital Pazarlama Stratejisi Olarak Arama Motoru Optimizasyonu (SEO)". Internatıonal Journal Of 3d Prıntıng Technologıes And Dıgıtal Industry 3(3) 236-243, 2019.

[2] Lloyd B.." How Has the Internet Affected the Way We Communicate Within This New Era? Can We Use This to Our Advantage?." Conference Proceedings: New Zealand Association for Cooperative Education

[3] Annual Conference, Palmerston North, 31-35, 2005.

[4] Rubinfeld D, Ratliff J. "Online Advertising: Defining Relevant Markets" Journal of Competition Law & Economics, 6 (3), 653-686, 2010

[5] Zhou M, Giyane M, Nyasha M. "Effects of Web Page Contents on Load Time over the Internet" International Journal of Science and Research (IJSR), 2(9), 75-78, 2016.

[6] Webrazzi "Cirolarına göre Türkiye internet ekosisteminin en büyük 100 şirketi" https://webrazzi.com/2020/02/04/turkiye-internet-sirketleri-cirolar/ (20.06.2020)

[7] Luigi D, Gheorge O, Mircea F. "Understanding The Online Consumer Behaviour And The Usage Of The Internet As A Business Environment –A Marketing Research" Revista Economică, 67(3), 2015.

[8] Hiremath B, Kenchakkanavar A. "An Alteration of the Web 1.0, Web 2.0 and Web 3.0: A Comparative

Study" Imperial Journal of Interdisciplinary Research (IJIR), 2(4), 705-710, 2016.

[9] Accenture "COVID-19 will permanently change consumer behavior"

[10] https://www.accenture.com/tr-en/insights/consumer-goods-services/coronavirus-consumer-behavior-research (20.06.2020)

Robotlardan Görev Öğrenen İnsanlarda Eğitim Düzeyi Faktörünün Analizi

Kemal ERDOĞAN[1]*, Rahime CEYLAN [1]

[1]*Konya Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Elektrik – Elektronik Mühendisliği Bölümü, Konya, TÜRKİYE*

Özet

Bu çalışmada, insanın belirli bir görevi robot etmenden öğrenmesi sırasında eğitim seviyesi faktörünün ne kadar etkili olduğu üzerine araştırma yapılmıştır. Daha önceden geliştirilmiş bir İnsan Robot Etkileşimi deney düzeneğinden elde edilen veriler analiz edilmiştir. Bu deney düzeneğinde belirli alt görevlerden oluşan karmaşık bir görev robot etmen ile kullanıcıya öğretilmeye çalışılmıştır. Deney düzeneğinde üç farklı nesne kullanılmıştır. Nesneler dikdörtgen prizma şeklinde seçilmiştir ve her biri farklı boyut ve renge sahiptir. Kullanıcılar, robot etmenin hareketlerini gözlemleyerek nesnelerin hangi sırayla dizileceğini çözmeye çalışmıştır. 20 katılımcıyla gerçekleştirilen deneyler sonucunda elde edilen veri seti kullanılmıştır. Katılımcıların eğitim düzeyinin, görevleri robot etmenden öğrenerek çözmedeki başarı oranına etkisi analiz edilmiş ve sonuçlar göstermiştir ki eğitim seviyesinin yüksek olması İnsan-Robot Etkileşimindeki başarı oranını olumlu yönde etkileyememektedir.

Anahtar Kelimeler: *İnsan - Makine Etkileşimi, İnsan - Robot Etkileşimi, İME, İRE*

Analysis of Education Level Factor on Humans Learning a Task from Robots

Abstract

In this study, research was studied on how effective the education level factor is when learning a particular task from a robot agent. Data obtained from a previously developed Human Robot Interaction experiment setup were analyzed. In this experimental setup, a complex task consisting of certain subtasks is tried to be taught to the user with a robot factor. Three objects were used in the experimental setup. Objects were chosen in the shape of rectangular prism and each has different size and color. Users have tried to figure out the order in which the objects will be sorted by observing the movements of the robot. The data set obtained as a result of experiments which were realized with 20 participants. The effect of the education level of the participants on the success rate in solving the tasks by learning from the robot agent has been analyzed and results show high level of education cannot positively affect the success rate of Human-Robot Interaction.

Keywords: *Human – Robot Interaction, Human - Machine Interaction, HRI, HMI*

***** Corresponding author e-mail : kerdogan@ktun.edu.tr

Introduction

Human Robot Interaction (HRI) has become a popular field in recent years and it aims to analyze the relationship between robot and human. It is not a study field only on robots; it also includes other technological auxiliary devices or software in our daily life. This study field effects life of people in a positive manner and man-machine collaboration title grows up rapidly under this research title.

HRI studies and applications deals with health care, elderly care, child care, education, daily life assistive applications, military developments, space exploration, occupational safety and work efficiency or entertainment [1]. Using robots in education system or as teaching agent roles are getting important topics in HRI. This study has analyzed some factors of a previous research which was also aiming to teach people using a robot agent [2].

Using robots in education system or as teaching agents does not mean robots are used only instead of teachers. Robots are also used as a guide in places like museum, shopping center or building tours [3-6]. Sometimes special humanoid ones could be chosen as guiding purposed robots. But also systems could be built-up with sensors and a simple monitor, projector or a robotic arm instead of advanced robots.

Using technological devices instead of educators is also a social topic. Engineers generally do not mind this aspect. But in this study, a social aspect of HRI has been analyzed. In previous experiments success rates of a robot teaching agent were studied. In that study human was trying to learn a complex task from a robot agent. The particular task was formed up of sub-tasks. Human was trying to learn how to solve sub-tasks by observing movements of robot to reach to the final stage. Experimental setup consists of a robotic arm, and three different sized and colored rectangular objects which are standing on a black plane as shown in Figure 1. The biggest rectangular box is yellow; the smallest rectangular box is the white one. The medium sized one is the red colored. Users are wanted to pile the objects on each other with a particular order. At this time they could get hint from the movements of the robotic arm. These experiments were realized with 20 people [2].

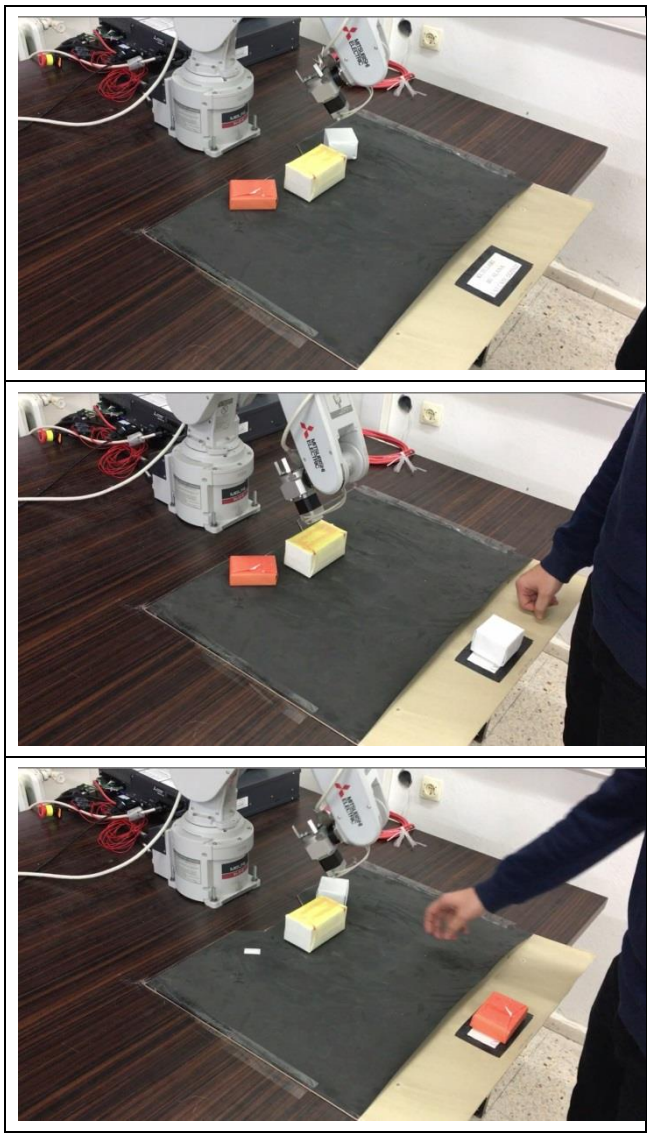


Figure 1 Experimental setup and a participant.

In this study it is analyzed that whether the education levels of these people could affect the success rate of the learning experiment.

Materials and Method

In the experimental study participants are wanted to arrange the objects with a particular order. They were told that they could get hint from the movements of the robot. The complete task is formed up from 3 stages. These stages are assessed as sub-tasks. Algorithm of the robotic arm is observing the position of the boxes and decides which stage is completed by human. The main goal is to teach to the human all these sub-tasks and finally whole complex task. To achieve this goal, a Finite State Machine (FSM) based algorithm was developed which is shown in Figure 2.

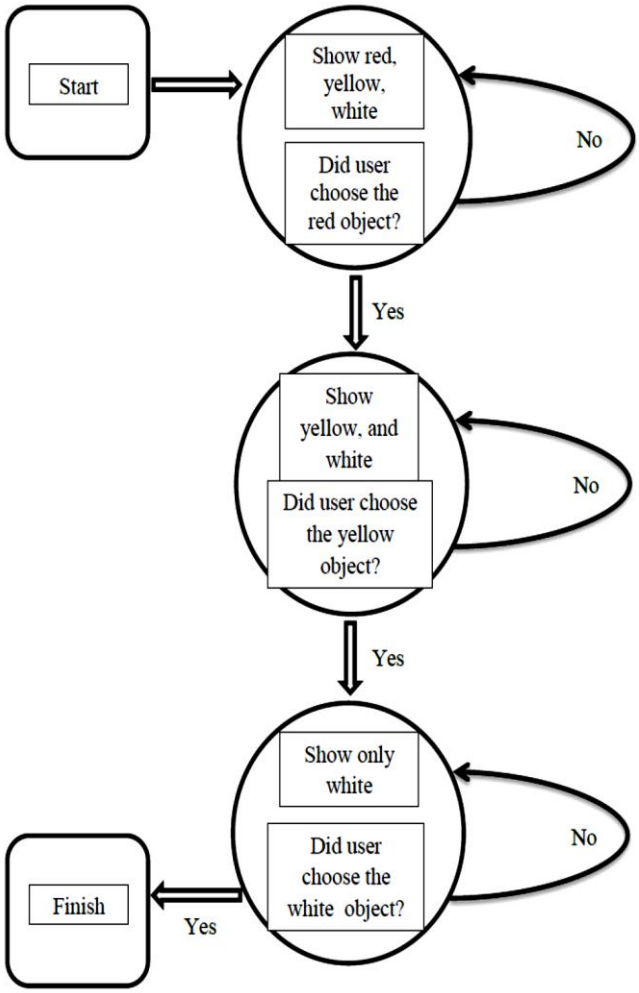


Figure 2 Finite State Machine model for the algorithm of robotic arm actions

According to the algorithm robot starts to show objects in a sequence. If the participant chooses and takes the right object, robot understands that stage 1 has been completed and it proceeds to next stage. Movement path of the robot changes in every stage. Robot does not show any next object directly. It is wanted to establish an interaction between human and the robot.

These experiments were realized with 20 people. First 10 of these people are graduated from high school level or below and this group is called as low-level educated group. Remaining 10 people are selected from minimum undergraduate level of education and these are called as the high-level educated group. Previous research was realized with 15 people in total [2]. But to obtain a balanced education groups as 10 to 10, extra experiments were added later. All of these people were asked to find the same particular order of the objects. All experiments were recorded and then analyzed. Also all participants are asked to report their opinions with an interview in the end of experiments.

Results and Conclusion

According to the analyses of video records and interviews, results were obtained. Some participants could not reach to the final stage and they gave up. Some of them were lucky and found the correct order by chance. These participants did not counted as successful ones. If a participant could understand and explain the movements of the robotic arm, then that experiment was counted as having a successful HRI.

Graphs which are given in Figure3 were plotted according to these analyses. Education level of the first 10 people are high school or below. Participants who are numbered from 11 to 20 are having a degree of undergraduate or graduate level. All these people were participated to the experiments with a mixed order, but they are arranged neatly while showing on graphs.

6 people from low-level educated group successfully understood the algorithm of the robot and they made a successful interaction. So the success rate of this group was occurred as 60%. High-level educated group had only 4 people who are having a successful interaction with the robot and this group had a 40% of success rate.

Actually results are shaped very close to each other. The general feeling could be high-level educated group would be higher success rates before getting the results but our experiments show that higher level of education does not show highly successful HRI would occur.

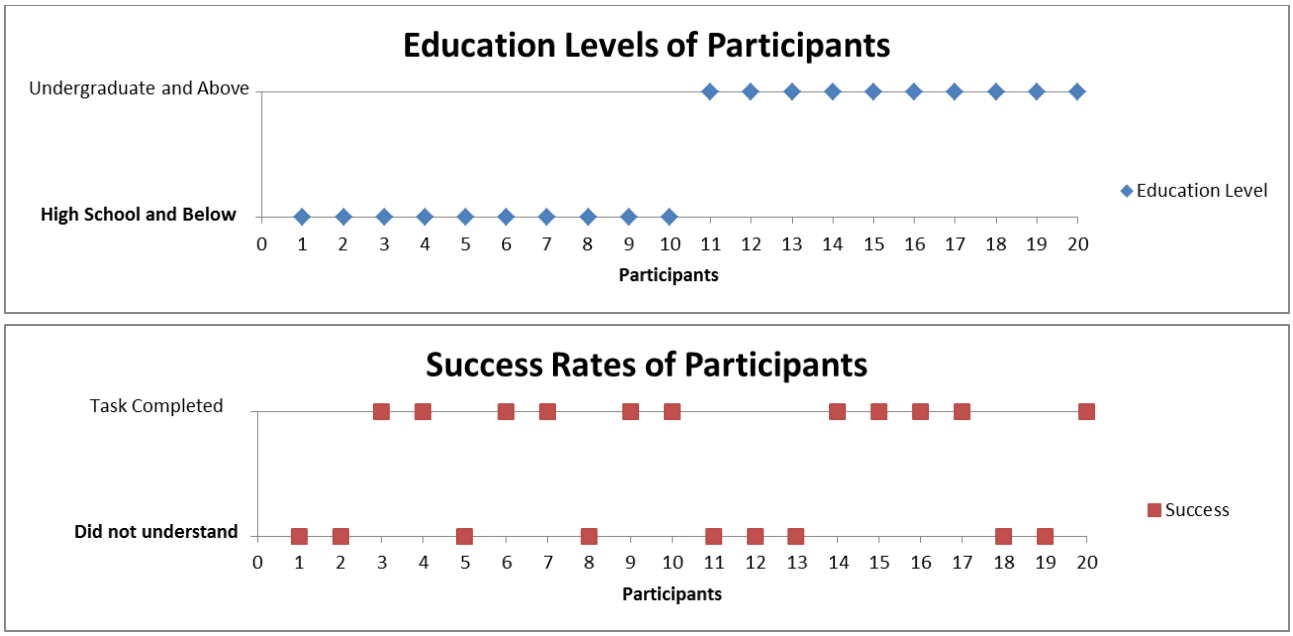


Figure 3 Graphs showing the education levels and the success rates of the 20 participants

Acknowledgement

Authors would like to thank to Selçuk University BAP Office for their support to the project numbered as 16101010 and TUBITAK for their support to the 2214-A project numbered as 1059B141600796. Also, authors would like to thank to Dr. Mücahid BARSTUĞAN and Konya Technical University for their help and support.

References

[1] Chandrasekaran B, Conrad JM. "Human-robot collaboration: A survey". SoutheastCon 2015. Fort Lauderdale, FL, 2015, pp. 1-8. doi: 10.1109/SECON.2015.7132964

[2] Erdoğan K, Kömür H, Durdu A, Ceylan R. "Human Robot Interaction to Guide a Person". 2nd International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies (ISMSIT). Ankara, 2018, pp. 1-4, doi: 10.1109/ISMSIT.2018.8567300.

[3] Sasai T, Takahashi Y, Kotani M, Nakamura A. "Development of a guide robot interacting with the user using information projection — Basic system". IEEE International Conference on Mechatronics and Automation. Beijing, 2011, pp. 1297-1302. doi: 10.1109/ICMA.2011.5985849.

[4] Bennewitz M, Faber F, Joho D, Schreiber M, Behnke S. "Towards a humanoid museum guide robot that interacts with multiple persons". 5th IEEE-RAS International Conference on Humanoid Robots. Tsukuba, 2005, pp. 418-423. doi: 10.1109/ICHR.2005.1573603.

[5] Kanda T, Shiomi M, Miyashita Z, Ishiguro H, Hagita N. "An affective guide robot in a shopping mall". *4th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI).* La Jolla, CA, 2009, pp. 173-180. doi: 10.1145/1514095.1514127

[6] Chiu C. "The Bryn Mawr Tour Guide Robot". *Senior Thesis*. Bryn Mawr College, April 2004.

[7] Erdoğan K. Education Purposed Human-Machine Interaction and Physiotherapy Application of It. PhD Thesis, Konya Technical University, Konya, Turkey, 2019.

Sıfır Değer Ağırlıklı Frekans Verilerinin Analizi

Handan ANKARALI[1]* , Süleyman YILDIRIM[2], Nurgül BULUT[1]

[1]*İstanbul Medeniyet Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Biyoistatistik ve Tıp Bilişimi Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye*
[2]*İstanbul Medipol Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Tıbbi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye*

Özet

Sayılarak elde edilen frekans tipi verilerin analizinde çeşitli regresyon modelleri kullanılabilmektedir. Uygun modelin seçiminde, verilerdeki aşırı yayılım ve/veya sıfır değerlerin yoğunluğu önemli rol oynar. Bu çalışmada, bağımlı değişkenin frekans tipi verilerden oluştuğu ve çok sayıda sıfır değeri içerdiği durumlarda kullanılan istatistik modellerin karşılaştırmalı olarak incelenmesi amaçlandı. Çalışmada, poisson regresyon, Negative Binomial Regresyon, zero-inflated Poisson (ZIP), zero-altered Poisson (ZAP), zero-inflated Negative Binomial Regresyon (ZINB) ve zero-altered Negative Binomial Regresyon (ZANB) modelleri karşılaştırmalı olarak anlatılacaktır. ZINB ve ZANB modelleri, sıfır değerleri sıfır olmayanlara karşı modellemek için binomiyal süreci (zero-inflation) ve sıfır olmayan veriler için over-dispersion durumunu (varyansın ortalamadan büyük olması) dikkate alarak iki aşamalıdır. Anlatılan modellerin uygulama sonuçlarını göstermek amacıyla Parkinson hastalığı olan ve Kontrol bireylerinden elde edildiği varsayılan örnek bir simüle veri seti kullanılarak STATA programında analizler yapılmıştır. Sıfır değerlerinin yoğun olduğu frekans türü verilerin analizinde uygun modelin seçimi büyük önem taşır. Bu nedenle modelleme sürecinde veri yapısının değerlendirilmesi ve farklı model sonuçlarının karşılaştırılmalı olarak incelenmesi gerekir. Yöntemler bölümünde tanımlanan modeller, simüle veriler üzerinde model uyumluluğunu gösteren ölçütler yardımıyla karşılaştırmalı olarak incelendi ve en iyi sonucu veren modelin ZINB olduğu görüldü. Yapılan çalışmalara göre frekans tipinde tanımlanan sonuç değişkeninde, sıfır bulunma olasılığı %20' yi aşıyorsa ve varyasyon büyük ise ZI modellerin daha iyi sonuçlar verdiği bildirilmiştir. Ayrıca çok düşük oranda sıfır değeri içeren veya hiç içermeyen frekans verilerinin analizinde varyans ortalamadan daha büyük ise negatif binomiyal regresyon modelinin başarılı sonuçlar ürettiği gösterilmiştir. Buna karşın, sıfır değerleri içeren frekans verilerine logaritmik transformasyon sonrası doğrusal regresyon analizi uygulandığında regresyon katsayılarının yorumlaması zorlaşmakta ve Tip-1 hata artmaktadır.

Anahtar Kelimeler: *Sıfır değer ağırlıklı modeller; Hurdle model; Negatif binomiyal regresyon; Poisson regresyon; Logit modeller*

Analysis of Frequencies Type Data with Zero Inflation

Abstract

Various regression models can be used in the analysis of frequency type data. Overdispersion and/or zero values in frequency data plays a role in the selection of the appropriate model. In this study, it is aimed to comparative investigate the statistical models used in cases where the dependent variable consists of frequency type data and contains a large number of zero values. In this study, Poisson Regression, Negative Binomial Regression, zero-inflated Poisson (ZIP), zero-altered Poisson (ZAP), zero-inflated Negative Binomial Regression (ZINB) and zero-altered Negative Binomial Regression (ZANB) were examined comparatively. The ZINB and ZANB models are two-stage. In order to illustrate the application results of the described models, analyzes were performed in the STATA program using a simulated dataset that was assumed to be obtained from control individuals and Parkinson's disease. The models described in the Methods section were examined comparatively with the criteria showing the model compatibility on simulated data and it was found that the model with the best results was ZINB. According to the studies, when the ratio of zero values exceeds 20% in frequency data and over dispersion is found, ZI models have been reported to give better results. In addition, negative binomial regression model has been shown to produce successful results if the zero ratio is low in the frequency data and / or the variance is greater than the mean. However, when linear regression

* Corresponding author e-mail : handanankarali@gmail.com

analysis is applied to the frequency data containing zero values after logarithmic transformation, regression coefficients are difficult to interpret and Type-1 error increases.

Keywords: Zero inflated model; Hurdle model; Negative binomial regression; Poisson regression; Logit *models*

Giriş

Uygulamanın her alanında sayıma bağlı olarak elde edilen ve negatif olmayan tamsayılardan oluşan sonuç değişkenleri ile sıklıkla karşılaşılmaktadır. Bu tip veriler frekans verileri veya sayıma bağlı veriler (count data) olarak adlandırılır [1]. Sağlık araştırmalarında, bir ay içinde acile başvurulan gün sayısı, 1 yılda hastaneye yatış sayısı, 1 hafta içinde hastalıklı geçirilen gün sayısı, yaz aylarında geçirilen soğuk algınlığı sayısı, hastaların idrar kültüründe üreyen bakteri sayısı gibi sayılarak elde edilen veriler bu gruba girer. Genellikle frekans verilerin çeşitli dönüşümlerle (en sık logaritmik dönüşüm kullanılır) normal dağılıma yakınsaması sağlanarak, genelleştirilmiş doğrusal modeller içinde yer alan çeşitli alternatif modellerle analizi yapılır. Bunun yanı sıra kategorize edilerek bilinen tek değişkenli testlerle de çözümlemesi yapılmaktadır [2]. Ayrıca bu tip verilerin analizinde Poisson regresyon modeli yaygın olarak kullanılan bir diğer yöntemdir [3]. Poisson regresyon modelinin en önemli kısıtlılığı, frekans verilerinin ortalama ile varyansının eşit olması gerekliliğidir [4]. Bu tip verilerde varyansın ortalamadan büyük olduğu aşırı yayılım (over-dispersion) veya küçük olduğu düşük yayılım (under-dispersion) durumlarında ve sıfır değerlerinin yoğun olduğu koşullarda Poisson regresyon modelinin uygun olmadığı yönünde literatürde fikir birliği oluşmuştur [1-4]. Frekans türü verilerde ortalama ve varyans arasındaki ilişki sağlanmadığı takdirde model parametreleri ve varyansları yanlı tahmin edilmekte ve sonuçlardaki Tip-I hata olasılığı artmaktadır.

Frekans tipindeki verilerde sıfır değeri arttığı zaman dağılım, sola yatık (sağa çarpık) bir şekil alır ve genellikle %20' sinden fazlası sıfır ise ortalama varyansa göre daha küçük çıkar ve dağılım şekli poisson dağılımından uzaklaşır [4]. Bu şartlar altında alternatif bir model olarak yaygın bir şekilde negatif binomiyal regresyon modeli tercih edilmekte ve böylece over-dispersion adı verilen varyans büyüklüğü modelde dikkate alınarak etkisi elemine edilmektedir [5]. Poisson dağılımının tek parametresi olmasına karşın negatif binomiyal dağılım, aşırı dağılımı tanımlamak için ilave bir yayılım (dispersion) parametresine (k) sahiptir. Ancak henüz sıfırların çokluğundan kaynaklanan etki modele alınmamıştır. Bu etkiyi inceleyen modeller, Hurdle modeller ve sıfır değer ağırlıklı (zero-inflated) modeller adı altında yer alır. Bu başlıklar altında literatürde en geniş kullanım alanı bulmuş 4 model sırasıyla, Sıfır değer ağırlıklı Poisson regresyon modeli (ZIP), Sıfır değer ağırlıklı Negatif Binomiyal regresyon modeli (ZINB), Poisson Hurdle (Engel) regresyon modeli (PH veya ZAP) ve Negatif Binomiyal Hurdle regresyon (NBH veya ZANB) modelidir [1-5].

Bu çalışmanın amacı, frekans tipi verilerin analizinde alternatif olarak kullanılan modelleri tanımlamak ve doğru model seçiminde dikkat edilecek konuları tartışmaktır. Ayrıca simüle edilen bir veri seti üzerinde modellerin karşılaştırılmalı olarak incelenmesi ve uygun model sonuçlarının yorumlanması hedeflendi.

2 Gereç ve yöntemler

2.1 Poisson regresyon modeli (PR)

Poisson modelinin ortalama ve varyansı birbirine eşit olup veri setinde over-dispersion ve sıfır değer yoğunluğu olduğu durumlarda tercih edilmez. Poisson regresyon modelinde, over-dispersion varlığı, Lagrange çarpanı istatistiği ile incelenir [4].

2.2 Negatif binomial regresyon modeli (NB)

Negatif binomial regresyon modeli (NB) Poisson regresyon modelinin özel bir durumu olup veri içinde varyans ortalamadan daha büyük değer aldığı durumlarda (over-dispersion) tercih edilir. Over-dispersion, dikkate alınmayan faktörlerden ve/veya zamansal bağımlılık nedenleriyle ortaya çıkmış ise bu model tercih edilmeli, ancak aşırı sıfır varlığından kaynaklanıyor ise NB modeli kullanılmamalıdır [6].

Negatif binomiyal regresyon modelinde, over-dispersion varlığı, t-istatistiği ile incelenir. Over-dispersion etkisi ise k ile sembolize edilir [7]. Bu modelin beklenen değeri $E(Y_i)=\mu_i$ ve varyansı $V(Y_i)=\mu i(1+k\mu_i)$ olup k=0 ise dağılım Poisson olur.

2.3 Sıfır değer ağırlıklı modeller

Frekans verilerinin analizinde kullanılan standart modeller, sıfırların ve sıfır olmayanların

(pozitiflerin) aynı veri üretme sürecinden geldiğini varsayar. Ancak sıfır değer ağırlıklı modeller, veri üretme sürecini iki aşamada inceler. Birinci aşamada yalancı sıfırların (sampling zeros, random zeros, false zeros) tesadüfen gerçekleştiğini varsayan Poisson (veya negatif binom) dağılımından alınmış olma olasılığı araştırılır. Bir başka ifadeyle gerçek sıfırlar (structural zeros veya true zeros) ile yalancı sıfırlar arasındaki farklılık Logit fonksiyon (probit gibi farklı link fonksiyonları da kullanılabilir) ile incelenir ve farkın anlamlı olmadığı durumda tüm sıfırların gerçek sıfır olduğu sonucuna varılır. Ancak fark anlamlı ise sıfırların kaynağı farklıdır ve yalancı sıfırların Poisson (veya negatif binom) dağılımından alındığı söylenir. Böylece risk altında olan (yalancı sıfır değeri alan gözlemler) ve olmayan popülasyonlar (gerçek sıfır değeri alan gözlemler) ayrıştırılmış olur. Eğer birinci aşamada anlamlı farklılık bulunmaz ise ikinci aşamada Log fonksiyon yardımıyla sadece pozitif frekansları etkileyen faktörler araştırılır. Buna karşın birinci aşamada farklılık anlamlı bulundu ise pozitif frekansların olduğu veri setine yalancı sıfır değerleri de ilave edilerek Log fonksiyon yardımıyla analiz edilir [1,8]. Örneğin, öğrenciler üzerinde son 1 haftada içilen sigara sayısını etkileyen faktörler incelenmek istenirse ve "0" cevabını veren öğrenciler gerçekten hiç sigara kullanmıyor ise bu sıfırlar gerçek sıfır olarak adlandırılır, ancak korku nedeniyle saklama isteği veya nadir içici olduğu için son 1 hafta hiç sigara içmemiş olması gibi çeşitli nedenlerle "0" demiş ise bu sıfırlar yalancı sıfır olarak adlandırılır. Aslında bu kişiler risk altında olan popülasyona ait kişilerdir.

2.4 Sıfır değer ağırlıklı poisson regresyon modeli (ZIP)

Sıfır değer ağırlıklı poisson regresyon modeli (ZIP) modeli, sıfır değerlerinin bolluğu nedeniyle tercih edilir [9]. Model iki aşamalı olup genellikle Logit ve Log fonksiyonları kullanılır [7,10]. Gerçek sıfır olma olasılığı π_i ve Poisson dağılımından gelen sıfır (yalancı sıfır) olma olasılığı ise $(1-\pi_i)$ dir. ZIP modelinin ortalaması; $E(Y)=(1-\pi_i)\mu_i$, varyansı; $V(Y_i)=(1-\pi_i)\mu_i(1+\pi_i\mu_i)$ dir. $\pi_i=0$ ise ZIP model Poisson regresyon modeline dönüşür. ZIP modelindeki over-dispersion varlığının nedeni veri setinde çok miktarda gerçek sıfır bulunmasıdır $(\pi_i > 0)$.

ZIP modeli, neyin modellendiğine bağlı olarak yorumlanır. Tıbbi araştırmalarda bu modelin zero-inflated bölümünde, risk altında olan grubun (yalancı sıfır) risk altında olmayan gruba (gerçek sıfır) göre Odds' u hesaplanır.

2.5 Sıfır değer ağırlıklı negatif binomial regresyon modeli (ZINB)

Aşırı sıfır kavramı gerçek sıfırlar için kullanılan bir tanımlamadır. ZINB modeli aşırı yayılım ve sıfır değerlerinin bolluğu nedeniyle kullanılır ve NB modelinin sıfır değerlerinin bol olması durumuna genellenmiş formudur. ZINB modelindeki over-dispersion nedeni, veri setinde çok miktarda gerçek sıfır bulunması, dikkate alınmayan faktörler ve/veya zamansal bağımlılık olabilir. ZINB modeli de ZIP modeli gibi sonuç değişkenini, pozitif tamsayılardan oluşan Negatif binomiyal dağılımlı veri ve sıfır değerlerini içeren veri olmak üzere iki gruba ayırır. Tek fark, over-dispersion nedeniyle ilk grup verinin Negatif binomiyal dağılım göstermesidir [7,10].

Gerçek sıfır olma olasılığı π_i ve Negatif binomiyal dağılımdan gelen sıfır (yalancı sıfır) olma olasılığı $(1-\pi_i)$ dir. Bu modelin beklenen değeri $E(Y_i)=\mu_i$ ve varyansı $V(Y_i)=\mu i(1-\pi_i)[1+\mu i\ (\pi_i+k)]$ dır.

ZIP modelinde olduğu gibi ZINB modelinde de, neyin modellendiğine bağlı olarak sonuçlar yorumlanır.

2.6 Hurdle modeller (PH ve NBH)

Hurdle modeller ilk olarak Mullahy (1986) tarafından ele alınmış ve pratik uygulamalarda Poisson Hurdle (PH) ve Negatif Binomial Regresyon Hurdle (NBH) modeller olarak yaygın kullanım alanı bulmuştur [11]. Bu modeller, ZIP ve ZINB modellerinden farklı olarak sıfır değerlerinin tamamını yalancı sıfır olarak kabul eder. Ayrıca iki farklı dağılım özelliği kullanılarak iki ayrı model tahmini yapılır. Modellemenin birinci aşamasında, sıfır değerlere (0) karşı sıfırdan farklı pozitif değerler analiz edilir [10]. Bu aşamada çeşitli bağlantı fonksiyonları (logit, probit, complemantary log-log) kullanılabilir ve kovaryatlar açısından sıfır ve pozitif değer içeren iki grup arasında anlamlı farklılık bulunduğu zaman, veri setinden sıfırlar çıkarılır. Birinci aşamada, bir olayın meydana gelme olasılığının, engelin (hurdle) altına düşüp düşmediği araştırılır. Eğer engel aşılırsa (sıfır ve pozitif sayılar arasında anlamlı fark bulunursa) ikinci aşamada, sadece pozitif frekanslar dikkate alınarak, Log bağlantı fonksiyonu yardımıyla etkili faktörler incelenir.

Ancak birinci aşamada anlamlı farklılık bulunmadıysa yani engel aşılmadıysa pozitif sayılara sıfır değerleri ilave edilerek ikinci aşamaya geçilir. İkinci aşamada engelin üzerinde kalan frekanslar üzerine etkili faktörleri incelemek amacıyla genellikle truncated-at-zero count model (truncated P veya truncated NB model) kullanılır. Eğer pozitif frekanslar Poisson dağılımı gösteriyor ise bu aşamada Hurdle Poisson modeli, Negatif Binomiyal dağılım gösteriyor ise Hurdle Negatif Binomiyal model kullanılır [12].

2.7 Uygun model seçimi

Tanımlanan modellerde sabit terim, pozitif tam sayılardan oluşan veri kümesini modellerken Log fonksiyon içinde kullanılır ise, model katsayıları EM algoritması kullanılarak En Çok Olabilirlik (Maksimum Likelihood) yöntemi ile tahmin edilir. Buna karşın modelleme sürecinde her iki fonksiyon içinde de sabit terim yer alırsa model katsayıları Newton-Raphson algoritması ile tahmin edilir. Çünkü Newton-Raphson algoritması daha hızlı yakınsar ve tüm parametrelerin standart hatasını kolaylıkla hesaplar [5].

Veri seti ile uyumlu ve en iyi tahmin yapan modeli seçmek için bazı yöntemler kullanılır. En yaygın model seçim kriterleri Akaike Bilgi Kriteri (AIC) ve Bayesian Bilgi Kriteri (BIC) dir. AIC ve BIC değeri en küçük olan modeller en iyi tahmin yapan modeller olarak seçilir.

Ayrıca Vuong testi, nested olmayan modellerin karşılaştırılmasında kullanılır. ZIP model ve PH modeli Poisson regresyon model ile karşılaştırırken, ZINB model ve NBH modelini Negatif binomiyal regresyon modeli ile karşılaştırılır. Bu karşılaştırmalarda, aşısı sıfır sayısından dolayı over-dispersion varlığı incelenir. Ayrıca ZIP modeli ile PH modeli ve ZINB ile NBH modeli de Vuong testi ile karşılaştırılabilir ve bu karşılaştırma sonucunda sıfırların kaynağı ortaya çıkar. Aralarında anlamlı fark bulunduğunda, sıfırların gerçek sıfır olduğu kabul edilir [5].

2.8 Veri

Tıbbi araştırmalarda Mikrobiyota üzerinde yoğun çalışmalar yapılmakta ve mevcut çeşitliliğin ve bolluğun insan sağlığı üzerine etkileri araştırılmaktadır. Mikroorganizmalar çeşitli düzeylerde taksonomik sınıflamaya tabi tutulmakta ve sayısı binlerle ifade edilen türler üzerinde çalışılmaktadır. Ancak birçok türde veya cinste bol miktarda sıfır değeri bulunmakta ve frekans verileri çeşitli dönüşümlere tabi tutularak Poisson regresyon modeli veya diğer doğrusal modeller ile analiz edilmektedir.

Haemophilus cinsi bakterileri türlerinden bazıları nörolojik hastalıklarda rol oynadığı gösterildiği için, bu çalışmada söz konusu bakteri cinsinin bolluğu bakımından Parkinson hastaları ve sağlıklı bireylerin karşılaştırılması planlandı [13]. Bu amaçla çeşitli araştırmalar incelendi ve bulunan tanımlayıcı istatistikler yardımıyla, 30 Parkinson hastası ve 30 sağlıklı birey içeren simüle edilmiş bir veri seti hazırlandı. Haemophilus cinsi bakterilerin sıklığı adet cinsinden üretildi. Ayrıca her bireyde farklı sayıda toplam bakteri sayısı olacağı bilgisiyle toplam bakteri sayıları da veriye ilave edildi. Bu iki bilgiden hareketle, Haemophilus cinsinin görülme sayısı, toplam bakteri sayısına bölünerek bu cinsin bolluğu hesaplandı. Ayrıca hasta ve sağlıklı bireylerin yaş ve cinsiyet bilgileri de veri setine eklendi. Bu durumda kurulacak modellerde, frekans bağımlı değişken (toplam bakteri sayısının logaritması (offset değişken)) ve kovaryatlar (grup, cinsiyet ve yaş) yer aldı.

Hesaplamalarda STATA (ver.14) programı kullanıldı ve istatistik anlamlılık düzeyi olarak $P<0.05$ kabul edildi.

3 Bulgular

Üretilen 30 hasta, 30 kontrol vakasında Haemophilus cinsi bakterilerin gruplara göre dağılımı Tablo 1' de verildi. Tablo incelendiğinde, toplam 60 kişinin 26' sında (%43.3) Haemophilus cinsi bakteriye rastlanmadığı ve tespit edilen kişilerde ise en az 1, en fazla 1032 adet olduğu görülür. Sıfır değerinin tüm verideki oranının %20' den fazla olması aşırı sıfır problemini analiz etmeyi gerekli kılar. Ayrıca hastalarda görülmeme sıklığı (%60) sağlıklı bireylere göre (%26.7) daha yüksek gözlenmesi, veri setinde var olan sıfır değerlerinin yalancı sıfır ve gerçek sıfır olarak ayrılabileceğini düşündürmektedir. Eğer bu fark anlamlı bulunursa sağlıklı bireylerdeki sıfırların örneklemden kaynaklanan rastgele sıfır (yalancı sıfır) olacağı sonucuna varılacaktır. Ancak Hurdle modeller sıfırlar arasında bir ayrıştırma yapmadan tüm sıfırları rastgele kabul ederek veri analizi yapmaktadır

Tablo 1. Haemophilus cinsi bakterilerin görülme sıklıklarının gruplara dağılımı

	Sağlıklı	**Parkinson hastası**	**Toplam N**

Haemophilus görülme sayısı	**n**	**%**	**n**	**%**	
0	8	26.7	18	60.0	26
1	1	3.3	1	3.3	2
2	4	13.3	1	3.3	5
3			1	3.3	1
4			1	3.3	1
7	1	3.3	1	3.3	2
8	1	3.3			1
10	1	3.3			1
11			1	3.3	1
12			1	3.3	1
18			1	3.3	1
19	1	3.3			1
20	1	3.3			1
25	1	3.3			1
26	1	3.3			1
30	1	3.3			1
35			1	3.3	1
40	1	3.3			1
60	2	6.7			2
62			1	3.3	1
68	1	3.3			1
77			1	3.3	1
79	1	3.3			1
93	1	3.3			1
140	1	3.3			1
344	1	3.3			1
615	1	3.3			1
1032			1	3.3	1
Toplam	**30**		**30**		

Vuong testi ile nested modeller karşılaştırıldığında, ZIP model ile Poissson regresyon modelinin uyumu arasında anlamlı fark olduğu ve ZIP modelinin PR modeline göre daha iyi sonuç verdiği görüldü (z=1.69 ve P=0.045). Ayrıca ZINB model ile NB modeli karşılaştırıldığında ise her ne kadar ZINB modelinin uyumu daha iyi görülse de bu iki model arasında anlamlı fark olmadığı, ancak P değerinin de büyük çıkmadığı görüldü. Bu sonuç daha büyük örneklemlerde veya birkaç tane sıfır değerinin eklenmesi veya çıkarılması durumunda sonucu daha net bir şekilde göstereceğini düşündürdü (z=1.23, P=0.109). Ayrıca hem NB modelinde hem de ZINB modelinde dispersion katsayısının anlamlı bulunması veride over-dispersion olduğunu gösterdi.

Gruplar arası fark, cinsiyetler arası fark ve yaş etkisini değerlendirmek amacıyla kurulan 6 farklı modelin uygunluğunu gösteren AIC, BIC ve Log-Likelihood istatistikleri Tablo 2' de verildi. PH ve NBH modellerinin count part (sıfırdan farklı frekansların analiz edildiği ikinci aşama) sonuçları ile PR, NB, ZIP ve ZINB modellerinin sonuçları incelendiğinde, uyum iyiliği en iyi olan (3 istatistiğinde en düşük değer aldığı durum) modelin NBH ve bunu ZINB modelinin takip ettiği görüldü.

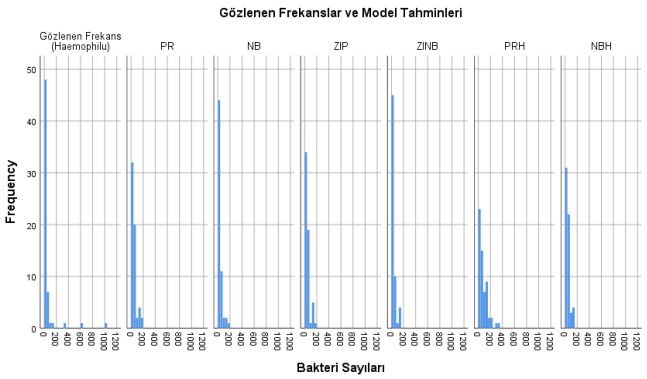
Tablo 2. Modellerin uyum iyiliği

Model		**AIC***	**BIC***	**Log-Likelihood**
Poisson		-3933.8	7114.1	7122.5
Negatif Binomiyal		-201.1	412.1	422.6
ZIP		-2340.9	4697.8	4714.6
ZINB		-197.1	410.3	427.1
PRH	**Zero part**	-37.3	82.7	91.1
	Count part	-2303.6	4615.1	4621.2
NBH	**Zero part**	-37.3	82.7	91.1
	Count part	-161.9	333.8	341.5

*: AIC: Akaike information criterion; BIC: Bayesian information criterion

İncelenen 6 modelin tahminlerine ait histogramlar Şekil 1' de topluca verildi. Şekil incelendiğinde, özellikle sıfır sayılarını ve düşük frekansların tahminde ZINB modelinin en başarılı sonuç verdiği ve NBH modelinin genel dağılımı tanımlamada başarılı olduğu söylenebilir.

Gözlenen bakteri sayılarının ve 6 model yardımıyla tahmin edilen bakteri sayılarının tanımlayıcı istatistikleri Tablo 3' te verildi. Ayrıca gözlenen bakteri sayıları, her bir bireydeki toplam bateri sayısına bölünerek 10000' de göreceli sıklıkları (bolluğu) hesaplandı. Bu değerlerin tanımlayıcı istatistikleri de Tablo 3' te yer almaktadır. Bunun ötesinde, gözlenen bakteri sayılarından her bir modelin tahmin ettiği bakteri sayıları çıkarılarak modellerin hata miktarları hesaplandı ve tanımlayıcı istatistikleri Tablo 3' te verildi. Tablo incelendiğinde, gözlenen bakteri sayılarının ortalaması 48.62, varyansı ise 25127.8 olduğu görülür. Varyansın ortalamaya oranı 516.8 olup oldukça yüksektir ve Şekil 1' de görüldüğü üzere frekans dağılımın sağa çarpık bir hal almasına neden olmuştur. Bu durum over-dispersionun bir nedeni olarak ortaya çıkar.



Şekil 1. Gözlenen bakteri sayıları ve incelenen modellerin tahmin ettiği bakteri sayılarının dağılımı

Tablo 3. Gözlenen ve tahmin edilen bakteri sayılarının tanımlayıcı istatistikleri

	N	Ort	Varyans	Min	Max
Gözlenen Haemophilus frekansı	60	48,62	25127,8	0	1032
pr	60	48,62	1883,7	5,45	187,5
nb	60	35,37	1154,3	3,67	160,8
zip	60	44,21	1704,4	4,42	163,1
zinb	60	33,76	970,99	4,01	138,1
tpr	60	78,55	4900,2	6,47	331,51
tnb	60	42,81	989,8	7,44	130,9
Gözlenen Haemophilus Bolluğu (10000' de)	60	9,10	486,6	0	137,8
PR modeline göre tahmin edilen Anaerostipes Bolluğu (10000' de)	60	19,62	232,3	2,18	82,6
NB modeline göre tahmin edilen Anaerostipes Bolluğu*	60	14,50	160,6	1,64	71,2
ZIP modeline göre tahmin edilen Anaerostipes Bolluğu*	60	17,62	199,54	1,87	69,4
ZINB modeline göre tahmin edilen Anaerostipes Bolluğu*	60	13,84	113,8	1,74	49,9
PRH modeline göre tahmin edilen Anaerostipes Bolluğu*	60	32,36	584,5	2,78	106,7
NBH modeline göre tahmin edilen Anaerostipes Bolluğu*	60	18,51	134,4	3,04	53,3
PR modelinin hatası	60	0	19889,0	-148,5	887,7
NB modelinin hatası	60	13,25	21557,8	-114,3	964,7
ZIP modelinin hatası	60	4,41	20091,97	-148,7	891,2
ZINB modelinin hatası	60	14,86	21537,69	-105,1	958,7
PRH modelinin hatası	60	-29,9	18538,2	-331,5	723,2
NBH modelinin hatası	60	5,8	20971,3	-124,1	919,2

*: 10000' de

Bu değerlendirmeler sonucunda seçilen en iyi iki model sırasıyla NBH ve ZINB modelleridir. İki modelde pozitif frekansların negatif binomiyal dağılıma uyduğunu vurgulamaktadır. Ayrıca veri setinde over-dispersion varlığı nedeniyle yine iki negatif binomiyal model daha iyi sonuç vermiştir. Her ne kadar bu iki model ile karşılaştırıldığında anlamlı fark bulunmasa da P değerinin 0.05' e yakın olması nedeniyle NB modeli en iyi modeller arasına alınmamıştır. Ancak sıralamada üçüncü sırada gelmektedir. ZINB ve NBH modellerinin NB' ye göre daha iyi performanslı olması, veride diğer nedenlerle ortaya çıkan over-dispersion' a ilaveten sıfır değerlerinden kaynaklı over-dispersionun da eklenmiş olmasından kaynaklanır. Nihayetinde en iyi bulunan iki modelin "zero part" ve "count part" olarak adlandırılan iki aşamasından elde edilen katsayılar Tablo 4' te verildi.

Tablo 4. Tahmini başarılı olan iki modelin katsayı tahminleri

Modeller	Risk faktörleri	Zero Part		Count Part	
		OR±SE	P	IRR±SE	P
ZINB	Parkinson / Kontrol	11.80±187.6	0.950	1.073±0.689	0.913
	Erkek/Kadın	---	---	0.470±0.266	0.183
	Yaş	0.068±0.063	0.281	1.013±0.038	0.741
	Sabit terim	-16.7±187.7	0.929	0.268±0.608	0.562
NBH	Parkinson / Kontrol	0.273±0.179	0.046	1.163±0.767	0.818
	Erkek/Kadın	0.699±0.392	0.524	0.526±0.318	0.288
	Yaş	0.993±0.306	0.816	0.998±0.040	0.965
	Sabit terim	4.85±8.92	0.389	0.607±1.483	0.838

OR±SE: Odds Ratio ± Standart Error of OR ; IRR±SE: Incidence Rate Ratio ± Standart Error of IRR; ---: Katsayısı başarılı tahmin edilemedi

Tablo 4' te sıfır değerlerinin analiz edildiği "Zero part" aşamasında sadece NBH modelinde, Parkinson hastalarında Haemophilus cinsi bakteri varlığının 0.273 kat daha düşük olduğu görüldü (P=0.046). Bu sonuç birinci aşamada engelin (hurdle) aşıldığını ve ikinci aşamada pozitif frekansların sıklığını etkileyen faktörlerin incelenebileceğini gösterdi.

İkinci aşama sonuçları "count part" bölümünde yer almaktadır. Bu aşamada hem ZINB hem de NBH modelinde, Haemophilus bakteri cinsine ait frekansların, Parkinson ve sağlıklı bireyler arasında anlamlı farklılık göstermediği, cinsiyetlere göre anlamlı değişim olmadığı ve yaş ile anlamlı ilişkisi bulunmadığı sonucuna varıldı.

4 Tartışma

Literatürde yer alan bir simülasyon çalışmasında, veri seti sıfır içermediği zaman ve aşırı yayılım bulunmadığında poisson regresyon modelinin en iyi sonuç verdiği gösterilmiştir. Ayrıca, orta veya aşırı düzeyde yayılım olduğu zaman negatif binomiyal model daha güçlü sonuçlar vermiştir. Bunun yanı sıra en az %20 oranında sıfır bulunduran ve yayılımın düşük düzeyde olduğu durumlarda ZIP modelinin daha iyi olduğu görülmüştür. Buna karşın aşırı yayılım

durumlarında ZINB modeli daha iyi sonuçlar vermiştir. Aşırı yayılıma ilaveten sıfır değerleri de fazla olduğu koşullarda, ZINB ve NBH modelleri benzer sonuçlar vermiş ve sonuçları, Poission regresyon, ZIP ve PH modellerinden daha iyi bulunmuştur. Sonuç değişkenine transformasyon uygulayarak en küçük kareler tahmin denklemi kurulduğu zaman elde edilen sonuçlar Poisson modellerine benzer çıkmış ancak transforme değerlere ait regresyon katsayılarının zor yorumlanması nedeniyle tercih edilmediği vurgulanmıştır [3].

Veri yapısı ve varyasyona göre uygun model seçiminin yanı sıra çalışmanın amacı da model seçiminde önemli bir kriterdir. Eğer araştırmadaki amaç, bir tahmin modeli geliştirmek ise hangi modelin kullanılacağı önem taşımaksızın zero-inflated veya hurdle modellerden birisi kullanılabilir. Buna karşın çalışmanın amacı, sonuç çıkarma yani bir sonuca ulaşmak ise deney tasarımı ve veri yapısına uygun modelin seçimi önem taşır. Örneğin "son 30 gün içinde kaç gün ağrı kesici bir ilaç kullandınız?" sorusuna "0" cevabı verenler eğer hiçbir koşulda ağrı kesici ilaç almayanlar ise bu sıfır değeri yapısal veya gerçek sıfır olarak adlandırılır. Ancak yine "0" cevabı veren diğer bazı kişiler arada bir ağrı kesici ilaç alan ancak son 30 gün içinde ihtiyaç duymadığı için almamış kişiler ise bunların cevabı random veya yalancı sıfır olarak adlandırılır. Bu durumda araştırıcı, pozitif sayıların dağılımını da dikkate alarak uygun zero-inflated modellerden birini seçmesi gerekir. Buna karşın araştırmaya alınacak kişiler sadece risk grubundan oluşuyorsa yani ağrı kesici kullanımı konusunda çekince yaşamayan veya ihtiyaç anında ağrı kesici kullanan kişileri içeriyorsa, bu durumda veriler hurdle regresyon modellerinden biri ile analiz edilmelidir. Ayrıca veri içinde sadece yalancı sıfırların olduğu kesin olarak bilindiği zaman veriler standart Poisson veya Negatif Binomiyal regresyon modelleri ile analiz edilebilir [3,5,6].

Zero-inflated ve/veya hurdle modeller, gözlenmeyen heterojenlik etkisinin yanı sıra sıfır değerlerinin aşırı düzeyde olmasından kaynaklanan over-dispersion problemini de çözmektedir [6].

Literatürde zero-inflated ve hurdle regresyon modellerinin bir uzantısı olan ve korelasyonlu veriler için kullanılan subject-specific ve marjinal modeller de mevcuttur [6,14].

Bu çalışmada kullanılan simüle veri setinin değerlendirilmesi sonucunda da, genel olarak uygulama literatüründe ulaşılan sonuçlar gibi ZINB ve NBH modelleri en iyi sonucu vermiştir. İncelenen modellerin tamamının, çok yaygın kullanılan istatistik paket programlarında yer almaması ve modellerin uygulama/yorumlama aşamasında en az orta düzey istatistik bilgisi gerektirmesi nedenleriyle, söz konusu modeller kullanım sıklığı açısından hak ettiği düzeye ulaşamamıştır.

5 Sonuç

Frekans türü verilerin ortalama ve varyansı farklılık gösteriyorsa ve/veya veriler içinde sıfır oranı %10-%20' nin üzerine ise sırasıyla NBH, ZINB ve NB modellerinin kullanılması önerilir. NB modelleri her ne kadar bu koşullarda iyi sonuçlar üretse de özellikle sıfır varlığında sıfır mekanizmasını dikkate almaz. Kovaryat etkileri incelenecek ise zero-inflated modellerin tahminleri daha güçlüdür. Çünkü zero-inflated modeller sıfırları gerçek sıfır ve yalancı sıfır olarak ayrı modeller. Buna karşın Hurdle modeller sıfırların tamamını yalancı sıfır olarak kabul eder. Poisson regresyon modeli ise, bu sayılan koşulların tersi durumlarında iyi sonuçlar vermektedir. Yanlış model seçimi birinci tip hata yapma ihtimalini artıracağı için, gerçekte olmayan ilişkiler varmış gibi gösterilebilir.

Sonuç olarak frekans tipindeki sonuç değişkeninin ortalama ve varyansı arasındaki ilişki ve sıfır değerlerinin oranı dikkate alınarak veri analizinde uygun model seçilmelidir.

Finansal Kaynak

Bu çalışma sırasında, yapılan araştırma konusu ile ilgili doğrudan bağlantısı bulunan herhangi bir ilaç firmasından, tıbbi alet, gereç ve malzeme sağlayan ve/veya üreten bir firma veya herhangi bir ticari firmadan, çalışmanın değerlendirme sürecinde, çalışma ile ilgili verilecek kararı olumsuz etkileyebilecek maddi ve/veya manevi herhangi bir destek alınmamıştır.

Çıkar Çatışması

Bu çalışma ile ilgili olarak yazarların ve/veya aile bireylerinin çıkar çatışması potansiyeli olabilecek bilimsel ve tıbbi komite üyeliği veya üyeleri ile ilişkisi, danışmanlık, bilirkişilik, herhangi bir firmada çalışma durumu, hissedarlık ve benzer durumları yoktur.

Kaynaklar

[1] Karaca AG, Olmuş H. "Sıfır değer ağırlıklı verilerin analizinde sıfır değer ağırlıklı regresyon modellerin

incelenmesi". Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 20(2):105-118, 2018.

[2] Sakthivel KM, Rajitha CS. "A Comparative Study of Zero-inflated, Hurdle Models with Artificial Neural Network in Claim Count Modeling". *IJSS*, 12(2):265-276, 2017.

[3] Yang S, Puggioni G, Harlow LL, Redding CA. "A Comparison of Different Methods of ZeroInflated Data Analysis and an Application in Health Surveys". *J. Mod. Appl. Stat. Methods,* 16(1):518-543, 2017.

[4] Stokes ME, Davis CS, Koch GG. "Categorical Data Analysis Using the SAS System". *John and Wiley & Sons Incorporation*, USA, p.478, 2000.

[5] Tüzena MF, Erbas S. "A comparison of count data models with an application to Daily cigarette consumption of young persons". *Commun Stat-Theor M,.* 47(23):5825-5844, 2018.

[6] Rose CE, Martin SW, Wannemuehler KA, Plikaytis BD. "On the use of zero-inflated and Hurdle models for modeling vaccine ddverse event count data". *J. Biopharm. Stat.* 16:4:463-481, 2006.

[7] Fang R. "Zero-inflated negative binomial (ZINB) regression model for Over-dispersed count data with excess zeros and repeated Measures, an applicatıon to human microbiota sequence data". *Thesis for Master of Science in Biostatistics,* p:1-51, 2013.

[8] Hu MC, Pavlicova M, Nunes EV. "Zero-inflated and Hurdle Models of Count Data with Extra Zeros: Examples from an HIV-Risk Reduction Intervention Trial". *Am J Drug Alcohol Abuse*, 37(5):367–375, 2011.

[9] Lambert D. "Zero-Inflated Poisson Regression, with an Application to Defects in Manufacturin". *Technometrics.* 92;34(1):1-15,1992.

[10] Kaya Y, Yeşilova A. "E-posta trafiğinin sıfır değer ağırlıklı regresyon yöntemleri kullanılarak incelenmesi". Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi - A Uygulamalı Bilimler ve Mühendislik, 2012;13(1): 51-63.

[11] Mullahy J. "Specification and testing of some modified count data models". *J. Econom.*, 33:341–365, 1986.

[12] Yeşilova A, Özgökçe MS, Atlıhan R, Karaca İ, Özgökçe F, Yıldız Ş, Kaya Y. "Sıfır değer ağırlıklı genelleştirilmiş Poisson regresyonu yardımıyla Van Gölü'nde Notonecta viridis Delcourt, 1909 (Hemiptera: Notonectidae)'in populasyon değişimi üzerinde fiziko-kimyasal çevresel koşulların etkilerinin araştırılması". *Türk. Entomol. Derg.,* 35 (2):325-338, 2011.

[13] Abdel-Haq R, Schlachetzki JCM, Glass CK, Mazmanian SK. "Microbiome–microglia connections via the gut–brain axis". *J Exp Med*., 216(1):41–59, 2019.

[14] Min Y, Agresti A. Random effect models for repeated measures of zero-inflated count data". *Stat. Model.,* 5:1–19, 2005.

An Application of Risk Evaluation For Herniated Disc

Emre KALYON*[1]

[1]*MEF University, Faculty of Science, Information Techonologies, ISTANBUL, TURKEY*

Abstract

The purpose of this study is to create an application which helps people to evaluate the risk that whether they have herniated disc or not. With a few feature inputs from the screen, users can evaluate the risk themselves whether they are sick or not. Purpose of this study is to prevent loss of efficiency in health sources in healthy cases and direct the patient to hospital early to prevent the sickness to become much worse.

Keywords: *Herniated Disc, Risk Evaluation, Machine Learning*

Introduction

Our spine consists of 32-33 bones arranged on top of each other and constitutes the most important support element of our movement system. These bones are tightly connected to each other through ligaments and include cartilages called "discs". Thanks to its interesting structure, the spine supports us while sitting or standing and allows us to make the hardest and sudden movements. When looked sagitally, there are three curvatures in the spine. These curves gain us resistance to impacts and weightlifting. Discs between the vertebrae increase flexibility during movements. Thus, we can carry out many tasks during our daily life. However, in some cases, this system in the spine can cause problems and painful conditions. For example, as the muscles in the neck and waist region remain in the same position for a long time, the internal tension of the muscles increases and the curvature of the spine begins to decrease gradually. Spasms develop in the muscles due to compelling positions such as sitting or working in the same position for a long time, leaning forward and lifting heavy, causes the pressure inside the discs to increase. Thus, flattening occurs in the waist and neck region. The flattening of the spine leads to the disruption of the discs in that region in the long term. After some time more serious painful disorders such as disc hernia may occur.

Nowadays, lumbar and cervical hernias have started to be seen very frequently. With the effect of various factors in the home and work environments, especially inactivity, spinal disorders have increased and become a major health problem. Lumbar hernias are more common since the center of gravity of our body is close to the lumbar spine. In such cases, a specialist should be consulted as soon as possible and necessary examinations should be done. Clinical examination is very important in the diagnosis of hernia. The application prepared with this study can be used both as a decision support system in clinical examination and can advise people who hesitate to go to hospital. After the examination, a number of examinations may be requested. Nowadays, the most widely used imaging method is Magnetic Resonance Imaging (MRI). With MRI, it is possible to obtain detailed information about the location, level and degree of hernia. This study also aimed to reduce unnecessary MRI scans. The application will take some feature inputs from the user interface and evaluate the risk of having hernitated disc. The features which are entered form the user interface will be very easy to maintain. Users can maintain these features by themselves but having a friend's help in this process would be better to have more accurate measures. The application will help to prevent loss of efficiency in health sources by eliminating the need for seeing a doctor for those who has a low probability to be sick. Human and equipment resources are very valuable in health sector. This application can help to filter who needs to see a doctor and take MRI or X-ray films. In the future as the number of applications like these increase resources in health services will be used more efficient. Application will also help prevent the sickness to become much worse for those who is carrying high risk to have herniated disc. The application will use machine learning methods to determine the risk. Because rules of making diagnostics on this illness cannot be coded directly with if – else commands. Evaluating the risk for this sickness is based on recognizing a pattern like doctors do. Five machine learning methods are tested. The method with the highest accuracy is implemented on the application. The methods are tested with the default parameters and with hyper tuned parameters. Microsoft Azure Machine Learning Studio is used to determine the best

* Corresponding author e-mail : emre.kalyon@softtech.com.tr

algorithm. In this study I will work with Prof. M.D. Tunç Alp Kalyon who is a specialist in Physical Medicine and Rehabilitation who helped to determine the features necessary and tag the labels.

Proposed System

We need some features to calculate the probability of herniated disc. The relevant features are determined with the help of Prof. Dr. Tunç Alp Kalyon, MD. who is a specialist in Physical Medicine and Rehabilitation.

Data

Due to personal information protection law, special permissions are necessary to work with the real data. So data has to be generated.

To create data first features for cases are filled randomly and then cases are labeled by Prof. Tunç Alp Kalyon MD.

ID	SLR - R	SLR – L	Bragard Test	VAS	Achille Reflex	Herniated Disc (Label)
1	40	70	True	6	Normal	True
2	60	70	True	5	Diminished	True
3	30	70	True	7	Lost	True
4	70	30	True	9	Lost	True
5	70	45	False	2	Diminished	True
.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.
336	70	70	False	3	Normal	False
337	60	60	True	3	Normal	False
338	60	70	False	2	Normal	False
339	70	70	False	3	Normal	False
340	70	70	False	3	Normal	False

Table 1. Header and first rows of dataset that is used for this study for train and test

Mean	0.7029
Median	1
Min	0
Max	1
Standard Deviation	0.4576
Unique Values	2
Missing Values	0
Number of Cases without Herniated Disc	101
Number of Cases with Herniated Disc	239

Table 2. Statistics for Herniated Disc (Label)

Features

In literature Herniated Disc Diagnosis techniques are usually done by magnetic resonance imaging (MRI) Scans or radiographs using computer vision techniques.

Dr. Tunç Alp Kalyon [1] indicates that MRI Scan is commonly used because MRI is the best way for diagnosis. Radiograph's image cannot give us enough information about the illness.

Mandal's (2015) [2] study is one of the few which uses radiographs. A new ensemble consisting of Bayesian network optimized by Tabu search algorithm as a classifier and Haar wavelets as the projection filter is used for relevant feature selection and attribute's ranking.

da Rocha Neto A.R., Sousa R., de A. Barreto G., Cardoso J.S. (2011) [3] studied on a computer aided diagnosis system called SINPATCO (System for Diagnosis of Pathologies of Vertebral Column). This study is to help medical workers. Because medical workers are affected by stress, tiredness and can have less knowledge in the field. When this system labels the case as the opposite of the medical worker they intent to analyse the case more carefully and take suggestions. Also their study suggests that machine learning works well on non complex systems and labels like "normal" and "abnormal".

Koh, J., Chaudhary, V. & Dhillon, G. Int J CARS (2012) [4] used MRI scans to help to clinical workers. They achieved %99 accuracy and speeded up %30 the diagnostic process.

KAPANDJI [5] says with a prolapsed disc, moderate elevation of the lower limb will become painfull because of the trapped nerve roots. This sign is called Lasêgue's sign. The feature called Straight Leg Raising test will be used in this study to evaluate the risk of the herniated disc.

Lee JH, Lee SH [6] indicates that straight leg raising test is a critical feature for predicting disc herniation.

Dutta S, Bhave A, Patil S [7] indicates MRI scan sensitivity and specificity for determining surgically significant levels was 100% and 94.94%, respectively. Straight leg raising test was positive in 74% of patients, with 85%, 43%, and 75% for paracentral, central, and foraminal levels, respectively.

Kido T, Okuyama K, Chiba M, Sasaki H, Seki N, Kamo K, Miyakoshi N, Shimada Y [8] finds out pain is useful for appropriate level diagnosis.

David J. Magee [9] indicates The Straight Leg Raise (SLR) test is a neurodynamic test. Neurodynamic tests check the mechanical movement of the neurological tissues as well as their sensitivity to mechanical stress or compression. These tests, along with relevant history and decreased range of motion, are considered by some to be the most important

physical signs of disc herniation, regardless of the degree of disc injury.

van der Windt DA [10] finds out better results are obtained combining imaging and Straight Leg Raising (SLR) test.

Majlesi J[11] says the SLR test may especially help identify patients who have herniations with root compression requiring surgery.

The application prepaped with this study will collect information about the following features decscribed below.

If the lower limb is elevated with the knee extended as shown in figure 4, at an elevation degree a pain is felt on the posterior aspect of the thigh. This degree of feeling pain for both left and right legs are features for us.

Image 1. Straight Leg Raising (SLR) Test

This test is done with the side of leg which pain is felt in the SLR test.

The angle of the leg is lowered to maximum angle which the pain felt on SLR test is lost. Then the foot ankle is bended upside as shown in Image 2.

If there is pain after the bending this is featured as true, else false.

Image 2. Bragard Test

The patient is asked to evaluate his level of pain between 1 and 10.

The output of this feature is an integer between 1 and 10.

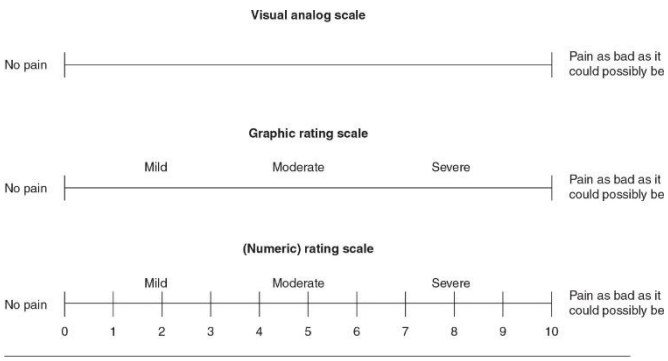


Figure 1. Visual Analog Scale

To test the Achilles Reflex, you need to locate the Achilles tendon. That's the tendon that connects your heel with the rest of your leg. To test the reflex, you would use a soft hammer or your fingertips and you would push the person's foot slightly forward at the toes towards up so that the Achilles tendon comes tight. Then you will tap and note any movement in the foot. The achilles reflex level on the side which had pain on SLR test is compared with the side which had no pain This test will give us the achilles reflex level feature data as normal, diminished or lost compared with the healthy side.

Image 3. Achilles Reflex Test

3 Machine Learning Methods

3.1 Evaluation of Methods Used In This Study

Two following class binary machine learning methods are tested. The method with the highest accuracy is implemented on the application. The methods are tested with the default parameters and with hyper tuned parameters. Microsoft Azure Machine Learning Studio is used to determine the best algorithm.

i) Two-Class Support Vector Machine

ii) Two-Class Boosted Decision Tree

iii) Two-Class Logistic Regression

iv) Two-Class Bayes Point Machine

v) Two-Class Averaged Perceptron

My project for data analysis on Microsoft Azure Machine Learning Studio

Risk Evaluation for Herniated Disc - Microsoft Azure Experiment [12]

https://gallery.cortanaintelligence.com/Experiment/Risk-Evaluation-for-Herniated-Disc

Combining all these 5 methods with 2 default and hyper tuned combination we have 10 different algorithms to compare. Results are shown in Table 3.

Table 3. Result of Machine Learning Methods used in this Project

Algorithm	Training	Accuracy	Precision	Recall	F-Score	Average Log Loss
SVM	normal	0.882353	0.922078	0.922078	0.922078	0.256436
SVM	tuned	0.921569	0.948052	0.948052	0.948052	0.191873
Boosted Decision Tree	normal	0.901961	0.924051	0.948052	0.935897	0.283791
Boosted Decision Tree	tuned	0.941176	0.961039	0.961039	0.961039	0.155978
Logistic Regression	normal	0.941176	0.961039	0.961039	0.961039	0.186079
Logistic Regression	tuned	0.911765	0.925	0.961039	0.942675	0.237186
Bayes Point Machine	normal	0.911765	0.935897	0.948052	0.941935	0.212191
Bayes Point Machine	tuned	0.911765	0.935897	0.948052	0.941935	0.212191
Avaraged Perceptron	normal	0.843137	0.896104	0.896104	0.896104	0.282806
Avaraged Perceptron	tuned	0.911765	0.935897	0.948052	0.941935	0.20104

As shown in Table 3 the best methods for this data is Boosted Decision Tree (Hyper Tuned) or Logistic Regression.

Application

The application will take feature inputs from the user interface and evaluate

the risk of having herniated disc. Although the features which are entered form the user interface is very easy to maintain, some features can be obtained with the help of a partner of the user.

The necessary features are Straight Leg Raising Test (SLR), Bragard Test, Evaluation of Pain in VAS (Visual Analog Scale) and Achilles Reflex.

Detailed video explanation can be found at the link below.

http://tuncalpkalyon.com/ml/

4.1 User Interface

The user interface of the application is shown in Image 4.

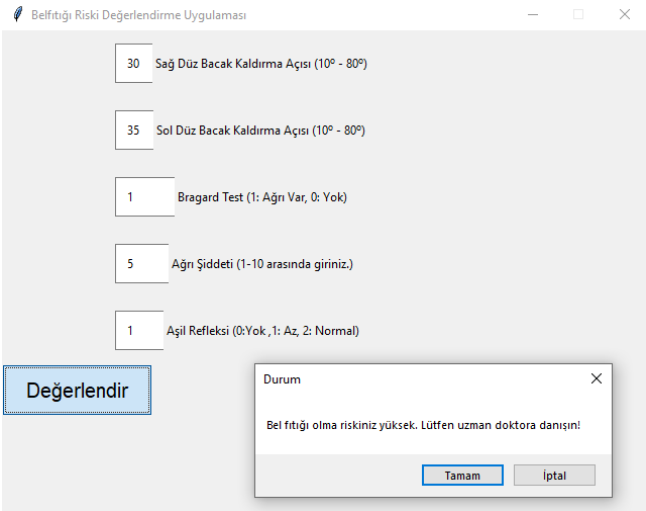


Image 4. User Interface of Risk Evaluation for Herniated Disc Application

Conclusion

This study shows that with the features, Straight Leg Raising Test (SLR), Bragard Test, Evaluation of Pain in VAS (Visual Analog Scale) and Achilles Reflex, the consistency in diagnosis of herniated disc is actually high. Due to legal issues , evaluation of this application cannot replace the evaluation of a doctor and can only be used for an initial advice.

The results of this application can be used for people who is not sure to go hospital for their complaint. The application can also be used to prevent unnecessary visits of the hospitals.

This study also shows that such applications with machine learning can help maintain health services to classify the cases of disc herniation. What machine learning does is recognizing the pattern of a case, which is what doctors actually do in establishing the diagnosis.

Lumbar disc herniation is a disease that physical examination, symptoms, and findings on imaging technique do not always correlate with each other. So that some other instruments are needed in the diagnosis.

An accurate and specific diagnosis prevents the recurrences of low back pain and chronic spinal pain. In addition, it helps to differentiate the cases who do not require any surgical approach.

On the other hand some auxiliary methods are necessary for those patients who hesitate to refer a doctor . This handy and practical application can help those people.

The application prepared with this study can be used both as a decision support system in clinical examination and can advise people who hesitate to go to hospital.

On the basis of my findings in this study I conclude that applications with machine learning prepared with some simple parameters can be easily applied to most of the illnesses. These applications can help most people to refer a doctor in a cost- effective manner.

Thanks

Thanks to Prof. M.D. Tunç Alp Kalyon for his support.

References and Citing

[1] Kalyon TA. Bel ağrıları el kitabı. GATA yayınları, Ankara, 2000

[2] Mandal, Indrajit (2015), Developing new machine learning ensembles for quality spine diagnosis, Knowledge-Based Systems, Volume 73, Pages 298-310, ISSN 0950-7051, https://doi.org/10.1016/j.knosys.2014.10.012. http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950705114003797

[3] da Rocha Neto A.R., Sousa R., de A. Barreto G., Cardoso J.S. (2011) Diagnostic of Pathology on the Vertebral Column with Embedded Reject Option. In: Vitrià J., Sanches J.M., Hernández M. (eds) Pattern Recognition and Image Analysis. IbPRIA 2011. Lecture Notes in Computer Science, vol 6669. Springer, Berlin, Heidelberg

[4] Koh, J., Chaudhary, V. & Dhillon, G. Int J CARS (2012) 7: 861. 14 February 2012, Publisher Name: Springer-Verlag Print ISSN: 1861-6410 Online ISSN: 1861-6429

https://doi.org/10.1007/s11548-012-0674-9
[5] The Physiology of the Joints. I. A. KAPANDJI ISBN – 0 443 01209 1 page 126- 127
[6] Lee JH, Lee SH. Spine J. 2018 Aug;18(8):1338-1346. doi: 10.1016/j.spinee.2017.12.010. Epub 2017 Dec 29.
Which clinical and radiological variables could predict clinical outcomes of percutaneous endoscopic lumbar discectomy for treatment of patients with lumbosacral disc herniation?
https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29292235
[7] Asian Spine J. 2016 Dec;10(6):1115-1121. Epub 2016 Dec 8.
Correlation of 1.5 Tesla Magnetic Resonance Imaging with Clinical and Intraoperative Findings for Lumbar Disc Herniation.
Dutta S, Bhave A, Patil S.
https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27994789
[8] J Orthop Sci. 2016 Jul;21(4):419-424. doi: 10.1016/j.jos.2016.03.003. Epub 2016 Apr 2.
Clinical diagnosis of upper lumbar disc herniation: Pain and/or numbness distribution are more useful for appropriate level diagnosis.
Kido T, Okuyama K, Chiba M, Sasaki H, Seki N, Kamo K, Miyakoshi N, Shimada Y.
https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27053156
[9] David J. Magee;Orthopaedic Physical Assessment; Chapter 9-Lumbar Spine;Fifth Edition: Pg 558-564.
[10] Cochrane Database Syst Rev. 2010 Feb 17;(2):CD007431. doi: 10.1002/14651858.CD007431.pub2.
Physical examination for lumbar radiculopathy due to disc herniation in patients with low-back pain.
van der Windt DA, Simons E, Riphagen II, Ammendolia C, Verhagen AP, Laslett M, Devillé W, Deyo RA, Bouter LM, de Vet HC, Aertgeerts B.
https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20166095
[11] The sensitivity and specificity of the Slump and the Straight Leg Raising tests in patients with lumbar disc herniation.
Majlesi J, Togay H, Unalan H, Toprak S.
https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=majlisi%2C++sensitivity+of+straight+leg+raising
[12] Risk Evaluation for Herniated Disc - Microsoft Azure Experiment
Emre Kalyon, 2019
https://gallery.cortanaintelligence.com/Experiment/Risk-Evaluation-for-Herniated-Disc
[13] Visual Analog Scale Image
Sage Research Methods – Sage Publications
https://images.app.goo.gl/Hepo4AAJhWHaH9jJ7T.

Kodlayıcı Derinliği ve Farklı Renk Kanallarının SegNet Bölütleme Performansına Etkisi

Nurullah ŞAHİN[1]* , Nuh ALPASLAN[2]

[1]*İnönü Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,Bilgisayar Mühendisliği, Malatya, TÜRKİYE*
[2]*Bingöl Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi,Bilgisayar Mühendisliği, Bingöl, TÜRKİYE*

Özet

Melanom en ölümcül cilt kanseri türlerinden biri olup, yapısal DNA hasarından kaynaklı hücrelerin anormal biçimde büyümesi olarak tanımlanır. Melanom tespitinde lezyon bölgesinin doğru biçimde bölütlenmesi büyük öneme sahiptir. Ancak geleneksel yöntemler ile tüm cilt lezyon türlerine uygulanabilecek genel bir bölütleme yöntemi bulunmamaktadır. Bu çalışmada lezyon bölgesinin doğru bir biçimde bölütlenebilmesi için, güncel derin öğrenme yöntemi olan SegNet ağ mimarisi kullanılmıştır. Önerilen çalışma iki ana aşamadan oluşmaktadır. Birinci aşamada görüntü üzerinde hiçbir önişleme yapılmadan sadece farklı kodlayıcı derinliklerinin SegNet mimarisinin bölütleme başarısı üzerindeki etkileri gözlemlenmiştir. Çalışmanın ikinci aşamasında ise, RGB renk kanalına eklenen farklı renk kanallarının SegNet ağının bölütleme performansına olan etkisi incelenmiştir. RGB kanalı ile farklı kanalları kullandığımızda genellikle en iyi sonuçların kodlayıcı derinliği 5 iken elde edildiği gözlenmiştir. Ayrıca, farklı renk kanallarına ait sonuçlar incelendiğinde, en iyi sonucun, RGB+H+I+G kanalında elde edildiği görülmüştür.

***Anahtar Kelimeler*:** *Görüntü İşleme, Derin Öğrenme, Görüntü Bölütleme, Melanom Tespiti, Segnet*

Effect of Different Color Channels and Encoder Depth on Segmentation Performance of SegNet

Abstract

Melanoma is one of the most deadly types of skin cancer and it is defined as abnormal growth of cells due to structural DNA damage. Accurate segmentation of the lesion has great importance in the detection of melanoma. However, there is no general segmentation method that can be applied to all skin lesion types with traditional methods. In this study, SegNet network architecture, is used to accurately segment the lesion region. The proposed study consists of two main stages. In the first stage, only the effects of different encoder depths on segmentation performance of SegNet architecture were observed without any preprocessing on image. In the second stage, the effect of different color channels added to RGB color channel on segmentation performance of SegNet network was examined. It is observed that the best results were obtained when the encoder depth was 5 when we used different channels with RGB channel. In addition, when the results of different color channels were examined, it was seen that the best results was obtained in RGB + H + I + G channel.

Keywords: Image Processing, Deep Learning, Image Segmentation, Melanom Detection, *Segnet*

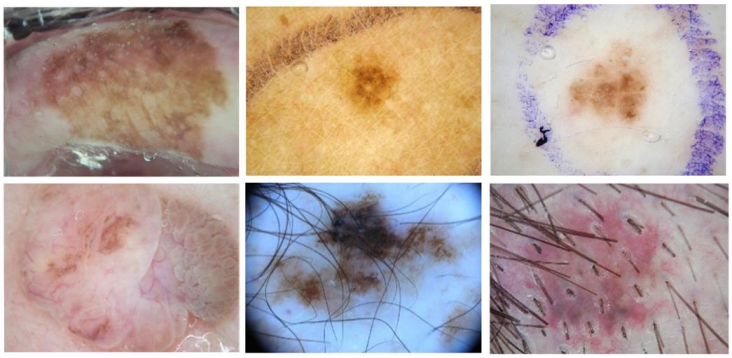
* Corresponding author e-mail : nursahin.net@gmail.com

Giriş

Melanom, cilt kanseri türleri içerisinde, ölümlerin yaklaşık %80'ini oluşturan, en ölümcül cilt kanseri türlerinden biridir. Dermoskopi, cilt bütünlüğünü bozmadan, ve düşük maliyet ile melanom tespitinde kullanılan etkin bir yöntemdir [1]. Dermoskopi, lezyonun sınır bilgisi, lezyon alanının düzensizliğinin tespiti, asimetri, mavi beyaz alanlar, globüller gibi lezyonla ilgili klinik bilgilerin elde edilebilmesi için oldukça önemlidir [2]. Bununla birlikte lezyon bölgesindeki düşük kontrast değerleri, çeşitlilik gösteren cilt tipleri, ciltteki kıllar, hava kabarcıkları, yağ kabarcıkları, çeşitlilik gösteren lezyon şekilleri, boyutları ve renkleri, farklı ışık kaynakları altında elde edilen lezyon görüntüleri, cilt lezyonlarının doğru bölütlenmesinde önümüze ciddi bir problem olarak çıkmaktadır. Şekil 1'de farklı cilt lezyon türleri görülmektedir.

Geleneksel yöntemler cilt bölütlemesinde karşımıza çıkan problemlere spesifik çözümler bulabilmekle beraber, tüm cilt lezyon türleri üzerinde etkili olamamaktadır. Bu nedenle, son yıllarda derin öğrenme mimarilerinde meydana gelen gelişmeler ile cilt lezyonlarının bölütlemesinde derin öğrenme tabanlı uygulamalar hızla yayılmaya başlamıştır. Lin Huang ve arkadaşları nesne ölçek odaklı tamamen evrişimli sinir ağlarına dayanan yöntem sunmuştur [3]. Ali Youssef ve arkadaşları cilt lezyon segmentasyonu için derin evrişimsel piksel tabanlı etiketlemeye dayanan bir yöntem sunmuştur [2]. Khalid M. Hosny ve arkadaşları Alex-Net mimarisi ve veri büyütmeye dayalı bir yöntem sunmuştur [4]. Shruthi M ve Dr. Anusuya S. derin öğrenme tabanlı tam otomatik bir cilt lezyon segmentasyon yöntemi önermişler [5]. Xiang Li ve arkadaşları RGB görüntüye derinlik boyutunun eklenmesinin segmentasyon başarımını arttırdığı fikrini sunmuştur [6]. Alex Kendall ve arkadaşları, çıktısı olasılıksal bölütleme sonuçları olan Bayes yöntemine dayalı bir sinir ağları metodu önermiştir [7]. Peng Tang ve arkadaşları, ayrıştırılabilir evrişimsel bloklardan oluşan bir U-Net modeli önermiştir [8]. Prashant Brahmbhatt ve arkadaşları, ikili cross-entropy yöntemine dayanan ve katmanları yeniden düzenlenmiş bir SegNet modeli önermiştir [9].

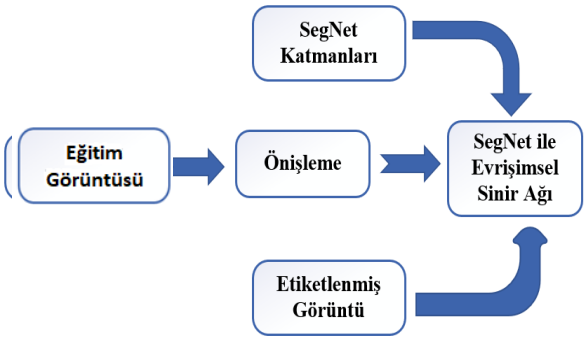
Bu çalışmada Seg-Net mimarisi kullanarak cilt lezyonlarını yüksek doğrulukla bölütleyebilen, düşük kontrast değerlerine karşı hassas, lezyon çevresindeki kıl, hava kabarcığı yağ kabarcığı ve farklı ışık kaynaklarından oluşabilecek güçlüklere karşı dirençli bir bölütleme yöntemi sunulmuştur. Önerilen çalışma iki ana aşamadan oluşmaktadır. Birinci aşamada RGB görüntü üzerinde hiçbir önişleme yapılmadan SegNet mimarisi kullanılarak bölütleme başarımı gözlemlenmiştir. Bu aşamada kodlayıcı derinliği 4-5-6 alınarak SegNet mimarisinin farklı derinliklerdeki başarımı incelenmiştir. Çalışmanın ikinci aşamasında RGB görüntülere farklı renk kanalları eklenerek bölütleme performansı incelenmiştir. RGB kanalı ile farklı kanalları kullandığımızda genellikle en iyi sonuçlar kodlayıcı derinliği 5 iken elde edilmiştir. Ayrıca, farklı renk kanallarına ait sonuçlar incelendiğinde, en iyi sonucun, RGB+H+I+G kanalında elde edildiği görülmüştür. Eklenen kanallar ile elde edilen performansın normal R+G+B kanalına göre %1.4 performans artışı sağladığı görülmüştür.



Şekil 1. Çeşitli cilt lezyon tiplerine ait görüntüler

Materyal ve Metot

Yapılan çalışmada veri seti olarak 173 kötü huylu, 727 iyi huylu olmak üzere toplam 900 cilt lezyonu görüntüsü içeren ISBI2016 veri seti ve 80 adet tipik olmayan ben 80 adet yaygın ben ve 40 adet melanom görüntüsü olmak üzere toplam 200 cilt lezyonu görüntüsü içeren PH2 veri seti kullanılmıştır. Görüntülerin %70'i eğitim, %30'u ise test için kullanıldı. Çalışma i5 8300h işlemcili ve GTX 1050ti ekran kartılı bilgisayar üzerinde gerçekleştirilmiştir.

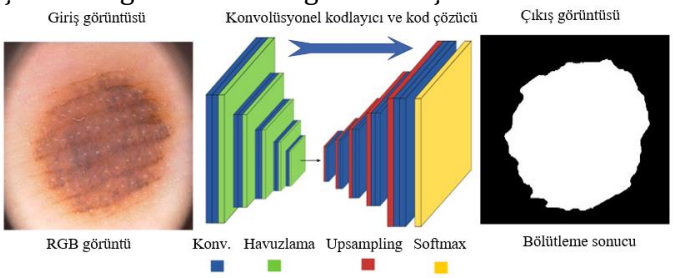


Şekil 2. Eğitim Aşaması

Şekil 2 görüntülerin önişleme tabi tutulması ve farklı kodlayıcı derinlikleri kullanılarak, lezyon ve lezyon olmayan bölgeler şeklinde etiketlenmiş görüntüler yardımı ile SegNet ağının eğitilmesi adımlarını göstermektedir. Melanom tespiti için elde edilen cilt lezyonu veri setleri çeşitli çözünürlüklerde görüntüler içermektedir. Gerek SegNet ağına uygun girdi boyutları elde etmek gerekse hesaplama karmaşıklığını azaltmak için görüntüler 192x256 boyutuna indirgenmiştir.

Daha sonra, renk kanalları ile ilgili yapılan çalışmada RGB renk uzayının yanı sıra HSV uzayından H kanalı, CIE Lab uzayı, HSI uzayından ise I kanalı kullanılarak bu kanalların ile bölütleme üzerindeki etkileri incelenmiştir. Son olarak, bölütlenmiş görüntü üzerinde boşluk doldurma ve küçük alanların silinmesi adımları uygulanmıştır.

SegNet, Cambridge Üniversitesi, bilgisayar görmesi ve robotik grubu üyeleri tarafından geliştirilen, doğrusal olmayan çok sınıflı piksel tabanlı segmentasyon için derin bir kodlayıcı-kod çözücü mimarisidir. Mimari, bir dizi doğrusal olmayan işleme katmanından (kodlayıcılar) ve karşılık gelen bir kod çözücü kümesinden ve ardından piksel olarak sınıflandırıcıdan oluşur. Her kodlayıcı, yığın normalizasyonu, bir ReLU, doğrusal olmayan bir veya daha fazla evrişimsel katmandan oluşur, bunu üst üste binmeyen maksimum havuzlama ve alt örnekleme katmanları izler. Kod çözücüler genelde kodlayıcılara benzerler ve ikisi arasındaki temel fark, doğrusal olmalarıdır. Kod çözücüler kendilerine gelen girdiyi maksimum havuzlama indeksleri kullanarak yukarı yönde örneklerler. Kod çözücülerin yukarı örnekleme yaparken indeksleri kullanması, bölütlere ayrılmış görüntülerde yüksek frekans değerlerinin korunmasını ve toplam eğitilebilir parametre sayısının azalmasını sağlar. Son kod çözücüden elde edilen sonuç, softmax katmanına verilerek nihai çıktı elde edilir [10][11]. Şekil 3 SegNet mimarisi gösterilmiştir.



Şekil 3. Segnet Mimarisi

Deneysel Sonuçlar

Bu bölümde önerilen yöntem, ISBI2016 ve PH2 verisetlerine uygulanarak elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir. Eğitim setinde yer alan görüntülerin %70'i eğitim ve %30'u test amaçlı kullanılmıştır. Segnet ağını eğitmek için kullanılan eğitim seçenekleri Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. SegNet ağı eğitim parametreleri.

Parametre	**Optimizer**	**MaxEpochs**
Değer	Adam	100
Parametre	**InitialLearnRate**	**MiniBatchSize**
Değer	5e-4	8
Parametre	**LearnRateDropFactor**	**LearnRateDropPeriod**
Değer	0.95	5

Eğitim aşamasında optimizasyon algoritması olarak, son zamanlarda bilgisayar görme ve doğal dil işlemede derin öğrenme uygulamaları için daha geniş bir şekilde benimsenmiş olan ve eğitim verilerine dayanarak, ağ ağırlıklarını güncellemek için klasik stokastik gradyan iniş prosedürü yerine kullanılabilecek bir optimizasyon algoritması olan ADAM optimizasyon yöntemi ve RELU, aktivasyon fonksiyonu kullanılmıştır. Ağın çıkış katmanı olan pixel tabanlı bölütleme katmanında çarpraz entropi kullanılmıştır. Eğitim aşamasında kodlayıcı derinliklerinin etkisini incelemek amacıyla 3 farklı (4,5,6) değerleri kullanılmıştır.

Tablo 2. Bölütleme için performans kriterleri ve hesaplanması

Doğruluk (Accuracy) $AC = \frac{DP + DN}{DP + YP + DN + YN}$	Hassasiyet (Sensitivity) $SE = \frac{DP}{DP + YN}$
Dice katsayısı: $DI = \frac{2 * DP}{2 * DP + YP + YN}$	Jaccard indeks: $JA = \frac{DP}{DP + YP + YN}$

Bölütleme performans değerlendirmesi için Tablo 2'de görülen metrikler kullanılmıştır. Bu metrikler piksel seviyesinde hesaplanmıştır. Burada, DP, gerçekte lezyon olan ve lezyon olarak belirlenen piksel sayısını; YN, gerçekte lezyon olan hatalı şekilde lezyon olmayan olarak belirlenen piksel

sayısını; YP, gerçekte lezyon olmayan ve hatalı şekilde lezyon olarak belirlenen piksel sayısını; DN, gerçekte lezyon olmayan ve lezyon olmayan olarak belirlenen piksel sayısını ifade etmektedir.

Tablo 3. Farklı kodlayıcı derinliklerinin SegNet ağının bölütleme performansına etkisi

Kodlayıcı Derinliği	Doğruluk	Hassasiyet	Dice	Jaccard
4	0,905	0,839	0,819	0,7255
5	0,920	0,886	0,855	0,768
6	**0,925**	**0,906**	**0,867**	**0,783**

Bu çalışmada SegNet ağının kodlayıcı derinliğinin ve önişleme ile farklı renk kanallarının bölütleme başarısına olan etkileri incelenmiştir. İlk çalışmada, RGB görüntü veri büyütme ve önişleme adımları uygulanmadan, sadece kodlayıcı derinliğinin etkisi incelenmiştir. Kodlayıcı derinliği olarak 4, 5, 6 kullanılmış ve elde edilen sonuçlar Tablo 3'de gösterilmiştir.

Tablo 4. RGB kanalına eklenen farklı renk kanallarının SegNet ağının bölütleme performansına etkisi

Renk Kanalları	Kodlayıcı Derinliği	Doğr.	Has.	Dice	Jac.
RGB	5	0,942	0,904	0,898	0,827
RGB+H	5	0,942	0,912	0,897	0,826
RGB+I+G	5	0,941	0,878	0,894	0,819
RGB+H+I+G	**5**	**0,948**	**0,917**	**0,906**	**0,838**
RGB+HSV+L	5	0,943	0,896	0,900	0,829
RGB+LAB	5	0,938	0,896	0,889	0,814

İlk çalışmada elde edilen sonuçlarda kodlayıcı derinliği 5 ve 6 alındığında performans değerlerinin kodlayıcı derinliği 4'e göre açık şekilde yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Bu nedenle sonraki çalışmada kodlayıcı derinliği olarak 5 ve 6 için performans değerleri incelendi. Bunun yanında, kodlayıcı derinliği olarak 6'nın en iyi olduğu gözlemlenmiştir.

