"Bilgiyi Enerjiye Dönüştüren Üniversite"

# ULUSLARARASI BİLİŞİM KONGRESİ 2022
# BİLDİRİLER KİTABI

*INTERNATIONAL INFORMATICS CONGRESS 2022*
*PROCEEDINGS BOOK*

Batman Üniversitesi Yayınevi

BATMAN-2022

Batman Üniversitesi Yönetim Kurulu'nun 28/04/2022 tarih ve 2022/16-01 sayılı kararı ile yayınlanmıştır.

Batman Üniversitesi Yayınları No: 03

**Uluslararası Bilişim Kongresi Bildiriler Kitabı, 17-19 Şubat 2022, Batman**
*International Informatics Congress 2022 Proceedings Book, 17-19 February 2022, Batman*

**Editörler/Editors:** Prof. Dr. İdris DEMİR, Dr. Hafzullah İŞ
**e-ISBN:** 978-605-70729-1-7
**Kapak Tasarım/ Cover Design:** Arş. Gör. Dr. Duygu KIZILDEMİR
**Redaksiyon/Redaction:** Arş. Gör. Merve AKKUŞ, Arş. Gör. Mine ONAT, Suat GÖK

**© Batman Üniversitesi Yayınevi – Sertifika NO: 51640**

Batman Üniversitesi Batı Raman Kampüsü 72100 Merkez / BATMAN
0488 217 3500 – 444 9 072

Tüm yayın hakları saklıdır. Tanıtım için yapılacak kısa alıntılar dışında yayıncının yazılı izni olmaksızın yayınlanamaz, elektronik veya mekanik yollarla kopyası yapılamaz, bilgi olarak depolanamaz ve ya çoğaltılamaz.

Uluslararası Bilişim Kongresi (IIC2022): bildiriler kitabı (17-19 Şubat 2022) / Editörler İdris Demir, Hafzullah İş. – 1. Baskı. – Batman: Batman Üniversitesi Yayınevi, 2022.
552 sayfa: tablo, grafik, renkli resim; 24 cm. – (Batman Üniversitesi Yayınları No: 03)
e-ISBN: 978-605-70729-1-7
1. Bilişim 2. Siber Güvenlik 3. İnternet Teknolojileri
QA 76/U48 2022 001.6424/ULU 2022

**ONURSAL BAŞKAN/*HONORARY CHAIRMAN***
**Prof. Dr. İdris DEMİR**
Batman Üniversitesi Rektörü / *Batman University Rector*

**KONGRE BAŞKANI/*CHAIRMAN OF CONGRESS***
**Dr. Hafzullah İŞ**

**DÜZENLEME KURULU/*ORGANIZING COMMITTEE***
Prof. Dr. Nezir AKYEŞİLMEN
Dr. Abidin ÇALIŞKAN
Öğr. Gör. Ammar ASLAN
Öğr. Gör. Ayşegül SAYLAN
Öğr. Gör. Nurullah ŞAŞMAZ
Öğr. Gör. Selahattin Barış ÇELEBİ
Arş. Gör. Sinan TAŞLI

**BİLİM KURULU/*SCIENCE COMMITTEE***
Abdelouahed Tounsi, Prof. Dr.
Josep M. Guerrero, Prof. Dr.
Bharti Dwivedi, Prof. Dr.
Behnam Mohammadi-Ivatloo, Prof. Dr.
Zbigniew Leonowicz, Prof. Dr.
Nicola Careddu, Assoc. Prof. Dr.
Elmina Gadirova, Assoc. Prof. Dr.
Petrica Cristea, Assoc. Prof.
Mahd Iqbal Abdulwahab, Dr.
Shokan Sherzad Qader, Dr.
Kalpana Chauhan, Dr.
Payman Dehghanian, Dr.
Farhad Shahnia, Dr.
Antonios Mouratidis, Dr.
Rajiv Singh, Dr.
Hilmy Awad, Dr.
José A. Domínguez-Navarro, Dr.
Aayush Shrivastava, Dr.
Adelino Pereira, Dr.
Hamed Pourgharibshahi, Dr.
Baseem Khan, Dr.
Behnam Khakhi, Dr.
Bharti Dwivedi, Dr.
Tomi Medved, Dr.
Payman Dehghanian, Dr.
Carlos A. Castro
Ragab A. El Sehiemy, Dr.
Aguib Salah, Dr.
Asia Saadullah, Dr.
Kalpana Chauhan Galgotias, Dr.
Hilmy Awad, Dr.
Yunfeng Wen, Dr.
Shariq Riaz, Dr.
Leila Mokhnache, Dr.
Shengen Chen, Dr.
Rajeev Kumar Chauhan, Dr.
Mohammed Albadi, Dr.
Ernesto Vazquez, Dr.
Hafiz Ahmed, Dr.
Khaled Ellithy, Dr.
Rajeev Kumar Chauhan Galgotias, Dr.
Omar Hafez Umm, Dr.
Mousa Marzband, Dr.
Muhammad Qamar Raza, Dr.
Nouar Tabet, Dr.
John V Burkardt, Dr.
Mohamed Shaaban, Dr.
Imran Hafeez, Dr.
Intisar Ali Sajjad, Dr.
Theofilos Papadopoulos Democritus, Dr.