Tablo 5. ISBI2016 veri seti için literatür kıyaslaması sonuçları

ISBI 2016	Dice	Jaccard	Hassasiyet	Doğruluk
Team – CUMED[12]	89.70	82.90	91.10	94.90
Team - Rahman	89.50	82.22	88.00	95.20
Team - SFU	88.50	81.11	91.50	94.40
Team - TMU	88.80	81.10	83.20	94.60
MSCA[13]	75.88	66.19	78.30	85.68
SSLS[14]	69.97	57.20	70.04	84.67
FCN[15]	88.64	81.37	91.70	94.13
Önerilen Yöntem	**90.61**	**83.80**	**91.74**	**94.80**

İkinci çalışmada ise, görüntü üzerinde veri büyütme ve önişleme adımları uygulandıktan sonra, RGB renk kanalına eklenen farklı renk kanallarının SegNet ağının bölütleme performansına olan etkisi incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar Tablo 4'de sunulmuştur. RGB kanalı ile farklı kanalları kullandığımızda genellikle en iyi sonuçlar kodlayıcı derinliği 5 iken elde edilmiştir. Tablo 4 incelendiğinde en iyi sonuçların RGB+H+I+G kanalında elde edildiği görülmektedir. H kanalı HSV renk uzayındaki Hue (renk tonu) kanalını, HSI renk kanalından Intensity (yoğunluk) kanalını ve RGB renk uzayından elde ettiğimiz gri kanalı ifade etmektedir. Cilt lezyonu bölütlemesinde farklı renk uzayları kullanılmış olmasına rağmen en iyi şekilde bölütleme için farklı renk kanallarının kullanılması ile elde edilen kesin ve net bir kanal kombinasyonu ile ilgili yapılan bir çalışma mevcut değildir. Burada RGB renk uzayına farklı renk uzayından elde edilen kanallar eklenerek hangi kanalların başarımı arttıracağı gözlemlenmiş olup H ve I kanallarının başarımı arttırdığı gözlemlenmiştir.

Tablo 6. PH2 veri seti için literatür kıyaslaması sonuçları

PH2	Dice	Jaccard	Hassasiyet	Doğruluk
SCDRR [16]	86.00	76.00	-	-
DT[17]	-	-	80.24	89.66
JCLMM[18]	82.85	-	-	-
MSCA[13]	81.57	72.33	79.87	88.75
SSLS[14]	78.38	68.16	75.32	84.85
FCN[15]	89.38	82.15	93.14	93.48
Önerilen Yöntem	**89.72**	**82.17**	**83.90**	**94.51**

Tablo 5 ve 6'da sırasıyla ISBI2016 ve PH2 verisetleri üzerinde elde edilen sonuçlar literatür ile kıyaslanmıştır. Kıyaslama için en iyi sonuçların alındığı RGB+H+I+G kanalından elde edilen sonuçlar kullanılmıştır. Tablo 5 ve 6'da yer alan karşılaştırma sonuçları incelendiğinde farklı renk kanallarının kullanıldığı önerilen yöntemin PH2 ve ISBI2016 veri setleri üzerinde bütün performans kriterlerinde diğer çalışmalardan daha iyi bölütleme sonucu elde ettiği görülmüştür. Elde edilen sonuçların gelecek çalışmalar için ümit verici olduğu gözlemlenmiştir. Renk uzayları renk kümesini tanımlamak üzere kendilerine özgü yapılara sahiptir. Yapısal özgünlüklerinden dolayı farklı renk uzaylarının kullanıma göre birbirlerine göre üstün ve zayıf yanları vardır. Bu çalışmada, bu yapısal farklılıkları kullanarak SegNet ağında farklı renk kanallarından farklı özellik çıkarılabileceği ve böylece daha başarılı bir bölütleme performansı elde edilebileceği görülmüştür. Çoklu renk kanalı kullanılan girdi görüntüleri için kodlayıcı derinliği

5 iken diğer 4 ve 6 kodlayıcı derinliklerine göre daha yüksek bölütleme başarımı elde edilmiştir.

Derin öğrenme tabanlı yöntemlerde, ilk katman kenarlar gibi çok temel şeyleri tanımak için kendini eğitirken, katman derinliği arttıkça bir sonraki katman, daha üst düzey özellikleri öğrenmek için kendini eğitir. Yüz tanımayı örnek verecek olursak bir derinlikte eğitilmiş bir sisteme bir kare bir yumurta bir insan yüzü verirsek insan yüzünü ve yumurtayı insan yüzü, kareyi ise insan yüzü değil diye etiketleyecektir. Derinlik arttıkça yüzdeki kulak, burun, göz gibi uzuvları tanımak üzere kendini eğitecek ve artık insan yüzünü çok daha kolay ayırt edebilecektir. Derinlik daha da arttıkça daha yüksek özellikteki yapısal ve dokusal özellikleri öğrenmek üzere kendini eğitecektir ağımız ve insanları birbirinden ayırt edebilecek noktaya gelecektir. Böylece derinlik arttıkça hem düşük özellikleri hem yüksek özellikler tanımak için eğitilmiş ve genelleme yeteneği olan bir bir ağ elde edilmesi beklenir. Ancak bu tam olarak böyle değildir, belirli bir yerden sonra ağ derinleştikçe eğitilmesi zorlaşır, performans artışı hızlı şekilde düşer ve aşırı öğrenme eğilimi artar. Bu çalışmada kodlayıcı derinliği arttırarak genel olarak downsampling (seyrek örnekleme) ve upsampling (sık örnekleme) modeline göre çalışan SegNet ağımızda performans incelendiğinde kodlayıcı derinliğimizi 4'ten 5'e çıkarttığımızda performansta ciddi iyileşme gözlenirken 5'ten 6'ya çıkarttığımızda performans artışının azaldığı ve çoklu renk kanallarında düştüğü gözlemlenmiştir.

Sonuçlar

Melanom tanısında hekime teşhis aşamasında yardımcı olmak ve dikkatsizlikten kaynaklı hataların önüne geçebilmek adına, bilgisayar destekli tanı sistemlerine olan ihtiyaç gün geçtikçe artmaktadır. Bu çalışmada kodlayıcı derinliği ve farklı renk kanallarının SegNet ağının bölütleme performansı üzerindeki etkileri incelenmiştir. Sonuç olarak, RGB kanalına bakıldığında kodlayıcı derinliği arttırıldığında ağın performansında yükselme gözlenmiştir. Bu, ağda kodlayıcı derinliği arttıkça ağın daha düşük seviyeli bilgiler yakalayabildiği hipotezini desteklemektedir. Ayrıca, farklı renk kanallarına ait sonuçlar incelendiğinde, en iyi sonucun, RGB+H+I+G kanalında elde edildiği görülmüştür. Eklenen kanallar ile elde edilen performansın normal R+G+B kanalına göre %1.4 performans artışı sağladığı görülmüştür. Veri büyütme, görüntü önişleme ve renk kanallarının kullanılması birlikte düşünüldüğünde ise çalışmanın Tablo 3'teki en iyi sonuca kıyasla % 7 performans artışı sağladığı görülmüştür.

Kaynaklar

[1] L. Thomas and S. Puig, "Dermoscopy, digital dermoscopy and other diagnostic tools in the early detection of melanoma and follow-up of high-risk skin cancer patients," Acta Derm Venereol, 2017.

[2] Ali Youssef, Domenico Daniele Bloisi, Mario Muscio, Andrea Pennisi, Daniele Nardi, Antonio Facchiano , ''Deep Convolutional Pixel-wise Labeling for Skin Lesion Image Segmentation'', International Symposium 2018.

[3] Lin Huang1,2 · Yi-gong Zhao1 · Tie-jun Yang2, ''Skin lesion segmentation using object scale-oriented fully convolutional neural networks'', Signal, Image and Video Processing.

[4] Hosny KM, Kassem MA, FoaudMM (2019) Classification of skin lesions using transfer learning and augmentation with Alex-net. PLoS ONE 14(5): e0217293.

[5] 1Shruthi M, 2Dr. Anusuya S, ''Segmentatıon of Lesions in Skin Images Using Deep Learning'', International Journal of Pure and Applied Mathematics, Volume 119 No. 16 2018, 3277-3285.

[6] Xiang Li, Ben Aldridge, Lucia Ballerini, Bob Fisher, and Jonathan Rees,'' Depth Data Improves Skin Lesion Segmentation''.

[7] Alex Kendall, Vijay Badrinarayanan, Roberto Cipolla, ''Bayesian SegNet: Model Uncertainty in Deep Convolutional Encoder-Decoder Architectures for Scene Understanding'', British Machine Vision Conference 2017.

[8] Peng Tang a , b , c , Qiaokang Liang a , b , c , ∗, Xintong Yan a , Shao Xiang a , b , c , Wei Sun a , b , c , Dan Zhang d , Gianmarc Coppola e, '' Efficient skin lesion segmentation using separable-Unet with stochastic weight averaging'', Computer Methods and Programs in Biomedicine 178 (2019) 289–301.

[9] Prashant Brahmbhatt1, Siddhi Nath Rajan2, '' Skin Lesion Segmentation using SegNet with Binary Cross-Entropy'',International Conference on Artificial Intelligence and Speech Technology(AIST2019) 14-15th November, 2019.

[10] Vijay Badrinarayanan, Alex Kendall, Roberto Cipolla, Senior Member, IEEE,'' SegNet: A Deep Convolutional Encoder-Decoder Architecture for Scene Segmentation'' IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence.

[11] https://mi.eng.cam.ac.uk/projects/segnet/

[12] L. Yu , H. Chen , Q. Dou , J. Qin , P.-A. Heng , Automated melanoma recognition in dermoscopy images via very deep residual networks, IEEE Trans. Med. Imaging 36 (4) (2017) 994–1004 .

[13] L. Bi , J. Kim , E. Ahn , D. Feng , M. Fulham , Automated skin lesion segmentation via image-wise supervised learning and multi-scale superpixel based cellular automata, in: Proceedings of the IEEE International Symposium on Biomedical Imaging (ISBI), 2016, pp. 1059–1062 .
[14] E. Ahn , L. Bi , Y.H. Jung , J. Kim , C. Li , M. Fulham , D.D. Feng , Automated saliency-based lesion segmentation in dermoscopic images, in: Proceedings of the Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), IEEE, 2015, pp. 3009–3012 .
[15] J. Long , E. Shelhamer , T. Darrell , Fully convolutional networks for semantic seg- mentation, in: Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2015, pp. 3431–3440 .
[16] B. Bozorgtabar , M. Abedini , R. Garnavi , Sparse coding based skin lesion seg- mentation using dynamic rule-based refinement, in: Proceedings of the International Workshop on Machine Learning in Medical Imaging, Springer, 2016, pp. 254–261 .
[17] A. Pennisi , D.D. Bloisi , D. Nardi , A.R. Giampetruzzi , C. Mondino , A. Facchiano , Skin lesion image segmentation using Delaunay triangulation for melanoma detection, Comput. Med. Imaging Graph. 52 (2016) 89–103 .
[18] A . Roy , A . Pal , U. Garain , JCLMM: a finite mixture model for clustering of cir- cular-linear data and its application to psoriatic plaque segmentation, Pattern Recognit. 66 (2017) 160–173 .
[19] Humaira Nisar, Yau Kwang Ch'ng, Tsyr Yee Chew,Vooi Voon Yap, Kim Ho Yeap, Jyh Jong Tang,'' A color space study for skin lesion segmentation'', 2013 IEEE International Conference On Circuits and Systems.
[20] Chiranjeev Sagarl and Lalit Mohan Saini2, ''Color Channel Based Segmentation of Skin Lesion from Clinical Images for the Detection of Melanoma'', IEEE International Conference on Power Electronics. Intelligent Control and Energy Systems (ICPEICES-2016)
[21] Shamik Sural, Gang Qian and Sakti Pramanik,'' Segmentatıon And Hıstogram Generatıon Usıng The Hsv Color Space For Image Retrıeval'', Proceedings. International Conference on Image Processing.
[22] https://www.mathworks.com/

Pelet Geometrisinin Termoelektrik Soğutucu Modül Performansı Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi: Benzetim ve Deneysel Çalışma

A. Hakan YAVUZ[1]*

[1]*Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Elektrik Elektronik mühendisliği, Tokat, Türkiye*

Özet

Bu çalışmada, termoelektrik (TE) modüllerin ve sistemlerin performanslarını analiz etmek için deneysel bir yöntem önerilmiş ve test edilmiştir. Geleneksel yöntemler yarıiletkenlerin parametrelerini sabit kabul etmekte veya sadece sıcaklık değişimlerini öngörmektedir. Bu sebeple, TE modüllerin performans hesaplamaları ve değerlendirmeleri hatalı olmaktadır. Buna karşılık; TE modülün performansını etkileyecek iç ve dış bütün faktörlerin toplam etkileri, çalışır durumdaki modülden doğrudan ölçülerek elde edilen deneysel parametrelerinin kullanılmasına dayanan yeni yöntemle otomatik olarak hesaba katılmaktadır. Performans analizi için kolayca ölçülebilir parametrelere dayalı AHISKA yöntemi kullanılarak bir benzetim modeli (MATLAB) geliştirilmiştir. Modelin doğruluğu deneysel olarak test edilmiştir. Model kullanılarak geometrik özelliklerin modül performansına etkileri değerlendirildi. Yeni yönteme göre elde edilen benzetim sonuçlarının deneysel metotlarla elde edilen sonuçlara yakın olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: *Termoelektrik modül, gerçek çalışma parametreleri, yarıiletken malzemeler, geometrik optimizasyon.*

Investigation of The Effects of Pellet Geometry on Thermoelectric Cooler Module Performance: Simulation and Experimental Study

Abstract

In this study, an experimental method has been suggested and tested in order to analyse performances of thermoelectric (TE) modules and systems. Traditional method assumes parameters of semiconductors either constant or only temperature dependent. That's why; calculation and evaluation of performance of TE modules are misleading. On the other hand, with utilization of experimental parameters attained via direct measurements on an operating module enables the new method to take into account the total effects of all internal and external factors over the module. A simulation model (MATLAB) was developed using the AHISKA method based on easily measurable parameters for performance analysis. The accuracy of the model was tested experimentally. Using the model, the effects of geometric properties on module performance were evaluated. The simulation results obtained according to the new method were found to be close to the results obtained by experimental methods.

Keywords: *Thermoelectric module, real work parameters, semiconductor materials, geometric optimization.*

* Corresponding author e-mail : hakan.yavuz@gop.edu.tr

Giriş

Termoelektrik (TE) modüller sessiz, kararlı ve güvenilir yapıya sahiptirler. Doğru akım (DA) ile çalıştıklarından sıcaklık kontrolleri çok kolay bir şekilde yapılabilmektedir. Termoelektrik modüller (TEM) hem ısıtma ve soğutma amaçlı hem de güç üretiminde kullanılmaktadır. TEM'ler p ve n tipi yarıiletkenlerin elektriksel olarak seri termal olarak paralel bağlanması ile elde edilir. TE çiftler seramik plakalar arasına yerleştirilir. TE cihazlar ve aygıtlar modül üreticileri tarafından sağlanan performans eğrilerine göre dizayn edilir [1-4].

TEM'lerin performansı uygulanan DA'a göre yüzeyler arasında elde edilen maksimum sıcaklık farkı (ΔT_{max}) ya da modülün soğuk yüzeyinden emilen maksimum ısı yükü (soğutma kapasitesi, Q_{Cmax}) ile ifade edilir [5]. Q_C aynı zamanda ısı pompalama kapasitesi olarak ta tanımlanır. TE modüllerin performans eğrileri sabit termal şartlarda, sabit geometri için ve yarıiletken malzeme özelliklerinin değişmediği varsayılarak elde edilir. TE modülün gerçek çalışma şartlarında yarıiletken malzeme özellikleri termal iletkenlik, k, Seebeck katsayısı, α, elektriksel direnç ρ ve performans katsayısı z değişmektedir. Dolayısıyla üretici firma tarafından verilen eğriler hatalara yol açmaktadır [6]. α, ρ, k ve z gibi parametreler sıcaklığa bağlı olduğu gibi yarıiletkenlerin fiziksel özelliklerine de doğrudan bağlıdır. Ancak bu parametrelerin modül çalışırken ölçülmesi oldukça zordur. Klasik yöntemler bu nedenle yetersiz kalmaktadır. Modül tasarımında geometrik özellikler ve termal şartlar dikkate alınarak daha doğru performansların üretimden önce doğru tahmin edilmesi önemlidir. Performans eğrileri deneysel metotlar ile elde edilen veriler ile karşılaştırıldığında önemli hatalar söz konusudur. Performans analizi üzerinde yapılan çalışmalar TEM geometrisinin benzetilmesine ve deneysel olarak kontrol edilmesine odaklanmıştır. Çünkü TEM geometrisi değiştiğinde modül parametreleri tamamen değişmektedir [5-12]. Modül parametrelerinin sıcaklıkla değişimi şekil 1'de gösterilmiştir.

Typical Material Parameters

T (Kelvin)	ρ	κ	Z
273	9.2×10^{-4}	1.61×10^{-2}	2.54×10^{-3}
300	1.01×10^{-3}	1.51×10^{-2}	2.68×10^{-3}
325	1.15×10^{-3}	1.53×10^{-2}	2.44×10^{-3}
350	1.28×10^{-3}	1.55×10^{-2}	2.22×10^{-3}
375	1.37×10^{-3}	1.58×10^{-2}	1.85×10^{-3}
400	1.48×10^{-3}	1.63×10^{-2}	1.59×10^{-3}
425	1.58×10^{-3}	1.73×10^{-2}	1.32×10^{-3}
450	1.68×10^{-3}	1.88×10^{-2}	1.08×10^{-3}
475	1.76×10^{-3}	2.09×10^{-2}	8.7×10^{-4}

Şekil 1. Modül parametreleri

Şekil 1'de görüldüğü gibi parametreler kayda değer bir şekilde değişmektedir. AHISKA metodu modüllerin gerçek çalışma şartları altında kolay ölçülebilir sıcaklık, akım ve gerilim gibi parametrelere dayanmaktadır. Bu yöntem kontak dirençleri, lehim farklılıkları ve geometrik farklılıkları mevcut termal şartları da içine almaktadır.

Bu çalışmada AHISKA yöntemine göre geometrik özelliklerin modül performansı üzerindeki etkileri MATLAB ortamında hazırlanan bir benzetim çalışması ile elde edilmiştir. Benzetim sonuçları deneysel olarak elde edilen veriler ve katalog verileri ile karşılaştırılmış ve yorumlanmıştır. Çalışma CP 1.0-127-05L ticari modül baz alınarak işlem yapıldı. CP 1.0-127-05L (G = 0,079 cm; h = 3,2 mm) özelliklerine sahip bir modüldür.

Materyal ve metot

AHISKA metodu

AHISKA tarafından geliştirilen bu metot hem teorik hem de deneysel olarak klasik yöntemlere daha pratik ve daha küçük yüzdeli hatalara sahip olan bir yöntemdir [6]. Yeni yöntemde kullanılan parametreler modül tarafından çekilen akım (I), modüle uygulanan gerilim (V), modüle verilen akım kesildiğinde modül uçlarında indüklenen termoemk (E) ve yüzey sıcaklıkların herhangi birinin (T_H veya T_C) ölçülmesine dayanmaktadır. Bu parametreler elektriksel olarak kolay ölçülebilen parametreler olup, modüle etki eden tüm fiziksel etkenleri içerisinde barındırmaktadır. Ayrıca modül çalışırken kolayca ölçülebilir[12].

AHISKA metodunun temel parametreleri I_{max}, V_{max} ve E_{max}'tır. Bu parametreler yüksüz çalışan bir TEM için toplam ısıl yük Q_L=0, ve modülün soğuk yüzeyinden emilen enerji, Q_C=0 iken elde edilir. Bu şartlar altında minimum soğuk yüzey sıcaklığı T_{Cmin} ve maksimum sıcaklık farkı ΔT_{max} elde edilir. Bu şartları oluşturan akım I_{max}, gerilim V_{max} ve emk E_{max}

olarak alınır. Deneysel olarak ölçülen bu değerler kullanılarak Denklem (1)-(5) ile verilen formüller elde edilir [12].

TEM'in direnci Ω cinsinden:

$$R = \frac{V_{\max} - E_{\max}}{I_{\max}} \tag{1}$$

TEM'in termal iletkenlik katsayısı WK^{-1}:

$$K = \frac{0.5V_{\max}(V_{\max} - E_{\max})I_{\max}}{T_H E_{\max}} \tag{2}$$

TEM'in kalite faktörü K^{-1}:

$$Z = \frac{V_{\max}E_{\max}}{0.5(V_{\max} - E_{\max})^2 T_H} \tag{3}$$

TEM'in soğuk yüzey sıcaklığı K:

$$T_C = T_H(1 - \frac{E}{V_{\max}}) \tag{4}$$

$$V_{\min} = \frac{2NI_{\max}\rho}{G}, E_{\max} = 2N\alpha\Delta T_{\max} \tag{5}$$

Ölçülen bu parametrelere göre modüle ait yarıiletken malzeme özellikleri ise Denklem (6) ile verilir.

$$\rho = \frac{GV_{\min}}{2NI_{\max}}, \alpha = \frac{V_{\max}}{2NT_H},$$
$$k = \frac{0.5I_{\max}V_{\min}V_{\max}}{2NGE_{\max}T_H}, z = \frac{E_{\max}V_{\max}}{0.5V_{\min}{}^2 T_H} \tag{6}$$

Burada, G=a/h (TE yüzey alanı/uzunluk, cm) geometrik faktör N ise modüldeki termoelement sayısıdır. Yeni yöntemde klasik yöntemlere göre avantajı kolaylıkla ölçülebilen E ve I değerine bağlı olarak performans parametreleri hesaplanabilmektedir. Modül tarafından üretilen emek Denklem (7)'de, TEM'in soğuk yüzeyine gelen toplam ısı yükü Denklem (8)'de, TEM tarafından harcanan güç Denklem (9)'da ve TEM'in performans katsayısı Denklem (10)'da gösterilmiştir.

$$k = \frac{0.5I_{\max}V_{\min}V_{\max}}{2NGE_{\max}T_H}, z = \frac{E_{\max}V_{\max}}{0.5V_{\min}{}^2 T_H} \tag{7}$$

$$Q_C = V_{\max}I - \frac{0.5I^2(V_{\max} - E_{\max})}{I_{\max}} - (I + \frac{0.5(V_{\max} - E_{\max})I_{\max}}{E_{\max}})E \tag{8}$$

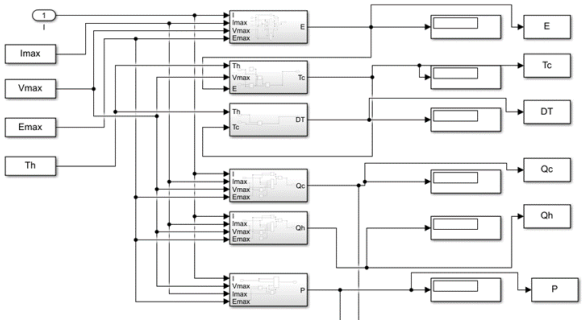
$$P = \frac{I^2(V_{\max} - E_{\max})}{I_{\max}} + EI \tag{9}$$

$$COP = \frac{Q_C}{P} \tag{10}$$

Bu çalışmada TEM'lerin performans analizinin yapılması ve üretilecek modül performans eğrilerinin elde edilebilmesi için MATLAB ortamında bir model geliştirildi. Ticari olarak temin edilebilen ve geometri bilgisine sahip olduğumuz CP 1.0-127-05L, modül bazında benzetim çalışması ile elde edilen bulgular, deneysel yolla elde edilen bulgular ve katalog verileri karşılaştırıldı. Pelet geometrisinin modül performansı üzerindeki etkileri incelendi.

Benzetim çalışması

Benzetim çalışmasının temelini üzerinde araştırma yapılacak olan modüllerin E_{max}, I_{max}, V_{max} parametrelerinin deneysel olarak elde edilmesi, giriş parametresi olarak alınması, TH sıcaklığına bağlı olarak yarıiletken malzemelerin özelliklerinin tespit edilmesi ve sıcaklığa bağlı bu parametreler kullanılarak modülün performans eğrilerinin elde edilmesi oluşturmaktadır. Şekil 2'de gösterilen SIMULINK tasarımı kullanılarak Denklem 1-10 ile verilen performans parametreleri hesaplanabilmektedir.

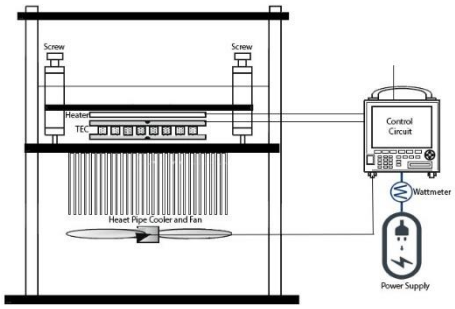


Şekil 2. SIMULINK tasarımı

Deneysel Kurulum

Modül testi için kullanılan düzeneğin prensip şeması Şekil 3'de verilmiştir. TEM performans

analiz sistemi bilgisayar kontrollü olarak çalışmaktadır. Kontrol devresi TEM'e uygulanan akımı anahtarlamalı modlu bir güç kaynağının (SMPSS) kontrol girişi kullanılarak ayarlamaktadır. Isı borulu fan soğutmalı ısı transfer sistemini on/off modunda kontrol edilerek PWM sinyal dönüşleri ile ısı transfer sisteminin çalışıp çalışmadığı tespit edilmektedir. Eğer problem varsa modülü korumak amacıyla modüle uygulanan akım otomatik olarak kesilmektedir. Modül yüzeylerindeki sıcaklıklar K tip termokupl kullanılarak ölçülmektedir. Isıtıcı akım kontrolü de kontrol devresi tarafından yapılmaktadır. Deney düzeneğinde temel olarak 2 test prosedürü otomatik olarak işletilmektedir: (i) T_{Cmin} çalışma rejimi, (ii) Q_{Cmax} çalışma rejimi. T_{Cmin} çalışma rejimi uygulanan akım ve gerilim değerinde TEM yüzeyleri arasındaki maksimum sıcaklık farkını kademe kademe ölçerek kaydetmektedir. Test neticesinde modüle ait ΔT_{max}, I_{max}, E_{max}, V_{max} parametreleri tespit edilmektedir. Q_{Cmax} rejiminde ise uygulanan akım ve gerilimde sistem ısıl dengeye geldiğinde ısıtıcı kullanılarak kademe kademe ısıl yük uygulanmaktadır. ΔT=0 olacak şekilde denge sağlandığında uygulanan akım ve gerilime karşılık gelen ısıl yük Q_{Cmax} olarak kaydedilmektedir. Kaydedilen Q_{Cmax}'lar içerisinden en büyük olan TEM'in maksimum soğutma gücünü gösteren Q_{Cmax} olarak alınmaktadır.



Şekil 3. Deneysel kurulum prensip şeması

TEM analiz sistemi modül testlerinin gerçek çalışma şartlarındaki analizini yapmak için de kullanılmaktadır. Maksimum parametreler tespit edildikten sonra termoemk ve akıma bağlı parametreler ölçülebilmekte ve veri tabanına kaydedilmektedir.

Bulgular ve Tartışma

Bu bölümde giriş parametrelerinin TEM performansı üzerindeki etkilerini incelemek üzere benzetim ve deneysel çalışmalar yapıldı ve karşılaştırıldı. En, boy, yükseklik, geometrik faktör, termoçift sayısının çıkış parametreleri üzerindeki etkileri incelendi ve irdelendi. CP1.0-127-05L, Üretici firma tarafından verilen geometrik veriler Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Modüllerin geometrik özellikleri

Modül	h, cm	G, cm	α	k	ρ
CP1.0 127-05L	0,32	0,079	2e-4	1.51e-2	1.01e-3

Bu veriler T_H=25°C için verilen verilerdir. İlk olarak modüllerin gerçek çalışma şartlarındaki maksimum parametrelerini tespit etmek için bilgisayarlı TEM performans analiz sistemi kullanıldı. TEM analiz sistemi T_{Cmin} rejiminde çalıştırıldı. Sistem içerisindeki DA kaynağı kullanılarak modüle sıfırdan başlayarak kademeli olarak akım uygulandı. Isı borulu fanlı ısı transfer sistemi kullanılarak T_H 25 °C'de sabitlendi. Her akım değeri için yüzeyler arasındaki sıcaklık farkı (ΔT) sabitleninceye kadar beklendi ve ΔT veri tabanına kaydedildi. Belirli bir akım değerinden sonra ΔT azalmaya başladığında işlem kesildi. Veri tabanından ΔT'yi maksimum yapacak akım akım I_{max}, gerilim V_{max}, hesaplanan ΔT ise ΔT_{max} olarak kaydedildi. Denge durumundaki sisteme uygulanan akım kısa süreliğine kesilerek modül tarafından üretilen termoemk ölçüldü ve E_{max} olarak kaydedildi (Tablo 2).

Tablo 2. T_{Cmin} rejimi sonuçları

ΔT_{max}(°C)	V_{max}, V	I_{max}, A	E_{max}, V
58	14,1	3,8	2,71

Modülün Q_{Cmax} rejiminde test edilmesi için DA kaynağı Imax olacak şekilde ayarlandı ve sistemin dengeye gelmesi beklendi. TEM performans analiz sistemindeki ısıtıcı kullanarak ΔT=0 yapana kadar modüle kademeli olarak ısıl yük uygulandı. ΔT=0 yapan ısıl yük Q_{Cmax} olarak veri tabanına kaydedildi. CP1.0-127-05L modülü için elde Q_{Cmax} rejim sonuçları Tablo 3'te gösterildi.

Tablo 3. Q_{Cmax} rejim sonuçları

I,A	V,V	T_H, K	T_C,K	E,V	Q_C,W
3,8	14,1	299,2	241,2	2,69	0,35
3,8	14,1	299,5	252	2,23	5,77

3,8	14,1	300,5	262,5	1,78	11,08
3,8	14,1	301,5	275,2	1,15	18,5
3,8	14,1	302,8	292,4	0,4	27,34
3,8	14,1	302,2	302,2	0	31,94

Deneysel olarak elde edilen veriler katalog verileri ile karşılaştırıldığında farklılıklar görülmektedir. Yeni metoda göre herhangi bir anda Modüle uygulanan akım ve emek değerinin ölçülmesi modüle ait bütün parametrelerin hesaplanması için yeterlidir. Bu parametreler modülün geometrik yapısı, çevre sıcaklığı, kontak dirençleri, ısı transfer sisteminin performansı gibi bütün değişkenleri kapsamaktadır. Dolayısıyla gerçek çalışma şartlarındaki güncel parametrelere göre sistemin performans değerlendirilmesinin yapılması daha doğru eğriler elde edilmesine neden olmaktadır.

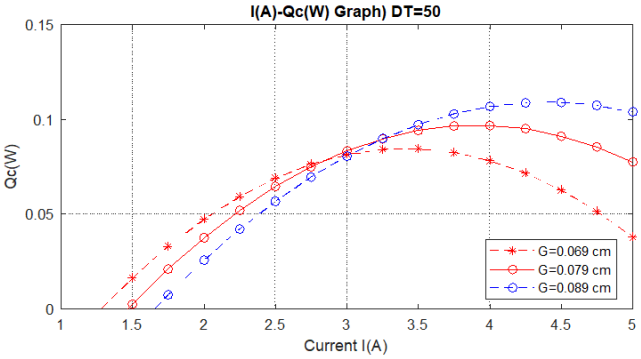
Deneysel olarak elde edilen parametreler kullanılarak TEM'in geometriye bağlı performansının değerlendirilmesi için benzetim çalışması kullanıldı. Deneysel parametreler sisteme girilerek CP1.0-127-05L

Modülüne ait performans değerlendirildi. Üretici firma tarafından vakumlu, sabit termal şartlar altında verilen parametreler ile hesaplama yapıldığında benzetim çalışmasında Tablo 4'te verilen sonuçlar elde edildi. Bu sonuçlara göre katalog verilerine yakın sonuçlar elde edildi.

Tablo 4. T_H=25°C için benzetim sonuçları

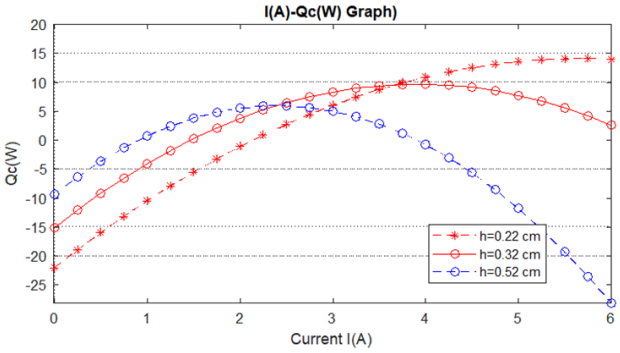
ΔT_{max}(°C)	V_{max}, V	I_{max}, A	E_{max}, V
69,61	15,24	3,6	3,45

CP1.0-127-05L modülü için geometrik faktör ve yükseklik bilgisi bilindiğinden pelet alanı 0.2528 cm olarak hesaplandı. Geometrik faktör ± 0.01 cm aralıklarında değiştirilerek çıkış parametrelerine etkisi incelendi. Geometrik faktörün artışıyla beraber R değerinde azalma, K değerinde artma gözlenirken en belirgin artışın I_{max} ve Q_{Cmax} değerlerinde olduğu görülmektedir. CP1.0-127-05L modülünün performans eğrilerini elde etmek üzere G değerleri sırasıyla 0,069 cm, 0,079 cm, 0,089 cm alınarak modül parametrik eğrileri elde edildi. ΔT=50 °C'de sabit tutularak değişken geometrik faktör değerlerinde akıma bağlı değerler benzetim çalışması kullanılarak elde edildi ve grafikler şekil 4'de gösterildi.



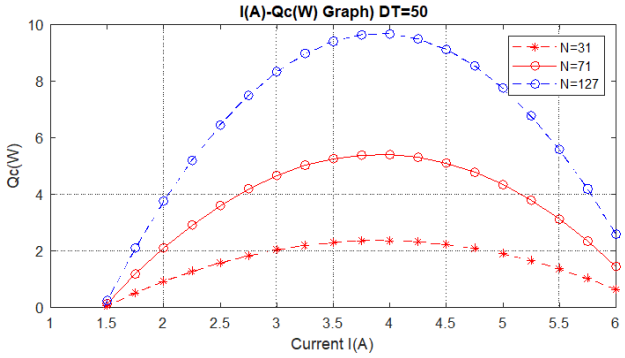
Şekil 4. G'ye bağlı I-QC grafikleri

CP1.0-127-05L modülü kol yüksekliği 0,32 cm'dir. Yüksekliğin performans eğrileri üzerinde etkisini incelemek üzere h'nin 0,12 cm, 0,32 cm ve 0,52 cm değerleri için ΔT=50°C'de performans analizi yapıldı. Elde edilen sonuçlar Şekil 5'de gösterildi.



Şekil 5. Yüksekliğe bağlı I-QC grafikleri

Termoçift sayısı N'nin çıkış performans eğrileri üzerindeki incelemek üzere 31, 71 ve 127 değerleri için benzetim yapıldı. Sonuçlar şekil 6'da gösterildi. ΔT=50°C için performans eğrileri elde edildi.



Şekil 6. N'ye bağlı I-QC grafikleri

Elde edilen sonuçlar incelendiğinde katalog verileri ile gerçek çalışma anındaki veriler örtüşmemektedir. Analiz edilen modüller için

deneysel olarak elde edilen parametreler kullanılarak benzetim yapıldığında elde edilen sonuçlar deneysel olarak elde edilen sonuçlara yakın olması kaçınılmazdır.

Sonuçlar

Ticari olarak üretilen modüllerin gerçek çalışma şartlarındaki performanslarının değerlendirilmesi önemlidir. Sabit termal şartlarda ve laboratuvar ortamında yapılan hesaplamalar uygulama safhasında hatalara yol açabilmektedir. Önerilen deneysel yöntem üretici firmalar içinde önemli bir avantaj sağlamaktadır. Aynı yarıiletken özelliklerine sahip elemanlardan farklı kombinasyonlarda elde edilebilecek soğutma kapasiteleri gerçek çalışma şartlarına en yakın olacak şekilde benzetim çalışması kullanılarak elde edilebilir. Bu şekilde ihtiyaca cevap verecek modül üretiminde daha kesin sonuçlar elde etmek mümkündür.

Teşekkür

Katkılarından dolayı hocam Prof. Dr. Raşit AHISKA'ya teşekkür ederim.

Kaynaklar

[1] He W, Zhang G, Zhang XX, Ji J, Li GQ, Zhao XD. "Recent development and application of thermoelectric generator and cooler". Appl Energy, 143, 1–25, 2015.
[2] Zhao DL, Tan G. "A review of thermoelectric cooling: materials, modeling and applications". Appl Therm Eng,66, 15–24, 2014
[3] Enescu D, Virjoghe EO. "A review on thermoelectric cooling parameters and performance". Renew Sustain Energy Rev, 33, 903–16, 2014.
[4] Sharma S, Dwivedi VK, Pandit SN. "A review of thermoelectric devices for cooling applications". Int J Green Energy, 11, 899–909, 2014.
[5] Harman TC. "Special techniques for measurement of thermoelectric properties". J Appl Phys , 29, 1373–9, 1958.
[6] Ahiska R, Ahiska K. "New method for investigation of parameters of real thermoelectric modules". Energy Convers Manage, 51, 338–45, 2010.
[7] Melcor CP1.0-127-05 Thermoelectric cooler. http://www.melcor.com/CP_Series/CP1.0-127-05L.PDF,[retrieved 26.05.10].
[8] HB TEC1-07106 Modules. http://www.hebeiltd.com.cn/?p=peltier.module [retrieved 26.05.10].
[9] Astakhova EI, Babin VP, Ravich YI. "Calculation and measurement of the timeconstant of a cooling thermoelement in the steady state". J Eng Phys Thermophys, 62, 211–5, 1992.
[10] Ravich YI, Gordienko AN. "A method for calculating the transient time of a multi-stage thermoelectric cooler". Semiconductors, 41, 110–4, 2007.
[11] Volodin V, Gromov G, Kondrativ D, Ogryzko A, Rogov A, Yershova L. Z-metering development; 2009. http://www.rmtltd.ru/articles.htm,[retrieved 26.05.10].
[12] Ahiska R, Dislitas S. "Computer controlled test system for measuring the parameters of the real thermoelectric modüle", Energy Convers Manage , 52, 27–36, 2011.

PISA 2018 Sonuçları Üzerine Bir Sınıflandırma Uygulaması

Ezgi GÜLENÇ BAYİRLİ[1]* , Doç. Dr. Ersoy ÖZ[2]

[1] *Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, İstatistik Bölümü, İstanbul, TÜRKİYE*
[2] *Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, İstatistik Bölümü, İstanbul, TÜRKİYE*

Özet

Makine öğrenmesi yöntemleri pek çok alanda özellikle regresyon ve sınıflandırma yapmak amacıyla kullanılmaktadır. Bu çalışmada makine öğrenmesi yöntemlerinden lineer, radyal tabanlı ve polinom tabanlı destek vektör makineleri, karar ağacı algoritmalarından rastgele orman algoritması ve lojistik regresyon kullanılmıştır. Bu yöntemler ile eğitim alanında büyük veri üzerine bir sınıflandırma uygulaması yapılacaktır.
PISA, Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (OECD) tarafından üçer yıllık aralıklar halinde 15 yaş grubundaki öğrencilerin kazanmış oldukları bilgi ve becerileri değerlendiren bir araştırmadır. Öğrencilerin okulda öğrendikleri bilgi ve becerileri günlük yaşamda kullanma becerisini ölçmeyi amaçlamaktadır. Bu ölçümde öğrencilerin Matematik okuryazarlığı, Fen Bilimleri okur yazarlığı ve Okuma Becerileri konuları dışında, öğrencilerin motivasyonları, kendileri hakkında görüşleri, öğrenme biçimleri, okul ortamları ve aileleri ile ilgili veriler toplamaktadır. 1997'de geliştirilen bu değerlendirme programı ilk kez 2000 yılında uygulanmıştır. Her dönemde belli bir derse yoğunlaşarak 3 yıl ara ile yapılmakta ancak öğrenciler diğer ana derslerden de sınanmaktadır. Bu çalışmada PISA 2018 Türkiye matematik veri seti kullanılmıştır. Kullanılan veri seti, öğrencilerin matematik başarıları ve demografik özelliklerini belirten değişkenleri içermektedir. Veri seti kayıp veriler temizlendikten sonra 45 adet değişken ve 6832 adet öğrenciye ait bilgilerden oluşmaktadır. Öğrencilerin başarı puanları OECD nin 2018 yılı başarı ortalamasına göre 489 puan ve üzeri olan öğrenciler başarılı, bu puanın altında kalan öğrenciler başarısız kabul edilerek iki sınıfa ayrılmıştır. Bu bağlamda sözü geçen yöntemlerin sınıflandırma başarılarını belirlemek amacıyla, veri seti eğitim ve test olmak üzere 2'ye ayrılmıştır. Yapılan sınıflandırmalar sonucunda en iyi sınıflandırma algoritması rastgele orman olarak bulunmuştur. Kesinlik değerlerine göre sınıflandırma algoritmalarının performansları %65 ve %73 aralığında değişmektedir. Ayrıca değişkenler arasından sınıflandırmada en etkili olanları belirlemek amacıyla öznitelik seçim algoritması kullanılmıştır. Çalışmanın bulguları dikkate alındığında eğitim alanında kullanılan makine öğrenmesi yöntemleri ile eğitimsel karar alma süreçlerinde kullanılabilecek sonuçlar ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: *Makine öğrenmesi, Sınıflandırma, PISA*

A Classification Practice on PISA 2018 Results

Abstract

Machine learning methods are widely used in many areas. Prediction, regression and classification tasks can be performed with these methods. In this study, support vector machines (SVM) with linear, radial and polynomial kernel; random forest and logistic regression methods will be used to make a classification in the field of education. Success of the models created by these methods will be assessed by the accuracy value.
PISA, is a three-year period study conducted by the Organization for Economic Co-operation and Development (OECD) that evaluates the knowledge and skills acquired by the students aged 15 years. The main purpose is to measure the ability of students to use the knowledge and skills they have learned at school in their daily lives. In these measurements, data about students 'mathematics literacy, science literacy and reading skills, as well as the students' motivation, opinions about themselves, learning styles, school environments and their families are collected. This evaluation program developed in 1997 was first applied in 2000. The examinations which are given every three years concentrate on a specific course in each period, but the students are also tested on the other main courses. In this study, PISA 2018 Turkey mathematics data set was used. The data set includes variables that indicate students' mathematics achievement and demographic characteristics. It consists of 45 variables and 6832 students data after cleaning missing values. According to the OECD's 2018 average achievement, students with a score of 489 and above are considered successful and students who fall below this score are considered to be unsuccessful and thus they are divided into two classes.

* Corresponding author e-mail : ezgiglnc@gmail.com

In order to determine the classification success of the machine learning methods, the data set is divided into two as training and testing set. As a result of the analysis, the best classification algorithm was found as the random forest. The accuracy values for the different models differs in range between 65% to 73%. In addition, variable selection algorithm was used in order to find the most effective variable for the classification. When the findings of the study are taken into consideration, the machine learning methods used in the field of education and the results that can be used in educational decision-making processes are presented.

Keywords: *Machine Learning, Classification, PISA*

Giriş

Disiplinler arası bir alan olan eğitimsel veri madenciliği, eğitim ortamlarından elde edilen verilerdeki ilişkileri araştırmak ve tanımlamak için istatistiksel yöntemlerin geliştirilmesi ve kullanılması anlamına gelir. Eğitim alanında makine öğrenmesi yöntemlerinin kullanımı eğitim verilerinin analiz edilmesi ve modellenmesi açısından önemli bir araştırma alanıdır.

Öğrencilerin ulusal ve uluslararası başarılarının değerlendirilmesinde büyük ölçekli sınavlar kullanılmaktadır (Dossey, McCoren ve O'Sullivan, 2006)[1]. Birçok ülke ulusal düzeyde geniş ölçekli sınavlar uygulayarak eğitim sistemlerine yönelik önemli bilgiler elde ederek uluslararası karşılaştırmalar yapabilmektedir (Feuer, 2012)[2]. Dünyada yapılan en kapsamlı eğitim araştırmalarından biri Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı (PISA)'dır.

Son yıllarda yaşanan değişim ve gelişimlere paralel olarak matematik egitiminde de matematik okuryazarlığı kavramı ortaya atılmıştır. Bu alan ile ilgili uluslararası araştırmalar yapılmaya başlanmıştır (Yenilmez ve Turgut, 2012) [3,4]

Matematik okuryazarlık kavramı bireyin düşünen, üreten ve eleştiren bir vatandaş olarak bugün ve gelecekte karşılaşacağı sorunların çözümünde matematiksel düşünme ve karar verme süreçlerini kullanarak çevresindeki dünyada matematiğin oynadığı rolü anlama ve tanıma kapasitesi olarak tanımlanmıştır (OECD, 2020)[5].

PISA öğrenci anketinde yer alan değişkenler matematik alanlanındaki başarı ile ilgili pek çok araştırmaya konu olmuştur.

PISA gibi büyük ölçekli sınavlar ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde matematik öz yeterliğinin PISA 2003 matematik puanı ile cinsiyet, derse ilişkin ön bilgiler, bilişsel yetenek düzeyi ve öğrenme becerisi gibi bağımsız değişkenler arasındaki etkisine ve bunun yanında başarı üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olduğu görülmektedir (Ferla, Valcke ve Cai, 2009)[6]. Yalçın, Aslan ve Usta (2012)[7] ise bazı demografik değişkenlere göre matematik, okuma ve fen bilimleri alanlarında anlamlı farklılık olup olmadığı araştırılmıştır. Benzer bir çalışmada Acar (2012)[8] öğrencilerin matematik performansı üzerinde evdeki eğitim kaynakları, bilgisayar teknolojilerinin kullanımı gibi değişkenlerin anlamlı bir etkiye sahip olduğunu gözlemlemiştir.

Bulut, Yavuz (2019)[9] ise PISA 2015 verileri ile fen alanında öğrenci başarılarını tahmin etmek amacıyla farklı eğitimsel veri madenciliği yöntemlerini kullanarak modeller kurmuş ve bu modeller arasında bir karşılaştırma yapmıştır.

Bu çalışmanın amacı PISA 2018 verileri ile öğrencilerin matematik başarıları üzerine farklı algoritmalar ile sınıflandırma uygulaması yapmak ve önemli degişkenleri belirleyerek aynı algoritmalar ile model performanslarını karşılaştırmaktır.

PISA

PISA, açılımı "Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı" olan, Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (OECD) tarafından üçer yıllık aralıklar halinde, 15 yaş grubundaki öğrencilerin kazanmış oldukları bilgi ve becerileri değerlendiren bir araştırmadır. Temel amacı; öğrencilerin okulda öğrendikleri bilgi ve becerileri günlük yaşamda kullanma becerisini ölçmektir. Bu ölçümde öğrencilerin Matematik okuryazarlığı, Fen Bilimleri okur yazarlığı ve Okuma Becerileri konuları dışında, öğrencilerin motivasyonları, kendileri hakkında görüşleri, öğrenme biçimleri, okul ortamları ve aileleri ile ilgili veriler toplanmaktadır.

1997'de geliştirilen bu değerlendirme programı ilk kez 2000 yılında uygulanmıştır. Üç yılda bir verilen sınavlar her dönemde belli bir derse yoğunlaşmakta ancak öğrenciler diğer ana derslerden de sınanmaktadır.

PISA 2018 uygulaması, bugüne kadar katılımın en yüksek olduğu PISA döngüsü olmuştur. Uygulamaya 79 ülke ve ekonomiden yarım milyondan fazla sayıda öğrenci katılmıştır. Katılımcı ülke ve ekonomilerin 37'si OECD üyesidir, bu ülkelerden elde edilen ortalama değerler PISA karşılaştırma tablolarında bir referans noktası olarak kullanılmaktadır.

PISA uygulamalarına göre performans değişimleri, bölgeye, okul türüne, cinsiyete ve sosyoekonomik düzeye göre performans farklılıkları incelenmektedir. PISA sonuçlarına ilişkin uluslararası raporlarda da bu değişkenler dikkate alınmakta ve öneriler sunulmaktadır.
Türkiye 2000 yılından itibaren OECD üyesi olarak, eğitim düzeyinin yükseltilmesi amacıyla bu araştırmaya katılmaktadır.

Materyal ve Metod

PISA 2018 uygulaması Türkiye'de 6890 öğrencinin katılımı ile bilgisayar tabanlı olarak gerçekleştirilmiştir. PISA uygulamalarında okul örneklemi, tabakalı seçkisiz örnekleme yöntemiyle belirlenmektedir. PISA 2018 uygulamasının Türkiye örneklemini belirlemede okullar okul türü, İstatistikî Bölge Birimleri Sınıflaması (İBBS) Düzey 1, okulun idari biçimi, okulun konumu ve cinsiyet dağılımı tabakaları kullanılmıştır. Okulların belirlenmesinin ardından seçilen okullarda uygulamaya katılacak olan öğrenciler seçkisiz olarak belirlenmiştir.
Bu çalışmada PISA 2018 veri setindeki 6890 örnek ve demografik ozellikler ile öğrencinin matematik dersi başarısını içeren 50 adet değişken kullanılmıştır.
Matematik başarısı OECD ortalama başarısından (489) yüksek olanlar başarılı, düşük olanlar başarısız kabul edilerek ogrencilerin matematik başarılarını tahmin etme amaçlanmıştır.

Sınıflandırma Algoritmaları

Topluluk öğrenme yöntemlerinden biri olan rastgele orman algoritması temeli birden çok karar ağacının ürettiği tahminleri bir araya getirerek değerlendirmesine dayanır. Birden çok tekil ağaç bir araya gelerek bir tahminde bulunur. Sınıflandırma problemlerinde yapılan bu tahminlerin sonucuna bakılarak en çok oyu alan sınıf seçilerek nihai karara varılır. Önyükleme (bootstrap) ve rastgele altuzay (random subspace) yöntemlerinin birleşmesiyle hem gözlemlerde hem de degişkenlerde seçim yapmak için bir rassallık kullanılır.

Ağaçlar için gözlemler ön yükleme rastgele örnekleme seçim yöntemi ile, degişkenler ise altuzay yöntemi ile rassal olarak defalarca farklı alt kümeler seçilerek ve bunlar eğitilerek model kurulur. Farklı veri kümeleri üzerinden eğitim gerçekleştiği için varyans düşer. Ağaç oluşturmada veri kümesinin 2/3'ü kullanılır. Kalan veri ağaçların performans değerlendirmesi ve degişkenlerin öneminin belirlenmesi için kullanılır. Karar ağacının her bir düğümünden en iyi dallara ayırıcı degişken tüm değişkenler arasından oluşturulan alt kümelerden seçilir. Rastgele orman algoritmaları hiperparametre tahmini yapmadan daha iyi sonuçlar vermesi, hem regresyon hem de sınıflandırma problemlerine uygulanabilirliği açısından tercih edilen bir makine öğrenmesi yöntemidir. Lojistik regresyon sınıflandırma problemleri için kullanılan bir regresyon yöntemidir. Amacı, bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişki veya ilişkileri en az sayıda değişken kullanarak tanımlayabilmek ve en iyi uygunluğa sahip bir model elde etmektir. Doğrusal regresyonda aranan varsayımlar aranmadığı ve daha esnek kullanılabilirliği olduğu için tercih edilir. Lineer regresyondan farklı olarak bağımlı değişken kategoriktir. Bağımlı değişken 1 olarak tanımlanan değerinin gerçekleşme olasılığı hesaplanır. Lojistik fonksiyon sayesinde üretilen değerler 0-1 aralığında değerler alır.

Lojistik regresyonda parametreler analitik olarak elde edilemez. Bu nedenle varsayımlarda yinelemeli bir yöntem olan maksimum olabilirlik yöntemi kullanılır.
Lojistik regresyonun formülü aşağıdaki gibi yazılmaktadır.

$$g(z) = \frac{1}{1 + e^{-z}}, R \rightarrow [0,1]$$

Burada g(z) değerleri 0 ile 1 arasındadır.

Vapnik(1995)[10] tarafından geliştirilen Destek vektör makinelerinin temeli istatistiksel öğrenme teorisine dayanan ve yapısal risk minimizasyonuna bağlı ikili bir sınıflandırma metodudur. İki sınıflı doğrusal verileri sınıflandırma problemi için geliştirilse de daha sonra çok sınıflı ve doğrusal olmayan problemler için genelleştirilmiştir.

Amacı, verilerin dağılımı hakkında önceden bir varsayımı olmayıp, iki farklı sınıfı ayıran en uygun n-boyutlu hiper düzlemi bulmaktır. Sınıflandırma için iki grup arasında bir sınır (hiper-düzlem) çizer ve bu sınır iki grubunda üyelerine en uzak konumda(maksimum marjin) olmalıdır. DVM bu sınırın nasıl çizileceğini belirler.

DVM, veri setinin doğrusal olarak ayrılabilme ve ayrılamama durumuna göre ikiye ayrılmaktadır.

- ***Doğrusal DVM***

Girdi uzayındaki örnekleri birbirinden ayıran sonsuz sayıdaki hiperdüzlemler arasından sınırı maksimum olan optimum bir hiperdüzlem bulmaya çalışır.

- ***Doğrusal Olmayan DVM***

Doğrusal olarak ayrılamayan veriler çekirdek fonksiyonları yardımıyla doğrusal olarak ayrılabilir duruma dönüştürülür. Çekirdek fonksiyonlarının amacı sınıflar arasında doğrusal olmayan sınırlar oluşturabilmek için değişken uzayını genişletmektir.

Kesinlik (Accuracy) Sınıflandırma Kriteri

Makine öğrenmesi yöntemlerinin sınıflandırma performansını değerlendirmek amacıyla karmaşıklık matrisi kullanılır. Karmaşıklık matrisi üzerinden hesaplanan model başarısını ölçmek için kullanılan kesinlik değeri modelde doğru tahmin edilen alanların, toplam veri kümesine oranı ile hesaplanmaktır.

Şekil 1. Karmaşıklık Matrisi

		TAHMİN	
GERÇEK		Doğru	Yanlış
	Doğru	DP	DN
	Yanlış	YP	YN

$$\text{Kesinlik Değeri} = \frac{DP}{DP+YP}$$

Permütasyon özelliği önem derecesi metodu ile öznitelik seçimi

Permütasyon özelliği önem derecesi metodu, degişkenlerin önemini ölçmek amacıyla kullanılan model inceleme tekniğidir. Özellikle doğrusal olmayan tahminciler için kullanışlı bir yöntemdir. Veri setindeki değişkenlerden biri kendi içerisinde rastgele karıştırılarak tekrar modele sunulur. Model skorundaki azalma değişkenin önem derecesini belirlemek için kullanılır. Bu işlemin amacı bağımsız değişken ile bağımlı değişken (hedef) arasındaki ilişkiyi keserek model puanındaki düşüş, bu modelin değişkene ne kadar bağlı olduğunu gösterir. Bu durum bir değişken için bir çok kez hesaplanır. Yöntemde kullanılan tekrar sayısı bir hiper parametredir.

Uygulama

PISA 2018 Türkiye veri seti 6890 örnek ve 50 değişkenden oluşmaktadır. Bu bölümde bağımlı değişken olan matematik başarısını tahmin etmek amacıyla farklı makine öğrenmesi yöntemleri kullanılarak ikili sınıflandırmalar yapılacaktır.

Veri kümesi eğitim ve test olmak üzere iki gruba ayrılır. Sistem eğitim seti kullanılarak eğitilir ve test seti kullanılarak performans değerlendirmesi yapılır. Bu çalışmada, veri seti içerisinden rastgele olarak %10, %20, %30ve %40 oranları kullanılarak test veri seti ayırılmıştır.

Her ayırma yüzdesi için üç farklı çekirdek fonksiyonu ile DVM, lojistik regresyon ve rastgele orman algoritmaları uygulanıp test verisi üzerinde doğruluk değeri hesaplanmıştır.

Etkili değişkenler permütasyon özelliği önem derecesi yöntemi ile belirlenip, önem değeri yüksek olan degişkenler seçilerek, seçili degişkenlerden oluşan bir alt küme ile aynı yöntemler izlenerek algoritmaların sınıflandırma performansları değerlendirilir.

Tablo 1. Rastgele Orman Algoritması ile elde edilen sınıflandırma performansları

Veri Seti	Kesinlik Değeri (Rastgele Orman)	
Eğitim - Test	Tüm Öznitelikler	Seçilen Öznitelikler
%90-%10	0.757	0.770
%80-%20	0.765	0.754
%70-%30	0.753	0.751
%60-%40	0.762	0.764

Tablo 2. Lojistik Regresyon Algoritması ile elde edilen sınıflandırma performansları

Veri Seti	Kesinlik Değeri (Lojistik Regresyon)	
Eğitim - Test	Tüm Öznitelikler	Seçilen Öznitelikler
%90-%10	0.757	0.754
%80-%20	0.769	0.750
%70-%30	0.754	0.738
%60-%40	0.762	0.744

Tablo 3. DVM ile elde edilen sınıflandırma performansları

Veri Seti	Kesinlik Değeri (Polinom Çekirdekli DVM)		Kesinlik Değeri (Doğrusal (Lineer) Çekirdekli DVM)		Kesinlik Değeri (Radyal Tabanlı Çekirdekli DVM)	
Eğitim - Test	Tüm Öznitelikler	Seçilen Öznitelikler	Tüm Öznitelikler	Seçilen Öznitelikler	Tüm Öznitelikler	Seçilen Öznitelikler
%90-%10	0.741	0.712	0.763	0.699	0.725	0.716
%80-%20	0.732	0.686	0.751	0.700	0.719	0.722
%70-%30	0.733	0.704	0.732	0.686	0.712	0.732
%60-%40	0.727	0.714	0.744	0.725	0.700	0.733

Sonuçlar

Bu çalışmada Türkiye'de PISA 2018 sınavı Matematik başarılarına yönelik sınıflandırma algoritmaları ile sınıflandırmalar yapılmıştır. Yapılan sınıflandırmalar sonucunda tüm değişkenler kullanılarak, %80 eğitim verisi ile en iyi sınıflandırma algoritması %76 kesinlik değeri ile Lojistik regresyon olarak bulunmuştur.

Permütasyon özelliği önem derecesi yöntemi kullanılarak seçilen etkili değişkenler ile yapılan analizler sonucunda ise %90 eğitim verisi ile rastgele orman algoritması % 77 kesinlik değeri ile en iyi sınıflandırmayı gerçekleştirmiştir.

Tüm algoritmalar ve tüm veri seti ayrımları dikkate alındığında %77 kesinlik değerine ulaşılan etkili değişkenler (seçilen öznitelikler) sınıflandırmada performansı yükselterek daha az öznitelik ile sınıflandırma yapılabileceğini ortaya koymuştur.

Kaynaklar

[1] Dossey, J. A., Mccrone, S. S., & O'Sullivan, C. (2006). Problem Solving İn The PISA And TIMSS 2003 Assessments. Technical Report. NCES 2007-049. US Department Of Education.

[2] Feuer, M. J. (2011). No Country Left Behind: Rhetoric And Reality Of International Large-Scale Assessment. William H. Angoff Memorial Lecture Series. Educational Testing Service.

[3] Yenılmez, K., Turgut, M., Anapa, P., & Ersoy, M. (2011). İlköğretım Matematık Öğretmenı Adaylarının Eğıtsel Internet Kullanımına Yönelık Öz-Yeterlık Inançları. Educatıon Scıences, 7(1), 371-379.

[4] Uysal, E., & Yenilmez, K. (2011). Sekizinci Sınıf Öğrencilerinin Matematik Okuryazarlığı Düzeyi. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 12(2), 1-15.

[5] OECD Publishing. (2020). PISA 2018 Results (Volume I): What Students Know And Can Do. Organisation For Economic Co-Operation And Development OECD.

[6] Ferla, J., Valcke, M., & Cai, Y. (2009). Academic Self-Efficacy And Academic Self-Concept: Reconsidering Structural Relationships. Learning And İndividual Differences, 19(4), 499-505.

[7] Yalcin, M., Aslan, S., & Usta, E. (2012). Analysis Of PISA 2009 Exam According To Some Variables. Mevlana International Journal Of Education, 2(1), 64-71.

[8] Tülin, A. C. A. R. 2009 Yılı Uluslararası Öğrenci Başarılarını Değerlendirme Programında Türk Öğrencilerin Başarılarını Etkileyen Faktörler. Eğitimde Ve Psikolojide Ölçme Ve Değerlendirme Dergisi, 3(2), 309-314.

[9] Bulut, O., & Yavuz, H. C. (2019). Educational Data Mining: A Tutorial For The" Rattle" Package İn R. International Journal Of Assessment Tools İn Education, 6(5), 20-36.

[10] Cortes, C., & Vapnik, V. (1995). Support-Vector Networks. Machine Learning, 20(3), 273-297.

Perakende Sektöründe Barkod Okutma Uygulamalarının Müşteri Yolculuk Haritalanması Hakkında Sistematik Yayın Taraması

Özge ERSOY[1], Uğur SEZER[1], Gizem ÖMEROĞLU[2]*

[1] *Yıldız Teknik Üniversitesi, Makine Fakültesi, Endüstri Mühendisliği, İstanbul, Türkiye*
[2]Migros Ticaret A.Ş, İş Geliştirme Direktörlüğü, İstanbul, Türkiye,

Özet

Günümüz küresel ve dinamik rekabet ortamında perakende sektöründe yeni müşteri kazanmak ve eski müşterilerin bağlılığı arttırmak için yeni teknolojik hizmetler sunulmaktadır. Bu teknolojik hizmetler müşteriye verilen hizmet kalitesini arttırmak ve farklılık yaratmak için gereklidir. Bu teknolojilerin başında gelen Amazon, Migros, HonestBee, Walmart, Ali Baba ve Metro şirketlerinin Tara ve Git uygulamaları bulunmaktadır. Bu uygulamaların yapısı, Amazon Go gibi mağaza girişindeki turnikelerden telefonu okutularak devam edebilir veya Metro'nun Fast projesindeki gibi tüm ürünleri telefondan okutarak en son alışveriş sepetindeki ürünlerin doğrulması yapılabilir. Buradaki bir diğer örnek Migros'un Mkolay uygulamasıdır. Mağaza girişinde bulunan QR kodu telefondaki Migros uygulaması ile okutularak müşteri deneyimi başlar. Ürünleri telefonda okuttuktan sonra mağazalarda bulunan jet kasalardan doğrudan ödeme yapılarak biter. Örnek verilen uygulamaların müşteriye dokunduğu yerler, gelecek alışveriş deneyimi açısından büyük önem arz etmektedir. Bu sebeple, müşterinin etkileşimde bulunduğu temas noktalarını daha iyi anlamak için "Müşteri Yolculuğu Haritası" yöntemi seçilmiştir. Bu çalışmanın amacı, perakende sektöründeki Tara ve Git uygulamalarının genel durumunu ve Müşteri Yolculuk Haritası örneklerini içeren bir literatür taraması yapılmasıdır. Bu kapsamda, literatürdeki 22 yayın incelenmiştir. Gelecekte yapılacak çalışmalar için perakendecilik sektöründe self-service teknolojilerinin müşteri yolculuğu ile haritalandırılması alanında eksik görülmüştür. Bu alanda yapılacak çalışmalar literatüre katkı sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: *Perakende, Müşteri Yolculuğu Haritası, Müşteri Temas Noktaları, Müşteri Geribildirimi, Barkod Okutma, Mkolay*

Systematıc Revıew About Self Scannıng With Customer Journey Map In Retaıl Sector

Abstract

In today's global and dynamic competitive environment, new technological services are offered in the retail sector to gain new customers and increase the loyalty of customers. These technological services are necessary to increase the quality of service provided to the customer and to make a difference. Amazon, Migros, HonestBee, Walmart, Ali Baba and Metro companies are among the leading technologies. The structure of these applications can be continued by reading the phone from the turnstiles at the entrance of the store, such as Amazon Go, or the products in the last shopping cart can be verified by scanning all the products, such as the Metro's Fast project. Another example here is Migros' Mkolay application. The customer experience begins by reading the QR code at the store entrance with the Migros application on the phone. After having the products scanned on the phone, it ends with direct payment from the jet kasa in the stores. The places where the exemplary applications touch the customer are of great importance in terms of future shopping experience. For this reason, the "Customer Journey Map" method has been chosen to better understand the contact points that the customer interacts with. This study's main objective is to conduct a literature review including the general status of self scanning applications in the retail industry and the Customer Journey Map examples. In this context, 22 publications in the literature were examined. For future studies, it has been found incomplete in the field of mapping self-service technologies with customer travel in the retail sector.Studies in this area will contribute to the literature.

Keywords: *Retail, Customer Journey Mapping, Touchpoints, Customer Feedback, Self Scanning, Mkolay*

* Corresponding author e-mail : gizemom@migros.com.tr

Giriş

Günümüz rekabetçi perakendecilik sektöründe yeni teknolojiler geliştirmek, müşteri memnuniyetini arttırmak ve uzun vadede marka algısını geliştirmek için çok önemlidir. Perakendecilik Dergisi tarafından yayınlanan bir makalede, perakendeciliğin gelecekteki durumu analiz edilmiştir. Araştırmacıların perakende dönüşümü için kilit oyuncular olarak belirledikleri teknolojiler mobil uygulamalar, self-checkouts ve Scan&Go veya Mkolay gibi teknolojilerdir[1]. Bu çalışmanın amacı, perakende sektöründeki mağaza içerisinde mobil uygulamalar aracılığı ile ürünlerin barkodunu okutarak kasada alışverişi tamamlanan Mkolay benzeri uygulamalarının genel durumunu ve Müşteri Yolculuk Haritası örneklerini içeren bir literatür taraması yapılmasıdır. Çalışmada sonucunda literatürdeki açık alanlar tespit edilmiş ve araştırma fırsatları sunulacaktır.

Self scanner müşterinin genellikle mağazanın girişinde bulunan bir kendi kendine tarayıcı istasyonundan aldığı taşınabilir, elde taşınır bir cihazdır. Birincil işlevi, optik bir okuyucu kullanarak ürün kodlarını taramak ve fiyatlar ve miktar da dahil olmak üzere satın alınan mevcut ürünlerle ilgili bilgileri görüntülemektir. Gelişen teknoloji ile bu sistemler sadece elde taşınır özel cihazlar ile değil akıllı telefonlardaki uygulamalar ile de gerçekleştirilebilir durumdadır. Bu teknolojiler sayesinde müşteriler kendi alışverişlerini sıra beklemeden gerçekleştirebilirler. Ayrıca, müşterilerin ürünler ve teklifler hakkında daha fazla bilgi edinmelerini ve müşterilerin satın aldıkları ürünlerin fiyatları hakkında bilgi sahibi olarak bütçelerini korumalarına yardımcı olur. İşletme açısından avantajlar işgücü maliyetlerindeki tasarruflar ve hizmet sağlayıcının müşterilerinden daha güvenilir bir şekilde kişisel satın alma bilgisi alma yeteneğidir. Müşterinin tüketim alışkanlığına ilişkin olarak kendini tarama cihazlarından gerçek zamanlı olarak bilgi alır. Ayrıca, müşterinin bir sonraki etkileşimde ne satın almayı beklediğini takip ederek müşteri adına bir profil hesabı oluşturması da mümkündür. Bu kişiselleştirilmiş bir alışveriş hizmetine katkıda bulunur ve hem servis sağlayıcı hem de müşteri için verimlilik yaratır[2].

Perakendecilikte barkod okutma (self-scanning) uygulaması birçok şirkette bulunmaktadır. Buna örnek olarak gelen Amazon Go, HonestBee, Walmart, Ali Baba, Metro ve Migros şirketlerinde müşterilerine farklı self-scanning deneyimleri sunar. Genel olarak alışveriş deneyimi mobil bir uygulama üzerinden alışveriş gerçekleştirilen mağaza bilgisinin girişi sonrasında ürünlerin sensörler ya da uygulama üzerinden barkod taratılması ile müşteri ile eşleşmesi ve sonrasında mağaza üzerindeki panellerde ya da uygulama üzerinden ödeme yapılarak sonlandırılması olarak tanımlanabilir. Türkiye'de bulunan örneklerden Metro'nun Fast projesinde de uygulaması üzerinden barkodu okutarak alışveriş sepetine konmasından sonra alışveriş sepetinde ürünler doğrulanır ve alışveriş gerçekleştirilir. Migros Mkolay uygulamasıyla ise seçili mağazalarda self-scanning uygulaması seçeneğini sunmuştur. Mağazanın girişinde bulunan uygulama üzerinden kodu okutarak alışverişe başlayan müşteri sepeti eklediği her ürünü kodunu okutur. Okutulan ürünler jet kasa aracılığı ile müşterinin istediği biçimde ödenir. Bu yolla müşteri nakit veya kredi kartı fark etmeksizin alışverişini tamamlayabilir. Örnek verilen uygulamaların müşteriye dokunduğu yerler, gelecek alışveriş deneyimi açısından büyük önem arz etmektedir. Müşteri yolculuk haritası bir ürün, hizmet veya marka ile müşterinin etkileşimlerin görselleştirilmesi olarak, müşteri yolculuğu haritalaması, bir etkileşimin nasıl gerçekleştiğini ve diğer tüm anları nasıl etkilediğini açıklamaya yardımcı olur. Bu sebeple, müşterinin etkileşimde bulunduğu temas noktalarını daha iyi anlamak için "Müşteri Yolculuğu Haritası" yöntemi seçilmiştir.

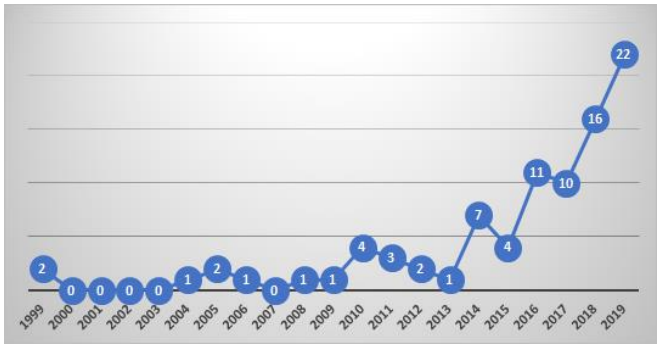
Mağazanın girişinde bulunan uygulama üzerinden kodu okutarak alışverişe başlayan müşteri sepeti eklediği her ürünü kodunu okutur. Okutulan ürünler jet kasa aracılığı ile müşterinin istediği biçimde ödenir. Bu yolla müşteri nakit veya kredi kartı fark etmeksizin alışverişini tamamlayabilir. Örnek verilen uygulamaların müşteriye dokunduğu yerler, gelecek alışveriş deneyimi açısından büyük önem arz etmektedir. Müşteri yolculuk haritası bir ürün, hizmet veya marka ile müşterinin etkileşimlerin görselleştirilmesi olarak, müşteri yolculuğu haritalaması, bir etkileşimin nasıl gerçekleştiğini ve diğer tüm anları nasıl etkilediğini açıklamaya yardımcı olur. Bu sebeple, müşterinin etkileşimde bulunduğu temas noktalarını daha iyi anlamak için "Müşteri Yolculuğu Haritası" yöntemi seçilmiştir.

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.

Literatür Taraması

Müşteri Yolculuk Haritası literatürde taramaya tabi tutulmuştur. Scopus veri tabanında başlıkta, özet ve anahtar sözcüklerde "Customer Journey Mapping"

kavramı olan yayınlara bakılmıştır. Çalışmaların yıllara göre dağılımı Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. "Customer Journey Mapping" Yayınlarının Yıllara Göre Dağılımı

Tablo 1 de ise müşteri yolculuk haritası kavramı hakkındaki yayınların perakende sektöründe yıllara göre dağılımı verilmiştir. Yayınlar scopus veri tabanında başlıkta, özet ve anahtar sözcüklerde "Customer Journey Mapping" ve "Retail" kavramlarını içermektedir.

Yıl	Yayın Sayısı
2016	2
2017	1
2018	3
2019	2
2020	1

Tablo 1. "Customer Journey Map" Ve "Retail" Kavramları Bulunan Yayınların Yıllara Göre Sayısı

Müşteri yolculuk haritası ve barkod okutma (self-scanning) uygulamaları literatür taramasına tabi tutulmuştur. Bu başlıklarda 22 yayın incelenmiştir ve özetleri çıkarılmıştır. Tablo 2'de literatür taraması için incelenen 22 yayının özeti bulunmaktadır.

Tablo 2. Müşteri Yolculuk Haritası Konulu Literatür Taraması

İsim	Yazarlar	Yıl	Konu		Veri Analizi	Gıda Perakendesi	Vaka Çalışması	Method/Kullanılan Yöntem	Amaç
			Müşteri Yolculuk Haritası	Perakendicilikte Self scanning/self service technology					
Self-Service Technologies: Satisfaction with Technology Based Understanding Customer Service Encounters	[3]	2001		x	x		x	Kritik Olay Tekniği	Self-scanning uygulamalarını kullanan müşterilerin özelliklerine, şikayet ve tekrar satın alma davranışları incelenmiştir
Using Customer Journey Maps to improve Customer Experience	[4]	2010	x					-	Müşteri yolculuk haritasının müşteri deneyiminden başlayarak adım adım incelenmiştir.
Mapping The Customer Journey Best Practices For Using An Important Customer Experience Tool	[5]	2010	x					Müşteri araştırmaları analizi	Kuruluşların, müşterilerinin bakış açısından etkileşimleri incelemek için nasıl müşteri yolculuk haritalarını kullanmasını gerektiği anlatılmıştır.
Toward an methodology for SST - based service design: A customer journey perspective	[6]	2012	x					Müşteri yolculuğu perspektifi	Uygun yenilikçi self-servis teknolojilerini (SST'ler) sunarak müşteri değerlerinin nasıl yaratılacağı ve müşteri memnuniyetinin nasıl geliştirileceği anlatılmıştır.
Using System Dynamics to assess the impact of RFID technology on retail operations	[7]	2012		x	x		x	Modelleme ve bilgisayar tabanlı simülasyon	Tektil fimarsındaki vaka çalışması da ele alınarak RFID teknolojisinin parekendecilik operasyonlarındaki etkisi ölçülmeye çalışılmıştır.
Walking a Mile in the User's Shoes: Customer Journey Mapping as a Method to Understanding the User Experience	[8]	2015	x		x		x	Krokileme ve Kaynağına Gitme	Bir kütüphanedeki vaka çalışması ele alınarak kullanıcı deneyimini anlamak için müşteri yolculuk haritası kullanılmıştır.
A Design Process for a Customer Journey Map: A Case Study on Mobile Services	[9]	2016	x				x	Kullanıcı günlüğü yöntemi	Bu çalışma, insan faktörleri yaklaşımına dayalı bir CJM için bir tasarım süreci ve kural setleri geliştirmeyi amaçlamıştır.
Understanding Customer Experience Throughout the Customer Journey	[10]	2016	x		x			Servis Taslaklama Methodu	Müşteri deneyimi, müşteri yolculukları ve müşteri deneyimi yönetimi hakkında şu anda bilinenleri bir araya getirmeye çalışıyorlar.Gelecekteki çalışmalar için kritik alanlar belirleniyor.
Exploring the Self-scanning Customer	[2]	2017		x	x		?	Veri Toplama Methodu	Bu tezin amacı, müşterilerin kendi kendine tarayıcı kullanırken alışveriş deneyimini nasıl algıladıklarını ve durumsal faktörlerin kullanımı nasıl etkilediğini araştırmaktır.
The effect of self-checkout quality on customer satisfaction and repatronage in a retail context	[11]	2017		x	x		x	Açımlayıcı faktör analizi (EFA) ve güvenilirlik testleri	Bu çalışmanın amacı, SST özelliklerinin etkilendiğini ve bunun kullanım sıklığı ve müşteri özelliklerinin etkilerini göz önünde bulundurarak hizmet deneyimi ve perakende genel memnuniyetlerini etkileyip etkilemediğini değerlendirilmesi üzerinedir.
How to Create a realistic Customer Journey Map	[12]	2017	x		x	x	x	Müşteri yanıt verileri Anketi	Bu makale, müşteri araştırmalarını CJM sürecine bağlayarak ve yöneticilere her temas noktasında bir müşterinin deneyimini geliştiren bir müşteri yolculuk haritasının nasıl geliştirileceğini göstererek CJM'nin karmaşıklığına bir çözüm öneriyor.
From Shopping Aids to Fully Autonomous Mobile Selfcheckouts – A Field Study in Retail	[13]	2017		x	x		x	Statüko Analizi	Zaman kısıtlaması olan kullanıcıların self-scanning uygulamalarındaki adımlarını ve bu çalışmaların sonuçlarını sunmaktadır.
Shopper-Facing Retail Technology: A Retailer Adoption Decision Framework Incorporating Shopper Attitudes and Privacy Concerns	[14]	2017		x	x		x	Aracılık Analizi	Bu makalede, perakendecilerin müşteriyle yüz yüze gelen teknolojinin benimsenmesinin değerlendirilmesinin, müşteri tepkilerini dikkate almak ve

									teknolojinin ne sunacağını değerlendirmek için teknolojinin potansiyelinin belirlenmesi ve etkileri ölçülmeye çalışılmıştır
İsim	**Yazarlar**	**Yıl**	**Konu**		**Veri Analizi**	**Gıda Perakendesi**	**Vaka Çalışması**	**Method/Kullanılan Yöntem**	**Amaç**
			Müşteri Yolculuk Haritası	**Perakendicilikte Self scanning/self service technology**					
Perakendecilikte Teknolojik Yenilikler ve Uygulamalar	[15]	2018		x	x			İkincil Veri Analizi	Bu araştırmanın temel amacı perakende sektöründe teknolojik yenilikleri geniş bir perspektifte incelemektir.
Amazon Go! Cashierless Retail Analysis	[16]	2018		x		x	x	Fayda - Zarar Analizi	Amazon Go trendinin iyi ve kötü yanları analiz edilmiştir.
Analyzing Customer Journey with Process Mining: From Discovery to Recommendations	[17]	2018	x		x		x	Process Madenciliği	Bu makale, web günlüğü müşteri yolculuğu analizine proses madenciliği tekniklerinin uygulanması için yeni bir yaklaşım sunmaktadır.
SCO technology in grocery retailing: a structured analysis of current SCO systems from a customer and retailer perspective	[1]	2019		x	x	x	x	Basit Çok Nitelikli Değerlendirme Tekniği	Perakendeciliğinde SCO teknolojilerinin müşteri ve perakendeci değerinin bir analizini sunmaktadır.
Customer Journey Mapping as a New Way to Teach Data-Driven Marketing as a Service	[18]	2019	x		x	x	x	Hizmet Tasarımı Methodu	Müşteri yolculuğunda "hizmet olarak veri" perspektifini alarak, daha yenilikçi dikkat ve motivasyonlarını artırmaya yardımcı olan veri odaklı pazarlama izlediler.Stakeholder Customer Journey map gibi örneklerden üzerinden gidilmiştir.
Evaluation model of the digital experience in the retail sector using customer journey	[19]	2019		x	x		x	Modelleme	Perakendecilikte e-ticaretteki müşteri deneyimini haritalandırma yapılmıştır.
Service innovation in e-commerce last mile delivery: Mapping the e-customer journey	[20]	2019	x		x	x		Odak grup görüşmeleri ve kullanılabilirlik testi	Çalışma, hizmet inovasyonunun e-müşteri davranışını nasıl etkilediğine dair bilgi verir ve e ticaret-müşteri yolculuğunun temel bir haritasını sunar.
Here Today, Gone Tomorrow? Mapping and modeling the pop-up retail customer journey	[21]	2020		x	x		x	Nitel örnekleme yöntemi	Pop-up mağazalarının üzerinden customer journey map oluşturulmuştur.
Cashierless Stores – the New Way to the Customer	[22]	2020		x		x		Çoklu vaka çalışması	Yenilkçii işletmelerin gelişmelerini fazlara ayırıp müşterilerin temas noktalarını incelenmiştir.Ayrıca bu yeniliklerin iyi veya kötü yönleri de makalede yer almıştır.
TOPLAM	22		10	12	16	6	14		22

Gregor Wilk 2019 yılında perakendeciliğinde SCO teknolojilerinin müşteri ve perakendeci değerinin analizi yapılmıştır[1]. Arvid Schillerström ve Adam Kristoffersson 2017 yılında veri toplama metodu ile müşterilerin kendi kendine tarayıcı kullanırken alışveriş deneyimini nasıl algıladıklarını ve durumsal faktörlerin kullanımı nasıl etkilediğini araştırmışlardır[2]. Bruce D. Temkin 2010 yılında Müşteri araştırmaları analizi, müşterilerinin bakış açısını daha iyi anlayabilmek için müşteri yolculuk haritası uygulanmıştır[3].Matthew L. Meuter, Amy L. Ostrom, Robert I. Roundtree ve Mary Jo Bitner 2001 yılında Kritik Olay Tekniği ile tara ve git uygulamalarını kullanan müşterilerin özelliklerine, şikayet davranışına ve tekrar satın alma niyetlerine olan ilişkileri incelenmiştir[4]. Adam Richardson 2010 yılında müşteri yolculuk haritasının müşteri deneyiminden başlayarak adım adım nasıl yapılmasını gerektiğini sunmaktadır[5]. Huey Jiuan Yeh, Lee Chuan Chuang, David Chien, Liang Kuo 2012 yılında müşteri yolculuğu perspektifi ile self-servis teknolojisinin müşteri deneyim haritasını uygulanıyor[6]. Alberto De Marco, Anna C. Cagliano, Mauro L. Nervo, Carlo Rafele 2012 yılında, modelleme ve bilgisayar tabanlı simülasyon yöntemi ile RFID teknolojisinin perakendecilik operasyonlarındaki etkisi ölçülümü uygulanmıştır[7]. Joe J. Marquez, Annie Downey ve Ryan Clement 2015 yılında Krokileri ve Kaynağına Gitme yöntemiyle müşteri yolculuk haritası kullanarak müşteri ve personelin beklentisini yerine getirilmiştir[8]. Heekyung Moon, Sung H. Han, Jaemin Chun, and Sang W. Hong 2016 yılında kullanıcı günlüğü yöntemi, insan faktörleri yaklaşımına dayalı bir CJM için bir tasarım süreci ve kural setleri geliştirmeyi amaçlamıştır[9]. Katherine N Lemon ve Peter Verhoef 2016 yılında Servis Taslaklama Metodu ile müşteri deneyimi,müşteri yolculuk haritalarının literatür taraması yapılıp eksikler bulunmuştur[10].Teresa Fernandes ve Rui Pedroso 2017, açımlayıcı faktör analizi (EFA) ve güvenilirlik testleri, bir perakende satış işleminde müşteri tarafından yapılan kendi kendine ödeme kalitesi değerlendirmelerinde hangi kriterlerin etki ettiği göz önünde bulundurarak hizmet deneyimi ve perakende genel memnuniyetlerini etkileyip etkilemediğini değerlendirilmesi üzerinedir[11]. Mark S Rosenbaum, Mauricio Losada Otalora, Germán Contreras Ramírez 2017 yılında müşteri yanıt verileri Anketi, müşteri araştırmalarını CJM sürecine bağlayarak CJM' ye yeni bir bakış aktarıyor[12]. Denis Vučkovac, Pascal Fritzen, Klaus L. Fuchs, ve Alexander Ilic 2017 yılında Statüko Analizi ile zaman kısıtlaması olan kullanıcıların self-scanning uygulamalarına bağlı olmadığı araştırılmıştır[13]. J. Jeffrey Inman, Hristina Nikolova 2017 yılında Aracılık Analizi, perakendecilerin müşteriyle yüz yüze gelen teknolojinin benimsenmesinin değerlendirilmesinin, müşteri tepkilerini dikkate almak ve teknolojinin ne sunacağını değerlendirmek için teknolojinin potansiyelinin belirlenmesi incelenmiştir[14]. İzzet Gülşen, Şuayip Özdemir 2018 yılında, teknolojik yeniliklerin geniş bir perspektifle incelenmiştir[15]. Tyler Martin, Henry Wang, Mason Wuest, James Jordan, Daryl Artis, Alex Uncleback 2018 yılında Fayda - Zarar Analizi, Amazon Go trendinin iyi ve kötü yanları analiz edilmiştir[16]. Alessandro Terragni, Marvan Hassani 2018 yılında Process Madenciliği web günlüğü müşteri yolculuğu analizine proses madenciliği tekniklerinin uygulanmıştır[17]. Andrea Micheaux and Birgit Bosi 2019 yılında Hizmet Tasarımı Methodu,,Müşteri yolculuk haritalarına veri odaklı pazarlama perspektifinden incelediler[18]. Guillermo Mondragon,Keily Mendez, David Mauricio, Edgar Diaz 2019 yılında perakendicilikte e-ticaretteki müşteri deneyim haritası uygulanıyor[19]. Yulia Vakulenko, Poja Shams, Daniel Hellström ve Klas Hjort 2019 yılında odak grup görüşmeleri ve kullanılabilirlik testi e-ticaret hizmet yolculuğu çizilir [20]. Janice Rudkowski, Chelsea Heney,Hong Yu, Sean Sedlezky,Frances Gunn 2020 yılındanitel örnekleme yöntemi ile Pop-up mağazalarının üzerinden customer journey map oluşturulmuştur[21]. Marcus Lienhard, Schögel Severin 2020 yılında çoklu vaka çalışması yöntemi ile yenilikçi mağazaların temas noktalarını inceleyip iyi ve kötü yanları da makalede incelenmiştir[22]

Sonuç

Bu çalışmada perakendecilik sektöründeki gelişen teknolojilerden Self-service teknolojileri incelenmiştir. Bu teknolojilerin işleyişlerinin ve farklılıklarının kavranabilmesi için benzer teknolojileri kullanan Amazon, Migros, HonestBee, Walmart, Ali Baba ve Metro gibi perakendecilerin uygulamaları ve Self-service anahtar kelimesini içeren 12 adet yayın incelenmiştir.Bu teknolojinin müşteri açısından değerinin ölçülebilmesi için müşteri yolculuğu haritalandırma yöntemi kullanılması öngörülüp bu metodun kavranması

için customer journey anahtar kelimesini içeren 10 yayın incelenmiştir. Literatür taraması sonucunda perakendecilik sektöründe self-service teknolojilerinin müşteri yolculuğu ile haritalandırılması hakkında yayın bulunamamıştır. Bu konuda yayın hazırlamak perakendecilik alanında literatürün gelişiminin takibi açısından önem arz edecektir. Bu çalışmaların eklenmesi gelecekte perakende sektörü kapsamında literatüre yenilik olarak yansıyacaktır.

Referanslar

[1] G. Wilk, "SCO technology in grocery retailing : a structured analysis of current SCO systems from a customer and retailer perspective Dissertation written under the supervision of André de Almeida Pinho", 2019.

[2] A. Kristoffersson ve A. Schillerström, "Exploring the Self-scanning Customer", c. 1, sayı May, ss. 1–56, 2017.

[3] B. D. Temkin, "Mapping The Customer Journey Best Practices For Using An Important Customer Experience Tool", *Forrester*, s. 20, 2010, [Çevrimiçi]. Available at: http://crowdsynergy.wdfiles.com/local--files/customer-journey-mapping/mapping_customer_journey.pdf.

[4] & M. J. B. Matthew L. Meuter, Amy L. Ostrom, Robert I. Roundtree, "Self-Service Technologies: Satisfaction with Technology Based Understanding Customer Service Encounters", *J. Mark.*, c. 64, sayı July, ss. 104–115, 2001, doi: 10.1016/b978-0-7506-5247-6.50010-5.

[5] A. Richardson, "Using Customer Journey Maps to Improve Customer Experience", *Harvard Business Review*, c. 88, sayı 10. ss. 116–126, 2010, [Çevrimiçi]. Available at: https://hbr.org/2010/11/using-customer-journey-maps-to.

[6] H. J. Yeh, L. C. Chuang, ve D. C. L. Kuo, "Toward an methodology for SST-based service design: A customer journey perspective", *Proc. - 2012 8th Int. Conf. Comput. Technol. Inf. Manag. ICCM 2012*, c. 2, sayı 8, ss. 878–883, 2012.

[7] A. De Marco, A. C. Cagliano, M. L. Nervo, ve C. Rafele, "Using System Dynamics to assess the impact of RFID technology on retail operations", *Int. J. Prod. Econ.*, c. 135, sayı 1, ss. 333–344, 2012, doi: 10.1016/j.ijpe.2011.08.009.

[8] J. J. Marquez, A. Downey, ve R. Clement, "Walking a Mile in the User's Shoes: Customer Journey Mapping as a Method to Understanding the User Experience", *Internet Ref. Serv. Q.*, c. 20, sayı 3–4, ss. 135–150, 2015, doi: 10.1080/10875301.2015.1107000.

[9] B.-Y. Shih, C.-Y. Chen, ve Z.-S. Chen, "A Design Process for a Customer Journey Map: A Case Study on Mobile Services", *Hum. Factors Ergon. Manuf.*, c. 16, sayı 1, ss. 61–81, 2006, doi: 10.1002/hfm.

[10] K. N. Lemon ve P. C. Verhoef, "Understanding customer experience throughout the customer journey", *J. Mark.*, c. 80, sayı 6, ss. 69–96, 2016, doi: 10.1509/jm.15.0420.

[11] T. Fernandes ve R. Pedroso, "The effect of self-checkout quality on customer satisfaction and repatronage in a retail context", *Serv. Bus.*, c. 11, sayı 1, ss. 69–92, 2017, doi: 10.1007/s11628-016-0302-9.

[12] M. S. Rosenbaum, M. L. Otalora, ve G. C. Ramírez, "How to create a realistic customer journey map", *Bus. Horiz.*, c. 60, sayı 1, ss. 143–150, 2017, doi: 10.1016/j.bushor.2016.09.010.

[13] D. Vuckovac, P. Fritzen, K. Fuchs, ve A. Ilic, "From Shopping Aids to Fully Autonomous Mobile Self-checkouts - A Field Study in Retail", *Wirtschaftsinformatik 2017 (WI 2017)*, ss. 927–941, 2017, [Çevrimiçi]. Available at: http://aisel.aisnet.org/wi2017/track09/paper/7.

[14] J. J. Inman ve H. Nikolova, "Shopper-Facing Retail Technology: A Retailer Adoption Decision Framework Incorporating Shopper Attitudes and Privacy Concerns", *J. Retail.*, c. 93, sayı 1, ss. 7–28, 2017, doi: 10.1016/j.jretai.2016.12.006.

[15] İ. Gülşen ve Ş. Özdemir, "Perakendecilikte Teknolojik Yenilikler ve Uygulamalar", *Pazarlama Teor. ve Uygul. Derg.*, c. 1, ss. 103–138, 2018.

[16] T. Martin, H. Wang, M. Wuest, J. Jordan, D. Artis, ve A. Uncleback, "Amazon Go! Cashierless Retail Analysis", 2018.

[17] A. Terragni ve M. Hassani, "Analyzing Customer Journey with Process Mining: From Discovery to Recommendations", *Proc. - 2018 IEEE 6th Int. Conf. Futur. Internet Things Cloud, FiCloud 2018*, sayı 6, ss. 224–229, 2018, doi: 10.1109/FiCloud.2018.00040.

[18] A. Micheaux ve B. Bosio, "Customer Journey Mapping as a New Way to Teach Data-Driven Marketing as a Service", *J. Mark. Educ.*, c. 41, sayı 2, ss. 127–140, 2019, doi: 10.1177/0273475318812551.

[19] G. Mondragon, K. Mendez, D. Mauricio, ve E. Diaz, "Evaluation model of the digital experience in the retail sector using customer journey", *Proc. 2019 IEEE 26th Int. Conf. Electron. Electr. Eng. Comput. INTERCON 2019*, ss. 2–5, 2019, doi: 10.1109/INTERCON.2019.8853635.

[20] Y. Vakulenko, P. Shams, D. Hellström, ve K. Hjort, "Service innovation in e-commerce last mile delivery: Mapping the e-customer journey", *J. Bus. Res.*, c. 101, sayı January, ss. 461–468, 2019, doi: 10.1016/j.jbusres.2019.01.016.

[21] J. Rudkowski, C. Heney, H. Yu, S. Sedlezky, ve F. Gunn, "Here Today, Gone Tomorrow? Mapping and modeling the pop-up retail customer journey", *J. Retail. Consum. Serv.*, c. 54, sayı 101698, ss. 1–25, 2020, doi: 10.1016/j.jretconser.2018.11.003.

[22] M. Schögel ve S. Lienhard, "Cashierless Stores – the New Way to the Customer", *Mark. Rev. St. Gall.*, c. 1, ss. 888–897, 2020.

Türkiye'deki Elektrikli Araç Şarj İstasyonlarının Görsel ve Mekânsal Analizi

Sinan KAMİLÇELEBİ[1]*, Suhap ŞAHİN[1], Süleyman EKEN[2]

[1]*Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, İzmit, TÜRKİYE*
[2]*Kocaeli Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Bilişim Sistemleri Mühendisliği Bölümü, İzmit, TÜRKİYE*

Özet

Dünyadaki veri hacmi ve çeşitliliği, hızlı bir şekilde artmaktadır. Son yıllarda çeşitli analiz ve istatistikler oluşturmak amacı ile saklanan veri miktarlarının hızla artmasıyla "Büyük Veri" kavramı giderek yaygınlaştı ve günümüzde oldukça popülerleşti. Çalışmada elektrikli araç teknolojisi ve elektrikli araçların büyük veri kavramıyla olan ilişkisi sunulmuştur. Türkiye'deki elektrikli araç şarj istasyonlarının görsel ve mekânsal analizi yapılmıştır. Çeşitli makine öğrenmesi algoritmalarıyla da istasyonların lokasyon tipi (iç-dış mekân) özelliğine göre ikili sınıflandırması incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Veri Analizi, Elektrikli Araç, Kümeleme Algoritmaları, Veri Görselleştirme, Mekânsal Analiz*

Visual and Spatial Analysis of Electric Vehicle Charging Stations in Turkey

Abstract

The data volume and diversity in the world is increasing rapidly. The concept of "Big Data" has become increasingly widespread and has become very popular nowadays with the rapid increase in the amount of data stored in order to create various analyzes and statistics. In the study, electric vehicle technology and the relationship between electric vehicles and big data are presented. Visual and spatial analysis of electric vehicle charging stations in Turkey are made. With the various machine learning algorithms, the binary classification of the stations according to the location type (indoor-outdoor) is investigated.

Keywords: *Data Analysis, Electric Vehicle, Clustering Algorithms, Data Visualization, Spatial Analysis*

Giriş

Uluslararası veri şirketinin (IDC) "Dijital Fırsatlar Evreni" hakkındaki vizyoner sunumuna göre, dünya çapında oluşturulan ve kopyalanan veri hacmi 2013 yılında 4.4 zettabayt (ZB) idi. Toplam veri hacmi 2020'ye kadar 44 ZB'yi (44 trilyon GB) aşacak [1]. Bu nedenle günümüzde büyük veri fenomen haline gelmiştir. Büyük veri birçok alanda araştırmacılar tarafından kullanılmaktadır. Bu alanlardan en yenisi ise elektrikli araç ve teknolojileridir.

Önümüzdeki yıllarda araç sayısında önemli ölçüde bir artış beklenmekte ve bunun sonucu olarak da yeterli/ucuz yakıt temini riski ve egzoz emisyonlarından kaynaklanan çevresel problemler ile karşılaşılabileceği öngörülmektedir. Bahsi geçen bu problemler ile birlikte egzoz emisyonları ile ilgili yasal düzenlemeler (Ör: Avrupa'da karbon emisyonuna göre yapılan vergilendirme) üreticileri özellikle elektrikli araçlar konusunda çalışmalar yapmaya yönlendirmiştir.

Elektrikli araçlar (EA), çevre dostu olmaları ve enerji verimliliği nedeniyle gelecekteki ulaşım sisteminde anahtar unsurlardır. Ayrıca akıllı sürüş hizmetlerinin EA'larla entegrasyonunu bekleyebiliriz. Esasen şarj tesisleri ister kablolu ister kablosuz olsun yaygın iletişim ağları aracılığıyla merkezi bir kuruluş tarafından otomatik olarak izlenir ve kontrol edilir. Bu sistemde sürekli olarak biriken periyodik raporlar, şarj altyapısının güvenilirliğini araştırmayı ve hizmet kalitesi hakkında derin bir fikir edinmeyi mümkün kılmaktadır. Dahası, bazı şehirler, muhtemelen çeşitli büyük veri analizi şemalarıyla birlikte yeni bir gelişmiş uygulamanın geliştirilmesini hızlandırmak için bu veri kümelerini halka açıyor [2].

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından 2019 yılında paylaşılan trafiğe kayıtlı araçların yakıt cinsine göre dağılım istatistikleri incelendiğinde benzin ve LPG kullanan araç sayısı neredeyse eşitlenmiş olsa da 2015 yılından 2019 yılının altı

* Corresponding author e-mail : suleyman.eken@kocaeli.edu.tr

aylık bölümüne kadar, toplam araç sayısı içerisinde en fazla LPG cinsi yakıt tüketimine sahip araçların olduğu görülmektedir. Elektrikli-Hibrit yakıt kullanan araç sayısının ise %0.1'in altında olduğu görülmektedir. Günümüzde ise bu oran sadece %0.1'e yükselmiştir. Rakamlardan, elektrikli araç kullanımının Türkiye'de oldukça düşük seviyede olduğu anlaşılmaktadır. Bu nedenle elektrikli araç kullanımının yaygınlaştırılması için gerçekleştirilen çalışmalar önemini arttırmaktadır [3].

Dolayısıyla ulaşım sistemlerinin yüksek enerji ihtiyacının özellikle alternatif enerji sistemleri ile karşılanabilmesi amacı ile yapılan araştırma çalışmaları günümüzde oldukça yoğunlaşmıştır. Bu çerçevede alternatif yaklaşımlar arasında yer alan ve araştırmaya açık bir alan olan elektrikli araç teknolojilerine yönelik çalışmalar son zamanlarda oldukça önem kazanmıştır. Elektrikli araçların; konvansiyonel araçlara kıyasla daha çevre dostu olması, enerji verimliliği ve esnekliği sunması, düşük şarj maliyetleri, yatırım ve vergi teşvikleri, daha az hareketli mekanik parçalarının olması gibi avantajları bu konuda yapılacak çalışmalarda dikkate alınması gereken unsurlar olarak ortaya çıkmaktadır. Bu açıdan, günümüzün ve geleceğin araç sistemleri için en önemli teknoloji olarak görülen elektrikli araç sistemleri alanında ülkemizin dünya çapında söz sahibi olabilmesi için bu alanda gerçekleştirilecek, yukarıda bahsi geçen önem kapsamında uluslararası marka değeri olan teknolojik, özgün, rekabetçi detaylı araştırma/analiz çalışmalarına, ürünlere/bilgilere ve projelere ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu çalışmanın ikinci bölümünde büyük veri kavramıyla ile ilgili, üçüncü bölümde ise elektrikli araçlardan ve büyük veri kavramının elektrikli araçlar açısından öneminden bahsedilmiştir. Dördüncü bölümde Türkiye'deki güncel elektrikli araç şarj istasyonu verilerine ilişkin analiz ve görselleştirmelere yer verilmiştir. Beşinci bölümde ise çeşitli kümeleme algoritmaları ile veri kümesi üzerinde uzamsal boyut küçültme çalışmalarına ait sonuçlar paylaşılmıştır. Altıncı bölümde çeşitli makine öğrenmesi algoritmalarıyla veri kümesi üzerinde ikili sınıflandırma işlemleri yapılmıştır. Yedinci bölümde uygulama sonuçları paylaşılmış ve öneriler sunulmuştur. Son bölümde ise yapılan çalışma ile ilgili genel bir değerlendirme yapılmış ve gelecek çalışmalar için kaynaklık edecek bazı bilgiler üzerinde durulmuştur.

Büyük veri

Büyük veri kavramı, ilk kez Michael Cox ve David Ellsworth tarafından 1997 yılında düzenlenen 8. IEEE Görüntüleme Konferansı'nda (Proceedings of the 8th Conference on Visualization), "Application-Controlled Demand Paging for Out-of-core Visualization" adlı makalede kullanılmıştır. Aynı çalışmada, veri setlerinin çok büyük olduğundan ve bilgisayar sisteminin belleğini, disklerini ve hatta harici diskleri dahi doldurduğundan bahsedilmiş ve karşılaşılan bu soruna "Büyük Veri Problemi" adı verilmiştir. Daha sonra Francis X. Diebold, "Big Data Dynamic Factor Models for Macroeconomic Measurement and Forecasting" adlı çalışmasında büyük verinin, fizik, biyoloji ve sosyal bilimler dâhil olmak üzere, birçok bilim alanında yüz yüze gelinmek zorunda kalınan ve kendisinden yararlanılması gereken bir "fenomen" olarak bahsetmektedir. Buradan hareketle veriye, "çağımızın ham maddesi" denilmektedir. Bu gerçek, doğal olarak Google, Amazon, Twitter ve Facebook gibi dev bilişim şirketlerince en başından beri bilinmekte, hatta bu husus söz konusu şirketlerin kuruluş felsefesinin temelinde yatmaktadır. Büyük veri, geleneksel veri tabanı tekniklerinin kullanılması suretiyle işlenmesi mümkün olmayan, farklı hacimlerdeki heterojen veriyi tanımlayan yeni bir kavramdır ve çeşitli dijital içeriklerden oluşmaktadır [4].

Büyük verinin çeşitlilik (variety), hız (velocity) ve hacim (volume) olmak üzere üç ana bileşeni vardır. Günümüzde bu üç ana bileşenin (3V) büyük artış göstermesi aslında "Büyük Veri" kavramının ortaya çıkmasına zemin hazırlamış ve onun tanımlanmasına da yardımcı olmuştur.

Büyük veri, farklı kaynaklardan elde ettiğimiz verileri anlamlı hale dönüştürür. Günümüzde geçmişe göre daha fazla veri kaynağı vardır ve dünyada ki verilerin %90'ı son birkaç yılda oluşmuştur. Başlıca büyük veri kaynaklarına internet teknolojileri, sağlık hizmetleri, taşımacılık, lojistik, perakendecilik, kamu hizmeti ve sensörler örnek olarak verilebilir. Aslında yaşadığımız bu zamana büyük veri dönemi de diyebiliriz. Büyük veri artık tüm bilim ve mühendislik alanlarında hızla genişlemekte ve yaygınlaşmaktadır.

Veri, günümüzde organizasyonlar için çok büyük avantajlar ve fırsatlar sunmaktadır. 2012 yılında Davos'taki Dünya Ekonomik Forumu'nda tıpkı para, altın gibi varlıklara ek olarak, yeni bir ekonomik değer olarak "veri" den bahsedilmiştir. Bir değer olarak kabul edilmesine karşın, verinin ekonomik

değerini bulmak oldukça zordur. Bir başka deyişle verinin kişi, kurum kuruluş vb.lerine ekonomik katkısını rakamlarla ifade edebilmek oldukça güçtür. 2011 yılında Amerika Birleşik Devletleri'nde 17 endüstri sektöründen 15'indeki şirket başına düşen veri miktarı, Birleşik Devletler Kongre Kütüphanesi'nin sakladığı 235 Terabayt veriden daha çoktur. Wal-Mart Mağazaları Şirketi, her saat bir milyondan fazla müşterinin veri işlemini veri tabanında saklamak zorunda kalmaktadır ve sakladığı veri miktarı 2,5 petabayta ulaşmıştır. Bu rakam Kongre Kütüphanesi'nin elinde bulundurduğu veri miktarının yaklaşık olarak 167 katıdır. Yine bunlara benzer olarak 2010 yılında 5 milyar cep telefonu kullanılmıştır ve 30 milyar adet Facebook içeriği paylaşılmıştır [5].

Büyük veri sayesinde kuruluşlar müşterileri için çeşitli politikalar geliştirir. Geliştirilen bu politikalara, mevcut müşterilerini elde tutma, yeni müşteriler kazanma ve yeni kampanyalar oluşturma örnek olarak verilebilir. Kısacası büyük veri hayatımızın birçok yerinde bir karar mekanizması olarak kullanılmaktadır.

Büyük verinin başlıca uygulama alanları arasında bankacılık, iletişim, medya ve eğlence sektörü, sağlık hizmetleri, eğitim, üretim, devlet hizmetleri, sigortacılık, perakendecilik ve ticaret, ulaşım, enerji sektörü ve kendi kendine ölçüm verisinin analiz edilmesi yer almaktadır. Araştırma kuruluşu Statista'nın istatistiklerine göre, 2016 yılı itibarıyla büyük veri ve analitiğinin dünya genelindeki pazar payında, bankacılık %13.1 ile en çok gelir sağlayan uygulama alanı olmuştur. Bankacılığı, %11.9 ile kesikli üretim, %8.4 ile süreç tipi üretim, %7.6 ile devlet hizmetleri ve %7.4 ile de profesyonel hizmetler takip etmiştir. Aynı yıl, büyük verinin tüm uygulama alanlarındaki toplam pazar değeri ise 130.1 milyar Amerikan doları seviyesine ulaşmıştır (Statista, 2016). Diğer bir araştırma kuruluşu IDC ise 2016'da elde edilen bu toplam gelir değerinin, yıllık %11.7'lik bileşik büyüme oranı ile 2020 yılında 203 milyar Amerikan dolarından daha fazla seviyelere ulaşacağını öngörmektedir [4].

Elektrikli araçlarda büyük veri analizi

Elektrikli otomobil, elektrik enerjisi ile çalışan otomobillere verilen isimdir. Elektrikli otomobil, bir veya daha fazla elektrik motoru kullanarak, bataryalarda ve diğer enerji depolama cihazlarında depoladığı elektriği kullanarak sürülen otomobildir [6].

Elektrikli araçlar dünyada 1880'li yıllardan itibaren kullanılmaya başlanmıştır. Elektrikli otomobiller ilk zamanlarda benzin yakıtlı araçlar ile rekabet etmiştir. 1970 ve 1980'lerdeki enerji krizleri elektrikli otomobillere kısa süreli bir ilgi oluşturdu, fakat günümüzdeki gibi büyük kitlesel bir pazara ulaşılamamıştı. 1990'lı yıllarda fosil yakıtların çevreye olan zararlı etkileri nedeniyle bu araçlara olan ilgi tekrar artmıştır [6].

Elektrikli otomobiller 19. yüzyılın sonlarında ve 20.yy'ın başlarında oldukça revaçtaydı, fakat içten yanmalı motor teknolojisindeki ilerlemeler ve petrol kullanan araçların ucuz olarak seri üretimi elektrikli araçların sonunu getirdi. 2000'li yılların ortalarından beri batarya ve güç yönetimi teknolojilerindeki ilerlemeler, değişken petrol arz ve fiyatlarının sebep olduğu endişeler ve sera gazı azaltma gereksinimi elektrikli otomobilleri yeniden gündeme getirdi. Elektrikli otomobillerin, otomotiv endüstrisinde ileride önemli bir etkisinin olacağı düşünülmektedir. Bu türdeki arabaların yakıt tasarrufu yanında şehirlerdeki kirliliği düşüreceği ve karbon emisyonunu azaltacağı öngörülmektedir [6].

GEVO 2019'a göre, küresel elektrikli araç sayısı hızlı bir şekilde genişliyor. Dünya çapında elektrikli araçlar, 2018'e göre 5 milyonu geçti ve 2017'ye kıyasla 2 milyon artış göstermiştir.

Elektrikli araçlar birçok sensor ile donatılmıştır ve akıllı teknolojilerle çevrilidir. Kablosuz teknolojiler ve araç iletişimindeki ilerlemeler, elektrikli araçların altyapı (yani trafik ışıkları, işaretler ve yol kameraları) ve diğer akıllı otomobillerle iletişim kurabilmesini sağlamıştır. Bu nedenle elektrikli araçların akıllı şehirlerle olan etkileşimi, üretilen ve paylaşılan veri miktarını arttırmıştır.

Ayrıca elektrikli araç kullanımının dünya genelinde artmasıyla birlikte elektrikli araçlardan, sürücülerden, akıllı şebekelerden, şarj istasyonlarından, çeşitli kaynaklardan (sensörler gibi) ve diğer altyapı hizmetlerinden büyük miktarda veri üretilir. Üretilen bu veriler, veri analizi araçlarına olan ihtiyacı da ortaya çıkarmıştır. Büyük veri, elektrikli araçlardan ve bahsedilen diğer kaynaklardan elde edilen büyük miktarda verinin kullanılmasına ve analiz edilmesine yardımcı olur. Bu büyük miktarda verinin büyük veri teknikleri kullanılarak analiz edildikten sonra kullanılması aşağıdaki gibi birçok soruna çözüm getirebilir:

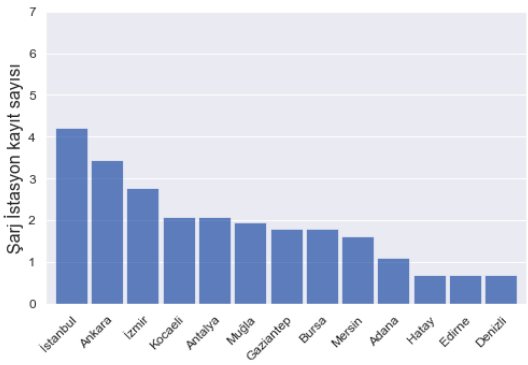
- Elektrikli araç şarj istasyonlarını yerleştirmek için çeşitli stratejiler geliştirmek.
- Akıllı ve optimize edilmiş şarj algoritmaları geliştirmek.

- Elektrikli araçların durum takibini yapmak.
- Enerji verimliliği sorunlarını çözmek.
- Şehirlerin güç dağıtım sistemlerinin taşıma kapasitesini değerlendirmek ve çeşitli politikalar geliştirmek.

Türkiye'deki elektrikli araç şarj istasyonlarının analizi ve verilerin görselleştirilmesi

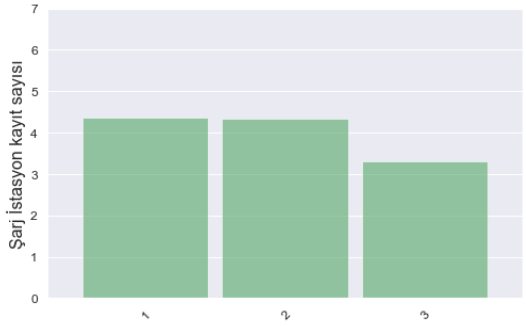
Bu çalışmada Jupyter Notebook (Python 3) geliştirme ortamı kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan veri kümesi ise "Eşarj Elektrikli Araçlar Şarj Sistemleri A.Ş." firmasından temin edilmiştir. Çalışmada kullanılan tam veri kümesinin çerçevesi 182 satır, 20 sütundan oluşmaktadır. Veri kümesinin ilk kolonu şarj sisteminin adını, ikinci kolonu ise şarj noktası adlı bir hücreyi göstermektedir. Diğer kolonlar ise özellik vektöründeki diğer değerlerdir. Bu bölümde Türkiye'deki güncel elektrikli araç şarj istasyonlarına ait verilerin analiz ve görselleştirme işlemleri çeşitli Python kütüphaneleri kullanılarak yapılmıştır.

Şekil 1'deki grafikte Türkiye'deki elektrikli araç şarj istasyonlarının en çok bulunduğu iller sırasıyla gösterilmiştir. Veri kümemizdeki elektrikli araç şarj istasyon verilerinin %36.81'i İstanbul'a, %17.03'ü Ankara'ya, %8.79'u İzmir'e, %4.40'ı Kocaeli'ye ve %4.40'ı ise Antalya'ya aittir.



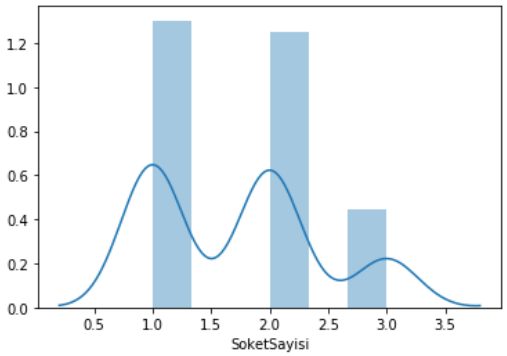
Şekil 1. Türkiye'de elektrikli araç şarj istasyonlarının en çok bulunduğu şehirler

Günümüz teknolojisinde istasyonlarda elektrikli araçlara şarj işlemi alternatif akım (AC) ve doğru akım (DC) yöntemini kullanan iki şarj ünitesiyle gerçekleştirilir. Bu şarj ünitelerinde bulunan soketler kullanıcıya, araçların teknik özelliğine göre farklı elektriksel özellikleri içeren modlar da şarj seçeneği sunar. Türkiye'deki şarj istasyonlarındaki soketlerin 385'i AC, 73'ü ise DC modda şarj imkânı sağlamaktadır. Şekil 2'de illerde bulunan istasyon şarj ünitelerindeki soket sayılarının dağılımı gösterilmiştir.



Şekil 2. Elektrikli araç şarj istasyonlarında en çok bulunan soketler

Veri kümemizdeki istasyonların %43.41'inde bir adet, %41.76'sında iki adet, %14.84'ünde ise üç adet şarj soketi bulunmaktadır. İstanbul'daki şarj istasyonlarının %50.75'inde iki adet, %32.84'ünde bir adet, %16.42'sinde ise üç adet şarj soketi bulunmaktadır. Ankara ilimizde ise istasyonların %48.39'unda iki adet, %41.94'ünde bir adet, %9.68'inde ise üç adet şarj soketi bulunmaktadır. Ayrıca istasyonlarda en fazla Type2 (22kW, 380V, 32A) şarj soketi bulunmaktadır. Şekil 3'te veri kümesindeki istasyonlara ait şarj soket sayılarını gösteren histogram grafiğine yer verilmiştir.



Şekil 3. Veri kümesindeki istasyonların sahip olduğu şarj soket sayısı verilerinin illere göre histogram grafiği

Tablo 1'de Türkiye'deki illerden bazılarına ait toplam şarj soket sayısını gösteren istatistiki bilgilere yer verilmiştir.

Tablo 1. Bazı şehirlerdeki şarj istasyonlarındaki toplam soket sayıları

1. Şehir	2. Toplam Şarj Soket Sayısı
Adana	5
Afyonkarahisar	3
Ankara	52
Antalya	15
Aydın	3

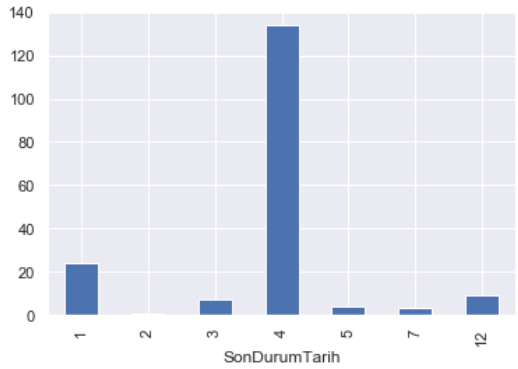
Şarj istasyonlarında bulunan ünitelerdeki toplam soket sayısı en fazla İstanbul, Ankara ve İzmir gibi

büyükşehir illerimizde bulunmaktadır. Ayrıca veri kümemizdeki 30 şehre ait toplam 153 benzersiz şarj istasyon adresi bulunmaktadır. İllerde bulunan elektrikli araç şarj istasyonlarındaki soket sayılarının en düşük (min), en fazla (max), ortalama (mean) ve ortanca (median) değerleri Tablo 2'de yer almaktadır.

Tablo 2. Şarj istasyonlarındaki soket sayılarına ait istatiksel değerler

Soket Sayıları			
1. Min	2. Max	3. Median	4. Mean
1	3	2	1.714

Şekil 4'te şehirlerdeki elektrikli araç şarj istasyonlarına ait verilerin aylık toplam veri kaydına baktığımızda ise en çok istasyon veri kaydının Nisan ayında yapıldığı anlaşılmaktadır.



Şekil 4. Şehirlerdeki şarj istasyonlarına ait verilerin aylık toplam veri kayıt grafiği

Coğrafi analiz

Çalışmanın bu bölümde yoğunluk tabanlı DBSCAN (Density Based Spatial Clustering of Applications with Noise), bölümlemeli kümeleme k-means ve Douglas-Peucker basitleştirme algoritmalarının scikitlearn (Python) uygulaması kullanılarak elektrikli araç şarj istasyonlarına ait uzamsal veri kümesinin boyutunu azaltmak için kümeleme ve basitleştirme işlemleri yapılmıştır.

Geleneksel olarak, araştırmacıların yapacakları çalışmalarda kullanmak için yeterli uzamsal verilere erişememeleri bir sorun olmuştur. Ancak günümüzdeki en önemli sorunumuz ise genellikle çok fazla veriye sahip olmamızdır [7]. Bir görselleştirmedeki çok fazla veri noktası kullanıcıyı bunaltabilir ve anında istemci tarafı harita oluşturmayı engelleyebilir.

Kümeleme algoritmaları: k-ortalamalar ve DBSCAN

Kümeleme, verinin benzer nesnelerden oluşturulmuş gruplara bölünmesidir. Kümeleme işleminde küme içindeki elemanların benzerliği fazla, kümeler arası benzerlik ise az olmalıdır. Bir kümeleme yönteminin kalitesi bu prensibi sağlaması ile doğru orantılıdır. Kümeleme yönteminin seçimi kullanılacak veri türüne ve uygulamanın amacına göre farklılık gösterir [8].

K-means bilimsel ve endüstriyel uygulamalarda yıllardır kullanılmaktadır. Algoritmanın adı, her biri Cj olmak üzere k adet kümenin cj ile ifade edilen ortalamalarının alınmasından gelir. K-means algoritmasının detayları Alsabti, Ranka ve Singh makalesinde açıklanmıştır [9]. K-means algoritmasında aranan küme sayısını ifade eden k önceden bilinen ve kümeleme işlemi bitene kadar değeri değişmeyen bir sabit olmalıdır. K-means algoritmasının en büyük problemi uygun k değerini tespit edememesidir. Bu yüzden, en uygun kümelenmeleri bulabilmek için farklı k değerleri ile birçok deneme yapmak gerekmektedir [8].

DBSCAN algoritması ise, Ester, Kriegel, Sander ve Xu tarafından KDD'96 konferansında sunulmuştur. Bu algoritma, nesnelerin komşuları ile olan mesafelerini hesaplayarak belirli bir bölgede önceden belirlenmiş eşik değerden daha fazla nesne bulunan alanları gruplandırarak kümeleme işlemini gerçekleştirir. DBSCAN algoritması, veri noktalarının iki ya da çok boyutlu uzayda birbirleri ile olan komşuluklarını ortaya çıkarma temeline dayanır. DBSCAN algoritması K-means'den farklı olarak veri kümesinin her elemanını bir kümeye dahil etmez, istisna verileri süzme yeteneğine sahiptir [8].

K-means algoritması muhtemelen en yaygın kümeleme algoritmasıdır. Ancak uzamsal veriler ve bunun gibi bir problem için, DBSCAN algoritması daha üstündür. Bunun neden olduğu aşağıda anlatılmıştır [7].

K-means algoritması N gözlemlerini (yani, bir koordinat dizisindeki satırlar) k kümeleri halinde gruplandırır. Bununla birlikte, k-means enlem-boylam uzamsal veriler için ideal bir algoritma değildir. Çünkü jeodezik mesafeyi değil varyansı en aza indirir. Bu nedenle, ekvatordan uzak enlemlerde, bu veri kümesinde olduğu gibi önemli bir bozulma vardır. Algoritma yine de "işe yarayacaktır" ancak sonuçları zayıf olacaktır ve bunları geliştirmek için yapılabilecek çok şey yoktur [7].

K-means, elektrikli araç şarj istasyonunun en fazla olduğu yerlerde (İstanbul gibi) aşırı temsil sağlar, çünkü k-means algoritması sınıflandırmada ilk rastgele seçim için nokta örneklerini birden çok kez seçer. Bu nedenle, veri kümesinde belirli bir

konuma yakın daha fazla satır, o konum için rasgele seçilmiş daha fazla satıra sahip olma olasılığının yüksek olduğu anlamına gelir. Daha da kötüsü, rastgele sınıflandırma nedeniyle herhangi bir kümede birçok konum eksik olur ve kümelerin sayısını arttırmak, kümede azaltılmış veri kümesi boyunca hala düzensiz boşluklar bırakır [7].

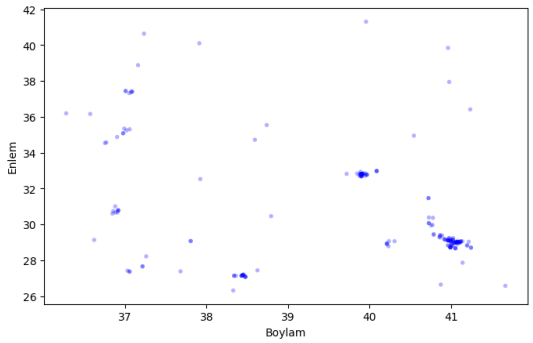
Bunun yerine, rastgele mesafelerde daha iyi çalışan scikitlearn'in DBSCAN algoritmasını kullanabiliriz. DBSCAN, uzamsal bir veri kümesini iki parametreye göre kümeler: Her noktadan fiziksel bir mesafe ve minimum küme boyutu. Bu yöntem, uzamsal enlem-boylam verileri için çok daha iyi çalışır [7].

Ayrıca uzamsal olarak sahip olduğumuz gereksiz noktalar, birçok farklı uzamsal özellik yerine tek bir özelliğe (gürültü) atıfta bulunabilir. DBSCAN yoğunluk temelli kümelemeyi, bu tür uzamsal verileri bir dizi temsili özelliğe sıkıştırmak için kullanabiliriz [7].

DBSCAN ve k-means kümelemesi ile uzamsal veri kümesinin boyutunu küçültme

DBSCAN kümeleme algoritmasının uygulanmasında noktalar arasındaki büyük daire mesafelerini hesaplamak için haversin metriği kullanıldı. DBSCAN hesaplama da kullanılan parametre ve koordinatlar ise radyana dönüştürüldü, çünkü scikit-learn'ün haversin metriği radyan birimlerini destekler. Veri kümesi boyutunu azaltmak için oluşturulan her kümeden bir noktanın koordinatları tanımlandı. Her kümeden kolayca rastgele bir nokta seçmek yerine, kümenin sentroidine en yakın nokta seçilerek kümelerin daha uzamsal olarak temsili sağlandı. DBSCAN ile oluşturulan kümeler dışbükey olabilir ve sentroidler kümenin dışına düşebilirdi. Ancak bu çalışmada bunu engellemek için her küme tek bir nokta gibi düşünüldü. Ve küme merkezinin orta noktasına en yakın olan nokta bu kullanım durumu için seçilmiştir.

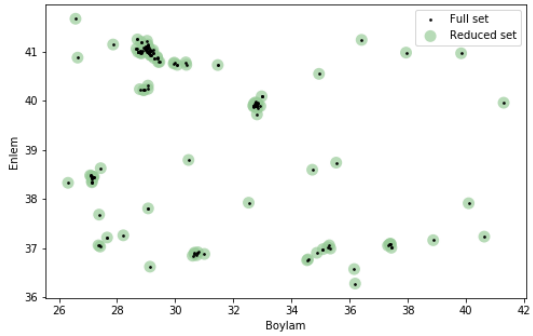
DBSCAN modeli verilerimizdeki kümelerden 111'ini mekânsal küme olarak tespit etmiştir. K-means algoritmasından farklı olarak, DBSCAN algoritmasında kümelerin sayısını önceden belirtmemize gerek yoktur. Çünkü min_samples (izin verilen minimum küme boyutu) parametresine göre küme sayısı otomatik olarak belirlenir. Şekil 5'te Türkiye'deki güncel elektrikli araç şarj istasyonlarının dağılımı coğrafi olarak gösterilmiştir.



Şekil 5. Türkiye'deki güncel elektrikli araç şarj istasyon noktalarının tümünün dağılım grafiği

Kullanılan ölçekte, 182 veri noktasının sadece birkaç düzinesi gerçekten iyi görünüyor. Çok yakınlaştırılmış bile olsa, birkaç yerde şarj istasyon sayısının fazla olması nedeniyle çok fazla veri noktası doğrudan üst üste yığılabilir. Zaman dinamikleriyle ilgilenmedikçe, tüm bu uzamsal olarak gereksiz noktalara ihtiyacımız yoktur bu noktalar sadece veri kümesinin boyutunu şişiriyorlar.

Orijinal veriler, tüm ayrıntıları içeren uzamsal olarak temsili bir nokta kümesine indirildi. Şekil 5 ile nasıl karşılaştırıldıklarını görmek için, Şekil 6'da orijinal tam kümeye karşı nihai indirgenmiş veri noktaları kümesi gösterilmiştir.



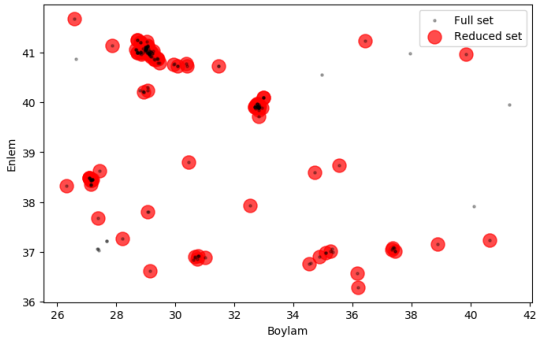
Şekil 6. DBSCAN indirgenmiş son koordinat noktaları kümesi ve orijinal tam veri kümesi seti

Şekil 6'daki kümelenmiş uzamsal veri kümesinin dağılım grafiğindeki sonuçlar kullanılan yöntemin başarısını doğrulamaktadır.Veri kümesi 182 satırdan 111 uzamsal temsili noktaya DBSCAN kümeleme algoritması ile düşürüldü. Şekil 6'da 111 veri noktasının tamamını, tam veri kümesinin 182 noktasının uzamsal dağılımına yakın olarak yeşil renkte görebiliriz.

DBSCAN algoritması, verileri 182 puandan 111 puana kadar %39 oranında sıkıştırdı. Azalan veri kümesinde boşluk yoktur ve şarj istasyonunun yoğun olduğu noktalar (İstanbul gibi) artık aşırı derecede fazla temsil edilmemektedir. Bu yoğunluk

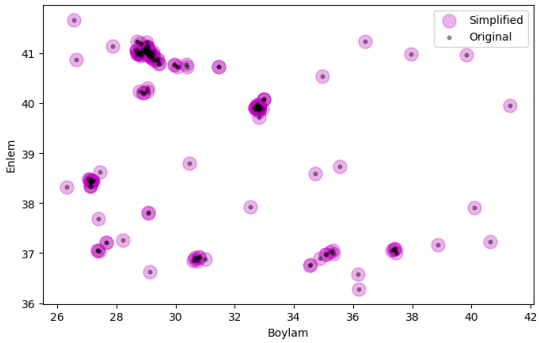
temelli kümeleme tekniği, uzamsal verilerimizi çok daha küçük bir uzamsal temsili özellik kümesine sıkıştırmıştır. DBSCAN algoritması, bu jeo-uzamsal örnekteki iki boyutlu özellik alanı gibi düşük boyutlu alanlarda çok iyi çalışır.

Şekil 7'ye bakıldığında K-means algoritması şarj istasyonlarının çok olmadığı noktaları bulmakta başarısız olmuştur. Bunun nedeni istasyonların az olduğu noktaları yeni bir küme gibi görmesi ve bulacağı küme sayısını parametre olarak bizim belirtmemizdir. Bu çalışmada oluşturulacak küme sayısı parametresi (k) başlangıçta 100 alınmıştır. Belirtilen küme sayısından uzaklaşıldıkça algoritma iyi sonuçlar vermemektedir.



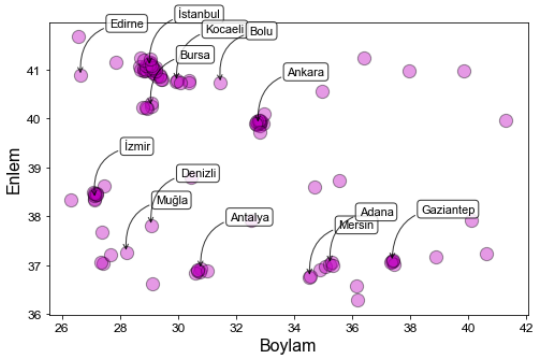
Şekil 7. Orijinal tam veri kümesi koordinatlarına göre k-means algoritması ile indirgenmiş son koordinat noktaları kümesinin gösterilmesi

Şekil 8'de Douglas-Peucker algoritması sonucunda tam ve azaltılmış veri kümeleri karşılaştırılmıştır. Douglas-Peucker, çizgiyi sürekli olarak bölerek çizgi parçalarından oluşan bir eğrideki nokta sayısını azaltır. Nihai sonuç, orijinal eğrideki noktaların bir alt kümesidir. Douglas-Peucker algoritması, orijinal tam setteki 182 veri noktasından yeni azaltılmış veri setindeki 164 noktaya kadar ayarlanan veri boyutunu yaklaşık %10 oranında azaltmıştır.



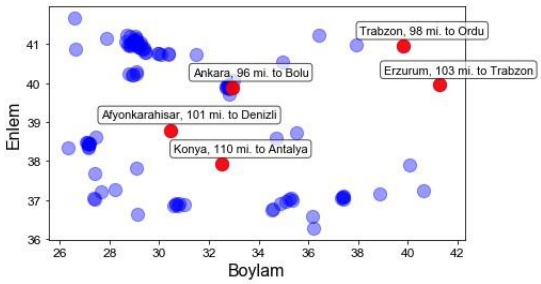
Şekil 8. Douglas-Peucker algoritması ile basitleştirilmiş son koordinat noktaları setini orijinal tam sete göre gösterme

Şekil 9'da DBSCAN algoritmasından elde edilen veriler kullanılarak en çok şarj istasyon verisinin bulunduğu şehirler gösterilmiştir.



Şekil 9. DBSCAN indirgenmiş son koordinat noktaları ile en çok şarj istasyon verisinin bulunduğu şehirlerin gösterilmesi

Ayrıca elektrikli araç şarj istasyonlarına ait veri kümemizdeki en izole edilmiş yerler de hesaplandı ve görselleştirildi. Şekil 10'da mavi renk veri kümesini gösterir ve kırmızı ile de en çok izole edilen noktalar (şarj istasyonları) vurgulanır. Her noktanın üzerindeki bilgi notu, o noktanın en yakın komşusundan ne kadar uzakta olduğunu belirtir.

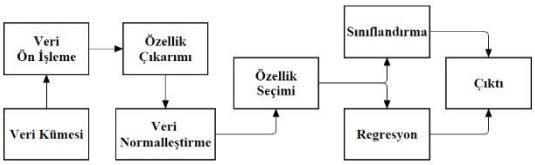


Şekil 10. Veri kümemizdeki elektrikli araç şarj istasyonları arasındaki en yalıtılmış (izole) kümeler ve bir sonraki en yakın mesafeye olan uzaklık

Veri kümemizdeki elektrikli araç şarj istasyonları arasındaki en yalıtılmış şehirleri bulmak için 20 mil'lik bir eşik mesafesi tanımlandı. Ve bu eşik mesafesi içindeki her nokta, bir kümeleme algoritmasındaki epsilon değeri gibi tek bir küme olarak ele alındı. Daha sonra veri kümesindeki her nokta için en az 20 mil uzakta olan en yakın noktaya olan mesafe bulundu. Böylece, veri kümesindeki en yakın diğer nokta tanımlanırken bu mesafe içindeki diğer tüm noktalar yok sayılmış olundu.

Makine öğrenmesi

Yapılan çalışmanın bu son bölümünde ise çeşitli makine öğrenmesi algoritmalarıyla bir makine öğrenme sistemi tasarlanarak elektrikli araç şarj istasyonlarının lokasyon tipi (iç-dış mekân) özelliğine göre binary bir sınıflandırma yapılarak eğitilmiş ve algoritma sonuçları karşılaştırılmıştır.
Çalışmada python programlama dili ile yazılmış olan scikit-learn makine öğrenmesi kütüphanesi kullanılmış olup, sırasıyla Şekil 11'de yer alan makine öğrenmesine ait blok diyagrama göre işlemler gerçekleştirilmiştir.



Şekil 11. Makine öğrenmesine ait ana diyagram

Yapılan işlemlerden kısaca söz etmek gerekirse, veri kümesi hakkında bilgi edinme, veri içindeki gereksiz kolonların atılması, kayıp verilerin göz ardı edilmesi, gerekli dönüşüm ve boyut azaltma işlemlerinin yapılması, kolonlar/özellikler arasındaki korelasyonun hesaplanması ve seçilen algoritmalarla makine öğrenmesi modelinin gerçekleştirilmesi (Model eğitme, test etme ve performans değerlendirme).
Bölüm 4'te belirtildiği gibi tam veri kümesinin çerçevesi (182, 20)'dir. Veri kümesinde sınıflandırma ve regresyon işlemlerinde kullanılacak elektrikli araç şarj istasyonlarının lokasyon tipi özelliğinden 60 tanesi iç mekân, 122 tanesi ise dış mekân olarak tanımlanmaktadır. Gözetimli makine öğrenme algoritmalarının eğitiminde 127, test işleminde ise 55 örnek kullanılmıştır (%70 eğitim, %30 test).
Tablo 3'te yer alan sonuçlar incelendiğinde çalışmamızda, denetimli bir öğrenme algoritması olan "Random Forest" (Rastgele Orman) en başarılı, "Non-Linear SVM" algoritması ise en başarısız algoritmadır.

Tablo 3. Makine öğrenme algoritmalarının performans sonuçları

1. Algoritmalar	2. Accuracy	3. Precision	4. F1-skor
Random Forest	0.76	0.62	0.67
KNN	0.76	0.67	0.61
Linear SVM	0.72	0.60	0.54
Regression (Log)	0.72	0.67	0.44
Non-Linear SVM	0.67	0.34	0.40

Uygulama sonuçları ve öneriler

Bu çalışmada ilk olarak büyük veri kavramı ve elektrikli araçlar ile ilgili kavramsal ve ilişkisel bilgiler verilmiştir. Daha sonra güncel olarak Türkiye'deki elektrikli araç şarj istasyonlarına ait görsel ve mekânsal analizler yapılmış ve bu analizler görselleştirilmiştir. Son bölümde ise makine öğrenmesi algoritmalarıyla ikili sınıflandırma uygulaması yapılmıştır.
Yapılan analizlere göre Türkiye'de en çok elektrikli araç şarj istasyonları büyükşehir illerinde bulunmaktadır. Ve şarj istasyonlarındaki ünitelerde en fazla bir veya iki adet şarj soketi bulunmaktadır. Ayrıca istasyonlarda en fazla Type2 (22kW, 380V, 32A) şarj soketi vardır ve en çok kullanılan şarj yöntemi ise AC'dir.
Gelecekte elektrikli araç şarj istasyonlarındaki artışa bağlı olarak yeni ve farklı analizlerin yapılması gereke bilinir. Ancak şarj istasyonlarındaki bu artış, üzerinde çalışma yapılacak veri kümesinin büyüklüğünü de arttıracak ve bizler için verim ve performans açısından istenmeyen bir durum oluşturacaktır. Bölüm 5'te istenmeyen bu durumun çözümüne ilişkin çalışmalar yapılmış, ileride yapılacak çalışmalara da referans olması için "Bir uzamsal veri kümesinin boyutunu, daha küçük bir uzamsal temsili nokta kümesine nasıl küçültebiliriz?"

sorunun cevabı da yapılan bu çalışma ile yanıtlanmıştır.

Yapılan çalışmadaki orijinal ve indirgenmiş veri kümeleri karşılaştırıldığında DBSCAN yoğunluk temelli kümeleme tekniği k-means ve Douglas-Peucker algoritmalarına göre daha iyi sonuçlar vermiştir. Ayrıca kümeleme işlemleri için k-means yerine OPTICS kümeleme algoritmasının kullanımı da önerilmektedir.

Makine öğrenmesi algoritmalarıyla yapılan sınıflandırma ve regresyon işlemlerinde genel olarak başarılı sonuçlar alınmıştır. Ancak elde edilen sonuçlar iyileştirile bilinir. F1 skoru 0.5'in altında puan alan algoritmalar üzerinde tekrardan çalışma yapıla bilinir.

Tartışma ve gelecek çalışmalar

Şu an için Türkiye'de sadece elektrikli araçlar ve şarj istasyonlarıyla ilgili veriler mevcuttur. Gelecekte elektrikli araçların, şarj istasyonlarını kullanmasıyla ilgili diğer bilgilere de sahip olursak eğer daha geniş bir analiz çalışması yapıla bilinir. Örneğin, elektrikli araçların şarj edileceği günün saatini bilmek, kurulum (gereken şarj cihazlarının sayısı) ve işletme maliyetlerini tahmin etmek için çok önemlidir.

Elektrikli araçların akıllı şebeke ve akıllı şehir ile gerçek zamanlı etkileşimi için hızlı ve etkili veri analizi yaklaşımları gereklidir. Ancak şu an için güvenlik ve gizlilikle ilgili endişeler vardır. İşletme kapasitesi, güvenlik ve gizlilik bağlantısı elektrikli araçlar için büyük veri analizi alanında henüz ele alınmamış açık konulardan bazılarıdır.

Türkiye'de elektrikli araçların daha fazla benimsenmesi için, elektrik araç ve şarj istasyonlarının sayısı ile bu alandaki çalışmaların artması ve araç şarj işlemini daha rahat ve uygun fiyatlı hale getirmeliyiz.

Kaynaklar

[1] Li B, Kisacikoglu M. C, Liu C, Singh N, Erol-Kantarci M. "Big Data Analytics for Electric Vehicle Integration in Green Smart Cities", *IEEE Communications Magazine*, vol. 55, no. 11, pp. 19–25, 2017.

[2] Lee J, Park G-L, Han Y, Yoo S. "Big data analysis for an electric vehicle charging infrastructure using open data and software", *Proceedings of the Eighth International Conference on Future Energy Systems*, 2017.

[3] Güler D, Yomralıoğlu T. "Açık Kaynak Kodlu CBS Yazılımı ve Bulanık Analitik Hiyerarşi Yöntemini İçeren Elektrikli Araç Şarj İstasyonu Yer Seçimi Önerisi", *Harita Dergisi*, 163, 17-28, 2020.

[4] Aktan E. "Büyük Veri: Uygulama Alanları, Analitiği ve Güvenlik Boyutu", Ankara Üniversitesi, *Bilgi Yönetimi Dergisi,* Cilt:1, Sayı:1, 2018.

[5] Doğan K, Arslantekin S. "Büyük Veri: Önemi, Yapısı ve Günümüzdeki Durum", *DTCF Dergisi,* 56.1:15-36, 2016.

[6] Sezen B, İşler A. U. "Elektrikli Araçların Mevcut Durumu, Tercih Edilme ve Edilmeme Sebepleri", *Turkish Journal of Marketing,* C.:2, S.:2, SS. 82-103, 2017.

[7] Boeing G. "Clustering to Reduce Spatial Data Set Size", Department of City and Regional Planning, University of California, Berkeley, March 2018.

[8] Bilgin T. T, Çamurcu Y. "DBSCAN, OPTICS ve K-Means Kümeleme Algoritmalarının Uygulamalı Karşılaştırılması", *Politeknik Dergisi,* Cilt: 8, Sayı: 2, s. 139-145, 2005.

[9] Alsabti K, Ranka S, Singh V. "An Efficient K-Means Clustering Algorithm", IPPS: 11th International Parallel Processing Symposium, 1998.

EEG ile Kişiselleştirilmiş Müzik Listesi Tasarımı

Seda POSTALCIOĞLU*[1], Hayriye Hilal TEPECİK

[1]Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği, Bolu, Türkiye

Özet

Çalışma, beyin dalgalarından faydalanarak favori müzik listesinin oluşturulmasını içermektedir. Neurosky Mindwave Mobile 2 isimli cihaz tarafından ölçülen beyin dalgalarının dinlenilen müzikle beraber değişimleri incelenmiştir. Beyin dalgalarının bu değişimleri incelenerek kişinin dikkat ve meditasyon değerlerinin analizi yapılmıştır. Çeşitli meslek dallarında veya uygulamalarda yoğun stress altında, dikkat seviyesinin yüksek olması gereken kişiler için kişiye özel müzik listesi oluşturulması hedeflenmiştir. Beyin dalgalarından elde edilen dikkat ve meditasyon değerlerinin ölçülmesi ve değerlendirilmesi ile dikkat arttıran veya sakinleşmeye yönelik müziklerin üst sıralarda olmasını sağlayarak, kişiselleştirilmiş müzik listesi oluşturulmuştur. Böylece kişilerin kendilerine uygun müzikler ile çalışarak verimlerinin arttırılması amaçlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: *Beyin Bilgisayar Arayüzü, EEG, Beyin Dalgası* **,***Neurosky Mindwave Mobile2*, *Dikkat*, *Meditasyon*

Design of a Personalized Music List using EEG

Abstract

The study involves creating a favorite music list using the brain waves. The changes of brain waves measured by the device called Neurosky Mindwave Mobile2 with the music listened were examined. By making use of these changes of the brain waves, the attention and meditation values of the person were analyzed. It is aimed to create a personalized music list for people who need to be careful in various professions or applications under intense stress. With the measurement and evaluation of attention and meditation values obtained from brain waves, a personalized music list is created. Thus, it is aimed to increase their productivity by working/studying with the music suitable for them.

Keywords: *Brain Computer Interface, EEG, Brainwaves, Neurosky Mindwave Mobile2, Attention, Meditation*

Giriş

Müzik, bir insanın hayatının en rahatlatıcı yanlarından biridir. İnsanlar şarkının melodilerini ve ritimlerini "ruh hallerine" bağlı olarak çeşitli şekillerde algılarlar. Kişinin ruh hali EEG ve Beyin Bilgisayar Arayüzü yardımıyla izlenebilir. Amaç, bir beynin müziğin uyaranına nasıl tepki verdiğini anlamaktır [1].

Elektroensefalogram (EEG), nöronların elektriksel uyarılarının ölçümüdür. Kişilerin bilişsel aktivitelerinin incelenmesine olanak verir [2]. Beyin Bilgisayar Arayüz (BBA) sistemi, motor sinir sistemini kullanmadan, insan ve makine arasında iletişim kurmayı sağlayan, düşünce ile cihazları kullanmaya, kontrol etmeye olanak veren sistemlerdir. Bu sistemler motor fonksiyonlarını yerine getiremeyen insanlara hayatlarını daha kaliteli yaşayabilme olanağı sağlayabileceği gibi sağlıklı insanlar için ise bilgisayar ya da herhangi bir elektronik kontrol sistemini düşünerek kullanma imkanı verir [3]. Ayrıca Beyin Bilgisayar Arayüz sistemleri kişilerin çalışmalarındaki performansının artırılması amaçlı da kullanılmaktadır. Bu tarz sistemlerin yaygınlaştırılması, geliştirilmesi insan sağlığı, güvenliği ve konforu açısından son derece önemlidir.

Beyinden geçenleri anlama yöntemi sadece sistemin kontrolü değil ayrıca tüketicilerin hangi reklamların heyecanlandırdığını bulmaya, depresyonu azaltan cihazlara kadar pek çok alana ışık tutacağı düşünülmektedir [4]. Günümüzdeki BBA sistemleri, EEG kayıtları ile alınan beyin sinyallerinin işlenmesi ile gerçekleştirilmektedir. Yüzeysel kayıtlar daha kolay ve pratiktir. Bu nedenle de en çok tercih edilen BBA yöntemi haline gelmiştir [5].

* Corresponding author e-mail : postalcioglu_s@ibu.edu.tr

Bu çalışmada EEG sinyallerini ölçen ve bluetooth ile bilgisayara gönderen Neurosky Mindwave Mobile 2 kullanılmıştır. Cihaz gelen beyin dalgalarını kullanarak müzik dinleme süresince dikkat ve meditasyon değerlerini ölçmektedir. Bu ortalamalara bakılarak dinleyicinin ilgisi saptanabilmekte ve verimi artırmak için kişiye özel müzik listesi oluşturulmaktadır. Neurosky MindWave Mobile 2 cihaz Bluetooth bağlantılı olduğu arayüzle senkronize bir şekilde çalışmaktadır.

Kişiselleştirilmiş Müzik Listesi Tasarımı

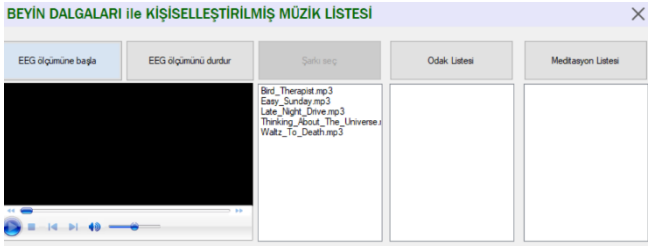
Neurosky MindWave Mobile 2 kullanılarak beyin dalgaları ölçülmüştür. Cihaz kulaklık, kulak klipsi ve sensör kolundan oluşmaktadır. Şekil 1'de çalışmada kullanılan cihaz gösterilmiştir. Beyin dalgalarının analizinde dikkat ve meditasyon değerleri kullanılmıştır. Dikkat ölçer, kullanıcının zihinsel "dikkat (attention)" düzeyinin yoğunluğunu veya yoğun konsantrasyon sırasında ortaya çıkan ve yönlendirilen zihinsel aktivite değerini ölçer [6]. Değer 0 ila 100 arasındadır. Dikkat dağıtıcı şeyler, gezici düşünceler, odak eksikliği veya kaygı, dikkat ölçer seviyesini düşürebilir.

Şekil 1. Neurosky MindWave Mobile 2

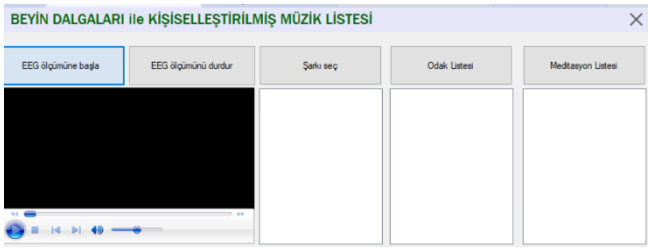
Meditasyon ölçer, kullanıcının zihinsel sakinlik düzeyini veya gevşeme değerini ölçer [6]. Değeri 0 ila 100 arasındadır. Meditasyon, kişinin zihinsel durumları ile ilgilidir. Bu yüzden sadece vücudun tüm kaslarını gevşetmek hemen yükselmiş bir meditasyon seviyesine neden olmayabilir. Ara yüzde ESense Dikkat Ölçer'in ölçtüğü dikkat değeri, program kodlamasında Att value seklinde kullanılmıştır. Esense Meditasyon Ölçer'in ölçtüğü meditasyon değeri ise Med Value olarak kodlanmıştır. Müzik Listesinin oluşturulması ve görünebilir olması için bir Windows Masaüstü uygulama arayüzü oluşturulmuştur. Bu arayüz seçilen şarkıları ve EEG işaretlerini kullanarak oluşturulacak olan iki liste; Dikkat (Odak) (Attention) ve Meditasyon (Meditation) listelerini içermelidir. Arayüz oluşturmak için Windows Visual Studio 2019 sürümünde Windows Desk Application kullanılmıştır. Sisteme ait yapı şekil 2'de verilmiştir.

Şekil 2. Sistemin yapısı

Şekil 3'de tasarlanan arayüz görülmektedir. Öncelikle kullanıcının dinleyeceği şarkıların bir listesi olmalıdır. Liste oluşturulduktan sonra *Şarkı seç* butonu pasif hale gelir bu durum Şekil 4'de gösterilmiştir. Yani bir daha secim yapılamaz. Kullanıcı dinleyeceği müziği kayıtlı şarkılardan seçmelidir. Kullanıcı şarkı dinlemeye başlamadan önce Neurosky Mindwave Mobile2 beyin dalga ölçer ara yüze bağlanmalı ve veri alımı başlamalıdır. *EEG ölçümüne başla* ve *EEG ölçümünü durdur* butonları bu amaçla eklenmiştir. Alınan veriler her şarkıya ait dikkat ve meditasyon değerlerini tutar ve bunun sonucunda şarkı için değerlerin ortalamasını yeni şarkı listesi ile ilişkilendirir.

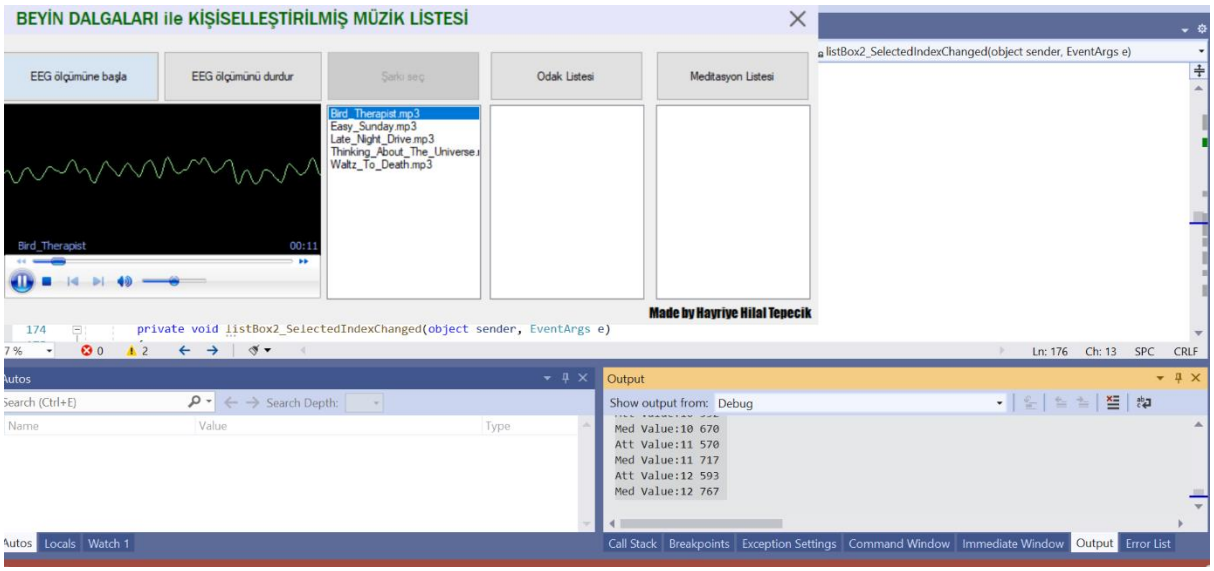


Şekil 4. Dinlenecek Müzik listesinin oluşturulması



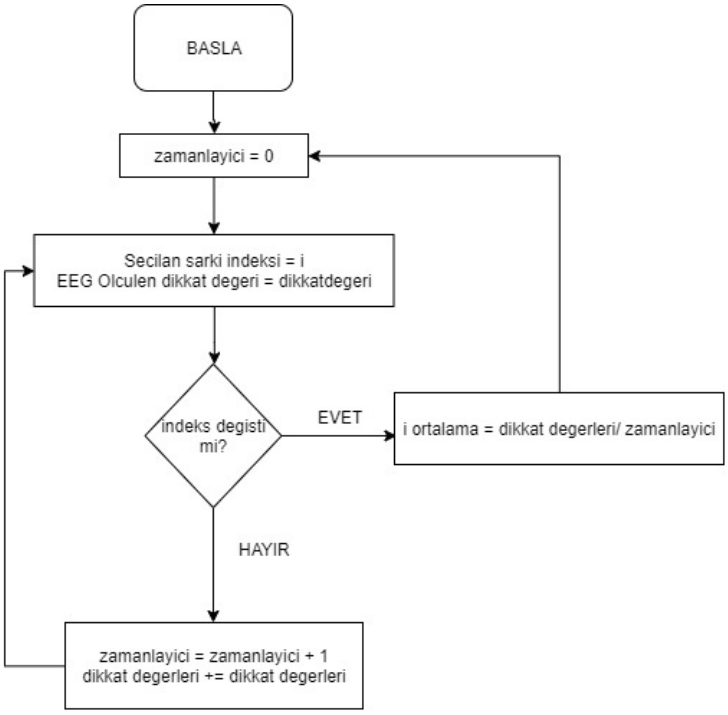
Şekil 3. Tasarlanan arayüz

Şekil 5'de Zamanlayıcı ile EEG cihazının eşleşmesi ve EEG işareti görülmektedir. Dikkat ve meditasyon ölçümlerinin değerlendirilmesi için c# programlama dilinde verilen zaman aralığında ortalama hesaplanır ve elde edilen ortalamaları zaman aralığındaki müziğe atamaktadır. Atanan değerler ile beraber şarkılar ortalaması çok olandan az olana seklinde sıralanır ve yeni liste ara yüzde görüntülenir.

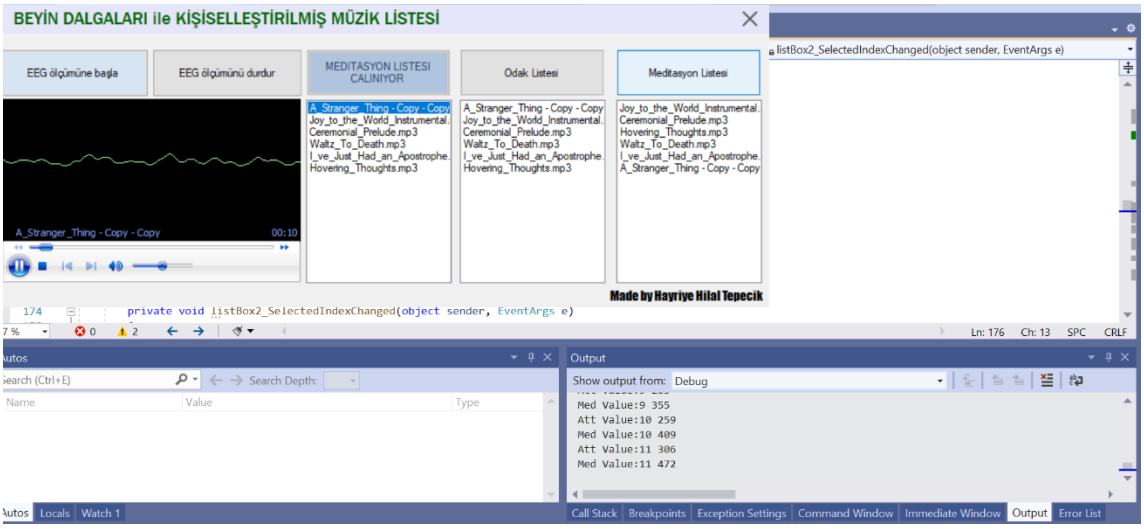


Şekil 5. Zamanlayıcı ile EEG cihazının eşleşmesi ve EEG sinyalin elde edilmesi

Şekil 6'da algoritmanın blok diyagramı verilmiştir. şarkının kimliğini tutan indeks her değiştiğinde zamanlayıcı sıfırlanır. İndeks değişmediği sürece dikkat değeri bir önceki saniye hesaplanan değer ile toplanır. Toplanan bu değer zamanlayıcı değerine bölünür ve şarki indeksine ortama olarak atanır.



Şekil 6. Algoritma blok diyagramı



Şekil 7. Şarkıların dikkat ve meditasyon değerlerinin analizi sonucu listelenmesi

Şekil 7 ise şarkıların listelenme sonucunu vermektedir. *Odak Listesi* ya da *Meditasyon listesi* yazan butonlara tıklanıldığında indekslerine ait ortalaması bulunan şarkılar c# programlama diline ait olan orderby fonksiyonu ile sıralanır. En yüksek ortalamalı şarki birinci sıraya, en düşük ortalamalı ise son sıraya yerleşir. *Odak Listesi* ya da *Meditasyon listesi* butonuna her tıklamada müzik çalar o listenin en yüksek ortalamalı şarkısından çalmaya başlayacaktır.

Sonuçlar

Çalışma, beyin dalgalarından faydalanarak kişinin yüksek konsantrasyon ile işine yoğunlaşmasını içermektedir. Neurosky Mindwave Mobile2 isimli cihaz kullanılarak EEG ölçümleri yapılmıştır. Müzik dinlenirken beyin dalgalarındaki değişim gözlemlenmiştir. Dikkat ve meditasyon değerleri değerlendirilmeye alınmıştır. Çeşitli meslek dallarında veya uygulamalarda yoğun stres altında, dikkat seviyesinin yüksek olması gereken kişiler için kişiye özel müzik listesi oluşturulması amaçlanmıştır. Beyin dalgalarından elde edilen dikkat ve meditasyon değerlerinin ölçülmesi ve değerlendirilmesi ile dikkat arttıran veya sakinleşmeye yönelik müziklerin üst sıralarda olmasını sağlayarak, kişiselleştirilmiş müzik listesi oluşturulur. Böylece çalışanlar kendilerine uygun müzikler ile çalışarak verimlerinin arttırılması hedeflenmiştir.

Kaynaklar

[1] R. Angeline, M. Barhanpurkar, R. Anand and D. Singh, "Brain Computer Interface : Music stimuli recognition using Machine Learning and an Electroencephalogram," 2018 3rd International Conference on Communication and Electronics Systems (ICCES), Coimbatore, India, 2018, pp. 1007-1012, doi: 10.1109/CESYS.2018.8724078.

[2] Tabakcıoğlu, M , Ülker, B . "Neurosky Biyosensör Kullanarak Beyin Dalgaları, Dikkat ve Meditasyon Değerlerinin Ölçülmesi ve Değerlendirilmesi". Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi 7 (2018): 25-33

[3] Argunşah, A. Ö. "Beyinden Bilgisayara Bir Yol: BEYİN BİLGİSAYAR ARAYÜZÜ. Elektrik Mühendisliği Dergisi, 44-45 http://www.emo.org.tr/ekler/a130f1dc6f0c829_ek.pdf?dergi=4 son erişim tarihi : 29 Ocak 2019.

[4] Nöroteknoloji: Beyin okuma çağı başlıyor, https://www.bbc.com/turkce/haberler/2015/05/150508_beyin_dalgasi_noroteknoloji son erişim tarihi :29 Ocak 2019.

[5] Doğan A., Calp M.H., Arı E.S., Özköse H. 2015. "İnsan Bilgisayar Etkileşimi Kapsamında Beyin Bilgisayar Arayüzleri Üzerine Bir İnceleme: Özellikleri ve Çalışma Prensibi", Yönetim Bilişim Sistemleri Dergisi, Cilt:1, Sayı:2, , Sayfa:1-10

[6] MindWave Mobile 2: User Guide, (May 14, 2018), "http://download.neurosky.com/public/Products/MindWave%20Mobile%202/MindWave%20Mobile%202%20User%20Guide%20.pdf

Taranmış Türkçe Gazete Dokümanları Üzerinde Varlık İsmi Tanıma

Hasan Basri ŞAHİN[1,2], Süleyman EKEN[1*]

[1]*Kocaeli Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Bilişim Sistemleri Mühendisliği Bölümü, Kocaeli, TÜRKİYE*
[2]*Akademedya Yazılım Bilgisayar Eğitim ve Danışmanlık, Kocaeli, TÜRKİYE*

Özet

Varlık İsmi Tanıma (VİT); kişi, yer, kurum, tarih, formül ve para gibi farklı varlık isimlerini dokümanlarda bulan doğal dil işleme ve metin madenciliğinde bilgi çıkarımı alanlarından biridir. Bu çalışmada, taranmış gazete dokümanlarındaki yer, kişi ve organizasyon isimlerini etiketleyen bir sistem geliştirilmiştir. Gazeteden Tarihe Bakış Projesi kapsamındaki dokümanlardan Türkçe 20 gazete sayısı kullanılmıştır. Geliştirilen sistemde ilk olarak optik karakter tanıma yöntemi ile metinler elde edilmiş, sonra da VİT işlemi gerçekleştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Varlık İsmi Tanıma, Bilgi çıkarımı, Taranmış gazete dokümanı, Veri gazeteciliği*

Name Entity Recognition on Scanned Turkish Newspaper Documents

Abstract

Name Entity Recognition (NER) is one of the fields of information extraction in natural language processing and text mining, which finds different name entities in documents such as person, location, organization, date, formula and money. In this study, a system is developed to label the location, person and organization entities in the scanned newspaper documents. 20 Turkish newspapers are used from the documents within the scope of Gazeteden Tarihe Bakış Project. In the developed system, firstly, texts are obtained by optical character recognition method and then VIT operation is performed.

Keywords: *Name Entity Recognition, Information extraction, Scanned newspaper documents, Data Journalism*

1 Giriş

Veri ve doküman madenciliği, bilgi çıkarımı ve bilgiye erişim, makina çevirisi, duygu analizi, sözdizimsel parçalama, multimedia indeksleme, soru-cevap sistemleri gibi birçok doğal dil işleme işlerinin önemli bir adımını oluşturmaktadır. Bir metinde yer alan varlıkların bulunarak önceden tanımlı kişi, yer, tarih, formül, yüzde, organizasyon ve para gibi sınıflardan bir tanesine atanması işlemi Varlık İsmi Tanıma (VİT) olarak ele alınmaktadır [1]. Tüm bunlarla VİT bu veri tipleri ile sınırlı olmayıp farklı alanlardaki çalışmalarda ilgili alana özgü varlıkların tanınması ve işaretlenmesi için de kullanılmaktadır. E-posta adresleri [2], telefon numaraları, kitap başlıkları, proje isimleri, biyoinformatik ve kimya alanlarındaki metinlerde geçen gene/protein isimleri [3], RNA, DNA, hücre bilgileri, ilaç adları [4], kimyasal adları [5] da varlık isimleri olarak çalışılan konulardandır. VİT işlemi ile genel olarak haber dokümanlarındaki varlık isimlerinin çıkarılmasına odaklanılmışken bankacılık, webte arama [6], kimya, biyoloji gibi farklı alanlarda da kullanılmaktadır.

Ağırlıklı olarak İngilizce olmak üzere Arapça [7], Rusça [8], Çince [9], Fince ve Japonca [10] farklı dillerde VİT işlemi gerçekleştirilmiştir. Son yıllarda Türkçe VİT üzerine de birçok çalışma yapılmıştır. Özger ve Diri [11] Türkçe dokümanlar için konudan bağımsız, kural tabanlı olarak kurum, yer, kişi isimleri ile tarih, para, saat varlık isimlerinin bulunması ve etiketlenmesini gerçekleştirmişlerdir. Dalkılıç ve diğ [12] Türkçe için dilin bazı gramatik kurallarına bağlı bir yöntem geliştirerek farklı dokümanlar üzerinde denemişlerdir. Özkaya ve Diri [13] resmi olmayan Türkçe e-postalar üzerinde bazı kurallar çıkarılarak, Şartlı Rastgele Alanlar kullanılıp kişi, kurum ve yer gibi üç farklı varlık isminin tanınmasını gerçekleştirmişlerdir. Küçük ve diğ [14] Türkçe için varlık isimleriyle işaretlenmiş haber metinlerinden oluşan bir veri kümesi sunmuşlardır. Güngör ve diğ [15] Türkçe varlık ismi tanıma görevi özyinelemeli sinir ağları kullanan bir yöntem geliştirmişlerdir. Güneş ve Tantuğ [16]

* Corresponding author e-mail : suleyman.eken@kocaeli.edu.tr

Türkçe VİT işlemleri için BLSTM ve DBLSTM yapay sinir ağı yapıları geliştirmişlerdir. Eken [17] tezinde Türkçe tweetler (kısa metinlerde) için varlık ismi tanıma sistemi geliştirmiştir. Küçük ve Arıcı [18] Türkçe için önce Wikipedia tabanlı bir kişi ismi tanıma sistemi, sonrasında da yine Türkçe için Wikipedia tabanlı tam bir varlık ismi tanıma sistemi geliştirmişlerdir. Sarı ve Aktaş [19] kapsamı tarih ve coğrafya alanları olarak belirlenen Türkçe ders metinleri için kural tabanlı bir VİT modeli geliştirmişlerdir. Arslan ve diğ [20] büyük veri indeksleme ve arama yazılımı olan Apache Lucene kullanarak yarım milyar Web sayfası içinde en sık geçen e-posta, Web adresleri ve emoji varlıklarını tespit etmişler. Çekinel ve diğ [21] Şartlı Rastgele Alanlar yöntemiyle haber metinlerinde varlık isimlerini tanınmıştır. Akpınar ve diğ [22] imge formatındaki banka talimatlarından yola çıkılarak varlık ve ilişki etiketleme işlemlerinin yarı-otomatik bir şekilde yapılmasına olanak sağlayan bir araç önermişlerdir.

Bahsi geçen çalışmaların birçoğu direkt metin veya metinden oluşturulmuş dokümanlar üzerinde çalışmaktadır. Yaptığımız araştırmaya göre taranmış dokümanlar veya daha özelinde gazeteler üzerinde Türkçe bir VİT çalışmasına rastlanmamıştır. Diğer dillerde yapılan çalışmalar ise şu şekildedir. Europeana Projesi [23], yirmi üç Avrupa kütüphanesinden gelen tarihi gazete içeriğini düzelterek ve toplayarak sayısallaştırılmış tarihi gazetelere erişimi geliştirmeyi amaçlamaktadır. Gazete içeriği 1618 yılına kadar uzanan bu zengin koleksiyon, iki önemli kültürel miras web sitesi aracılığıyla erişilebilir hale getirildi: Avrupa Kütüphanesi ve Europeana. Bu kapsamda Neudecker ve diğ. geliştirdiği VİT'in temel amacı, aranabilirliği artırmak için kişiler, konumlar ve kuruluşlar gibi varlıkları tam metinde tanımlamak ve sınıflandırmak ve daha sonra bunları çevrimiçi kaynak açıklamalarına ve yetki dosyalarına (authority) bağlamaktır [24]-[26]. Kettunen ve diğ [27] büyük ölçekli Fince dilindeki 1771-1910 arasını kapsayan tarihi gazete topluluğu üzerinde VİT gerçeklemişlerdir. Ekbal ve diğ [28] webte bulunan önde gelen Bengalce gazetesinin arşivinden geliştirilen kısmen NE etiketli Bengalce news corpus'un bir kısmı ile VİT gerçeklemişlerdir. Pirovani ve diğ [29] özellikle kişi adları varlıklarını çıkarmak ve bir ad dizini ile kullanıcıya gazete sayfalarında ad bulmak için bir araç önermişlerdir. Mac Kim ve Cassidy ise [30] Avustralya Milli Kütüphanesi'ndeki 1803 yılına dayanan çok sayıda sayısallaştırılmış gazete Trove koleksiyonu ile üzerinde Stanford NER sistemini bir değerlendirmişler.

Taranmış gazeteler üzerinde VİT işleminin veri gazeteciğine de katkı sunması beklenmektedir. Veri gazeteciliği etkin haberler üretebilmek amacıyla dijital verileri toplayıp işleyerek haber üretmektir. Öncelikle araştırmak ve haber yapmak istenilen konunun belirlenmesi gerekir. Daha sonra veri toplama, sorgulama, temizleme, işleme ve görselleştirme [31], analiz ve yorumlama ile habere dönüştürme adımları gelir [32].

Çalışmanın geri kalan kısmı şu şekilde organize edilmiştir. 2. bölümde üzerinde çalıştığımız gazeteleri içeren Gazeteden Tarihe Bakış Projesinden bahsedilecek ve VİT öncesi adımlar ise VİT işleminden bahsedilecektir. 3. bölümde ise sonuçlar ve gelecek çalışmalar sunulacaktır.

2 Materyal ve Yöntem

2.1 Gazeten Tarihe Bakış Projesi

İstanbul Üniversitesi Kütüphane ve Dokümantasyon Daire Başkanlığı, Merkez Kütüphane koleksiyonunda yaklaşık 18422 adet cilt gazete yer almaktadır. Gazeteler Osmanlıca, Rumca, Bulgarca, Fransızca, Almanca, İngilizce, Türkçe gibi çeşitli dillerde yayınlanmıştır. Dönemin tarihine ışık tutacak nitelikteki bu değerli gazete arşivinin korunması ve araştırmacıların hizmetine sunulması için "Gazeteden Tarihe Bakış Projesi" gerçekleştirilmiştir. Proje kapsamında, günlük erişilebilir şekilde ve OCR metodu ile 1928-1942 yıllarını kapsayan yaklaşık 688 cilt, 55 başlık ulusal ve yerel gazeteden 581106 sayfa görüntü taranmış ve elektronik ortama aktarılmış durumdadır. Bu çalışma kapsamında Türkçe olan gazetelerden 20 sayı kullanılmıştır. Taranmış görüntülerden bir kesit Şekil 1'de verilmiştir.

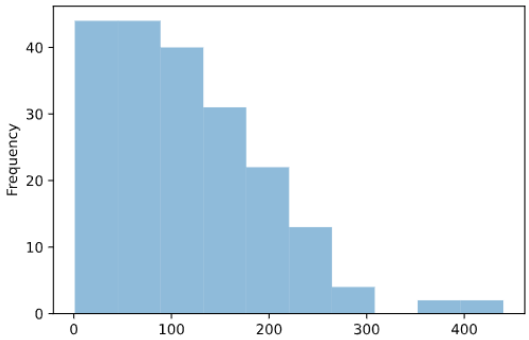
Açık Söz
Sabahları Çıkar, Politika, Haber Gazetesi
Söz İstiyoruz:
Temmuz 1 Çarşamba 1936
Tufeylikçe Ekmek Yok!
Nafıa Bakanı Ali Çetinkayanın Gazetemize Beyanatı
Mütaahhitler için yeni bir talimatname yapıldı. Taşaronlar için de Vekâlet yeni tedbirler almak üzere bulunuyor...
Montrö Boğazlar Konferansında Türk fezi
Bütün endişeleri dağıttık, teknik komitelerde izahat verdik
Türkiye, karalarını demir ağlarla birbirine bağlarken aynı muvazaalık içinde havalarını da çelik kanadların ağı içinde birbirine bağlamak kararındadır
ANKARA, 29 (Elem İzzet Benice yazıyor)
Başbakan dün şehrimizden Ankaraya ayrıldılar

Şekil 1. Örnek bir gazete görüntüsü

2.2 Metin Saptama ve Normalizasyon

Taranmış gazete verileri pdf formatında sunulmaktadır. İlk olarak Python programla dilinde *pdf2image* paketi kullanılarak doküman sayfaları

jpeg formatlı görüntülere dönüştürülmüştür. Ardından *pytesseract* paketi kullanılarak görüntüdeki metinler sol üst köşe koordinatları, genişlik ve yükseklik (box bilgileri) değerleri ile elde edilmektedir. Boşluk içeren ve null içeren kısımlar atıldıktan sonra elde edilen metin yüksekliklerine ait bilgi Şekil 2'de sunulmuştur.



Şekil 2. Kelime kutularının yüksekliklerinin sayfanın tamamına oranla frekansları

OCR hatalarını minimize etmek için Java ile geliştirilmiş Türkçe diline özel doğal dil işleme kütüphanesi olan zemberek [33] kullanılarak bu kelimelerde normalizasyon işlemi yapılmıştır. Java ile yazılmış bu kütüphanenin Python'da kullanılabilmesi için jpype python paketi kullanılmıştır. Bu paket java virtual machine üzerinde manipülasyon yaparak java fonksiyonlarını çağarmamızı ve döndükleri cevapları Python üzerinde okumamızı sağlamaktadır. Zemberek'in Türkçe morfolojisine göre Türkçe cümle normalizasyon yöntemi ile yazım hataları düzeltilmiştir.

2.3 VİT Modeli Eğitimi ve VİT İşlemi

Zemberek kütüphanesi VİT için bir eğitilmiş ağ modeli istiyor. Eğitim işlemi resmi github sayfasındaki ENAMEX verisi kullanılarak eğitilmiştir. Daha sonra PerceptronNer yardımıyla varlık isimleri kişi, yer ve organizasyon olarak üç sınıfta tespit edilmiştir. Tablo 1'de çeşitli performans sonuçları verilmiştir. Tablo 2'de de örnek iki gazete için elde edilen bazı varlık adları verilmiştir.

Tablo 1. Makine öğrenme algoritmalarının performans sonuçları

Varlık	Hassasiyet	Recall	F1-skor
Yer	0.43	0.35	0.38
Organizasyon	0.29	0.24	0.27
Kişi	0.36	0.42	0.39
Toplam	0.37	0.35	0.36

Tablo 2. Elde edilen bazı varlık isimleri

milliyet_1935_ikincikanun_1_.pdf
[PERSON Wiki'ydi] [PERSON Canik'e] [LOCATION Saire'de] [LOCATION Avusturya] [ORGANIZATION Mick'leş] [PERSON Going'e] [ORGANIZATION Anais] [LOCATION Marşan'da] [LOCATION Torino'da] [LOCATION Fransa'n] [LOCATION İzer'ime] [LOCATION Avupa] [LOCATION Avusturya'm] [PERSON Osma'n] [LOCATION Manchester'de]
acik soz_1936_temmuz_1_.pdf
[PERSON Tufeyl'i] [LOCATION İzmir'de] [LOCATION Balavi'n] [LOCATION Wiki'n] [LOCATION Filip'te] [PERSON Birkiye'nin] [LOCATION İtalya] [LOCATION Haydarpaşa '] [LOCATION Adapazarı] [LOCATION Tekirdağ]

3 Sonuç ve Gelecek Çalışmalar

Bu çalışmalada taranmış gazete dokümanlarından VİT işlemi gerçekleştirilmiştir. Varlık isimlerinin çıkarımı bize o tarihte basılmış gazete hakkında özet bir bilgi elde edilmesini sağlayabilir.

Çalışmaların daha ileriye taşınması için gelecekte OCR esnasındaki hata oranını azaltmak için OCR öncesi görüntü nesnelerinde ön işleme yapılabilir. Daha fazla gazete ile daha fazla veri elde edilebilir. Bu veriler ışığında geçmişe dönük, yıllara göre toplumsal gündem ile ilgili çıkarımlar yapılabilir. VİT modelinin geliştirilmesinde kullanılan veri seti eski Türkçe ile yazılmış bu gazetelerde çok sağlıklı sonuçlar vermemektedir. Yapılan bu iş özelinde gazetelerde kullanılan kelimelerin ağırlıkta olduğu bir veri seti ile VİT modelli eğitmek daha sağlıklı sonuçlar verecektir.

Kaynaklar

[1] Nadeau D, & Sekine S. "A survey of named entity recognition and classification", Lingvisticae Investigationes, 30(1), 3-26, 2007.

[2] Minkov E, Wang RC, & Cohen W. "Extracting personal names from email: Applying named entity recognition to informal text". In Proceedings of human language technology conference and conference on empirical methods in natural language processing (pp. 443-450), 2005.

[3] Tanabe L, Xie N. Thom LH, Matten W, & Wilbur WJ. "GENETAG: a tagged corpus for gene/protein named entity recognition", BMC bioinformatics, 6(S1), S3, 2005.

[4] Kim JD, Ohta T, Tsuruoka Y, Tateisi Y, & Collier N. "Introduction to the bio-entity recognition task at JNLPBA". In Proceedings of the international joint workshop on natural language processing in biomedicine and its applications (pp. 70-75).

[5] Eltyeb S, & Salim N. "Chemical named entities recognition: a review on approaches and applications", Journal of cheminformatics, 6(1), 17, 2014.

[6] Pasca M. "Acquisition of categorized named entities for web search". In Proceedings of the thirteenth ACM international conference on Information and knowledge management (pp. 137-145), 2004.

[7] Shaalan K, & Raza H. "Arabic named entity recognition from diverse text types". In International Conference on Natural Language Processing (pp. 440-451). Springer, Berlin, Heidelberg, 2008.

[8] Arkhipov MY, & Burtsev MS. "Application of a Hybrid Bi-LSTM-CRF model to the task of Russian Named Entity Recognition". In Conference on Artificial Intelligence and Natural Language (pp. 91-103). Springer, Cham, 2017.

[9] Gao J, Li M, Huang CN, & Wu A. "Chinese word segmentation and named entity recognition: A pragmatic approach", Computational Linguistics, 31(4), 531-574, 2005.

[10] Isozaki H. "Japanese named entity recognition based on a simple rule generator and decision tree learning". In Proceedings of the 39th Annual Meeting on Association for Computational Linguistics (pp. 314-321). Association for Computational Linguistics, 2001.

[11] Özger ZB, & Diri B. "Türkçe dokümanlar için kural tabanlı varlık ismi tanıma", Türkiye Bilişim Vakfı Bilgisayar Bilimleri ve Mühendisliği Dergisi, 5(2), 2012.

[12] Dalkılıç FE, Gelişli S, & Diri B "Named entity recognition from Turkish texts". In 2010 IEEE 18th Signal Processing and Communications Applications Conference (pp. 918-920). IEEE, 2010.

[13] Özkaya S, & Diri B. "Named entity recognition by conditional random fields from Turkish informal texts". In 2011 IEEE 19th Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU) (pp. 662-665). IEEE, 2011.

[14] Küçük D, Küçük D, & Arıcı N. "A named entity recognition dataset for Turkish". In 2016 24th Signal Processing and Communication Application Conference (SIU) (pp. 329-332). IEEE, 2016.

[15] Güngör O, Üsküdarlı S, & Güngör T. "Recurrent neural networks for Turkish named entity recognition". In 2018 26th Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU) (pp. 1-4). IEEE, 2018.

[16] Güneş A, & Tantuğ AC. "Turkish named entity recognition with deep learning". In 2018 26th Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU) (pp. 1-4). IEEE, 2018.

[17] Eken B. Kısa Metinlerde Varlık İsmi Tanıma (Doctoral dissertation, Fen Bilimleri Enstitüsü), 2015.

[18] Küçük D, & Arıcı N. "Türkçe için Wikipedia Tabanlı Varlık İsmi Tanıma Sistemi", Politeknik Dergisi, 19(3), 325-332, 2016.

[19] Sarı ÖC, & Aktaş Ö. "Türkçe Ders Metinleri İçin Özelleştirilmiş Bir Varlık İsmi Tanıma Yapısı", Türkiye Bilişim Vakfı Bilgisayar Bilimleri ve Mühendisliği Dergisi, 11(2), 52-68, 2018.

[20] Arslan A, Alkılınç A, & Dinçer B T. "Büyük Veri Setlerinde Varlık Tanıma: En Sık Geçen E-Posta, Web Adreslerinin ve Emojilerin Tespit Edilmesi", Academic Perspective Procedia, 1(1), 399-406, 2018.

[21] Cekınel RF, Ağriman M, Karagöz P, & Yilmaz B. "Named Entity Recognition with Conditional Random Fields on Turkish News Dataset: Revisiting the Features". In 2019 27th Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU) (pp. 1-4). IEEE, 2019.

[22] Akpınar MY, Oral B, Engin D, Emekligil E, Arslan S, & Eryiğit G. "A Semi-Automatic Annotation Interface for Named Entity and Relation Annotation on Document Images". In 2019 4th International Conference on Computer Science and Engineering (UBMK) (pp. 47-52). IEEE, 2019.

[23] Willems M, & Atanassova R. "Europeana Newspapers: searching digitized historical newspapers from 23 European countries". Insights, 28(1), 2015.

[24] Neudecker C, Wilms L, Faber WJ, & van Veen T. "Large-scale refinement of digital historic newspapers with named entity recognition". In Proc IFLA Newspapers/GENLOC Pre-Conference Satellite Meeting, 2014.

[25] Neudecker C. "An open corpus for named entity recognition in historic newspapers". In Proceedings of the Tenth International Conference on Language Resources and Evaluation (LREC'16) (pp. 4348-4352), 2016.

[26] Neudecker C, & Antonacopoulos, A. "Making Europe's Historical Newspapers Searchable". In

2016 12th IAPR Workshop on Document Analysis Systems (DAS) (pp. 405-410). IEEE, 2016.

[27] Kettunen K, Mäkelä E, Ruokolainen T, Kuokkala J, & Löfberg L. "Old content and modern tools-searching named entities in a Finnish OCRed historical newspaper collection 1771-1910". arXiv preprint arXiv:1611.02839, 2016.

[28] Ekbal A, Haque R, & Bandyopadhyay S. "Named entity recognition in Bengali: A conditional random field approach". In Proceedings of the Third International Joint Conference on Natural Language Processing: Volume-II, 2008.

[29] Pirovani JP, Nogueira M, & de Oliveira E. "Indexing Names of Persons in a Large Dataset of a Newspaper". In International Conference on Computational Processing of the Portuguese Language (pp. 147-155). Springer, Cham, 2018.

[30] Mac Kim S, & Cassidy S. "Finding names in trove: named entity recognition for Australian historical newspapers". In Proceedings of the Australasian Language Technology Association Workshop 2015 (pp. 57-65), 2015.

[31] Eken S. "Büyük Verinin İnteraktif Görselleştirilmesi: Tableau Üzerine Öğrenci Deneyimleri". Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, (18), 262-271, 2020.

[32] Gray J, Chambers L, & Bounegru L. The data journalism handbook: how journalists can use data to improve the news. " O'Reilly Media, Inc.", 2012.

[33] Zemberek, https://github.com/ahmetaa/zemberek-nlp/ (Erişim Tarihi: 5 Mayıs 2020

Naive Bayes Yöntemi ile Pnömoni Teşhisi

Seda POSTALCIOĞLU[1]* , Alper KEŞLİ[1]

[1]Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği, Bolu, Türkiye

Özet

Tıbbi teşhis, görüntü işlemenin etkin bir şekilde uygulandığı önemli prosedürlerden biridir. Pnömoni en yaygın hastalıklar arasındadır ve uzman eksikliği nedeniyle tespit edilmesi zordur. Çalışmada, Naive Bayes yöntemleri kullanılarak radyografi görüntüleri ile pnömoni teşhisi yapılmıştır. Sınıflandırmada Gaussian Naive Bayes (GNB), Multinomial Naive Bayes (MNB), Bernoulli Naive Bayes (BNB) kullanılarak performansları analiz edilmiştir. Kullanılan veri seti dengeli ve dengesiz olarak ele alınmıştır. Yapılan çalışma sonucu %81 oranında GNB'nin diğer yöntemlere göre daha iyi performans gösterdiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: *Gaussian Naive Bayes, Multinomial Naive Bayes, Bernoulli Naive Bayes, Pnömoni*

Diagnosis of Pneumonia by Naive Bayes Method

Abstract

Medical diagnostics is one of the important procedures in which image processing is effectively implemented. Pneumonia is among the most common diseases and is difficult to detect due to lack of specialists. In the study, pneumonia was diagnosed by using radiographic images using Naive Bayes methods. In classification, their performances were analyzed using Gaussian Naive Bayes (GNB), Multinomial Naive Bayes (MNB) and Bernoulli Naive Bayes (BNB). The dataset is used as balanced and unbalanced. As a result of the study, it is seen that 81% of GNB performs better than other methods.

Keywords: *Gaussian Naive Bayes, Multinomial Naive Bayes, Bernoulli Naive Bayes, Pneumonia*

Giriş

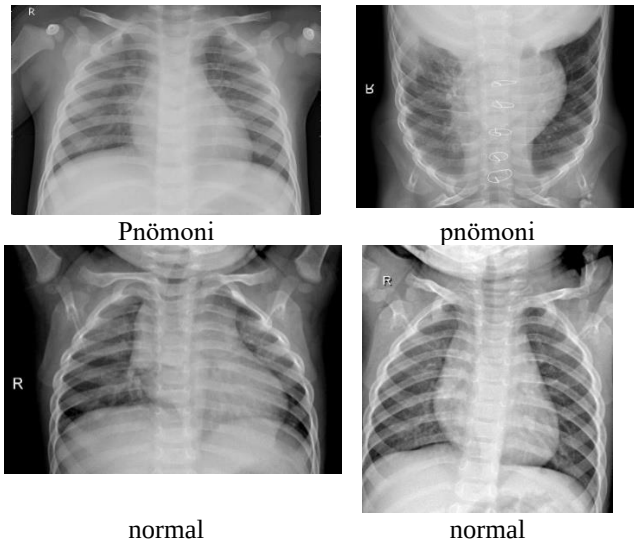
Görüntü teşhisi tıpta önemli bir sorundur. Günümüzde, doktorların erken ve doğru bir şekilde hastalığı teşhis etmesini sağlayan, gereksiz tedavi prosedürlerinin ortadan kaldırılmasını sağlayan tıbbi tanı, görüntü işlemenin yararlı bir şekilde uygulandığı en önemli yöntemdir [1,2]. Artan hasta sayısıyla beraber doktorların fazla iş yükü nedeniyle teşhis ve tedavi gecikebilir. Teşhisin hızlı bir şekilde ortaya konulması ve tedaviye başlanılması oldukça önemlidir. Çalışma, Naive Bayes yöntemine dayalı pnömoni tespitini içermektedir. Pnömoni hastalığı ağır seyreden ciddi bir hastalık olmakla birlikte ülkemizde ve dünyada görülme sıklığı da oldukça fazladır. Pandemi ile mücadele ettiğimiz şu günlerde yeni tip koronavirüsün enfekte olmuş kişilerde pnömoni hastalığına yol açabildiği ayrıca bilinmektedir. Bu nedenle hastalığın teşhis safhasında kullanılabilecek bir teknoloji üretmek oldukça önemlidir. Ölümle sonuçlanan vakalara bakıldığında Tablo 1'de gösterildiği gibi pnömoni dünyada dördüncü, Türkiye'de dokuzuncu sıradadır [3,4]. Pnömoni(zatürre) akciğer iltihaplanması olarak bilinir. Özellikle 5 yaş altı çocuklarda görülen en ölümcül hastalık türüdür. Çocuk ölüm oranlarının %16'sını oluşturmaktadır [5]. Radyografi görüntüleri, pnömoni teşhisi için kullanılan en yaygın yöntemdir. Radyografi görüntüleri ile hastalığın tespiti uzmanlar için de oldukça zordur [5]. Çalışmada Naive Bayes yöntemi kullanılmıştır. Radyografi görüntüleri Kaggle sitesinden elde edilmiştir [6]. Şekil 1'de bu veri setine ait örnek radyografi görüntüleri verilmiştir.