Ishtiaq Ahmad, Dr.
Kouzou Abdellah, Dr.
Magín Lapuerta Amigo,
Marcelo Cortés-Carmona, Dr.
Liaqat Ali Qureshi, Dr.
Hemant Kumar, Dr.
Jamshed Ahmed Ansari, Dr.
Kim-Doang Nguyen, Dr.
Mohd Tariq Aligarh, Dr.
Payam Teimourzadeh Baboli, Dr.
Nabeel Hussaın Alharthi, Dr.
Nitin Kumar Saxena, Dr.
Nishant Kumar, Dr.
Necmettin Sezgin, Prof. Dr.
Murat Kayri, Prof. Dr.
Ali Karcı, Prof. Dr.
Asaf Varol, Prof. Dr.
Bilal Sambur, Prof. Dr.
Mehmet Kaya, Prof. Dr.
Nezir Akyeşilmen, Prof. Dr.
Hüseyin Aydın, Prof. Dr.
Hakan Çoban, Prof. Dr.
Metin Gümüş, Prof. Dr.
Burhan Ergen, Prof. Dr.
Suat Sarıdemir, Prof. Dr.
Hamit Adin, Prof. Dr.
Zeki Argunhan, Prof. Dr.
Aydoğan Özdemir, Prof. Dr.
Abdulmecit Türüt, Prof. Dr.
Mehmet Emin Tağluk,Prof. Dr.
Hüseyin Serdar Yücesu, Prof. Dr.
İbrahim Kaya, Prof. Dr.
Rahib H. Abiyev, Prof. Dr.
Ömer Faruk Ertuğrul, Doç. Dr.
Murat Tümay, Doç. Dr.
Demet Mangır, Doç. Dr.
Bahattin Kurt, Doç. Dr.
Erhan Akbal, Doç. Dr.
Yılmaz Kaya, Doç. Dr.
Türker Tuncer, Doç. Dr.
Hasan Sayğılı, Doç. Dr.
Ahmet Çınar, Doç. Dr.
Boran Şekeroğlu, Doç. Dr.
Galip Aydın, Doç. Dr.
Mehmet Emin Deniz, Doç. Dr.
Ebubekir Erdem, Doç. Dr.
Şengül Doğan, Doç. Dr.
Taner Tuncer, Doç. Dr.
Fatih Ertam, Doç. Dr.
İlhan Aydın, Doç. Dr.
Önder Aytaç Afşar, Dr.
Ayşegül Güler, Dr.
Ayşegül Sili Kalem, Dr.
Ayşe Yaşar Ümütlü, Dr.
Cafer Budak, Dr.
Hüseyin Sevay, Dr.
Ümit İlhan, Dr.
Heybet Kilic, Dr.
Elbrus Bashir Imanov, Dr.
Betül Ay, Dr.
Mehmet Bayğın, Dr.
Cemal Kavalcıoğlu, Dr.
Orhan Yaman, Dr.
Mehmet Nergiz, Dr.
Abdulkerim Öztekin, Dr.
Musa Yılmaz, Dr.
Ramazan Tekin, Dr.
Ahmet Anıl Müngen, Dr.
Yasin Sönmez, Dr.

| *İÇİNDEKİLER / CONTENTS* | *SAYFA/PAGES* |
|---|---|
| APPLICATION OF MACHINE LEARNING METHODS IN CYBERSECURITY | 1 |
| REAL TIME DEEP LEARNING BASED AGE AND GENDER DETECTION FOR ADVERTISING AND MARKETING | 10 |
| TABULAR DATA TO NETWORK GRAPH (TD2NG): A VISUAL EXPLORATORY DATA ANALYSIS TECHNIQUE FOR SUPERVISED LEARNING | 16 |
| OPPORTUNITIES AND CHALLENGES FOR 6G | 30 |
| RESEARCHER NETWORK SEARCH ENGINE | 37 |
| NONLINEAR MODEL AND SIMULATION OF DC-DC BUCK-BOOST CONVERTER USING SWITCHING FLOW-GRAPH METHOD | 46 |
| A BLOCKCHAIN-BASED ONLINE VOTING SYSTEM | 61 |
| DETECTION OF PREICTAL, ICTAL AND POSTICTAL CONDITIONS IN MULTICHANNEL EPILEPTIC DATA | 67 |
| A HIGH-PERFORMANCE INTEGER LINEAR PROGRAMMING BASED COMPUTATION FOR TRAFFIC SCHEDULES IN IEEE 802.1 TIME SENSITIVE NETWORKS | 73 |
| SOFTWARE IN GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS AND CLOUD GIS SOFTWARE | 82 |
| REAL-TIME APPLICATION OF A CHAOS BASED SECURE COMMUNICATION SYSTEM USING IR SIGNALS WITH ARDUINO | 90 |
| THE EFFECT OF AMPLIFIER SELECTION ON SYSTEM EFFICIENCY IN FSO NETWORKS | 98 |
| PERFORMANCE ANALYSIS OF MODERN METHODS FOR ESTIMATING ELECTRICITY ENERGY CONSUMPTION PER CAPITA | 104 |
| THE EFFECT OF FILTER SELECTION ON Q FACTOR IN ACTIVE OPTICAL NETWORKS | 112 |
| MACHINE LEARNING BASED AUDIO CLASSIFICATION | 119 |
| AM-DSB MODULATION DETECTION AMONG SIGNALS MODULATED WITH 26 DIFFERENT MODULATION TECHNIQUES WITH MobileNet ARCHITECTURE | 123 |
| PERFORMANCE ANALYSIS OF MODERN METHODS FOR ESTIMATING INSTANTANEOUS PEAK LOAD | 130 |
| ADLİ BİLİŞİM İNCELEME YAZILIMLARININ ANDROİD CİHAZLAR ÜZERİNDE KARŞILAŞTIRILMASI | 141 |
| YER ALTI ELEKTRİK DAĞITIM HATLARINDA MEYDANA GELEN ENERJİ KAYIPLARININ TESPİTİ İÇİN IOT TABANLI MODÜLER SİSTEM TASARIMI | 153 |
| HASTANELER İÇİN WEB TABANLI HASTA GERİ BİLDİRİM SİSTEMİ | 161 |