Tablo 1: Ölümle sonuçlanan vakalar [3,4]

Dünya		Türkiye	
Sıra	**Ölüm Nedeni**	**Sıra**	**Ölüm Nedeni**
1	Kalp ve damar hastalıkları	**1**	kalp hastalığı
2	Kanser	**2**	Felç
3	Solunum yolu hastalıkları	**3**	Akciğer kanseri
4	Alt solunum yolu enfeksiyonu (Pnömoni)	**4**	KOAH
5	Bunama	**5**	Alzheimer hastalığı

* Corresponding author e-mail : postalcioglu_s@ibu.edu.tr

6	Sindirim sistemi hastalıkları	**6**	Kronik böbrek hastalığı
7	Yenidoğan ölümleri	**7**	Diyabet
8	İshalli hastalıklar	**8**	Hipertansif kalp hastalığı
9	Diyabet	**9**	Alt solunum yolu enfeksiyonu (Pnömoni)
10	Karaciğer hastalıkları	**10**	Trafik kazaları



Şekil 1. Veri setine ait örnekler

2 Naive Bayes Yöntemi

Naïve Bayes ile sınıflandırmada öğretilmiş veri sunulur. Öğretilmiş verilerden elde edilen olasılık değerleri ile sınıflandırma için verilen test verileri, daha önceden hesaplanmış olasılık değerlerine göre analiz edilir ve verilen test verisinin hangi sınıfa ait olduğu tespit edilir. Veri sayısı ne kadar çok ise, performansın artması o kadar mümkündür. Naïve Bayes sınıflandırması, Bayes'in olasılık teoremini kullanan olasılıklı bir yaklaşıma dayanan makine öğreniminin denetimli bir sınıflandırmasıdır. Verilerin hesaplanan olasılık ile hangi sınıfa ait olduğunu tespit eder. Naïve Bayes algoritması özellik oluşumlarının birbirinden bağımsız olduğu varsayımını yapar [7]. Naive Bayes sınıflandırıcı da iki temel kabul vardır. Bunlar; niteliklerin hepsi aynı derecede önemli olduğu ve niteliklerin birbirinden bağımsız olduğu varsayılır. Bu yöntem koşullu olasılıklar arasında bağıntı kurar. Bir C sınıfının bilinmesi koşulunda x özniteliğinin var olma olasılığı ile x özniteliğinin bilinmesi koşulunda C sınıfının var olma olasılığı arasında Bayes teoremine göre eşitlik1'deki bağıntı vardır [8].

$$P(C|x) = \frac{P(C)P(x|C)}{P(X)} \quad (1)$$

Gaussian Naïve Bayes, sürekli veriler için tercih edilmektedir. Her sınıfla ilişkili sürekli değerler Gauss dağılımına göre dağıtılır [9]. Eğitim verileri sınıfa göre bölümlere ayrılır ve her sınıfın ortalaması ve varyansı hesaplanır[9].

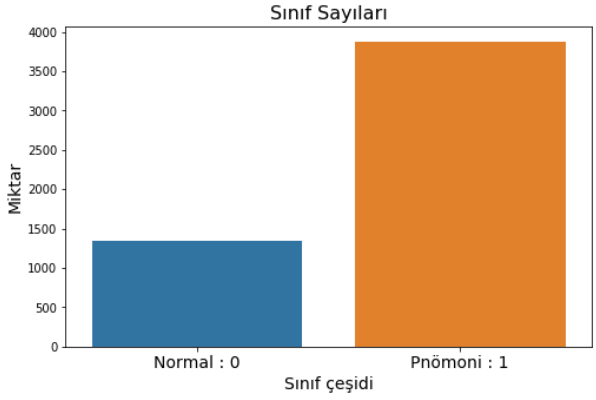
Doğruluk değeri, modelde doğru tahmin ettiğimiz alanların toplam veri kümesine oranı ile hesaplanmaktır. DP, DN, YP, YN sırası ile doğru pozitif, doğru negatif, yanlış pozitif, yanlış negatifi ifade etmektedir. Performans değerlendirmesinde kullanılan ifadelerin eşitliği tablo 2'de verilmiştir [10].Tablo 2. Performans hesapları

Doğruluk	Kesinlik	Duyarlılık	F1-Skor
$\frac{DP + DN}{DP + YP + DN +}$	$\frac{DP}{DP + YP}$	$\frac{DP}{DP + YN}$	$2 * \frac{Kesinlik * Duyar}{Kesinlik + Duyar}$

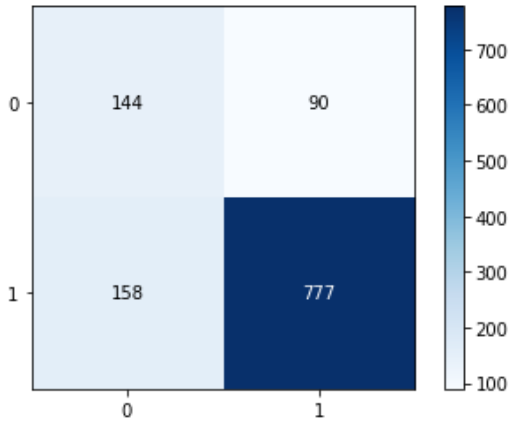
Kesinlik, pozitif olarak tahmin edilen değerlerin gerçekten kaç adedinin pozitif olduğunu ifade eder. Duyarlılık ise pozitif olarak tahmin edilenlerin, işlemlerin ne kadarını pozitif olarak tahmin ettiğimizi gösteren bir metriktir. F1 Skor değeri bize Kesinlik ve Duyarlılık değerlerinin harmonik ortalamasını göstermektedir.

Çalışmada Naive Bayes yöntemi olarak Gaussian, Multinomial, Bernoulli teknikleri kullanılmıştır.

Veri dağılımı incelendiğinde şekil 2'deki durum görülmektedir. Dağılımın şekilden de görüldüğü gibi dengesiz olduğu görülmektedir. İlk olarak Gaussian Naive Bayes (GNB) yöntemi uygulanmıştır. GNB yönteminin hata matrisi şekil 3'de verilmiştir. Yöntemin doğruluk performansı %79 olarak hesaplanmıştır. Performans sonuçları tablo 3' de sunulmuştur.



Şekil 2. Veri dağılımı

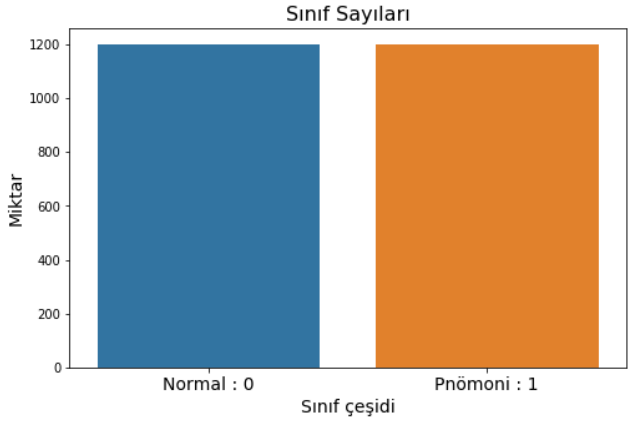


Şekil 3. Hata matrisi

Tablo 3. Performans sonuçları

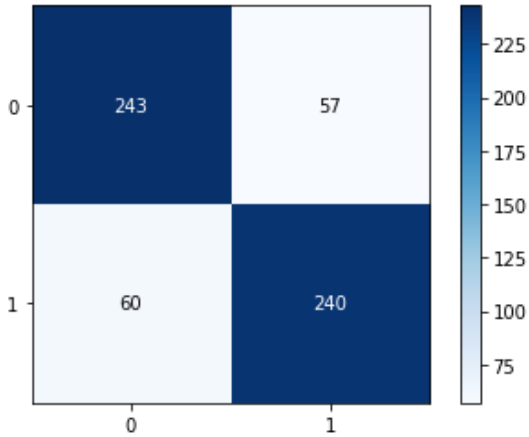
	Kesinlik	Duyarlılık	F1 Skor
Normal	%48	%62	%54
Pnömoni	%90	%83	%86

Verilerin düzgün dağılımı gerçekleştirilip, GNB yöntemi tekrar test edilmiştir. Şekil 4' de düzgün dağılımlı veri seti gösterilmektedir. Veri setinin 2400'ü eğitim ve 600'ü test verisi olacak biçimde %80'e %20 oranında ayarlanmıştır.



Şekil 4. Düzgün dağılımlı veri seti

Hata matrisi ve performans değerleri sırası ile şekil 5 ve tablo 4'de verilmiştir. Doğruluk değeri %81 olarak elde edilmiştir. Veri setinin düzgün dağılımı olumlu yönde etki etmiştir.

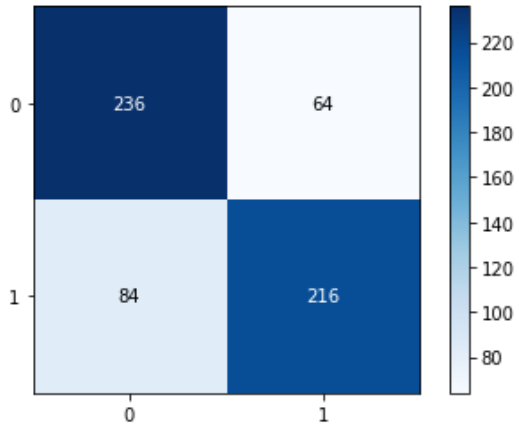


Şekil 5. GNB için hata matrisi

Tablo 4. GNB için performans sonuçları

	Kesinlik	Duyarlılık	F1 Skor
Normal	%80	%81	%81
Pnömoni	%81	%80	%80

GNB yönteminin performası düzgün dağılımlı veri setinde artmış olduğundan Multinomial NB (MNB)ve Bernoulli NB (BNB) için de aynı veri seti ile çalışılmıştır. MNB ile elde edilen hata matrisi ve performans değerleri şekil 6 ve tablo 5 de verilmiştir. Doğruluk performans değeri %75 olarak hesaplanmıştır.

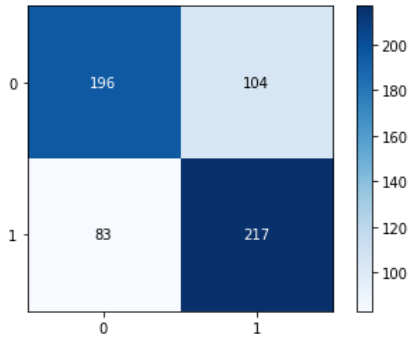


Şekil 6. MNB için Hata matrisi

Tablo 5.MNB için performans sonuçları

	Kesinlik	Duyarlılık	F1 Skor
Normal	%74	%79	%76
Pnömoni	%77	%72	%74

Son olarak Bernoulli NB kullanılmıştır. Hata matrisi ve performans değerleri şekil 7 ve tablo 6 da verilmiştir. Doğruluk performans değeri %69 olarak bulunmuştur.



Şekil 7. BNB için hata matrisi

Tablo 6. BNB için performans sonuçları

	Kesinlik	Duyarlılık	F1 Skor
Normal	%70	%65	%68
Pnömoni	%68	%72	%70

Doğruluk performansları açısından sonuçlar tablo 7'de verilmiştir. Sonuçlardan da görüldüğü gibi Gaussian NB yöntemi daha başarılı bir performans göstermiştir.

Tablo 7. Doğruluk performansları açısından sonuçlar

	Gaussian NB	Multinomial NB	Bernoulli NB
Doğruluk	%81	%75	%69

3 Sonuçlar

Çalışmada, Naive Bayes yöntemleri kullanılarak radyografi görüntüleri, pnömoni açısından sınıflandırılmıştır. Pnömoni en yaygın hastalıklar arasındadır ve uzman eksikliği nedeniyle tespit edilmesi zordur. Bu çalışma ile Gaussian NB, Multinominal NB ve Bernoulli NB kullanılarak sınıflandırma performansları karşılaştırılmıştır. Yapılan çalışma sonucu Gaussian NB %81 oranında performans göstermiştir.

Kaynaklar

[1] P. N. Kieu, H. S. Tran, T. H. Le, T. Le and T. T. Nguyen, "Applying Multi-CNNs model for detecting abnormal problem on chest x-ray images," 2018 10th International Conference on Knowledge and Systems Engineering (KSE), Ho Chi Minh City, 2018, pp. 300-305, doi: 10.1109/KSE.2018.8573404

[2] A. A. Abdullah, Norafifah Md Posdzi and Y. Nishio, "Preliminary study of pneumonia symptoms detection method using Cellular Neural Network," International Conference on Electrical, Control and Computer Engineering 2011 (InECCE), Pahang, 2011, pp. 497-500, doi: 10.1109/INECCE.2011.5953933.

[3] http://www.healthdata.org/turkey, erişim tarihi : 14.06.2020

[4] https://ourworldindata.org/causes-of-death, erişim tarihi : 14.06.2020

[5] Talo, Muhammed. (2019). Konvolüsyonel Sinir Ağları ile Radyografi Görüntülerinden Pnömoni Tespiti. 1-4. 10.1109/SIU.2019.8806614.

[6] https://www.kaggle.com/paultimothymooney/chest-xray-pneumonia, 14.06.2020

[7] H. T. Zaw, N. Maneerat and K. Y. Win, "Brain tumor detection based on Naïve Bayes Classification," 2019 5th International Conference on Engineering, Applied Sciences and Technology (ICEAST), Luang Prabang, Laos, 2019, pp. 1-4, doi: 10.1109/ICEAST.2019.8802562.

[8] Solmaz, R., Günay, M., Alkan A., 2014. Fonksiyonel Tiroit hastalığı tanısında Naive Bayes Sınıflandırıcının kullanılması, Akademik Bilişim Konferansı, Mersin, 891-897.

[9] Gayathri, B.M., & Sumathi, C.P. (2016). An Automated Technique using Gaussian Naïve Bayes Classifier to Classify Breast Cancer. International Journal of Computer Applications, 148, 16-21.

[10] Powers, David & Ailab,. (2011). Evaluation: From precision, recall and F-measure to ROC, informedness, markedness & correlation. J. Mach. Learn. Technol. 2. 2229-3981. 10.9735/2229-3981.

Radarlarda Hava Aracı Konumunun Kalman Filtresi ile Kestirimi

Ahmet Erdoğan ŞİRECİ[1]*, Sıla DEMİRHAN[1]**,[1]Ayşenur HATİPOĞLU[2,3], Prof. Dr. Kemal FİDANBOYLU[1]

[1]*Bursa Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği, Bursa, TÜRKİYE*
[2]*Bursa Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği, Bursa, TÜRKİYE*
[3]*TUSAŞ-Türk Havacılık ve Uzay Sanayii A.Ş. Uludağ Üniversitesi Ar-Ge Merkezi, Bursa, TÜRKİYE*

Özet

Radarlar elektromanyetik dalgaların yansıması prensibini kullanarak hedefleri tespit eden ve konumlarını belirleyen sistemlerdir. Gelişen teknoloji ile birlikte askeri ve sivil alanlarda sıklıkla ihtiyaç duyulan sistemler haline gelmiştir. Bu sistemler yüksek manevra kabiliyetine sahip hava araçlarının konumunu tam olarak algılayamamakta olup, konumun gerçeğe en yakın şekilde hesaplanması gerekmektedir. Konumun tam olarak algılanamamasına radar elektroniğinden kaynaklı iç sebepler veya hava durumu, yüzeyden yansıyan dalgalar gibi dış kaynaklı etmenler sonucunda oluşan gürültü sebep olmaktadır. Hava araçlarının hızlı manevra kabiliyetlerine yetişebilecek, yakın seyreden hedefleri birbirlerinden ayırt edebilecek ve hedef takibine uyum sağlayabilecek radar sistemlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu ihtiyaçların karşılanması, yeterli algılama hızına ulaşılabilmesi için çeşitli filtreler ve veri ilişkilendirme yöntemleri kullanılmaktadır. Bu yöntemler arasından Kalman Filtresi (KF), önceden tanımlanmış modele uygun olarak manevra takibi için, ayrıca radar ölçümü sırasında oluşan gürültüleri en aza indirmek amacıyla sıklıkla kullanılır. KF bu işlemi, bir önceki kestirim ve yeni ölçümden güncel bir kestirim oluşturarak gerçekleştirir. Bu sayede hata her adımda minimize edilmiş olur. Bu çalışmada radarların çalışma prensipleri, radar çeşitleri, kalman filtresi ve hedef izleme yöntemleri tanıtılmıştır. Radar ve hava aracı modelleri ile beraber KF'nin matematiksel modelleme aşamaları gösterilmiştir. Bu matematiksel ifadelerden yararlanılarak bir darbeli radar ve belirli rota üzerinde farklı manevraları yapan bir hava aracı MATLAB uygulaması üzerinde simüle edilmiştir. Radar üzerinden elde edilen veriler KF ile filtrelenerek hava aracının gerçeğe en yakın konum tahmini yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Hava Araçları, Hava Radarı, Hedef Takibi, Kalman Filtresi, Sinyal Filtreleme*

Estimation of Aircraft Position in Radars with Kalman Filter

Abstract

Radars are systems that detect targets and locate their positions using the reflection principle of electromagnetic waves. With the advancement in technology, radars have become frequently used systems in military and civil applications. However, these systems cannot detect the exact position of highly maneuverable aircrafts, and the position must be calculated as accurate as possible. Deflection in the detection of exact position is caused by both internal factors such as radar electronics and external factors such as noise caused by weather or waves which are reflected from surfaces. Therefore, radar systems which can adapt to the rapid maneuverability of the aircraft, distinguish between close targets and adapt to target tracking are needed. Various filters and data correlation methods are used to meet these needs and achieve sufficient detection speed. Among these methods, Kalman Filter (KF) is often used for maneuver tracking in accordance with the predefined model and for minimizing noise generated during radar measurement. KF performs this by creating a current estimate from the previous estimate and the current measurement. With this regard, the error is minimized at every step. This paper introduces radar operating principles, radar types, KF and target tracking methods. The stages of the mathematical model of KF are shown together with the radar and aircraft models. Using these mathematical expressions, a pulse radar and an aircraft which was performing different maneuvers on a certain route were simulated using MATLAB. The data obtained from the radar was filtered with KF and the nearest position of the aircraft was estimated.

Keywords: *Aircraft, Air Radar, Target Tracking, Kalman Filter, Signal Filtering*

* Corresponding author e-mail : aesireci@gmail.com
** Corresponding author e-mail : silademirhan@protonmail.com

Giriş

Radar sistemleri askeri ve sivil alanlarda kullanılan, elektromanyetik dalgalarının yansıma, sabit yayılma hızı ve doğrusal yayılma özelliklerinden yararlanarak nesnelerin hızlarını, büyüklüklerini ve konumlarını tespit eden sistemlerdir [1]. Bu yüzden, hava araçları, uzay araçları, gemiler, arabalar gibi pek çok farklı hareketli nesnelerin takibinde kullanılmaktadırlar. Radar sistemleri, kullanım alanlarına göre özelleşmiş görevlere sahiptirler. Özellikle havacılık uygulamalarında, hareketli nesnelerin yarattığı karmaşıklık nedeniyle radardan gelen verilerin işlenmesi gerekmektedir. Bir ya da birden fazla hava aracının alanda seyretmesi ve seyreden hava araçlarının birbirlerine yakın konumları, bu hava araçlarının yüksek manevra kabiliyetleri, ortamda bulunan gürültü gibi etmenler alınan verinin doğruluğunu azaltır [2]. Bu nedenle filtreleme algoritmaları, pencereleme yaklaşımları, veri tümleştirme gibi farklı yöntemler kullanılarak gerçeğe en yakın sonuçlar elde edilmelidir. Kalman Filtresi (Kalman Filter, KF) bu noktada bir sonraki durumun kestirimi açısından önemlidir. Ayrıca lineer sistemler için daha doğru sonuçlar veren Standart KF, bellek gereksiniminin ve algoritma karmaşıklığının az olması nedeniyle sıklıkla tercih edilir. Farklı varyasyonları ile lineer olmayan sistemlerde de durum tahmini yapabilmektedir. Bunlara örnek olarak Genişletilmiş Kalman Filtresi (Extended Kalman Filter, EKF) ve Uyarlı Kokusuz Kalman Filtresi (Unscented Kalman Filter, UKF) verilebilir [3].

KF ile yapılan manevralar önceden tahmin edilerek gürültü ve hatalı ~~ve~~ veriler filtrelenir. KF'nin güçlü yanı, her adımda tahmin hatasının güncellenerek minimize edilmesidir [4]. Birden fazla hedefin olduğu durumlarda bunlara ek olarak alınan verinin hangi kaynaktan geldiği bilgisi de elde edilmelidir. Tespit edilen verinin alana yeni giren bir kaynağa mı ait olduğu yoksa daha önceden tespit edilmiş bir kaynağa mı ait olduğu bilinmelidir. Bunun için veri ilişkilendirme yöntemleri kullanılmaktadır [1, 4].

Bu çalışmada, radarların temel çalışma prensiplerine değinilmiş, ayrıca hedef izleme yöntemleri ve kullanılan farklı uygulamalar anlatılmıştır. KF'nin matematiksel formülasyonu ve kullanılan parametreler açıklanmıştır. KF'nin uygulanabilmesi için iki boyutlu bir hava aracı rotası oluşturulmuş ve MATLAB ortamında simüle edilerek Standart KF'nin bir sonraki durum tahmininde ortaya çıkardığı performans incelenerek veriler görselleştirilmiştir.

Radarlar

Radar, radyo dalgalarının yansıması prensibi ile çalışan uzaktaki nesneleri ve bu nesnelerin hız, büyüklük ve mesafesini tespit eden cihazdır [5]. IEEE radar tanımını, "radardan yayılan elektromanyetik sinyallerin, hedeflerden geri yansımasını kullanarak konum, hız ve yön gibi yararlı bilgileri çıkaran sistem" olarak yapmıştır [5, 6]. Radar kelimesi, Türkçede "Radyo Tespit Etme ve Menzil Tayini" anlamına gelen "Radio Detecting and Ranging" kelimelerinin baş harflerinden oluşmaktadır. Kullanım alanlarına göre sivil veya askeri ya da üzerinde kullanılan teknolojiye göre birincil veya ikincil radar olarak sınıflandırılırlar.

Birincil radarlar, sürekli dalga radar veya darbeli radar olarak iki alt başlığa ayrılmışlardır. Sürekli dalga radarlar, hedefe doğru bir önceki dalgayı beklemeden, farklı frekanslarda veya fazlarda sürekli yeni dalga gönderirler. Darbeli radarlar ise, hedefe bir dalga gönderdikten sonra, yeni bir dalga göndermek için bir önceki dalgayı bekler. Hedefe doğru gönderilen yüksek frekanslı elektromanyetik dalga, hedefe çarptıktan sonra değişik yönlere doğru dağılır. Radar aygıtı yönünde yansıyan dalga, aygıt üzerindeki hassas bir alıcı tarafından algılanır. Dalganın radardan gönderilmesiyle geri alınması arasındaki süre, frekans gibi değişkenler radar tarafından işlenir. Bu verilerle hedefin konumu, menzili, hızı ve yönü gibi bilgiler elde edilir [7]. Gürültü veya yüzeyden yansımalar gibi etmenler radarın işini zorlaştırmaktadır. Burada çeşitli sinyal işleme ve filtreleme teknikleri kullanılarak çevresel etmenlerden dolayı oluşan tutarsızlıklar minimize edilmeye çalışılır. Bu işlemlerden sonra elde edilen bilgiler radar ekranında görüntülenir.

Hedef İzleme Yöntemleri

Hedef izleme, herhangi bir hedefin (hava aracı, uzay aracı, gemi, füze vb.) pozisyonu, hızı, ivmesi vb. parametrelerinin doğruya en yakın şekilde ölçülmesidir [8]. Bu parametreler sürekli değişmektedirler. Özellikle hava araçlarında bu parametreler çok kısa zaman aralıklarında değişim gösterdiği için doğru hesaplama yapmak maliyetli ve zordur. Algılayıcı tarafından nesnenin koordinatları; menzil, azimut açısı, yansıyan sinyal frekansı bilgileri kullanılarak tespit edilir. Radardan gelen veriler filtrelenerek gürültü sönümlenir, ayrıca bir sonraki durum tespiti için geri besleme sağlanır [6].

Radarlar hedef tespiti için tarama yaparken izleme ve sürekli izleme olmak üzere iki farklı yol izler. Tarama yaparken izlemede, radarlar gözlem modunda iken; Sürekli izlemede ise, radarlar izleme modundadırlar.

Gözetleme radarları, genellikle izleme radarları için koordinat bilgileri sağlar [5].

Hedef takibi uygulamaları tek hedef izleme ve çoklu hedef izleme olarak iki grupta incelenmektedir [1]. Çoklu hedef izleme algoritmaları, tespit edilen izin hangi hedefe ait olduğunun bulunmasını içeren veri ilişkilendirme süreçlerini de algoritmalarına dahil etmektedir [4]. Burada, ilk kez tespit edilen bir radar verisinin daha önce tespit edilen bir hedefe ait olup olmadığı bulunmalı ve eğer daha önce tespit edilmediyse izlenerek yeni bir hedef olduğu doğrulanmalıdır. Hedef takibi için, En Yakın Komşuluk (Nearest Neighbor, NN), Olasılıksal Veri İlişkilendirme (Probabilistic Data Association, PDA), Ortak Olasılıksal Veri İlişkilendirme (Joint Probabilistic Data Association, JPDA) ve İz Ayrıştırma (Splitting) gibi algoritmaları kullanılmaktadır [1, 4]. Pek çok hedefin aynı anda keskin manevralar yaptığı alanlarda kullanılan algoritmalarda karmaşıklık arttığından dolayı, KF kullanılması, hem bellek kullanımını hem de işlem maliyetini büyük ölçüde azaltmaktadır. Tek hedef takibi algoritmalarının karmaşıklığı, çoklu hedef takibi algoritmalarına göre daha azdır. Bir sonraki durum tahmini için KF, UKF ya da EKF filtreleri tercih edilebilir. Bunlara ilaveten, birden fazla filtrenin kullanıldığı Etkileşimli Çoklu Model (Interacting Multiple Model, IMM)'de uygulanabilir [1].

Kalman Filtresi

KF sensör füzyonu, yapısal sağlık izleme, hedef takip etme gibi pek çok alanda kullanılan, ağırlıkla istatiksel ve matematiksel işlemlerden oluşan, sistemin bir önceki durumunun verilerine göre, bir sonraki durumu tahmin eden algoritmadır [8]. Kullanışlı olmasına karşın işleyişini anlamak ve probleme uygun hale getirmek zor ve karmaşıktır.

KF, ilk kez Rudolph Kalman tarafından ortaya atılmıştır ve adını buradan almıştır. "Linear Quadratic Estimation" [9] ya da "Kalman-Bucy" [10] filtresi olarak da bilinir.

KF bir tahmin edici olarak görev yapmaktadır. Buradaki filtre ifadesi geleneksel filtre kavramından biraz daha farklı bir kavramdır. Filtreler bir verinin içindeki gürültü, hata ya da belirsizlik gibi istenmeyen kısımları asıl bilgiden ayrıştırırlar [9]. KF, bunu özyinelemeli çalışarak ve hatayı problemin matematiksel modellemesi ile oluşturulan sonraki durum tahminine göre optimize ederek gerçekleştirir [11].

1960'lı yıllardan beri kullanılmakta olan KF'nin problemin durumundan ve gereksinimlerinden yola çıkılarak oluşturulmuş birkaç farklı varyasyonu vardır. Bunlar; EKF, UKF, Adaptif Kalman Filtresi (Adaptive Kalman Filter, AKF) olarak sıralanabilirler. Hangisinin kullanılacağı, sistemin tipi, problemin tipi, hafıza ve hesaplama maliyetlerine bağlı olarak kararlaştırılır.

KF; sistem durumlarının ve ölçülemeyen değerlerin matematiksel olarak hesaplanıp tahmin edilmesi, sistem analizinin yapılması, arıza tespitleri gibi uygulamalarda sıkça kullanılmaktadır [12]. Günümüzde hava araçlarının takibinde kullanılan uygulamalarda sıklıkla KF'den yararlanılmaktadır [13-15]. 1960'lı yıllarda NASA'nın Apollo görevlerinde, uçuş bilgisayarının içerisinde sıklıkla kullanılmıştır [16].

1.1 Kalman Filtresinin Yapısı

KF iki temel aşamadan oluşmaktadır. Bunlardan ilki *tahmin aşaması,* ikincisi ise *güncelleme aşamas*ıdır. Tahmin aşamasında bir önceki duruma ve teorik modele bağlı olarak yeni durum için bir tahmin ve hata oranı hesaplanır. Güncelleme aşamasında, güncel ölçümlere ve tahmin aşamasında üretilen kestirime göre gerçeğe yakın bir değer üretilir. Bu değer anlık olarak kullanıcıya ve bir sonraki durumun tahmini için yeni aşamaya aktarılır.

Kalman Filtresi Formulasyonu

KF hesaplanırken işlem kolaylığı sağlaması, karmaşayı azaltması ve birden fazla değişkeni içerisinde barındırabilmesi özelliğinden dolayı matris yapıları kullanılır.

*Tahmin aşamas*ında gerçekleştirilen işlemler Denklem (1) ve Denklem (2)'de görülmektedir.

$$x_{k|k-1} = Ax_{k|k-1} + Bu + w \tag{1}$$

$$P_{k|k-1} = AP_{k|k-1}A^T + Q \tag{2}$$

Denklem (1)'de *k* değişkeni zamanı temsil etmektedir. *x* değişkeni *durum matrisi* olarak adlandırılır ve içeriği sistemde gözlemlenmek istenen konum veya hız gibi herhangi bir değer olabilir. *A* değişkeni *geçiş matrisi* olarak adlandırılır ve literatürde *F* olarak temsil edildiği de görülebilir [17]. *A matrisi* içerisine sistemin bir sonraki durumunu tahmin edecek ilgili formüller, matematiksel işlemler yerleştirilir. *B* değişkeni *kontrol girdi matrisi* olarak adlandırılır. Bu matrisin içerisine, *x* matrisindeki değerleri doğrudan etkileyen ve sürekli güncellenen değerlerin formülleri (örneğin doğrusal bir sistemde ivmelenme formülü) yazılır. *u* değişkeni *kontrol değişkeni matrisi* olarak adlandırılır [18]. İçerisine *x* matrisini etkileyen değişkenin kendisi (örneğin doğrusal bir

sistemde ivme) yazılır. *w* değişkeni *tahmin aşaması gürültü matrisi* olarak adlandırılır ve izlenen her değişken için öngörülemeyen gürültüyü kestirime ekler [19]. Denklem (1)'de bir önceki durum ve bir sonraki durumu tahmin edecek formüller kullanılarak kestirim oluşturulur. Kestirimin üzerine öngörülemeyen çevresel gürültüler de eklenerek Denklem (2)'ye geçilir.

Denklem (2)'de; *P* değişkeni *hata kovaryans matrisi* olarak adlandırılır ve her bir değişkenin hata oranını tutar. *Q* değişkeni *işlem gürültü kovaryans matrisi* olarak adlandırılır ve her değişkenin gürültüsünün sıfır ortalamalı Gauss Dağılımını içerir [20]. Bu Gauss Dağılımı hangi değişkenin hangi aralıkta ne kadar sapma yapabileceğinin tahminidir. *Q matrisi*, öngörülemeyen hatalar için sistemin fazladan tolerans göstermesini sağlar. Ayrıca zaman içerisinde *P matrisinin* sıfıra çok yaklaşmasını engeller [19]. Denklem (2)'de, *A matrisi* ile önceki duruma ait *P matrisi* çarpılarak güncel duruma ait tahmini bir hata oranı üretilir. Bu hata oranına öngörülemeyen çevresel gürültüler de varyansı alınmış olarak eklenir. Bu işlemin sonunda KF'nin tahmin aşaması biter ve güncelleme aşamasına geçilerek ölçümler de hesaba katılır.

Güncelleme aşamasına ait hesaplar aşağıdaki denklemlerde görülmektedir.

$$K = \frac{P_{k|k-1}H^T}{HP_{k|k-1}H^T + R} \tag{3}$$

$$x_{k|k} = x_{k|k-1} + K_k(Y_k - Hx_{k|k-1}) \tag{4}$$

$$P_{k|k} = (I - K_kH)P_{k|k-1} \tag{5}$$

$$Y_k = CX_m + z \tag{6}$$

Denklem (3)'te; *K* değişkeni *Kalman kazancı* olarak adlandırılır ve 0 ile 1 arasında değer alır [18]. *Kalman kazancı*'nın değeri ölçüm ya da kestirim değerlerinden hangisine daha çok güvenileceğini gösterdiği için, KF'de kilit rol oynar. *K* değerinin sıfıra yaklaşması kestirimlerin daha doğru olduğu, bire yaklaşması ise ölçümlerin daha doğru olduğu anlamına gelir [19]. *R* değişkeni *sensör gürültü kovaryans matrisi* olarak adlandırılır. Sensörler ile ölçüm yapılırken kesin ölçümler yapılamaz. Her ölçüm cihazının belli bir hassasiyeti vardır. Bu matris, ölçüm sırasında oluşan tutarsızlıkları belirtmek için kullanılır. Bu tutarsızlıklar sıfır ortalamalı Gauss Dağılımı olarak temsil edilirler [20][21]. *H* değişkeni adaptasyon matrisidir. Bazı durumlarda *P* matrisinin büyüklüğü ile K matrisinin büyüklüğü uyuşmamaktadır. Bu gibi durumlarda *H matrisi*, *P matrisini K matrisine* çevirecek şekilde seçilir ve KF'nin problemsiz çalışması sağlanır. Aksi durumlarda *H* matrisi birim matristir.

Denklem (4)'te; *Y* değişkeni, *sensörden gelen gürültü eklenmiş veriler matrisi* olarak adlandırılır. Bu işlemde *x matrisi*, *K matrisi* sayesinde ölçüm ya da kestirim değerlerinden birine daha çok uyularak güncellenir. *x matrisi*, bu aşamadan sonra kullanıcıya sunulur ve ardından bir sonraki durumun tahmininde kullanılmak üzere Denklem (1)'e geri besleme olarak gönderilir.

Denklem (5)'te; *hata kovaryansı* yani *P matrisi, K matrisi* kullanılarak güncellenir. Buradaki *I* değişkeni *birim matrisini* temsil eder. Kalman kazancının bir sayısından çıkarılmasının sebebi, *K matrisinin* tersini almaktır [19]. *K matrisi* ne kadar büyükse ölçümler o kadar güvenilirdir. Bu durumda *P matrisinin* içindeki değerler, hızlı bir şekilde sıfıra yaklaştırılmalıdır. Tersi durumda tahminler daha tutarlı olacağından *P matrisinin* daha az değişmesi sağlanarak, dengenin bozulmaması hedeflenir. KF'nin değişen şartlara çok hızlı bir şekilde adapte olması bu işlem sayesinde sağlanır. Bu işlemin ardından *P matrisi* geri besleme ile Denklem (2)'ye gönderilir.

Denklem (6)'da; X_m değişkeni sensörden gelen ham veridir. *z* değişkeni *ölçüm gürültüsü* olarak adlandırılır ve kullanılan sensördeki olası ölçüm tutarsızlığı miktarını içerir. *C* değişkeni *adaptasyon matrisidir*. Bazı durumlarda ölçülen değerler gözlemlenen değerler ile aynı miktarda değildir. Bu durumda matrisler arası uyumsuzluk olmaması için *C matrisi* kullanılır. Denklem (6)'da ham verinin üzerine ölçüm gürültüsü eklenir ve matrisin X_m *matrisi* ile aynı formata sahip olması için *C matrisi* ile çarpılarak *sensörden gelen, gürültülü veri* elde edilir. Standart KF'nin genel akış şeması Şekil 1'de gösterilmiştir.

Hava Aracı Hareket Modellerinin Kalman Filtresine Uygulanması

KF'nin hareket denklemlerine uygulanabilmesi için bazı matrislerin önceden belirlenerek tanımlanmış olması gerekmektedir. Geçiş matrisi *A,* kontrol girdi matrisi *B* ve kontrol değişkeni matrisi *u* bir adım sonraki pozisyonun tahmini için Denklem (7)'deki konum denklemi değişkenleri kullanılarak güncellenmiştir. Buna ek olarak ivmeli hareket sırasında hızın da anlık olarak güncellenmesi amacıyla aynı matrislerin içerisine uygun yerlere Denklem (8)'de gösterilen hız denklemi değişkenleri konularak hızın güncellenmesi sağlanmıştır [22]. Doğrusal durumlarda değişkenlerin matrislere

yerleştirilmiş halleri Denklem (9), (10) ve (11)'de görülmektedir.

$$x = x_0 + V\Delta t + \frac{1}{2}at^2 \tag{7}$$

$$V = V_0 + at \tag{8}$$

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 0 & \Delta t & 0 \\ 0 & 1 & 0 & \Delta t \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \tag{9}$$

$$B = \begin{bmatrix} \frac{\Delta t^2}{2} & 0 \\ 0 & \frac{\Delta t^2}{2} \\ \Delta t & 0 \\ 0 & \Delta t \end{bmatrix} \tag{10}$$

$$u = \begin{bmatrix} a_x \\ a_y \end{bmatrix} \tag{11}$$

Denklem (7) ve Denklem (8)'de; x güncel pozisyonu, x_0 başlangıç pozisyonunu, V hızı, V_0 başlangıç hızını, Δt durumlar arasındaki zaman farkını, t toplam geçen zamanı, a ise ivmeyi ifade eder.

Hava aracının yaptığı manevralarda, dönerken x-eksenindeki konumunu tespit etmek için Denklem (12), y-eksenindeki konumunu tespit etmek için ise Denklem (13) kullanılmıştır.

$$x = x_0 \pm r\cos\theta \tag{12}$$

$$y = y_0 \pm r\sin\theta \tag{13}$$

Burada, x ve y güncel pozisyon, x_0 ve y_0 manevra başlangıcındaki pozisyon, r yarıçap ve θ radyan cinsinden açıdır.

Hareket denklemlerine göre tanımlanan KF'nin diğer matrisleri de Denklem (14), (15), (16), (17), (18), (19) ve (20)'deki gibi oluşturulmaktadır.

$$x = \begin{bmatrix} X_x \\ X_y \\ V_x \\ V_y \end{bmatrix} \tag{14}$$

Durum matrisini gösteren Denklem (14)'de X_x ve X_y değişkenleri pozisyonu, V_x ve V_y değişkenleri ise hızı temsil etmektedir.

$$P = \begin{bmatrix} P_1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & P_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & P_3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & P_4 \end{bmatrix} \tag{15}$$

Denklem (15)'te yer alan P değişkenleri sırasıyla durum matrisindeki X_x, X_y, V_x ve V_y değişkenleri için hata değerlerini tanımlar.

$$K = \begin{bmatrix} K_1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & K_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & K_3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & K_4 \end{bmatrix} \tag{16}$$

Denklem (16)'da yer alan K değişkenleri sırasıyla durum matrisindeki X_x, X_y, V_x ve V_y değişkenleri için Kalman kazancını göstermektedir.

$$w = \begin{bmatrix} w_1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & w_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & w_3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & w_4 \end{bmatrix} \tag{17}$$

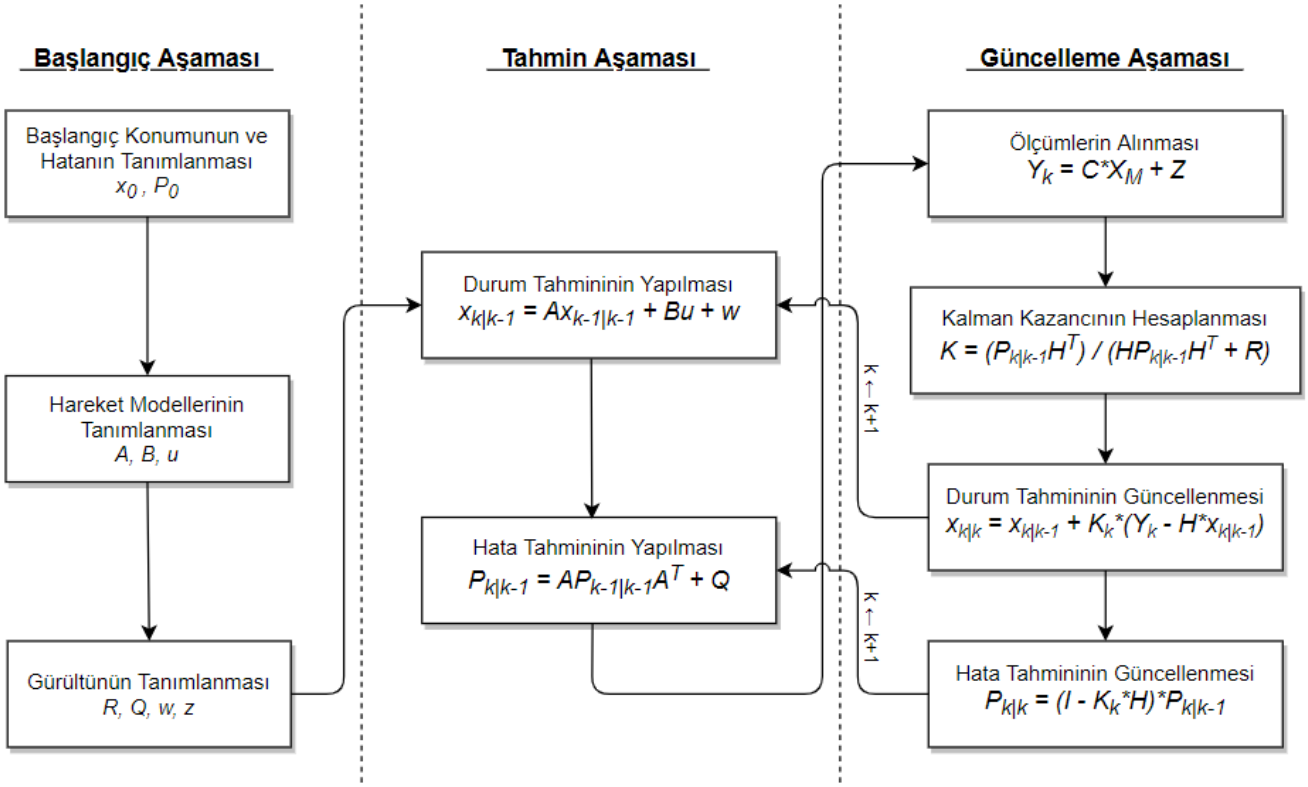
$$z = \begin{bmatrix} z_1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & z_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & z_3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & z_4 \end{bmatrix} \tag{18}$$

Denklem (17)'de w değişkenleri sırasıyla durum matrisindeki X_x, X_y, V_x ve V_y değişkenleri için öngörülemeyen gürültüyü içerir. Aynı şekilde z değerleri de ölçüm sırasında oluşabilecek gürültüleri içermektedir.

$$Q = ww^T \tag{19}$$

$$R = zz^T \tag{20}$$

Q ve R matrislerinde yer alan w^T ve z^T, w ve z matrislerinin transpozudur.



Şekil 1. Kalman Filtresi'nin akış şeması

Simülasyon Değişkenlerinin Tanımlanması

Radarlarda hava aracı konumunun Kalman filtresi ile kestirimini göstermek için, hareket denklemleri kullanılarak MATLAB ortamında bir simülasyon yapılmıştır.

Simülasyon süresince bütün örneklemeler birer saniye aralıkla alınmış ve grafiğe bu şekilde yansıtılmıştır. Başlangıç durumunda *x matrisin*de hava aracının konumu (0,0) noktası olarak kabul edilmiş ve başlangıç hızı *x* yönünde 100 m/s olarak tanımlanmıştır (Denklem (21)). Simülasyonun olabildiğince gerçeğe yakın olabilmesi için ölçüm hatasındaki sapmalar (*z matrisi*) ±25 aralığında (Denklem (22)), tahmin sırasında öngörülemeyen hatalar (*w matrisi*) ise ±50 aralığında tanımlanmıştır (Denklem (23)).

$$x = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 100 \\ 0 \end{bmatrix} \tag{21}$$

$$z = \begin{bmatrix} \pm 25 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \pm 25 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \pm 25 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \pm 25 \end{bmatrix} \tag{22}$$

$$w = \begin{bmatrix} \pm 50 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \pm 50 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \pm 50 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \pm 50 \end{bmatrix} \tag{23}$$

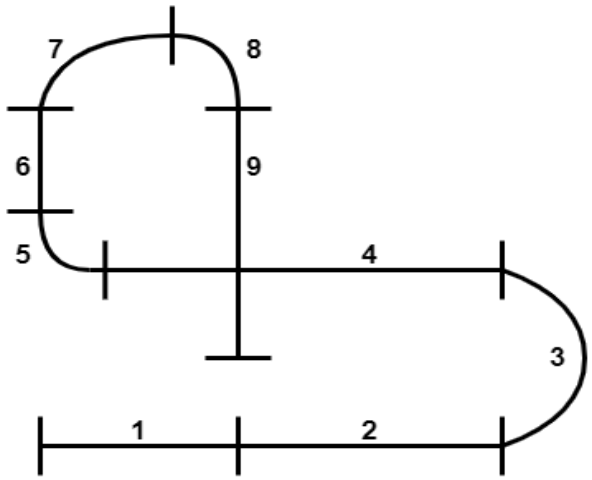
Benzer şekilde, *P ve K* matrisleri de sırasıyla Denklem (24) ve (25)'de görülmektedir.

$$P = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \tag{24}$$

$$K = \begin{bmatrix} 0.5 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.5 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.5 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.5 \end{bmatrix} \tag{25}$$

P ve *K* matrislerine başlangıçta herhangi bir değer tanımlanabilir. Bu matrisler KF tarafından her döngüde güncellenerek mevcut şartlara uygun hale

getirilmektedir. Hava aracının rotası daha önceden sistemde Şekil 2'de gösterildiği gibi tanımlanmıştır.



Şekil 2. Hava aracının rotası

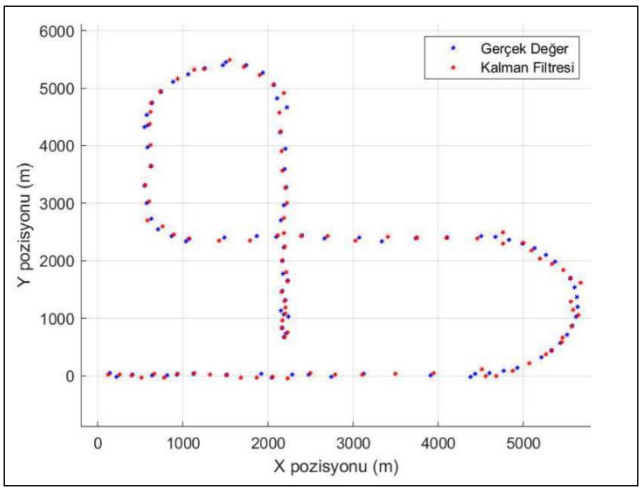
Hava aracının, belirlenen rotadaki davranış biçimleri aşağıda gösterilmektedir:

1. 100 m/s sabit hızlı ve sabit yönlü hareket
2. 25 m/s² ivme ile 350 m/s hıza kadar sabit yönde hızlanma
3. 350 m/s sabit hızla 1450 m yarıçaplı manevra
4. 350 m/s sabit hızlı ve sabit yönlü hareket
5. 350 m/s sabit hızla 450 m yarıçaplı manevra
6. 350 m/s sabit hızla ve sabit yönle hareket
7. 350 m/s sabit hızla 1100 m manevra
8. 350 m/s sabit hızla 600 m yarıçaplı manevra
9. 15 m/s² ivme ile 100 m/s hıza kadar sabit yönde yavaşlama

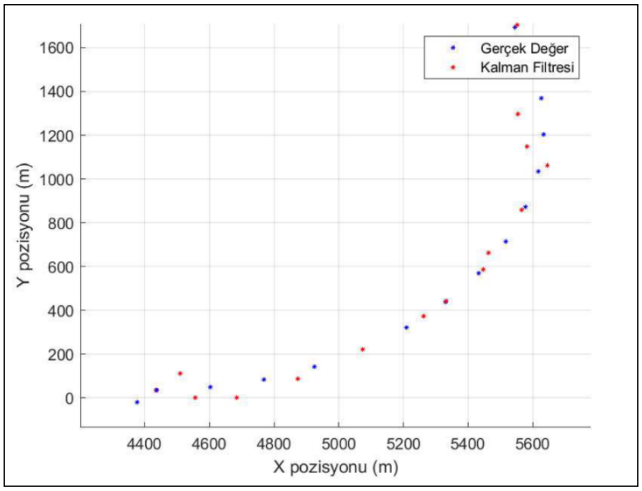
Simülasyon

Şekil 3'de, yukarıda rotası tanımlanan hava aracının simülasyon çıktısı gösterilmiştir. Hedefin, sabit hızlı ve ivmeli hareketler ile manevralar sırasında başarılı bir şekilde takip edildiği görülmektedir. Öte yandan, hava aracının sabit yönde hareket ettiği durumlarda, KF konum tahminini gerçeğe yakın yaptığı görülmektedir. Ancak, manevralar sırasında KF'de sapmalar olmaktadır.

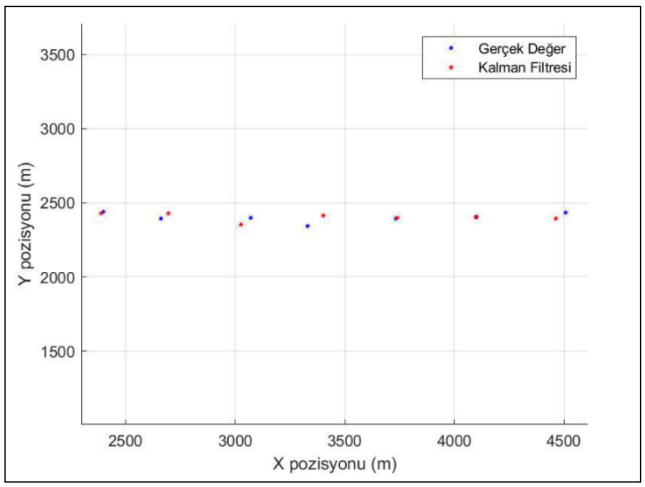
Şekil 4 ve Şekil 6'daki manevralarda gerçek konumun düzgün bir şekilde ilerlediği, KF'nin ise manevraya adapte olmakta bir miktar geç kaldığı görülmektedir. Şekil 5'teki sabit yönlü harekette hava aracının rotasından bir miktar saptığı, buna rağmen KF'nin bu sapmadan çok az etkilenerek optimum noktayı gösterdiği görülmektedir.



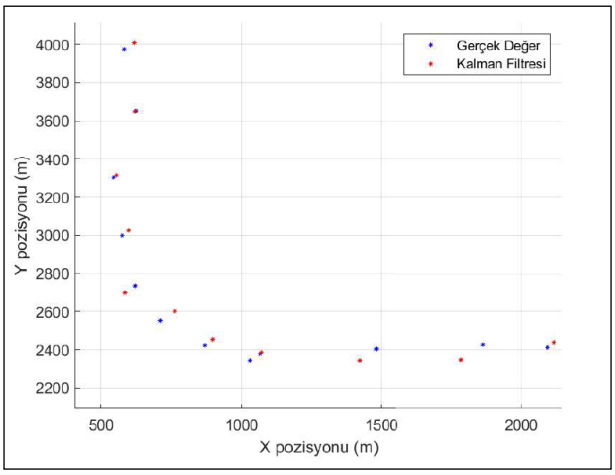
Şekil 3. Hava aracının simülasyon çıktısı



Şekil 4. Hava aracının simülasyon çıktısındaki 3 numaralı davranışın büyültülmüş hali



Şekil 5. Hava aracının simülasyon çıktısındaki 4 numaralı davranışın büyültülmüş hali



Şekil 6. Hava aracının simülasyon çıktısındaki 5 numaralı davranışın büyültülmüş hali

Sonuç

Radarlar radyo dalgalarının yansıması prensibiyle çalışarak hava aracının hız, konum, menzil, yön tayini gibi değişkenlerin elde edilmesinde kullanılır. Radarlarda ölçüm sırasında gürültü ve yansıma gibi etkenler verilerde hatalara neden olmaktadır. Bu hataların en aza indirilmesi veya giderilmesi için kullanılan yöntemlerden biri de Kalman Filtresidir.

Birden fazla hedefin aynı anda izlendiği Çoklu Hedef izlemede hedeflerin birbirinden ayırt edilmesi için veri ilişkilendirme işlemleri kullanılır. Tek bir hedefin alan içerisinde takibinin gerçekleştirilmesi ise Tek Hedef İzleme olarak adlandırılır. Burada hava aracının bir sonraki durumunun tahmini için Standart KF kullanılabilir.

Standart KF bir önceki durumun verilerine göre bir sonraki durumu tahmin eden algoritmadır. *Tahmin Aşaması* ve *Güncelleme Aşaması* olarak iki temel parçaya ayrılır. *Tahmin aşamas*ında bir önceki durumun verilerine göre yeni durum için tahminlerde bulunulur. *Güncelleme Aşamas*ında mevcut *Durum Matrisi(x)*, Kalman Kazancı adı verilen değişken sayesinde ölçüm veya tahmin değerlerinden birine yakınlaştırılır. Bu değer kullanıcıya sunulur ve geri besleme olarak bir sonraki duruma gönderilir.

Bu çalışmada Standart KF'nin hedef izlemedeki performansının daha net ortaya konulabilmesi için, belirlenen hava aracı rotasına göre MATLAB ortamında iki boyutlu bir hedef izleme algoritması simüle edilmiştir. Simülasyon oluşturulurken kullanılan hareket denklemleri ve bu denklemlerin Standart KF üzerinde nasıl uygulanacağı açıklanmıştır. Gerçekleştirilen simülasyon sonucunda Standart KF'nin hedef izlemede ortaya koyduğu performans yorumlanmıştır. Çalışma sonucunda KF'nin radarlarla hedef izleme uygulamaları için uygun olduğu, lineer ve stabil sistemlerde başarılı sonuçlar verdiği ancak manevralar sırasında yetersiz kaldığı tespit edilmiştir.

Kaynaklar

[1] Lana A." Kalman Filtresi ve Olasılıksal Veri İlişkilendirme Yöntemlerini Kullanan Çoklu Hedef İzleme Algoritmaları". Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye. 77s, 2001.

[2] Taşdemir Ç, Kent S. "Radarla Hedef İzleme". International Union of Radio Science (URSI) , 2006.

[3] Daum F. "Nonlinear Filters: Beyond the Kalman Filter". IEEE A&E Systems Magazine, 20(8), August 2005.

[4] Hwang I, Balakrishnan H. "Multiple-Target Tracking and Identity Management With Application to Aircraft Tracking". Journal Of Guidance, Control, And Dynamics, 30(3), 2007.

[5] Manavoğlu B. "Simulation And Modelling Of Target Tracking In Two Dimensions". M.Sc. Thesis, Hacettepe University, Ankara, Turkey, January 2014.

[6] IEEE Standard Radar Definitions. IEEE Std 686-1997, September 16, New York, 1997.

[7] "Radar tutorial". https://www.radartutorial.eu (05.03.2020).

[8] Çalışkan A. "Kalman filter nedir?". https://medium.com/@syndrome/kalman-filter-nedir-51c38a12c423 (13.12.2019).

[9] Rhudy M. "A Kalman Filtering Tutorial For Undergraduate Students". International Journal of Computer Science & Engineering Survey (IJCSES), 8(1), February, 2017.

[10] Masnadi-Shirazi H, Masnadi-Shirazi A, Dastgheib MA. "A Step by Step Mathematical Derivation and Tutorial on Kalman Filters". Arxiv.org, 9 October, 2019.

[11] ÇAYIROĞLU İ. "Kalman Filter and Programming". Karabük Üniversitesi, Fen ve Teknoloji Bilgi Paylaşımı, 2012.

[12] Kıyak E, İyibakar G. "Uçakların Yanlamasına Hareketlerinin Gözleyiciler ve Kalman Filtresi ile Durum Kestirimi". Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Bilimleri Dergisi, 15(2), 291-299, 2009.

[13] Oğuz AE, Temeltaş H. "Genişletilmiş Kalman Filtresi (GKF) Tabanlı Uçak Üzeri Eş Zamanlı Konumlama ve Haritalama (U-EZKH)". Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi, 6(2), 69-74, Temmuz 2013.

[14] Shen J, Liu Y, Wang S, Sun Z. "Evaluation of Unscented Kalman Filter and Extended Kalman Filter for Radar Tracking Data Filtering". UKSim-AMSS 8th European Modelling Symposium. 2014.

[15] Mutlu T. "Integration Of Helicopter Air Data System With Global Positioning System Using

Kalman Filter". M.Sc. Thesis, Istanbul Technical University, Istanbul, Turkey, June 2006.

[16] McGee LA, Schmidt SF. "Discovery of the Kalman Filter as a Practical Tool for Aerospace and Industry". NASA-TM-86847. November 1985.

[17] Faragher R. "Understanding the Basis of the Kalman Filter Via a Simple and Intuitive Derivation". IEEE Signal Processing Magazine, September ,2012.

[18] Nair NR, Sudheesh P, Jayakumar M. "2-D Airborne Vehicle Tracking Using Kalman Filter". International Conference on Circuit, Power and Computing Technologies (ICCPCT), 2 August, 2016.

[19] Biezen MV, "Special Topics - The Kalman Filter". https://www.youtube.com/playlist?list=PLX2gX-ftPVXU3oUFNATxGXY90AULiqnWT (26.01.2020).

[20] Welch G, Bishop G. "An Introduction to the Kalman Filter". SIGGRAPH. Los Angeles, CA, 2001.

[21] Willner D, Chang CB, Dunn KP. "Kalman Filter Algorithms For A Multi-Sensor System". Massachusetts Institute of Technology Lincoln Laboratory, Lexington, Massachusetts, January 1977.

[22] Avcı E, Türkoğlu İ, Poyraz M. "Kalman Filtresinin Radar Hedef İzlemedeki Performans Analizi". Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 16(4), 2004.

Derin Özetleme ile Metin Özetleme

Burak ERHANDI[1]* ,Fatih ÇALLI[2]

[1]*Sakarya Üniversitesi, Bilgisayar ve Bilişim Fakültesi, Bilgisayar ve Bilişim Mühendisliği, Sakarya, TÜRKİYE*
[2]*Sakarya Üniversitesi, Bilgisayar ve Bilişim Fakültesi, Bilgisayar ve Bilişim Mühendisliği, Sakarya, TÜRKİYE*

Özet

Teknolojideki gelişmeler ile birlikte, hayatımızda yapay zekanın örnekleri yaygın hale gelmektedir. Çeşitli robot sistemleri, görüntü işleme ve kişisel asistan vb. araçlar bu duruma örnek olarak verilebilmektedir. Bu çalışmada, "Derin Öğrenme ile Metin Özetleme" adlı yüksek lisans tez çalışmasının kısaca anlatımı yapılmıştır. İnsan beyninin yapısı örnek alınarak geliştirilmiş olan yapay sinir ağları, karmaşık problemlerin çözümü adına sinir hücreleri ile benzer şekilde çalışarak, iletişimi düğümlerdeki bağlantılar yoluyla sağlamaktadır. Bahsi geçen derin öğrenme kavramı, yapay sinir ağlarını temel almaktadır. Ancak çok daha gelişmiş bir yapı sergilemektedir. İnsanlar günlük hayatları boyunca, çeşitli uzunlukta metinler ile karşı karşıya kalmaktadır. Uzun metinler, yapılan işleri zorlaştırdığı için daha çabuk sonuç alınabilecek yollar düşünülmektedir. Bu aşamada karşımıza metin özetleme kavramı çıkmaktadır. Metin özetleme, bir belgeyi çeşitli aşamalardan geçirerek daha kısa haliyle çıktı olarak almaktır. Metin özetleme ile ilgili ilk çalışma örnekleri, elli sene kadar öncelere dayanmaktadır. Çalışmaların öncelikle İngilizce dili için yapıldığı görülmektedir. Başta çeşitli istatistiksel yöntemler kullanılmış olup, başarım oranı yüksek olduğu için bu yöntemler hala kullanılmaktadır. Bu çalışmada tezde oluşturulan model: "Bir derin öğrenme kütüphanesi olan Keras ile metin özetleme" kısmı da yer almaktadır. Genel olarak bakıldığında, günümüzdeki veri setleri çoğunlukla İngilizcedir. Türkçe için yapılan çalışmalar diğer dillere kıyasla oldukça azdır. Tez için oluşturulan Türkçe ve İngilizce veri setleri ile alınan gözlemler ve sonuçlar da bu çalışmanın içeriğinde yer almaktadır. Özellikle anadilimiz Türkçe için oldukça güzel sonuçlara ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Yapay Zeka, Derin Öğrenme, Metin Özetleme, Yapay Sinir Ağları, Keras*

Text Summarization with Deep Learning

Abstract

With the advances in technology, examples of artificial intelligence have become common in our lives. Various robot systems, image processing and personal assistant etc. tools can be given as an example to this situation. For the short explanation of the master's thesis called "Text Summarization with Deep Learning". Artificial neural networks, which exemplify the structure of the human brain, by working in a similar way to nerve cells for the solution of complex problems. Gardening is for deep learning passing, artificial neural networks work essential. However, it exhibits a much more developed structure. People are confronted with various texts throughout their daily lives. Longer texts are considering ways to get results faster because they complicate the work done. At this stage, we come across the text summary stage. Text summarization is to print a document through various stages and print it out in shorter form. The first working examples of text summarization are based on fifty years ago. At the beginning of the studies, it is done for the English language. These conditions are still used because they are high. In this section, he works on the thesis model: It is also included in the section on "Text summarizing with Keras, a deep learning library". All in all, today's data sets are mostly in English. Studies for Turkish are very few in other languages. Observations taken with English and English datasets for the thesis and their results are also included in the content of this study. Particularly good results have been achieved for our mother tongue Turkish.

Keywords: *Artificial Intelligence, Deep Learning, Text Summarization, Artificial Neural Networks, Keras*

* Corresponding author e-mail : burakerhandi@yahoo.com

Giriş

Metin özetleme, bir dökümandan çıkarılan en temel metin parçacığı olarak ifade edilmektedir. Bu işlemin bilgisayar ortamında otomatik bir şekilde yapılması Otomatik Metin Özetleme (OMÖ) olarak adlandırılmaktadır. Metin özetlemenin iki türü vardır. Bunlar: Çıkarımsal (extractive) ve yorumlayarak (abstractive) yöntemlerdir. Çıkarımsal yöntemde önemli cümleler üzerinden gidilerek, cümleler seçilip çıkarılmaktadır. Yorumlayıcı yöntemde ise mantık çerçevesinde bir yorumlama işlemi yapılmakta ve ilk metindeki ifadelerin daha kısa ifadesi ile yeni bir özet elde edilmektedir [1].

Otomatik çalışan sistemler üretme fikri geçmişten beri süregelmektedir. Bu durum yapay zeka kavramını ortaya çıkarmıştır. En basit ifade ile yapay zeka, görevleri yerine getirmek için insan zekasını taklit eden ve topladıkları bilgilere göre kendini iyileştirebilen sistemdir [2]. Yapay zeka mantıksal problemlerde başarılı bir grafik çizmesine rağmen, doğal dil işleme, konuşma tespiti, yüz tanıma gibi problemlerde yeterli değildir. Bu durum makine öğrenmesi ve derin öğrenme kavramlarının doğmasına neden olmuştur.

Makine öğrenmesi, çeşitli matematiksel yöntemlerle bilgi edinen ve bu bilgiler yoluyla tahminde bulunan bir sistemken; derin öğrenme, makinelerin deneyimlerden öğrenmelerini ve dünyayı anlamlandırmalarını sağlayan bir yaklaşım biçimidir. Ayrıca aradaki en önemli farklardan biri de makine öğrenmesi sadece 0 ve 1 sonuçlarını dönerken, derin öğrenmenin ara değerlerde cevap üretmesidir.

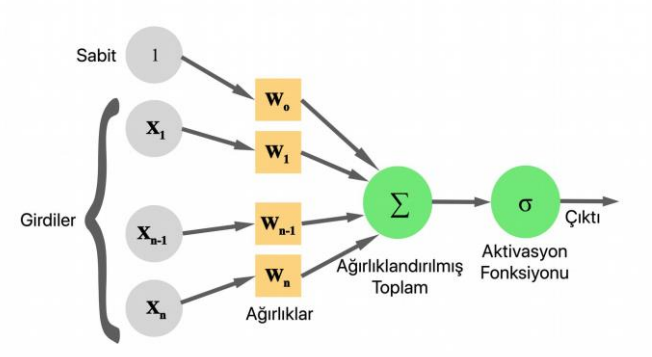
Bu çalışmada, derin öğrenme yöntemi ile metin özetleme konusu ele alınmıştır. Normal gözlem dışında çeşitli karşılaştırmalara da yer verilmiştir. İlk karşılaştırma veri seti boyutu sabit tutularak, İngilizce – Türkçe dil karşılaştırması yapmak, ikincisi ise Türkçe dili için veri setinin boyutunu büyülterek daha büyük veri seti ile sistemi çalıştırmak şeklindedir. Bu gözlemlerden çeşitli sonuçlar elde edilmiş ve sistemin başarımı yorumlanarak çalışma sonlandırılmıştır.

Yapay Sinir Ağları

İnsanda düşünme, hatırlama ve öğrenme vb. davranışların gerçekleşmesi için temel yapı taşı sinir hücreleridir. Bu hücreler birbirlerine sinaptik bağlantılar ile bağlıdır. İnsanda var olan bu sistem örnek alınarak ve modellenerek yapay hücreler ve ağ modelleri oluşturulmuştur. Böylece yapay sinir ağları ortaya çıkmıştır.

Yapay sinir ağlarının en önemli özelliği, deneyimlerden öğrenebilme yeteneğidir. Yeni bilgi üretme ve keşfetme gibi işlemleri yardım almadan otomatik olarak gerçekleştirmektedir. Ayrıca bilgiler arası ilişkiler oluşturma başarısı da göstermektir [3].

Yapay sinir ağının yapısı, girdi düğümleri, girdilerinin ağırlıkları, girdi ve ağırlıkların çarpılıp toplaması ile oluşan toplama fonksiyonu ve bu fonksiyondan gelen değerlerin belirli bir aralıkta standartlaştırıldığı aktivasyon fonksiyonu ile çıktı düğümlerinden oluşmaktadır. İlgili yapay sinir ağı (perceptron) Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Bir Yapay Sinir Ağı (Perceptron)

Yapay sinir ağları tek katmanlı ve çok katmanlı olmak üzere iki çeşittir. Tek katmanlı yapay sinir ağı, sadece girdi ve çıktı katmanlarından oluşmaktadır. En basit tek katmanlı sinir ağı perceptron'dur. Temel olarak eğitilebilecek bir hücresi bulunmaktadır. Çok katmanlı sinir ağı ise temel anlamda üç kısımdan oluşmaktadır. Bunlar girdi, gizli ve çıktı katmanlarıdır. Gizli katman ara katmandır ve problem türüne göre sayısı değişmektedir [4].

Derin Öğrenme

Yapay sinir ağları kapsamında ilk "Derin Öğrenme" ifadesi, 2000 senesinde Igor Aizenberg ve arkadaşları tarafından kullanılmıştır. Makine öğrenmesinin alt dalıdır. Deng derin öğrenmeyi; denetimli ve denetimsiz özelliklerin çıkarılması, dönüştürme, desen analizi ve sınıflandırma gibi doğrusal olmayan gizli katmanlardan faydalanan makine öğrenmesi sınıfı olarak tanımlamaktadır [5].

Derin Öğrenme Mimarileri

Literatürde var olan derin öğrenme mimarileri altı tanedir. Kullanıldıkları yerlere ve amacına göre farklılıklar içermektedirler. Bunlar:

- konvolüsyonel sinir ağları (CNN),
- tekrarlayan sinir ağları (RNN),
- uzun ve kısa vadeli hafıza ağları (LSTM),
- boltzman makineleri,
- derin inanç ağları,
- derin oto-kodlayıcılardır.

Bu mimarilerden ikisi, derin oto-kodlayıcılar ve LSTM bu çalışmada kullanılmıştır.

Derin oto-kodlayıcılar

Diğer adı diabolo ağıdır. Denetimsiz öğrenme amacıyla kullanılan özelleşmiş bir yapay sinir ağıdır. Girdi katmanı, gizli(ara) katmanlar ve çıktı katmanı olmak üzere üç katmandan oluşmaktadır [6].

Derin oto-kodlayıcılarda amaç boyut indirgeme ve özellik çıkarımı amacıyla kodlama yapmaktır. Kabaca sıkıştırılmış verideki en iyi özellikler için öğrenme işleminin gerçekleşmesi beklenmektedir. Ağırlıklar çıktı olarak yine aynı girdi elde edilene kadar değiştirilmektedir ve hedefe ulaşıldığında, gizli katmanlardaki düğüm sayısı bize girdi verisini vermektedir. Ancak çıktı, girdi ile aynı olmayabilmektedir. Bu ikisi arasındaki benzerlik ne kadar fazla ise, algoritmadaki fonksiyon o kadar başarılıdır diye düşünülmektedir [7].

Derin oto-kodlayıcı kumaş hata tespiti, mail spam yakalama vb. örneklerde kullanılmış ve oldukça başarılı sonuçlar vermiştir. Genel anlamda anormallik ve aykırı değerleri bulmada güzel sonuçlar veren bir yapısı vardır.

Uygulamalarda uzun vadeli bağımlılıklar çeşitli problemlere sebep olmaktadır. LSTM, bu problemi çözmek adına tasarlanan özel bir sinir ağı türüdür [8]. 1997'de bulunmuştur.

LSTM, tekrarlayan sinir ağının hafıza ile birlikte işletildiği bir yapıdır. Hafıza, önceki zamanın verisini sonraki zamana iletmekte aracı olmaktadır. Bilginin değerlendirilmeye alınıp alınmaması ise eğitim aracılığı ile karar verilen bir durumdur [9].

LSTM yapısı, konuşma ve metin işleme konusunda oldukça başarılı sonuçlar vermiştir. Ayrıca öncül veri olmadan sınıflandırma işlemlerinde de başarımı yüksektir. Müzik bestesi üretiminde, robotikte düğümleri bağlayan sistemlerde, çevrimdışı el yazısının tanınması vb. işlerde de kullanılmaktadır.

Model

Modelimizde, bir önceki kısımda belirttiğim üzere derin öğrenme mimarisi olarak derin oto kodlayıcı yapısı kullanılmaktadır. Ara katmanlarda ise LSTM yapısına yer verilmiştir. Birleşik sistem ile daha verimli sonuçlara ulaşılması hedeflenmiştir.

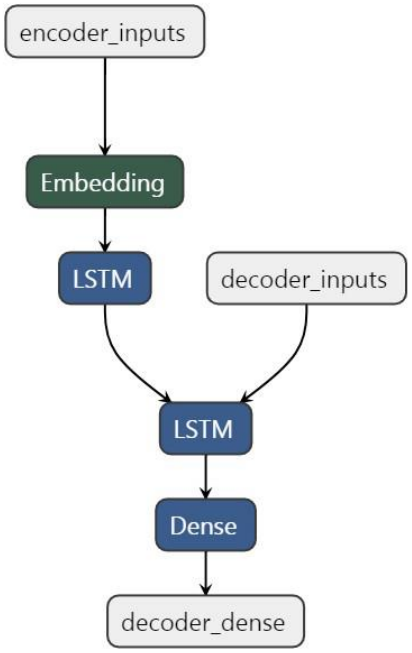
Sistem, haber makalelerini veri seti olarak almakta ve bunları tek cümleden oluşan başlıklar olarak özetlemektedir. Kütüphane olarak Keras, IDE olarak PyCharm kullanılmıştır. Modelimiz, açık kaynak bir projenin üzerine geliştirilmiştir.

Modelin Oluşturulması

Modelimiz temel anlamda üç alt modelden oluşmaktadır. Bunlar kodlayıcı, ara katmanlar ve kod çözücüdür.

Kodlayıcı (encoder), kelime girdisini, bir grup sayıya dönüştürmekte, kod çözücü (decoder) ise tam tersi şekilde çıktıyı alıp tekrar kelime girdisine çevirmektedir. Sistem bize, hangi kelimelerin önemsenip önemsenmeyeceğini belli etmektedir.

Sistemdeki katıştırma (embedding) katmanı kelimeleri bir grup sayıya kodlamaya yaramaktadır. İlgili gömme mekanizmasından sonra bir grup hücreyi temsil eden bir hücre bulunmaktadır. Bu hücre kodlamaya gömülmek üzere beslenmekte ve sonrasında üç adet çıkış elde edilmektedir. Bu çıktılar ile modeli nasıl çözeceğimize dair çıktılar bulunmuştur. Burada bir diziye aktarma işlemi vardır. Modelin yapısı Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 2. Modelin Yapısı

Modellerin Eğitilmesi ve Özetleme Mekanizması

Önceki bölümde modelin inşasından bahsedilmiştir. Kodun büyük kısmı başlatıcıdadır. Burada uyum fonksiyonu adında bir fonksiyon mevcuttur ve modelin eğitimi burada yapılmaktadır.

Önceki kısımda bir grup veri tahmin işlemi yapılmaktadır. Örneğin; kontrol noktası dosyaları ve ağırlık dosyaları vb. alınarak yapı kayıt edilmektedir. Daha sonrasında eğitim ve test verileri gelmektedir. Asıl eğitim model uyum jeneratörünün çağrıldığı yerde gerçekleşmektedir.

Eğitim sonunda, istenen parti büyüklüğü ve devir(epoch) sayıları için çalıştırmak istenen adımların sayısı belirlenmektedir. İlgili fonksiyondan sonra ise tüm ağırlıklar, ağırlık dosya yolunda kayıt altına alınmaktadır. Aslında işlemler standarttır. Sistem ihtiyacımız olan parçalar üzerinden işlemektedir.

Özetleme fonksiyonunda da tahmin değeri ve bazı girdiler yoluyla tahmin yapılmaktadır. Hedef metin üzerinden çıktı sağlanmaktadır. Sona ulaştığımız zaman veya hedef metin toplam diziden büyük olduğu zaman sistemin işletimi tamamlanmaktadır.

Kodlama Yapısı

Esasen ilgilendiğimiz kısım başlık ve metin olmakla birlikte başlık etiket, metin ise modelimizin girdisidir.

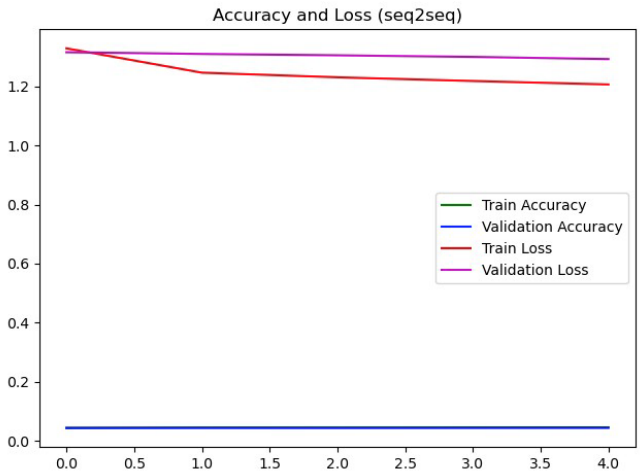
Ağırlıklar, ağırlık dosyasından yükleneceği zaman eğer mevcutsa, şu an eğitimdedir. Ama daha önce eğitilmişse, o zaman mevcut ağırlığa yaklaşabilmemiz adına bu ağırlıklar yüklenmek istenmektedir. Sonrasında veriler eğitim ve test için gruplandırılmaktadır.

En son özetleyici fonksiyon işletilmektedir. Özetleyici fonksiyon bize dönüş olarak, tek cümlelik başlık çıktısı vermektedir. İlgili makaleye bir göz atmak, sistemin başlığı nasıl elde ettiği konusunda fikir vermektedir.

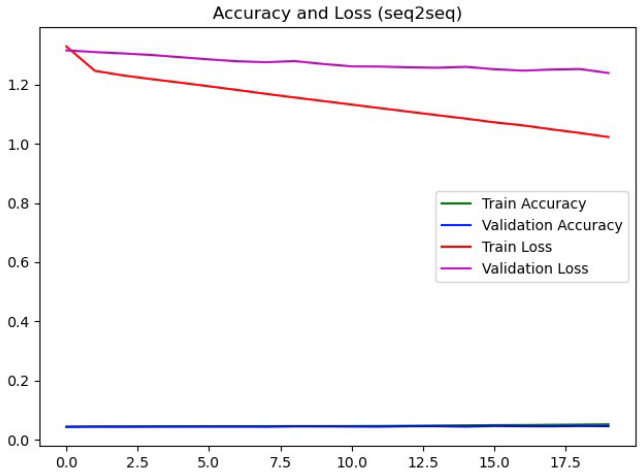
Deneysel Sonuçlar

Sonuçlar

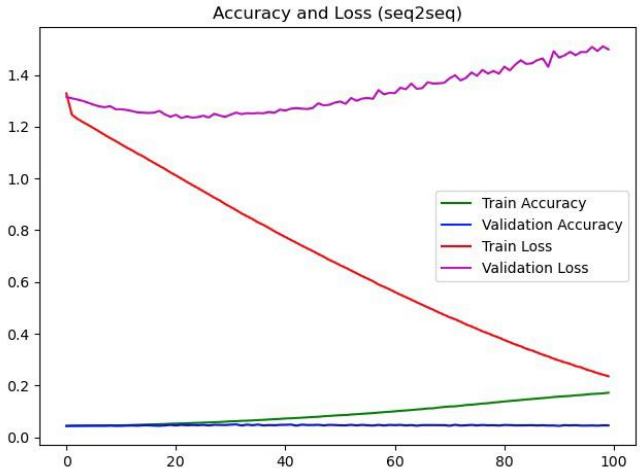
Elde edilen çıktılar, bir metnin en özet halini veren başlıklardır. İlk sistem öncelikle anadilimiz Türkçe için 5000'e yakın örnekle; 5, 20, 100 ve 250 epoch değerleri ile çalıştırılmıştır ve ilgili sonuçlar elde edilmiştir:



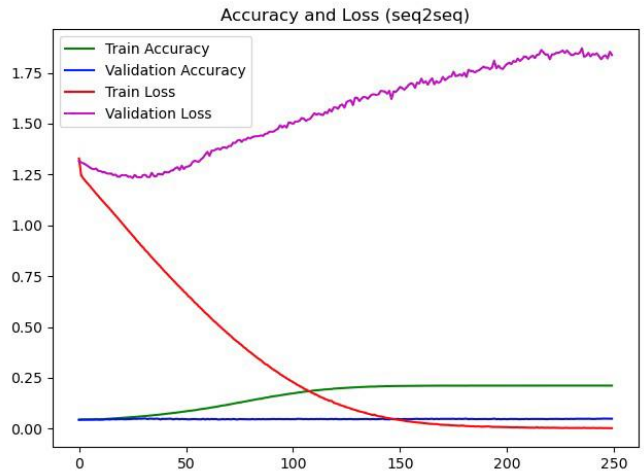
Şekil 3. Beş (5) Epoch İçin Grafik



Şekil 4. Yirmi (20) Epoch İçin Grafik



Şekil 5. Yüz (100) Epoch İçin Grafik



Şekil 6. İki yüz elli (250) Epoch İçin Grafik

5 ve 20 epoch sayısı için aşırı değişimler gözlenmediği için 100 ve 250 epoch değerlerindeki sonuçlar incelenmiştir. Kayıp fonksiyonu (train loss) 100 epoch'da 0.23'e, 250 epoch'da ise 0 değerine düşmüştür. Yani sıfırlanmıştır. İsabet fonksiyonu (train accuracy) 100 epoch'ta 0.17'ye, 250 epoch'ta ise ise 0.21 değerine ulaşmıştır. Doğrulama değerlerine baktığımızda, doğrulama isabet fonksiyonu (validation accuracy) ufak değerlerde değişim göstermiş, doğrulama kayıp fonksiyonu ise (validation loss) genel anlamda artmıştır.

Sonuç olarak sistem, kayıp fonksiyonunun sıfırlanması ve isabet fonksiyonunun %21 değerine ulaşması ile başarılı olarak nitelendirilmektedir.

Başlıklar incelendiğinde, sistem 5 epoch için "ve", "son" vb. kelime tekrarları şeklinde tahminlerde bulunurken, gitgide doğru cümle yapıları artmıştır. 250 epoch'ta ise yüksek oranda benzeşen ya da tamamen aynı olan yapılar gözlemlenmiştir. En başarılı üç cümle için sonuçlar şu şekildedir:

<u>5 epoch için;</u>

Üretilen Başlık: son son ve ve

Orijinal Başlık: Asansör kabininde feci kaza – Son Dakika Haberler

Üretilen Başlık: bakan ve ve ve

Orjinal Başlık: Mars'a tek yönlü yolculuk projesi sunan şirket iflas etti

Üretilen Başlık: bakan ve ve ve

Orjinal Başlık: Marmara'da sıcaklık artıyor

<u>20 epoch için;</u>

Üretilen Başlık: son dakika - - haberleri

Orjinal Başlık: Asansör kabininde feci kaza - Son Dakika Haberler

Üretilen Başlık: cumhurbaşkanı ve bakanı bakanı bakanı ve ve bin ile ile için için

Orjinal Başlık: Mars'a tek y.nlü yolculuk projesi sunan şirket iflas etti

Üretilen Başlık: iśrail ve kar kar

Orjinal Başlık: Marmara'da sıcaklık artıyor

<u>100 epoch için;</u>

Üretilen Başlık: beşiktaş'ta feci feci feci - son dakika haberler

Orjinal Başlık: Asansör kabininde feci kaza - Son Dakika Haberler

Üretilen Başlık: çin'de ile suudi arabistan'a bakanı şirket şirket tartışması etti

Orjinal Başlık: Mars'a tek yönlü yolculuk projesi sunan şirket iflas etti

Üretilen Başlık: marmara'da sıcaklık artıyor

Orjinal Başlık: Marmara'da sıcaklık artıyor

<u>250 epoch için;</u>

Üretilen Başlık: asansör - feci kaza - son dakika haberler

Orjinal Başlık: Asansör kabininde feci kaza - Son Dakika Haberler

Üretilen Başlık: abd tek yolculuk yolculuk projesi etti

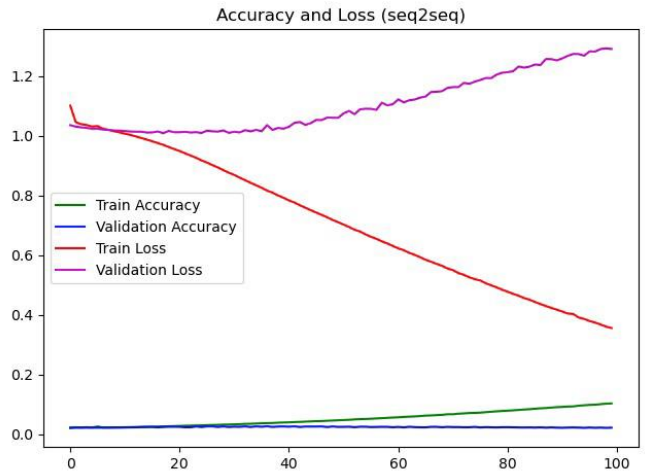
Orjinal Başlık: Mars'a tek yönlü yolculuk projesi sunan şirket iflas etti

Üretilen Başlık: marmara'da sıcaklık artıyor

Orjinal Başlık: Marmara'da sıcaklık artıyor

Sonuç olarak; genel anlamda epoch sayısı artışı ile sonuçlarda düzelmiş ve en son 250 epoch'da daha düzgün hal almıştır. Daha yüksek epoch sayısında daha iyi sonuçlar elde edileceği sonucuna varılmıştır.

Sistemin dil performansı açısından karşılaştırılması adına, İngilizce için yine 5000'e yakın örnekle; 5, 20, 100 epoch değerleri ile çalıştırılmıştır. Genel anlamda grafikler Türkçe için olanlarla benzer eğilimde ilerlemiş ve en son 100 epoch için aşağıdaki grafik elde edilmiştir:



Şekil 7. Yüz (100) Epoch İçin Grafik (İngilizce Dili İçin)

Grafiğe göre; kayıp fonksiyonu ve isabet fonksiyonu Türkçe için sırasıyla 0.23 ve 0.17 iken, İngilizce için 0.35 ve 0.1'dir. Doğrulama değerleri için ise doğrulama isabet fonksiyonu (validation accuracy) ufak değişimler gösterirken, doğrulama kayıp fonksiyonu (validation loss) genel anlamda artmış ve Türkçe ile benzer gelişim göstermiştir.

Sonuç olarak; kayıp fonksiyonunun azaltılması ve isabet fonksiyonunun %10 oranına ulaşması ile sistem için kısmen başarılıdır denilmektedir.

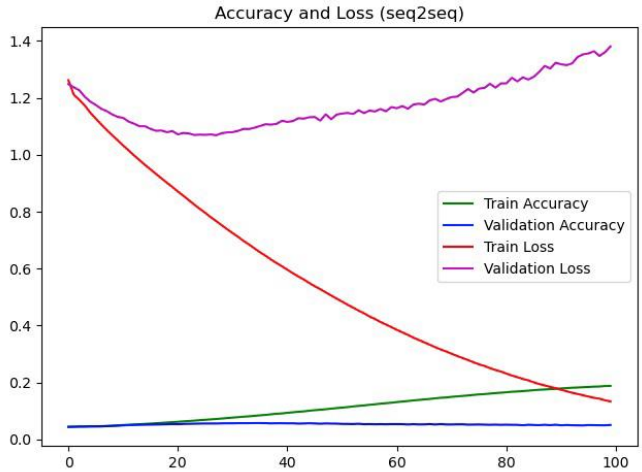
İlgili başlıklar, önceleri 5 epoch için "the", "to" gibi kelime tekrarları şeklinde tahminlerde bulunurken, gitgide doğruluk yüzdesi yüksek tahminler artış göstermiştir. En son 100 epoch için oldukça benzeşen başlıklar gözlenmiştir. İngilizce için orijinal başlıkla en benzeşen üç örnek şu şekildedir:

Üretilen Başlık: police arrest responsibility for attacks in north
Orjinal Başlık: Taliban claim responsibility for Kabul attack
Üretilen Başlık: the battle of the clinton – a challenge of a results voter campaign
Orjinal Başlık: Paul Manafort resigns from Trump campaign
Üretilen Başlık: culture

Orjinal Başlık: Strategic Culture

Türkçe için 100 epoch'ta tamamen aynı ya da oldukça benzeşen sonuçlar bulunmasına rağmen, İngilizce için bu durum daha düşük çıkmıştır. Bu durum ilgili sonuçların rakamsal değeri ile de görülmektedir. Sonuç olarak İngilizce için başarım Türkçe 'ye nazaran daha düşüktür.

Son olarak sistem Türkçe için daha çok veriyle (10000 veri) test edilmiştir. Başarım 5 ve 20 epoch için, az verideki ile benzer seyretmiş ancak doğal olarak kayıp fonksiyonu daha hızlı azalmıştır. Çok veri ile 100 epoch için grafik aşağıdaki gibidir:



Şekil 8. Yüz (100) Epoch İçin Grafik (Türkçe Dili Çok Veri İçin)

Türkçe için kayıp fonksiyonu 0.23, isabet fonksiyonu 0.17 idi. Bu testimizde ise sırasıyla, 0.13 ve 0.18 dir. İsabet oranındaki artış %1'dir. Doğrulama değerleri için ise, doğrulama isabet fonksiyonu (validation accuracy) ufak değerlerde değişim göstermiş ve doğrulama kayıp fonksiyonu (validation loss) genel anlamda artarak 1.38 değerinde sonlanmıştır. Bu değer normal veride 1.49'dur.

Sonuç olarak sistem, kayıp fonksiyonunun oldukça azaltılması ve isabet fonksiyonunun %18 değerine ulaşması ile başarılıdır denilmektedir.

Başlıklar ise; önceleri 5 epoch için "ve", "son" vb. kelime tekrarları şeklinde tahminlerde bulunurken, gitgide doğruluk artış göstermiş ve nihayetinde 100 epoch'ta benzeşen başlıklar görülmüştür. Bu başlıklardan en benzeşen üç tanesi şu şekildedir:

Üretilen Başlık: fetö'nün gizli yapılanmasına operasyon: 7 gözaltı

Orjinal Başlık: FETÖ'nün kripto yapılanmasına operasyon

Üretilen Başlık: fenerbahçe'ye arslan'dan iyi haber
Orjinal Başlık: Fenerbahçe'ye Tolgay Arslan'dan iyi haber
Üretilen Başlık: tbmm başkanı bu taziye mesajı

Orjinal Başlık: TBMM Başkanı Şentop'tan Etiyopya için taziye mesajı

Sistemde Türkçe dili için veri seti büyüklüğünün artışıyla; 100 epoch için, %1'lik fark oluşmuştur. Çok büyük değişimler olmasa da doğru tahminlerde kısmen artış göstermiştir. Sonuç olarak, Türkçe için

veri sayısının artması aşırı bir değişime sebep olmamıştır.

Öneriler

Bu çalışmada derin öğrenme yoluyla çıkarımsal metin özetleme yapan tez çalışmasının bir anlatımı yapılmıştır. Mevcut modeller incelenmiş ve var olan bir açık kaynak çalışma esas alınmıştır. Sistemde, algoritmalar genel anlamda Keras'ın temel dinamikleri üzerinden işlemektedir. İlgili model özellikle anadilimiz olan Türkçe için başarılı sonuçlar vermiştir. Bu yönde yapılması planlanan yeni çalışmalara öncü olması hedeflenmiştir. Ayrıca daha düzgün şekilde hazırlanmış daha çok veri setiyle ve daha çok epoch sayısında testlerle başarım oranının artacağı düşüncesinde hemfikir olunmuştur.

Kaynaklar

[1] Uzundere E., Dedja E., Diri B., Amasyalı M.F., Türk.e Haber Metinleri İçin Otomatik Özetleme, ASYU 2008 Akıllı Sistemlerde Yenilikler ve Uygulamaları Sempozyumu.

[2] www.oracle.com/tr/artificial-intelligence/what-is-artificial-intelligence.html., Erişim tarihi: 13.06.2020.

[3] Uğur A., Kınacı A.C., Yapay Zeka Teknikleri ve Yapay Sinir Ağları Kullanılarak Web Sayfalarının Sınıflandırılması, inet-tr'06 – XI. Türkiye'de İnternet Konferansı Bildirileri, 21-23 Aralık 2006, TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi, Ankara.

[4] medium.com/@k.ulgen90/makine-öğrenimi-bölüm-3-4b160df1f4c8., Erişim tarihi: 15.06.2020.

[5] Gu X., Zhang H., Zhang D., Kim S., Deep API learning. In Proceedings of the 2016 24th ACM SIGSOFT International Symposium on Foundations of Software Engineering (pp. 631-642). ACM, November, 2016.

[6] veribilimcisi.com/2018/06/04/otomatik-kodlayici-auto-encoder., Erişim tarihi: 15.06.2020.

[7] Wani M.A., Bhat F.A., Afzal S., Khan A.I., Studies in Big Data, Singapore: Springer, Vol. 57, 2020.

[8] Hochreiter S., Schmidhuber J., Long Short-Term Memory, Neural Computation, 9(8), 1735-1780, 1997.

[9] Sezer Ö.B., Zaman Serisi Verilerinden Derin Yapay Sinir Ağları ile Analizi ve Eniyilemesi: Finansal Tahmin Algoritmaları, TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2018.