| *İÇİNDEKİLER / CONTENTS* | *SAYFA/PAGES* |
|---|---|
| İLERİ YAŞ BİREYLERDE SAĞLIK DESTEK UYGULAMASI | 171 |
| R İLE İÇERİK ANALİZİ VE DUYGU ANALİZİ PARİBU BORSASI | 175 |
| MAKİNE ÖĞRENMESİ YÖNTEMLERİ KULLANILARAK KALP HASTALIĞI TAHMİNİ | 181 |
| ADLİ BİLİŞİMDE BİLGİ TOPLAMANIN ÖNEMİ VE KULLANILAN ARAÇLAR | 190 |
| KOLOREKTAL KANSER HİSTOLOJİK GÖRÜNTÜLERİNİN DERİN ÖĞRENME İLE SINIFLANDIRILMASI | 203 |
| MAKİNE MÜHENDİSLİĞİNDE YAPAY ZEKA TEKNOLOJİSİNİN UYGULANMASI | 209 |
| YAPAY ZEKÂ ÇAĞINDA SOFİSTİKE SİSTEMLER İÇİN ORTA ÇAĞDAN BİR İLHAM: EL-CEZERİ VE OLAĞANÜSTÜ MAKİNELERİ | 216 |
| TÜRKİYE ELEKTRİKLİ ARAÇ ŞARJ ALTYAPISI: SON DURUM | 227 |
| SANAYİ İŞLETMESİ YÖNETİCİLERİNİN BLOCKCHAİN TEKNOLOJİSİ FARKINDALIKLARI: İSO 500 ÜZERİNDE BİR ARAŞTIRMA | 236 |
| MEME KANSERİ TESPİTİNDE DERİN ÖĞRENME YÖNTEMLERİNİN KULLANILMASI | 245 |
| MEME KANSERİ ANORMALLİKLERİNİN ÖĞRENME TRANSFERİ YÖNTEMİYLE SINIFLANDIRILMASI | 255 |
| YAZILIM SÜREÇ İYİLEŞTİRME BAŞARI FAKTÖRLERİ ALGISI: TÜRKİYE'DEKİ YAZILIM ORGANİZASYONLARINDAKİ DURUM | 263 |
| ONDÜLELİ BORULARDA YAPAY SİNİR AĞLARI METODU İLE SÜRTÜNME KATSAYISININ İNCELENMESİ | 282 |
| SİBER SALDIRILARIN ULUSLARARASI GÜVENLİĞE ETKİSİ: ESTONYA ÖRNEĞİ | 290 |
| YÖNETİM BİLGİ SİSTEMLERİNDE YİNELEMELİ ANAHTAR PERFORMANS GÖSTERGELERİNİN (KPI) GÜNCELLENMESİ | 297 |
| TIBBİ TANISAL MEDİKAL GÖRÜNTÜLERİN İŞLENMESİ | 307 |
| SAĞLIK 4.0 VE ELEKTRONİK SAĞLIĞIN DEĞERLENDİRİLMESİ | 318 |
| NESNELERİN İNTERNETİ, UYGULAMA ALANLARI VE SİBER GÜVENLİĞİ | 327 |
| KÜMELEME YÖNTEMLERİ İLE KODON FREKANSLARI TEMELLİ DNA-TÜR VE ALEM TAHMİNİ | 339 |
| AÇIK KAYNAK KODLU SANDBOX ÇÖZÜMÜNÜN KURUMSAL ANLAMDA UYARLANMASI VE E-POSTA GÜVENLİĞİ | 348 |
| SU ALTI ÇÖP TESPİTİ İÇİN YOLOv4 TABANLI BİR YÖNTEM | 354 |

| *İÇİNDEKİLER / CONTENTS* | *SAYFA/PAGES* |
|---|---|
| KABLOSUZ HABERLEŞME UYGULAMARI İÇİN MİKROŞERİT BUTTERWORTH ALÇAK GEÇİREN FİLTRE TASARIMI | 362 |
| KENDİ CİHAZINI GETİR (KCG) KAVRAMININ UYGULANMASINA GENEL BİR BAKIŞ | 372 |
| RESNET MODELLERİ İLE MISIR YAPRAKLARINDA HASTALIK TESPİTİ | 382 |
| MAKİNE ÖĞRENMESİ TEKNİKLERİ KULLANILARAK GÖĞÜS KANSERİ VERİLERİNİN SINIFLANDIRILMASI | 392 |
| SİBER GÜVENLİK ALANINDA YAYINLANMIŞ LİSANSÜSTÜ TEZ ÇALIŞMALARININ BİBLİYOMETRİK ANALİZİ | 397 |
| İŞLETMELER İÇİN BİLGİ VE İLETİŞİM TEKNOLOJİLERİNDE GÜVENLİK VE GİZLİLİK | 410 |
| YAPAY ZEKÂNIN HUKUKİ NİTELİĞİ: FELSEFİ, BİLİMSEL VE TARİHİ YAKLAŞIMLARLA MALVARLIĞI UNSURLARININ KİŞİLİĞE GİDEN SÜRECİ | 417 |
| AÇIK KAYNAK UYGULAMALAR İLE HİBRİT İŞLETİM SİSTEMLERİNDEN LOG TOPLAMA | 428 |
| BİLGİSAYARLI GÖRÜ YARDIMIYLA YAPRAKLARDA RENK, ŞEKİL VE DOKU ÖZELLİKLERİNİN ANALİZİ VE TÜRLERİN SINIFLANDIRILMASI | 433 |
| DERİN ÖĞRENME MODELİ İLE DOĞAL DİL İŞLEME YAKLAŞIMINI KULLANARAK SAHTE HABERLERİN TESPİTİ VE ANALİZİ | 443 |
| BULUT BİLİŞİM MODELLERİNDEN PLATFORM HİZMETİNİN (PAAS) ÇEVİK YAZILIM GELİŞTİRME SÜREÇLERİNE ETKİSİ | 456 |
| BULUT BİLİŞİM SİSTEMLERİNİN KOBİ GİRİŞİMCİLİĞİ ÜZERİNE ETKİSİ | 463 |
| NASNETMOBİLE TABANLI IOT ZARARLI YAZILIM TESPİTİ | 475 |
| TÜRKÇE MAKALELERDEN TEXTRANK VE TFIDF İLE ANAHTAR KELİME ÇIKARIMI | 482 |
| AKADEMİK DANIŞMANLIKTA SOHBET ROBOTLARININ KULLANIMI: İNSAN-MAKİNE ETKİLEŞİMİNİN BİR ÖRNEĞİ | 490 |
| DİJİTAL ÜNİVERSİTE ENDEKSİ | 498 |
| YÖNETİCİLERİN AKILLI OTEL UYGULAMALARI HAKKINDAKİ GÖRÜŞLERİ: ANKARA ÖRNEĞİ | 508 |
| TEKRARLAYAN SİNİR AĞLARI KULLANILARAK COVID-19 TEŞHİSİ VE ÖZELLİK TESPİTİ | 523 |
| AĞ TRAFİĞİNİN MAKİNE ÖĞRENMESİ YÖNTEMLERİ İLE SINIFLANDIRILMASI | 531 |
| SİBER POLİTİKA VE YÖNETİŞİM | 541 |
| TWİTTER İLE METİN MADENCİLİĞİ KRİPTO PARA | 551 |

## ÖNSÖZ/*FOREWORD*

Bundan birkaç yıl öncesine kadar dijital insan dijital yaşam kavramını bilişim teknolojileri ürünlerinin kullanımına bağlıyorduk. Endüstri 4.0, Nesnelerin İnterneti, Büyük Veri'nin yanı sıra akıllı ev sistemleri, sürücüsüz araçlar ile sanal sosyal ağlar hayatımızı şekillendiren kavramlardı. Bilgi Çağından 2. Makine Çağına geçişi konuşuyor, web 2.0 ile sosyal etkileşimlerin etkisini tartışıyor ve bunların üretim, iletişim ve eğitim gibi konularda hayatımızı şekillendirmelerini izliyorduk. Ancak, yakın zamanda tüm bu kavramların ötesinde gerçek ve sanal yaşam alanlarında inanılmaz değişimler ve ihtiyaçların ortaya çıkışına şahit olduk. Bu kavramlar hayatımızda derin etkiler yarattı. Ancak bilişimdeki gelişmeler bununla kalmayarak birey, kurum ve devletler seviyesinde etki yaratacak sanal yaşam ve siber vatan alanları ile veri analizi ve modellemenin çeşitli sektörlerdeki büyüleyici etkisine şahit olduk. Blokzincir teknolojilerinin birçok sektörde yarattığı yenilikçi yaklaşımın tüm dünyada benimsenmesinin ekonomik, siyasal ve sosyal etkilerini gözlemledik. Oyunlaştırma teknolojilerinin ticari faaliyetlerin yanı sıra eğitimde yarattığı etkileşimli modellerin etkilerini yaşadık. Bunların ötesinde web 3.0 ile hayatımıza giren yeni bir kavram olan ancak çok önceden emekleme adımlarını oyun sektöründe gördüğümüz sanal paralel evrenlerin inşasına şahit oluyoruz: Metaverse. Yani öte evren, diğer evren ya da sanal evren...