Medikal Kullanım Amaçlı Geliştirilen Robot Kolun İleri Kinematik Analizi Ve Simülasyonu

Mehmet Gül[1]

Şırnak Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği, Şırnak, Türkiye

Özet

Günümüzde insan sağlığının korunması, insan sağlığını tehdit eden bulaşıcı hastalıkların yaygınlaşmasının önlenmesi ile doğru orantılıdır. Özellikle globalleşen dünyada salgın hastalıkların kısa sürede birçok kişiyi etkilemesi sağlık alanındaki yatırımların önemini bir kez daha göstermiştir. Sağlık alanındaki yatırımların yanı sıra sağlık çalışanların çalışma ortamının iyileştirilmesi de bir o kadar önemlidir. Çalışma kapsamında sağlık çalışanlarının iş yükünün mümkün olduğunca azaltılması açısından profesyonel ölçekte endüstriyel boyutlarda profesyonel kullanıma uygun açık kaynak robotik kollar üzerine inceleme yapıldı. Açık kaynak robot kolun seçilmesinin bazı kazanımları bulunur. Kazanımlar arasında telif hakkının olmaması ve buna bağlı oluşabilecek zorlukların giderilmesi ve robot kolun eklemlerinin 3D yazıcı ile basılabilir olması maliyet açısından ciddi tasarruf sağlaması gibi. Robot kolun 3D yazıcıdan üretilmesi kadar öne çıkan diğer özellikleri 5 serbestlik derecesine (5 DoF) sahip mafsallı robot kol olmasıdır. 3D yazıcıdan basılan robot kolun kontrolünün sağlanması açısından robot kolun çalışma uzayındaki erişilebilir noktaların tespitinin yapılması gereklidir. Bu sorun robot kolun kinematik analizi ile giderilmektedir. Çalışmada geliştirilen robot kolun çalışma uzayındaki kontrolü ve konumunun belirlenmesi adına robot kolun ileri kinematik analizi yapıldı. İleri kinematik analizi yapılan robot kolun analiz aşamasında homojen dönüşümleri de yapıldı. İleri kinematik analiz MATLAB yazılımı üzerinde yapıldı ve simülasyon amaçlı kullanıcı ara yüzü oluşturuldu.

Anahtar Kelimeler: *Robot Kol, İleri Kinematik Analiz, Homojen Dönüşüm, MATLAB GUI*

Forward Kinematic Analysis and Simulation of Robot Arm developed for Medical Purposes

Abstract

These days, the protection of human health is directly corresponding to the prevention of the spread of infectious diseases that threaten human health. Particularly within the globalizing world, epidemic diseases affecting many people in a very time once again demonstrated the significance of health investments. Additionally, to the investments within the field of health, improvement of the working environment of health workers is equally vital. Within the scope of the study, so as to lessen workload of healthcare workers the maximum amount as possible, investigation was made on open source robotic arms suitable for professional use in industrial scale. There are some advantages to choosing an open source robot arm. Among the advantages is absence of copyright that may the challenges, and also the joints of the robot arm are printed with a 3D printer, that saves a lot of cost. Other features of the robot arm that are as conspicuous as being printed from a 3D printer are the articulated robot arm with 5 degrees of freedom (5 DoF). So as to control the robot arm printed from the 3D printer, it is necessary to see the accessible points within the working space of the robot arm. This issue is solved by kinematic analysis of the robot arm. Kinematic analysis of the robot arm was performed to determine the control, and position of the robot arm developed within the working space. In the forward analysis of the robot arm, homogeneous transformations were also made. Forward kinematic analysis was done MATLAB software and graphic user interface (GUI) was prepared for simulation.

Keywords: *Robotic Arm, Forward Kinematic Analysis, Homogenous Transformation, MATLAB GUI*

Giriş

Günümüzde insan sağlığının korunması ayrıca insan sağlığını tehdit eden pandemiler ile efektif mücadelelerin gerçekleştirilmesinde sağlık çalışanlarının önemli rolü bulunmaktadır. Bu sebeple sağlık çalışanlarının pandemi gibi durumlar için süreç içerisinde iş yüklerinin mümkün

* Corresponding author e-mail : mehmetgul@ymail.com

olduğunca azaltılması önem arz etmektedir. Çalışma kapsamında, endüstriyel boyutlarda ve profesyonel kullanıma uygun açık kaynak robot kollar üzerine inceleme yapıldı. Çalışma kapsamında açık kaynak robot kolun seçilmesinin bazı kazanımları mevcuttur. Kazanımlar arasında robot kolun telif hakkının olmaması ve buna bağlı oluşabilecek zorlukların giderilmesidir. Bir diğeri, robot kolun eklemlerinin 3D yazıcı ile basılabilir olması maliyet açısından ciddi tasarruf sağlamaktadır. Özellikle öne çıkan kazanım, referans alınan açık kaynak robot kolun eklemlerinin istenildiği oranda revize edilebilir olması ve bunun sonucunda çalışma uzayının genişletilebilir olmasıdır.

Çalışmada kullanılan robot kolun çalışma uzayının belirlenmesi için ileri ve geri kinematik incelemesi yapıldı. Robot sistemleri için uygun kinematik modellerin oluşturulması, robot sistemlerinin çalışma uzayındaki konumunun araştırılması açısından çok önemlidir. Kinematik analizinde iki farklı modelleme kullanılır, Kartezyen uzayı ve Kuaterniyon uzayı. İki Kartezyen koordinat sistemi arasındaki dönüşüm, bir dönüşe ve bir çeviriye indirgenebilir. Rotasyonu temsil etmek için kullanılan yaklaşımlar arasında Cayley-Klein parametreleri, Gibbs vektörü, Euler açıları ve ortonormal matrisler kullanılır iken robotikte 4x4 gerçek matrislere dayanan homojen dönüşümler baskın olarak kullanılır [1].

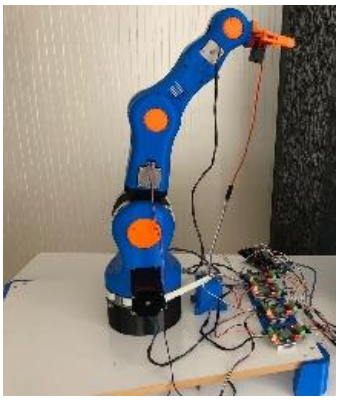
Çalışmada kullanılan robot kol 5 serbestlik derecesine sahip mafsallı robot kol örneğidir. Çalışma kapsamında geliştirilen robot kolun çalışma uzayındaki kontrolü ve konumunun belirlenmesi adına robot kolun ileri ve ters kinematiğinin analizi yapıldı. Özellikle ters kinematik modelleme, günümüzde halen robot araştırmalarında ciddi sorunlardan birini oluşturmaya devam etmektedir. Öte yandan, robotik kollarda kontrolün sağlanması açısından kullanılan en popüler yöntem hala manuel olarak tasarlanan tarama tablolarına dayanmaktadır [2 – 5]. Robot kolun kontrolünde ve çalışma uzayında konumunun belirlenmesinde Denavit-Hartenberg (D-H) yöntemini kullandı. D-H yönteminin anahtarı tüm eklemlerin koordinat sistemi ilişkisinin gösteriminin yapılmasıdır. Yöntem kapsamında bir dizi D-H parametresi oluşturulur [6].

Robot kol kinematik analiz

Robot kolun kinematik analizi, hareket geometrisinin koordinat sistemi referans alınarak zaman fonksiyonuna göre analitik incelemesinin yapılmasıdır. Belirli bir manipülatörün eklem açıları ve vektörünün

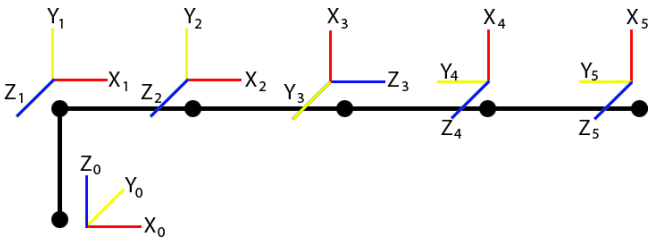
$$q(t) = (q_1(t), q_2(t), \dots \dots q_n(t))^T \qquad (1)$$

tanımlanması, ayrıca robot kolda bulunan tüm manipülatörlerin tanımlanan parametreler aracılığı ile uç noktanın sabit eksen takımlarına göre konumu ve yönlenmesi için uygulanan analiz ileri kinematik analizi olarak tanımlanır. Belirlenen uç noktanın istenilen konuma sabit referans eksen takımı üzerinde kol parametreleri ile ulaşılabilirliği ve dahi ulaşabilir ise kaç farklı konfigürasyon ile ulaşılabilirliğinin analizi ise ters kinematik analizdir.



Şekil 1. 5 eksenli robot kol [7]

Robotik sistemlerden ters kinematik analizinin zorluğu analiz yapılırken kullanılan doğrusal olmayan problemlerin karmaşıklığından kaynaklanmaktadır. Ters kinematik analizine kıyasla ileri kinematik analizinde bu kadar zorluk bulunmamaktadır. Doğrusal olmayan denklemler ayrıca birleştirilemez ve benzersiz çözümleri de yoktur. Diğer bir değişle fiziksel olarak çözümlenemeyen matematiksel denklemler ortaya çıkabilir [8]. Çalışmada 5 DoF serbestlik derecesine sahip açık kaynak ve 3D yazıcıdan üretilen endüstriyel ölçekte profesyonel robot kolun kinematik analizleri incelendi. Robot kol sabit bir taban üzerine yerleştirilmiştir (şekil 1) ve koordinat çerçevesi ataması ise şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 2. Robot kol koordinat çerçevesi

İleri kinematik analizi ve homojen dönüşümü

Robot kolun serbestlik derecesine bağlı uç efektörü konumunun bulunması için yapılan analize kinematik ileri kinematik analizi denir. İleri kinematik analizi ile robot kolun uç efektörünün koordinat eksenindeki konumunun belirlenmesi ayrıca robot kolun çalışma uzayının da belirlenmesi açısından önemlidir. İleri kinematik analizi için uygulanan en sık yöntem analitik yöntem ya da Denavit-Hartenberg yöntemidir [6]. Şekil 1'de 5 serbestlik derecesine sahip robot kolun her bir ekseninin dönel eklemleri gösterilmekte ve devamında ise her bir eklemin koordinat sistemi üzerindeki komşu eklemi arasındaki ilişkiyi tanımlayan dönüşüm matrisi verilmiştir. İki komşu arasındaki ilişkinin dönüşüm matrisi ile ${}^{i-1}_{i}T$ olarak gösterilir. Burada i, uzuv numarasını belirtir. Aşağıda robot kol için ana çerçeve ile uç nokta arasındaki dönüşüm matrisi gösterilmiştir.

Eklemlerin konumu ve rijit cisimlerin yönelimleri birleşim yerlerine göre sabitlenmiş koordinat sistemleri ile tanımlanabilir [9]. Bu sebepten ötürü her aktif eklem üzerinde koordinat sistemi kurulması gerekli görüldü [6]. Aşağıdaki şekilde referans alınan BCN3D Moveo açık kaynak robotunun koordinat sistemi gösterilmiştir. Robotik kolun koordinat sistemi, koordinat sistemi 1 ile oluşturulur ve temel koordinat sistemi 0 ile çakışır. Kolaylık için (for convenience) Z ekseni her dönel eklemin eksenine paraleldir ve Z ekseninin yönü dönme yönü ile belirlenir ve geleneksel olarak sağ el kuralı ile sabitlenir. İlk eksenden sonraki devam eden her eksen bir önceki eksen ile birebir tutarlıdır. Sistemin son ekseni yine sağ el kuralı ile belirlenir ve koordinat sistemindeki boyut parametreleri, aşağıdaki şekilde gösterilmektedir.

Homojen dönüşüm formülü

$$ {}^{i-1}_{i}T = \begin{bmatrix} & {}^{i-1}_{i}R & & D \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \tag{2} $$

ardından, elde edilen tüm matris çarpımları

$$ {}^{0}_{6}T = {}^{0}_{1}T\,{}^{1}_{2}T\,{}^{2}_{3}T\,{}^{3}_{4}T\,{}^{4}_{5}T\,{}^{5}_{e}T \tag{3} $$

"e" karakteri koordinat ekseninde uç efektörünü simgeler, ${}^{i-1}_{i}T$ i'den i-1 arasındaki koordinatlar arasındaki dönüşüm ilişkisini ifade ederken, ${}^{i-1}_{i}R$ i'den i-1 arasındaki koordinatlar arasındaki devinim ilişkisini ifade eder. Diğer matrisler hesaplanırken, dönüşüm matrisi uç efektörü koordinatından taban koordinatı elde edilir [9, 10]. Diğer matrisleri hesaplarken, transformasyon matrisi uç-efektör koordinatından taban koordinatına elde edilir.

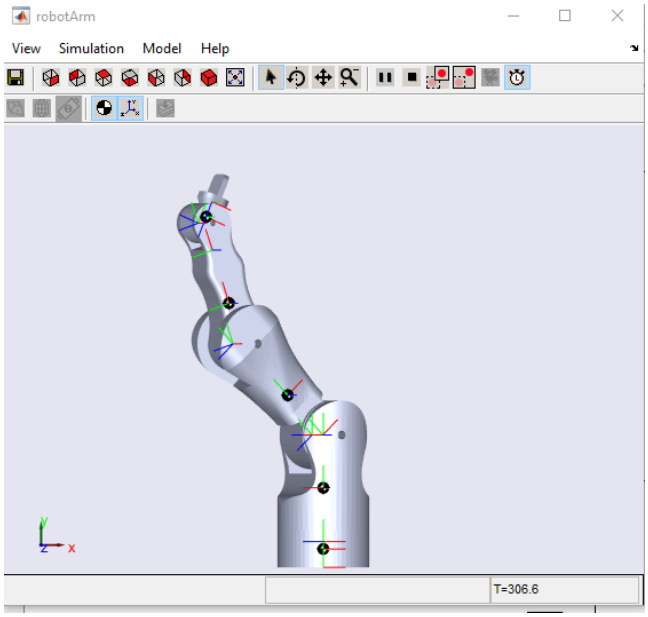
$$ {}^{0}_{e}T = {}^{0}_{1}T\,{}^{1}_{2}T\,{}^{2}_{3}T\,{}^{3}_{4}T\,{}^{4}_{5}T\,{}^{5}_{e}T = \begin{bmatrix} n_x & o_x & a_x & p_x \\ n_y & o_y & a_y & p_y \\ n_z & o_z & a_z & p_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \tag{4} $$

$$ \begin{aligned}
n_x &= -C_1\big(C_2(S_3C_4C_5 + C_3S_5) + S_2(C_3C_4C_5 - S_3S_5)\big) \\ &\quad + S_1S_4S_5 \\
n_y &= S_1\big(C_2(S_3C_4C_5 + C_3S_5) + S_2(C_3C_4C_5 - S_3S_5)\big) \\ &\quad - C_1S_4S_5 \\
n_z &= C_4C_5(C_2C_3 - S_2S_3) - S_5(C_2S_3 + S_2C_3) \\
o_x &= C_1\big(C_2(S_3C_4S_5 - C_3C_5) + S_2(C_3C_4S_5 + S_3C_5)\big) \\ &\quad - S_1S_4S_5 \\
o_y &= S_1\big(C_2(S_3C_4S_5 - C_3C_5) + S_2(C_3C_4S_5 + S_3C_5)\big) \\ &\quad + C_1S_4S_5 \\
o_z &= -C_2(S_3C_5 + C_3C_4S_5) - S_2(C_3C_5 - S_3C_4S_5) \\
a_x &= S_1C_4 + C_1C_2S_3S_4 + C_1S_2C_3S_4 \\
a_y &= -C_1C_4 + S_1C_2S_3S_4 + S_1S_2C_3S_4 \\
a_z &= S_2S_3S_4 - C_2C_3S_4 \\
p_x &= C_1(C_2(C_3S_4 - a_5S_3C_4C_5 - a_5C_3S_5) \\ &\quad - S_2S_3(S_4 - a_5S_5) - a_5S_2C_3C_4 + a_2C_2) \\ &\quad + S_1(a_3 + a_5S_4C_5) \\
p_y &= S_1(C_2(C_3S_4 - a_5S_3C_4C_5 - a_5C_3S_5) \\ &\quad - S_2S_3(S_4 - a_5S_5) - a_5S_2C_3C_4 + a_2C_2) \\ &\quad + C_1(a_3 + a_5S_4C_5) \\
p_z &= a_1 + a_2C_2 + C_2S_3(S_4 + a_5S_5) + a_5C_4C_5(C_2C_3 - \\ &\quad S_2S_3) + S_2C_3(S_4 - a_5S_5)
\end{aligned} \tag{5}$$

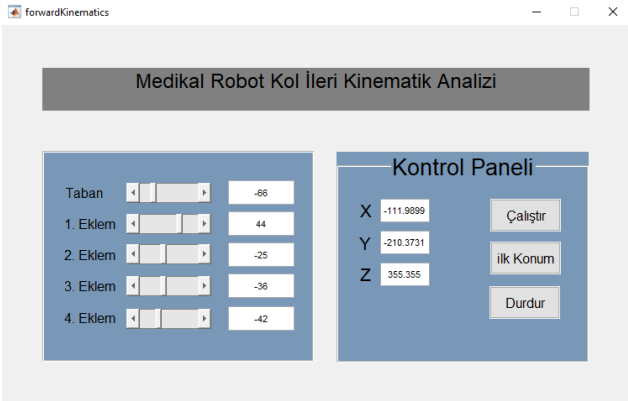
Araç kutusu ve model

Çalışma kapsamında oluşturulan kullanıcı grafik ara-yüzü (şekil 3) ile robot kol simülasyonu kontrol edildi. Ara-yüz modülü ile robot kolun ileri kinematik analizi ve de simülasyonu (şekil 4) gösterilmektedir. Modül MATLAB yazılımındaki veritabanını kullanarak mekanik yapının simülasyonunu gerçekleştirilir. Simülasyon için kullanılan Simmechanics Simulink'e bağlanarak veritabanında bulunan sürücü ve sensör modülleri etkili bir şekilde kullanılmasına yardımcı olur [11, 12]. Şekil 2'de gösterildiği gibi model sistem tasarlanmış GUI tarafından kontrol edilen sistem simüle edildi. Şekil 3'te aktif eklem bulunmaktadır. Robot kolun 3 ve 4'üncü eklemleri twisting joint modeli ile birbirine bağlıdır. Hazırlanan GUI ile aşağıdaki fonksiyonlar dahil edildi;

- ✓ Simülasyon sürecini kontrol etmek
- ✓ Eklem açısı bilgilerinin iletilmesi ve gözden geçirilmesi
- ✓ Manipülatörün poz bilgilerinin elde edilmesi
- ✓ Şekilde açık kaynak medikal robotun resmi gösterilmektedir.



Şekil 3. 5 serbestlik dereceli (DoF) robot kol



Şekil 4. Robot kol kontrol paneliSonuç

Bu makalede medikal yardımcı 5 DoF serbestlik derecesine sahip, açık kaynak robot kol örneği 3D yazıcıdan basıldı ve ileri kinematik analizi yapıldı. robot kolun ileri kinematik analizinin MATLAB yazılımı ile simülasyonu hazırlandı. Simülasyon kullanıcı ara-yüzü GUI üzerinden kontrol edildi.

Çalışma kapsamında hazırlanan robot kolun profesyonel düzeyde 5 DoF serbestlik derecesine sahip ve de açık kaynak olmasının en büyük ayrıcalığı üretim maliyetinin düşük olmasıdır. Sağlık çalışanlarının iş yükünün az da olsa giderilmesi hedeflenmektedir. Çalışmanın bir sonraki aşamasında birden fazla robotun kolun paralel çalışması ile oluşturulacak robotik sistemler ve yapay zeka tabanlı uygulamalar akıllı robotik sistemler tasarlanacaktır.

Kaynaklar

[1] Funda J., Taylor R. H. Paul R.P, "On homogeneous transforms, quaternions, and computational efficiency," IEEE Trans. Robot. Automation 6, pages 382–388, 1990.

[2] Klafter R. D., Chmielewski T.A., Negin M. "Robotic Engineering: An Integrated Approach." Prentice Hall, 1989

[3] Mittal R.K., Nagrath J., "Robotics and Control", Tata McGraw-Hill, 2005

[4] McKerrow P.J., "Introduction to Robotics." Addison-Wesley, 1991

[5] Niku S.B.. "Introduction to Robotics: Analysis, Systems," Applications. Prentice Hall, 2001

[6] Denavit J. Hartenberg R.S., "A kinematic Notation for Lower- Pair Mechanism Based on Matrices." ASME Journal of Applied Mechanics, 215-221, 1955

[7] https://github.com/BCN3D/BCN3D-Moveo

[8] Kuo SR, Yang YB "A rigid-body-qualified plate theory for the nonlinear analysis of structures involving torsional actions." Eng Struct 47:2–15, 2013

[9] Wu Y, Cheng LH, Fan GF et al "Inverse kinematics solution and optimization of 6-DOF handling robot." Appl Mech Mater 635–637:1355–1359, 2014

[10] Xiao WL, Henning S, Torsten L et al "Closed-form inverse kinematics of 6R milling robot with singularity avoidance." Prod Eng Devel 5:103–110, 2011

[11] Fatehi MH, Vali AR, Eghtesad M et al "Modeling and control of 3-PRS parallel robot and simulation based on SimMechanics in MATLAB." In: 2nd international conference on control, instrumentation and automation, Shiraz, December 2011

[12] Dean-Leon E, Nair S, Knoll "A User friendly MATLABToolbox for symbolic robot dynamic modeling used for control design." In: Proceedings of the IEEE international conference on robotics and biomimetics, Guangzhou, December 2012

2.45 GHz Şerit Hat Hairpin Filtre Tasarımı

Bilge ŞENEL[1]

[1]*Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği, Isparta, Türkiye*

Özet

Mikrodalga devreleri çok sayıda bileşen ve parçadan meydana gelmektedir. Bu bileşen ve parçaların her birinin ayrı ayrı görevleri vardır. Bu bileşenlerin istenen frekans tepkisini vermesi çoğunlukla zor ve maliyetlidir. İstenen frekans tepkisi filtreler yardımıyla elde edilebilir. Filtreler düşük maliyetlerle istenen frekans tepkisini elde etmek için kullanılırlar. Yani filtrelerden, tanımlanan belirli frekans değerlerindeki (geçirme bandı) sinyalleri minimum zayıflatma ile geçirmesi istenir. Buna karşılık geçirme bandı dışındaki tüm frekans değerlerinde maksimum zayıflatma ile sinyal geçişine izin vermemesi beklenir. Bu özelliklerinden dolayı, filtreler istisnasız her mikrodalga alt sisteminde yer alırlar. Bu sebeple mikrodalga sistemler için filtreler popüler ve kritik elemanlardır. Birçok filtre çeşidi bulunmaktadır. Filtreler dağılmış veya toplu elemanlarla veya ikisinin kombinasyonu ile elde edilebilir. Dağılmış parametreli filtreler mikroşerit ve şerit hatlı olarak ikiye ayrılır. Hairpin hatlı filtreler dağılmış parametreli formda tasarlanan filtre çeşitlerinden bir tanesidir. Hairpin hatlı filtreler kompakt yapılardır. Boyutları oldukça küçüktür. Şerit-mikroşerit formlarda tasarlandıkları için üretimleri kolaydır. Hairpin filtreler paralel kuplajlı yarım dalga boylu rezonatör filtrelerinin U şeklinde katlanmasıyla elde edilir. Filtrelerin performans incelemesi; ekleme kaybı, giriş yansıma katsayısı, bant genişliği, geçiş bandı düzlüğü, durdurma bandı eğimi ve seçicilik gibi parametreler ile yapılır. Bu çalışmada 2.45GHz frekansında 100MHz bant genişlikli hairpin hatlı filtre tasarımı yapılmıştır. Filtre şerit hat (stripline) teknolojisi kullanılarak tasarlanmıştır. Tasarımda 4.3 bağıl dielektrik (ε_r) katsayılı FR-4 epoksi cam elyaf malzeme kullanılmıştır. Filtre Keysight PathWave Advanced Design System simülatöründe tasarlanmıştır. Tasarım simülatördeki Pasif Devre Tasarım Rehberi yardımıyla yapılmıştır. Tasarlanan filtre 100MHz bant genişliği içinde -10dB'den daha düşük giriş yansıma katsayısına (S_{11}) ve -3dB'den daha yüksek ekleme kaybına (S_{21}) sahiptir. 2.45GHz merkez frekansında ise giriş yansıma katsayısı -40dB ve ekleme kaybı 0.000382'dir. Geçiş bandı düzlüğü yaklaşık 0dB'dir. Tasarlanan filtrenin durdurma bandı eğimi kabul edilebilir düzeylerdedir. Devre 32mmX9mm boyutlarındadır. Çalışmada tasarlanan hairpin filtrenin, literatürde incelenen diğer hairpin filtre yapılarından daha iyi ekleme kaybı ve geçiş bandı düzlüğü performansına sahip olduğu gözlenmiştir. İlerleyen çalışmalarda, filtrenin durdurma bandı zayıflatma karakteristiğinin iyileştirilmesi yapıldıktan sonra, filtrenin baskı devre formunda üretimi yapılacaktır.

Anahtar Kelimeler: *2.45GHz, Hairpin, Şerit hat, Ekleme kaybı, Bant genişliği*

2.45 GHz Stripline Hairpin Filter Design

Abstract

Microwave circuits consist of many components and parts. Each of these components and parts has separate tasks. It is often difficult and costly for these components to deliver the desired frequency response. The desired frequency response can be achieved with the help of filters. Filters are used to achieve the desired frequency response at low costs. Namely, it is desired to pass the signals at certain, defined frequencies (pass band) with minimum attenuation. On the other hand, it is expected that it does not allow signal transmission with maximum attenuation at all frequencies except the pass band. filters are included in every microwave subsystem without exception. Because of these features, filters for microwave systems are popular and critical elements. There are many types of filters. Filters can be obtained with lumped or distributed elements or a combination of the two. Distributed filters are divided into two as microstrip and strip line. Hairpin line filters are one of the filter types designed in distributed form. Hairpin line filters are compact structures. Dimensions of the hairpin filters are small. They are easy to manufacture as they are designed in strip-microstrip form. Harpin filters are obtained by folding U-shape of half-wave resonator filters with parallel coupling. The performance analysis of the filters is performed with parameters such as insertion loss, input reflection coefficient, bandwidth, passband flatness, stop band rejection, selectivity. In this study, a 100MHz bandwidth hairpin line filter design at 2.45GHz frequency

* Corresponding author e-mail : bilgeturkel@sdu.edu.tr

was performed. The filter is designed using stripline technology. In the design, FR-4 epoxy glass fiber material with 4.3 relative dielectric coefficient (εr) was used. The filter is designed in Keysight PathWave Advanced Design System. The design is completed with the help of the Passive Circuit Design Guide in the simulator. It has a filter coupled line transformer input. The filter is designed according to the Butterworth maximum flatness principle. The filter has an input reflection coefficient (S11) less than -10dB within the 100MHz bandwidth and insertion loss (S21) values higher than -3dB. At 2.45GHz center frequency, it has input reflection coefficient of -40dB and it has insertion loss approximately 0dB. Pass band flatness is about to 0dB. The stop band slope of the designed filter is at acceptable levels. The circuit is 32mmX9mm dimensions. It has been observed that the hairpin filter designed in the study has better insertion loss and pass band flatness performance than other hairpin filter structures examined in the literature. In the future studies, after the improvement of the filter's stop band attenuation characteristic, the filter will be produced in printed circuit form.

Keywords: 2.45GHz, Hairpin, Stripline, Insertion loss, Bandwidth

Giriş

Filtreler, Radyo Frekansı (RF) veya mikrodalga sistemlerde, sistemin frekans tepkisi kontrolünü sağlamak için kullanılan iki portlu devrelerdir. Filtrelerden geçirme bandı içindeki frekanslarda maksimum iletim sağlaması, durdurma bandı içindeki frekanslarda ise maksimum zayıflatma sağlaması beklenir. Filtrelerin tipik frekans tepkileri alçak geçirme, yüksek geçirme, bant geçirme, bant durdurma karakteristiklerini içermektedir. Bu çalışmada Bant Geçiren Filtre (BGF) karakteristiği tercih edilmiştir. Filtre uygulamaları, hemen hemen her tür RF veya mikrodalga iletişim sistemlerinde, radar sistemlerinde veya test ve ölçüm sistemlerinde bulunur. Filtre teorisi ve pratik uygulamaları tarihçesi 1950'li yıllardan öncesine dayanmaktadır. Filtre tasarımında görüntü parametre yöntemi 1930'lu yılların sonunda geliştirilmiştir, bu yöntem radyo ve telefonlardaki düşük frekanslı filtreler için kullanışlıdır. Günümüzde çoğu mikrodalga filtre tasarımı, ekleme kaybı yöntemine dayanan gelişmiş bilgisayar destekli tasarım paketleri ile yapılmaktadır [1]. Bu çalışmada da gelişmiş bilgisayar destekli tasarım paketlerinden birisi olan Keysight PathWave Advanced Design System (ADS) kullanılmıştır. Dağılmış elemanlarla devre sentezinde devam eden çalışmalar, düşük sıcaklıklı süper iletkenlerin ve diğer yeni malzeme yapılarının kullanımı, filtre devrelerine aktif cihazların dâhil edilmesi nedeniyle mikrodalga filtre tasarımı güncel bir araştırma alanı olmaya devam etmektedir [1].

Kablosuz Yerel Alan Ağı, WiFi, ve Bluetooth gibi haberleşme sistemlerinde, sistem performansını artırmak ve üretim maliyetini azaltmak için yüksek performanslı ve küçük boyutlu BGF'ler gereklidir. Birçok haberleşme teknolojisinde yaygın kullanımı ve çoğu uygulama için lisansız bir frekans olması sebebiyle çalışma frekansı olarak 2.45GHz tercih edilmiştir. Literatürde, 2.45GHz [2]–[5] haricinde farklı RF uygulamalar için kullanılan, farklı radyo frekanslı filtre tasarımları mevcuttur [6]–[8]

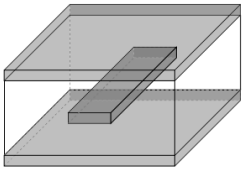
Şerit/Mikroşerit filtre yapıları düşük maliyetli ve kolay üretilebilir olmaları sebebiyle RF uygulamaları için öncelikli tercih sebebi olmuştur. Şerit/mikroşerit filtre kategorisinin alt başlığında yer alan, paralel kuplajlı şerit/mikroşerit filtreler yıllardır mikrodalga ve kablosuz iletişim sistemlerinin RF ön uç modüllerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak büyük boyutları sebebiyle, küçük devre boyutlarının önemli olduğu sistemler için uyumsuzdur. Paralel kuplajlı filtreler uzun yapılıdır ve uzunlukları filtrenin derecesi yükseldikçe daha da artmaktadır [9]. Bu sorunun üstesinden gelebilmek için kompakt filtre yapıları gereklidir. Hairpin hatlı paralel kuplajlı filtreler kompakt yapılıdır ve devre boyutlarının küçük olması gereken sistemlerde kullanımı uygundur. Bu nedenle, bu çalışmada tasarlanan BGF filtre için paralel kuplajlı hairpin hat yapısı tercih edilmiştir. Hairpin filtreler paralel kuplajlı yarım dalga boylu rezonatör filtrelerinin U-şeklinde katlanmasıyla elde edilir[10]. Hairpin filtreler mikroşerit yapıda tasarlanabildiği gibi şerit yapıda da tasarlanabilirler. Mikroşerit tasarımlar haricinde, literatürde şerit yapılar ile tasarlanmış farklı formlarda kuplajlı hatlı filtre tasarımları da mevcuttur[11]–[13]. Çalışma, birinci bölüm giriş, ikinci bölüm materyal ve metot, üçüncü bölüm deneysel sonuçlar, dördüncü bölüm sonuç olacak şekilde organize edilmiştir. Giriş bölümünde filtreler, filtre türleri hakkında kısaca bilgi verilmiş, çalışmada tercih edilen frekans ve filtre formlarının seçilme sebepleri anlatılmıştır. İkinci bölüm olan Materyal ve Metot bölümünde ise, çalışmada tasarlanan filtrenin türü ve yapısal formu hakkında detaylı bilgi verilmiş, çalışmada kullanılan simülasyon programı, taban malzemesi gibi materyaller tanıtılmıştır. Ayrıca temel bir filtrenin performans parametrelerinden de kısaca bahsedilmiştir. Deneysel sonuçlar bölümünde,

filtrenin performans parametrelerinden oluşan simülasyon sonuçlarına, sonuçların yorumlarına ve literatür karşılaştırmasına yer verilmiştir. Sonuç bölümünde ise, tasarım genel olarak özetlenmiş, gelecekteki çalışmalar anlatılmıştır.

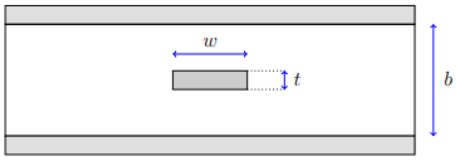
Materyal ve Metot

Çalışmada 2.45GHz frekansında 100MHz bant genişlikli hairpin hatlı BGF tasarımı yapılmıştır. Filtre şerit hat (stripline) teknolojisi kullanılarak tasarlanmıştır. Tasarımda 4.3 bağıl dielektrik (εr) katsayılı FR-4 epoksi cam elyaf malzeme kullanılmıştır. Filtre Keysight PathWave Advanced Design System simülatöründe tasarlanmıştır. Tasarım simülatördeki Pasif Devre Tasarım Rehberi yardımıyla tamamlanmıştır. Filtre, kuplajlı hat dönüştürücülü girişe sahiptir ve Butterworth maksimum düzlük prensibine göre tasarlanmıştır.

Filtreler düşük maliyetlerle istenen frekans tepkesini elde etmek için kullanılırlar. Filtreler frekans tepkisi karakteristiklerine göre alçak geçiren, yüksek geçiren, bant geçiren ve bant durduran yapılarda tasarlanırlar. Bu çalışmada, belirlenen bir alt kesim frekansı ve üst kesim frekansı arasında kalan frekansların geçişine izin veren BGF karakteristiği tercih edilmiştir. Çalışılmak istenen frekans tepkisi birçok farklı filtre formu ile elde edilebilir. Butterworth, Chebyshev ve Bessel en yaygın kullanılan yapılardır [14]. Ayrıca filtrelerde, bu karakteristikler L (bobin), C (kondansatör) veya mikroşerit yapıların birbirinin aynı olan tekrarları ile elde edilir. Birbirinin tekrarı olan bu yapıların sayısı filtrenin derecesini verir. Bu çalışmadaki filtre, Butterworth maksimum düzlük prensibine göre, filtre derecesi 2 olacak şekilde tasarlanmıştır. Butterworth, Chebyshev ve Bessel filtrelerinin, filtre frekans-zayıflatma (filtre zayıflatması ekleme kaybı olarak da bilinir) grafikleri, Bant Genişliği (BG), Kesirsel Bant Genişliği (KBG), geçiş bandı dalgalanması-düzlüğü, ekleme kaybı, durdurma bandı eğimi, durdurma bandı zayıflatması, kalite faktörü parametreler açısından farklılık gösterir [14]. Filtreler dağılmış veya toplu elemanlarla veya ikisinin kombinasyonu ile elde edilebilir. Filtrenin kullanılacağı uygulamaya göre en iyi filtre karakteristiğini verecek olan yapı tasarımcı tarafından belirlenir. Filtre karakteristiğine göre çalışılacak olan filtre türü belirlendikten sonra, tasarımda kondansatör ve bobinden oluşan toplu parametreleri elemanlar mı yoksa şerit-mikroşerit yapılardan oluşan dağılmış elemanlar mı kullanılacağına karar verilir. Çalışmada dağılmış parametreli elemanlar grubuna giren şerit-hat yaklaşımı tercih edilmiştir. Mikroşerit hat yapısına göre bazı üstünlüklerinden dolayı, literatürde şerit hat yaklaşımı kullanılarak tasarlanmış birçok çalışma mevcuttur [11]–[13]. Şerit hat, sinyal izinin üst ve alt toprak düzlemleri arasında sıkıştırıldığı bir baskı devre iletim hattı formudur. Şekil 1'de şerit hat üç boyutlu formu ve Şekil 2'de ise şerit hat enine kesit formu gösterilmiştir.



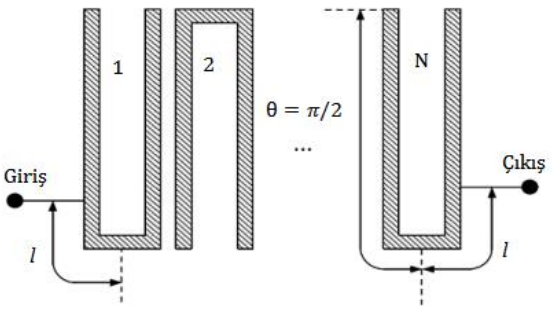
Şekil 1. Şerit-hat üç boyutlu gösterimi [15]



Şekil 2 Şerit hat enine kesit gösterimi [15]

Şerit-hat düzenlemesinin birçok avantajı vardır, bunların en önemlisi elektromanyetik radyasyonun tamamen homojen bir dielektrik içine kapatılmasıdır. Böylece dielektrik malzemeden dışa emisyon en aza indirilmiş olur. Aynı zamanda bu yapı ile dielektrik malzemeye gelen sahte sinyallere karşı doğal koruma sağlanmış olur. Ayrıca, şerit yapılarda, iki "toprak" düzlemi AC toprakları temsil eder. Ancak toprak düzleminin farklı DC potansiyellerde olabileceği ve DC gücün, bu iki toprak düzlem vasıtasıyla uygun bir şekilde dağıtılabileceğini belirtmek gerekir. Bir şerit hatta yayılan tüm elektromanyetik enerji, üst ve alt toprak düzlemleri arasında tutulur ve bu nedenle mikroşerit hatlardan farklı olarak homojen bir dielektrik içinde yayılır[15].

RF ve mikrodalga uygulamalarında yaygın olarak kullanılan şerit/mikroşerit teknolojisi ile tasarlanan birçok geleneksel BGF yapısı vardır. Bunlar, kademeli empedans filtreleri, açık devre saplama filtreleri, hibrid elemanlı filtreler, paralel kuplajlı yarım dalga rezonatör filtreleri, hairpin filtreler, interdijital filtreler, tarak yapılı filtreler, sözde tarak yapılı filtreler, saplama hatlı filtreler mikroşerit formda tasarlanan filtrelerdir [10]. Her bir filtre türünün, üretim şekli, devre boyutu bakımından avantaj ve dezavantajları vardır. Tasarımcı filtrenin kullanılacağı yere göre optimum türü seçmelidir. Bu çalışmada, kompakt yapısı sebebiyle hairpin hatlı filtre türü tercih edilmiştir. Hairpin hatlı filtrelerin boyutları oldukça küçüktür. Harpin filtreler paralel kuplajlı yarım dalga boylu rezonatör filtrelerinin U-şeklinde katlanmasıyla elde edilir[10]. Genel bir hairpin filtre yapısı Şekil 3'te gösterilmiştir.

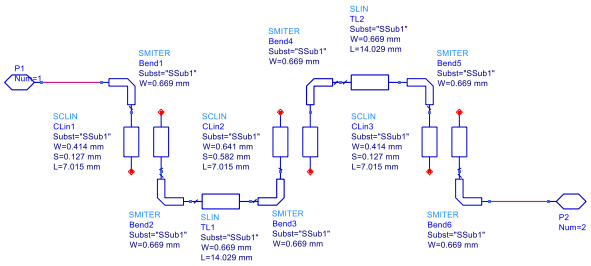


Şekil 3. Genel bir hairpin filtre yapısı [6]

Hairpin hatlı filtreler için paralel kuplajlı yarım dalga boyu rezonatör filtreleri ile aynı tasarım denklemleri kullanılabilir. Rezonatörler katlanırken, rezonatörler arasındaki kuplajı azaltan, kuplajlı hat uzunluğu azalmasını hesaba katmak gerekir. Eğer her bir hairpin rezonatörünün iki kolu birbirine çok yakınsa, bir çift paralel kuplajlı hat gibi davranır[10].

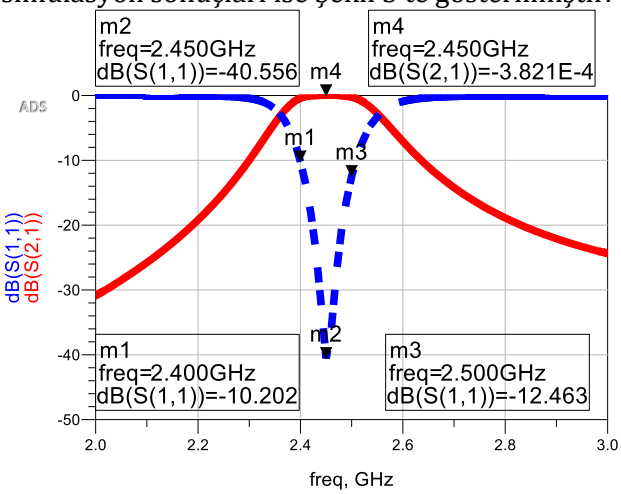
Deneysel Sonuçlar

2.45GHz frekansında şerit yapıda, Butterworth maksimum düzlük prensibine göre 2. Dereceden tasarlanmış filtrenin ADS modeli Şekil 4'teki gibidir.



Şekil 4. Tasarlanan filtrenin ADS modeli

Şekil 4'teki ADS şematiğinde gösterilen SSub1 şerit hat dielektrik malzemeyi yani FR-4'ü temsil etmektedir. Tasarlanan filtre 32mmX9mm boyutlarındadır. Tasarlanan filtrenin S-parametre simülasyon sonuçları ise Şekil 5'te gösterilmiştir.



Şekil 5. Filtrenin S_{11} ve S_{22} grafikleri

Şekil 5'teki simülasyon sonuçları ve filtrenin diğer performans parametreleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Hairpin Filtrenin Performans parametreleri

Performans Parametresi	Değeri
f_c	2.45GHz
BG (@10dB S_{11}&3dB S_{22})	100MHZ
S_{21}@ f_c	0.000382dB
S_{11}@ f_c	-40dB
Kesirsel BG	%4.16
Filtre derecesi	2
Filtre Türü	Butterworth

Şekil 5'teki ve Çizelge 1'deki simülasyon sonuçlarına göre 2.45 merkez frekansında, filtrenin ekleme kaybı 0.000384dB, filtre giriş yansıma katsayısı ise -40dB'dir. Filtrenin -10dB BG değeri 100MHz'dir. Aynı şekilde, ekleme kaybı -3dB BG değeri, -10dB BG ile aynı olup 100MHz'dir. Filtrenin geçiş bandı içerisindeki maksimum ekleme kaybı değeri 3dB'dir. Filtrenin durdurma bandı zayıflatması kabul edilebilir değerlerdedir. Geçiş bandının her ikisinin %15 uzağındaki frekanslarda -20dB'den daha düşük zayıflatmaya sahiptir. Yani tasarımı yapılan filtrenin durdurma bandı zayıflatması -20dB'den daha düşüktür.

Literatürdeki bazı çalışmalar ile çalışmada tasarımı yapılmış filtrenin performans parametreleri karşılaştırması ise Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Literatür karşılaştırması çizelgesi

Çalışma	f_c (MHZ)	BG (MHz)	KBG %	S_{21} (dB)	S_{11} (dB)	Uygulama
[2]	2400	500	20.8	0.4	27	WiMAX
[3]	2400	600	25	3	20	ISM
[4]	2450	400	16.7	2.1	18	-
[5]	2400	100	5	1.2	10	LAN
[6]	3000	200	6.66	3	20	Radar
[8]	13100	1100	8.9	3.8	13	Uydu
Bu çalışma	2450	100	4.16	~0	40	-

Çizelge 2'ye göre çalışmada tasarımı yapılmış filtre ile literatürdeki benzer diğer çalışmalar karşılaştırıldığında, bu çalışmada tasarlanan filtrenin karşılaştırılan diğer çalışmalara göre daha iyi ekleme kaybı ve giriş yansıma katsayısı performansına sahip olduğu görülmüştür. Aynı zamanda bu çalışmada tasarlanan filtre, literatürde incelenen diğer çalışmalara göre daha iyi geçiş bandı düzlüğüne sahiptir.

Sonuç

Çalışmada, 100MHz bant genişlikli 2.45GHz frekans uygulamaları için şerit hat hairpin BGF filtre tasarımı yapılmıştır. Filtre Keysight PathWave Advanced Design System simülatöründe tasarlanmıştır. Tasarım simülatördeki Pasif Devre Tasarım Rehberi yardımıyla tamamlanmıştır. Tasarımda yarıiletken malzeme olarak 4.3 ε_r'ye sahip FR-4 malzeme kullanılmıştır. Filtre 32mmX9mm Filtrenin KBG'si

%4.16'dır. Filtre kuplajlı hat dönüştürücülü yapıdadır. Butterworth maksimum düzlük prensibi baz alınarak tasarlanmıştır. 2.45GHz merkez frekansındaki ekleme kaybı yaklaşık 0dB, giriş geri dönüş kaybı ise -40dB'dir. Filtrenin S_{11} -10dB ve S_{21} -3dB BG'si 100MHz'dir. Çalışmada tasarlanan hairpin filtre, literatürde incelenen, aynı frekans değerinde tasarlanmış diğer hairpin filtre yapılarından daha iyi ekleme kaybı ve geçiş bandı düzlüğü performansına sahiptir. İlerleyen çalışmalarda filtrenin baskı devre üretimi yapılacaktır. Aynı zamanda baskı devreye geçilmeden önce durdurma bandı karakteristiğinin iyileştirilmesi yapılacaktır. Durdurma bandı eğimi azaltılmaya çalışılacaktır.

Kaynaklar

[1] D. M Pozar, Microwave Engineering, 3rd Edition. 2004.

[2] K. Sandhyarani, "A Novel Hair Pin Line Band Pass Filter design for WIMAX applications," vol. 3, no. 4, pp. 457–460, 2014.

[3] S. R. Gunjal, R. S. Pawase, R. P. Labade, and A. Professor, "Design and Analysis of Microstrip Hairpin Bandpass Filter for ISM Band," Int. J. Adv. Res. Electr. Electron. Instrum. Eng. (An ISO, vol. 3297, pp. 5529–5532, 2007, doi: 10.15662/IJAREEIE.20156.0506131.

[4] S. Mora, Y. Alonso, N. Vargas, J. Vera, and J. Avendano, "Design of a bandpass filter using microstrip Hairpin resonators," 2017 Chil. Conf. Electr. Electron. Eng. Inf. Commun. Technol. CHILECON 2017 - Proc., vol. 2017-Janua, pp. 1–5, 2017, doi: 10.1109/CHILECON.2017.8229581.

[5] S. Surwase, S. Suchita, V. Prajakta, and M. Revati, "Design and simulation of compact Hairpin Bandpass filter," Int. J. Latest Eng. Res. Appl. ISSN 2455-7137, vol. 02, no. 06, pp. 37–42, 2017.

[6] N. Ismail, T. Surya Gunawan, S. Kartika S, T. Praludi, and E. A.Z. Hamidi, "Design of microstrip hairpin bandpass filter for 2.9 GHz – 3.1 GHz s-band radar with defected ground structure," Malaysian J. Fundam. Appl. Sci., vol. 14, no. 4, pp. 448–455, Jan. 2019, doi: 10.11113/mjfas.v14n4.1073.

[7] R. N. Baral and P. K. Singhal, "Design of microstrip band pass fractal filter for suppression of spurious band," Radioengineering, vol. 17, no. 4, pp. 34–38, 2008.

[8] R. Lahiri and H. M.V., "Design considerations for realization of Ku - band hairpin micro-strip band pass filter with high rejections at stop band," in 2019 TEQIP III Sponsored International Conference on Microwave Integrated Circuits, Photonics and Wireless Networks (IMICPW), 2019, pp. 245–249.

[9] K. Uddin, I. Azad, and A. H. Bhuiyan, "Design and Performance Analysis of 2 . 45 GHz Microwave Multilayer Interdigital Band Pass Filter," vol. 4, no. 11, pp. 904–914, 2013.

[10] J.-S. G. Hong and M. J. Lancaster, Microstrip filters for RF/microwave applications, vol. 167. John Wiley & Sons, 2004.

[11] Nan He, Jianhua Ji, and Yuanchun Fei, "A compact millimeter-wave stripline diplexer with two modified hairpin filters," in 2010 Asia-Pacific International Symposium on Electromagnetic Compatibility, 2010, pp. 1370–1373.

[12] Y. Zhu, K. Song, M. Fan, S. Guo, Y. Zhou, and Y. Fan, "Wideband Balanced Bandpass Filter With Common-Mode Noise Absorption Using Double-Sided Parallel-Strip Line," IEEE Microw. Wirel. Components Lett., vol. 30, no. 4, pp. 359–362, 2020.

[13] O. V Arinin, G. M. Aristarkhov, and M. P. Ivichev, "Stripline Microwave Filters with Increased Frequency Selectivity Based on Counter-Comb Structures," in 2019 Systems of Signals Generating and Processing in the Field of on Board Communications, 2019, pp. 1–4.

[14] C. Bowick, RF circuit design. Elsevier, 2011.

[15] C. Poole and I. Darwazeh, Microwave Actice Circuit Analysis and Design. Elsevier, 2016.

A New Approach of Li-ion Battery Thermal Management System for Electric Vehicles

Anand J. Patel [1], Raj M. Dadhaniya [1], Gulenay A. Kilic [2], Ramesh Guduru[1]

[1]*Dept.of Mechanical Engineering, Pandit Deendayal Petroleum University, Gandinagar, INDIA*
[2]*Dept.of Electric and Energy, University of Yalova, TURKEY*

Abstract

Battery Thermal Management (BTM) is necessary to ensure the minimum temperature rise and desirable operating temperature range (15 – 35^{0}C) in order to have high efficiency and long lifetime for Li-ion batteries used as a power source in Electric Drive Vehicles (EDVs). Out of the desirable temperature range, poor performance like low energy supply, short life span and safety issues may constrain. General issues arise due to heating of batteries. Therefore, choosing appropriate cooling techniques and designing proper cooling system in must. There are few methods like air cooling, direct liquid cooling, indirect liquid cooling and fin cooling. The existing electric vehicles (EVs) cooling systems has been reviewed. Also compared above mentioned cooling systems and summarized advantages and disadvantages of each one while in application. Weather condition plays a vital role in selection of BTMS. Considering Indian hot weather, it becomes a challenge to build a suitable BTMS. In conclusion, temperature rises and reaches to its maximum value of 312 K of phase change materials (PCM). This study proposed one system using passive cooling system integrated with PCMs and low boiling heat transfer fluid (HTF).

Keywords: *Battery Thermal Management*, *Electric Drive Vehicles*, *Indirect Cooling System*, *Phase Change Materials*, *Low Boiling Heat Transfer Fluid*.

Introduction

The rise of renewable power generation in the current energy market has created an immense potential for different forms of energy storage. At the forefront of these storage technologies are the lithium batteries as they are lightweight with high energy density. The characteristics of Lithium batteries have made them attractive both for stationary and automotive applications. However, despite their promising future, there are major hindrances with regards to a battery system e.g. safety concerns, cost, limited calendar life, and temperature related issues. Temperature has a large effect on the safety, lifetime and performance of Li-ion btteries. The optimum operating range for these batteries is 15-35° C, otherwise the performance and lifespan will be reduced and furthermore hazardous incidents such as thermal runaway might occur. İn addition, temperature difference among cells and modules in a battery pack must be controlled, else it will impact the operation and aging of the battery.

Y. Deng et al. (2015)[1], mentioned classification of liquid cooling system, the difference between active and passive cooling, internal and external cooling, direct and indirect cooling are introduced. Different types of design of battery pack like, in series, parallel and series-parallel configurations are mentioned and pros and cons are stated. S. Zhang et al.(2014)[2] introduced hydrogel, used for cooling purpose. Results are positive under direct cooling system. Comparison of cooling at different discharge rate was also studied. R. Zhao et al.(2015)[3], work on fin cooling system and analyse its usability in real life situation. Using this type of cooling setup uniformity of temperature can be maintained across the entire battery pack. T. M. Bandhauer and S. Garimella et al. (2013)[4] in their study, internal cooling is mentioned with combination of passive cooling system which is comparatively less viable than other cooling system. Mohammadian et al. (2015)[5], compare internal and external cooling methods by using electrolyte and water respectively for 5Ah prismatic battery cell pack. In conclusion internal cooling provide better cooling effect and very less thermal gradient across the battery pack. Chen et al., 2016[6], discussed in his study about four different cooling system and it concluded that İndirect liquid cooling has the highest maximum temperature difference point because of the longest coolant channel. An effective battery thermal management system is necessary to dissipate the heat generated inside the batteries. Moreover, in low-temperature scenarios, heating is required to ensure the best performance. This project aims to analyse and compare the different existing cooling system used for BTMS and proposed the efficient *BTMS* design. Thus, an effective battery thermal management

* Corresponding author e-mail : anandjpv@gmail.com

system is necessary to dissipate the heat generated inside the batteries.

By reviewing existing BTMS, limitations have been seen such as non-uniform cooling of battery pack, low life cycle of batteries due to degradation of batteries, overheating of pack in hot condition, thermal runaway of batteries in failure of cooling system. In existing EVs, fluid pump, fan, compressor and likewise other electric appliance are used as a part of cooling system. These appliances use significant parasitic power consumption from battery pack. EVs with this type of active cooling system utilize less energy from battery pack to run the electric motor of the vehicle.

An effective battery thermal management system is necessary to dissipate the heat generated inside the batteries. In this report a unique design of radiator is introduced. A new approach of passive cooling system is analyse and further 3D modelling and ANSYS simulation has been done to validate the design.

Material and method

In this study passive cooling system has been investigated to minimize the parasitic power in EVs. Low boiling point HTF and PCM are used in this analysis to investigate the convenience of this new approach.

Phase change material and heat transfer fluid

A new approach has been investigated by using stored PCM in radiator. HTF with very low boiling point is circulated around battery pack. HTF absorbs the heat from battery pack and becomes a vapor. Further, vapor is flowed towards radiator and circulated around PCM matrix, releasing its heat and temperature goes down. Commercial PCM and low boiling point HTF are used for heat transfer medium. More than one medium is used to achieve higher temperature range between temperature at outlet from battery packs and temperature at outlet of radiator. İn this study, temperature range of solid/liquid of PCM, ΔT=4°C and ambient temperature range is assumed from 26°C to 30°C in numerical analysis.

Simulation Model

3D model

To design a radiator for EVs, standard design of automobile radiator has been reviewed. In this study downward flow type radiator is design and investigated to take advantage of gravitational force. To get higher surface contact area for better thermal heat transfer two sections are used. As shown in Figure 1., zig-zag path is used to utilize maximum possible surface area of radiator, it is also beneficial for higher amount of heat transfer.

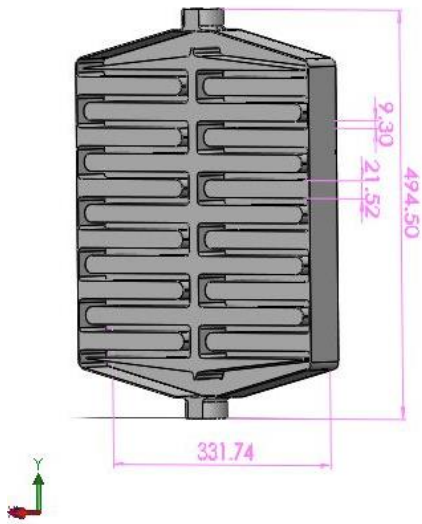


Figure 1. Cross section of 3D radiator model

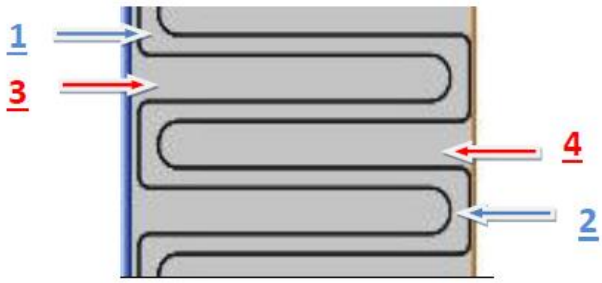


Figure 2. Enlarge view of cross section.

As describe in Figure 2. at 1-2 there is Heat transfer fluid (HTF) and at 3-4 PCM. HTF which is coming from heat exchanger enter from top of the radiator. The PCM which is at location 3-4 are stored within radiator body, it is not allowed to flow like HTF. Incoming HTF is cooled by this stored PCM in radiator. Further-more, while car is moving, PCM release its stored heat by ramming effect. Forced convection can also be applied by introducing a fan behind the radiator for better heat transfer, which is needed in hot atmosphere. Body of radiator is made by aluminum as it is the general case for most automobile radiator. The weight of radiator while it is in working condition is calculated 12 kg approximately. As per the design, volume of HTF, PCM and Al body inside the radiator are 0.0037375 m^3, 0.0041158 $m^3$and 0.001831 m^3 respectively.

Mesh

Simulation has been done in Ansys/Fluent 2016. During simulation, PCM is exposed with three phase: solid, semisolid and liquid, while HTF in two phase: vapor and fluid. For time dependent behavior of these materials, simulation is categorized in transient operation. By seen complexity of this simulation most important part of finite element analysis has been done in ICEM/CFD.

Mathematical Algorithms

This BTMS is design for hot weather condition. Battery pack is heated up to 90° C; 40 ° C to 45° C higher than its optimal temperature range. Lower boiling point HTF passed through this battery pack and exposed to heat which generated from batteries. Due to low boiling point, this HTF will be vaporized after absorbing the heat. This HTF vapor's temperature is little higher than its boiling point which is further cooled down in radiator. Commercial PCM is stored in radiator which has latent heat range around ΔT=4°C. Atmospheric temp is decided from 26°C to 30°C. Vehicle is considered as steady and only natural air circulation is taken into the count. For numerical analysis using finite element method, initial and boundary conditions are selected by considering above conditions.

Momentum equation

In this case, momentum equation is dynamics of the closed volume and is calculated by equation (1). While calculating the momentum equation in numerical analysis, ANSYS/Fluent software uses the enthalpy-porosity method to solve the phase change problem. The enthalpy-porosity method is considered as a porous medium partially solidified mushy zone [14]. The porosity in each cell sets equal the liquid fraction in this cell. In fully solidified regions, their porosity is equalized to zero, making the speed in these regions zero. The momentum sinks due to the reduced porosity within the mushy zone gives following form equation (1).

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho\vec{v}) = -\nabla(\rho\vec{v}\vec{v}) - \nabla P + \nabla\bar{\tau} + \rho\vec{g} + S_i \quad (1)$$

First term of equation (1) determines the change of momentum at any fixed point over time. Second term explains the flow of matter that indicates the change of the substance in a limit state in a certain volume. It shows the amount of incoming momentum. Third term, determines the pressure force acting per unit volume. Fourth term explains the viscous forces affecting per unit volume, fifth term determines the field force affecting the unit element. Sixth term determines the momentum accumulation term.

$$S_i = \frac{C(1-\beta)^2}{\beta^3+\varepsilon} A_{mush}(\vec{v} - \vec{v_p}) \quad (2)$$

$$\Delta H = \beta L \quad (3)$$

$$\beta = \begin{cases} 0 & \text{if } T < T_S \\ \frac{T-T_S}{T_l-T_S} & \text{if } T_S < T < T_l \\ 1 & \text{if } T > T_l \end{cases} \quad (4)$$

where τ is a tensor and shows dynamic viscosity. C is the porridge region constant (usually 1.0x104 - 1.0x107). Liquid volume and equation are calculated according to equation (4), ε is a small number selected to eliminate division into zero (for example 0.001), v_p is a solid velocity due to withdrawal of the solid material, A_{mush} is the constant of the mushy zone and measures the amplitude of the fall; if this value is high, it means that the speed of the material passes sharply towards zero while the material becomes solid. T_S *is a* solid state temperature [K], T_l is a liquid state temperature [K], S_i is a mushy zone [7,9,10,11,12]. Radiation is directly proportional to the fourth power of the temperature and is neglected.

Energy equation

Since the temperature is the thermal property of a closed volume and in the phase change problems, the temperature equation (1) is written separately for the solid and liquid phases, and the temperatures are matched in accordance with the energy balance of the interface. Such a formulation makes it imperative to follow the mobile interface and make the solution of the problem difficult. As an alternative approach, using the enthalpy form of the energy equation with temperature, a single energy equation can be written in both phases. Therefore, any numerical method such as finite difference or finite element method can be solved. İt can also be applied in a wide range of phase change temperatures as well as a single phase change temperature.

When the substance is in liquid and solid forms and at T temperature, the substance has a noticeable heat at the Tm^* reference temperature per unit mass of $Cp\ (T\text{-}Tm\ ^*)$. In solid-liquid form, in addition to sensible heat, it contains latent heat (L) per unit mass and takes place as $Cp\ (T\text{-}Tm\ ^*) + L$. Since the phase change in pure substances occur at a certain temperature ($T_s = T_l$), the latent heat is associated with L. Therefore, in a single melting/freezing temperature, bounce discontinuity occurs, $\partial H/\partial t$ becomes infinite and at this point makes the energy equation meaningless. There is no single melting/solidification temperature since the phase change in mixtures takes place in a wide temperature range. This relationship between $H\ (T)$ and T is obtained from the experimental and standard physical property tables [7-9] Shah, 1979;

Ansys Fluent Theory Guide. It is represented by the energy equation (5).

$$\frac{\partial}{\partial t}\left\{\rho(u+\frac{v^2}{2})\right\}+\nabla\left\{\rho\vec{v}(u+\frac{v^2}{2})\right\} = -\nabla\vec{q}+\nabla\bar{\bar{\tau}}\vec{v}-\nabla(P\vec{v})+\rho\vec{g}\vec{v} \quad (5)$$

First term of equation (5) determines the energy expression accumulated in unit volume per unit time. Second term illustrates the amount of energy entering unit volume per unit time by convection. Third term demonstrates the energy quantity entering unit volume per unit time by conduction. Fourth term shows the work done by viscous forces on the unit element of the system in unit time. Fifth term describes the work done by the pressure forces on the unit volume of the system in unit time. Sixth term shows the work done by the gravitational force on the unit volume of the system in unit time [13].

In the phase equation problems, using the enthalpy-porosity method in the energy equation, the mushy interface is not clearly followed, but instead. the size, which is called the liquid fraction expressing the cell volume fraction in liquid form, is associated with each cell in the model. The liquid fraction is calculated for each iteration by establishing the enthalpy equation.

The mushy zone is modelled as the so-called 'porous' medium where the liquid fraction from 0 and 1. İn the case where the material is fully solidified in a cell, porosity becomes zero so speeds fall to zero.

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho H)+\nabla(\rho\vec{v}H)=\nabla(k\nabla T)+S \quad (6)$$

First term of equation (6) shows at any point, the temperature-related enthalpy and density change over time. Second term determines change in enthalpy affecting per unit volume with momentum. Third term describes the change of temperature affecting per unit volume according to time. Fourth term interprets the term heat source.

Results and discussion

In this study, a distinctive design of radiator is established and passive cooling system approach is examined and subsequently 3D modelling as well as ANSYS simulation has been carried out to validate the design.

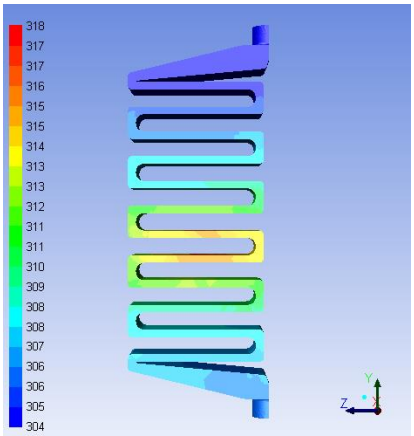


Figure 3. Static temperature distribution of HTF according to time dependent

As seen in Fig 3, HTF enters and leaves at minimum temperature of 304 K which is the lowest temperature in the contour. After entering, it gradually increases and reaches the maximum temperature of around 315 K. Later on, temperature starts decreases at the same rate when it reaches the outlet. Due to gravitational force, material having lowest density tends to accumulate at the top i.e. positive y direction and consecutively material having larger density will accumulate at the bottom.

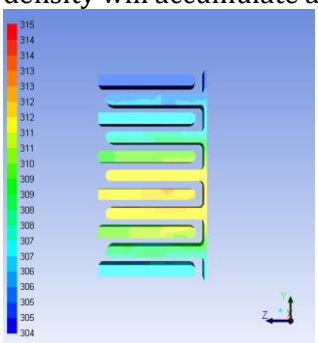


Figure 4. Static temperature distribution of PCM according to time dependent

Fig. 4 illustrates somewhat same trend as seen in fig. 3. Lowest temperature was noted at the inlet PCM that is 306 K. Afterwards, temperature rises and reaches to its maximum value of 312 K at seventh layer of PCM. Subsequently, it starts decreasing and by the time it reaches its outlet, temperature reaches to 307 K.

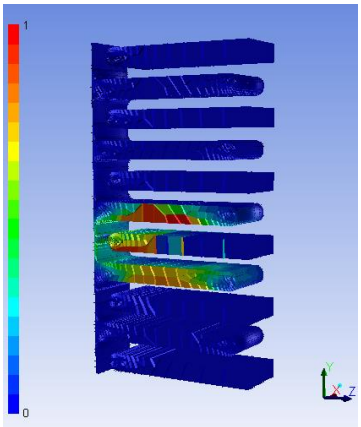


Figure 5. Solidification/Melting of PCM matrix

In fig. 5, solidification as well as melting process of PCM can be seen. Contour scale varies from 0 to 1, where 0 represents the solid phases and 1 represents the liquid. Whenever the scale reaches to 0, solid phase dominates the mushy and consecutively reaching to 1, liquid phase dominates the mushy.

Conclusion

An effective battery thermal management system is necessary to dissipate the heat generated inside the batteries. In this report a unique design of radiator is introduced. A new approach of passive cooling system is analyse and further 3D modelling and ANSYS simulation has been done to validate the design. HTF enters and leaves at minimum temperature of 304 K which is the lowest temperature in the contour. After entering, it gradually increases and reaches the maximum temperature of around 315 K. Lowest temperatures was noted at the inlet PCM that is 306 K. Afterwards, temperature rises and reaches to its maximum value of 312 K at seventh layer of PCM. Subsequently, it starts decreasing and by the time it reaches its outlet, temperature reaches to 307 K. Solidification as well as melting process of PCM can be seen. Contour scale varies from 0 to 1, where 0 represents the solid phases and 1 represents the liquid. Whenever the scale reaches to 0, solid phase dominates the mushy and consecutively reaching to 1, liquid phase dominates the mushy.

In order to design passive cooling system, it should be design such a way that HTF can flow without any electric pump which can be possible by thermosiphon. By investigating concept of vaporization cooling, effective cooling of battery pack can be achieved. For the verification and validate the concept of proposed design. experimental analysis has to be done.

References

[1] Y. Deng *et al.*, "Effects of different coolants and cooling strategies on the cooling performance of the power lithium ion battery system: A review," *Appl. Therm. Eng.*, vol. 142, no. June, pp. 10–29, doi: 10.1016/j.applthermaleng.2018.06.043, 2018.

[2] S. Zhang, R. Zhao, J. Liu, and J. Gu, "İnvestigation on a hydrogel based passive thermal management system for lithium ion batteries," *Energy*, vol. 68, pp. 854–861, doi: 10.1016/j.energy.2014.03.012, 2014.

[3] R. Zhao, J. Gu, and J. Liu, "An experimental study of heat pipe thermal management system with wet cooling method for lithium ion batteries," *J. Power Sources*, vol. 273, pp. 1089–1097, doi: 10.1016/j.jpowsour.2014.10.007, 2015.

[4] T. M. Bandhauer and S. Garimella, "Passive, internal thermal management system for batteries using microscale liquid-vapor phase change," *Appl. Therm. Eng.*, vol. 61, no. 2, pp. 756–769, doi: 10.1016/j.applthermaleng.2013.08.004, 2013.

[5] S. K. Mohammadian, Y. L. He, and Y. Zhang, "İnternal cooling of a lithium-ion battery using electrolyte as coolant through microchannels embedded inside the electrodes," *J. Power Sources*, vol. 293, pp. 458–466, doi: 10.1016/j.jpowsour.2015.05.055, 2015.

[6] D. Chen, J. Jiang, G. H. Kim, C. Yang, and A. Pesaran, "Comparison of different cooling methods for lithium ion battery cells," *Appl. Therm. Eng.*, vol. 94, pp. 846–854, 2016, doi: 10.1016/j.applthermaleng.2015.10.015.

[7] M. Shur, P. R. Spalart, M. Strelets, and A. Travin, *Detached-eddy simulation of an airfoil at high angle of attack*. Woodhead Publishing Limited, 1999.

[8] N. Shamsundar and E. M. Sparrow, "Analysis of Multidimensional Conduction Phase Change Via the Enthalpy Model.," *Am. Soc. Mech. Eng.*, no. 75-HT-XX, pp. 333–340, 1975.

[9] G. A. Kilic, E. Yalcin, and A. A. Aydin, "Experimental analysis of a cold store integrated with phase change material: A case study," *Bulg. Chem. Commun.*, vol. 48, no. SpecialİssueE, pp. 195–198, 2016.

[10] Ansys Fluent 15.0 (2015), Theory Guide,Vol.8, pp.601-608.

[11] Ozişik, M.N. Heat Conduction. A Wiley İnterscience Publication John Wiley and Sons İnc., İSBN 0-471-53256-8, 392-435, 1993.

[12] G. A. Kilic, E. Yalcin, and A. A. Aydin, "Optimum operating temperature range of phase change materials used in cold storage applications." *Green Energy and Technology; Environmentally-Benign Energy Solutions. Springer,* pp.711-726, 2020.

[13] G. A. Kilic, İnvestigation Of Etude And Parameters Of İndustrial Cooling Applications. Ph.D Thesis. Balikesir University, Balikesir, Türkiye, 2018.

[14] Voller, V.R. and Swaminathan, C. R. Generalized source-based method for solidification phase change. Numerical Heat Transfer, 19(2), 175–189. 1991

Yalova Üniversitesi Merkez Yerleşkesi İçin İstatistiki Analiz

Hira Günaydın[1], Gülenay A. Kılıç[2], Ümit Ünver[3]*

[1]*Enerji Sistemleri Mühendisliği, Yalova, TURKİYE*
[2]*Elektrik ve Enerji Bölümü, Yalova MYO, Yalova Üniversitesi, Yalova, TURKiYE*
[3]*Makine Mühendisliği Bölümü, Yalova Üniversitesi, TURKİYE*

Özet

Bu çalışma kapsamında, Yalova Üniversitesi Merkez Yerleşkesi için yağmur suyu depolama sisteminin ölçeklendirilmesi için yağmur verilerinin analiz edilmesi amaçlanmıştır. Yağmur suyu depolama sistemleri aktif ve pasif sistemler olarak iki ayrı başlık altında incelenmektedir. Her iki sisteminde pozitif ve negatif yönleri olmakla beraber ekonomik açıdan değerlendirildiği zaman pasif sistemin yeşil kampüs uygulamalarına daha uygun olduğu düşünülmektedir. Pasif sistemin ilk yatırım ve bakım/arıza maliyetinin düşük ve şebeke elektriğine ihtiyaç duymaması tercih edilebilirliğini artırmaktadır. Bu çalışma kapsamında Yalova İli' nin 11 yıllık yağmur suyu verileri temin edilmiş ve istatistiki olarak değerlendirilmiştir. İstatistiki analiz için aritmetik ortalama, maksimum/minimum değerleri bulunmuş ve regresyon analizi yapılmıştır. Analiz sonuçlarında 2006-2016 yılları arasında en fazla yağışın 2010, en az yağışın 2011 yılında gerçekleştiği belirlenmiştir. Analizde Yalova için minimum yağış miktarı 0,1 mm ve maksimum yağış miktarı 99,4 mm olarak hesaplanmıştır. Yılların ortalama yağış miktarı 6,30 mm' dir.

Anahtar Kelimeler: *Yeşil Bina, Yağmur Suyu Depolama, Regresyon Analizi*

Abstract

The purpose of this study is to identify the appropriate precipitation ratio for a rainwater storage system for Yalova University Central Campus. Rainwater storage systems consist of two different kinds, namely active systems and passive systems. Although there are positive and negative aspects in both systems, the passive system is considered to be more suitable for green campus applications economically. Low initial investment and maintenance costs of the passive system and no need for network electricity increase its preferability. 11-year rainwater data of Yalova Province was provided and statistically evaluated within the scope of this study. For statistic analysis, arithmetic mean, maximum/minimum values were determined and regression analyses were performed. According to the results of the analysis, the highest rainfall occurred in 2010 and the least in 2011 between 2006 and 2016. Among the 11-year precipitation data, the minimum rainfall is 0.1 mm and the maximum rainfall is 99.4 mm. The average amount of precipitation over the years is 6.30 mm.

Keywords: *Green Building, Rainwater Storage, Regression Analysis*

Giriş

Yağmur suyu toplama sistemleri, hasat teknikleri kullanılarak çatılardan, yol yüzeylerinden veya kaya havzalarından yağmur suyunu toplamak ve depolamak için kullanılan bir teknolojidir. Hasat edilmiş yağmur suyu, ev ve peyzaj kullanımı için ideal yenilenebilir temiz bir su kaynağıdır. Yağmur suyu depolama ve kullanım ile ilgili birçok araştırma yapılmıştır.

Chilton (2000) çalışmasında bir süper markette kullanılan yağmur suyu sisteminin %57.4 verimle çalıştığını ve kendini 12 yılda geri ödediğinden bahsetmiştir. Ghisi (2007) yaptığı çalışmada Brezilya' nın 3 farklı şehri için içme suyu tasarruf potansiyellerini hesaplamalara göre %41, %12 ve %79 olarak bulmuştur. Abdulla and Al-Shareef (2009) Ürdün' de bulunan evler için yağmur suyu kullanarak içme suyu tasarrufu potansiyelini değerlendirmiştir. Çalışma sonucunda15.5 mm^3/y yağmur suyu toplanabileceğini ve bu değerin kullanım suyu arzının %5,6'sına eşit olacağının sonucuna varmıştır.

Bu çalışmada diğerlerinden farklı olarak optimum tank hacmini belirleyebilmek ve yağmur suyundan maksimum oranda yararlanabilmek için art arda yağış alma durumunun ne ölçüde hesaba katılması gerektiğinin istatistik analizi yapılmıştır.

* Corresponding author: umit.unver@yalova.edu.tr

Materyal ve Metod

Çalışmada kullanılan istatistiki analizi gerçekleştirebilmek için verilerin toplamı, ortalamaları ve maksimum/minimum yağış miktarları belirlenmiştir. Çalışma kapsamında elde edilen verilerin, fark ve regresyon analizleri yapılmıştır.

Aritmetik ortalama:

Veri değerlerinin toplanıp, veri sayısına bölünmesiyle elde edilen sonuçların ortalamasına denir. Eşitlik1 kullanılarak hesaplanır [4]:

$$AO = \frac{\text{VerininToplamı}}{\text{VeriSayısı}} \tag{1}$$

$$AO = \frac{\sum x_i}{n}$$

Regresyon Analizi:

Bu çalışma kapsamında 2013-2016 yılları arasındaki zaman aralığında regresyon analizi yapılmıştır. Regresyon analizi Bağımlı değişken (y) ile bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiyi inceler. Değişkenlerden birinin değeri bilindiğinde diğerinin değeri bulunur. Eşitlik 2 kullanılarak bulunur [5]. Bu çalışma kapsamında yapılan regresyon analizi için detaylı bilgi için Ref [6] yı inceleyebilirsiniz.

$$y = a + bx \tag{2}$$

Buradan
y, bağımlı değişkenin değeri;
a, regresyon doğrusunun kesişim değeri;
b, regresyon doğrusunun eğimi;
x, bağımsız değişkenin değerini göstermektedir.

Zaman aralığı kümülatif maksimum yağış miktarı (Zm):

Dizayn edilmesi planlanan yağmur suyu toplama sisteminde mümkün olduğu kadar çok yağmur suyunu şebeke suyu yerine kullanmak hedeflenmektedir. Dizaynda art arda ıslanan günlerin hesaba katılması önemlidir çünkü yağmur suyu hasat sistemi 1 günlük maksimum yağışa göre dizayn edilirse, arka arkaya yağmurlu olan günlerde fazla su taşar ve ekonomiye kazandırılamaz. Bu yüzden, birden çok gün için bir zaman aralığı belirlenmeli ve bu zaman aralığı boyunca meydana gelen yağışların toplamı göz önüne alınarak depo hacmi belirlenmelidir. Bu yüzden bu çalışmada, depo hacmi çalışmalarına temel olması amacıyla Z_m hesaplanmıştır.

Z_m hesabında 2 günden itibaren 1 aya kadar uzayan periyotlar için maksimum yağmur miktarının tespit edilmesi amaçlanmıştır. Bunun için, t, yılın ilk gününden itibaren (365 – n) inci gününe kadar ve n, 2 günlük periyottan 30 günlük periyota kadar olmak üzere (Z_m)

$$Z_m = \max_{2 \le t \le (365-n)} \left\{ \sum_{i=1}^{n} R_i \right. \tag{3}$$

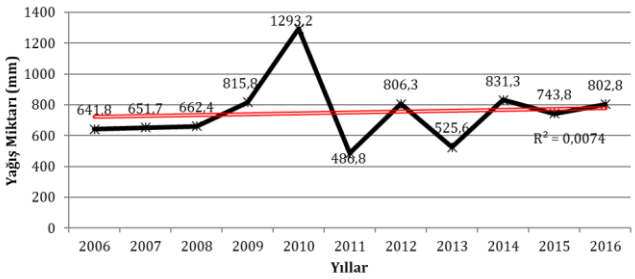
denklemiyle elde edilir. Burada t, günlük yağmur verisi toplamı alınacak periyodun yıl içindeki gün sayısı, n, periyottaki gün sayısı, i, i. Günü, R_i, günlük yağmur miktarı ve Z_m, her bir periyot süresi için maksimum yağış miktarını ifade etmektedir. Böylece, 2 günden başlayarak 30 güne kadar artan zaman aralıklarındaki periyotlar için elde edilebilecek maksimum yağış miktarı, diğer bir deyişle dizayn edilecek en büyük yağmur suyu silosu ölçüleri için giriş verisi elde edilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

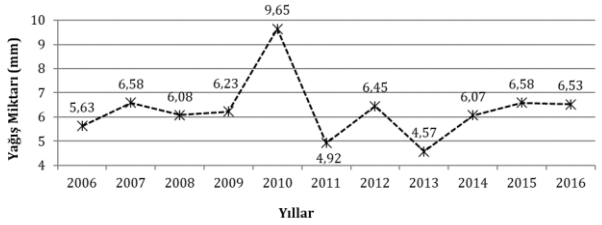
Bu çalışmada Yalova' nın 2006-2016 yılları arasındaki toplam yağış miktarı verilerinin istatistiksel analiz sonuçları değerlendirilmiştir. Şekil 1'de verilen yıllık toplam yağış miktarlarından görüleceği üzere en fazla yağış 2010, en az yağış ise 2011 yılında gerçekleşmiştir. 2010 yılında gerçekleşen yağış miktarı en yüksek ikinci yılın (2014) yağışından yaklaşık %50 oranında daha fazla olmuştur. En az yağış alan 2011 yılından ise yaklaşık 3 kat fazla yağış almıştır. Yıllık toplamların verildiği Şekil 1 de 700 mm/yıl üzerinde bir ortalama değer olduğu görülmektedir. Bu değer maksimum değerden çok küçük, minimum değerdense çok fazladır. 11 yıl içerisinde 8 yılın ±%10 sapmayla ortalamaya yakın olduğu görülmektedir. 3 Yılda ise yağışların ortalamanın önemli ölçüde uzağında kaldığı tespit edilmiştir. Ortalamadan %10 un üzerinde sapma miktarının %27 si civarında olduğu hesaplanmıştır. Yıllık toplam yağış miktarları dizayn edilmesi planlanan depo ile ilgili bir fikir vermekle birlikte bu yağışların belirli bir zaman aralığında toplandığı veya yıl içerisine düzgün dağıldığı belirlenemediğinden bazı ek analizlere ihtiyaç duyulmaktadır. 11 yıllık yağış verileri arasında birim alana düşen minimum yağış 0,1 mm ve maksimum yağış 99,4 mm' dir.

Şekil 2, günlük ortalama yağış miktarını göstermektedir. 2006-2016 yılları arasındaki ortalama yağış 6,30 mm olarak hesaplanmıştır. Bu analizde de 2010 yılının günlük ortalamada en çok yağış aldığı tespit edilmiştir. Şekil 2 de Şekil 1' e benzer bir dağılım söz konusudur. Günlük ortalama

yağışlar bakımından en yüksek ve en düşük yılların ortalamadan oldukça fazla saptığı ancak genel itibarıyla günlük ortalama yağışların büyük oranda ortalamaya yakın olduğu görülmektedir. Bununla birlikte, günlük ortalama yağış verilerine göre dizayn yapılması da doğru değildir. Bu analizde de yağışların yılın belirli zamanlarına toplanmış olabileceği veya düzgün dağılmış olabileceği belirlenememektedir. Silo büyüklüğü ile ilgili doğru karar verebilmek için bazı ek analizler gerekmektedir.



Şekil 1.Yıllık toplam yağış miktarı (mm)



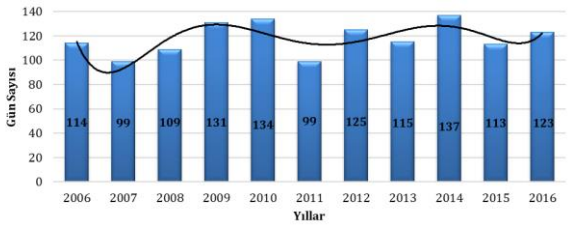
Şekil 2.Günlük ortalama yağış miktarı (mm)

11 yıllık yağışlar incelendiğinde, yılın ortalama 118,1 gününün yağışlı geçtiği hesaplanmıştır. İncelenen 11 yıl içerisinde en çok yağışlı güne sahip yılın 137 günle 2014 yılı olduğu, onu 134 yağışlı günle 2010 yılının izlediği tespit edildi (Şekil 3). İncelenen yağış verilerine göre m² başına en yüksek yağış 99,4 kg ile yine 2014 yılına aittir. Görüldüğü gibi 2010 yılı ne en yoğun yağış alan ne bir seferde en çok yağış alan, ne de en fazla ıslanan yıl olmuştur. Ancak yıllık ortalamaya bakıldığında diğer bütün yıllardan daha fazla yağış aldığı, bu yüzden de günlük ortalama yağışın da diğer yıllara nazaran belirgin bir şekilde daha fazla olduğu görülmektedir. Bu sonuçlar, önceki analizlerde belirtilen şüpheleri doğrulamaktadır. En sık yağış veya tek seferde en fazla yağış gibi tekil verilerin yağmur suyu depolama sistemlerinin büyüklüklerine karar vermek için tek başlarına yeterli olmayacağını göstermektedir. 2006-2016 yılları arasındaki toplam yağışlı gün sayısı 1299 gündür.

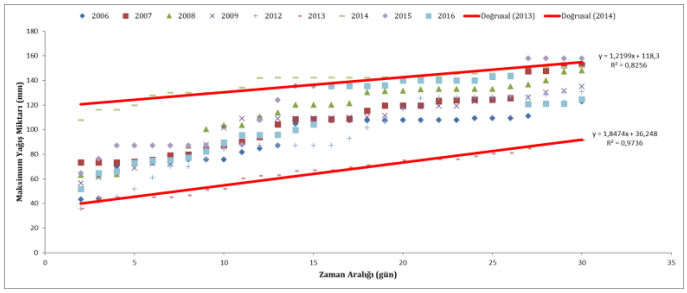
Çalışma kapsamında mümkün olan maksimum oranda yağmur suyundan faydalanmak amaçlandığından, yağmur suyu toplamak amacıyla dizayn edilecek olan deponun 1 günlük yağmuru toplamak yerine birden fazla gün için yağışlar değerlendirilerek en uygun silo hacminin hesaplanması planlanmıştır.

Çalışmada mümkün olduğunca çok yağmurlu günden faydalanmak amaçlandığından, art arda 2 günden başlayarak 30 güne kadar artan zaman aralıkları için yağış durumu değerlendirilmiştir. Göz önüne alınan her bir zaman aralığı için zaman ortalamalı kümülatif yağış miktarı hesaplanmış ve Şekil 4' te verilmiştir.

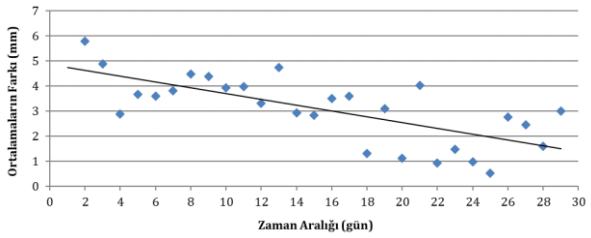
Şekil 4'te 11 yıllık yağmur verileri içerisinde en yüksek ve en düşük yağış durumunu temsil eden 2013-2014 yılları için regresyon analizi yapılmıştır. Analize göre en fazla yağış alan 2010 ve en az yağış alan 2011 yılı değerlendirmeye alınmamıştır. Regresyon analizi ile elde edilen iki lineer çizgi arasında kalan bölgenin Yalova yağış rejimini yaklaşık %91 gibi büyük oranda temsil ettiği belirlenmiştir. Bu bölgede yapılacak olan bir depo yağışa rejimi ile uyumlu olmaktadır. Ancak teknik ve ekonomik olarak uygun depo hacminin hesaplanabilmesi için kaç günlük zaman aralığının kullanılacağını belirlemek üzere fark analizlerinin yapılması gerekir.



Şekil 3. Yağışlı gün sayısı



Şekil 4. Zaman aralığının 30 günlük dağılımı



Şekil 5.Fark analizi

Şekil 5 her bir zaman aralığı için elde edilen maksimum yağış hacminin bir önceki zaman aralığında elde edilen maksimum yağış hacmi ile farkı alınarak oluşturulmuştur. Grafikte art arda hesaplanan zaman aralığı arttıkça aradaki farkın azaldığı görülmektedir. Zaman aralığını 30 güne kadar artırdığımızda fark azalarak sıfıra yaklaşmaktadır. Elde edilen bu sonuç, zaman aralığı yeteri kadar büyük seçilirse bir noktadan sonra gün sayısı artırılsa bile toplam yağış miktarının değişmeyeceği anlamına gelmektedir. Bu, teorik olarak üst sınıra ulaşmak anlamına gelir. Şekil 5' te regresyon eğrisinin sıfıra doğru yaklaşmasının sebebi de aynıdır. Ancak gerçek değerler sıfıra yaklaşana kadar hedeflenen depo hacminin ekonomik sınırlar içinde kalması mümkün değildir. Bu yüzden, zaman aralığı gün sayısı 30 günlük değerlere yakınsarken gerçek verilerle hesaplanan silo hacminin ekonomik olup olmadığı ayrıca analiz edilmelidir.

Sonuç

Yalova Üniversitesi Merkez Yerleşkesi için optimum yağmur suyu depolama sisteminin hesaplanması için yağmur verilerinin analiz edilmesi amaçlanmıştır. Bu çalışma kapsamında Yalova İli' nin 11 yıllık yağmur suyu verileri temin edilmiş ve istatistiki olarak değerlendirilmiştir. Depo hacmi hesaplamaları için gereken maksimum ve minimum sınırlar tespit edilmiştir.

Analiz sonuçlarında 2006-2016 yılları arasında en fazla yağışın 2010, en az yağışın 2011 yılında gerçekleştiği görülmüştür. 11 yıllık yağış verileri arasında minimum yağış miktarı 0,1 mm ve maksimum yağış miktarı 99,4 mm' dir. Yılların ortalama yağış miktarları verilmiştir. Yılların ortalama yağış miktarı 6,30 mm ve toplam yağışlı gün sayısı 1299 gün olarak hesaplanmıştır. Ayrıca yıllık ortalamada2010 yılının daha fazla yağış aldığı, bu yüzden de günlük ortalama yağışta diğer yıllara göre belirgin şekilde arttığı görülmüştür. Bu çalışmanın devamında 2 ile 30 günlük zaman aralıklarına ait veriler değerlendirilerek yağmur suyu depolama sistemi için en uygun silo hacminin hesaplanması amaçlanmaktadır.

References

[1] Chilton J.C, Maidment G.G, Marriott D, Francis A, Tobias G "Case study of a rainwater recovery system in a commercial building with a large roof". Urban Water 1, 345-354, 2000.

[2] Ghisi Enedir, Bressan Lapolli Diego, Martini Maurı´cio "Rainwater tank capacity and potential for potable water savings by using rainwater in the residential sector of southeastern Brazil". Building and Environment 42, 1654–1666, 2007

[3] Abdulla Fayez A, Shareef A.W. Al, "Roof rainwater harvesting systems for household water supply in Jordan". Desalination 243 195–207, 2009

[4] Manikandan S, "Measures of central tendency: The mean". IP: 190.245.95.31, 2016

[5] Kılıç Selim, "Doğrusal Regresyon Analizi". Journal of Mood Disorders Volume: 3, Number: 2, 2013

Unver Umit, Kelesoglu Alper, Kilic Muhsin, "A novel method for prediction of gas turbine power production: Degree-day method" Thermal Science 2018 Volume 22, Issue Suppl. 3, Pages: 809-817. DOI:10.2298/TSCI170915015

Solving the Instructor Course Assignment Problem by Greedy Algorithm: A Case Study

COŞKUN G.N.[1], SEZGİ B.[1*], DUMAN K.[2], Akı S.[2], TİRKEŞ G.[3], CERECİ İ.[3]

[1] *Atilim University, Faculty of Engineering, Department of Software Engineering (Undergraduate Student), Ankara, TURKEY*

[2] *Atilim University, Faculty of Engineering, Department of Information Systems Engineering (Undergraduate Student), Ankara, TURKEY*

[3] *Atilim University, Faculty of Engineering, Department of Computer Engineering, Ankara, TURKEY*

Abstract

The number of universities increases, and the number of students in universities increases accordingly. As the number of students increases, the number of courses taught, and the number of instructors employed increases. For this reason, assigning instructors to classes at the beginning of each semester becomes a complicated process. Courses to be given to the instructors depends on the offered courses in the related semester and the course preferences made by the instructors. Course distribution is done manually in Atılım University Computer Engineering, Software Engineering, and Information Engineering departments. An application was designed and developed to solve the problem of assigning courses at Atılım University. As the programming language, Visual Studio and C# are used to create the interface, ASP.Net and WPF, the database, MySQL, and Greedy Algorithm for the most appropriate course assignment. According to the Greedy Algorithm, it is planned to make the closest appointment to the instructors' preferences

Keywords: *Enterprise Software, Course Distribution System, Course Assignment, Greedy Approach, Greedy Algorithm, Optimality*

1 Introduction

At the beginning of each new semester, assigning instructors to courses in a balanced and appropriate way is a problem faced by almost every university. Because while assigning courses to the instructors, many restrictions should be taken into consideration, such as the maximum number of courses an instructor can give weekly, the number of compulsory and elective courses preferred by the instructors, and so on. When this process is done manually, there is a considerable waste of time.

Course Assignment is done manually at Atılım University. This study is planned as developing a system for this process will increase the success rate of saving and assignment. It aims to create software that will make it easier for faculty members to choose the courses they want to teach in the new term and assign lessons instead of manual course distribution.

In this study, faculty members will prefer the courses they want to give. The designed algorithm will make several different assignments under certain constraints and extract the most appropriate course assignment. This system will make the best possible match between instructors and courses. This software is planned to distribute "courses to instructors in CMPE (Computer Engineering), SE (Software Engineering), and ISE (Information Systems Engineering) departments of Atılım University Faculty of Engineering. System requirements will be defined by entering the appropriate criteria and conditions in the interface created for the system administrator. Users, department instructors, with the help of the interface, the course preferences will be determined, and the most appropriate course assignment will be made based on their preferences with the designed system.

With the successful operation of this system, there will be no need to assign lessons manually. Thus, labor and time savings will be provided at the beginning of the period.

2 Literature Review

The process of investigating specific topics related to this study is done systematically. A path is determined through a literature review based on research in this area. The similarities and differences between the articles in the literature, and this study are presented in this section.

The researches and project developments made in the literature review are given in the table below.

Authors	F&B Industry	Focus	Research Topics	Approach details
Qasem A. Al-Radaideh Emad M. Al-Shawakfa Mustafa I. Al-Najjar	Education	Data Mining And Machine Learning	Mining Student Data Using Decision Trees	Predicting student success with classification model and decision tree method
Murat Gök	Education	To perform students' grade estimation successfully with machine learning methods	Estimating Academic Success With Machine Learning Methods	Machine Learning, Feature Selection, Regression and Classification Methods
Yen-Zen Wang	Education	Machine Learning	An application of genetic algorithm methods for teacher assignment problems	Development a systematic progress with genetic algorithm for instructor assignment to the courses
D Karmaker, M R Islam, H Rahman, A Bhowmik and M N Imteaj	Education	Genetic Algorithm, Greedy Algorithm, Tabu Search, Metaheuristic Algorithms	A Heuristic Approach to Course Scheduling Problem	The proposed algorithm is designed on the basis of one heuristic that is course preferences of the teachers
Allison M. Douglas	Education	Greedy Algorithm, Genetic Algorithms, Simulated Annealing, Tabu Search and Neural Networks	A Modified Greedy Algorithm for the Task Assignment Problem	Assigning employees to tasks according to their skill abilities and task skill requirements with an optimal way

Table 1. Literature Review

In the study of Karmaker et al., they indicate the problem of course schedules for instructors. The designed system includes constraints such as; some of the courses are divided into several sections; one or more instructors can be assigned to different sections, and instructors' preferences must be essential. While assigning courses, it is emphasized that this process should be done according to the instructor's preferences. To reach an optimal solution, they used Tabu Search and Metaheuristic Algorithms [1].

In another study conducted by Yen-Zen Wang, an application was developed manually to systematize the instructor assignment process. The author used Machine learning algorithms and prioritized previous years' data and some restrictions [2].

Douglas, in 2007 designed a system to assign employees to specific tasks according to their skills. The author created attributes; 'Skill' and 'skill level' for employees and tasks. He aimed to make the best match between the employees and the tasks, considering the number of employees, their skills, and the number of tasks. At this point, the Greedy Algorithm was used to find a suitable solution and address this problem's needs. It is thought that changing the algorithm to produce multiple assignments and allowing the selection of the best assignment among a group of possible assignments will increase the optimality of the assignment to be made. Therefore, techniques such as Genetic Algorithms, Simulated Annealing, Tabu Search, and Neural Networks have been emphasized to force the Greedy Algorithm to produce many results [3].

Al-Radaideh, Al-Shawakfa & Al-Najjar in 2006 examined student data analysis and decision tree method is used. Data analysis can be used in many fields and combined with many methods to achieve successful results and give us the information we are looking for in that field or find a strong prediction. Thus, this study that aims to predict the success of students by gathering and processing the information and data is emphasized. In this article, the data has been prepared for processing with the classification model and the result is tried to be reached by applying this study decision tree method with WEKA. In other words, by determining the critical points in the data by taking into consideration the criteria that affect the students in that period, these points can be estimated whether the students will be successful in that period by means of methods and modeling [4].

In another study conducted by Gök, the scores and grades were estimated by creating regression / multi-class machine learning models of the students' achievements on certain courses and the overall average averages of the semester. According to the experimental results obtained, student grade prediction was successfully performed with machine learning methods [5].

In the Course Distribution System, it thought that the data can be grouped with the classification model by collecting the courses preferred by the instructors, the courses given before by any instructor, the points received from the students and the number of courses in the upper and lower limits. However, in the later stages of the study, the use of this method has been discontinued because it considered that this grouping will occur automatically thanks to the fact that an instructor prefers courses that they already have sufficient knowledge and experience in the current period. In addition, in the early stages of this study, it thought that using machine learning in order to estimate teacher's overall success score determined by the students with survey results, which is one of the existing criteria. However, later on, this method was abandoned, considering that the instructors would prefer the courses they already have with qualified knowledge while making the course preference. In the Course Distribution System, priority is given to the preferences of the instructors, the number of

weekly courses and the number of course codes assigned to each instructor when assigning courses.

3 Requirement Analysis

A detailed software requirements document (SRS) is prepared in the requirement analysis phase of the study. This section includes some key elements from the SRS document.

From the product perspective, when everything is completed, the program should be able to make a reasonable course appointment to the instructors according to the data provided, and the information gathered. The administrator will define the requirements of the system according to the specifications given by the departments. On the application, instructors will pick their preferred compulsory and elective courses. The system will try to make appointments that will satisfy most of the instructors. The system will show how much of the preferred courses are given to the instructors and which will be a measure of goodness of the allocation. On the technical side, all data shall be kept in the MySQL database. ASP.Net will be used to create a web interface. The system expects the system administrator to determine the course hours to be assigned to the instructors, the number of courses to be given by the instructor, the maximum-minimum numbers of the compulsory and elective courses in the preference of the instructor and the section numbers to be opened as a result of the choices made. Parallel to the application, necessary documentation will be carried, which complies with IEEE standards.

User interface requirements are listed below.

- The application should have a primary interface.
- The user must be able to login to his/her account.
- The user should be able to choose the preferred course list.
- The curriculums created by the algorithm should be visible to the admin.
- Admin should be able to select one of the options given by the algorithm and make changes.

To implement the application Windows Presentation Foundation (WPF) UI framework and Asp.Net will be used. The application will be able to communicate over the internet to gather the instructors' preferred course list.

There are also non-functional performance requirements of the program.

- The system should distribute the courses that will give the possible optimal solution according to the course preferences made by the instructors.
- The system should achieve a success rate equal to or higher than the success percentage determined as a result of the algorithm created.
- The system should allow multiple instructors to make their course preferences simultaneously.
- The system should be available 24/7.
- The system should be available only for instructors working at Atılım University and the appointed system administrator.
- The system should only allow the system administrator to view the course preferences of instructors, but an instructor cannot see other instructors' course preferences.
- An instructor should only be able to view the courses opened for the new semester determined by the system administrator, s/he cannot access the courses in the previous semester(s).

4 Product Design

The waterfall method was used in the software development life cycle of this Course Distribution System. The reason for using this method is that the requirements in this study are generally precise, and we have already

established the timeline of other stages in the project's development process. Planning was made using the Gantt Chart that is a bar chart type that shows the start and end dates for other stages of the project's development process.

The system built for the course distribution system is divided into several layers and partitions. Communication between these layers has been improved based on closed layer architecture, which means layers can only access one sub-layer. These layers separate responsibilities for the user interface, the application logic, domain classes, and the database.

The diagram below shows the architecture of the CDS.

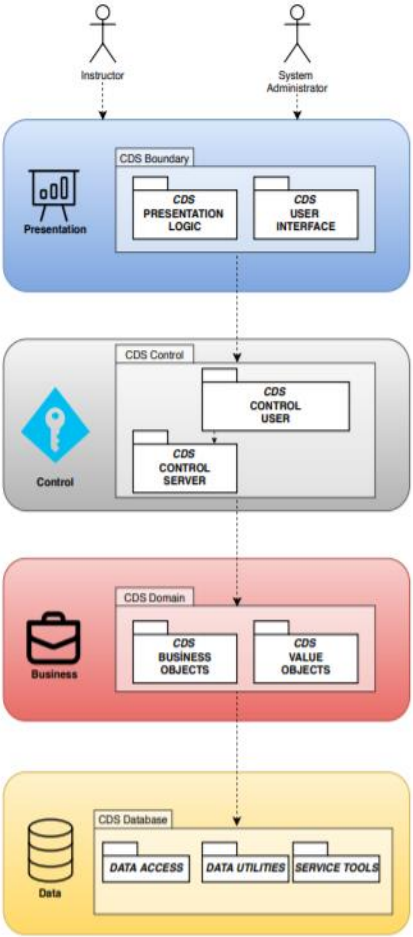


Figure 1. Architecture of CDS

UML diagrams such as use cases, communication diagrams are utilized during the design of the system.

The activity diagram shows the transactions performed in a system by separating them according to the actors, respectively. The diagram below shows all the processes in the CDS, respectively.

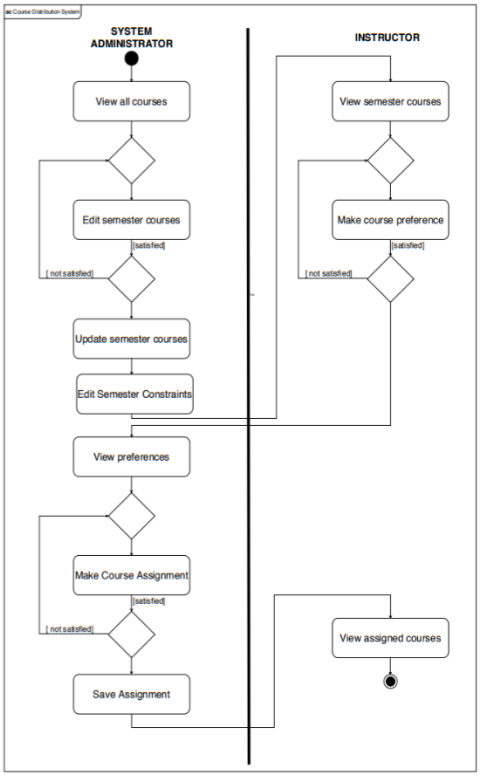


Figure 2. Activity Diagram of CDS

The details of the functionalities that arise from the requirements mentioned in section 3 are represented using the Figures 1 and Figure 2.

5 Implementation

The implementation part of the study describes the details of the development of the CDS. The system is implemented in the Visual Studio. ASP.NET is used as a framework for developing the system to run on the web browsers, and WPF is used as a sub-framework. WPF is part of the .NET framework, and it uses XAML as frontend and C# as backend languages. XAML is a declarative programming language that allows developers to design User Interfaces easily with a shorter code. The database of the CDS is created through MySQL.

Course Distribution System has two subdomains for both the instructors and the system administrator. The following figure shows the flow of User Interfaces.

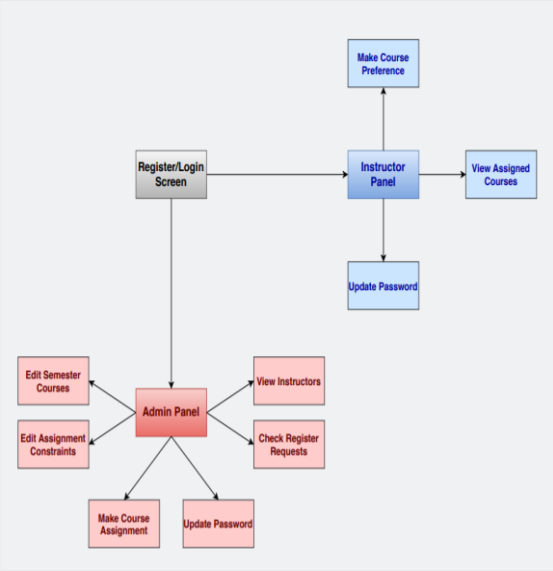


Figure 3. UI flow of CDS

Course Distribution System is developed as a layered architecture. It is a structure that allows developers to develop layered architectural projects according to a certain standard, increase the readability of the code, make the projects tidier, and make error management easier. While the codes are written on the form applications developed in the study oblige the developers to repeat the code continuously, the structure of the system is broken into pieces thanks to the layered architecture, and thus, the sustainability of the system is increased. CDS has four different layers. These layers are Presentation Layer, Control Layer, Business Layer, and Data Layer.

6 Evaluation

The application is used to generate a course assignment for the following Fall semester for Atılım University. The generated assignment is compared with the actual, manually created assignment. Similarities are noticed between the assignments, but the application followed the pre-defined rules much more than the manual assignment, and as a result, assigned instructors their preferred courses more than the manual version.

E. GÖKÇAY				Examination
PREFERENCE		ASSIGNMENT		
MUST	ELECTIVE	MUST	ELECTIVE	
1) CMPE226 2) CMPE225 3) EE203	1) CMPE538 2) CMPE318	1) CMPE225 (2 section)	1) CMPE318	*SUCCESSFUL ASSIGNMENT*
Course Hours=3 hours*2 section+2 hours*1 section =8 course hours				
The assignment made is a successful assignment in terms of the number of courses and hours, values are within the expected range.				
Z. KARAKAYA				**Examination**
PREFERENCE		ASSIGNMENT		
MUST	ELECTIVE	MUST	ELECTIVE	
1) SE321 2) CMPE226 3) CMPE225	1) CMPE434	1) SE321(1 section) 2) CMPE226(1 section)	NA	*FAILED ASSIGNMENT*
Course Hours = 3 hours*1 section+3 hours* 1 section= 6 course hours				
In the assignment, the first two courses in the preference list were assigned. The number of courses in the assignment result is among the expected values, but the course hours assigned are below the optimal values.				
M. ERYILMAZ				**Examination**
PREFERENCE		ASSIGNMENT		
MUST	ELECTIVE	MUST	ELECTIVE	
1) CMPE301 2) - 3) CMPE185	NA	1) CMPE301(1 section) 2) CMPE185(3 section) 3) CMPE105(3 section)	NA	*PARTIAL SUCCESSFUL ASSIGNMENT*
Course Hours = 2 hours*1section+1 hours*3 section+1hours*3 section = 8 course hours				
In the assignment made in line with the preference made, a course that is different from the courses preferred was assigned. While the number of assigned courses is more than the optimal number, the hours of the assigned courses are among the expected values.				

Table 2. A part of testing of manual assignment

The table shown above shows all the possibilities for manual course assignment that have been reviewed. The expected value of the number of courses to be assigned is 2. The expected value of the course hours of the courses to be assigned is 8-9 hours. The interpretation of the assignment results that are below or above these values is made. Assignments with both the number of courses and the number of course hours in the expected value range are successful, the assignments that are not in the expected values in terms of course hours are directly failed, assignments that are within the expected value range of the course hour but not in the expected value range as the number of courses are considered partially successful.

The expected result of the assignment made at the end of the created system is that there are no failed assignments or they are at a minimum level.

7 Impact of the Project

When this study started, it was determined that the impact of the study would be on Software Engineering, Computer Engineering, and Information Systems Engineering Departments of Atılım University. It was aimed to benefit the instructors of these departments. The developer team and system users evaluated all positive and negative aspects of the study. The developed system was aimed to be beneficial for all the needs of the users. The expected outcome was that the manual course assignment process in the relevant departments of the university became systematic. In this way, users who do the assignment manually will be able to save both workload and time, and an

optimal course assignment will be made. All processes in the development stage of the study were presented to the users who will use the system, and it was determined that it met the expectations. As a result, the determined targets were achieved; the effects of the developed system from different sides are shown in the table.

8 Conclusion

In this study, an application is developed to replace the manual assignment of courses to the instructors in Atılım University computer engineering, software engineering, and information systems engineering departments. The course preferences of the instructors were prioritized, and the developed application resulted in assignments that are at least as good as the manual assignments. Other constraints, such as the number of courses per instructor, the number of different courses per instructor, are also taken into consideration during the evaluation process. The greedy algorithm produced acceptable results. However, the authors believe that these results can be improved further.

As future work, we aim to introduce artificial intelligence techniques such as machine learning, which we will believe will increase the quality of the assignments. To improve the quality courses that no instructor has preferred could be assigned to instructors that are "close to the course" or more capable on that field by looking at their previously given courses, instead of random assignment as it is done now.

References

[1] D. Karmaker, M.R. Islam, H. Rahman, A. Bhowmik & M.N. Imteaj. *"A Heuristic Approach to Course Scheduling Problem"*, Computer Vision Lab, Department of Computer Science, American International University-Bangladesh.

[2] Wang, Y.-Z. (2002). *"An Application of Genetic Algorithm Methods for Teacher Assignment Problems"*, 22(4), 295–302. DOI: 10.1016/s0957-4174(02)00017-9

[3] Allison M. Douglas (2007). *"A modified greedy algorithm for the task assignment problem"*, Electronic Theses and Dissertations, Paper 369, University of Louisville.

[4] Qasem A. Al-Radaideh, Emad M. Al-Shawakfa & Mustafa I. Al-Najjar (Nov 2006). *"Mining Student Data Using Decision Trees",* Faculty of Information Technology and Computer Science Yarmouk University, Irbid 21163, Jordan.

[5] Gök, M. (2017). *"To perform Students' Grade Estimation Successfully with Machine Learning Methods",* Gazi University Journal of Science Part C: Design and Technology, 5 (3), 139-148.

[6] Bennett, S., McRobb, S., & Farmer, R. (2006). *Object-Oriented Systems Analysis and Design*.

[7] Duppati, A. (2020). *Import And Export Data Using Excel File In ASP.NET MVC*. C# Corner.

[8] Güneri, Ö. İ., Durmuş, B., & Aydın, D. (2016). An Advanced Method for Finding Optimal Solution of Assignment Problem. *International Journal of Science and Research (IJSR)*, *5*(4), 1352–1353.

[9] Lankan, R. (2019, April 30). *UML Diagram Types: Learn About All 14 Types of UML Diagrams*. UML Diagram Types Guide: Learn About All Types of UML Diagrams with Examples. https://creately.com/blog/diagrams/uml-diagram-types-examples/.

[10] *Web Forms, MVC, Core?* ASP.NET. https://asp.net-tutorials.com/basics/asp-net-web-forms-mvc-core

Topology Optimisation of a Passenger Seat Pillar

Celalettin YUCE[1]*, Cemil ÖNCEL[2], Emin SEZGİN[2]

[1]*Bursa Technical University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Mechatronics Engineering Department, Bursa, TURKEY*

[2]*FKT Koltuk Sistemleri, Bursa, TURKEY*

Abstract

Public transport vehicles offer outstandingly high-energy savings with lightweighting among the other road vehicles due to the highest energy savings being observed for vehicles that employ frequent stops and accelerations. Therefore, vehicle manufacturers are pressing to reduce the weight of the components. Due to the ratio of overall vehicle weight, passenger seats offer outstanding energy savings potential in mass transit vehicles. In this study, topology optimization for the seat pillar is performed to reduce the weight of a passenger seat under stress and manufacturability compliance constraints. Detailed finite element models of passenger seat pillar were developed for finite element analyses. A static analysis of the seat pillar was performed by applying the appropriate safety standards. To obtain a lightweight and safe seat structure, different materials and designs of pillars were analyzed. Lightweight passenger seat pillar prototypes were developed. An overall 45% weight reduction was achieved from the seat pillar. In addition, the new passenger seat pillar meets international safety norms.

Keywords: *Passenger seat, lightweight, topology optimization*

Yolcu Koltuğu Ayağının Topoloji Optimizasyonu

Özet

Toplu taşıma araçları, sık sık durma ve hızlanmaları nedeni ile diğer araçlara göre hafifletme sonucunda oldukça fazla enerji tasarrufu sağlamaktadırlar. Bu nedenle, araç üreticileri bileşenlerin ağırlığını azaltmak için çalışmalar yapmaktadır. Toplam araç ağırlığına oranı nedeniyle, yolcu koltukları toplu taşıma araçlarında olağanüstü enerji tasarrufu potansiyeli sunar. Bu çalışmada, farklı gerilme yükleri ve üretilebilirlik kısıtlamaları altındaki bir yolcu koltuğunun ağırlığını azaltmak için koltuk ayağında topoloji optimizasyonu yapılmıştır. Sonlu eleman analizleri için yolcu koltuğu ayağının detaylı sonlu eleman modelleri geliştirilmiştir. Koltuk ayağının statik analizi, uygun güvenlik standartları uygulanarak gerçekleştirilmiştir. Hafif ve güvenli bir koltuk yapısı elde etmek için, farklı malzeme ve ayak tasarımları analiz edilmiş ve hafif yolcu koltuğu ayağının prototip imalatı gerçekleştirilmiştir. Koltuk ayağında toplamda %45 hafifletme sağlanmıştır. Ayrıca, yeni yolcu koltuğu ayağı uluslararası güvenlik normlarına uygundur.

Anahtar Kelimeler: *Yolcu koltuğu, Hafifletme, Topoloji optimizasyonu*

Introduction

Weights have increased recently due to some specific demands of passenger comfort and safety procedures. In addition to these issues, some of the legal engine requirements concerning emission rates and accordingly engine systems will add extra loads to the mass transit vehicles. There are a number of approaches in the automotive industry including weight reductions for improving energy efficiency and lowering emission rates. In particular, the effect of the lightweighting of mass transit vehicles on fuel consumption is quite remarkable. Helms et al [1] provided a comprehensive overview on use phase energy savings for different transport vehicles. These authors investigated specific energy savings per 100 kg weight reduction and vehicle 100 km for different vehicle types and stated that there is a great potential for energy savings via weight reduction for buses and coaches.

Lightweighting is an integrative technique, which utilizes all fields of optimized design, manufacturing techniques and suitable material selection. It is a way to reduce the mass of a whole structure and its single elements while at the same time the functional

* Corresponding author e-mail: celalettin.yuce@btu.edu.tr

quality is increased. Several researchers stated that; reducing weight might be achieved with two key approaches: innovative design, where parts are optimized via computer based programs and optimization techniques to achieve higher performance, and the other one is materials substitution, which conventional materials in automotive are replaced with lighter and advanced alternatives such as aluminum, magnesium, high strength steels and composites [2-4]. Topology optimization is one of the most effective tools for conducting lightweight design and has been implemented across several industries to enhance lightweight product development. Topology optimization allows the maximum freedom in the design space by a possible change of a structure [5]. In the topology optimization process, it is only necessary to know the design space, the boundary conditions and the loads. With the obtained results, the designer is able to define a detailed design. Topology optimization has proven very effective in determining the topology of initial design structures for component development [6].

Recently, several studies have been conducted on seat lightweighting considering the safety requirements. Polavarapu [7], conducted finite element analysis (FEA) together with topology and free-size optimization to design a lightweight die cast automotive front seat backrest frame when subjected to loads prescribed by ECE R17 norms. Yuce et al [8] developed passenger seat prototypes and investigated crashworthiness by conducting analyses and bench tests. They achieved an overall 20% weight reduction including the structural frame, chassis and pillar. Zhang et al [9] optimized the seat backrest frame with topology optimization method under the strength requirements of multiple loading conditions, forward and rearward loading. The final structure of passenger seats satisfied the safety requirements and they get 4.82% weight reduction of the passenger seat frame. Trivers et al [10] optimized aircraft seat considering manufacturability. They used a dynamic FEA model to perform crash test simulation. They achieved 23% weight reduction compared to the conventional structure. Ju and Jeon [11] proposed a method for lightweight seat cushion frame by applying topology optimization and confirmed that the method can be applied to dissimilar materials according to their density ratio as well as the strength of the cushion frame, which was made with dissimilar materials. They stated that, as a result of optimization by changing the thickness of the cushion's upper frame according to the application ratio of the dissimilar materials, a reduction of approximately 10% weight was obtained compared to a typical steel cushion frame, and the deformation decreased by 30%.

The aim of this study is to design and prototyping a lightweight passenger seat pillar for commercial vehicles. First, the deformation and stress distribution of the pillar was confirmed by static analysis according to the Federal Motor Vehicle Safety Standards (FMVSS). Then, topology optimization of the pillar was performed and based on the density ratio. The design that emerged because of optimization was produced with high strength steel, taking into account the manufacturability constraints. The new prototype pillar has been verified by bench tests.

Material and Method

Passenger seats play an important role for transportation due to the comfort and safety of the occupant while traveling. The main duty of a seat is to provide seating space for the passengers. In addition, the passenger is subjected to various forces in a crash event and, therefore, the seat must protect the occupant during an accident. In addition, seats should also absorb vibration and noise for comfortable travelling. Consequently, a seat design should look smart, be lightweight and meet safety requirements. The development of passenger seats in the medium term will continue to be a competition between requirements of safety, comfort, low costs and lightweighting [12]. The conventional passenger seat structure essentially consists of three main components; a structural framework for carrying load, a chassis with a pillar to provide the shape and strength of the seat and foam with fabric, which provides occupant comfort and ergonomic driving conditions.

Pillar is the important part of the seat and attaches the seat chassis to the vehicle basement. Typically, the pillar is made of St-37 sheet metal and generally mounted to the vehicle basement with bolts (Figure 1). Depending on the vehicle basement type, some passenger seats have two pillars and others have only one pillar, with the other side of the seat being attached to the vehicle sidewall.

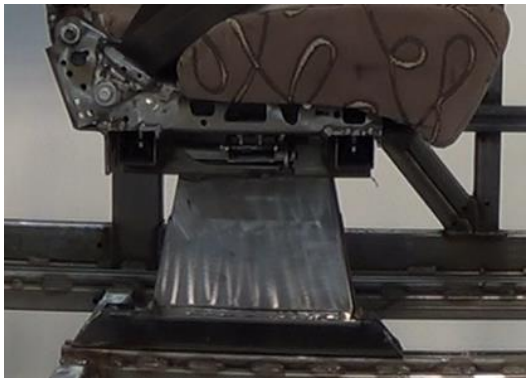


Figure 1. Image of conventional passenger seat pillar

Computer-aided design (CAD) and finite element analysis (FEA) is accepted across a wide range of industries as a product design and optimization tool. FEA is a valuable tool for shortening design process with numerical simulations. First stage of this study is solid model creation of the conventional passenger seat pillar. In this stage, safety requirements and customer specific demands are taken into the consideration. As well as, vehicle basement is important due to placement. After the CAD data creation, the deformation and stress distribution of the pillar was confirmed by static analysis according to the Federal Motor Vehicle Safety Standards (FMVSS).

There are several safety regulations for commercial vehicle, which specify the minimum requirements of seats. According to these regulations, the seats must be designed to meet various loading conditions. In United States American Public Transportation Association (APTA) Standards (Standard Bus Procurement Guidelines) is used as a reference by seat designers [13]. In Figure 2 show a schematic view for overview of the load cases of FMVSS 210 seat standards. This standard establishes requirements for seat belt assembly anchorages to insure their proper location for effective occupant restraint and to reduce the likelihood of their failure. This standard applies to passenger cars, multipurpose passenger vehicles, trucks, buses, and school buses.

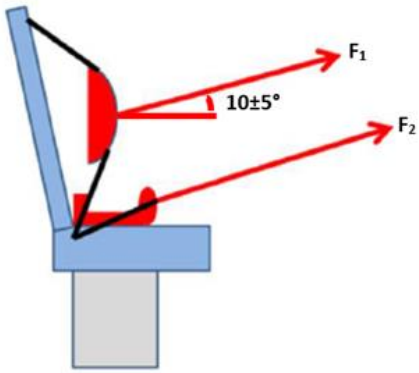


Figure 2. Overview of FMVSS 210 test loads

In FMVSS 210, test procedure, high forces are applied to the seat belts over loading devices, so called body blocks and transferred by the seat belts to the vehicle floor. During the test, F_1=F_2=13345 N forces are applied to each seat with a tilt of 10±5°. After the test, all components of the seat structure have to resist the defined loads without damage.

The first step of this study involves modeling the conventional seat structure to determine the current situation. A solid model of the prototype seat was developed in three-dimensional views for simulation purposes. CAD model of seat chassis with pillar was obtained using CATIA software (Fig. 3). To facilitate the FE analysis, the backrest frame of the passenger seat was not included. The dimensions of the structure were determined according to the conventional seat structures.

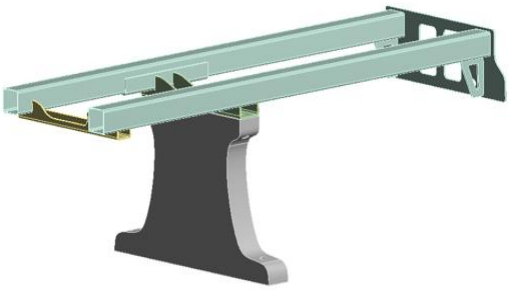


Figure 3. CAD data of the seat structure

At the second step of this study, the CAD model of the conventional seat pillar was exported from CATIA to ANSYS 19.1 Workbench for the creation of the FE model. A mixed meshing was performed to obtain a better mesh density near the corners, holes and rounds. As many sharp corners and edges were present in the geometric model, the use of triangle elements was justified. The model consisted of 227167 elements and 339655 nodes (Fig. 4). Since the pillar will be optimized, it handled with special care in finite element modeling.

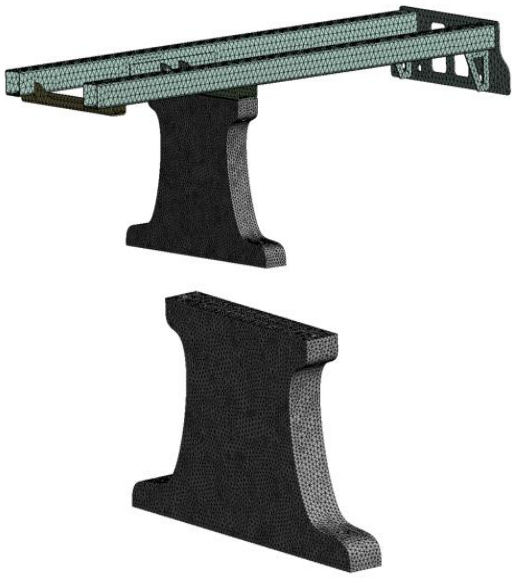


Figure 4. FE model of the seat frame

Defining the boundary conditions of the FEA, due to the seat pillar was attached to the vehicle basement and side body; fixed supports were defined between pillar and vehicle basement and side body. Remote forces were applied on the upper side of the seat chassis to simulate FMVSS 210 tests (Fig. 5).

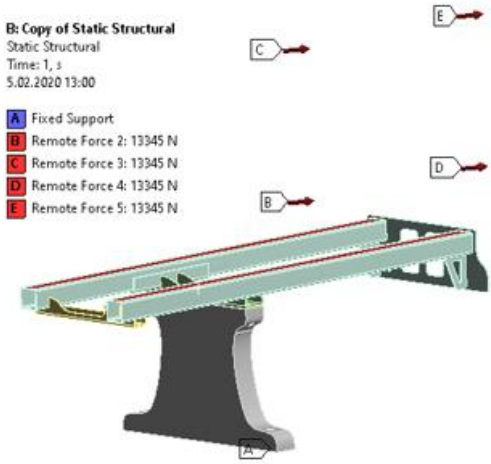


Figure 5. Boundary conditions of the FEA

Results and Discussion

When the FE analysis results examined, considering the seat pillar, it was observed that the von Mises stress values ranged between 20-100 MPa. In addition, it was determined that the stress values in the middle region of the pillar were very low (Fig. 6). Maximum total deformation was also very low, 0.19 mm and back corner of the pillar.

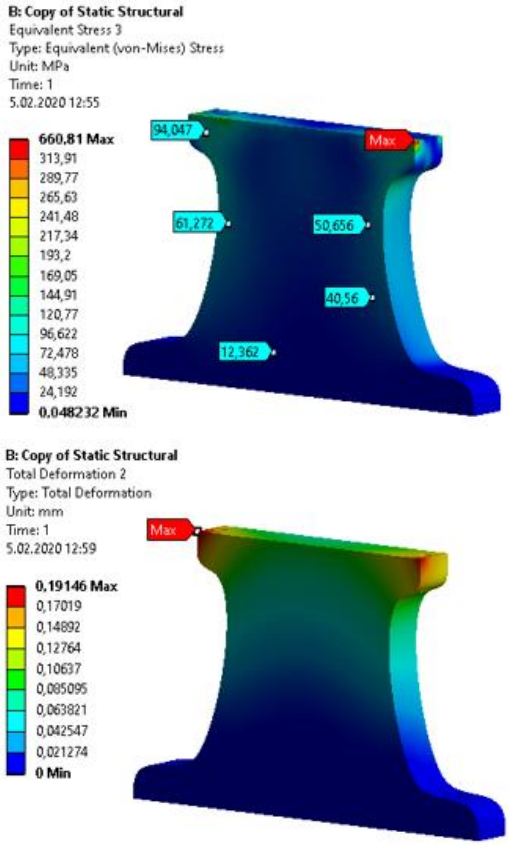


Figure 6. Von Mises stress and total deformation distribution of the pillar

Optimization can be used in a variety of situations to help identify potential improvements to a design. Topology optimization, one of the structural optimization techniques, is a tool that assists the designer in the selection of suitable initial structural topologies by removing or redistributing material of the structural domain. A concern in topology optimization is that the design concepts developed are very often not manufacturable. Therefore, it needs to be revised in the topology design under the manufacturability criteria. The seat pillar is to be designed as a sheet metal cutting process by a punch and the cut pieces will be joined together by welding. Cutting operations involve the separation of the metal of the sheet in certain areas.

To perform topology optimization, a design space was defined according to the dimensions of the current seat pillar. The design and non-design spaces were defined in the ANSYS Topology Optimization tool (Fig. 7). Non-design space remains as it is during topology optimization. The boundary conditions of the seat pillar were applied on the design space. The optimization target was defined to make stiffness maximization and volume reduction of the seat pillar defined as 50%. The optimized material distribution is shown in Fig. 8. Topology optimization has the

tendency to create design proposals where material is accumulated in the outer border areas of the design space. It can be seen that this design is impossible for manufacturing. Therefore, some design changes were performed.

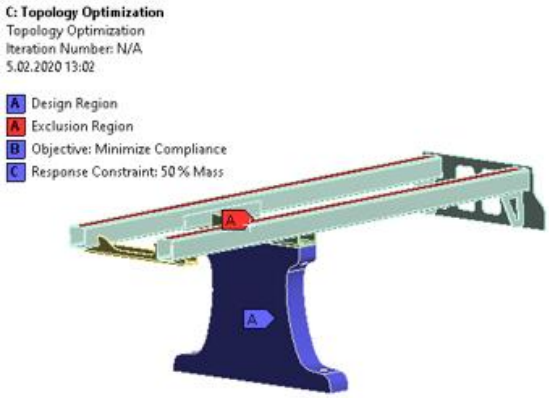


Figure 7. Design and non-design spaces of the seat structure

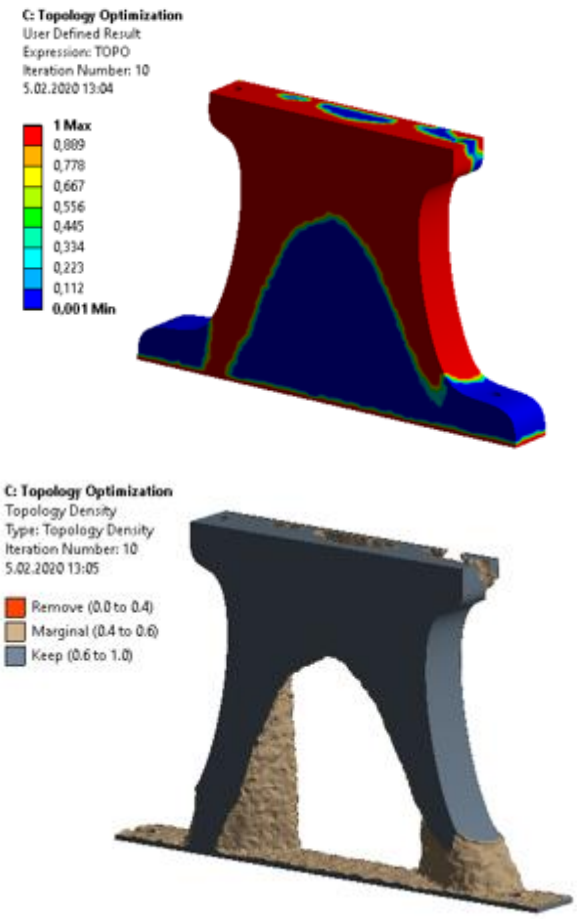


Figure 8. Result of topology optimization

The next step in the development of a new seat pillar is the determination of the approximate shape from the result of the topology optimization, which serves as a design draft for the creation of a new model. It can be seen from topology that this design is impossible for manufacturing. Therefore, some design changes were performed, making it easier to manufacture and taking into account the costs. Fig. 9 shows the new geometry based upon the results of the topology optimization.

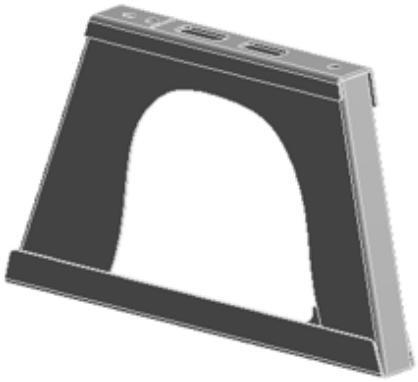
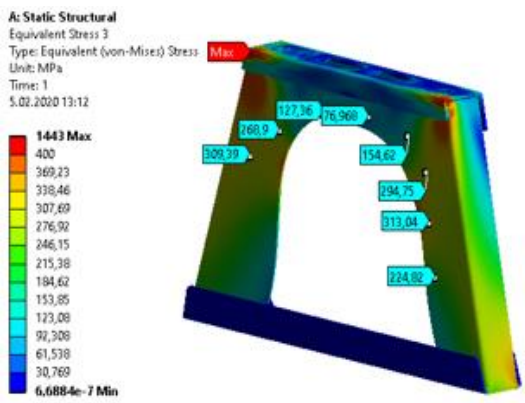


Figure 9. New design of the seat pillar

After the creation of the new seat pillar design, stress analysis verification was performed to accurately predict the performance of the new design. The same boundary conditions and element size were applied to the new designed model. The von-Mises stress distribution and total deformation was shown in Fig. 10. Stress analysis results show that the von Mises stress values ranged between 150-300 MPa (Fig. 10). Maximum total deformation was 1.78 mm for this model. While the maximum stresses are compared with the conventional design, they are increased. However, these results were accepted as the stress values were below the yield limit of the material used.



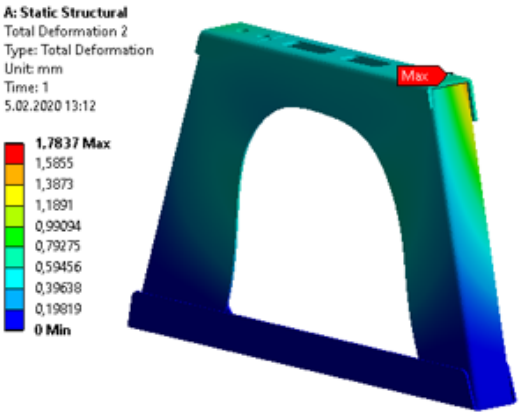


Figure 10. Von Mises stress and total deformation distribution of the new model

After examination of the simulation results, the prototype new seat pillar was manufactured. For verification of the analysis results, seat structures with conventional pillar and new pillar were subjected to bench tests defined by the FMVSS 210 regulations (Fig. 11).

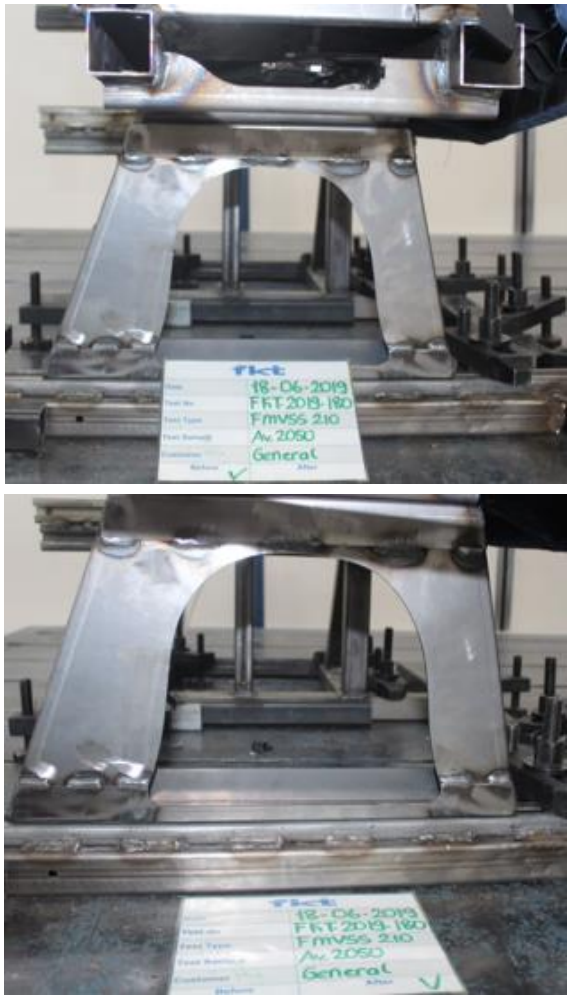


Figure 11. Before and after the FMVSS 210 test image of new seat pillar

As observed in the analyses, in the FMVSS 210 test, the total deformation was observed on the front corner of the seat pillar. New seat pillar model was achieved with 45% weight reduction without compromising any safety criteria.

Conclusions

In this study, a new seat pillar was designed and developed for the lightweight passenger seats of new generation sustainable mass transit vehicles. First, to analyze the stress distribution and total deformation of the conventional seat pillar, a finite element model was created and. The deformation of the seat pillar was confirmed by static analysis using the FMVSS 210 safety standard. Then, topology optimization of the seat pillar was performed. The new pillar design was created by evaluating the design resulting from topology optimization in terms of manufacturability. The prototype new pillar design also validated with FEA. To verify the analysis results, the seat pillar was investigated by conducting bench tests in accordance with FMVSS 210 safety norms. The new prototype pillar achieved 45% weight reduction without compromising any safety criteria.

Today, computer aided engineering and optimization tools save product development and development time and reduce costs in the conceptual design phase for new and failed parts. FEA reduces the prototype costs and makes the correct design possible before the bench test. Therefore, robust and innovative design proposals must be developed early. The product development process becomes faster and more efficient by using topology optimization. Topology optimization has the highest importance in the development process of all optimization methods as it works in the very early phase of the design process.

Acknowledgments

The authors acknowledge the FKT Koltuk Sistemleri A.Ş. Research and Development Department at Bursa, Turkey for supporting this research.

References

[1] Helms, H.; Lambrecht, U. (2006) "The potential contribution of light-weighting to reduce transport energy consumption". Int. J. LCA Case Stud. Light-Weight. Veh. 12, 58.

[2] Cheah, L., Evans, C., Bandivadekar, A., Heywood, J., (2007) "Factor of Two: Halving the Fuel Consumption of New U.S. Automobiles by 2035" Laboratory for Energy and Environment, Massachusetts Institute of Technology Publication No. LFEE 2007-04 RP.

[3] Bjelkengren, C., (2008) "The Impact of Mass Decompounding on Assessing the Value of Vehicle Lightweighting" M.Sc. Thesis, Massachusetts Institute of Technology, USA.

[4] Lutsey, N., (2010) "Review of technical literature and trends related to automobile mass-reduction technology", Institute of Transportation Studies UCD-ITS-RR-10-10, University of California.

[5] Dogan, O., Karpat, F., Yuce, C., Kaya, N., Yavuz, N and Sen, H. (2016) "A novel design procedure for tractor clutch fingers by using optimization and response surface methods" Journal of Mechanical Science and Technology 30 (6), 2615~2625, doi.org/10.1007/s12206-016-0522-x.

[6] Kaya, N., Karen, İ., Öztürk, F. (2010) "Re-design of a failed clutch fork using topology and shape optimisation by the response surface method" Materials and Design 31, 3008–3014.

[7] Polavarapu, S. Topology and Free-Size Optimization with Multiple Loading Conditions for Lightweight Design of Die Cast Automotive Backrest Frame. Master's Thesis, Clemson University, Clemson, SC, USA, 2008.

[8] Yuce, C. Karpat, F., Yavuz, N. and Sendeniz, G. (2014) "A Case Study: Designing for Sustainability and Reliability
in an Automotive Seat Structure" Sustainability, 6, 4608-4631; doi:10.3390/su6074608.

[9] Zhang, J., Li, Z., Fang, Q. and Chen, C. (2019) "Topological optimization design of passenger car seat backrest frame based on multiple-loading conditions", International Journal of Crashworthiness, doi: 10.1080/13588265.2019.1634355.

[10] Trivers, N., Carrick, C. and Kim, I.Y. (2019) "Lightweight design of a reclining aircraft seat considering manufacturability and crashworthiness", Canadian Aeronautics and Space Institute AERO 2019 Conference.

[11] Ju, Y.J. and Jeon, E.S. (2019) "Topology Optimization of Seat Cushion Frame with Dissimilar Materials for Lightweight Strength Optimization", International Journal of Manufacturing, Materials, and Mechanical Engineering, 9(1), doi:10.4018/IJMMME.2019010101.

[12] Yuce, C., Karpat, F., Yavuz, N., Kaynaklı, O., Dolaylar, E., Sendeniz, G. "Prototyping a New Lightweight Passenger Seat". ASME International Mechanical Engineering Congress & Exposition (IMECE2013), Vol.13: Transportation Systems, Nov.15-21, 2013, San Diego/USA. doi: 10.1115/IMECE2013-64381.

[13] Dede, G. and Ozcanlı, M. (2016) "Weight Reduction of Intercity Bus by Different Seat Construction Design in Compliance with APTA and FMVSS Standards", Çukurova University Journal of the Faculty of Engineering and Architecture, 31(2), pp. 243-255.

Akıllı İnsansız Hava Araçları (İHA) ile Bölge Tarama

Abdullah YAVUZ[1], Melike BEKTAŞ [1], Faruk BULUT[1]*

[1]İstanbul Rumeli Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Silivri, İstanbul, Türkiye

Özet

İnsanların belirli bölgelerde çeşitli amaçlar için bir araya gelmeleri durumunda toplumsal olaylar oluşabilir. Çalışmamızda, geniş bir bölgeye yayılmış insanların az sayıdaki güvenlik personeli ve belirli sayıdaki kameralı insansız hava araçları (İHA) ile en iyi şekilde denetlenmesi hedeflenmiştir. Oluşacak olayların bulunduğu yer ve içeriği doğru bir şekilde İHA'lar tarafından tespit edildikten sonra, en yakındaki güvenlik elemanının ilgili bölgeye en kısa zamanda ulaşması amaçlanmıştır. Bu çalışma, üç temel bileşeni ele almaktadır ve incelemektedir. Birincisi İHA'ların bölge taramasında izleyecekleri en uygun rotanın saptanmasıdır. İkincisi ise toplumsal olayların doğru bir şekilde tespit edilmesinde kullanılan görüntü işleme algoritmalarının oluşturulmasıdır. Son olarak da oluşan olaylara en uygun güvenlik elemanının yönlendirmesi şeklindedir. Bu üç parametrenin nasıl olması gerektiği bildirimizde ele alınmıştır.

***Anahtar Kelimeler**: Sayısal Görüntü İşleme, Görev Atama, Ey Uygun Rota Belirleme.*

Regional Scanning with Smart Unmanned Aerial Vehicles (UAVs)

Abstract

Social events can occur when people come together for specific purposes in certain areas. In our study, it is aimed to supervise the people spread over a large area with a limited number of camera unmanned aerial vehicle (UAV) and security personnel. After the location and content of the events that will occur are determined correctly with the UAVs as soon as possible. It is aimed that the nearest security personnel will be transferred urgently to the relevant area. In this way, the events can be recorded with UAVs and controlled by the security personnel, and the growth of the problem will be instantly prevented.This study addresses and examines three main components. The first is to determine the most optimum route to be followed by the UAVs in the regional scanning issue. The second is the creation of image processing algorithms used to accurately detect social events. Finally, it is directing the most appropriate security personnel to the related region. The descriptions of these three parameters are discussed in the proceeding.

***Keywords:** Digital Image Processing, Job Assignment, Optimum Route Determination*

***** Corresponding author e-mail: faruk.bulut@rumeli.edu.tr

1. Giriş

Birçok insanın geniş bir alanda bir araya geldiği topluluklarda güvenlik önemli bir konudur. Spor karşılaşmaları, festivaller, açık havada yapılan mezuniyet programları ve konserler birçok insanın bir araya geldiği yerlerdir [1]. İnsanların bir araya gelmeleri neticesinde birtakım huzursuz toplumsal olaylar oluşabilmektedir [2]. Bu tür durumlara büyümeden önce kontrol edilmelidir. Bu projede amaç, hem gece hem de gündüz oluşabilecek toplumsal olayların sınırlı sayıdaki güvenlik personeli ve en az sayıdaki akıllı İHA'lar ile en iyi şekilde kontrol altında tutabilmektir [3] [4] [5]. Optimum saha/bölge güvenliğinin akıllı İHA'larla sağlanabilmesi için üç önemli faktör ele alınmıştır. Birincisi, İHA'ların alan taramasında kullanacakları en uygun rotanın belirlenmesi önemli bir etkendir. Burada en uygun rota ile ifade etmek istediğimiz şey en az enerji sarfiyatı ile en çok alanın taranması işlemidir [6] [7]. İkinci olarak toplumsal olayların doğru bir şekilde tespit edilmesi için İHA'larda bulunan kameralar tarafından çekilmiş görüntülerden en uygun görüntü işleme algoritması kullanılarak olayın tespit edilmesidir [8] [9]. Üçüncüsü, kameralı İHA'larda ve güvenlik personelindeki GPS özelliği kullanılarak vuku bulan olayın konumunun merkezi sisteme aktarılması [10] ve oluşan olaya en yakın güvenlik personelinin sistem tarafından olay mahaline yönlendirilmesi, işe atanması işlemidir [11] [12]. Çalışmamız dört ana bölümden oluşmaktadır. Yukarıda verilen ilk bölümde çalışmanın içeriği ve amacı, ikinci bölümde rota belirleme, durum tespit yöntemleri ve görev atama şekilleri ayrıntılı olarak verilmiştir. Üçüncü bölümde tartışma ve inceleme, son bölümde ise sonuç bulunmaktadır.

2. Saha Güvenliğinde Önemli Parametreler

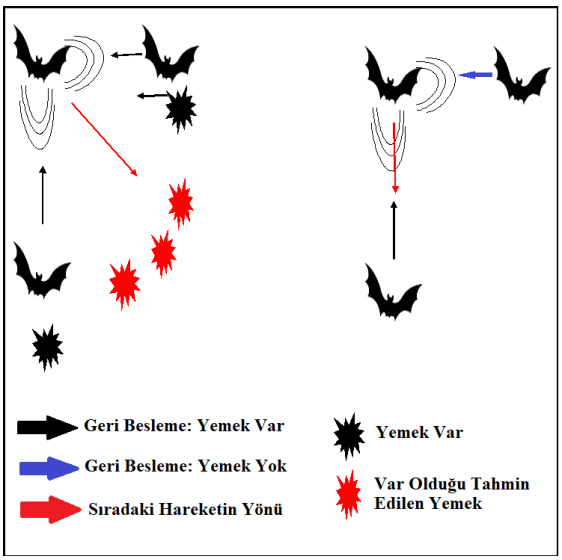
Saha güvenliğini sağlamak için 3 önemli kriter ayrıntılı olarak şu şekilde açıklanabilir:

2.1. Rota Belirleme Algoritmaları

Hava araçlarının takip etmeleri gereken devriye rotası İHA'lar tarafından topluluk zekası yöntemleri (*swarm optimization methods*) kullanılarak belirlenebilir [13] [14] [15] [16]. Kontrol edilen sahanın anlık olarak yoğunluk haritası ay zamanda çıkarılabilir [17]. Hareket eden insanların hareket yönü ve hızları da tespit edilerek yoğunluğun artacağı bölgeler önceden tahmin edilmeli [18] ve bu bölgelere hem İHA'lar hem de güvenlik personeli ihtiyaten yönlendirilebilmelidir.

2.1.1. İkili yarasa algoritması

Yarasa Algoritması, mikro yarasaların av bulma davranışlarından esinlenerek geliştirilmiş bir optimizasyon algoritmasıdır [19]. Yarasalar av bulmak için ekolokasyon adı verilen yöntemi kullanmaktadırlar. Ekolokasyon, yarasaların ses frekansı üreterek, bu ses frekanslarının etrafta bulunan cisimlere çarpıp geri dönmesiyle cismin yönünü ve uzaklığını hesaplaması işlemidir [20].



Şekil 1. Yarasaların Yiyecek Bulma Varsayımsal Çalışması

Bizim projemizde yarasalardaki ekolokasyon olayı droneların GPS özelliği ile özleştirilmiştir.

Dronelar 3 boyutlu ortamda GPS sinyalleri ile bulunduğu x, y, z koordinatlarını belirli periyotlarda (örneğin 5 sn ile) bir diğer drone ile paylaşacağı için her bir drone diğer drone olan uzaklığını tespit edip aynı zamanda kapsadığı alanın görüntüsünü kullanarak olay tespiti yapacaktır [21].

2.2. Vakıa Tespiti

Başarılı bir vakıa tespitini için üç önemli unsur ele alınmaktadır:

2.2.1. Görüntü işleme ile tespit yöntemleri

Hava araçlarında bulunan kameraların aldığı görüntüler hem kayıt altında tutulacak hem de geliştirilen bilgisayar yazılımı ile insan kontrolüne gerek kalmadan anında analiz edilecektir. Vuku bulan ve bulacak olayın tespiti bu sayede anında yapılabilecektir. Vakıa tespiti için bölütleme (segmentation) algoritmaları [22] [23] ve sınıflandırma (classification) algoritmaları [24] kullanılabilir.

2.2.2. Tespit edilenlerin doğruluğu

Vakıa tespitinin doğruluğu ile alakalı ölçütler Pozitif (P) ise olay var, Negatif (N) ise olay yok, TP (True Positive) ise olay var olayın var olduğu tespit edildi, TN (True Negative) ise olay yok olayın yok olduğu tespit edildi, FP (False Positive) ise olay yok olayın var olduğu tespit edildi ve FN (False Negative) ise olay var olayın yok olduğu tespit edildi şeklindedir. Karmaşıklık matrisi (confusion matrix) modelin başarısını ölçmek için kullanılır [25].

Tablo 1. Karmaşıklık matrisi

		Tahmin edilen	
		P	N
Gerçekte var olan	P	TP	FN
	N	FP	TN

2.3. Görev Atama İşlemleri

İş atama problemi (*job scheduling*) temelde belirli maliyetlerdeki işlerin en uygun personele atanarak maliyetinin düşürülmesi amaçlanmaktadır [26]. Benzer şekilde, burada TP olarak tespit edilen olay mahaline gönderilecek personel ya da personellerin kimlerden oluşması gerektiği hesaplanabilir.

Bir toplumsal olay olduğunda, olayın İHA'larla takip edilmesi ve olaya müdahale edecek güvenlik personelinin en uygun şekilde atanması önemli bir konudur [27]. Olayın içinde bulunanların bir süre sonra nerede olacaklarını görüntü işleme algoritmaları ve hareket ve konum tespiti (motion estimation) yöntemleri kullanılarak tahmin edilebilir [28]. Ayrıca olaya karışanların bir süre sonra nerede olacaklarını tahmin edip o bölgedeki güvenlik personelinin atanması sağlanmalıdır [29].

Şekil 3'te görüldüğü üzere Google Maps hizmeti üzerinden bir insanın hedeflenen bir noktaya en kısa mesafede veya en kısa süre ile ulaşımı gösterilmektedir.

Şekil 3. Örnek Yaya Senaryosu

3. Tartışma ve İnceleme

Bu çalışma ileri aşamada bir karmaşık ve bütünleşik modelin oluşturulmasında dikkat edilecek hususları sıralamaktadır. İlgili bir yazılımın gerçekleştirilmesi ve simülasyon aşamaları için bir öneri niteliğindedir. Önerilen bu çalışma ilerleyen zaman içerisinde belediyeler, polis teşkilatı, jandarma ve özel güvenlik firmaları tarafından kullanılabilir. Önerilen sistemin orjinal yönleri şu şekildedir; otonom bir sistem inşası ile insan kontrolüne gerek kalmadan kontrolün sağlanması ve vakıa tespiti, az sayıda hava aracı ve güvenlik personeli ile ile büyük alanların kontrol edilmesi, olabilecek en kısa sürede müdahale ile olayların büyümesini engelleme, suçlu-suçsuz tespitinde İHA kamera kayıtlarının kullanılıyor olması, yeni teknolojilerin kullanıldığı güvenlik sistemi.

4. Sonuç

Bu çalışmada, geniş alanlara yayılmış insanların sınırlı sayıdaki güvenlik personeli ve az sayıdaki İHA ile en iyi şekilde denetlenmesi için gerekli olan temel bileşenler ve parametreler incelenmiştir.

Gerçekleşmesi muhtemel olan olayların konumu ve içeriği en kısa zamanda doğru bir şekilde İHA'lar ile tespit edildikten sonra, en yakındaki güvenlik personelinin ilgili alana en kısa zamanda ulaşması gerekir. Bu sayede olaylar hem İHA'lar ile kayıt altına alınabilecek, hem de en kısa zamanda doğru personel ile kontrol edilmesi sağlanması, aynı zamanda problemin büyümesinin engellenmesi sağlanır. Bu çalışmanın üç temel bileşeni ele alınmıştır. İlki İHA'ların alan taramasında izleyecekleri optimum rotanın belirlenmesi. İkincisi toplumsal olayların doğru bir şekilde tespit edilmesinde kullanılan görüntü işleme algoritmalarının belirlenmesi. Son olarak da oluşan olaylara en uygun güvenlik personelinin yönlendirmesi şeklindedir.

5. Teşekkür

Bu çalışma İstanbul Rumeli Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) birimince BAP2019003 nolu proje kapsamında desteklenmiş olup teşekkürlerimizi arz ederiz.

Kaynakça

[1] Kürşat, Akça. "Toplumsal Olaylar Nedeniyle Oluşan Zararlardan İdarenin Sorumsuzluğu." İnönü Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi 6.4: 987-1020.

[2] Gözübenli, Murat, and İsmail Şahin. "Toplumsal Olaylarda Şiddet Davranışına Teorik Yaklaşımlar: Gezi Parkı Olayları Örneği." Güvenlik ve Toplum Dergisi 1.1 (2016): 1-32.

[3] Miller, Andrew, et al. "Person tracking in UAV video." Multimodal Technologies for Perception of Humans. Springer, Berlin, Heidelberg, 2007. 215-220.

[4] Molina, Pere, et al. "Searching lost people with UAVs: the system and results of the close-search project." International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences 39.CONF (2012): 441-446.

[5] Portmann, Jan, et al. "People detection and tracking from aerial thermal views." 2014 IEEE international conference on robotics and automation (ICRA). IEEE, 2014.

[6] Zeng, Yong, and Rui Zhang. "Energy-efficient UAV communication with trajectory optimization." IEEE Transactions on Wireless Communications 16.6 (2017): 3747-3760.

[7] Amoiralis, Eleftherios I., et al. "Energy efficiency optimization in uavs: a review."

Materials Science Forum. Vol. 792. Trans Tech Publications Ltd, 2014.

[8] Gaszczak, Anna, Toby P. Breckon, and Jiwan Han. "Real-time people and vehicle detection from UAV imagery." Intelligent Robots and Computer Vision XXVIII: Algorithms and Techniques. Vol. 7878. International Society for Optics and Photonics, 2011.

[9] Blondel, Paul, et al. "Human detection in uncluttered environments: From ground to UAV view." 2014 13th International Conference on Control Automation Robotics & Vision (ICARCV). IEEE, 2014.

[10] Saulnier, Alana, and Scott N. Thompson. "Police UAV use: Institutional realities and public perceptions." Policing: An International Journal of Police Strategies & Management (2016).

[11] Ermacora, Gabriele, et al. "A cloud based service for management and planning of autonomous UAV missions in smart city scenarios." International Workshop on Modelling and Simulation for Autonomous Systems. Springer, Cham, 2014.

[12] Rudol, Piotr, and Patrick Doherty. "Human body detection and geolocalization for UAV search and rescue missions using color and thermal imagery." 2008 IEEE aerospace conference. Ieee, 2008.

[13] Kennedy, James, and Russell Eberhart. "Particle swarm optimization." Proceedings of ICNN'95-International Conference on Neural Networks. Vol. 4. IEEE, 1995.

[14] Hoang, V. T., et al. "Angle-encoded swarm optimization for uav formation path planning." 2018 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS). IEEE, 2018.

[15] Zhang, Chao, et al. "UAV path planning method based on ant colony optimization." 2010 Chinese Control and Decision Conference. IEEE, 2010.

[16] Eshelman, Larry J., and J. David Schaffer. "Real-coded genetic algorithms and interval-schemata." Foundations of genetic algorithms. Vol. 2. Elsevier, 1993. 187-202.

[17] Yu, Jinhua, and Jinglu Tan. "Object density-based image segmentation and its applications in biomedical image analysis." Computer methods and programs in biomedicine 96.3 (2009): 193-204.

[18] Takaffoli, Mansoureh, Reihaneh Rabbany, and Osmar R. Zaïane. "Community evolution prediction in dynamic social networks." 2014 IEEE/ACM International Conference on Advances in Social Networks Analysis and Mining (ASONAM 2014). IEEE, 2014.

[19] Jaafer, Abdulkhaliq A., Mustafa Al-Bazoon, and Abbas O. Dawood. "Structural Topology Design Optimization Using the Binary Bat Algorithm." Applied Sciences 10.4 (2020): 1481.

[20] Gupta, Deepak, et al. "Optimized Binary Bat algorithm for classification of white blood cells." Measurement 143 (2019): 180-190.

[21] George, Joel, P. B. Sujit, and João B. Sousa. "Search strategies for multiple UAV search and destroy missions." Journal of Intelligent & Robotic Systems 61.1-4 (2011): 355-367.

[22] Craye, Celine, and Salem Ardjoune. "Spatio-temporal semantic segmentation for drone detection." 2019 16th IEEE International Conference on Advanced Video and Signal Based Surveillance (AVSS). IEEE, 2019.

[23] Jiang, Liming, Yuanchang Xie, and Tianzhu Ren. "A Deep Neural Networks Approach for Pixel-Level Runway Pavement Crack Segmentation Using Drone-Captured Images." arXiv preprint arXiv:2001.03257 (2020).

[24] Liu,Hao, et al. "A drone detection with aircraft classification based on acamera array." IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Vol. 322. No. 5. 2018.

[25] Xu, Jianfeng, Yuanjian Zhang, and Duoqian Miao. "Three-way confusion matrix for classification: a measure driven view." Information Sciences 507 (2020): 772-794

[26] Bitam, Salim, Sherali Zeadally, and Abdelhamid Mellouk. "Fog computing job scheduling optimization based on bees swarm." Enterprise Information Systems 12.4 (2018): 373-397.

[27] Grippa, Pasquale, et al. "Drone delivery systems: Job assignment and dimensioning." Autonomous Robots 43.2 (2019): 261-274.

[28] Kim, Junsik, et al. "3D Motion Estimation and Compensation Method for Video-Based Point Cloud Compression." IEEE Access 8 (2020): 83538-83547.

[29] Cai, Shengze, et al. "Dense motion estimation of particle images via a convolutional neural network." Experiments in Fluids 60.4 (2019): 73.

Hava Tahmin İstasyonu Tasarımı ve Gerçekleştirilmesi

Süleyman UZUN[1]*, Osman USLU[2]

[1] *Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölüm, Sakarya, TÜRKİYE*

[2]*Eskişehir Büyükşehir Belediyesi, Bilgi İşlem Daire Başkanlığı, Eskişehir, TÜRKİYE*

Özet

Hava tahmin istasyonları, anlık, günlük, haftalık veya aylık olarak hava olaylarını tahmin edebilen sistemlerdir. Genellikle meteoroloji tarafından kullanılan bu tarz sistemlerin bireysel kullanımları açısından maliyetlerinin yüksek, kurulumlarının zor ve zahmetli olmasından dolayı yaygın olarak kullanılamamaktadır. Bireysel olarak günümüzde çalışma ofisleri, fabrikalar, seralar gibi çok fazla kullanım alanına sahiptir. Bireysel amaçlarla kullanmak için maliyeti düşük, kurulumu ve kullanımı kolay hava tahmin istasyonları geliştirilmektedir. Yapılan bu çalışma ile arduino tabanlı hava tahmin istasyonu geliştirilmiştir. Tasarlanan sistem üzerine farklı sensörler eklenerek bulunduğu ortamdaki rakım, basınç, hava sıcaklığı, nem, yağmur şiddeti, hava kalitesi ve karbondioksit oranı parametrelerini ölçebilmektedir. Ayrıca bu istasyon üzerinden anlık olarak ölçülen değerler, istasyon üzerinde LCD ekranda, web sitesinde ve Android uygulama üzerinde eş zamanlı olarak gösterilmektedir. İstasyondan elde edilen veriler, başta meteoroloji olmak üzere hava tahmin verileri veren 4 farklı sistemden alınan verilerle karşılaştırılmış ve sonuçların birbirleri ile çok yakın olduğu gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Hava tahmin istasyonu, IoT, Arduino*

Weather Forecasting Station Design and Realization

Abstract

Weather forecasting stations are systems that can forecast weather events instantly, daily, weekly or monthly. These types of systems, which are generally used by meteorology, cannot be widely used because of their high cost in terms of individual use and difficult and troublesome installation. It has a lot of usage areas such as working offices, factories, greenhouses, individually. Low cost, easy to install and use weather forecasting stations are developed to be used for individual purposes. Arduino based weather station was developed with this study. By adding different sensors on the designed system, it can measure the altitude, pressure, air temperature, humidity, rain intensity, air quality and carbon dioxide ratio parameters. In addition, the values measured instantly on this station are displayed simultaneously on the LCD screen on the station, on the website and on the Android application. The data obtained from the station were compared with the data obtained from 4 different systems that give weather forecasting data, especially meteorology, and the results were observed to be very close to each other.

Keywords: *Weather forecasting station, IoT, Arduino*

* Corresponding author e-mail :suleyman.uzun@bilecik.edu.tr

Giriş

Teknolojinin gelişimine paralel olarak meteoroloji alanında kullanılan haberleşme, elektronik cihazlar, uydular ve bilgisayarlar gibi teknolojik cihazlarda gelişim göstermektedir. Bu gelişime bağlı olarak meteorolojiden alınan verilerde oldukça hassas ve yüksek doğruluğa sahip olmaktadır. Ülkemizdeki hava tahminleri Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğünce yapılmaktadır. Meteoroloji tarafından sağlanan veriler, bölgesel kullanımlar için hem maliyetli hem de yanıltıcı olabilir. Bu tür sorunların üstesinden gelmek amacıyla bölgesel olarak kullanılabilecek akıllı hava istasyonları geliştirilmektedir.

Belirlenen ihtiyaçlar doğrultusunda Eskişehir Büyükşehir Belediyesi bünyesinde şehrin bazı turistik merkezlerinde, parklarda, bazı kapalı tesislerde, seracılık faaliyetlerinin yürütüldüğü tesis ve seralar gibi ortam durumlarının kontrolünün yapılması gereken alanlarda kullanılmak üzere; anlık hava durumunu gösteren, maliyetleri düşük, kontrol edilebilir, portatif bir cihaz tasarlanmıştır.

Akıllı hava tahmin istasyonu ve arduino ile ilgili yapılan çalışmalara bakıldığında çok farklı alanlarda yapılmış çalışmalar olduğu görülmektedir.

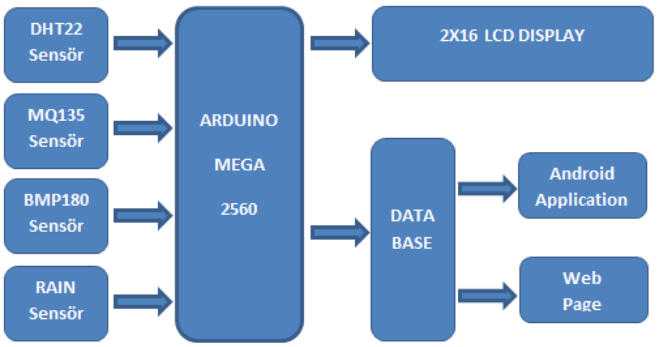
Kayaalp ve Özkorucuklu [1], arduino teknolojisi kullanarak Ankara Türk Hızlandırıcı ve Radyasyon Laboratuvarı (Turkish Accelerator & Radiation Laboratory) için, laboratuvar çalışmalarında açığa çıkan radyasyon ve etkilerinden çalışanların korunması amacıyla güvenlik sistemi geliştirmişlerdir. Taşdelen ve Şimşek [2], sensörler ve elektrik motorlarından oluşan bir sistemi, internet üzerinden bu sensör ve motorların kontrolünü sağladıkları bir sistem geliştirmişlerdir. Güneş ve arkadaşları [3], arduino mega 2560 ve Ethernet modülü sayesinde web üzerinden, nesne kontrolü denemelerinde arduinoya bağlı bir ledin açılıp kapanması ve parlaklık değerlerinin değiştirilmesi işlemlerini gerçekleştirmişlerdir. Çiriş ve arkadaşları [4], sıcaklık sensörü, manyetik sensör, hareket sensörü ve gaz sensörü kullanarak Ethernet genişleme kartı üzerinden internet bağlantısı olan ve evdeki ortam değişikliklerini aktaran bir güvenlik sistemi tasarımı gerçekleştirmişlerdir. Kızılağaç ve arkadaşları [5], arduino Mega 2560 ve Ethernet genişleme kartı ile internet kontrollerini kullanarak, kurdukları akıllı ev sisteminde evdeki havalandırma, otomatik aydınlatma gibi sistemleri kontrol eden bir akıllı ev sistemi tasarımı gerçekleştirmişlerdir. Üçgün ve Kaplan [6], sıcaklık, basınç ve yağmur sensörü kullanarak, okunan değerleri istasyon üzerinde bulunan ekran üzerinde gösteren bir hava tahmin istasyonu tasarımı gerçekleştirmişlerdir.

Yapılan çalışmada, anlık hava durumunu gösteren, maliyetleri düşük, kontrol edilebilir, portatif, arduino tabanlı hava tahmin istasyonu geliştirilmiştir. Tasarlanan sistem üzerine Dht22 sıcaklık ve nem sensörü, Bmp180 basınç sensörü, Mq135 gaz sensörü ve yağmur sensörü eklenerek bulunduğu ortamdaki rakım, basınç, hava sıcaklığı, nem, yağmur şiddeti, hava kalitesi ve karbondioksit oranı parametrelerinin ölçülebilmesi sağlanmaktadır. Sensörlerin ve arduino kartın bir arada durması ve sensörlerin dış ortam etkilerinden korunması amaçlı bir istasyon kabini tasarlanmıştır. Bu istasyon kabini sayesinde hem iç hem de dış mekânda kolaylıkla monte edilerek sorunsuz çalışması sağlanmaktadır. Ayrıca bu istasyon üzerinden anlık olarak ölçülen değerler, istasyon üzerinde LCD ekranda, web sitesinde ve Android uygulama üzerinde eş zamanlı olarak gösterilmektedir. İstasyondan elde edilen veriler, başta meteoroloji olmak üzere hava tahmin verileri üreten 4 farklı sistemden alınan verilerle karşılaştırılarak geliştirilen sistemin kalibrasyonu yapılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Tasarlanan sistemde genel olarak kullanılan donanım, özellikleri ve kalibrasyon ayarlarının yapılması gibi donanımsal bilgilerin yanı sıra bağlantı diyagramları örnek bağlantılar, donanımların kullanım alanlarından bu bölümde bahsedilecektir.

Arduino tabanlı olarak hazırlanan istasyon sistemi Şekil 1'de gösterildiği gibi donanım bileşenleri olarak MQ135 gaz sensörü, BMP180 basınç sensörü, DHT22 sıcaklık ve nem sensörü, yağmur sensörü, 2x16 Lcd Display, Ethernet genişleme kartı ve arduino Mega 2560 kullanılmıştır. Yazılım bileşenlerinde ise istasyon ölçümlerini yayınlayacak olan web sayfası ile android uygulama ve bu bileşenlere veri sağlayan veritabanı bulunmaktadır.



Şekil 2. Blok Diyagramı

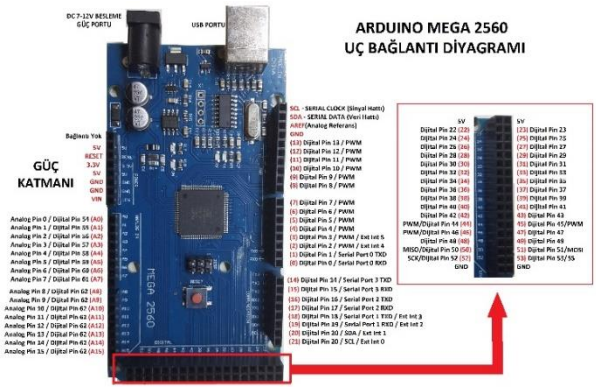
Arduino mega 2560

Arduino Mega 2560 sıklıkla tercih edilen arduino kart tiplerindendir. Bu kart üzerinde 54 tane dijital giriş/çıkış ucu bulunmaktadır [7]. Bu uçlardan;

- 15 adeti PWM çıkışı,
- 16 adet analog giriş,
- UART(donanım seri port),
- 1 adet 16 MHz kristal osilatör,
- USB bağlantısı,
- ICSP başlığı ve reset

olarak kullanılmaktadır. Bu tip kartlar, mikro denetleyiciyi olarak kullanılmakta olup, bilgisayara bağlanarak, bir adaptör yardımıyla ya da pil ile çalıştırılabilir. Çalışmada kullanılan arduino Mega R3 (revision 3) ekstra aşağıda verilen özelliklere sahiptir [1];

- AREF ucunun yanına SDA ve SCL uçları eklenmiştir.
- Reset devresi yeniden tasarlanmıştır
- R1 ve R2'de kullanılan 8-bitlik mikro denetleyici yerine R3'de 16-bitlik mikro denetleyici (ATmega16U2) kullanılmıştır.



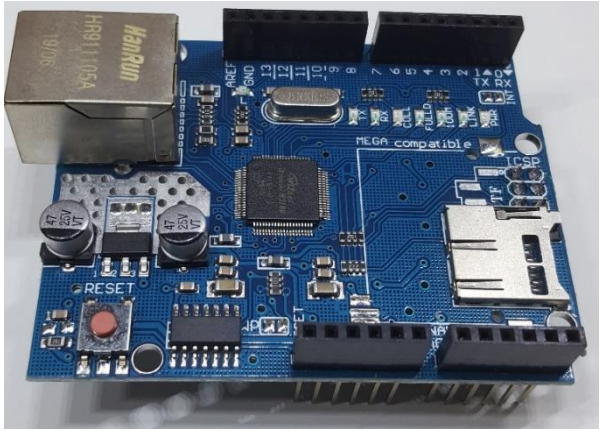
Şekil 3. Arduino mega 2560 uç diyagramı [8]

Teknik Özellikler:

- +5 V DC çalışma gerilimine sahip,
- 7 –12 V DC besleme gerilimi ile çalışan,
- 40 mA giriş/çıkış başına düşen DC akımı,
- 256 KB flash hafızaya sahip,
- 8 KB SRAM'e sahip,
- 4 KB EEPROM'a sahip,

Arduıno ethernet genişleme kartı (Wiznet W5100)

Ethernet genişleme kartı, arduino kartını internete çıkartmak veya bir ağa dahil etmek amacıyla kullanılmaktadır. Bu genişleme kartı arduino üzerine soketler yardımıyla kolayca takılabilir veya çıkartılabilir şekilde tasarlanmıştır. Arduino kartını programlamak amacıyla kullanılan yazılım içerisindeki ethernet kütüphanesi ile uyumlu bir şekilde çalışmaktadır [3]. Arduino kart tiplerinden olan Uno ve Mega ile uyumlu bir şekilde çalışmaktadır [4].



Şekil 4. Ethernet genişleme kartı genel görünümü

Teknik Özellikler:

- IEEE802.3-af protokolü ile uyumlu,
- 36V - 57V giriş gerilimine sahip,
- 12V çıkış gerilimine sahip,
- DC/DC dönüştürücü (Yüksek verimli: %85-%80)
- 1500V izolasyona sahip,
- RJ45 Ethernet portuna sahip,
- Hem Arduino kartı hem de Ethernet genişleme kartını sıfırlamak için "sıfırlama düğmesi" ne sahip,

Ethernet genişleme kartı işlemcisi olan Wiznet W5100 arduino ile SPI hattı üzerinden

haberleşmektedir. MEGA'da 50, 51 ve 52. haberleşme uçlarıdır [5].

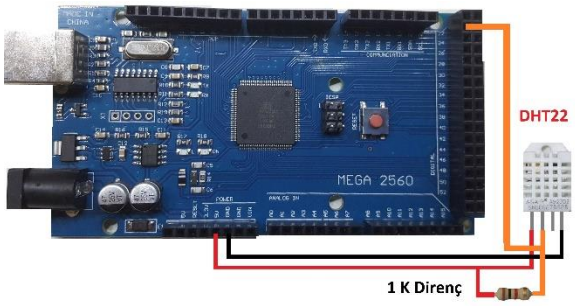
DHT22 Sıcaklık ve Nem Ölçüm Sensörü

DHT22, maliyeti düşük, sayısal sıcaklık ve nem sensörü olarak kullanılmaktadır. Ortamdaki havanın sıcaklığını ve nemini ölçmek için bir kapasitif nem sensörü ve bir termistör kullanır. Yaptığı ölçümleri veri ucu üzerinde sayısal olarak çıkışa iletir. Kullanımı oldukça basittir, ancak verileri yakalamak için dikkatli bir zamanlama gerektirir [9]. Bu sensörün tek gerçek dezavantajı, her 2 saniyede bir yeni veri alabilmenizdir. Bu sebeple kütüphaneyi kullanırken, sensör okumaları 2 saniyeye kadar çıkabilir [10].

Sensörün istikrarlı çalışması ve değer kaybı yaşamaması için Şekil 5'de gösterildiği gibi 1 ve 2 numaralı uçlar arasına 1Kohm değerinde bir direnç yerleştirilmiştir. Bu direnç veri ucuna besleme kaynaklı yanlış değer gelmesini engellemek için konulmuştur.

Şekil 5. DHT22 genel görünümü ve uç bilgisi

DHT22 sıcaklık ve nem sensörünün genel görünümü ve uç bilgileri Şekil 4'de gösterilmektedir.



Şekil 6. DHT22 bağlantı şeması

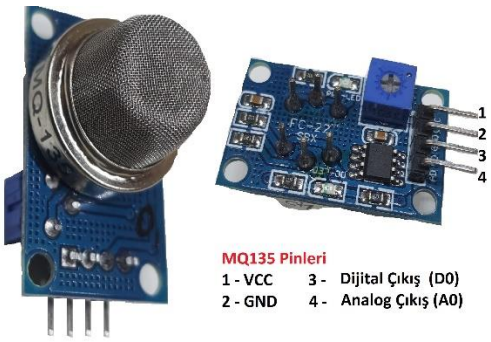
Teknik Özellikler:

- AM2302 türüne sahip,
- 0.1, Doğruluk çözünürlüğüne sahip,
- 0-100 % RH Nem aralığına sahip,
- -40 ile +80 °C sıcaklık aralığına sahip,
- % 2 RH nem ölçüm hassasiyetine sahip,
- 0.5°C sıcaklık ölçüm hassasiyetine sahip,
- Düşük güç tüketimine sahip,
- Sayısal çıkışa sahip,

Sensörler için birçok kütüphane araştırması yapılmış ve en kararlı çalışan sensör kütüphaneleri Adafruit Industries'e [11] ait kütüphaneler olarak tespit edilmiş ve sensörlerin çalışması için bu kütüphaneler kullanılmıştır.

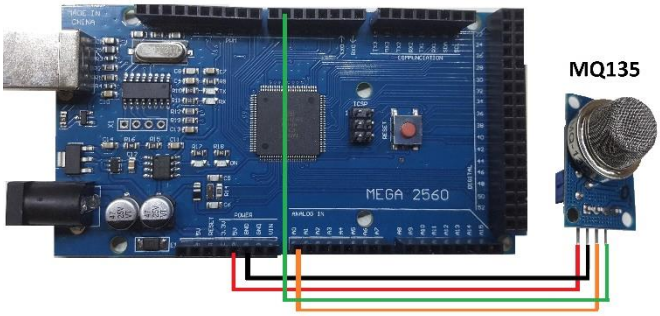
MQ 135 Gaz Sensörü

MQ 135 Hava kalitesi ölçüm modülü gaz sensörü; bulunduğu ortamdaki NH3, NOx, alkol buharı, benzen, duman ve CO2 gazlarının varlığını tespit edip hesaplamaya yarayabilen genelde ev ve ofislerde kullanılan bir sensör çeşididir [12]. MQ135 sensörünün genel görünümü ve uç bilgisi Şekil 6'da gösterilmektedir.



Şekil 7. MQ135 genel görünüm ve uç bilgisi

Sensörün arduino kart üzerine bağlantısı ise Şekil 7'de gösterildiği gibi yapılmaktadır.



Şekil 8. MQ135 bağlantı şeması

MQ135 ile okunan değerlerde, CO_2 oranı hesaplanarak bulunmuştur. Hava kalitesi okuması yapıldıktan sonra aşağıdaki formül ile CO_2 hesabı yapılmıştır.

```
co2raw = zzz / 10;
co2comp = co2raw - co2kalibre ;
karbon2Data = map(co2comp, 0, 1023, 400, 5000);
```

Açık hava, dünya geneli CO_2 oranı 400 Ppm olarak kabul edildiği bilindiğinden, sensörden okunan değerlere göre açık havada kalibrasyon yapılması denenmiştir. Denemeler sonucunda sensör üzerindeki trimpotun aşırı hassas olması sebebiyle donanımsal kalibrasyon yerine yazılım içerisinde ± değerler ile sensör bazlı kalibrasyon yapılmıştır. Örneğin 1.istasyonda sensör CO_2 değeri "*co2kalibre=66*" değeri ile kalibre edilirken 2.istasyonda "*co2kalibre=85*" değeri ile kalibre edilmiştir.

Teknik Özellikler:

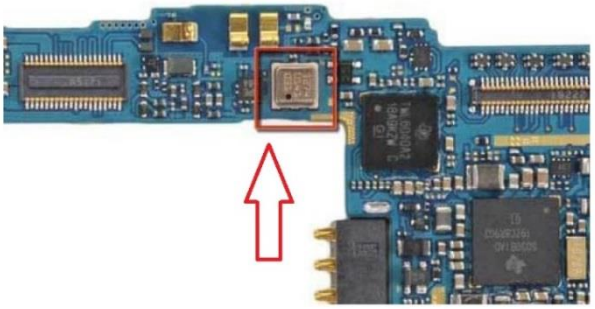
- DC 5V çalışma gerilimine sahip,
- LM393, MQ 135 ana çipine sahip,
- –40°C ile +125°C çalışma sıcaklığına sahip,
- 33 ohm 5 % ısıtıcı direncine sahip,
- 1W–6W RH dağılma gücüne sahip,

BMP180 Basınç Sensörü

BMP180, Bosch firmasının ürettiği bir barometrik basınç sensörüdür. Aynı zamanda sıcaklık ve irtifa bilgisi de verir [13]. Kapalı Navigasyon, GPS iyileştirmesi, eğim algılama, spor cihazları, örnek yükseklik profili, hava durumu tahmini, dikey hız göstergesi (yükseliş/yavaşlama hızı) gibi pek çok alanda kullanılmaktadır. BMP180, akıllı telefonlar, tablet bilgisayarlar ve spor cihazları gibi gelişmiş mobil cihazlardaki uygulamalar ile birlikte kullanılabilen yüksek performansa sahiptir. Cep telefonlarının ana kartlarına doğrudan monte edilerek kullanımı Şekil 8'de gösterilmektedir. BMP085 basınç sensöründen daha küçük boyutlara sahip, sayısal arabirimleri genişletilebilen bir sensördür. 3 mikroAmper gibi düşük güç tüketimine sahip olan BMP180, besleme voltajının bağımsız olmasından dolayı oldukça kararlı ve performanslı bir şekilde çalışmaktadır [14].

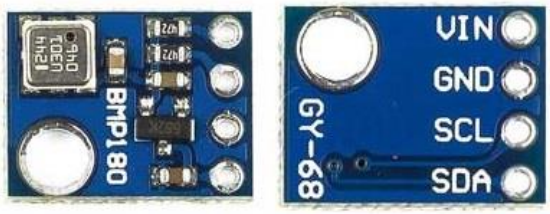
Bmp180 in rakım ve basınç hesaplaması açık hava basıncına göre yapılmaktadır. Sensör üzerine düşen basıncın doğru değerleri vermesi için kalibrasyon ayarları yapılması gerekmektedir. Bu sensöründe kalibrasyon ayarları yazılım içerisinde yapılmıştır. Eskişehir açık hava basıncı ve rakımı referans alınarak, varsayılan değerleri sabit tutulmuş ve bu değerlere göre yazılımsal kalibrasyonu yapılmıştır.

Kalibrasyon "rakim = (bmp.readAltitude(102000));" değeri ile gerçeğe en yakın değerleri almıştır. Rakımda ki hata payı 1-2 metreye kadar düşürülmüştür.



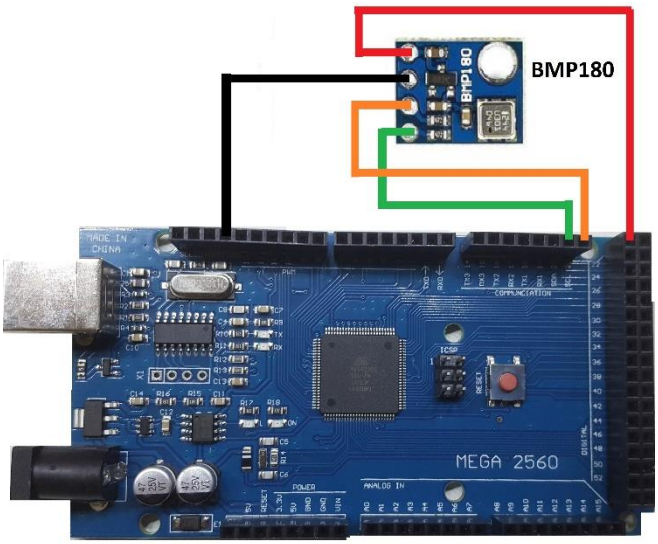
Şekil 9. BMP180'in cep telefonları üzerinde kullanımı [15]

BMP 180'e ait uç bağlantıları Şekil 9'da gösterilmektedir.



Şekil 10. BMP180 uç bağlantısı [15]

Besleme gerilimleri Şekil 10'da gösterildiği gibi arduino kartın besleme uçlarına takılmaktadır. Diğer SCL ve SDA uçları ise kartın giriş uçlarına bağlanmaktadır.



Şekil 11. BMP180'in bağlantı şeması

BMP180 mutlak basıncı paskal (Pascal - Pa) olarak verir. 1 Pa çok küçük bir basınçtır. Bu sebepten dolayı kütüphane sonuçları Pa'nın 100 katı olan hPa (1 hPa = 100 Pa) olarak sağlamaktadır [15].

Teknik Özellikler [15]:

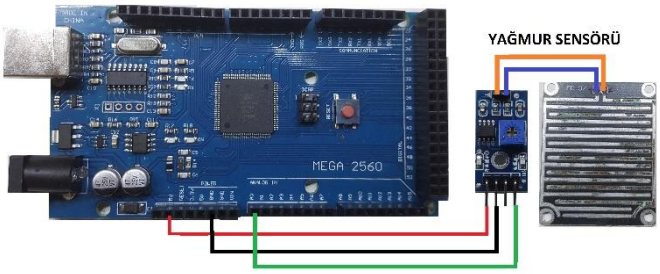
- 300 - 1100 hPa basınç ölçüm aralığına sahip,
- -500m ile 9000m yükseklik ölçüm aralığına sahip,
- Basınç ölçümlerinde; 0,06 *hPa* (ultra düşük güç modu), 0,02 hPa (ultra yüksek çözünürlük modu) RMS gürültüsüne sahip,
- Yükseklik ölçümlerinde; 0,5 m (ultra düs¸ük güç modu), 0,17 m (ultra yüksek çözünürlük modu) RMS gürültüsüne sahip,
- Nispi doğruluk basıncı VDD = 3.3 V : 950 - 1050 hPa / 0.12 hPa - 25 °C / 1.0 m ve 700 - 900 hPa / 0.12 hPa -25 - 40 °C / 1.0 m
- Mutlak dogruluk P = 300 - 1100 hPa (Sıcaklık = 0 + 65 ° C, VDD = 3.3 V) / Basınç: -4.0 – +2.0 hPa - Sıcaklık: 1 °C
- 1 Hz veri yenileme hızı ile en yüksek 3 mikroAmper (ultra düşük güç modu), 32 mikroAmper (gelişmiş mod) ortalama akım tüketimine sahip,
- 1.8V - 3.6V besleme gerilimine sahip,
- – 40 ile +85 ° C arası çalışma sıcaklığına sahip,
- 5 ms, (standart mod) basınç değişim zamanına sahip,

Yağmur Sensörü

Genel görünümü Şekil 11'de görülen yağmur sensörü, bir plaka üzerine yerleştirilen iletken hatlarından oluşmaktadır. Bu iletkenlerin su ile teması sonucu sensör çıkış pini 0 ile 1023 arasında bir değer almaktadır. Değer 1023'den 0'a doğru indiğinde yağış şiddeti artmaktadır. Sensör iki modülden oluşmaktadır. 1. Modül iletken hatların bulunduğu plakadır. Bu plaka iletkenlerin arasına gelen su damlalarının oluşturduğu direnç değerlerini sensör kartında okunmasını sağlamaktadır. 2. Modül ise sensörün verileri okuyarak, arduino karta gönderdiği birimdir [6].

Şekil 12. Yağmur sensörü genel görünümü

Yağmur sensörünün besleme voltajı ve toprak bağlantısı Şekil 12'de gösterildiği gibi yapılarak, sensör çıkış bacağından okuma yapılabilmektedir. Hem dijital hem analog çıkış verdiğinden dolayı, farklı sistemlere rahatlıkla uyarlanabilir. Karşılaştırıcı modül üzerindeki potansiyometre ile hassasiyeti ayarlanabilir. Burada sensöre 3 değişken tanımlanmıştır. Yağmur değişkeni değeri 900'den büyükse "Yağmur Yok", 300 ve 900 arasında ise "Yağmur Var", 300 den küçük ise "Sağanak Yağış" uyarıları alacak şekilde programlanmıştır.



Şekil 13. Yağmur sensörü bağlantı şeması

Teknik Özellikler:

- 3V - 5V çalışma gerilimine sahip,
- 1 adet Analog sinyal çıkışı (AO) sahip,
- 1 adet TTL dijital çıkış (DO) sahip,
- <20mA çalışma akımına sahip,
- Hassasiyeti ayarlanabilir,

2x16 LCD Gösterge

Çalışma kapsamında, 2 satır 16 karakter LCD kullanılmıştır. Tablo 1'de gösterildiği gibi 16 adet uca sahip olan LCD'nin ilk 14 adeti kontrol için son iki tanesi ise eğer varsa arka ışık için kullanılır [16];

Tablo 1 . 2×16 karakter LCD uç bağlantıları.

Uç Numarası	Açıklama
1	Toprak (Gound - V_{SS})
2	Giriş Gerilimi (Input Voltage - V_{CC}(+5V))
3	Kontrast (V_{EE})
4	Hafıza Seçimi (Register Select - RS)
5	Okuma/Yazma (Read/Write - RW)
6	Etkinleştirme (Enable – E)
7 – 14	Veri Girişleri (Data Input $D0 - D7$)
15	Arka panel ışığı pozitif ucu ($BL+$)
16	Arka panel ışığı negatif ucu ($BL-$)

LCD uçlarından olan ve kontrast (V_{EE}) girişi ile LCD'nin kontrast değeri ayarlanmaktadır. Bu uç sayesinde kontrast değeri arttırılabilir ya da azaltılabilir. RS ucu, LCD'ye gönderilen bilginin veri veya komut olduğunu seçmek amacıyla kullanılmaktadır. Bu ucun değeri 0V ise LCD göstergeye komut gönderildiğini, +5V ise veri gönderildiği bildirilmektedir. LCD'den okuma veya yazma yapılacağını seçmek amacıyla RW ucu kullanılmaktadır. Bu uç değeri 0V ise LCD'ye yazma yapılacağını, +5V ise LCD'den okuma yapılacağı bildirilir. LCD ve uçları arasındaki veri alış-verişini sağlamak amacıyla E(Enable) ucu kullanılır. $D0 - D7$veri uçları ile mikrodenetleyiciye doğrudan bağlanır ve 4-bitlik ya da 8-bitlik olarak veriler aktarılır.