İletişim ve etkileşim şeklimizi eğitim, sağlık, pazarlama, oyun ve daha birçok alanda tümden değiştirmenin yanı sıra bireyden, topluma, devletten küresel düzeye tüm düzeylerde etkili olabilecek bir teknoloji hayatımıza girdi. Sosyalleşmeden eğlenceye, eğitimden ticarete her alanda hayatımızı şekillendiren teknolojiler. Siyasi hayatımız bile dijital siyaset ya da siber politika, hatta siber uluslararası ilişkiler, siber diplomasi ve siber çatışmalar gibi kavramlara teslim oldu.

Bütün bu teknolojiler kişisel, toplumsal ve kurumsal hayatımızı yeniden tasarlarken, bizleri de yeni bilgi alanlarına yelken açmaya zorlamaktadır. Bilgi ve iletişim teknolojileri teknisyenlerden sosyal bilimcilere, kullanıcılardan politikacılara herkesin bir ölçüde bilgi ve bilinç sahibi olması gereken bir alandır. Dijital alanın güvenliği bunu bir zorluluk olarak bizlere dayatmaktadır. Bu çerçevede toplumsal düzeyde bir siber güvenlik kültürünü oluşturmak başta akademi olmak üzere tüm eğitim sektörünün öncelikleri arasında yer almaktadır.

Bu kapsamda, bilişim teknolojilerindeki gelişmeler baş döndürücü şekilde ilerlerken oluşan bilgi ve tecrübenin paylaşılması önem arz etmektedir. Bu amaçla 17-19 Şubat 2022 tarihinde Batman Üniversitesi ev sahipliğinde ilki gerçekleştirilen ***Uluslararası Bilişim Kongresi (IIC2022),*** bünyesinde barındırdığı Bilişim Fuarı, Bilişim Konferans ve seminerleri, Bilişim Çalıştayı, sempozyum ve kursları kapsayan bir bilim şenliği oldu. Batman Üniversitesi son zamanlarda birçok ulusal ve uluslararası etkinliğe yaptığı ev sahipliği ile adından söz ettirmektedir. Dünyanın dört bir yanından akademi ve endüstri araştırmacıları yapay zekâ, algoritmalar, veri işleme, görüntü işleme, veri madenciliği, insan-makine etkileşimi ve siber güvenlik gibi alanlarda yüz yüze ve uzaktan bildiri sunumları ile tecrübe paylaşımına davet edilmiştir. Kongre'ye gönderilen bildirilerden 67 tanesi kabul alarak basılmaya hak kazanmıştır. Kongre'de ayrıca, En İyi Makale, Yılın Girişim ve Yılın Bilişim Ödülleri de dağıtılmıştır. Kongre; Üniversiteler, Belediyeler, Valilik ve daha bir çok kamu kurumunun yanı sıra hastaneler ve çeşitli özel sektör firmalarından toplam 3000 üzerinde ziyaretçi ile adından söz ettirmenin yanı sıra bünyesinde barındırdığı bir çok etkinlik ile alanında konsept olarak bir ilk olma özelliği taşımaktadır. **"Dijital Dönüşüm ve Siber Güvenlik**" ana temasıyla yapılan Kongre Dünya'nın kadim toprakları olan Mezopotamya'nın beşiği Hasankeyf ve Batman'da gerçekleştirilmiştir. Kongre'ye katılanlar; tarihi dokusu, bereketli toprakları, yemyeşil doğası, zengin kültürel ve sosyal imkânları ile Batman şehrinden

Diyarbakır, Midyat, Mardin ve Siirt'e uzanan keyif dolu bir zaman geçirmeleri için sosyal programlarla ağırlanmıştır.

Bu bilim şenliğinin yapılmasında emeği geçen başta Düzenleme Komitesi olmak üzere sürece katkı sunan tüm paydaşlara teşekkür eder, başarılarının devamını dilerim.

**Prof. Dr. İdris DEMİR**
**Onursal Başkan**
**Batman Üniversitesi Rektörü**

## SUNUŞ/*PREFACE*

Bilişim teknolojilerindeki gelişmelerin birey, toplum ve devletler üzerindeki siyasal, sosyal ve ekonomik etkilerini çevresel olarak hissediyorken yakın zamanda günlük yaşantımızda duyduğumuz ve bizatihi tecrübe ettiğimiz Metaverse, Siber Uzay, Blokzincir-NFT Teknolojileri, Veri İşleme ve Modelleme yanı sıra sağlık, eğitim ve sosyal hayattaki Yapay Zekâ uygulamaları yeni nesillere bambaşka bir dünyanın kapılarını aralamaktadır. Bilişim teknolojilerindeki bu gelişmeler eğitim, alışveriş, iletişim ve etkileşim yanı sıra daha birçok konuda insan yaşamından toplumsal düzene, devlet politikalarından kurum ve kuruluşların yapısal şekillerine kadar değişimleri dayatmaktadır. Birçok anlamda yıkıcı değişimlerle yeni bir dünyanın kurulmasına tanıklık ediyoruz. Tanık olduğumuz bu değişimin bir parçası olmak, bilgi ve tecrübeleri paylaşmanın yanı sıra özel sektör, kamu ve akademi dünyasından tüm paydaşları bir araya getirmek amacıyla Uluslararası Bilişim Kongresi (IIC2022) Batman Üniversitesi ev sahipliğinde 17-19 Şubat 2022 tarihlerinde gerçekleştirildi.

Kongre bünyesinde barındırdığı Bilişim Konferansı, Bilişim Çalıştayı, Bilişim Fuarı, Sempozyum, kurslar, workshopların yanı sıra dağıtılan En İyi Makale, Yılın Bilişim ve Yılın Girişim Ödülleri ile konsept olarak alanında bir ilk olma özelliği taşımaktadır. "Dijital Dönüşüm ve Siber Güvenlik" ana temasıyla yapılan Kongre'de; Siber Güvenlik, Blokzincir, Oyunlaştırma, Enerji Bilişim Sistemleri, Yapay Zeka, Bulut Bilişim, Büyük Veri, Kriptografi, Nesnelerin İnterneti, Robotik ve İnsan Etkileşimi, Sanallaştırma, Sanal ve Artırılmış Gerçeklik gibi bir çok alanda bildiri kabulü yapılmıştır. Gelen tüm bildirilerden 67 tanesi biri kurum dışından olmak üzere en az iki hakemli değerlendirme süreçlerinden sonra Bildiriler Kitabında yayınlanmaya hak kazanmıştır. Bu bildirilerden bir kısmı bağımsız hakem süreçlerinden geçmek suretiyle bir kısmı indeksli olmak üzere açık erişimli dergilerden Balkan Journal of Elektrical and Computer Engineering, European Journal of Technique ve Journal of Engineering and Technology gibi dergilerde yayınlanmaya değer görülmüştür. Bu bakımdan, Kongre'ye sunulan bildiriler etkin bir değerlendirme ve yayınlama sürecine tabi tutulmuştur.

Uluslararası Bilişim Kongresi'ne katılım sağlayanların tümü seminerler, paneller ve Bilişim Fuarı yanı sıra Batman-Hasankeyf, Mardin-Midyat, Diyarbakır ve Siirt gibi tarihi dokusu olan şehirlerimize düzenlenen gezi ve sosyal programlara katılma imkânı bulmuştur. Biz de Düzenleme Komitesi olarak, kıymetli katılımcılarımızı Mezopotamya'nın kadim topraklarında, kültür ve medeniyetin beşiğinde El-Cezeri'nin izinde düzenlenen Uluslararası Bilişim Kongresi 2022 (IIC2022) bilim ve teknoloji şenliğinde ağırlamanın mutluluğunu yaşadık.

Bu bağlamda, geniş bir vizyon ve büyük bir misyonun eseri olan bu Kongre'nin düzenlenmesine destek olan Rektörümüz Prof. Dr. İdris Demir ve Genel Sekreterimiz Doç. Dr. Ömer Faruk Ertuğrul ile çok kıymetli Düzenleme Komitesi üyeleri başta olmak üzere tüm Batman Üniversitesi ailesi yanı sıra tüm sponsorlarımıza teşekkür ederim. Bilgi İşlem Daire Başkanlığımızın kıymetli personellerini de Kongre süreci boyunca büyük bir fedakârlıkla verdikleri emek, gösterdikleri sabır ve hoşgörüden dolayı tebrik ediyor, her birine şükranlarımı sunuyorum. Bu başarılı organizasyonda gösterdiğiniz duruş, dayanışma ve kenetlenme ruhu daim olsun. Daire Başkanınız olarak onur duyuyor, başarılarınızın devamını diliyorum.

**Dr. Hafzullah İŞ**
**Kongre Başkanı**

# APPLICATION OF MACHINE LEARNING METHODS IN CYBERSECURITY

***Mesut Güven*[1]***
[1]Cyber Defense Command, Gendarmerie General Command HQ, Ankara-Turkey, mesutguven@ieee.org
[*] Corresponding author: mesutguven@ieee.org

***Abstract:*** *Internet grid and computer networks have already transformed the way we live. Today, governments and commercial firms deployed their services to internet. As a result, we use internet-connected devices in every aspect of life. Since modern life is intertwined with computers and connected devices, maintaining the security of internet is very important and considered as a strategic infrastructure. To maintain the stable and integral operation of cyber assets, many cybersecurity tools and products have been developed and commercially available. Most of those cybersecurity products make use of machine learning because classical signature-based methods are unable to detect zero-day attacks or slightly deformed versions of known attacks. Moreover, machine learning algorithms can also be trained to detect abnormal network traffic. In this work, we explain how machine learning, deep learning, and transfer learning methods are being used in cybersecurity. Traditional machine learning algorithms such as support vector machines, decision trees, etc., have been implemented to well-known cybersecurity datasets for detecting intrusion attacks and deep neural networks have been implemented to malware analysis. Another popular implementation of deep learning is to use models that were trained on large image datasets in a transfer learning paradigm. In these models, malware binaries are converted to images and pre-trained networks are fed with those images. The performance of the pre-trained models is very promising, and they can detect malware software with high accuracy.*