Çalışmada bu donanımın kullanım amacı ise, istasyon tarafından ölçülen anlık değerleri istasyon üzerinde görüntülemek için kullanılmaktadır.

Sistem Tasarımı

Tasarlanan hava tahmin istasyonu Şekil 13'de gösterildiği gibi 4 bölümden oluşmaktadır. Bu bölümlerden ilki verileri sağlayacak olan istasyonun kendisidir. Yani donanımsal bölümdür. İstasyon donanımları yaptıkları ölçüm değerlerini uygun paketler haline getirerek, yapılandırılan network protokollerine göre hazırlanan sunucuya göndermektedir.

İkinci bölümde sunucu üzerindeki veri tabanı yer almaktadır. İstasyondan gelen anlık değerler veritabanında ilgili alanlara kaydedilmekte ve veriler işlenmektedir.

Üçüncü bölüm kullanıcı ve yönetici ara yüzüne sahip olan web sayfasından oluşmaktadır. Son kullanıcıya istasyondan alınan verilerin anlık görüntülerinin, grafiklerin aktarıldığı ve yöneticinin istasyon ayarlarını yapılandırdığı sayfadır.

Son bölüm ise Android uygulama bölümünden oluşmaktadır. Mobil cihazlara yüklenecek olan uygulama ara yüzünün tasarımıdır.

Şekil 14. Tasarlanan hava tahmin istasyonu blok diyagramı

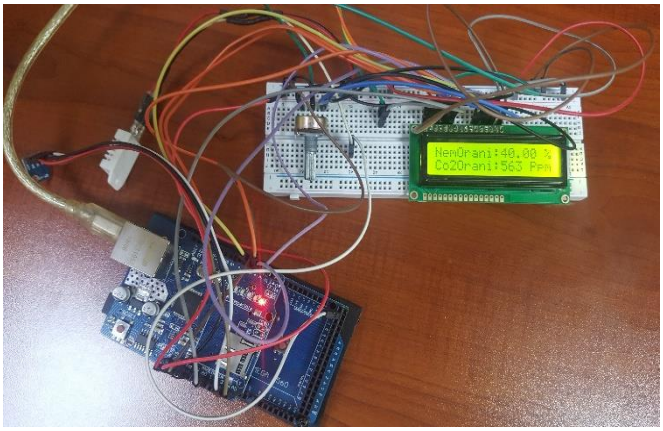
İstasyon Tasarımı

İstasyon tasarımımız arduino Mega 2560 üzerine kurulmuştur [2]. Kullanılan sensörler ve Ethernet genişleme kartları arduino kart üzerinde toplanarak istasyon aktif hale getirilmiştir. Tasarımda, Ethernet genişleme kartı, DHT22 sıcaklık ve nem sensörü, BMP180 basınç sensörü, MQ135 gaz sensörü, yağmur sensörü ve 2×16 LCD gösterge kullanılmaktadır.

Yapılan araştırmalar sonucunda, sıcaklık ve nem ölçümleri yapabilen, maliyeti uygun ve kararlı çalışan

sensör olarak DHT22 tespit edilmiştir. Bu sensörün hata payı kabul edilebilir düzeydedir. Sensörün tasarlanan sistem içerisinde kullanılabilmesi için birçok farklı kütüphane test edilmiş ve en kararlı çalışan kütüphane dosyaları tespit edilerek kullanılmıştır.

Aynı şekilde tasarlanan sistemde kullanılan diğer sensörler de araştırılıp testler yapılarak en kararlı ve doğru çalışan donanım ve kütüphaneleri belirlenerek sisteme dâhil edilmiştir. Tüm bu testler Şekil 14'de gösterilen breadboard üzerine kurulmuş model devre üzerinde gerçekleştirilmiştir.



Şekil 15. Tasarlanan sisteme ait model devrenin breadboard üzerinde gerçekleştirilmesi

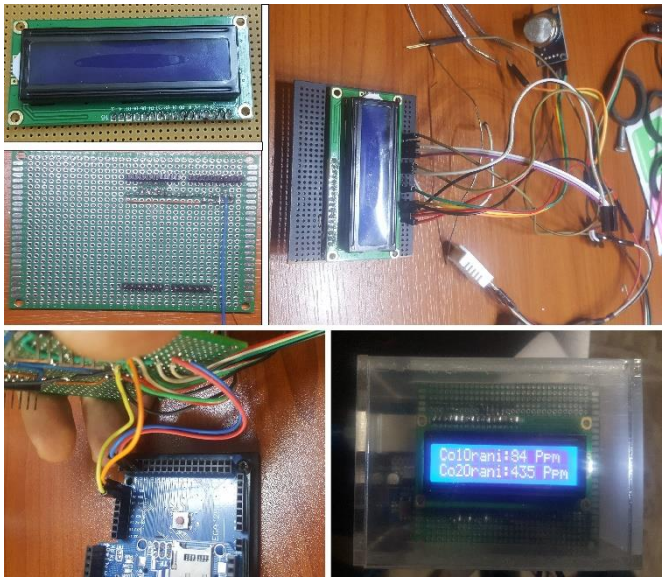
Çalışmalar esnasında yapılan kontrollerde sensörlerin farklı kütüphane dosyaları bulunduğu ve her sensör kütüphanesinin farklı değerler verdiği tespit edilmiştir. Stabil çalışan sensör kütüphaneleri tespit çalışması yapılarak kütüphane arşivi oluşturulmuştur. DHT22 ve Yağmur sensörü kullanımı diğer sensörlere göre daha kolay ve rahattır. Herhangi bir ayarlama gerektirmeyen sensörlerdir.

BMP180 ve MQ135 sensörlerinde, okunacak değerlere ulaşmak kolay olmamaktadır. Sensörler üzerinde hazır bulunan trimpotlar sayesinde her değişen ortam koşullarına göre kalibrasyon ayarlarının yapılması gerekiyor. Bu kalibrasyonlar bir süre test edildikten sonra sensör üzerinde sabit bırakılarak, yazılan kod içerisinden de bu kalibrasyon ayarları yapılmıştır.

İlk yapılan model devre dizaynı tek taraflı delikli pertinax üzerine kuruldu. Tek taraflı Delikli pertinax üzerinde yapılan tadilat ve testler tek taraflı pertinaxın kullanışlı olmadığı ve lehim yerlerinin sürekli kopması sonucu çift taraflı delikli pertinax board üzerine Şekil 15'de gösterildiği gibi yeniden dizayn edildi.

Sensörlerden veri okuma ve kararlı çalışma koşulları sağlandıktan sonra Ethernet genişleme kartı montajı yapılarak, network yapılandırması yapıldı. Eskişehir Büyükşehir Belediyesi Network yapısına uygun olacak şekilde yapılandırması yapılarak istasyonun içine bu yapılandırılma yazıldı. İstasyonun network yapılandırması:

- ***TCP-IP*** : *172.xxx.xxx.xxx*
- ***Subnet Mask***: *255.255.0.0*
- ***Gateway*** : *172.xxx.xxx.xxx*
- ***Dns*** : *172.xxx.xxx.xxx*



Şekil 16. İstasyon tasarım çalışmaları

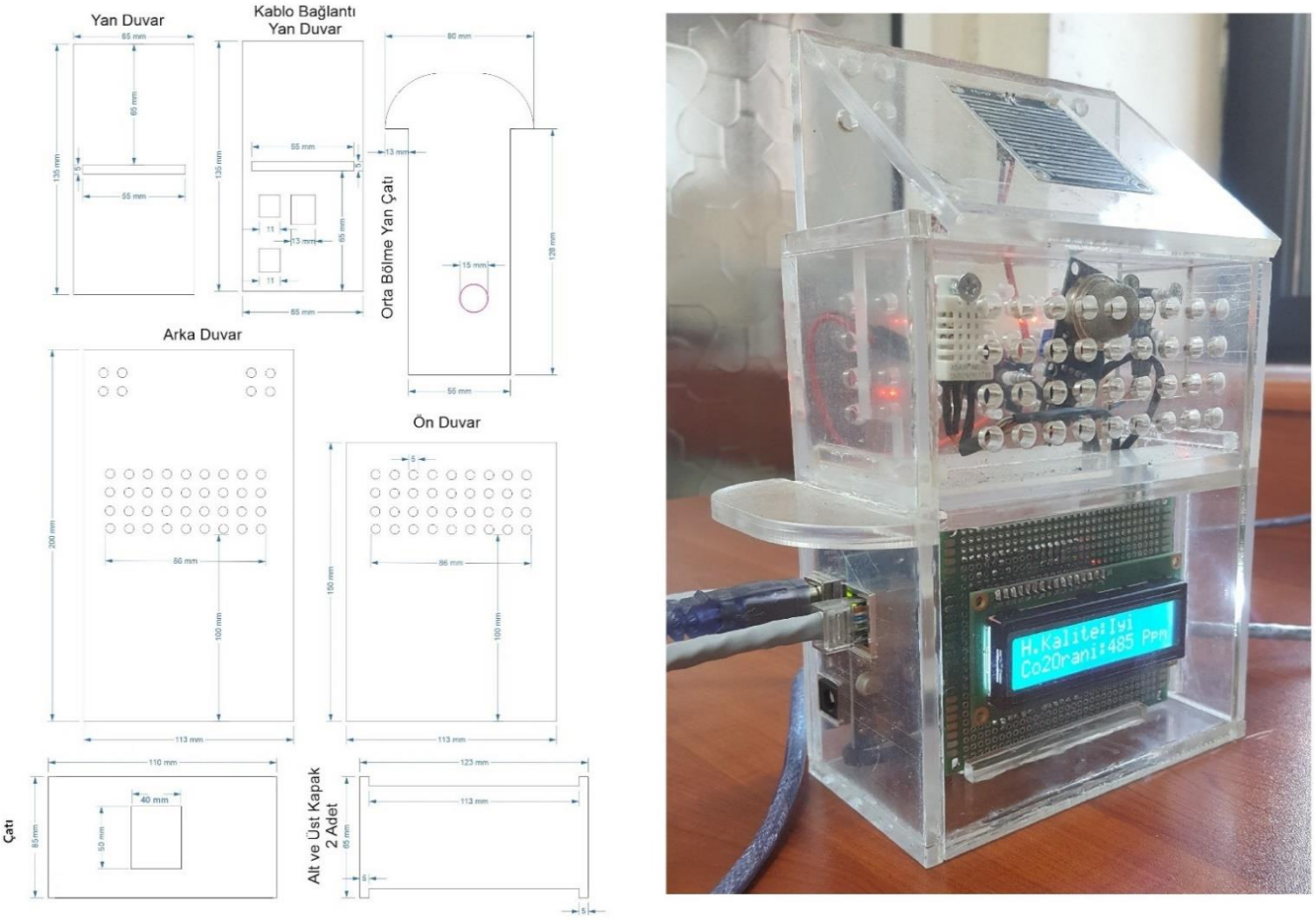
IP bloğu olarak xxx.221 den başlayan blok xxx.230 a kadar istasyonlar için rezerve edilerek olası IP çakışmaları engellenmiştir.

Tasarımı yapılan her bir istasyon içine ID tanımlaması yapılarak istasyon numaralandırmaları istasyon yazılımının içine kaydedilmiştir. Sunucu olarak kullanılacak bir bilgisayara web servis olarak kullanılacak şekilde gerekli programlar kurularak istasyon ile haberleşmesi ve istasyondan gelen verilerin sunucu üzerinde bir veritabanına kaydedilmesi sağlanmıştır. İstasyonlara verilen ID'ler sayesinde farklı cihazlardan gelen veriler ayrıştırılarak veri tabanına aktarılmıştır.

Kullanılan sensörlerden Bmp180 basınç sensörünün aynı zamanda sıcaklıkta ölçebildiği tespit edilmiştir. Buradan yola çıkarak iki farklı sensörün aldığı sıcaklık değerleri ile bir ortalama sıcaklık değişkeni üretilerek daha sağlıklı bir sıcaklık değeri alınması hedeflenmiştir. Basınç sensörünün açık hava basıncı ve rakım ölçümlerinin doğru bir şekilde yapılabilmesi için mevcut konumun rakımı referans

alınarak sensöre kalibrasyon ayarları yapılmıştır. Çalışmalar esnasında MQ135 gaz sensörü ile kod içerisine yazılan formüllerle bu sensörün ortamın karbondioksit miktarı ölçülmesi hedeflenmiştir. Bu sayede sebze, meyve ve ağaç yetiştirme seralarında da bu özellikten faydalanılabileceği hedeflenmiştir. Açık hava ve normal koşullarda dünya geneli karbondioksit miktarının 400 ppm olarak kabul gördüğü bilgisi ile, 400 ppm de sabitlenecek şekilde MQ135 sensörün kalibrasyon ayarları arduino içerisine yazılan programla sağlanmıştır.

İlk yapılan istasyon kabininde devre korunumu sağlanırken sensörler dışarıda açık halde korumasız kalmış ve kabin dizaynının yenilenmesi ihtiyacı doğmuştur. Dış ortam koşullarından en az düzeyde etkilenecek, istasyonu tüm çevre koşullarından koruyacak şekilde yeniden Şekil 16a'da gösterildiği gibi tasarlanmıştır. Kabin tasarımı, iki kat olarak tasarlanmıştır. Dış ortam koşullarından koruduğu gibi kabin içindeki kartların ısılarından sensörlerin etkilenmemesi için sensörler kartlardan ayrı bir katta konumlandırılmıştır. Son olarak yağmur sensörü üzerinde damlacıklar kalmaması için bir eğim verilerek plaka çatı şeklinde yerleştirilmiştir. Bütün donanımların tasarlanan kabin içerisine yerleştirilmiş hali Şekil 16b'de gösterilmiştir.



a) b)

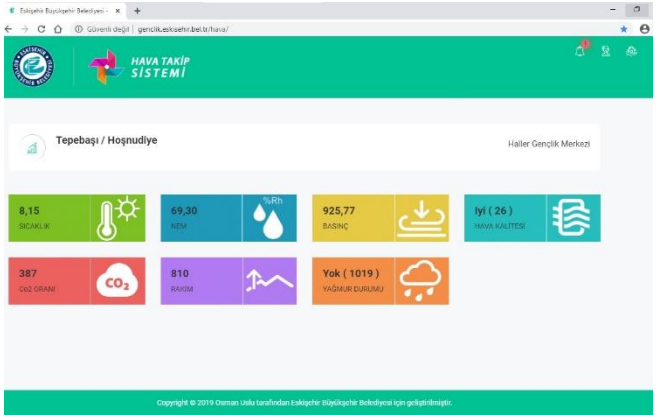
Şekil 17. Tasarlanan sisteme ait kabin tasarımı a)Kabin tasarımına ait çizimler b)Gerçekleştirilen kabin içerisine donanımların yerleştirilmiş hali

WEB Sayfası Tasarımı

Web sayfası, PHP programlama dili kullanılarak tasarımı ve gerçekleştirilmesi yapılmıştır. Kontrol Paneli tabanlı hazır şablon kontrolleri kullanılarak hava tahmin istasyonu web sayfası hazırlanmıştır.

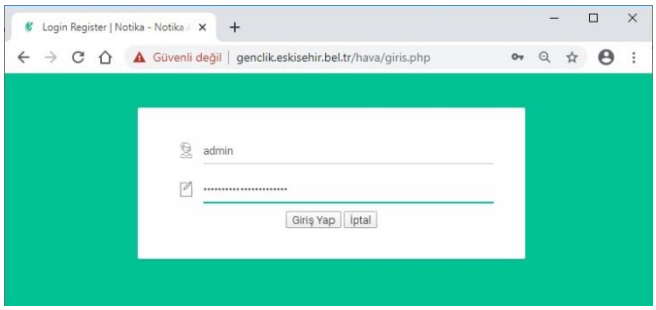
Web sayfası girişte aktif olan istasyonların bilgilerini direk kullanıcıya sunmaktadır. Öncelikle bir bar üzerinde istasyonun konum ve isim bilgileri

yer alır. Sonrasında Şekil 17'de gösterildiği gibi altında oluşturulan 7 adet bilgilendirme kutucuğunda veri tabanına aktarılan bilgiler çekilerek ilgili alana anlık olarak okunan değerler aktarılır. Sayfadaki veriler her 14 saniyede bir yenilenecek şekilde ayarlanmıştır. 14 saniyede bir network bağlantısı kontrol edilerek veri tabanındaki değerler tablosuna yazılmaktadır.



Şekil 18. Hava durumu takip sistemi web sayfası

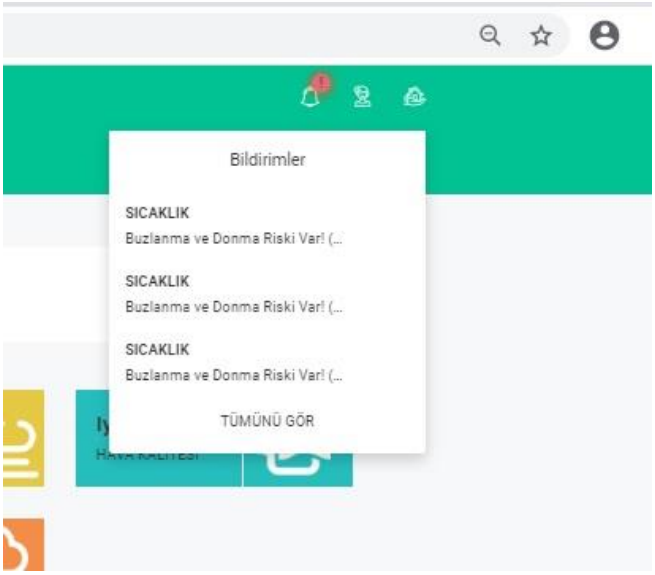
Bilgilendirme kutucuklarının logo ve zemin tasarımları ayrıca bir çalışma ile hazırlanmış ve içerisine çekilen değerler her sayfa yenilenmesinde yeniden yazılacak şekilde tasarlanmıştır. Sisteme eklenmek istenen yeni istasyon ve tanımlamaları Şekil 18'de gösterilen yönetici panelinden yapılmaktadır.



Şekil 19. Yönetici Paneli Girişi

Yönetici panelinden istasyon ekleme, silme ve güncelleme işlemleri yapılabilmektedir. Ayrıca istasyon içerisinde bulunan sensörlerin arızalanması ya da bakımı gibi farklı sebeplerle kullanılamayacak durumda olanların servis ettiği verilerin gizlenmesi işlemleri de bu kontrol panelinden yapılmaktadır.

Web sayfasının sağ üst köşesine bildirim butonu eklenmiştir. Bu buton, istasyonlardan gelen veriler içerisinde bazı uç değerler belirlenmiş ve bu durumlara ulaşıldığında istasyondan uyarı bildirimleri alınması sağlanmıştır.



Şekil 20. İstasyon verilerindeki uç değerlerin gösterildiği bildirim alanı

Bildirim butonu tıklandığında karşımıza son üç bildirim gelmektedir. Özet bildirimlerin altında bulunan "Tümünü Gör "sekmesi tıklandığında ayrıntılı olarak bütün bildirimlerin listesi gelmektedir.

Bu bildirimler sonsuz olabileceği için son bin adet bildirim olarak sınırlandırılmıştır. Bildirimler, 4 farklı başlık altında verilmektedir. Başlık kısmı, hangi hava durumundan ötürü bildirim alındığını gösterir. Açıklama kısmı, olası durumların açıklamasıdır. Tarih ve Saat kısmı ise bildirimin alındığı zaman bildirimidir.

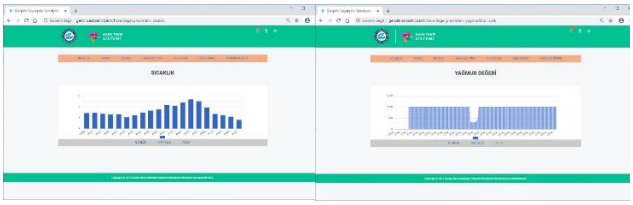
Bildirim Şartları:

- Hava sıcaklığı 4 derecenin altına indiğinde; Buzlanma ve Donma Riski Var! (Sıcaklık Değeri °C - İstasyon Konumu)
- Hava sıcaklığı 45 derecenin üstüne çıktığında; Aşırı Sıcaklık! (Sıcaklık Değeri °C - İstasyon Konumu)
- Karbondioksit miktarı 700 ppm in üstüne çıktığında; Karbondioksit Miktarı Aşırı değer içeriyor! (Karbondioksit miktarı Ppm - İstasyon Konumu)

- Yağış değişkeni 300 ün altına indiğinde; Sağanak Yağış! (Yağış Değeri - İstasyon Konumu)
- Yağış değişkeni 300 ile 900 arasında bir değer aldığında; Yağış Var! (Yağış Değeri - İstasyon Konumu)
- Hava Kalitesi 100 - 150 arası değer aldığında; Hava Kalitesi HASSAS seviyede! (Hava Kalitesi Değeri Ppm - İstasyon Konumu)
- Hava Kalitesi 150 - 200 arası değer aldığında; Hava Kalitesi SAGLIKSIZ seviyede! (Hava Kalitesi Değeri Ppm - İstasyon Konumu)
- Hava Kalitesi 200 - 300 arası değer aldığında; Hava Kalitesi KOTU seviyede! (Hava Kalitesi Değeri Ppm - İstasyon Konumu)
- Hava Kalitesi 300 den yüksek değer aldığında; Hava Kalitesi TEHLIKELI seviyede! (Hava Kalitesi Değeri Ppm - İstasyon Konumu)

Bu değerlerin bir saat arayla ortalamaları alınarak bildirilmesi sistemin daha kararlı çalışması hedeflenmiştir. Fakat çalışmamızda, değişimleri anlık okuyabildiğimizin görülmesi amacıyla, anlık değişimlerin hepsi bildirime aktarılmıştır. Ana sayfada yer alan değişkenler de aynı zamanda birer buton olarak tasarlanmıştır. Buton olarak üstüne tıklandığında Şekil 20'deki gibi ilgili sensöre ait ayrıntılı veriler grafikler şeklinde gösterilmektedir.

Grafikler, Google firmasına ait Google Charts hizmeti ile düzenlenmiştir. Google Grafikler, kullanıcı tarafından sağlanan bilgilerden grafikler oluşturan etkileşimli bir web hizmetidir. Kullanıcı, bir web sayfasına gömülü JavaScript'te ifade edilen veri ve formatlama özelliklerini sağlar; yanıt olarak, servis grafiğin bir görüntüsünü gönderir. Bütün hava durumlarımızın grafikleri ayrı ayrı oluşturulmuştur. Bu grafikler günlük, haftalık ve aylık olarak üç farklı şekilde kullanıcıya sunulmaktadır. Anlık ortam değişikliklerinin istasyonu olumsuz etkileyeceği ve bu değerlerin grafiklere aktarılmasının bize çok daha karmaşık veriler sağlayacağı görülmüştür. Bu sebeple verilerin grafiklere aktarılması ve sağlıklı veriler üzerinde çalışılması için veritabanında birer saatlik ortalama değerler alınarak yeni bir tablo oluşturulmuştur. Böylece grafiklerde anlık değişimlerin etkisi en aza indirilmiştir.



Şekil 21. Ayrıntılı grafikler

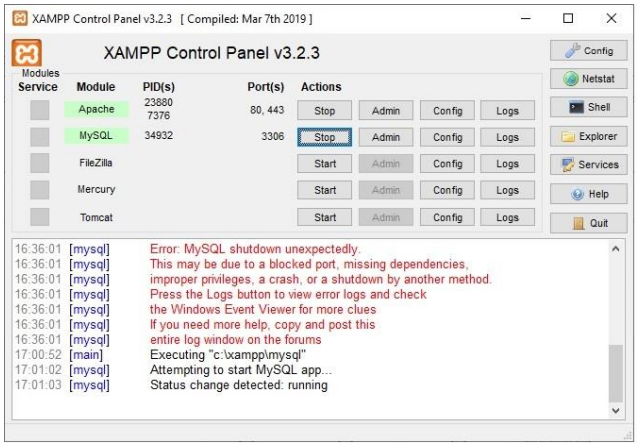
Grafiklerin yayınlanmasında her grafik görüntüsü ekranına, diğer sensör bilgilerinden gelen grafiklere ulaşmak için linkler oluşturularak diğer grafiklere geçişler kolaylaştırılmıştır.

Veritabanı Tasarımı

Sunucu bilgisayara kurulan Xamp adlı program sayesinde aktif çalışan bir web sunucumuz bulunmaktadır. Bu yazılım sanallaştırılmış Mysql ve Apache programlarının yönetimini sağlayarak aktif halde tutulmasını sağlamaktadır. HeidiSQL ise veritabanı içerisine erişerek, veri tabanı üzerinde çalışmalarımızı yapmamızı sağlayan veritabanı yönetim programıdır. Havatakip isimli bir veritabanı oluşturularak, bu veritabanının altına ihtiyacımız olan tabloların oluşturulması işlemi yapılmıştır. Veritabanı yönetim sistemimizin düzenlenmesi için faydalanılan programlar aşağıda listelenmiştir.

XAMP

XAMPP bir web sunucusu yazılımıdır. Sunucu hizmetlerini sağlamak adına bu program kullanılmaktadır. Xampp programı kullanılarak, kurulu olduğu bilgisayara PHP, MariaDB, Apache vb. gibi sistemleri hazır bir şekilde kurarak o bilgisayarı web sunucusu olarak hizmet verecek şekilde hazırlamaktadır. Programın üzerinden tasarımımızda ihtiyaç duyulan Şekil 21'de gösterilen Apache ve MySql modüller çalıştırılmaktadır.



Şekil 22. XAMPP programı ana sayfası

APACHE

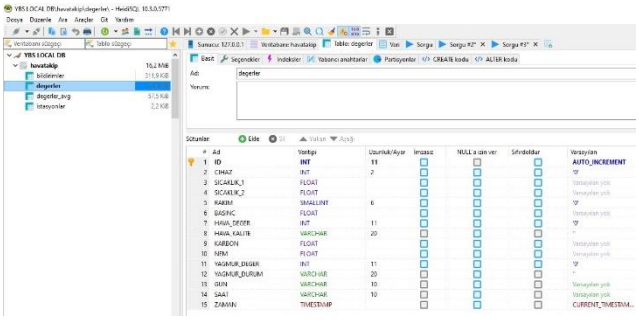
Apache, açık kaynak kodlu bir web sunucu programıdır. Bütün işletim sistemlerinde çalışabilmektedir. Sunucu ile web sitesi kullanıcıları arasında bir köprü kurarak sunucu üzerindeki verilerin kullanıcılara aktarılmasından ve kullanıcıların taleplerini sunucuya iletmekten sorumludur. Tasarlanan sistemde, istasyondan alınan verilerin bir web sayfası üzerinden servis edilmesi amacıyla kullanılmıştır.

MYSQL

Mysql, istemci-sunucu modelli açık kaynaklı bir ilişkisel veritabanı yönetim sistemidir. Açık kaynaklı bir ilişkisel veritabanı yönetim sistemi, ilişkisel bir modele dayalı veritabanı yaratmak ve yönetmek için kullanılan bir yazılım veya hizmettir. Yapılan sistem tasarımında, istasyondan alınan verilerin kaydedildiği, işlendiği ve sunulmak üzere saklamak amacıyla kullanılmıştır.

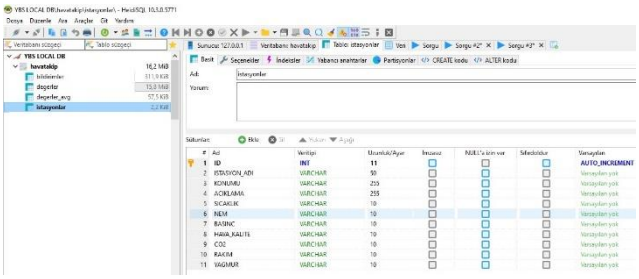
Veritabanı tasarımı

Tasarlanan sisteme ait veritabanı tasarımı, sunucu bilgisayara kurulan Xamp programı ile sanallaştırılmış Mysql veritabanı üzerinde gerçekleştirilmiştir. HeidiSQL programı kullanılarak, Mysql veritabanı içerisine erişerek veri tabanı üzerindeki tüm işlemler yapılmıştır. "Havatakip" isimli bir veritabanı oluşturularak, bu veritabanının altına ihtiyacımız olan tabloların oluşturulması işlemi yapılmıştır. İstasyondan okunan değerler yaklaşık 14 saniye aralıklarla sunucuda çalıştırılan veri.php ve veriler.txt dosyalarına yazdırılmaktadır. Veritabanında oluşturulan Şekil 22'de gösterilen değerler tablosu bu iki dosya aracılığıyla verileri okumakta ve değerler tablosunun içinde kendilerine ayrılan alanlara sürekli işlenmektedir.



Şekil 23. Değerler tablosu ve değişkenlerinin tanımlanması

Okunan değerlerin grafiklerde işlenmesinin kolaylaştırılması için değerler tablosundaki veriler kullanılarak yeni bir tablo oluşturuldu. Değerler_AVG olarak adlandırılan bu tabloda, her saat başında yeni bir veri oluşturularak, son bir saat içindeki değerlerin ortalaması alınmıştır. Bu saatlik ortalama değerler grafiklere çevrilerek hem grafikler sadeleştirilmiş hem de olası anlık ortam değişikliklerinde istasyonun olumsuz etkilenmesi en az seviyeye indirilmiştir. İstasyonların kendi yazılımlarının üzerine yazılan ID'ler sayesinde istasyonlardan gelen değerlerin ayrıştırılması işlemi rahatlıkla yapılabilmektedir. İstasyon bilgilerinin saklanılması ve çalıştıracağı değerler için Şekil 23'de gösterilen istasyonlar tablosu oluşturulmuştur.



Şekil 24. İstasyonlar tablosu ve değişkenlerinin tanımlanması

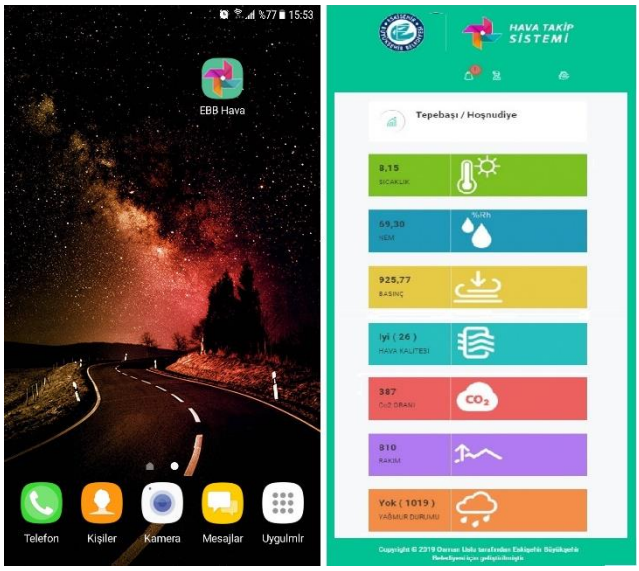
Bildirimler tablosu ise istasyondan okunan değerlerin, belirlenen uyarı şartlarını sağladığı anda, uyarıların veya bildirimlerin kaydedilmesi amacıyla tasarlanmıştır.

Android uygulama tasarımı

Android Studio, akıllı telefonlar, tabletler ve Android tabanlı sistemlerde kullanılan yüksek kalitede, başarılı sonuçlar veren uygulamalar geliştirmek için bize hızlı araçları sağlar. Ayrıca bünyesinde, kod düzenleyici, hata ayıklayıcı, performans analiz araçları, emülatörler ve daha pek çok araç dahil olmak üzere uygulama geliştirmek için ihtiyaç duyulan bütün araçları barındırmaktadır.

Web sayfasında oluşturulan kodlar, Android Studio yardımıyla i-frameler içerisine yerleştirilerek android uygulamaya dönüştürülmüştür. Web sayfası tasarlanırken olası farklı cihaz kullanımları düşünülerek, site mobil siteye uyumlu olarak tasarlanmıştır. Mobil site uyumu sayesinde, android uygulama sadece frame içinde çalıştırılacak şekilde hazırlanmıştır. Eğer mobil cihazın internet bağlantısı yoksa uyarı vererek internet bağlantısı gerektiğini söyleyecektir.

Uygulama, web sayfasından farklı çalışmamaktadır. İstasyonlardan gelen veriler nasıl web sayfasında anlık olarak gösterilmekteyse, uygulamada da aynı şekilde gösterilmektedir. Mobil siteye uygun olarak hazırlanan kodlar sayesinde küçük bir uygulama yazılmış ve yeni bir android görüntüleyici tasarlanmıştır.



Şekil 25. Android studio ile gerçekleştirilen uygulama

Sonuçlar

Bu çalışmada, anlık hava durumlarının izlenmesi için akıllı bir hava tahmin istasyonu gerçekleştirilmiştir. Hava tahmin istasyonundaki sıcaklık, gaz, nem, basınç ve yağmur sensörlerinden alınan veriler arduino Mega 2560 işlemci tarafından işlenerek, sıcaklık, nem, hava kalitesi, karbondioksit oranı, basınç, rakım ve yağmur durumu verileri üretilerek son kullanıcıya aktarılmıştır.

Üretimi yapılan istasyonların anlık takibinin yapılması amacıyla web sunucu, web servis, web sayfası ve android uygulamalar geliştirilmiştir.

İstasyonlardan alınarak işlenen veriler; T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü web sayfası, T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Ulusal Hava Kalite İzleme Ağı web sayfası, World Air Quality Index (Dünyanın Hava Kirliliği: Gerçek Zamanlı Hava Kalitesi Endeksi) web sayfası ve İsviçre merkezli olan Air Quality | AirVisual firmalarının verileri ile karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçların birbirine yakın olduğu görülmüştür.

Kaynaklar

[1] K. Kayaalp and S. Özkorucuklu, "Arduino Teknolojisi Kullanılarak Tarla İçin Radyasyon Kapı Kontrolü Tasarımı," *SDU Int. Technol. Sci.*, vol. 7, no. 2, pp. 39–47, 2015.

[2] M. A. Şimşek and K. Taşdelen, "Arduino İle Tasarlanmış Sistemlerin İnternet Tabanlı Kontrolü ve İzlenmesi," *SDU Int. J. Technol. Sci.*, vol. 8, no. 1, pp. 20–33, 2016.

[3] H. Güneş, S. Bicakci, H. Çıtak, and M. Coramik, "Nesnelerin İnterneti Üzerine Bir Uygulama," in *30 Ağustos Bilimsel Araştırmalar Sempozyumu*, 2010, pp. 319–327.

[4] S. R. Çiriş, Y. Koyuncu, and S. Orhan, "Arduino ile Ev Güvenlik Sistemleri," 2013.

[5] K. Kızılağaç, M. Atasoy, Y. Ortakcı, F. Atasoy, K. Üniversitesi, and B. Mühendisliği Bölümü, "Akıllı Telefonlar ile Yönetilebilen Arduino Tabanlı Akıllı Ev Sistemi," in *Akademik Bilişim Konferansı*.

[6] H. Ucgun and Z. K. Kaplan, "Arduino based weather forecasting station," in *2017 International Conference on Computer Science and Engineering (UBMK)*, 2017, pp. 972–977.

[7] E. Aydemir, *Lattepanda ile Arduino ve PC Kodlama*. Karatay/KONYA: Eğitim Yayınevi, 2019.

[8] P. Marina, "Arduino Mega 2560 Pinout," *http://unho.xtern.knie.umng.batt.reda.exmet.mohammedshrine.org*, 2016 [Online]. Available: http://unho.xtern.knie.umng.batt.reda.exmet.mohammedshrine.org/arduino-mega-2560-pinout.html [Accessed: 28-Jun-2020].

[9] M. Taştan, "Nesnelerin İnterneti Tabanlı Akıllı Sulama ve Uzaktan İzleme Sistemi," *Eur. J. Sci. Technol.*, no. 15, pp. 229–236, Mar. 2019.

[10] A. Karakan, B. Uslu, A. Kocatepe Üniversitesi Dazkırı Meslek Yüksekokulu, and M. Akif Ersoy Üniversitesi Gölhisar Meslek Yüksekokulu, "Bilgisayar Destekli Labarotuvar İç Havası, Aydınlatma ve Şebeke Kontrolü," in *Elektrik-Elektronik ve Biyomedikal Mühendisliği Konferansı (ELECO)*.

[11] Adafruit, "Adafruit Industries, Unique & fun DIY electronics and kits," 2015 [Online]. Available: https://www.adafruit.com/ [Accessed: 28-Jun-2020].

[12] U. Altan, "Bulut tabanlı çoklu akıllı kuvöz izleme sistemi tasarımı," İskenderun Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı, 2019.

[13] C. S. Tezcan and K. S. Gundogdu, "Sera İçi Kablosuz Sensör Sistemlerinin Pil Performansının Belirlenmesi," in *1st International, 14th National Congress on Agricultural Structures and Irrigation*, 2018, pp. 358–364.

[14] S. Dalğın, A. Özgür Doğru, N. Yazılım AŞ, and A. Sözcükler, "Sensörlerin Kat Değişiminde Kullanılabilirliklerinin Araştırılması," in *17. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*, 2019, vol. 17, pp. 25–27.

[15] Elektromanyetix, "Arduino BMP180 Basınç Sensörü Kullanımı," *https://elektromanyetix.com* [Online]. Available: https://elektromanyetix.com/arduino/arduino-bmp180-basinc-sensoru-kullanimi/ [Accessed: 28-Jun-2020].

[16] Muhendisalemi, "16x2 LCD Ekran Datasheet," *http://www.muhendisalemi.com* [Online]. Available: http://www.muhendisalemi.com/16x2-lcd-ekran-datasheet/ [Accessed: 28-Jun-2020].

Sayılarla Son 200 Yılda Yunanlılarca Rumeli ve Balkanlarda Katledilen Türk Ve Müslüman Ahali Ve Yunan Emperyalizmi

Ali DENİZLİ1*

[1]*İstanbul Rumeli Üniversitesi, İktisadi, İdari ve Sosyal Bilimler Fakültesi, Uluslararası İlişkiler Bölümü, Silivri, İstanbul, TÜRKİYE*

Özet

Yunanlılar, 1829 yılında Mora yarımadasında bir gecede terörle başlattığı ayaklanma sonucu, 20 000 Türk'ü kadın, kız, çoluk çocuk, yaşlı, ihtiyar demeden acımasızca katlederek, Fransa, İngiltere ve Rusya'nın müşterek gayretleri masum insanların kan ve kemikleri üzerinde yapay bir Yunan devleti olarak ortaya çıkmış, bilahare kurulduğu günden beri adım adım, Rumeli ve Balkanlarda Türk ve Müslüman ahaliyi katlederek ,500 yıllık vatan bildiğimiz Rumeli topraklarının tamamına yakın kısmında Türk ve Müslüman ahalinin kökünü kazımıştır. Çalışmamızın yeniliği sayılarla Yunan Devletinin doğuşundan öncesi ve sonrası katliamlarının kronolojik bir özetini içermekte, ana bulguları ise çeşitli arşiv belgelerinin değerlendirilmesi suretiyle Yunan'ın Rumeli, Balkanlar, Anadolu ve Kıbrıs'ta Türk ve Müslüman ahaliye yaptıkları soykırım ve Yunan emperyalizmi olan yayılmasını sayılarla gösterip, bundan sonra yapacakları katliamlara dikkat çekerek, bu konularındaki araştırmalara katkı katkı sağlamayı amaçlamaktadır.

***Anahtar Kelimeler*:** Rumeli , Balkanlar ,Yunanistan, Katliam , Magali İdea

Turks And Muslims Killed By Greeks In The Rumeli and Balkans and Greek Imperialısm In The Last 200 Years By Numbers

Abstract

As a result of the rebellion initiated by the Greeks in the Peloponnese peninsula with terrorism in 1829, 20,000 Turks were brutally murdered overnight did not pay attention women, girls, children, elderly or old people and as a result of the joint efforts of France, Britain and Russia, It emerged as an artificial Greek state, since the day it was founded, step by step, by massacring the Turkish and Muslim people in Rumelia and the Balkans, it has carved out the root of the Turkish and Muslim people in almost all of the Rumelia lands we know for 500 years of Turks homeland. The novelty of our study, in numbers, includes a chronological summary of the massacres before and after the birth of the Greek State, the main findings of which are the genocide and Greek imperialism of Greek and Greek imperialism, by evaluating various archival documents, and thus, It aims to contribute to the research on these issues by drawing attention to the massacres that they will make.

Keywords: Rumelia, Balkans, Greece, Massacre, Magali İdea

1. Giriş

Osmanlı İmparatorluğu 1774 Küçük Kaynarca Antlaşmasından itibaren her yerde toprak kaybetmeye başlamış ve bunun sonucu olarak da bu topraklarda oturan azınlıklar eski efendileri Müslümanların bir kısmını katlederken diğer bir kısmı da mezalim ve diğer yollarla Osmanlı vilayetlerine göçe zorlamıştır. Tarihçi McCarthy'e göre bu şekilde yerinden olanların toplam sayısı on milyon kadardır. Bunun yaklaşık yarısı ölmüş veya öldürülmüştür [1].

Osmanlı yönetimi altındaki Balkan topraklarında Müslümanların çoğunluk nüfusa sahip olduğu göz önünde bulundurulmalıdır. Bölgenin nüfusu, etnik ve dinî açıdan çeşitlilik göstermesine rağmen, Müslümanlar en büyük nüfusa sahip yegâne din gurubuydular [2].

* Corresponding author e-mail: alidenizlim@yahoo.com.tr

Tablo 1. 1991 Yılında Müslüman Nüfus

VİLAYET	MÜSLÜMAN	RUM	BULGAR	TOPLAM
EDİRNE	760 000	390 000	171 000	1 422 000
SELANİK	605 000	398 000	271 000	1 348 000
YANYA	245 000	311 000	----------	561 000
MANASTIR	456 000	350 000	246 000	349 000
İŞKODRA	218 000	11 000	----------	1 603 000
KOSOVA	959 000	93 000	531 000	
TOPLAM	3 242 000	1 558 000	1 220 000	6 353 000

Yunanistan bağımsızlığını kazandığı 1830 yılından 1922 yılına kadar yaklaşık 100 yıl içinde, bu enosis toprak koparma programın büyük kısmını, Osmanlı İmparatorluğu'nun zafiyeti ve dış ülkelerin desteği ile gerçekleştirmiştir. Kurulduğu günden itibaren Yunanistan, güvenliğinin olmadığını ve Türkiye tarafından tehdit edildiğini(!) her ortamda dile getirmesine karşın, Türk topraklarına yönelik yayılmacı politikasını sürdürmüştür. Yunanistan tarafından dünya kamuoyunda devamlı olarak iddia edilen Türkiye tehdidi nasıl bir tehdittir ki, Türkiye Yunanistan'ı tehdit etmiş, ancak Yunanistan iddia ettiği bu tehdide rağmen topraklarını, Türkiye aleyhine %278 oranında büyütmüştür.

Şekil 1. Yunanistan Savaş Propaganda Resmi

Şekil 2. Yunanistan'ın Yıllara Göre Toprak Miktarı

Bu büyüme rakamlarla şu şekildedir ; İlk kurulduğu zaman Yunanistan'ın yüz ölçümü 47.516 km² iken; 1878 Berlin Antlaşması ile Yunan toprakları 50.211 km²ye, Birinci Balkan Savaşı sonunda imzalanan 1913 Londra Antlaşması ile 97.237 km²ye, İkinci Balkan Savaşı sonunda imzalanan 1913 Bükreş Antlaşması ile 102.730 km²ye, 13 Şubat 1914'te yapılan Londra Konferansı sonunda 108.311 km²ye, Birinci Dünya Savaşı sonunda imzalanan Neuilly Antlaşması ile 129.880 km²ye ve 10 Şubat 1947'de imzalanan Paris Antlaşması ile 132.562 km²ye ulaşmıştır [3]. Ayrıca burada dikkat edilmesi gereken en önemli husus; Yunanistan'ın bu yayılmacı faaliyetlerini ve büyümesini, hiçbir askerî başarı elde etmeden İngiltere ve Rusya başta olmak üzere Batılı devletlerin desteği ile zorla Türklere imzalattırılan barış antlaşmaları yoluyla sağlamış olmasıdır. Yunanlar, Türklerin Fatih'ten beri izlediği insancıl politikaya daima sinsi ve tehlikeli öldürücü bir siyasetle cevap vermişler, bunun sonucu olarak da 100 yıl gibi çok kısa bir süre içinde yüz binlerce Türk şehidinin kanları pahasına elde edilen büyük topraklar ana vatandan kopup gitmiştir [4].

Tablo 2. 1911'de Osmanlı Avrupa'sında Milletlere Göre Nüfus Oranları

Millet	Nüfus Oranı (%)
Müslüman	51
Rum	25
Bulgar	19
Diğer	5

Şimdi Yunanistan'dan söz ederken şüphesiz; kurulduğu andan itibaren Türkiye aleyhinde daima büyüyen ve her zaman bu büyümeyi daima katliam ve terörle birlikte sürdüren, devamlı Türk topraklarını ele geçiren bir ülkeden bahsediyoruz. Bu bakımdan Yunanistan ve Rumlar, Türk milleti için adeta başlı başına bir sorundur. Sorunun nereden geldiğini anlayabilmek için;

Tarihte olmayan bir Yunan ulusu ve bir yapay devlet nasıl ve kimler, tarafından yaratıldı, dış destekleri arkalarındaki hami devletleri kimlerdir. Bu dağınık halkları toparlayacak bir Helen ülküsü ve Megali İdea denen hedef nasıl verildi [5]

Böyle suni bir devleti tezgahlayacak açık teşkilat Fener Patrikanesi ve gizli terör teşkilatı Etniki Eterya nasıl teşkilatlandırıldı ve yönlendirildi. Bu teşkilatlara Eski Roma İmparatorluğu toprakları kisvesi altında Türk toprakları gaspetme Enosis (İlhak yöntemi) bulunması [6].

Son safha bu teşkilatlara görev olarak kaleyi içten fethetme, devasa Osmanlı imparatorluğunu teşkil eden Türkleri nasıl katliamlarla, soykırımlarla yok etme yöntemi nasıl öğretildi.

Yukarıda belirtilen ana başlıktaki konular gözden geçirilmeden, Balkanlar'da Anadolu'da ve Kıbrıs'ta yapılan katliam ve soykırımların temel orijinini anlamamız ve Rum-Yunan İkilisinin genetik yapışım öğrenmeden Rum -Yunan İkilisine yanaşmamız, yüzeysel olur ve bu korkunç tehdidi algılayamadan geçmişte Türklere yaptıklarının tarihini iyi okumazsak, daima şehit kanı vermemize sebep olacaktır. Su uyur düşman uyumaz.

2. Yunanlıların Osmanlıya Bakışı

2.1. Yunan Tarihinde Türkler: *Osmanlı İmparatorluğunun Rumeli-Balkanlar ve İstanbul'u Ele Geçirerek Doğu Roma İmparatorluğunu Tarihe Gömmesi*

Anadolu Selçuklu Devleti'nin batıda bir uç beyliği olan Osmanlılar da genişlemesini batı istikametinde yapmış, 1363'te Edirne, Türklerin eline geçmiştir. Aynı yıl içinde Filibe ve Gümülcine de Osmanlı topraklarına katılmıştır [7].

1430'da Selanik'in alınmasından sonra 1431'de Yanya kendiliğinden Türk yönetimine girmiştir. Yunanistan'ın her yanında, Katolik Lâtinlerin zulmü altında inleyen Ortodoks Hıristiyan Grekler, 1460'da Mora'yı tümüyle fetheden Sultan Fatih Sultan Mehmet (II. Mehmet)'i bir kurtarıcı olarak karşılıyorlardı. Osmanlılar Mora'da bir paşalık (vilâyet) kuruyor; 400.000 kadar Grek'in yaşadığı bu ilde, zamanla 50.000 kadar Türk ve öteki Müslüman da yaşam sürmeye başlıyordu [8].

O zamana kadar, Bizans imparatorluğu zaten boynunun üstünde kocaman bir kafayı, Konstantinopolis'i (İstanbul'u) zor taşıyan cılız, sarsak ve acınacak bir gövdeye dönüşmüştü bile. 1453'te, Osmanlı Hükümdarı Fatih Sultan Mehmet, Konstantinopolis'i zapt edip, Bizans İmparatorluğu'nun fethini tamamladı. Şehirde İstanbul adıyla, Osmanlıların yeni başkenti oldu [9].

1461'de Trabzon alınmış, aynı sıralarda Atina Dükalığı'nın ve Mora'nın hemen hemen tamamının ele geçirilmesiyle Osmanlı Devleti Ege'nin iki yanındaki anakaraya egemen olmuştur. Bundan sonraki Osmanlı çabası Ege ve Doğu Akdeniz'deki Latin (Venedik) varlığına son verme doğrultusunda Ege'nin büyük ve önemli adalarından Rodos 1522'de, Sakız ve Naksos 1566'da, Kıbrıs 1571'de, Sisam 1577'de, Girit 1699'da fethedilmiştir. Böylece, Doğu Akdeniz'deki Ortodoks Rum varlığı, 1830'da Yunanistan bağımsızlığını kazanıncaya kadar bütünüyle Türk egemenliği altında kalmıştır [10].

1699 tarihinden itibaren Osmanlı İmparatorluğunda gerileme başlamıştı. Buna karşılık 1789 Fransız İhtilali'nin olması ve milliyetçilik fikirlerinin gelişmesi, İngiltere'nin Adriyatik Denizindeki Yedi Ada'yı [11] bağımsız hale getirmesi, Osmanlı İmparatorluğu camiasındaki Türk olmayan unsurlar ve bu arada Yunan halkı üzerinde bağımsızlık fikir ve düşüncelerinin artmasına neden olmuştu [12] Avrupa uluslarının, kültür çevrelerinin, kamuoyunun eski Yunan kültürüne hayranlığı ve dolayısıyla Hıristiyanlık-Müslümanlık mücadelesi başlamıştı [13].

Bununla birlikte ısrarla belirtilmesi gerekir ki 18.nci yüzyıldan itibaren Osmanlı İmparatorluğu'nda sorun olan şey yalnızca Balkanlar, Yunanistan, Ege Adaları değildi. Osmanlı İmparatorluğunun yaşaması ve yaşatılması en büyük sorun halini almıştı. Yunanistan'a ve Adalara gelince, çok geç kalınmıştı [14]. İngilizlerde aynı şeyi düşünüyordu.1789 Fransız İhtilali ile ortaya

çıkan ve hızla yayılan milliyetçi akımlarla zaten için kaynayan Balkanlar fokurdamaya başlamıştı. Bölgedeki Hristiyan azınlıkları kışkırtan başta Rusya ve Avusturya olmak üzere, bütün Avrupa'nın eli Balkanlar'da idi [15].

Ruslar daha 17 nci yüzyıl başlarından itibaren Birinci Dünya Savaşı sonuna kadar, ne zaman ki Türklerle savaşmışlarsa, daima Türkler'i arkadan vuracak "geri cepheler" aramışlar ve açmışlardır [16].

Egedeki adalar ve Mora'daki Rus konsoloslar, Grekler arasında dolaşarak entrikalar çevirerek onları ayaklanmaya kışkırtıyor; Grekler'e yurtseverlik duygusu aşılamaya çalışıyorlardı. Rus kışkırtmaları sonucunda ayaklanmalar 1770 Mart'ında başlamış, önceden yapılan hazırlıklar sebebiyle isyan derhal genişlemiş, bu arada Müslümanlara karşı katliamlar yapılmıştır. Osmanlı'yı içten çökertmek için Rus ajanlar Mora'yı dolaşarak Rum halkı isyana kışkırtıyor ve Bizans İmparatorluğu'nun diriltilmesi için yapılan bu düzenler, İmparatoriçe II. Katerina döneminde de sürüp gidiyordu [17].

Çariçe Katerina ise Hasta adam Osmanlı'yı yok edecek "Grek Projesi"ni ortaya atmıştı. Çariçe'nin bu projesine göre; Slavlar ve Rumlar Osmanlı yönetiminden kurtarılacaklar ve Bizans diriltilerek Katerina'nın oğlu Konstantin tarafından yönetilecekti. Tedarik edilen propagandacılar vasıtasıyle Mora köylerinde isyan hazırlıkları yapıldı [18].

Şekil 4. Yunan Megali İddiası

2.2. Megali İdea (Büyük Ülkü) Bizans'ın Yeniden Diriltilmesi: *Helen Bilinci Verilen Yapay-Suni Yunan Halkına Bir İdeoloji Uydurulması Safhası (Megali İdea-Büyük Ülkü)*

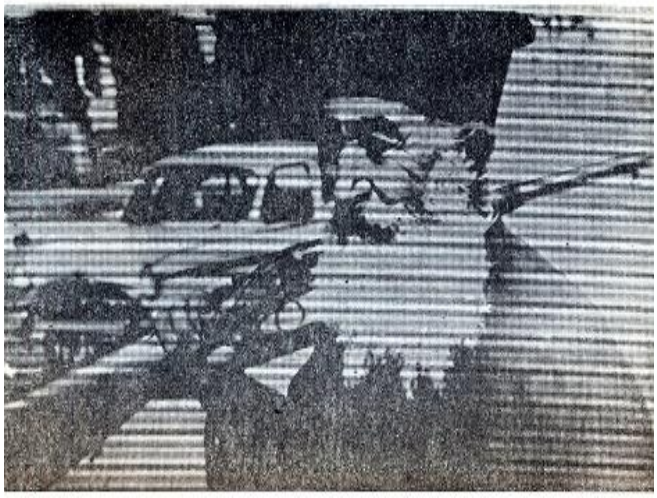
Yeni yaratılan toplama millet olan Rum halkının Romalılaşmaya duyulan derin özlemini ulusal ideoloji haline getirerek onların beynini yıkamaya karar verdiler, işte, modern görünümlü canavar Yunan Ulusunun biçimlendirilmesinde böylesine önde gelen bir yere sahip olacak olan Megali Idea, yani "Büyük Ülkü" yü yarattılar.

Megali idea, "Hellenlerin önderliğinde Bizans İmparatorluğunu yeniden diriltmek ülküsü" olarak da tanımlanıyordu. Bir zamanlar Bizans İmparatorluğu sınırları içinde kalan Ege denizi de bu kez Hellen denizi yapılacaktı. Bizans'ı diriltmek politikası, Türklerin artık tarihsel görevlerini tamamlamış, hatta ölmüş veya derin aymazlık uykusuna dalmış oldukları varsayımına dayanıyordu. Bu varsayım, *Megali ideacı*ların tarihsel yanılgılarından biri olmuştur [19].

Megali idea'nın özü, en ateşli savunucularından Başbakan John Kolettis'in 1844 Ocağı'nda yaptığı bir konuşmada görülebilir. Bu konuşmanın bir bölümü şöyleydi: "*Yunanistan Krallığı, Yunanistan demek değildir; O, Yunanistan'ın en küçük ve en fakir bir parçasıdır. Bir Yunanlı yalnız bu krallıkta yaşayan değil, ama Yanya veya Selanik veya Serez veya Edirne veya Konstantinopolis (İstanbul) veya Trabzon veya Girit veya Sakız veya tarihsel olarak Yunan olan herhangi bir yerde yaşayan ya da Yunan ırkından olandır... Bağımsızlık kahramanları yalnızca bu krallığın evlatları değildirler; onlar, Haimos'tan Tainaron'a, Trabzon'dan Klikya'ya bütün Yunan dünyasının eyaletlerinin evlatlarıdırlar...*

Helenizmin iki büyük merkezi vardır; Atina ve Konstantinopolis. Atina ancak krallığın başkentidir. Konstantinopolis esas başkent, hayallerimizdeki kent, bütün Helenlerin neşe ve umut kaynağıdır." [20].

Nitekim, "megali idea", Helenlerin önderliğinde Bizans İmparatorluğu'nu yeniden diriltmek ilkesi olarak da tanımlanıyordu.



Şekil 5. Silahlı Yunanlı Din Adamı

Şekil 6. Yunan Büyük Ülkü Hedefleri

2.3. Ortadoks Kilisesi Olan Fener Patrikliğinin Yeni Yunanlıları Teşkilatlandırması

Fatih, patrikliğin İstanbul'da kalmasına müsaade ettikten sonra, bu kilise, yavaş yavaş ve Türklere sezdirmeden eski Bizans'ı kurmak için çalışmaya başlamıştı. Bu arada Patrik, Bizans İmparatorluğunun arması olan iki başlı kartalı kendisine sembol olarak almıştır [21].

Hellen emperyalizmini besleyen ve pekiştiren güçlerden biri de *Kilise* olmuştur. Rum Ortodoks Kilisesi sıradan bir Kilise değildir, Bizans Kilisesidir. Roma İmparatorluğunun doğuda uzantısı olan Bizans İmparatorluğu, evrensel bir İmparatorluktu ve teokratik Bizans'ın resmî kilisesi olan İstanbul Rum Patrikliği de evrensel (ökümenik) bir kiliseydi. Ondokuzuncu yüzyılda Yunan yöneticilerinin çoğu Rum kilisesinin fanatik etkisinde kalmışlar, Hellenlik ve *Megali İdea* sözkonusu olunca adeta fanatikleşmişlerdir. Kilise'nin etkisini aşabilen Yunan liderleri pek azdır. Bizans'ı diriltmeğe adeta yeminli olan Rum Kilisesi, bütün bölgeyi sanki bir Hellen dünyası gibi görmek ve Ege denizini de "Hellenizm merkezi" saymak istemiştir [22]

Osmalı'da asıl büyük yanılgılar; 3 Kasım 1839 "Tanzimatı Hayriye", (Gülhane Hattı Hümayunu) ve 18 Şubat 1856 "İslahat Fermanı" ile hıristiyan azınlıklara tanınan ödünlerdir [23].

Artık bu tavizler sonrası merkezi İstanbul'da bulunan Rum Ortodoks Patrikhanesi, İmparatorluğun yönetimine katılan korkunç imtiyazlı sonsuz gelirleri olan bir kuruluş haline geliyordu. Yunanistan'ın bağımsızlığını kazanmasında Ortodoks Patrikhanesinin oynadığı sürükleyici ve kışkırtıcı rol inkâr edilemez bir gerçektir. Mora isyanında nihayet Filiki Eteria Cemiyeti üyelerinin çalışmalarından haberdar olan Sultan II. Mahmut, Yunan isyanda büyük ölçüde etkili olduğu tespit edilen Patrik V. Gregorios ve Fenerli Rum metropolitlerinden bazılarını idam ettirmek suretiyle Kilise'nin faaliyetlerini bir süre engellemiştir [24]

Yeni seçilen Patrik Yunan isyanındaki tüm âsilerin aforoz edildiğini ilân ettiyse de pek etkili olamadı. Anlaşılacağı gibi Fener Rum Patrikhanesi Mustafa Kemal Atatürk'ün ifadesiyle "bir fesad ve hıyanet ocağı" olmuş ve Yunan bağımsızlığına giden yolda büyük hizmet görmüştü.

Osmanlı padişahları iki patrik astırmak suretiyle bütün hıristiyanlığın düşmanlığını kışkırtmışlardır. Bunları yapacakları yerde, Patrikhaneyi Aynaroz'a (Yunanistan'a) gönderselerdi, kendilerinden sonra gelecek kuşaklara hiçbir sorun bırakmayacaklardı [25].

Şekil 7. Yunan ve Bulgar Askerlerinin Müslümanları İşaretlemesi

2.4. Enosis (İlhak) Bizans Topraklarının Türklerden Gasp Edilerek Tek Tek Ele Geçirilmesi

Yunanistan da sınırları kesin saymıyor ve her fırsatta topraklarını genişletmeğe çalışıyordu. Sonra Bizans geleneğine sarılmış Yunanlılarla Osmanlı geleneğine bağlı Türkler ayni topraklar ve ayni başkent (İstanbul) üzerinde hak iddia ediyorlar ve çatışıyorlardı[43]. Kesin sınır kavramı olmayan, sürekli yayılma politikası güden, Ege denizini tümüyle yutmağa çalışan ve Bizans İmparatorluğu'nu diriltmek emeli besleyen Yunanistan gibi bir komşu ülke ile elbette sürekli barış yapma olanağı yoktu. Anadolu yenilgisinden sonra Yunanistan artık Bizans İmparatorluğunu diriltme emelinden vazgeçmiş görünmektedir. Ama Yunan yöneticilerinin Ege'yi bir Yunan gölü yapmak gibi eski saplantılarından kurtulup kurtulamadıkları pek belli değildir [26].

Şekil 8. Müslüman Halkın Göçü

2.5. Son Safha Türklerin Öldürülmesi Soykırım

İngiliz öğretim müfettişi Sir Harry Luke, [27] Kıbrıs Rum okullarında kullanılan şarkıların çoğunun, Türk düşmanlığı hislerini şiddetle beslediğini fark etmişti. Pratik olarak, çocukların şarkı söylemelerini her dinlemek istediğimde, duyduğum: "*Türklere karşı savaşta bize öncülük eden davulların ardından, ileri!" diyen bir harp şarkısıydı, sık sık Yunan Milli Marşı da söylenirdi.*" Demektedir [28].

Bu koşullar altında, Yunan bağımsızlık savaşının bir haçlı seferine dönüşmemesi olanaksızdı. Profesör Skiotis'in sözleriyle; "Yunanlılar vahşi bir zafer sarhoşluğu içinde "Ne Mora'da, ne de bütün dünyada tek bir Türk bırakmayın ayakta" dizelerini tekrarlıyorlardı. Yunanlılar, to Romaiko (Romalılaşma) amacına, bildikleri tek yoldan, dinsel bir imha harbiyle ulaşmakta kararlıydılar. Bu hedefe ulaşabilmek için Yunanistan'ın yeni Helen Krallığı'ndan hem daha güçlü hem de nüfus olarak daha kalabalık Osmanlı imparatorluğu topraklarını fethetmesi ve Türk halkını katliamlarla imhası gerekiyordu.

O zamanki dünyanın en büyük iki devleti olan, kara kuvvetince Ruslar, deniz kuvvetince İngilizler tarafından tahrik edilen ve yardım gören Grek'lerin kuracakları yeni devletin temellerini vahşete dayamaları dikkate şayandı. Orijinal bir vahşetti bu: Hem Türkleri katliâm ediyorlar; hem de öldürülen Türklerin kemiklerini "Türklerin öldürdükleri Yunanlıların kemikleri" diye gösteriyorlardı.

Çünkü Hellen emperyalizminin arkasında Batı Emperyalizmi vardı. Ege denizi, adım adım Yunanistan'a peşkeş çekiliyordu. Yunanistan bir

yandan güney Ege'ye, Girit'e doğru sarkıyor, öte yandan Teselya'yı almakla batı Ege kıyılarını ele geçirmiş ve Selânik körfezine doğru uzanmış oluyordu [29].

2.6. Proje Yunan Devletinin Doğuşu (1829)

1820'lerde Mora'da 150.000 Rum, 40.000 Türk yaşıyordu.Rumlar, Türkler'i kolayca yok edeceklerine inanmışlardı. Ayaklanma bir din ve ırk savaşına dönüştü. Mora yöresinde Osmanlı askeri yok denecek kadar azdı. Olanlar da, Tepedelenli Ali Paşa'ya karşı, Yanya'ya gönderilmişlerdi. Bundan yararlanan Rum İsyancıları, savunmasız yerli Türklerden binlerce kişiyi katlettiler [30].

25 Mart 1821 günü iki yortu [31] bir araya rastlamıştı. Ayaklanma günü olarak seçildi.Patrasın eski Metropoliti Arşevek Germanos, Patras yakınında Kalavrita'daki Aya Lavra (Sainte-Laure) manastırına ayaklananları çağırdı. Eline Meryem Ananın resimleri bulunan dini bayrakları alarak manastırdan fırladı ve halka:*"Tanrının zaferine bağlılık için haykırınız ve barbarları kovacaksınız. Türkler'i öldürün!..."* gibi sözler söylemek suretiyle ayaklanmayı başlattı .O gün bugündür Yunanistan'da 25 Mart günü "Bağımsızlık Bayramı" olarak kutlanmaktadır. Bütün Rumlar silahlarını alarak dağlara çıkmışlar, etrafa saldırmaya başlamışlardı. Türk ahali de köylerden kalelere ve büyük kentlere sığınmaya başlamıştı.

1821 yılı Mart ayında, Mora'da 50.000'e yaklaşık Müslüman'ın yaşadığı tahmin edilir. Bunların arasında kadın ve çocuklar da vardı. Bir ay kadar sonra Grekler paskalyalarını kutlarken, Mora'da tek bir Müslüman kalmamıştı. Aralarından pek az sayıda kişi kaçarak, müstahkem kentlere sığınmışlarsa da, açlık çekmeye başlamışlardı. Her yanda öldürülen Türklerin gömülmemiş cesedleri çürüyordu. Yine İngiliz yazar St. Clair şöyle der:" *Yunanistan'ın Türkleri pek az iz bıraktılar. 1821 yılı ilkbaharında ani olarak, tümüyle ve dünyanın haberi olmadan, yok edildiler*" [32].

Osmanlı devleti Yunan bağımsızlığını reddetmesi üzerine, üç devlet Akdeniz'deki donanmaları İngiliz Amirali Cordington komutasında Mora'ya gönderdiler ve 20 Ekim 1827'de, savaşmamak kesin emrine rağmen, Osmanlı ve Mısır donanmalarını Navarin Limanında yaktılar. Avrupa kamuoyu bu olayı çılgın bir sevinçle karşıladı [33].

Babıâli, kurulacak yeni Yunan devletinin Klâsik Yunanistan topraklarıyla yetinmeyeceğini, uzun soluklu bir genişleme politikası güdeceğini, Ege denizini bir Yunan gölü yapmağa çalışacağını ve günün birinde Türk'ü boğazlamağa kalkışacağını daha 1820'lerde görebilmiştir; ama içine düştüğü kısır döngüden kendisini kurtaramamıştır [34].

Osmanlı'yı yıkmak için saldıran, Rus Ordusu hiçbir mukavemet görmeden 19 Ağustos 1829 günü Edirne'yi almıştı. Edirne'nin de düşmesi üzerine, Osmanlı Devleti barış istemek zorunda kaldı. Osmanlı ve Rus temsilcileri arasında Edirne'de yapılan görüşmelerden sonra 14 Eylül 1829'da Edirne Antlaşması imzalandı. Küçük Kaynarca Antlaşmasından sonra imzalanmış şartları en ağır antlaşmalardan biri olan "Edirne Antlaşması" ile Osmanlı Devleti, Yunanistan Devleti'nin kurulmasını kabul ediyordu

Etnik-i Eterya cemiyetinin zehirli propagandası Girit'in Rum halkını da harekete geçirmeğe kâfi geldi [35]. Şubat 1897'de Yunanistan, Girit Adası'nı istila ettiği zaman, binlerce Yunanlı Müslüman katledildi. Yalnız Sitia mıntıkasında 374 çocuk dahil 851 kişi öldürüldü. Orta Girit'teki seksen Müslüman köyü tamamen tahrip edildi. Katliam, ancak İngiliz ve Fransız askeri birliklerinin vaktinde gelişiyle durduruldu.

1912 baharında varılan antlaşmalar Osmanlı İmparatorluğu'nun Avrupa'dakî nihai kaderini belirledi. Buna göre Bulgaristan, Sırbistan, Yunanistan ve Karadağ, "Rus diplomat ajanlarının etkin gayretleriyle, Osmanlı Avrupa'sının parçalanmasına karar verdiler.Birinci Balkan Savaşı (1912-1913), Osmanlı İmparatorluğu açısından 1877-1878'de uğranılan felaketten çok daha çabuk bir yenilgiyle sonuçlandı. Osmanlı İmparatorluğu, üstelik Sultan II. Abdülhamit'in askerî hazırlıklara gereken önemi vermediği için, eski uyrukları tarafından kolayca mağlup edildi.

Osmanlı Türkleri, sadece iki ay süren çatışmalar sonucunda, Avrupa'daki topraklarının hemen tamamını kaybetmişti. Bu savaş içinde Hıristiyan müttefiklerin hepsi, Müslüman köylülerin kitle halinde katledilmesine katıldılar. 1912 Balkan harbi yenilgisi sonucu 6 Büyükler, 14 Şubat 1914'te yalnızca İmroz, Bozcaada ve Meis'i Türkiye'ye bıraktıklarını, Taşoz, Samadirek, Limni, Midilli, Sakız ve Sisam'ı Yunanistan'a kattıklarını ilan ediyorlardı. Ancak bu adaların Türkiye'ye olduğu kadar kendilerine karşı da tahkim edilmemesi ve üs olarak kullanılmaması da öngörülmüştü.

Tablo 3. Eski Osmanlı Topraklarında Kalan Müslüman Nüfusu

ÜLKE	1911 MÜSLÜMAN	BALKAN HARBİ SONRASI RUMELİ'DE KALAN MÜSLÜMAN	1911 SONRASI ÖLDÜRÜLEN VEYA GÖÇ EDEN MÜSLÜMAN
YUNANİSTAN	746 485	124 460	622 025
BULGARİSTAN	327 732	179 176	148 556
YUGOSLAVYA	1 241 076	566 478	674 598
TOPLAM	2 315 293	870 114	1 445 179

Osmanlı imparatorluğu zayıflığı ve tükenmişliği nedeniyle, uluslararası bir soruna dönüşen bu uzun süreli mücadelede kaybeden taraf olmaktan kendini kurtulamamıştı. 1947'de Rodos ve 12 Ada'yı da yine Büyük devletlerin kararı ile kendi topraklarına katmıştır [36].

Şekil 9. Rum Zulmünden Üzgün İnsanlar

1950'den itibaren gözlerini Kıbrıs'a çeviren Yunan emperyalizmi, Enosis emellerini gerçekleştirmek, Kıbrıs'ta Türk varlığını ortadan kaldırmak maksadıyla giriştikleri kanlı saldırılar sonucu kadın, çocuk, genç, yaşlı demeden yüzlerce Türk öldürülmüş, evinden, tarlasından, bağından, bahçesinden, işyerinden ve yollardan alınıp götürülen yüzlercesi de kayıplar listesine girmiştir.

RUM YUNAN E.O.K.A İKİLİSİ ARALIK 1963'TE YÜZLERCE TÜRK'Ü KATLETTİ

YAVRUVATAN'DA "KANLI NOEL" ŞEHİTLERİ ANILDI

KANLI NOEL ANILDI

Gözü dönmüş Rumların, 20 Aralık 1963'te vahşice katlettiği Türkler, KKTC'de düzenlenen törenlerle anıldı...

Şekil 10. 1963 Yılı Kanlı Noel Gazete Haberi

3. Sonuç

Tablo.2'de gösterilen, Balkanlarda yaşayan 622.025 Türk ve Müslüman Yunanlılarca yok edilmiştir. Ayrıca Balkan hristiyanları, Rum,Bulgar,Sırp , Tablo 4 'de açıklanan 93 harbinde (1877-78 yıllarında) Avrupa nüfusunun %20 ,Balkan harbi sonrası Avrupa nüfusunun % 28 ,Türk ve Müslümanı Avrupa'dan atmış ve yok etmiştir.

Megali İdea ile beyni yıkanan ve Bizans hayali kuran Yunanlılar, İngiliz maşası olarak 15 Mayıs 1919'da Anadolu'ya saldırdıklarında, daha önce Mora yarımadasında, Bulgaristan Savaşında ve Balkan Savaşlarında kullanılan tüm etnik ve dinî temizlik yöntemlerini, bir kez daha Anadolu'da yapmağa başladılar. Yunan – Türk savaşının sonunda, Batı Anadolu'nun çoğu yeri yıkıntı haline dönmüştü. Osmanlı İmparatorluğunun batısındaki Müslümanların katliamı ve zorla göç ettirilmesinin uzun tarihî sürecinde, Batı Anadolu'daki savaş bir doruk noktası oldu. Savaşlar bittiğinde, Batı Avrupa'nın tamamı kadar büyük bir alanda yaşayan Müslüman toplulukları, sayıca çok seyreltilmiş veya yok edilmişlerdi. Balkanların muhteşem Türk toplulukları eski sayılarının çok küçük bir oranına indirilmişti.

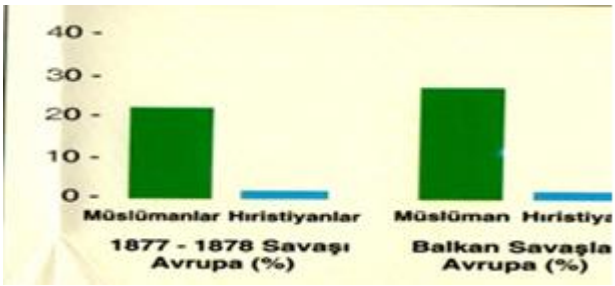
Yunanistan'ın yayılmacı emellerinin dayanak noktasını teşkil eden "Megali İdea" bugüne kadar iki büyük başarısızlık göstermiştir. Bunlardan birincisi, Türk Kurtuluş Savaşı ile 1922'de Yunanlıların Anadolu'dan uzaklaştırılması, İkincisi ise, 1974'te Kıbrıs Barış Harekâtı ile Kıbrıs'ın Yunanistan'a ilhakının önlenmesidir.Enosis" Türk vatanının bütünlüğüne,

Türk milletinin varlığına yönelmiş çok tehlikeli bir Yunan ülküsüdür ve "megali idea" ile eş anlamda olup onunla bütünleşmiştir.

Yunanistan ve Kıbrıs Rum kesimi Haçlı ittifakı olan Avrupa Birliğine girerek kendilerine tam dış destek sağlamışlar ve durumlarını daha da güçlendirmişlerdir. Böylece Türkiye'yi tehdit göstererek çatışma alanlarını daima uluslararası arenaya taşıyacaklardır. Bu nedenle Türkiye'nin Yunan sorunlarını artık iyi niyet gösterileriyle tek başına çözemiyeceği aşikardır

Bugüne kadar Yunanistan'ın, Türkiye ile olan tüm ilişkilerinde ve tutumunda, asla en ufak bir sapma yapmadığı, en küçük bir uzlaşmaya dahi yanaşmadığı; buna karşın daima hasmane bir tutum izlediği görülmektedir.Bundan sonra da değişik bir yol izleyeceğini ümit etmek ve hatta sanmak, bu hasmane tutum karşısında duyarlı olmamak, Türk ulusunun haklarını korumakta hatalara düşmeye neden olur.

Şekil 11. Savaş Sırasında Ölen Sivil Halk Oranları



Şekil 12. Yunanlıların İzmir'in İşgalini Gösteren Bir Gazete Kupürü

Kaynaklar

Dipnotlar:

[1] Mustafa Turan ve Musa Gürbüz,"Yunan Bağımsızlık Düşüncesinin Tarihi Temelleri ve Tripoliçe Katliâmı" Uluslararası Suçlar ve Tarih Dergisi ,Ankara, Türkiye,2006,sayı.1,s.3.

[2] Justin McCarthy,Ölüm ve Sürgü, Osmanlı Müslümanlarının Etnik Kıyımı(1821-1922) ,Çev.Fatma Sarıkaya, Türk Tarih Kurumu Yayını, Ankara, Türkiye 2012,s.141.

[3] Serter, Vehbi Zeki; Kıbrıs'ta Rum-Yunan Saldırıları ve Soykırım, Genelkurmay Askeri Tarih ve Stratejik Etüt Merkezi Yayınları, Ankara, Türkiye, 2008,s.21.

[4] Aynı yer ,s.24.

[5] M.Ö. 323 yılıyla Hellenistik çağın son büyük imparatorluğunun Roma'nın bir parçası olduğu M.Ö. 30 yılı arasındaki dönemin felsefesine verilen ad.Helenler ise bu dönemde yaşayan halklara verilen isim.

[6] Enosis"(ilhak) Türk topraklarını gaspetme olan ,Türk vatanının bütünlüğüne, Türk milletinin varlığına yönelmiş çok tehlikeli bir Yunan ülküsüdür ve "megali idea" ile eş anlamda olup onunla bütünleşmiştir.

[7] Arşiv Belgelerine Göre Balkanlarda ve Anadolu'da Yunan Mezalimi-I , T.C.Başbakanlık Devlet Arşivleri Müdürlüğü Osmanlı Arşivi Daire Başkanlığı Yayın no.22,Ankara , Türkiye ,1995,ss.3-4..

[8] Selahi *Sonyel*, "*Yunan Ayaklanması günlerinde Mora'daki Türkler nasıl yok edildiler*", Belleten, sayı. 233/ Türkiye ,1998, s.107.

[9] Pierre Oberling ve Fahir Armaoğlu , Kıbrıs Faciası, Türk Tarih Kurumu Basımevi, Ankara , Türkiye ,1990,s.2

[10] Arşiv Belgelerine Göre Balkanlarda ve Anadolu'da Yunan Mezalimi-I ,a.g.e.,s.5.

[11] Yedi Ada olarak adlandırılan adalar; önceleri Venedik devletinin kontrolünde iken, daha sonra Fransızların eline geçmiş, 1815 yılında da İngilizlerin denetimine girmiştir. İngilizler bu adalara yerleştikten sonra özel bir yönetim kurmuşlardır. Bu durum, Yunan bağımsızlığı için önemli bir örnek teşkil etmiştir. Bu adalar; Aya Mavra, Korfu, Zanta, Kefalonya, Pakso, Antipakso ve Serigo adalarıdır.

[12] Türk Yunan İlişkileri ve Megali İdea ,Genelkurmay Basımevi ,Ankara, Türkiye, 1985,s.9.

[13] Nurettin Türsan , Mora Ayaklanmaları ve Yunan Bağımsızlığı ,Harp Akademileri Yayını ,İstanbul , Türkiye, 1994 ,s.57, Ayrıca,Yunanistan ve Ege sorunu hakkında Bilal N. Şimşir tarafından hazırlanmış *Ege Sorunu-Belgeler (1912-1913) adlı eserde bulunan ve a*rşiv kaynaklarından derlenen , Türk ve İngiliz resmi belgeleri, o dönemde Osmanlı İmparatorluğunun, Yunanistan'ın ve Avrupa büyük devletlerinin Ege politikalarına epeyce ışık tutabilecek *oldukça geniş bilgi ve belge bulmak mümkündür.*

[14] Şerafettin Turan, "Geçmişten Günümüze Ege Adaları Sorunu Boyutlar,Taraflar",Üçüncü Askeri Tarih Semineri Bildiriler(Tarih Boyunca Türk-Yunan İlişkileri),Genelkurmay Basımevi, Ankara, Türkiye,1986,s.43.
[15] Cumhur Evcil, Yavru Vatan Kıbrıs'ta Zaferin Hikâyesi, Ankara, Türkiye ,1999,s.23.
[16] Türsan,a.g.e.,s.59., Çarlık Rusyası da Osmanlı devletini iki cephe arasında bırakmak ve boğazları almaya hak kazanmak için, özgür bir Yunanistan kurmakta çıkar bulmuş, Grek soylu kişileri Çarlık ordusunda eğitmiş , onlara önemli vazifeler vermişti, Nitekim ihtilâl liderlerinden Ypsilanti Çar Alexandr'ın yaveri idi. Onu, yıllarca tahrik ettikten sonra Yunanistan'a Çar yollamıştı.bkz.Amiral Afif Büyüktuğrul, "Osmanlı (Türk)-Yunan Deniz Silahlanma Yarışı", *Belleten,* Cilt: XXXIX, Türkiye ,Ekim 1975, No: 156, s. 726.
[17] Sonyel,a.g.e.,s.107.
[18] İsmail Hakkı Uzunçarşılı, Osmanlı Tarihi, c.IV, 1. Bölüm, Türk Tarih Kurumu, Ankara , Türkiye ,1982, ss.391-392.
[19] Şimşir,a.g.e.,33.
[20] Oberling,a.g.e.,s.9.
[21] Türsan,a.g.e.,s.65.
[22] Şimsir,a.g.e.,ss.34-35
[23] Türsan,a.g.e.,s.66.
[24] V.Gregorios'un asıldığı Patrikhanenin orta kapısının hâlâ kapalı tutulması ve "kin kapısı" olarak anılması dikkate şâyândır ; V. Gregorios'un selefi olan ve Edirne'de ikamete memur edilen Patrik Kirilos'un da isyana karışmış olduğu tespit edilmiş ve idam edilmiştir. Mora isyanı sırasında isyancılar ile işbirliği yaptıkları tespit edilen Rum asıllı Divan-ı Hümayun tercümanlarının görevlerine son verilmiş ve Müslüman tercüman yetiştirmek üzere Babıâli 'Tercüme Odası"kurulmuştur. Bkz. Turan Mustafa ve Gürbüz Musa,a.g.m.,s.23.
[25] Türsan,a.g.e.,s.65,Şakir Yorulmaz isimli bir vatandaş ,1965 yılında Başbakan Süleyman Demirel'e bir mektup yazarak şu istekte bulunmuştur: " ...Beş asırdanberi memleket bünyesinde,zaman ve fırsat buldukça ,kötü niyet ve hareketlerini açığa vurarak çalışan Patrikhane'nin yurdumuz için nekadar büyük tehlike olduğu şüphe götürmez bir hakikattir .Bu beliyyenin (bela-felaket) yurt dışına atılması sahsınızın siz büyük memleket evladına nasib ,müyesser (kolaylıkla) olmasını candan dilemekteyiz..." demektedir. Bkz. *BCA* 030-01-23-133-7.
[26] Şimşir,a.g.e.,s.34.
[27] Sir Harry Luke ; İlkönce Yüksek Komiserlik özel müsteşar, daha sonra da Magusa Komiseri olarak Kıbrıs'ta uzun yıllar görev yapmıştı. Bkz. Oberling ,a.g.e.,s.12.
[28] Oberling,a.g.e.,s.16.
[29] Şimşir,a.g.e.,s. 38.
[30] Arşiv Belgelerine Göre Balkanlarda ve Anadolu'da Yunan Mezalimi-I , a.g.e.,s.13.
[31] Ortodoks mezhebince Meryem Ana, 25 Mart günü Hazreti İsa'ya hâmile kalmış sayıldığından, o gün, Evangelismos yortusu yapılır.bkz.,Türsan,a.g.e.,s.25.
[32] Aynı yer,s.111.
[33] Türk Yunan İlişkileri ve Megali İdea ,a.g.e.,s.58.
[34] Şimşir ,a.g.e.,ss.,xxv-xxvı.
[35] Cemal Tukin, "Osmanlı İmparatorluğunda Girit İsyanları ve 1821 Yılına Kadar Girit", *Belleten,* sayı 24, Ankara, Türkiye ,1945, ss.205-206.
[36] Aynı yer,s.47.

Columnists Classification from Turkey Writing in English and Turkish Language

Tuğba Kocaman[1]*, Mirsat Yesiltepe[1], Akhtar Jamil[2], Jawad Rasheed[2]

[1]*Yildiz Tehcnical University, Chemical Metalurgy Faculty, Mathematical Engineering, Istanbul, TURKEY*
[2] *Istanbul Sabahattin Zaim University, Department of Computer Engineering, Istanbul, TURKEY*

Abstract

Writer identification is an interesting research area in many languages. Since each language has its own pattern, the writer identification methods are language dependent. In addition, ever writer has unique handwriting style, which can be exploited for identification. In this paper, we investigated the efficienty of feature extraction and decision tree classifier for writer identification. The proposed method was carried out in five stages: text preprocessing, text transformation, feature selection, classification and evaluation. The input text was preprocessed to remove unwanted words and made the text to be processed in proceeding steps, these preprocessing steps include tokenization, converting words to lower casing, stop words removal and stemming. Then, the features were extracted with n-gram character of size =3 for both English and Turkish texts. The system was tested with k-fold (k=10) cross-validation on the decision tree classifier. Experimental results show that the proposed method was very efficient for writer identification which achieved 99.78% accuracy for English texts while 99.76% accuracy Turkish texts. It can be concluded that better results were obtained in term occurrences and term frequencies nodes in n- gram algorithm.

Keywords: *Decision Tree, n-gram, cross validation, TF-IDF*

Introduction

Text mining is an important function for the use of information, which is one of the most valuable elements of today, for large firms, states and many other structures. Since the world entered the information era, the amount of information used by people in developing countries has been increasing rapidly. In order to use this information in a healthy way and to reach it in a short time, it is necessary to find the related information and collect it in the same information community. This requires classifying documents. The purpose of document classification is to determine the categories of documents. One of the problems in the area of document classification is the determination of author by means of the document written by this author [1].

The main purpose of this study is to explain author recognition methods by using text data sets. There are many studies on author recognition. This is mentioned in the related work section. In this thesis's application is author recognition in rapid miner. In order to do this, the columns belonging to 5 different columnists in English and Turkish were firstly entered into the pre-processing stage. Then, the features were extracted with n-gram character (3) over these texts. The system was tested with cross validation (10) on the decision tree. As a result of the study, better results were obtained in term occurrences and term frequencies nodes in n- gram algorithm [2] In this context, necessary information is provided within the text of the work, in a simplicity that can be easily understood by people who have no prior knowledge about the subject.

Steps involved in text mining

Text mining, which is extraction of information with specific ways, which is useful and unknown from large amounts of textual data, consists of 6 basic steps: Text Data Base, Text Preprocessing, Text Transformation, Feature Selection, Text Mining Techniques and Evaluation. It is shown in Figure 1.

* Corresponding author e-mail: mirsaty@yildiz.edu.tr

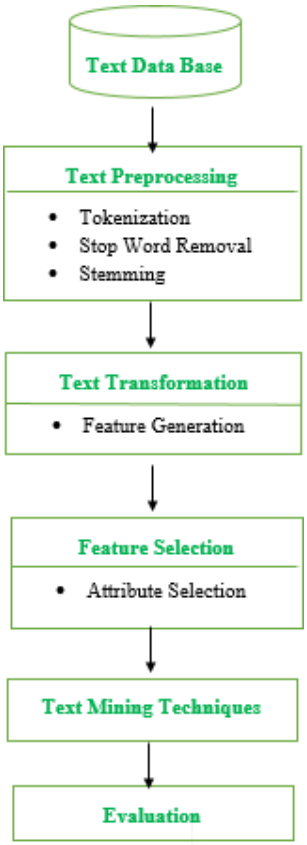


Figure1. Flow Diagram of Steps of Text Mining [3]

Create Text Collection

It is the process of creating a text collection by using the access systems of information in the subjects of interest. Text Database is the place where the data to be used is stored [4]

Text Processing

Text preprocessing is the first step in the text mining. it follows three sub steps such as tokenization, stop word removal and stemming.

Tokenization

Extraction of parts according to the desired properties of "spaces, commas, (-)…" is called tokenization in text.

Stop word removal

Stop Word removal is eliminating the words "and, or, of, the, at…" in the text from the beginning to eliminate the accuracy of the models that will work on the text.

Stemming

This technique is used to find out the root or stem of a word. It is the process of reducing the words derived from the same word in the text to a single word by eliminating them separately. This process makes many differences from language to language. The morphology of the language changes the methods used in the algorithms to be developed.

Text transformation

Text transformation means to convert text document into the bag of words or vector space document model notation, which can be used for further effective analysis [1]

Feature selection

It is also known as variable selection. The main objective of feature extraction is to remove irrelevant, excess features. It is the process of selecting a subset of important features for use in model creation.

Text mining

After text is extracted, text mining becomes data mining. Data mining methods such as clustering, classification information retrieval etc., can be used for text mining. These steps continue.

Interpretation-evaluation

Analyzing the results. Interpretation is significant part in text mining [10]

Classification

In the text classification work, the texts are divided according to predefined classes. The content-based document is divided into subject categories. Text classification has been broadly studied in different fields such as data mining, database, machine learning and information retrieval, image processing, medical diagnosis, document organization[5]. Today text-controlled indexing documents, filtering documents, automatically create metadata automatically as hierarchical editing of web pages. It is possible to see in many areas as practically practiced [6].

Related works

There are many studies on author recognition. Peng and friends used the n-gram method on Greek, English, Chinese data. They have tried to prove that the n-gram character is independent of the language. They achieved 81% success with Naive Bayes classification method. In the study of Stamatatos and Kokkinakis, the Greek dataset of! 97% success. Cavnar achieved 81% success in its n-gram-based study of species identification [1] Amasyalı and friends, Naive Bayes method on Turkish texts consisting of 5 different classes, support vector machine, K-nearest neighbor, C 4.5 and random

forest. It was used. Best Performance 96.25% which has been observed using the naive Bayes [7] In M. Bilgin study, 6 different columnists belonging to a total of 6 different columnist is on the classification of 36 columns. Texts expressed in N-gram were subjected to training and testing with different machine learning algorithms. The innovative aspect of the study is the lossless compression of pre-processed texts with the LZW algorithm, reducing the number of sizes and thus increasing the success of the classification. When using 2-gram in text representation, the highest metric values were obtained by binary compression and raw text NB and decimal compression by Bagging algorithm. When using 3-gram in text representation, the highest metric values were obtained by binary compression Bagging, decimal compression Bagging and RSS algorithm, and raw text using NB. The system achieved the highest success rate of 58.33% with the Bagging algorithm for binary compression for 3 grams and achieved the correct determination of the class of 21 texts [2]

Columnist classification application

In this paper, it is studied in recognition of authors. The aim of this study is to compare the results in English and Turkish articles by creating two separate author recognition applications. The applications are made by RapidMiner.

Columnist attribution

When the columnists in a daily newspaper are followed, it is now possible to know who the article belongs to. Each author has his own style. The authors' frequency of characters and the topics they talk about may be different. When the author's style is converted to a mathematical function in order to find out who owns a column in author recognition application, author recognition is performed. Authorship Attribution is known as the author's unique style [1]

Used tool: Rapidminer

RapidMiner is an open source predictive analytic software. The basic process is drag and drop. RapidMiner can build out models and solutions very quickly. It can be integrated with python and statistical modelling schemes of the R. It also integrates learning schemes and attribute evaluators of the Weka machine learning environment. RapidMiner is written in the Java programming language. RapidMiner provides data mining and machine learning steps including. It provides data loading, transformation, data preprocessing and visualization, modelling, evaluation and deployment [8].

Design perspective

In design perspective, it is shown process below. Process Documents from Files, Select Attributes, Set Role and Cross Validation operations is following respectively.

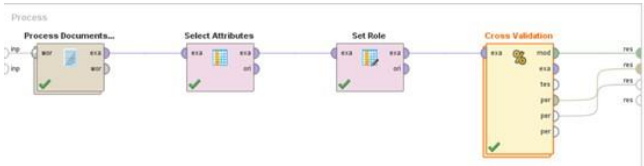


Figure 2. Design Perspectives in RapidMiner

Methodology

Figure 3. Flow of Application Steps

Data Collection: English and Turkish articles of the same authors in the Daily Sabah and Sabah, were downloaded in html format.

Data Preprocessing: At this stage, preprocessing steps in the data set were performed. N-gram is applied. Binary Term Occurrences, TF-IDF, Term Frequency, Term Occurrences, which are feature vectors, are calculated at the feature extraction stage.

Data Set Division: The data set is divided into a training and test set. Cross validation was used.

Learning Algorithm Selection: Decision Tree algorithm applied with max depth 10.

Conclusion: Success rates are presented together with this article.

Dataset

For the 2 different data sets used in this study, daily newspapers Turkish written newspaper: Sabah (https://www.sabah.com.tr/) and English written newspaper Daily Sabah (https://www.dailysabah.com/) from the daily newspapers such as politics, current, sports and magazines articles have been downloaded. In the first data set, author recognition was made on English texts. In the second data set, author recognition was made on Turkish texts. There are 916 articles in English and 1908 in Turkish. Dataset can be reach from [9].

Data collection

In this study, author recognition application was conducted on 5 columnists in Turkish and English articles. With the help of HT Track Website Copier,

columnists of 5 writers (Melih Altinok, Burhaneddin Duran, Hilal Kaplan and Hasmet Babaoglu) in the Daily Sabah and Sabah newspaper were taken in html format. Columns written in different years were collected in the author's 'collective' folder. English texts are grouped among themselves and Turkish texts are grouped among themselves. To transfer to RapidMiner, a text directory is used in Process Documents from Files.

Data preprocessing

In the author recognition system developed, first of all, all the expressions in the texts were converted to lower case with the "Transform Cases" node. Then with "Stem (Snowball)", Turkish language option for Turkish text, English language option for English text was selected using the appropriate language character. The words, which belong to the English language and are used frequently, such as conjunctions, word-independent groups, stereotyped abbreviations, have been removed. After this process, with "Tokenize" node was used to extract non-letter expressions from the texts. These steps are shown in the following image. These are in Process Document from Files node.

Figure 4. Data Preprocessing

N-gram

n-gram is an array of n characters. In this study, the value was accepted as three. tri-grams (n = 3) were used. For example, for finding the n-grams of the word "author" tri-grams: aut, uth, tho, hor, or_. It is mentioned in image.

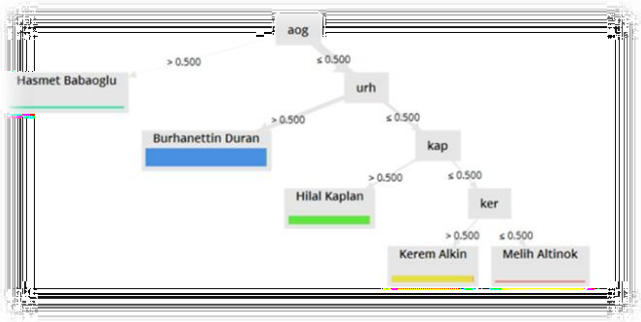


Figure 5. Result with N-gram

With the help of the "Generate n-gram" node, length 3 is selected and the words are divided into 3 groups. It is shown below.

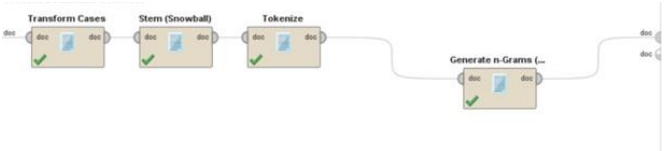


Figure 6. Nodes for Feature Extraction

Determination of values of features

By examining a column written by an author, it is possible to find out what the person is interested in and which topics he / she gives weight to. There are calculations used for this. A vector is created from the words that occur in your document. Accordingly, the vectors are scored and weighted.

a)Binary Term Occurrences: According to the presence or absence of the word in the document (1,0), the vector is weighted [10]

b)Term Frequency: TF is the calculation of the words in a text divided by the total number of terms. A method used to calculate term weights in a document.

c)TF-IDF - Inverse Document Frequency: IDF specifies in which texts the calculated term is used. By finding the number of words in more than one document, it tries to find out whether the word is a term or not Stop Words. For this, the absolute value of the logarithm of the Number of Documents / Number of Documents Passed by the term is taken.

Logarithmic expression of the ratio of the total number of text (x) to the number of text (y) containing the term.

TF-IDF: TF-IDF value is a weight element that statistically calculates the effect of a term on a text. TF-IDF is a weighted factor calculated by statistical methodology showing the importance of a term in a document [11]

d)Term Occurrences: It prioritizes the number of times a term is repeated regardless of text length.

In paper thesis, these four document vectors are applied for gaining the best result in both Turkish and English texts.

Dataset division

After all these procedures are applied, the data set is divided into two as training and test sets. The data in the training set helps supervised learning of applied algorithms. The test set allows the learning algorithm to predict its author with data that it has not seen before. At this stage, the data uses the decision tree algorithm in the training section that is tested with the Apply Model node [12]

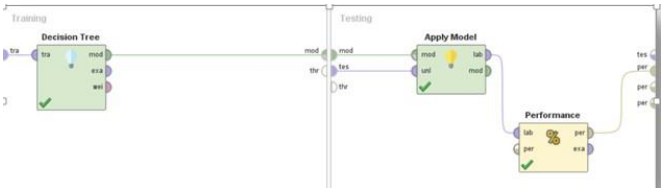


Figure 7. Decision Tree

Learning Algorithm Selection and Classification

Decision Tree is chosen as the appropriate algorithm at this stage. Decision tree algorithm is performed by RapidMiner environment.

In this thesis, single algorithm method is used, namely Decision Tree. Different vector weights were calculated to see the best result. And the results are calculated by experimenting with different nodes in data preprocessing. The best result for English writen is 99.78%. The best result for Turkish writen is 99.76%. These results is followed in table.

Comparison of Results

In this thesis, single algorithm method is used, namely Decision Tree. Different vector weights were calculated to see the best result. And the results are calculated by experimenting with different nodes in data preprocessing. The best result for English writen is 99.78%. The best result for Turkish writen is 99.76%. These results is followed in table.

Table 2. Accuracy in English.

English Written Newspaper	Accuracy rate
Binary Term Occurrences	99.13
TF-IDF	99.78
Term Occurrences	99.12
Term Frequency	99.78

Table 2. Accuracy in Turkish

Turkish Written Newspaper	Accuracy rate
Binary Term Occurrences	99.53
TF-IDF	99.76
Term Occurrences	99.76
Term Frequency	99.76

Conlusion and future works

In this paper, author recognition is studied. Decision tree classifier were selected and the answer to the question of who could belong to the column was searched over 5 different authors. It was operated on 4 different feature vectors and successful results were obtained. While 99.78% success was achieved for English texts, 99.76% success was achieved for Turkish texts. These results show little difference in languages. The best results are taken by Term Occurrences and Term Frequences vectors. Binary Term Occurrences is lower than the best results. So, it is more important how many times the word appears in the text rather than the existence of the word. Although the authors wrote on similar subjects, they wrote the subjects in different ways. So RapidMiner predicts the texts very successfully.

Text mining is so wide and unending area. It is requested the most optimum result. As future work, preprocessing step can be

changed for that. The stem and then tokenize process were applied for the Turkish texts. As a future study, firstly tokenize process will be performed and then the stem process will be performed. Thus, accuracy rate is expected to increase.

Table 3. Testing result accuracy.

Newspaper written	Vector Creation	Burhanettin Duran	Hasmet Babaoglu	Hilal Kaplan	Kerem Alkin	Melih Altinok
English	Binary Term Occurrences	100	100	98.62	98.14	80
English	TF-IDF	99.80	100	98.16	98.14	100
English	Term Occurrences	100	100	100	100	80
English	Term Frequency	100	100	100	100	80
Turkish	Binary Term Occurrences	99.87	89.29	99.66	99.45	
Turkish	TF-IDF	99.87	100	99.66	99.64	
Turkish	Term Occurrences	99.87	100	99.66	99.64	
Turkish	Term Frequency	99.87	100	99.66	99.64	

Conlusion and future works

In this paper, author recognition is studied. Decision tree classifier were selected and the answer to the question of who could belong to the column was searched over 5 different authors. It was operated on 4 different feature vectors and successful results were obtained. While 99.78% success was achieved for English texts, 99.76% success was achieved for Turkish texts. These results show little difference in languages. The best results are taken by Term Occurrences and Term Frequences vectors. Binary Term Occurrences is lower than the best results. So, it is more important how many times the word appears in the text rather than the existence of the word. Although the authors wrote on similar subjects, they wrote the subjects in different ways. So RapidMiner predicts the texts very successfully.

Text mining is so wide and unending area. It is requested the most optimum result. As future work, preprocessing step can be

changed for that. The stem and then tokenize process were applied for the Turkish texts. As a future study, firstly tokenize process will be performed and then the stem process will be performed. Thus, accuracy rate is expected to increase.

References

[1] Doğan, Sibel, and Banu Diri. "Türkçe dokümanlar için N- gram tabanlı yeni bir sınıflandırma (Ng-ind): yazar, tür ve cinsiyet." Türkiye Bilişim Vakfı Bilgisayar Bilimleri ve Mühendisliği Dergisi 3.1 (2010): 11-19.Haupt RL, Haupt SE. Practical Genetic Algorithms. 2nd ed. New York, USA, Wiley, 2004.

[2] Bilgin, Metin. "Türkçe Metinlerin Siniflandirma Başarisini Artirmak Için Yeni Bir Yöntem Önerisi." Uludağ University Journal of The Faculty Of Engineering 24.1: 125-136. DOI= https://doi.org/10.17482/uumfd.484525.

[3] Kumar, Sathees, and R. Karthika. "A survey on text mining process and techniques." International Journal of Advanced Research in Computer Engineering & Technology (IJARCET) 3.7 (2014): 2279-2284.

[4] Ufuk Çelik, Eyüp Akçetin, Murat Gök-RapidMiner ile Uygulamalı Veri Madenciliği«Metin Madenciliği, Bilgiye Erişim ve Bilgi Çıkarımı» 2017, Chapter 12.

[5] Allahyari, Mehdi, et al. "A brief survey of text mining: Classification, clustering and extraction techniques." arXiv preprint arXiv:1707.02919 (2017).

[6] Stansfield, Claire Michelle. Exploring search strategy design to identify diverse literature for inclusion in systematic reviews. Diss. UCL (University College London), 2018.

[7] Yildiz, H. Kemal, et al. "A new feature extraction method for text classification." 2007 IEEE 15th Signal Processing and Communications Applications. IEEE, 2007. DOI= https://doi.org/10.1109/siu.2007.4298870.

[8] Adhatrao, Kalpesh, et al. "Predicting students' performance using ID3 and C4. 5 classification algorithms." arXiv preprint arXiv:1310.2071 (2013). DOI= https://doi.org/10.5121/ijdkp.2013.3504.

[9] https://www.kaggle.com/mirsat111/columnists-classification- turkish-english-written, 08.01.2020.

[10] Badawi, Dima, and Hakan Altınçay. "Termset weighting by adapting term weighting schemes to utilize cardinality statistics for binary text categorization." Applied Intelligence 47.2 (2017): 456-472. DOI= https://doi.org/10.1007/s10489-017-0911-6.

[11] Christian, Hans, Mikhael Pramodana Agus, and Derwin Suhartono. "Single Document Automatic Text Summarization using Term Frequency-Inverse Document Frequency (TF-IDF)." ComTech: Computer, Mathematics and Engineering Applications 7.4 (2016): 285-294. DOI= https://doi.org/10.21512/comtech.v7i4.3746.

[12] Deniz İrem Ünal, Şadi Evren Şeker. "Metin Madenciliğinde Yazar Tanıma(Author Recognition in Text Mining) ", BS Ansiklopedisi 5.1(2018).

Hz. Peygamber ve Günümüze Işık Tutan Sağlıklı İletişim Yöntemleri

Necati AYKON[1]
[1] Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Faculty of Theology, Department of Islamic History and Arts, Burdur, TURKEY

Özet

Eskiler, gönülden gönüle bir yol gider, derler. Bu yolda gözler önemli bir rol oynar. Çünkü gözler, yani bakışlar, iç dünyanın aynasıdır; çok şey ifade eder. Bazen de kelimeler buna yardımcı olur. Hz. Âdem yaratıldıktan bir müddet sonra ünsiyet bulması, varlığını devam ettirebilmesi için Hz. Havva yaratılmış, onunla yoluna devam etmiştir. En güzel bir şekilde yaratılan insanoğlu yalnız yaşayan bir varlık değildir. Sosyal bir varlıktır; toplum içinde yaşar. Diğerlerine ihtiyaç duyar. Bu ihtiyaçlarını giderebilmek için de diğerleriyle iletişim kurmak, gerektiğinde de onların yardımına başvurmak durumundadır. İletişim, diğer fertlerle anlaşmaktır, hayatı yaşanır hale getirmektir. Günümüz insanının en önemli problemi iletişimsizliktir. Sağlıklı bir iletişim kurabilmenin yolu karşıda konuşanı dinlemek ve onu anlamaktır. Dinlemeyen anlayamaz. Anlamayan da çözüm üretemez. Çözümün değil de problemin bir parçası olan insanoğlu her geçen gün dünya hayatını içinden çıkılmaz bir hale getirmektedir. Bu problem günümüz İslâm dünyasında kendisini acı bir şekilde hissettirmektedir. Bunun da faturasını tüm Müslümanlar olarak ödemekteyiz. Ümitsiz olmak bir Müslümana asla yakışmayan bir durumdur. Çünkü önümüzde Kur'ân gibi bir Allah kelamı ve bir de onun yaşayan, hayatının her zerresinde örnek olarak gözlemlediğimiz en güzel örnekleri üzerinde taşıyan canlı örneği Peygamberimiz vardır. Gönderildiği toplumu hepimiz biliyoruz. Bazı olumlu davranışlarına rağmen cahiliye dönemi yaşayan hemşerilerine kendini çok güzel tanıtmış, karşısındaki kişilerin veya toplumun özelliklerini dikkate almış, onların dilinden konuşmuş, tatlı dilli olmuş, daima güler yüzlü davranmış, asla kırıcı olmamış, söylediklerini aynen tatbik etmiş, ikna edici bir yöntem kullanmış, akıllara, gönüllere hitap etmiş, karşısındaki ile empati kurmuş, muhatabının sosyal seviyesine göre muamelede bulunmuş, beden dilini de sözlerine eşlik ettirmiş, insan sevgisini ön plana çıkarmış, hediye vermek suretiyle insanları kendine çekmiş, yapmacılıktan uzak kalmış, olduğu gibi hareket etmiş, ortak noktalardan yola çıkmış, olumsuz hareketlere karşı sabır göstermiş, bağırıp çağırmamış, intikam yoluna gitmemiş, kolay olanı tercih etmiş, zorlaştırmamıştır. Bütün bu davranışlar sayesinde dönemin en vahşi toplumundan karıncayı incitmekten korkan bir nesil meydana getirmiştir. Günümüzde özlediğimiz bu tabloyu yeniden yaşamak istiyorsak, öncelikle kendi nefsimizde uygulamasını yapıp yeni bir din dili ile insanımıza aktarmalıyız. Din samimiyettir.

Anahtar Kelimeler: *Peygamber, Hz. Muhammed, İletişim*

Prophet Muhammad and Healthy Communication Methods That Shed Light on The Present Day

Abstract

The ancients, they say, a way to go from heart to heart. In this way, the eyes play an important role. Because the eyes, the gaze, the mirror of the inner world; It means a lot. Sometimes words can help.

Hazrat Adam was created in order to find the title after a period of creation and to sustain his existence and continued his path with him. The human son created in the most beautiful way is not a living creature alone. It is a social entity; lives in society. He needs others. In order to address these needs, it is necessary to communicate with others and to apply to their help as needed. Communication is to negotiate with other members, to make life livable. The most important problem of today's people is communication. The way to communicate healthy is to listen to and understand what you're talking about. He can't understand if he's not listening. The solution does not understand. The human being, which is part of the problem and not the solution, makes the world life unbearable every day. This problem feels painful in today's world of Islâm. We pay the bill for all Muslims. Being hopeless is a condition that never suits a Muslim. Because we have a live

example of the prophet who carries on the most beautiful examples that we observe as an example of Allah's word and a living, every particle of his life. We all know the society he was sent to. Despite his positive behavior, he introduced himself very nicely to the people who lived in the ignorance period, took into consideration the characteristics of the persons or society, spoke their language, had a sweet tongue, always behaved with a friendly, never crusher Had not been, used a persuasive method, said the same, addressed to minds, hearts, empathy with the opposite, treated according to the social level of the partner, the body language accompanied by the words, the front of the human love To the plan, by giving gifts to the people, attracted to oneself, away from the construction, acted as is, the common points, the negative movements of patience, shouting, not to go on the path of vengeance, the easy one Preferred, not difficult. All these behaviors have created a generation that is afraid to hurt the ant from the most brutal society of the era. If we want to relive this painting we miss nowadays, we must first make the application in our own breath and transfer it to our people with a new language of religion. Religion is sincerity.

Keywords: *Prophet, Muhammad, Communication*

1. Giriş

Kâinatın en şereflisi olarak yaratılan insanoğlu sosyal bir varlıktır ve toplum içinde yaşar. Toplum içinde yaşadığı sürece kendisi gibi toplumu oluşturan diğer fertlerle devamlı bir şekilde iletişim içindedir.

İletişim; duygu, düşünce veya bilgilerin akla gelebilecek her türlü yolla başkalarına aktarılmasıdır. İletişimin olduğu her yerde etkileşim, etkileşimin olduğu her yerde de iletişim vardır. Bu iki olgu birbirlerinin vazgeçilmez parçalarıdır [1]

İletişimin baş aktörü olan insan, diğer insanlarla iletişime geçtiği gibi bazen canlı, hatta cansız bütün varlıkla iletişim kurabilmektedir.

İletişim, kendini tarihin her döneminde farklı bir şekilde göstermiştir. İçinde bulunduğumuz çağda ise hızlı bir gelişme göstermiş ve her geçen gün de göstermektedir [2]

İletişim sözlü ya da sözsüz bir şekilde olabilmektedir. Sözlü iletişimde en önemli unsur dildir. Sözsüz iletişim de ise en önemli unsur davranışlardır, bedendir, jest ve mimiklerdir.

Burada önemli olan söz ile beden dilinin uyum göstermesidir, birbirini desteklemesidir. Beden dili, insanlar arası ilişkilerde kişilerin diğer insanlarla aralarına koydukları mesafeleri ve birbirlerine temasları başta olmak üzere, bedenin duruşu, yön değiştirmesi, başın çevrilmesi, kaş, göz ve yüz hareketleri, bir bakış, bir tebessüm, bir gülüş, tokalaşma, sarılma, yumruk sıkma, el kaldırma, kol kavuşturma gibi el hareketleri, bacak bacak üstüne atma, bağdaş kurma ve yürüyüşte bacakların kullanılışı, oturma kalkma şekilleri, ses tonları, giyiniş tarzları, saç sakal, bıyık biçimleri, süslenme, duygu, düşünce, tavır, istek ve ihtiyaçları bildirmeye yarayan bir anlatım aracıdır [3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]

Biz bu çalışmamızda âlemlere rahmet olarak gönderilen, üzerinde en güzel örnekleri barındıran, insanlık için her konuda rehber olan Peygamberimiz Hz. Muhammed'in yine insanlar için önemli olan iletişiminden bahsedeceğiz.

Onun hayatı tüm ayrıntılarına kadar hem Müslüman, hem de Müslüman olmayan kişiler tarafından anbean takip edilmiş, daha sonraları kayda alınmış ve hala da üzerinde binlerce çalışma yapılmaktadır.

O sadece bir dini lider değil, hayatın her alanını kuşatan ve çağlara ışık tutacak mesajlarıyla insanlığın tartışmasız önderi olma konumundadır.

Bu durumda Hz. Peygamber'in İslam dinini tebliğ esnasında kullanmış olduğu her türlü iletişim metot ve teknikleri, özellikle din hizmeti verenlerin önünde ihmal edemeyecekleri önemli bir örnektir. Üstelik başarısı test edilmiş, sonuçlandırılmış bir örnektir. Zira O'nun yirmi üç yıl süren tebliğ çalışmasının neticesini, tarihi vesikalar apaçık ortaya koymaktadır.

Bütün hayatı bir iletişim süreci içinde geçen Hz. Muhammed ile çevresindeki kişiler arasındaki iletişim, sadece mescide ve hutbelere özgü değildi. Aralarındaki bilgi akışı hayatın tabii seyri içinde evde, yolda ve çarşıda da sürmekteydi. Hz. Muhammed, bu insanlara yeni bir inanç sistemi, yeni bir anlayış, yeni bir yaklaşım tarzı getirmiş ve

onlarla iyi bir iletişim kurarak, büyük çoğunluğunu ikna etmeyi başarmıştır. Bu nedenle Hz. Muhammed'in sözlü ve sözsüz iletişim yöntemlerinin bilinmesi, iletişimde bulunduğu insanlar üzerinde bu tür bir etki oluşturmak isteyenler acısından büyük önem arz etmektedir [10, 11, 8, 9]

2. Hz. Peygamberin Sözlü İletişimde Kullandığı Yöntemler

Sözlü iletişimin en önemli unsurunun dil olduğuna yukarıda temas etmiştik. Dil insanın ve hayatın en önemli parçasıdır. Toplumların ilerlemesi ve uygarlaşması da dil sayesindedir. Bu nedenle toplumlar dillerini koruma ve geliştirme gayreti içindedirler. Dilin bozulması demek toplumların sıkıntıya düşmesi demektir. İnsan kendini dil ile ifade eder. Konuşma zorluğu çeken, kendini ifade edemeyen toplumda bir yer edinemez. Hele hele toplumda bir yer edinmek isteyenler gerek kendilerini ifade edebilmek gerekse misyonlarını insanlara anlatabilmek için konuşmalarının, telaffuzlarının düzgün olmasına dikkat ederler.

Dilden kastedilen sadece bir takım kelimeleri çıkarmak değildir. İletişimde bulunulan insanların birbirlerini anlamaları esastır. Bu nedenle birbirini anlamayan sağırlar gibi bağırmak yerine sesin hacmine, ses perdesine, hızına, kalitesine, tonlamasına ve telaffuzuna dikkat etmek gerekir. Dili zamanına ve zeminine göre kullanmak da ayrı özelliktir [8, 9] Eskilerin deyimiyle her doğru her yerde söylenmez kuralına dikkat etmek gerekir. Ancak doğruların bir şekilde söylenmesi, gerçeğin ortaya çıkması gerekmektedir. Bu bağlamda uygun kelimelerin seçilmesi, usulüne uygun bir şekilde söylenmesi en ideal yol olmalıdır. Bunu da Hz. Peygamber en güzel bir şekilde uygulamıştır.

Mekke Arap toplumunun en belirgin özelliklerinden biri de hitabet ve şiir konusunda seçkin bir yere sahip olmalarıydı. Yılın belirli dönemlerinde yapılan panayırlarda şiir ve hitabet yarışmaları yapılır, dereceye giren şiirler Ka'be'nin duvarına asılırdı. Pek çoğunun dili düzgündü. Çünkü çocuklar doğduktan bir müddet sonra çöldeki sütannelere verilirdi. Bunun sebebi çocukların Mekke'nin sıkıcı havasından uzaklaştırılıp sağlıklı ve gürbüz olmalarının yanı sıra dilleri bozulmamış olan çöl halkından fasih/düzgün bir dil öğrenmeleriydi. Hz. Peygamber de Benî Sa'd yurdunda Halime adında bir sütanneye verilmiştir. Bu nedenle Hz. Peygamberin konuşması açık, net ve anlaşılır bir durumdaydı [12, 13, 14, 15]

Hz. Peygamber, kendisine indirilen Kur'an'ın ilk muhatabıdır. Onun ifadesiyle sözlerinin açık ve net olması, anlaşılır bir dil kullanması gerekir. Çünkü bir dava adamıdır; davasını bütün insanlığa ulaştırmakla görevlidir. Bunun içinde karşılaştığı, konuştuğu insanla anlaşması gerekir. Anlaşmanın yolu da aynı dili konuşmaktır. Farklı dil konuşanların anlaşması mümkün değildir. Okuması yazması olmamasına rağmen Arap dilinin tüm ayrıntılarını konuşmalarında kullanmıştır. Ağır ağır, tane tane konuşma tarzını benimsemiştir. Ta ki kelimelerini saymak isteyen sayabilir, ezberlemek isteyen de gayet rahat bir şekilde ezberleyebilirdi. Ağır konuşması hiçbir zaman karşısındakini sıkmamış; aksine daha fazla konuşması istenmiştir. Konuşmalarına eğer tanış olmadığı kişi ya da kişilerle karşılaşmışsa önce kendini tanıtmakla işe başlamış, konuşma türünü karşısındakilerin konumuna, durumuna göre ayarlamıştır. Gerekiyorsa sesini yükseltmiş, bazen birkaç kez tekrar etmiştir. Hele hele bir uyarı konuşması yapıyorsa bambaşka bir hal almış, duygularını, hislerini de dâhil etmiştir [16, 17, 18, 19, 20, 21]

Uzun konuşmalar ve cümleler bazen sıkıcı ve bıktırıcı olabilir. Onun için konuşmaların kısa ve özlü olması daha makbuldür. Hele günümüzde bu durum kendini daha fazla bir şekilde kendini göstermektedir.

Kur'an'ın Mekke'de inen ayetlerine baktığımız zaman kısa ve özlü cümlelerden oluştuğunu görürüz. Can alıcı ve vurucu sözlerden oluşur.

Hz. Peygamber de kısa, az sözle çok anlam ifade etmek demek olan Cevâmiu'l-Kelim denilen bir özelliğe sahiptir. Bu özelliği sayesinde az kelime ile çok şey ifade eder, laf kalabalığı yapmaz, amacı neyse onunla yetinirdi. Zaten konuşması az, susması çok olan bir yapıya sahipti. [16, 17, 21]

Konuşma üslubu gayet nazik ve kibardı; kaba ve katı değildi. Nitekim Kur'an'da Âl-i İmrân Sûresinin 159. ayetinde: "Allah'ın rahmeti sayesinde sen onlara yumuşak davrandın. Eğer kaba ve katı kalpli olsaydın etrafından dağılır giderlerdi. Şimdi sen onların yaptıklarından dolayı onları affet, onlara bağışlanma dile ve iş hakkında onlara danış, " şeklinde bir ifadeye rastlamaktayız. Yine hayatı boyunca kırıcı ve kaba bir insan olmadığını arkadaşlarının ifadelerinden öğreniyoruz.

Karşılaştığı kimseye selam vermesi ve selam verilmesi gerektiği ayrı bir konudur. Çünkü selam, barış esenlik, huzur, iyi dilekleri ifade etmektir. Selam veren kişi karşısındakine kendisinden en ufak bir zararın gelmeyeceğini ifade etmektedir.

Eskilerin deyimiyle konuşmadan önce selam verilmesi esastır. "es-Selâm kable'l-kelâm" Dünya barışından bahsedeceksek –ki hep bahsediyoruz- ortak bir kelime de buluşmak zorundayız. İşte bu da selamdan geçmektedir [18, 19, 22, 23]

Yeri geldiği zaman şaka yapmış, ama asla yalan söylememiş, argo kelimeleri hiç kullanmamıştır [19, 18]

Sözünü cazip hale getirmek için bazen soru sormuş, arkadaşlarının fikirlerini öğrenmek istemiş, doğru cevabı vereni tasdik ve taltif etmiş, doğru, uygun cevap gelmediyse cevabını vererek öğrenmelerini sağlamış, bazen edebi sanatları kullanmış, bazen de konuşmasına etkili, dikkat çekici sözlerle başlamıştır. Yine konuşurken merak uyandırmak, dikkatleri toplamak için konuşmasına ara vermesi yaptığı uygulamalardandır.

Sorulan sorulara karşısındakinin kapasitesine göre cevap vermesi, ikna etmesi dikkat çeken özelliklerindendir [24, 25]

Muhatabı tüm insanlık olduğu için karşılaştığı herkesle konuşmuş, Müslüman ise hayatını düzenlemesi için öğüt vermiş, Müslüman değil ise uygun bir dille onu İslam'a davet etmiştir. İnsanlarla iletişim kurmak için her fırsatı değerlendirmenin yollarını aramıştır. Çünkü onun amacı ötekileştirmek değil, insanları kazanmaktır. Ömrünü buna adamıştır. Kendine düşmanlık yapanlarla bile defalarca görüşmüş, ilişkisini kesmemiştir. Kendini öldürmek için plan yapan, defalarca savaş meydanlarında karşı karşıya geldiği Mekkelileri, Mekke'yi fethettiği gün affetmiş ve intikam alma yoluna gitmemiştir. [26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33]

Akıllara ve duygulara hitap etmiştir. Bir şeyin iyi olmadığını anlatırken alternatiflerini de ortaya koyarak anlatmıştır.

Hz. Muhammed, insan insana diyaloglarında da bireysel farklılıklara dikkat etmiştir. Örneğin eşinin doğurduğu siyah çocuğun kendisinden olmadığı

iddiasıyla reddetmek isteyen bir bedevî ile aralarında şöyle bir diyalog geçmiştir:

"Benim eşim siyah bir çocuk doğurdu. Ben bu çocuğu reddetmek istiyorum."

"Senin develerin var mı?"

"Evet."

"O develerin renkleri nasıldır?"

"Kırmızıdır."

"Bunların içinde beyazı siyaha çalan boz deve var mı?"

"Evet, onların içinde boz renkli develer elbette vardır."

"Öyleyse bu boz renklerin nereden geldiğini düşünüyorsun?"

"Ya Rasulallah bu soyunun damarıdır, ona çekmiştir."

"Belki bu oğlan da eski bir soy köküne çekmiştir (yani ona benzemiştir)." [16, 17]

Hz. Peygamberin huzuruna bir gün bir genç gelmiş ve: "Ya Resulallah, zinâ etmeme izin ver!" demişti. Hoş olmayan bir istekle karşılaşan insanlar "sus, sus..." diye gence karşı tavır alırken, Hz. Peygamber gayet sakindi. Genci " Bana yaklaş" diyerek yanına aldı ve onunla konuşmaya başladı:

"Bir başkasının senin annenle zinâ etmesini ister misin?

"Hayır, istemem."

"Zaten hiç kimse annesiyle böyle bir şey yapılmasını istemez."

"Bir başkasının senin kızınla zinâ etmesini ister misin?"

"Hayır ya Resulallah, istemem."

"Zaten hiç kimse kızlarıyla zinâ edilmesini istemez."

Daha sonra Hz. Peygamber, kız kardeşi, halası ve teyzesi gibi yakınlarıyla zinâ edilmesine gönlünün razı olup olmayacağını sormuş; genç her defasında "Hayır" cevabını vermişti. Öyle anlaşılıyor ki, her insan için söz konusu olabilecek doğal bir duygunun baskısı altında kalan bu genç, âdeta "ben artık bu duygularımın şiddetine tahammül edemiyorum" der gibi, problemi için Hz. Peygambere gelmiş; ondan bir çözüm istemiştir. Gencin bu onu dizinin dibine almış, sorduğu sorularla "kendisini başkasının yerine koymasını, kendisi için istemediği bir şeyi başkası için istemesinin doğru olmayacağını; aksine kendisi için arzu ettiği şeyi başkaları için de arzu etmesi gerektiğini" samimi duygularla gence anlatmıştır.

Empati kurma yöntemiyle, akla hitap ederek, temel his ve duyguları eğitmesini bilen Hz. Peygamber, gencin hatasını kavramasını sağlamış; elini gencin omzuna koyarak, bunlar tabiî duygulardır, böyle şeyler olur dercesine şefkatli bir baba gibi, "Allah'ım! Bunun günahını affet; kalbini temizle ve organlarıyla günah işlemekten koru!" diyerek ona dua etmiştir [21] Bu yaklaşımıyla Hz. Peygamber, duygularında samimi olan bu genci onore ederek, rencide edilmesini önlemiştir. Burada Hz. Peygamber, iletişimine hedef olan bir insanın temel duygularına ve aklına hitap etmiştir.

Yine bir gün arkadaşlarıyla mescidde otururken çölden gelen bir bedevi kendince gayet tabii bir hareket olarak gördüğü küçük abdestini mescidin duvarına etmeye başlayınca ashap şiddetle karşı

çıkıp onu bu hareketinden vaz geçirmeye çalışırken o gayet sakin bir şekilde bedevinin işini bitirmesini beklemiş ve sonra da bu hareketinin uygun bir davranış olmadığını, buraların Allah'ı anma ve ibadet etme amacıyla yapıldığını onun anlayacağı bir dille anlatmış, sonra da ashabına dönerek bir kova suyu ile orayı temizlemelerini söylemiştir [16, 17, 18]

Buna benzer yine pek çok olay tarih kitaplarımızda anlatılmaktadır.

Hatayı düzeltirken hiçbir zaman kırıcı olmamış, yapıcı olmuştur. Kişileri doğrudan muhatap alma yerine "Bazılarınıza ne oluyor ki şöyle şöyle yapıyorlar. Hâlbuki şöyle yapmaları gerekmez miydi?" diyerek hem yapılan hatayı gözler önüne sermiş, hem de yapılması gerekeni usulüne uygun bir şekilde söylemiştir.

Kolaylığı ve olayları aşama aşama sunma yöntemini kullanmıştır.

"Müjdeleyiniz; nefret ettirmeyiniz. Kolaylaştırınız; zorlaştırmayınız." [16, 17, 18]

Muâz b. Cebel'i Yemen'e vali olarak gönderirken şu öğütlerde bulunmuştur: "Ehl-i Kitaptan bir topluluğa gidiyorsun. Onları Allah'tan başka ilah olmadığına ve benim Allah'ın elçisi olduğuma şehadet etmeye davet et. Eğer buna itaat ederlerse, Allah'ın her gün ve gecede onlara beş vakit namazı farz kıldığını bildir. Buna da itaat ederlerse, zenginlerden alınıp fakirlere verilecek bir zekâtı Allah'ın onlara farz kıldığını bildir. Buna da itaat ederlerse, sakın mallarının en kıymetlilerini alma. Mazlumun ahını almaktan kork. Çünkü mazlumun bedduası ile Allah arasında perde yoktur." [16, 17]

Kendisi bu kuralı uyguladığı gibi görevlendirdiği vali, zekât memuru, komutan, her ne görevle gitmişse onlara da aynısını yapmalarını emretmiş, onlar da kendilerine verilen görevi harfiyen uygulamışlardır. Yeteneklerine göre arkadaşlarına da görevler vererek mesajın yayılması, uygulanması hususunda onlardan istifade etmiştir. Kendisine değer verilen kişi de bu vazifeleri büyük bir hevesle yerine getirmiştir. Öncelikle ortak noktalarda buluşmaya önem vermiştir. Ehl-i Kitap denilen Yahudi ve Hıristiyanlarla iletişime geçtiği zaman onlara ortak bir noktada yani Allah'ın birliği noktasında İslam'ın şemsiyesi altında buluşmayı teklif etmiştir.Diyalog ortamını daima açık tutulmuş, ne kadar kavgalı olunursa olunsun doğan fırsatları değerlendirmeye çalışmıştır. Bunlardan birisi de kanlı bıçaklı oldukları Mekkeli müşriklerle Hudeybiye'de yapılan görüşmelerdir. Başta Hz. Peygamber olmak üzere Müslümanlar, umre yapmak için Mekke'ye doğru yola çıkmışlar, ancak bunu haber alan Mekkeliler onları oraya sokmamak için tedbir almışlar ve harekete geçmişlerdi. Hz. Peygamber, Mekke'ye on beş km. uzaklıktaki Hudeybiye'ye konuşlanmış, savaşmak için gelmediklerini, umre yapıp döneceklerini, ancak akrabalık adına gelirlerse görüşebileceğini bildirmişti. Arada gidip gelen elçilerin çabaları sonucunda iki taraf anlaşma masasına oturmuş, maddeler Müslümanların aleyhine olmasına rağmen anlaşma yapılmıştı. Burada dikkat çeken olay anlaşma maddelerinden ziyade o güne kadar muhatap almadıkları Hz. Peygamberi ve Müslümanları muhatap alıp anlaşma masasına oturmalarıydı. On yıl sürmesi planlanan bu anlaşma iki yıl olmadan Mekkeliler tarafından birer birer ihlal edilerek geçersiz hale gelmiş ve ikinci yılda Mekke fethedilmiştir [26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33]

Hz. Peygamberin hayatında görülen başka bir husus da olaylara isimler üzerinden gitmesidir. Bu anlaşma için Süheyl b. Amr'ın geleceğini duyunca "İşimiz kolaylaştı," demiştir. Çünkü bu ismin kolaylaştırma kelimesinden türediğini ifade etmiştir. Yine Mekke'de hayat gitgide zorlaşınca kendini koruyacak, yardım edecek kabilelerle görüşürken bir kabilenin isminin Abdullahoğulları olduğunu duyunca "Allah babanıza ne güzel isim vermiştir," diyerek iltifat etmiştir [34]

Görüldüğü üzere Hz. Peygamber iletişim için her türlü imkânı kullanmıştır.

3. Hz. Peygamberin Sözsüz İletişimde Kullandığı Yöntemler

Sözlü iletişimi belirgin hale getiren ona yardımcı olan beden dili diye ifadesini bulan sözsüz iletişim kuralları da Hz. Peygamber tarafından gerektikçe kullanılmıştır.

Eskilerin deyimiyle insanlar elbiseleriyle karşılanır, fikirleriyle uğurlanır. Çünkü dış görünüş için aynasıdır.

Hz. Peygamber temizliğe önem veren ve her defasında sık sık uyarı görevini dile getiren bir kişidir. Çünkü daha peygamberlik görevi kendisine verildiği anda Müddessir Sûresi 4 ve 5. Ayetlerde ifade edildiği üzere "Elbiseni temiz tut, iç ve dış temizliğe dikkat et," emrine muhatap olmuştur. Namaz için beş vakit abdestin alınmasının, haftada bir kere de olsa yıkanılmasının, içinde yaşanılan ortamın temiz tutulmasının ne derece önemli olduğu günümüzde kendini göstermiştir. İç ve dış

temizlik ibadetlerin kabulünde ön şart olduğu gibi sağlıklı bir toplumun oluşması içinde olmazsa olmazlardandır. Kur'an namaz için mescitlere gelindiğinde en güzel elbiselerin giyilmesini emretmiştir (Âraf Sûresi, 31). Giyilen elbiselerin pahalı ve gösterişli olması değil, temiz ve ortama uygun olması esası getirilmiştir. Buna göre Hz. Peygamber insanların önüne çıkarken giyimine dikkat etmiş, hele hele dışarıdan birileri gelmişse ve bunlar bir devleti temsil eden elçiler ise onların şanına uygun bir vaziyette onları karşılamış, gereken ne ise onu yapmıştır. Gerektiğinde giderlerken de hediyelerle uğurlamıştır. Çünkü hediyeleşme gönül kazanmanın başka bir yoludur. Bu sayede pek çok azılı İslam düşmanının kısa bir zaman sonra Müslüman oldukları tarih sayfalarında yer almaktadır [26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33]

Ayrıca saç, sakal bakımına dikkat edilmesini emretmiş, bir gün mescide saçı sakalına karışmış bir vaziyette geleni ikaz ederek düzenli olmasını, şeytana arkadaş olmamasını öğütlemiştir [35]

Eskilerin deyimiyle gönülden gönüle giden bir yol vardır; bu yol da gözlerden geçer. Bazen bir bakış kelimelerin yetersiz kaldığı çok şey ifade eder. İletişimde göz teması her zaman ön planda tutulur. Konuşan kişi hep aynı yöne bakar, ya da gözlerini muhataplarından kaçıracak olursa iletişim kurmakta zorlanır. Hatta kuramaz bile. Hz. Peygamber bu yönü çok güzel kullanır, konuştuğu topluluğu göz teması sayesinde canlı tutardı. Böylece herkes kendisinin muhatap alındığını, kendisine değer verildiğini hissederdi. Bu iletişim esnasında ağız da kendini gösterdiğine göre ağız ve diş sağlığının önemi de ortaya çıkmaktadır ki her yemekten sonra ellerin ve ağzın yıkanması, dişlerin misvaklanması yani fırçalanması emredilmiştir [16, 17]

Hz. Peygamber el ve kollarını da yeri geldikçe etkin bir şekilde kullanmıştır. Bir olayı canlandırırken, anlatırken el ve kol hareketlerinden yararlanmıştır.

Muhatap aldığı kimseye bedenin tamamıyla döner, bir şey anlatmak istediği zamanda elini omzuna koyar, onunla samimi bir şekilde konuşurdu. Çocukların başını okşar, bazen onları kucaklar, onları severdi. Bu da onlara büyük bir haz verir, kendilerine değer verildiğini hissettirirdi. Hasta olan kimselerin ağrıyan yerini eliyle sıvazlayarak şifa bulması için dua ederdi. İnsanlarla sözleşirken ya eller ellerin üzerine konur ya da el sıkışılırdı [24, 36, 37, 38, 39]

4. Sonuç

Çağımız iletişim araçlarının hızla ilerlediği, dünyanın küçük bir köy haline geldiği bir zamandır. İletişimin bu kadar hızla ilerlediği bir zaman diliminde insanoğlu hızla yalnızlaşmakta, birbirinden kopmaktadır. Telefon, tablet, bilgisayar gibi kitle iletişim araçları bunda büyük rol oynamaktadır. Elbette bunlar gereksizdir, demek mümkün değildir. Şu an işlerimizin büyük bir çoğunluğunu bunlarla yapmaktayız. Ama bunların yanında etrafımızda bizden başkalarının bulunduğunu unutmadan hareket etmeliyiz.

Çevremizdekilerle iletişim kurmak için öncelikle kendimizle barışık olmalıyız. Hz. Peygamber de olduğu gibi sözlü sözsüz tüm iletişim araçlarını kullanmalıyız. Çünkü onun hayatında gerçekten başarılarla dolu güzel örnekler vardır. Öyle olmasaydı, her türlü kötülüğün işlendiği, kız çocuklarının diri diri toprağa gömüldüğü, kadınların, kölelerin insan yerine konmadığı, bir mal gibi alınıp satıldığı, kuvvetlinin haklı haksız olduğuna bakmadan kendini hak sahibi olarak gördüğü, zayıfı ezdiği bir toplumdan kula kul olmayı değil, Allah'a kul olan, hakkı üstün tutan, insana insanca değer veren, her türlü canlıya merhametle davranan, karıncayı incitmekten korkan bir toplum meydana getirmiştir. Yirmi üç yıllık süre zarfında tek kişi ile başladığı davasını veda haccında yüz binlerle ifade edilen kitlelere bırakarak bu dünyadan ayrılmıştır.

Örnek ahlakı, samimiyeti sayesinde insanları kendine çekmeyi başarmıştır. O hayatının her döneminde kendisine güvenilen bir kişi olarak anılmıştır. Düşmanları bile onun davasını kabul etmedikleri halde en değerli eşyalarını kendi akrabalarına değil de ona emanet olarak bırakmışlardır. Çünkü insan karşısındakine güvenmek ister. Hz. Peygamber bu duyguyu her an hissettirmiştir. Günümüz dünyasında bu duygu hemen hemen kaybolmuş gibidir. Dünya barışı için güven ortamı şarttır. Güven bunalımı nedeniyle piyasalar bir anda allak bullak olmakta, büyük şirketler batmakta, aileler dağılmakta, insanlar perişan olmaktadır.

Her defasında dünya barışı için nutuk atanlar yukarıda anlatmaya çalıştığımız ilkeleri kendilerine örnek edinmelidirler. Söz ile öz birbirini desteklemelidir. İlim dünyası vakarını koruyarak yönetim dünyasına yön vermelidir. Hal

ve hareketleriyle, duruşu, yürüyüşü, oturuşu, konuşması ile kimliğini ortaya koymalı, toplum için gerekli olan, ihtiyaç duyulan çözümleri sunmalıdır. Yaptığı çalışmalar laf kalabalığından ziyade anlaşılır olmalıdır. Söylediklerinde samimi olmalı, yapmacıktan kaçınmalıdır. Bu durum ona bir kişilik kazandıracaktır. Maddenin yanında maneviyata önem vermeli, dış dünyanın yanında ruhlara da hitap etmelidir. Güler yüz, tatlı dil ile toplumun bir parçası olmalı, kapalı kapılar ardında kendini soyutlamamalıdır.

Ulema ve ümera / âlimler ve emirler / bilginler ve yöneticiler yeni nesle örnek olmak zorundadır. Çünkü geriden gelenler önden gidenleri takip ederler. Herkes dünyanın gidişinden şikâyet etmektedirler. Şikâyet etmek kolaydır, önemli olan çözüm üretmektir. Problemin bir parçası olmak yerine çözümün bir parçası olmak daha güzel değil midir? Öyleyse buyurun çözüme. Örnek mi? Âlemlere rahmet olarak gönderilen, en güzel ahlak üzere olan ve tüm güzel davranışları üzerinde toplayan on beş asırdır hala anılmakta birinciliğini koruyan Hz. Muhammed önünde bir güneş gibi sana gülümsüyor. Çözüm mü, problem mi? Karar senin.

Kaynaklar

[*] Kur'ân-ı Kerim.
[1] Baltaş, Zühal-Acar, Beden Dili, İstanbul, 2007.
[2] Zıllıoğlu, Merih, İletişim Nedir?, Cem Yayınları, İstanbul, 1993.
[3] Karataş, Mustafa, Hz. Peygamberin Beden Dili, 2. Baskı, Nun Yayıncılık, İstanbul, 2008.
[4] Baysal, Zehra, Hz. Peygamber'in Sözsüz İletişimine Dair Hadislerin Tahric Ve Değerlendirmesi, Necmettin Erbakan Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, basılmamış Yüksek Lisans tezi, Konya, 2016.
[5] Dökmen, Üstün, İletişim Çatışmaları ve Empati, Sistem Yayınları, İstanbul 1999.
[6] Din hizmetlerinde İletişim ve Halkla İlişkiler, ed. Cemal Tosun, Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi Yayınları, Eskişehir, 2005.
[7] Din Hizmetlerinde İletişim Ve Rehberlik, ed. Hamit Er, İstanbul Üniversitesi Açık Ve Uzaktan Eğitim Fakültesi yayınları, İstanbul, ts.
[8] Macit, Yusuf, "Hz. Muhammed'in Bazı İletişim İlkeleri" Ondokuz Mayıs Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi, Sayı:16, 2004.
[9]Canlı, Mustafa, " Hz. Peygamber Örnekliğinre Sözlü ve Sözsüz İletişim" Bilimname; c. XV, 2008/2.
[10] Görmez, Mehmet, Sünnet ve Hadisin Anlaşılmasında ve Yorumlanmasında Metodoloji Sorunu, Türkiye Diyanet Vakfı Yayınları, Ankara, 2000.
[11] Uraler, Aynur, Sahabe Uygulaması Olarak Sünnete Bağlılık, Işık Yayınları, İstanbul, 2000.
[12] Gadban, Münir, Fıkhu's-Sîre, çev: Adil Teymur, İstanbul, 1997.
[13]---------; Nebevî Hareket Metodu, Çev: Tarık Akarsu, Nehir Yayınları, İstanbul, 1992.
[14] Şiblî, Mevlana, Asr-ı Saadet, Çeviren: Ö. Rıza Doğrul, Sadeleştiren: Osman Zeki Mollamehmetoğlu, Eser Neşriyat, İstanbul, 1972.
[15] Sarıçam, İbrahim, Hz. Muhammed ve Evrensel Mesajı, 7. Baskı, DİB Yayınları, Ankara, 2002.
[16] Buharî, Ebû Abdillah Muhammed bin İsmail, Sahih, Çağrı Yayınları, İstanbul, 1992.
[17] Müslim, Ebû Hüseyin Müslim bin Haccac, Sahih, Çağrı Yayınları, İstanbul, 1992.
[18] Ebû Davud, Süleyman bin Eş'as, Sünen, Çağrı Yayınları, İstanbul, 1992.
[19] Tirmizî, Ebû İsa Muhammed bin İsa, Sünen, Çağrı Yayınları, İstanbul, 1981.
[20] Nesâî, Ebû Abdurrahman Ahmed bin Şuayb, Sünen, Çağrı Yayınları, İstanbul, 1992.
[21] Ahmed, Muhammed bin Hanbel, Müsned, Çağrı Yayınları, İstanbul, 1992.
[22] İbn Mace, Ebû Abdillah Muhammed bin Yezid, Sünen, Çağrı Yayınları, İstanbul, 1992.
[23] Mâlik, Enes bin Mâlik, Muvatta, Çağrı Yayınları, İstanbul, 1992.
[24] Canan, İbrahim, Peygamberimizin Tebliğ Metotları, Nesil Yayınları, İstanbul, 1998.
[25] Cücük, İbrahim, Ayet ve Hadislerle Peygamberimiz, 1. Baskı, Anadolu Gençlik, Ankara, 2004.
[26] İbn Kayyim, Muhammed bin Ebî Bekr el-Cevzîyye, Zâdü'l-Meâd, Çeviren: Komisyon, İklim Yayınları, İstanbul, 1988.
[27] Hamidullah, Muhammed, İslâm Peygamberi, Çeviren: Salih Tuğ, İrfan Yayınları, İstanbul, 1980.
[28] Mevdudî, Seyyid Ebu'l-Alâ, Tarih Boyunca Tevhid Mücadelesi ve Hz. Peygamberin Hayatı, çev: Ahmed Asrar, 3. Baskı, Pınar Yayınları, İstanbul, 1992.
[29] Vatandaş, Celaleddin, Hz. Muhammed'in Hayatı ve İslam Daveti, 6. Baskı, Pınar Yayınları, İstanbul, 2010.
[30] Sallâbî, Ali Muhammed, Siyer-i Nebî, çev: Mustafa kasadar vdğr, Ravza Yayınları, İstanbul, 2012.
[31] Sarıcık, Murat, Hz. Muhammed'in Çağrısı Mekke Dönemi, 6. Baskı, Isparta, 2016.

[32] Severcan, Şefaettin, Hz. Muhammed, İslam Daveti Mekke, 1. Baskı, Fecr Yayınları, Ankara, 2019.
[33] Yıldırım, Muhammed Emin, Nebevî Eğitim Modeli Darü'l-Erkam, 1. Baskı, Kalem Yayınları, İstanbul, 2008.
[34] Köksal, Mustafa Asım, İslam Tarihi, c. V-VI, Şamil Yayınevi, İstanbul, 1987.
[35]Tirmizî, Şemâili Şerife, Tercüme ve Şerh: Hüsamüddin Nakşibendi, Sadeleştiren: Mehmet Sadık Aydın, Hilal Yayınları, Ankara, Tarihsiz.
[36] Özbek, Abdullah, Bir Eğitimci Olarak Hz. Muhammed, Selam Yayınevi, Konya, ts.
[37] Er, İbrahim Halil, Peygamber Efendimizin Eğitim Metodu, 7. Baskı, Öğ-der Şuurlu Öğretmenler derneği yayınları, Ankara, 2016.
[38] Kandemir, Yaşar, Örneklerle İslâm Ahlâkı, Nesil Yayınları, İstanbul, 1980.
[39] Hadislerle İslam, haz: Heyet, DİB yayınları, 4. Baskı, İstanbul, 2017.

Renk ve Doku Özellikleri Kullanılarak Apache Spark Üzerinde Gemi Tespiti

Betül DOLAPCI[1], Caner ÖZCAN[2*]

[1]*Kastamonu Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği, Kastamonu, TÜRKİYE*
[2*]*Karabük Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği, Karabük, TÜRKİYE*

Özet

Günümüzde yaşanan dijital dönüşüm süreci ve internetin küreselleşmesinden kaynaklı kolay erişilir olması, yüksek hacimlerde ve her türde (görüntü, ses, video, metin vb.) veri üretilebilmesine olanak sağlamıştır. Üretilen verinin boyutu, düzensizliği ve çeşitliliği gibi sebeplerden dolayı, veri üzerinde analiz yapılması ve anlam çıkarımı gittikçe zorlaşmaktadır. Verilerin daha küçük parçalara bölünerek, bu parçalardan elde edilen ayırt edici ve bağımsız özelliklere sahip bir vektörle temsil edilmesi, analiz işlemini kolaylaştırmaktadır. Bu nedenle, çalışma verisi olarak kullanılan görüntü verilerini küçük piksel bloklarına bölen bir blok bölümü yöntemi ile analiz işlemlerine başlanır. Büyük verinin boyut azaltımına gidilerek daha küçük boyutlarda ifade edilmesi öznitelik vektörü ile gerçekleştirilir. Bu çalışmada, veri tipi olarak seçilen görüntünün analizi için, hibrit bir öznitelik vektörü yöntemi önerilmiştir. Görüntülerin renk ve doku özelliklerinden çıkarılan alt özelliklerin birbiri ardına eklenmesi ile oluşan hibrit vektör, makine öğrenmesi yöntemleri ile Apache Spark üzerinde görüntülerin sınıflandırılması amaçlı kullanılmıştır. Naif Bayes, Karar Ağaçları ve Rastgele Orman yöntemleri kullanılarak, gemi görüntüleri üzerinde analiz işlemleri gerçekleştirilmiştir. Elde edilen analiz sonuçları deneysel çalışmalar bölümünde sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: *Apache Spark, Öznitelik Çıkarımı, Makine Öğrenmesi, Gemi Tespiti*

Ship Detection Using Color and Texture Features on Apache Spark

Abstract

The digital transformation process and the fact that it is easily accessible due to the globalization of the internet have enabled high-volume and all kinds of data (image, sound, video, text etc.) to be produced. Due to reasons such as the size, irregularity and diversity of the data produced, analysis and meaning extraction on the data becomes more and more difficult. The fact that the data is divided into smaller pieces and represented by a vector with distinctive and independent properties obtained from these pieces simplifies the analysis process. Therefore, the analysis process is started with a block division method that divides the image data used as study data into small pixel blocks. Big data is reduced in size and expressed in smaller dimensions is done with the feature vector. In this study, a hybrid feature vector method is proposed for the analysis of the image selected as data type. The hybrid vector formed by adding the sub-features extracted from the color and texture features of the images one after the other was used to classify the images on the Apache Spark by machine learning methods. Analysis was carried out on ship images using Naive Bayes, Decision Trees and Random Forest methods. The obtained analysis results are presented in the experimental studies section.

Keywords: *Apache Spark, Feature Extraction, Machine Learning, Ship Detection*

1 Giriş

Dijital dönüşüm sürecinin yaygınlaşması ile sürekli olarak yüksek hacimli veriler oluşmakta ve gün geçtikçe bu boyut katlanarak büyük veriyi oluşturmaktadır. Artan verinin düzensizliği, karmaşıklığı, kirliliği veya eksikliği veri analiz işlemlerini zorlaştırmaktadır. Görüntü tipindeki verilerin analizi, görüntülerin piksel boyutunun büyüklüğüyle orantılı olarak daha karmaşık hale gelmektedir [1].

Görüntü verisinin nasıl elde edildiği, analiz işlemlerine yön veren önemli bir adımdır. Görüntünün sentetik açıklıklı radar (SAR) veya optik uzaktan algılama görüntüsü olması farklı analiz işlemlerini gerektirir. Kısa mesafeden elde edilen renkli görüntü verilerinin daha az karmaşık yapıda olması, görüntünün analiz ve sınıflandırma işleminde avantaj sağlamaktadır [2]. Uydu görüntülerinden elde edilen büyük boyutlu verilerde nesne tanıma analizi için yerel öznitelik tabanlı algoritmalar kullanılmaktadır.

Sınıflandırma, nesne tanıma, bölütleme gibi analiz işlemlerinin birçoğunda kullanılan öznitelik çıkarımı, ham ve büyük boyutlu veriden en önemli ayırt edici özellikleri alma işlemi olarak tanımlanmaktadır. Öznitelik çıkarımı, bir görüntünün şeklini, rengini ve dokusunu benzersiz şekilde tanımlayan parametre kümelerinden oluşmaktadır. Bu işlem sonucunda, her görüntünün kendisini ifade eden bir öznitelik vektörü ortaya çıkarılmış olur [3]. Öznitelik vektörü, ait olduğu nesneye dair birçok önemli bilgi içermektedir. Görüntü işleme açısından değerlendirildiğinde vektörler; gradyan büyüklüğü, renk, gri tonlama yoğunluğu, kenarlar, alanlar, doku ve şekle dair birçok bilgi yerine kullanılabilecek sayısal dizilerdir. Literatürde piksel tabanlı görüntü sınıflandırması için Gri Seviyesi Eşlenik Matrisi (Gray Level Co-occurance Matrix, GLCM) [4], Gabor Süzgeçleri [5,6] ve Yönlü Gradyan Histogramı (Histogram of Oriented Gradient, HOG) [7] yöntemlerinden elde edilen öznitelik vektörleri geliştirilmiştir [8]. Bir başka çalışmada, bazı öznitelik çıkarma teknikleri karşılaştırılarak, görüntü sınıflandırma işlemlerinde tekniklerin başarısı değerlendirilmiştir [9]. İçeriğe dayalı görüntü analizleri için de öznitelik vektörleri büyük önem taşımaktadır. Görüntü içeriği, renk, şekil ve doku olmak üzere üç temel görsel özelliği ifade etmektedir. Görsel özellikler içinde renk, görüntü için en önemli detayları vermesi nedeniyle, öznitelik vektörünün önemli bir parçasını oluşturmaktadır [10].

Doku özellikleri çıkarılmasında GLCM ve Birinci Dereceden İstatistikler (First Order Statistics, FS) yaygın tercih edilen yöntemlerdir [11]. Literatürde görüntü doku analizi ve özellik algılama üzerinde çalışmaları ile bilinen GLCM yöntemi en önemli doku özellik çıkarma tekniklerinden biridir. RASAT uydu görüntülerinin kullanıldığı bir başka çalışmada, çizgi, doğru parçaları gibi parçaları çıkarmaya yarayan Çizgi Parçası Bulucu (Line Segment Detector, LSD) metodu kullanılmaktadır [12]. Gemi görüntüleri üzerinde öznitelik vektörü çıkarılarak analiz edilmiş çalışmalar literatürde mevcuttur. Analizler incelendiğinde, amaca yönelik birkaç noktaya odaklanılarak, o noktalar üzerinden bir özellikler parametresi elde edilmeye çalışıldığı görülmektedir [13]. Farklı içeriklerden çıkarılan ve her biri kendi içerisinde sınıflandırma başarısı yüksek vektörlerin, art arda getirilerek oluşturulması ile elde edilen bir öznitelikler vektörü, analiz edilecek görüntü için çok daha sağlam sonuçlar üretilmesini sağlamaktadır. Bu vektör, görüntüye dair ayırt edici tüm parametreleri içerdiğinden daha doğru sınıflandırma yapılmakta ve makine öğrenmesi daha verimli sonuçlar üretmektedir.

Bu çalışmada, yüksek başarımlı sınıflandırma ve analiz işlemleri için, hibrit bir öznitelik vektörü geliştirilmiştir. Amaç, görüntüye dair alınabilecek tüm ayırt edici özellikleri, bir vektör uzayında birleştirmek ve doğru sonucu üretecek anlamlı bir öznitelik vektörü oluşturmaktır. Analiz çalışmaları, deniz ortamındaki kısa mesafeli gemi görüntüleri üzerinde gerçekleştirilmiştir. Görüntüler üzerinde öznitelik vektörü çıkarımı yapılmadan önce, ön-işleme süreci gerçekleştirilmiştir. Görüntü üzerinde gürültü giderimi ve karmaşık arka planı temizleme işlemleri yapılmıştır. Piksel temelli yaklaşımlar, gereksiz ve ayırt edici olmayan değişkenlerin hesaba katılması ile analizi zorlaştırmaktadır [2].

Bu çalışmada, belirtilen problemin üstesinden gelebilmek için blok bölümü önerilmektedir. Bu blok bölümü sayesinde görüntüler, gemi blokları veya gemi olmayan bloklar olarak etiketlenen küçük piksel bloklarına bölünür. Blokların sınıflandırılması, büyük miktardaki verileri sınıflandırmak için kullanılan Apache Spark'ın MLlib modülü ile gerçekleştirilmiştir. Bu modül altında bulunan Naif Bayes, Karar Ağaçları ve Rastgele Orman yöntemleri uygulanmıştır.

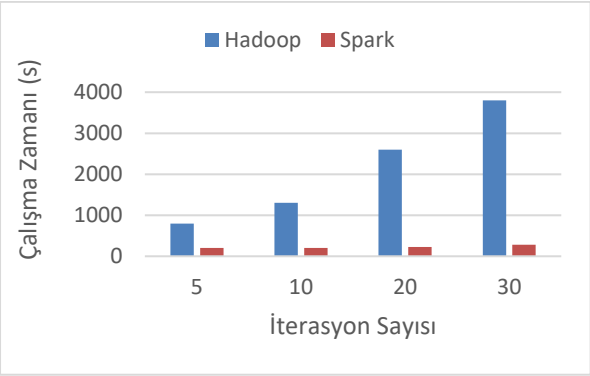
Bu yaklaşımda, görüntünün renk ve doku analizleri yapılarak, her iki içerikten farklı özellikler hibrit bir vektörde birleştirilmiştir. Oluşan yeni hibrit vektör ile özellikler her bir bloktan çıkarılmakta ve daha sonra eğitim ve sınıflandırma için kullanılmaktadır. Sınıflandırma sonuçlarının verimliliği açısından, görüntü blokları üç farklı boyutta analiz edilerek karşılaştırma yapılmıştır.

Makalenin geri kalanı aşağıdaki gibi düzenlenmiştir. Büyük veri sınıflandırılmasının hızlı yapılabilmesi için kullanılan Apache Spark Teknolojisi ve makine öğrenmesi sınıflandırma algoritmaları Bölüm 2'de açıklanmaktadır. Analiz işlemi, öznitelik vektörünün oluşum süreci, Bölüm 3'te ayrıntılı olarak verilmektedir. Analiz sonuçları Bölüm 4'te tablolar ile belirtilmiş ve üç farklı yöntem sonuçları karşılaştırılarak bir değerlendirme yapılmıştır. Sonuçlar Bölüm 5'te sunulmuştur.

2 Apache Spark

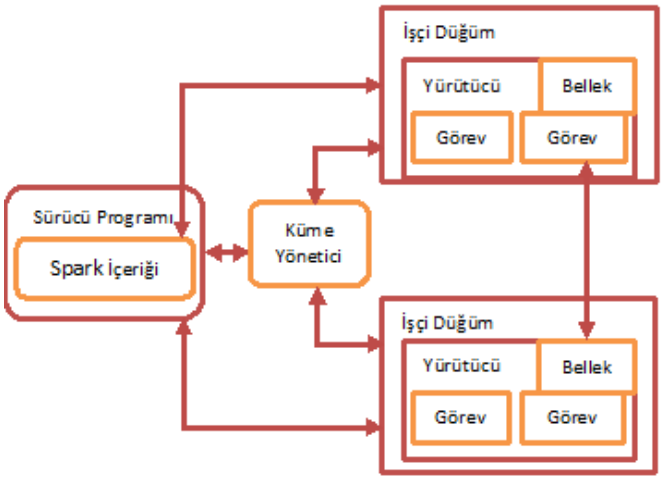
Apache Spark, yüksek hacimli verilerin oluşturduğu büyük veri kümeleri üzerinde paralel işlem yapılmasını sağlayan Scala ile geliştirilmiş açık kaynak kodlu bir kütüphanedir. Spark, MapReduce yöntemine alternatif olarak geliştirilmiştir. Spark Java, Scala, Python ve R programlama dilleri ile geliştirilebilmekte ve SQL, veri akışı, makine öğrenimi ve grafik işlemeyi desteklemektedir. Apache Spark bankalar, telekomünikasyon şirketleri, oyun şirketleri, hükümetler ve Apple, Facebook, IBM, Microsoft gibi tüm büyük teknoloji firmaları tarafından tercih edilen teknolojidir.

Hadoop ortamının sunduğu Hadoop Dağıtılmış Dosya Sistemi (Hadoop Distributed File System, HDFS) ve MapReduce yönteminin verileri birden fazla makinede depolayabilme ve paralel işleme yetisinin, daha hızlı ve kolay başarılabilmesi Spark mimarisinin önemli özelliğidir.



Şekil 26. Spark ve Hadoop performans karşılaştırması

Apache Spark'ın verileri daha hızlı ve kolay işlemesi, mimarisinden kaynaklanmaktadır. Veriler birden fazla makine kullanılarak çok daha hızlı analiz edilmektedir.



Şekil 2. Apache Spark mimarisi [14]

Esnek dağıtılmış veri kümeleri (Resilient Distributed Datasets, RDD) olarak tanımlanan bir soyutlama yöntemi, kaybolan verinin yeniden oluşturulabilmesini sağlayan bir dizi makine arasında bölünmüş nesne koleksiyonudur. Spark bu yöntemle, yinelemeli makine öğrenme işlemlerinde Hadoop'tan 10 kat daha iyi performans göstermekte ve 39 GB'lık veriyi 2 saniyenin altında etkileşimli olarak analiz edebilmektedir [15].

Literatürde Spark ile, çeşitli tipte verilerin analizi için yöntemler geliştirilmiştir. Metin tipi verilerin hızlı sınıflandırılması [16] amaçlı kullanıldığı gibi, görüntü verilerinin de hızlı tespit ve sınıflandırma işlemleri için kullanıldığı görülmüştür [17]. Büyük boyutlu görüntü verilerinin analizinde Spark verimli sonuçlar üretmekte, sınıflandırma işlemlerinde yüksek başarım sunabilmektedir.

Görüntü sınıflandırmada kullanılan Spark altındaki makine öğrenme algoritmaları hesaplama açısından yoğundur. Spark, hızlı bellek içi hesaplamayı ve verilerin yinelemeli sorgulanmasını desteklediği için makine öğrenimine iyi bir şekilde katkıda bulunmaktadır. MLlib, Spark'ın ölçeklenebilir makine öğrenimi kütüphanesidir [15]. Sınıflandırma, regresyon, kümeleme, işbirlikçi filtreleme ve boyutsallık azaltma gibi ortak öğrenme algoritmaları ve yardımcı programlardan oluşmaktadır. Bunun yanı sıra, derin sinir ağlarını modelleme ve eğitme olanaklarını da içermektedir. Spark Mllib; Java, Scala ve Python'da, uygulama programlama arayüzü kullanımını sağlamakta, bu da görüntüden öznitelik çıkarımı ve sınıflandırma için OpenIMAJ kullanan mevcut bir Java uygulamasıyla entegrasyonu kolaylaştırmaktadır.

Apache Spark'ın MLlib kütüphanesi altında, Naif Bayes, Karar Ağaçları ve Rastgele Orman yöntemlerinin kullanılması ile elde edilen sınıflandırma sonuçları tablolar halinde, bu süreç için gerekli zaman ise grafikler halinde sunulmuştur.

2.1 Naif Bayes

Naif Bayes (Naive Bayes, NB) algoritması, denetimli bir makine öğrenme algoritmasıdır. Özellikler arasında bağımsızlık varsayımı ile birden fazla sınıflandırma için basit bir olasılık modelidir. NB, her özelliğin bir sınıfa atanan olasılıklara bağımsız olarak katkıda bulunduğunu

varsayar. NB sınıflandırıcısı aşağıdaki formüle göre analiz işlemlerini gerçekleştirmektedir.

$$P(c|F) = (P(F|c)P(c))/(P(F)) \qquad (1)$$

burada P(c) ve P(F), c ve F olaylarının önsel olasılıklarıdır, P(c|F) F olayının gerçekleştiği durumda c olayının gerçekleşme olasılığını, P(F|c) c olayının gerçekleştiği durumda F olayının gerçekleşme olasılığını gösterir.

NB algoritması ile veri kümesini eğitmek kısmen daha zordur fakat eğittikten sonra oldukça hızlı çalışan bir sınıflandırma algoritmasıdır. Bir durumun olma ihtimalinin en yüksek olma koşuluna göre hareket eder. Dezavantajlı olduğu durum ise verinin sürekli değiştiği durumdur. Çünkü her yeni veri eğitim sürecini uzatacaktır.

2.2 Karar Ağaçları

Makine öğrenmesi algoritmaları içinde en etkin sonuçların üretilmesini sağlayan ikinci yöntem, Karar Ağacı (Decision Tree, DT) algoritmalarıdır. Sınıflandırma ve regresyon amaçlı kullanılabilmektedir.

Bir karar ağacı; düğüm, dal ve yapraktan oluşmaktadır. En üst kısım kök, kökten diğer düğümlere giden yol dal, bu dallar üzerinden en son varılan sonuç ise yaprağı ifade etmektedir. Bu algoritma ile eğitim gerçekleştirilecek verilere bir dizi soru sorulmakta, elde edilen cevaplar doğrultusunda sonuca ulaşılmaktadır. Karar ağacı oluşurken, ağaçtaki dallanmanın hangi kriter veya öznitelik değerine göre yapılması gerektiği bilgi kazancı ve bilgi kazanç oranı yaklaşımları ile hesaplanmaktadır. DT, bir dizi karar kuralı uygulayarak yukarıdan aşağı yinelenen bir şekilde bölme ve fethetme şeklinde ilerleyen açgözlü bir algoritma çeşididir. Bu algoritmada, bir ağaç yapısı oluşturulur ve sınıf etiketleri ağacın yapraklarında ifade edilir. Son ağaç, yaprak düğümüne ulaşan tüm örnekler için aynı etiketi öngörür. Her bölüm, bir ağaç düğümünde bilgi kazanımını en üst düzeye çıkarmak için olası bölünmeler kümesinden en iyi ayrımı seçerek belirlenir. Her ağaç düğümünde seçilen bölünme, bölünmüş bir v'nin T veri kümesine uygulandığında, bilgi kazancının en üst düzeye çıkarılması için gerekli olan argümanlar IG(T,v) hesaplanarak elde edilir. Burada, iki farklı ölçü (Gini safsızlığı ve entropi safsızlığı) veri kümesini sınıflandırma için önerilmektedir. Gini safsızlığı:

$$\sum_{a=1}^{C} f_a(1-f_a) \qquad (2)$$

şeklinde hesaplanmaktadır. Burada C, benzersiz etiketlerin sayısıdır ve f_a, bir düğümdeki a etiketinin frekansıdır. Entropi için tanımlanan safsızlık ölçüsü ise aşağıdaki gibidir:

$$\sum_{a=1}^{C} -f_a \log(f_a) \qquad (3)$$

Bilgi kazancı, ana düğüm safsızlığının iki alt düğüm safsızlığının ağırlıklı toplamından çıkarılmasına dayanır. Bilgi kazancı şu şekilde tanımlanır:

$$IG(T,v)=Gini(T)-\frac{N_{sol}}{N}Gini(T_{sol}) - \frac{N_{sağ}}{N}Gini(T_{sağ}) \qquad (4)$$

Burada N boyutuna sahip veri kümesi T, sırasıyla bölümleri ve N_{sol} ve $N_{sağ}$ boyutlarında T_{sol} ve $T_{sağ}$ terimlerini bölerek elde edilir.

2.3 Rastgele Orman

Rastgele Orman (Random Forest, RF) yöntemi, en başarılı makine öğrenimi modellerinden biridir. RF, sınıflandırma gibi denetimli öğrenme görevlerini çözmek için karar ağaçlarının bir araya gelerek oluşturduğu, gürültüye karşı iyi bir toleransa sahip ve aşırı uyuma eğilimli olmayan bir topluluk öğrenme algoritmasıdır. NB ve DT yaklaşımına kıyasla, çok daha yüksek başarımlı sınıflandırma sonuçları vermektedir. Daha doğru ve istikrarlı bir tahmin elde etmek için daha güçlü modeller üreterek birden fazla karar ağacını bir araya getirmektedir. Algoritma, eğitim aşamasında rastgele bir veri örneği kullanarak farklı veri alt kümelerine dayanan birden fazla karar ağacından oluşan bir model oluşturur. Bu rastgelelik rastgele orman modelinin avantajlı bir özelliğini oluşturur, bu da modelin tek bir karar ağacından daha sağlam olmasını ve eğitim verilerinin aşırı uyumlu ve birbirine benzer olması probleminin üstesinden gelmesini sağlar.

Aşırı uyum, veri üzerinde eğitim gerçekleştirildiği sırada, modelin veriyi aşırı öğrenmesi, ezberlemesi olarak tanımlanmaktadır. DT yaklaşımının bir

dezavantajı olan aşırı uyum probleminin üstesinden gelmek için Rastgele orman yaklaşımı, veri setinden ve öznitelik vektörlerinden rastgele alt ağaçlar oluşturmakta ve bunları eğitmektedir. Her biri farklı birer karar ağaçlarından oluşan bu yapıda, en çok oy alan tahminler aracılığı ile sınıflandırma işlemi gerçekleştirilmiş olur.

Örnek kümesi T'yi bölmek için b öznitelikleri kullanılarak elde edilen bilgi kazancı (BK) ve Gini endeksi, aşağıda verilen düğüm bölme formülü ile gösterilmektedir:

$$\mathrm{BK}(T,b) = \mathrm{Ent}(T) - \sum_{n=1}^{V} - \frac{|T^{(n)}|}{|T|} \mathrm{Ent}(T^{n}) \qquad (5)$$

$$\mathrm{Gini}(T,b) = \sum_{n=1}^{V} - \frac{|T^{(n)}|}{|T|} \mathrm{Gini}(T^{n}) \qquad (6)$$

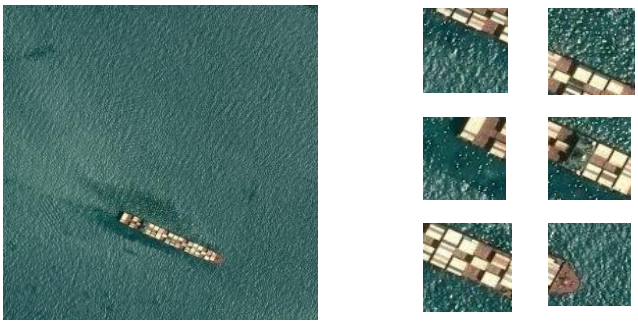
Burada $T^{(n)}$, n dal düğümünde b özniteliğinde b^{n} değerine sahip T'deki tüm örnekleri içerdiğini göstermektedir.

3 Öznitelik Çıkarımı ve Sınıflandırma İşlemi

Bu çalışmada, ilk olarak, görüntülere bir blok bölümü uygulanmaktadır. Bu aşamadan sonra, eğitim verisi olarak kullanılacak görüntü bloklarından, renk ve doku içerikleri analiz edilerek özellikler çıkarılmaktadır. Bu özellikler bir araya getirilerek hibrit bir öznitelik vektörü oluşturulmaktadır. Daha sonra, NB, DT ve RF sınıflandırıcıları önceden çıkarılan öznitelik vektörüne dayanarak eğitilmektedir. Sınıflandırıcılar eğitildikten sonra son aşama olarak, gemi blokları ve gemi olmayan bloklar arasındaki sınıflandırma, test görüntülerinin blokları üzerinde gerçekleştirilmiştir.

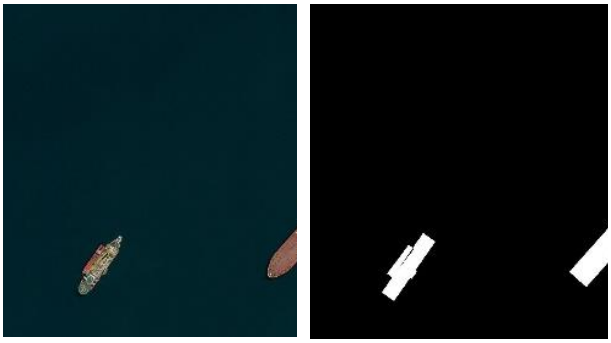
3.1 Bloklara Ayırma

Blok temelli yaklaşım, piksel temelli yaklaşımın aksine daha anlamlı ve bütünsel analiz yapılmasını sağlamaktadır. Görüntünün renk ve doku içeriğine bağlı olarak daha homojen bilgi edinilmesini sağlayan bu yöntem ile, vektörün hızlı oluşturulması da sağlanmaktadır. Bu çalışmada, özellikler blok bölümünün uygulanmasıyla elde edilmiştir. Önişleme aşamasından geçirilen renkli görüntüler öncelikle 16x16, sonra 32x32 daha sonra da 64x64 piksellik bloklara bölünerek, bir klasörde kayıt altına alınmıştır. Şekil 3.'te bir görüntünün, 64x64 bloklara ayrılmış bazı kısımları gösterilmektedir.



Şekil 3. 64x64 piksel bloklara bölünmüş bir görüntü örneği

Blok bölümünden sonra her blok için, etiketlendirme amaçlı ikili maske (binary mask) uygulaması gerçekleştirilmiştir. Bu yaklaşımın amacı, görüntüleri önceden gemi var veya gemi yok olarak etiketlemektir. Sonraki safhalarda gerçekleştirilecek sınıflandırmanın doğruluğu, etiketli veri ile karşılaştırılarak yapılacaktır. Bu yüzden verileri doğru etiketlendirmek çok önemlidir. Gemi blokları, gemi içinde bulunan piksel bölgelerini temsil etmektedir. Gemi dışı bloklar, su ve gökyüzü bölgeleri gibi gemi sınırlarının dışında bulunan piksel bölgelerinden oluşmaktadır. İkili maske oluşturulmasının nedeni, eldeki görüntü verilerinin etiketlendirilme işlemleri içindir. Görüntü verilerinde siyah bölgeler 0, beyaz bölgeler 1 ile etiketlendirilmiştir (Şekil 4.).



(a) (b)

Şekil 4: (a) Orijinal görüntü. (b) Görüntüye ikili maske uygulanmış hali

Bir piksel yaklaşımına kıyasla, bu blok bölümü, sınıflandırma işleminin karmaşıklığını önemli ölçüde azaltır, çünkü sınıflandırılacak eleman sayısı önemli ölçüde azalır. Eleman sayısının azalması, büyük verinin boyut azaltımı açısından önemlidir. Bu çalışmada görüntü boyutları 16x16 piksel, 32x32 piksel ve 64x64 piksel olan görüntü verileri üzerinde analiz yapılmış ve karşılaştırmalar Sonuçlar kısmında tablolar halinde sunulmuştur.

3.2 Öznitelik Çıkarımı

Naif Bayes, Karar Ağaçları ve Rastgele Orman gibi sınıflandırma algoritmalarında, istenen özelliklerin elde edilmesi için uygun niteliklerin seçilmesi önemli bir karardır. Bu seçim, görüntünün bölünen bloklarına ve kullanılabilir (piksel tabanlı bozukluğu olmayan) görüntülerin türüne bağlıdır. Kısa mesafeden elde edilen görüntülerde gemi tespiti durumunda, deniz ortamı özellik olarak kullanılabilecek faydalı görsel özellikler sağlar. Bu çalışma, görüntülerin her bir bloğundan renk ve doku özelliklerinin çıkarılmasını önerir. Çıkarılan özelliklerin veri bakımından anlamlı olup olmadığı analiz edildikten sonra, birbiri ardına eklenir ve öznitelik vektörü oluşturulur. Daha sonra, bu özellikler eğitim ve sınıflandırma aşamalarında kullanılmaktadır.

3.2.1 Renk Özelliği

Renkler, piksellerin görsel algısını, ışığa göre ton dağılımını tanımlamakta ve kromatik yoğunlukları hakkında bilgi vermektedir. Bu yaklaşımda, RGB (Red-Green-Blue), HSV (Hue-Saturation-Value) ve CIE (International Commission on Illumination) tarafından tanımlanan L*a*b* olmak üzere üç farklı renk alanı değerlendirilmektedir. RGB, insan görsel sistemine benzer çalışması nedeniyle bilgisayar grafiklerinde yaygın olarak kullanılan renk modeline dayanan bir renkli görüntü alanıdır. Bu modelde, ana renkler RGB bileşenlerinin her birinin değeri ile temsil edilen kırmızı, yeşil ve mavi renkliliklerle tanımlanmaktadır [2].

HSV, nesne tanıma ve görüntü bölütleme gibi uygulamalarla bilgisayar görme ve görüntü analizinde kullanılan bir renk alanıdır. HSV'nin ana avantajlarından biri, insan beyni tarafından gerçekleştirilene benzer şekilde yoğunluk ve renk bilgisi arasındaki ayrımdır. Ton (H), rengin gölgesini ve bu rengin renk spektrumunda bulunduğu konumu açıklar. Doygunluk (S), beyaz bir referansa göre renk tonunun saflığını temsil eder. Değer (V) ise rengin aydınlığının yani içindeki beyaz oranının ölçüsüdür [2].

CIE LAB renk alanı, farklı dalga boylarının insan algısına dayanmaktadır ve ortalama bir insan gözlemci tarafından algılanan herhangi bir rengi tanımlayabilir. CIE LAB, cihaza bağlı renkler olan RGB ve HSV ile karşılaştırıldığında, cihazdan bağımsız bir renktir. CIE Laboratuvarı'nda, üç parametre bir küre ile temsil edilir. Dikey eksen L* hafifliği temsil eder. Yatay eksen a* kırmızı ve yeşil bileşenler arasındaki farkı ölçer ve yatay eksen b* mavi ve sarı bileşenler arasındaki farkı ölçer [2].

3.2.2 Doku Özelliği

Doku, bir bölgedeki piksellerin yapısını ve uzamsal niteliklerini temsil eden bir özelliktir. Doku, gri bir seviyede piksellerin yoğunluk özellikleri ve aralarındaki uzamsal ilişki ile karakterize edilebilir. Renk özelliklerinin aksine, doku özellikleri tek tek piksel özellikleri yerine bölge tabanlı özellikleri açıklamaktadır. Doku özelliklerini çıkarmak için görüntüler önce parlaklık bileşenini korurken renk tonu ve doygunluk bilgisini ortadan kaldırarak gri tonlamaya dönüştürülür. Bu dönüşümden sonra, her bloktan iki tür doku özelliği çıkarılır: birinci dereceden istatistikler ve Gri Seviye Eş-Oluşum Matrisleri.

GLCM tabanlı doku analizinde, bu algoritmanın sağladığı bazı istatistik verilerden yola çıkılmıştır. GLCM algoritması ile öznitelik çıkarımında dört farklı özniteliğin tercih edilmesinin nedeni, FS öznitelikleri ile birlikte birleştirilen bu özniteliklerin gri seviye yoğunluklarını en iyi şekilde temsil etmesidir.

3.3 Verilerin Eğitimi ve Sınıflandırılması

Genel olarak, denetimli bir öğrenme süreci, eğitim ve sınıflandırma olmak üzere iki aşamadan oluşur. Analizi gerçekleştirilecek görüntüler eğitim ve test verisi olmak üzere önceden belirlenen bir oranda, ikiye ayrılır. Eğitim seti, makine öğrenmesi sınıflandırıcısını eğitmek için kullanılan görüntülerden oluşur. Bu yaklaşımda, eğitim için seçilen özellikler bu eğitim görüntülerinin bloklarından çıkarılır ve hibrit bir öznitelik vektöründe birleştirilir. Eğitime geçmeden, oluşturulan öznitelik vektörü normalizasyon işlemlerinden geçirilir. Eğitim sırasında her bir eğitim bloğunun doğru sınıflandırması, blokların önceden doğru bir şekilde etiketlendiği ikili maskeler (Şekil 4. (b)) aracılığıyla da sağlanır.

Makine öğrenmesi algoritmaları ile görüntü verileri eğitildikten sonra, sınıflandırma işlemleri, değerlendirme için kullanılan görüntüler tarafından oluşturulan test setinde gerçekleştirilir. Eğitim sırasında oluşturulan sınıflandırıcılar, bu test görüntülerindeki blokların doğru sınıflandırmasını tahmin eder ve bunları gemi veya gemi olmayan bloklar olarak sınıflandırır. Gemi blokları ve gemi olmayan bloklar sırasıyla beyaz pikseller ve siyah piksellerle temsil edilmektedir. Test görüntüleri üzerinde yapılan sınıflandırma

analizleri sonuçları, üç farklı makine öğrenmesi algoritması tarafından incelenerek değerlendirmeler yapılmıştır. Bu algoritmalar ile yapılan sınıflandırılmalarda yüksek başarım, analiz için seçilen blok boyutuna bağlıdır. En ufak boyutlara sahip bloklar, görüntülerden çok daha fazla detayın hesaba katılmasını sağlamaktadır. Küçük blok boyutları ile karşılaştırıldığında, daha büyük blok boyutları kullanılarak yapılan sınıflandırmalar daha az başarım göstermektedir. Ayrıca, görüntülerin parlaklık, hava koşullarına bağlı aydınlık olup olmaması gibi faktörlerin yanında, deniz gemilerinin çoğunlukla düşman kuvvetleri tarafından izlenmelerini önlemek için deniz renklerine benzer tonlar kullanılarak kamufle edilmesi, sınıflandırma aşamasında dezavantaj olarak düşünülmektedir. Bu dezavantaj, renkten elde edilen özelliklerin yanında doku özelliklerinin kullanılması ile çözülmektedir.

4 Deneysel Çalışmalar

Bu çalışmada görüntü içeriklerinden renk ve doku öznitelik çıkarımları yapılarak hibrit bir vektör elde edilmiştir. Hibrit öznitelik vektörünün uzunluğu 28x1 boyutlarındadır. Aşağıdaki tablolar ve grafikler ile farklı blok boyutları üzerinden elde edilen sonuçlar ve sınıflandırma başarısı değerlendirilmektedir. Vektör farklı boyutlarda, sadece renk uzayları değerlendirilmiş olarak, sadece doku özellikleri değerlendirilmiş olarak yeni boyutlarda oluşturulup, analiz ve sınıflandırma işlemleri yapılmıştır. Farklı öznitelik boyutları kullanılarak yapılan sınıflandırma sonuçları da değerlendirilmiştir.

768x768 boyutlarında olan gemi görüntüleri 16x16 blok boyutlarına ayrıldığında, bir görüntüden 2304 blok görüntü elde edilirken 283 adet görüntü için toplam 652032 blok görüntü elde edilmektedir. Aynı görüntü verileri, 32x32 blok boyutlarına ayrıldığında 163008 blok görüntü, 64x64 blok boyutlarına ayrıldığında ise, 40752 blok görüntü elde edilmiştir. Toplamda, 283 görüntüden elde edilen 855792 blok görüntü ile analiz işlemleri gerçekleştirilmiştir.

Tablo 1. Hibrit öznitelik vektörü ile 3 farklı sınıflandırma algoritmasının 3 farklı blok boyutları üzerindeki doğruluk sonuçları (%).

	16x16	32x32	64x64
NB	80.12	70.12	82.33
DT	99.58	90.54	86.09
RF	99.62	94.88	90.56

Bu çalışma sonuçları Tablo 1 ve Tablo 3'te sunulmaktadır. Öznitelik vektörü ve etiket vektörü kullanılarak sınıflandırma işlemlerinin başarımı Eclipse Oxygen sürümü ortamında Apache Spark'ın MLlib kütüphanesi kullanılarak hesaplandı. Sonuçlar, GNU/Linux işletim sistemi dağıtımlarından Ubuntu 16.04 ortamında alınmıştır.

Tablo 1'de görüldüğü üzere, en iyi sınıflandırma başarısı RF algoritması ile elde edilmiştir. Blok boyutları küçüldükçe DT ve RF algoritmalarında çok daha başarılı sınıflandırma ölçütü vermektedir.

Tablo 2. Öznitelik çıkarımında kullanılan özelliklerin kısaltması.

Kısaltmalar	Özellikler
RGB	RGB bileşenlerinin ortalaması
HSV	HSV bileşenlerinin ortalaması
LAB	LAB bileşenlerinin ortalaması
SD	Renk bileşenleri standart sapması
FS	Birinci dereceden istatistikler
GLCM	Gri seviye eş-oluşum matrisi

Bu çalışmada kullanılan sınıflandırma başarım ölçütlerini farklı bir bakışla değerlendirmek için, oluşturulan hibrit vektörü birkaç öznitelik bazında parçalara ayırarak sınıflandırma başarısı test edilmiştir. Bunun için önce her bir renk uzayında oluşturulan vektörler ile ayrı ayrı sınıflandırma sonuçları alınmıştır Daha sonra her bir renk uzayı vektörüne, SD ve FS öznitelikleri eklenerek sonuçlar alınmıştır. En son, GLCM öznitelikleri de eklenerek hangi vektörle daha iyi sınıflandırma sonucu alındığı ölçülmüştür. Bu doğrultuda alınan sonuçlar aşağıdaki tablodaki gibidir:

Tablo 3. Parçalı öznitelik vektörü ile 3 farklı sınıflandırma algoritması doğruluk sonuçları (%).

Kısaltmalar	NB	DT	RF
RGB	54.53	96.64	97.54
HSV	98.76	98.79	98.82
LAB	54.56	94.05	94.37
RGB+SD+FS	78.68	98.68	98.70
HSV+SD+FS	63.76	98.68	98.73
LAB+SD+FS	67.39	98.59	98.84
RGB+SD+FS+GLCM	69.81	97.38	98.21
HSV+SD+FS+GLCM	79.12	97.86	98.92
LAB+SD+FS+GLCM	68.29	98.03	98.68

Tablo 3'e göre, 28x1 boyutlu hibrit öznitelik vektörü, dokuz farklı öznitelik bazında parçalanarak, hangi özniteliklerin baskın derecede sınıflandırmaya katkısı olduğu belirtilmektedir. Tabloya göre, görüntüler üzerinde, üç farklı sınıflandırma algoritmasında en yüksek başarımı elde eden vektör HSV+SD+FS+GLCM özniteliği ile oluşturulmuş vektördür. Ayrıca Naif Bayes algoritması, RGB+SD+FS, HSV+SD+FS, LAB+SD+FS vektörleri ile eğitildiğinde sınıflandırma başarımının düştüğü görülse de RF algoritmasının 9 vektörün hepsi ile eğitildiğinde, sınıflandırma başarısının %94'ün altına düşmediği görülmektedir.

5 Sonuçlar

Bu çalışmanın amacı, makine öğrenmesi yöntemleri kullanılarak, kısa mesafeli görüntüler üzerinde gemi ve gemi dışı bloklar arasında sınıflandırma yapmaktır. En yüksek başarımı %99,62 oranı ile Rastgele Orman yöntemi vermiştir. Değerlendirilen üç renk alanı arasındaki karşılaştırmalı çalışmada, HSV+SD+FS+GLCM öznitelik vektörü ile en yüksek başarım oranı elde edilmiştir.

Gelecek çalışmalar için, Apache Spark kümeleme mimarisi kullanılarak, ana bilgisayar ve köle bilgisayarların oluşturduğu bu sistem ile görüntüler üzerinde sınıflandırma yapmak ve bu sınıflandırma sürecinde geçen süreyi değerlendirmek hedeflenmektedir. Daha karmaşık özelliklerin öznitelik olarak değerlendirilmesi, farklı makine öğrenmesi yöntemleri kullanılması, yapay sinir ağları ile öznitelik çıkarımının yapılması bu çalışmanın performansını etkileyebilir, çok daha verimli sonuçlar elde edilmesini sağlayabilir.

Teşekkür

Bu çalışma Karabük Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından FYL-2019-2044 numaralı proje kapsamında desteklenmektedir.

Kaynaklar

[1] Liu Y, Wang Y, Zhou K, Yang Y, Liu Y. "Semantic-aware data quality assessment for image big data". Future Generation Computer Systems, 102, 53-65, 2020.

[2] Morillas JRA, Garsia IC, Zölzer U. "Ship Detection Based on SVM Using Color and Texture Features". *2015 IEEE International Conference on Intelligent Computer Communication and Processing (ICCP)*, Cluj-Napoca, Romania, 3-5 September 2015.

[3] Medhi S, Ahmed C, Gayan R. "A Study on Feature Extraction Techniques in Image Processing". *International Journal of Computer Sciences and Engineering*, 4, 2016.

[4] Haralick RM, Shanmugam K, Dinstein I. "Textural Features for Image Classification". *IEEE Transactions on Sysytems, Man, and Cybernetics*, SMC-3(6), 610-621, 1973.

[5] Jain AK, Farrokhnia F. "Unsupervised texture segmentation using Gabor filters". *Pattern Recognit*, 24(12), 1167–1186, 1991.

[6] Majunath BS, Ma WY. "Texture features for browsing and retrieval of image data". *IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell.*, 18(8), 837–842, 1996.

[7] Dalal N, Triggs B. "Histograms of oriented gradients for human detection". *2005 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR'05),* San Diego, CA, USA, USA, 20-25 June 2005.

[8] Tombak A, Aptoula E, Kayabol K. "Pixel-Based Classification of SAR Images Using Features". *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters,* 16, 564-567, 2019.

[9] Medjahed SA. "A Comparative Study of Feature Extraction Methods in Images Classification". I.J. Image, Graphics and Signal Processing, 3, 16–23, 2015.

[10] Srivastava D, Wadhvani R, Gyanchandani M. "A Review: Color Feature Extraction Methods for Content Based Image Retrieval". IJCEM International Journal of Computational Engineering & Management, 18, 2015.

[11] Hlaing KNN. "First Order Statistics and GLCM Based Feature Extraction for Recognition of Myanmar Paper Currency". *2016 Second Asian Conference on Defence Technology (ACDT),* 21-23 Jan. 2016.

[12] Temizkan E, Bilge HŞ. "Airport Detection by Combining Geometric and Texture Features on RASAT Satellite Images". *2017 25th Signal*

Processing and Communications Applications Conference (SIU), Antalya, Turkey, 15-18 May 2017.

[13] Li Y, Zhang H, Guo Q, Li X. "Machine Learning Methods for Ship Detection in Satellite Images".

[14] Acharjya DP, Ahmed K. "A Survey on Big Data Analytics: Challenges, Open Research Issues and Tools". *International Journal of Advanced Computer Science and Applications,* 7, 2016.

[15] Zaharia M, Chowdhury M, Franklin MJ, Shenker S, Medjahed I. "Spark: Cluster Computing with Working Sets".

[16] Oğul İÜ, Özcan C, Hakdağlı Ö. "Fast Text Classification with Naive Bayes Method on Apache Spark". *2017 25th Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU),* Antalya, Turkey,

[17] Özcan C, Ersoy O, Oğul İÜ. "Classification of SAR Image Patches with Apache Spark Using GLCM Texture Features". *International Conference on Advanced Technologies, 3rd World Conference on Big Data,* İzmir, 28 - 30 Nisan 2018.