***Keywords****: Cybersecurity, Machine Learning, Deep Learning, Deep Transfer Learning, Malware Detection*

## 1. Introduction

The Internet has been the main medium for communication and nearly 60% of the world population can now access to internet cloud [1]. Internet-based technologies have transformed our daily job routine, our way of entertainment, and even human interactions. Today, people are more reliant on their smartphones and computer devices. Moreover, the objects we use in our daily life such as vehicles, home appliances, etc. are fully connected to the internet which is described as the Internet-of-Things (IoT) phenomenon [2]. Modern telecommunication techniques and computer networks enabled individuals, governments, and institutions to migrate their functions to the cyber domain. Therefore, securing the data produced by the connected devices and ensuring stable and harmonious operation is of utmost importance. From this point of view, internet infrastructure and cyberspace are considered important instruments of modern warfare. Most countries and military security alliances such as North Atlantic Treaty Organization are now accepting the cyber assets and internet as “a vital national infrastructure, and a key driving force for national growth” [3].

Cybersecurity is generally defined as the preservation of confidentiality, integrity, and availability of information in cyberspace and consists of several concepts, respectively: information security, network security, internet security, critical information infrastructure security, etc. Information security is maintained by using endpoint protection tools such as Data Leakage Prevention (DLP) software and Endpoint Detection Response (EDR, XDR) tools such as antivirus software. DLP is used to detect and prevent unwanted breaches, exfiltration, or unwanted destruction of sensitive data. On the other hand, EDR and XDR provide detection, analytics, and response across endpoint clients, servers, networks, SIEM, and much more. Network security contains firewalls, denial of distributed service attack mitigation solutions, proxy servers, network security monitoring tools, etc. Internet security concerns with internet-related services.

Machine learning has been used to solve classification and regression problems in various domains such as image processing and classification tasks, natural language processing, autonomous vehicles, etc. In addition, one of the main application fields of machine learning algorithms is cybersecurity. Machine learning models are useful, especially where classical signature-based malware detection methods are insufficient to discover zero-day attacks or slightly changed versions of the known attacks [4]. Both classical machine learning techniques such as k-nearest neighbor, decision trees, support vector machines, etc., and state-of-art deep transfer learning models can be implemented for malware detection. In this review, deep learning models are the focal point since they skip the time-consuming feature extraction process and have surpassed the classical machine learning methods in image classification tasks [5]. Deep transfer models have been trained over large image datasets. Those pre-trained models are very successful in image classification tasks and can be used for static analysis of malware [6]. There are some successful experiments made by using PyTorch and pre-trained models based on Generative Pre-trained Transformer 2 which performs over assembly codes for static malware analysis [7].

## 2. Datasets

Machine learning methods perform better with a high amount of data, especially, the performance of deep neural networks gradually increases concerning the data size. The correct choice of the dataset is very important since the realistic representation of the real world in the training dataset increasesthe classification accuracy. Moreover, the size of the training dataset increases the classification accuracy, especially in deep learning models.

### 2.1. Darpa Intrusion Detection Dataset

It is one of the earliest datasets in network traffic. It was collected and published by Cyber System and Technology Group, formerly DARPA. This data consists of several weeks-long training and testing data with ground truth labels about intrusion detection assessment [8].

### 2.2. Kdd Cup 99 Dataset

Kdd Cup 99 dataset is the most widely used and publicly available [9]. It is created by replicating the original DARPA 1998 dataset and contains 4 900 000 replicated attacks. Each sample contains 41 input features divided into two, respectively: basic features and higher-level features. The basic features are directly extracted or derived from the header information of IP packets and TCP/UDP segments in the tcpdump files of each session. High-level features contain several failed logins and root access attempts during the session.

### 2.3. Nsl-Kdd Dataset

This dataset was derived from Kdd Cup 99. Nsl-Kdd was formed in the 3rd international knowledge discovery and data mining contest. Each sample has network data characteristics of the TCP/IP model and is labeled with 22 different attack types and 4 main clusters.

## 3. Traditional Machine Learning Algorithms in Cybersecurity

Traditional machine learning algorithms consist of k-nearest neighbor classifiers, support vector machines, decision trees, neural networks, and regression models. Traditional machine algorithms are not good to deal with big amounts of data. Depending on the throughput value, millions of packets go through over the network. So, this makes cyberspace a data big data environment. Even though there is some research, traditional algorithms are not the best fit for cybersecurity.

### 3.1. Knn

Knn is the acronym for the k-nearest neighbor classifier. This method is known as the lazy classifier since it doesn’t require prior training and east to implement. It is a supervised method and utilizes metric distances of known samples for predicting the new samples' labels. There are different types of metrics. But, in general, the Euclidian model, which is a very straightforward method is used to measure the distance between the new sample and its closest neighbors. Knn has been applied to network datasets. For example, in a work conducted by Sharifi et al., NSL-KDD dataset was divided into clusters for labeling, then, Knn algorithm was implemented over the set samples [10].

### 3.2. Support Vector Machines

Support vector classifiers are one the most successful and robust machine learning methods. It had been the state-of-art method before deep learning algorithms surpassed all the traditional machine

learning algorithms. The support vectors are the closest points between different classes. In two-dimensional space, support vectors are lines but in three or higher dimensional spaces support vectors become hyperplanes that enable optimal separation. For datasets that are not linearly separable, some kernel functions are used to make them separable in a higher-dimensional space [11]. In an experiment conducted over Kdd Cup 99 dataset, the effectiveness of an intrusion detector was tested with support vector machines [12]. In another work, Kdd Cup 99 dataset is divided into subsets of attack types, respectively: DoS, Probe, R2L, and U2R [13]. In this work, the trained model has good accuracy metrics over test data but failed to detect the abnormal packets in the actual network.

### 3.3. Decision Trees

Decision trees are supervised machine learning models which have decision nodes and leaves. Each leaf represents a category, and the leaves are the decisions or the outcomes. The main goal isto create a tree-like structure for predicting the value of a target variable. The most common forms of decision tree methods are ID3, C4.5, and CART. Unlike other methods, decision trees require little data preparation, and they can handle both numerical and categorical data. In a work conducted by Ingre et al., the Nsl-Kdd dataset was used with 14 features. These features were then used in a decision tree structure [14]. The developed model is designed as an intrusion detection system to detect five different classes. The accuracy rate for the five different classes is 83.7% and for the two different test data, 90.3% accuracy was acquired.

## 4. Deep Learning Algorithms in Cybersecurity

Neural networks are based on a single perceptron unit. They were first proposed in 1957 and for a very long time, it was believed that perceptron-based networks can only solve linear problems just like a logistic regression classifier or linear support vector machines. Perceptrons use the threshold logic unit which is represented in Figure1. In Figure 1, The $X_1$, $X_2$, $X_3$ represent inputs, and $W_1$, $W_2$, $W_3$ represent weights respectively.

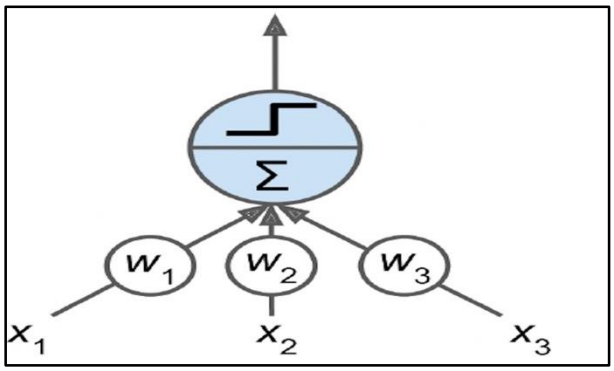



Figure 1. Perceptron Unit.

But, in 1987, it was corrected that with the help of multi-layer perceptrons and activation functions such as sigmoid, exponential linear unit, etc. artificial neural networks can be used for non-linear problems like XOR problems [15]. In Figure 2., multi-layer perceptrons can solve XOR problems. In this example, the multi-layer perceptron produces 0, and 1 for the input values of (0,0) and (1,1) respectively. All connections have a weight equal to 1, except the four connections where it is seen with red arrows.

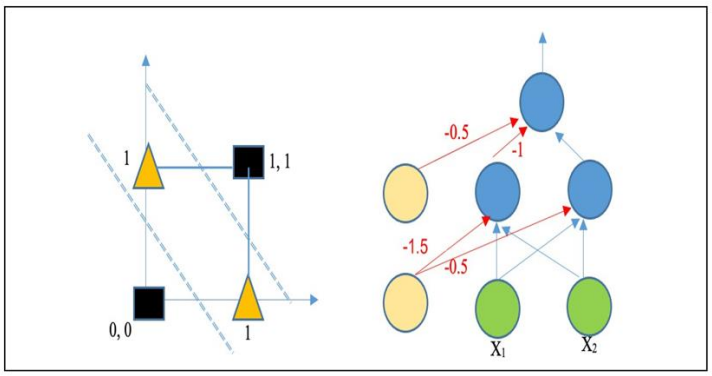



Figure 2. XOR classification problem and a multi-layer perceptron

Artificial neural networks generally consist of three segments, the input layer, hidden layers, and output layer, respectively. The information taken from the input layer goes thorough by multiplication with the weight and bias values among the tensors in the hidden layer. In the output layer, a result is then produced. This process is called forward propagation. If the produced result is different than the ground-truth label, the error is compensated by refining each connection weight and each bias term. This process is called backpropagation. The backpropagation works well with the activation functions such as logistic function, hyperbolic tangent function, linear unit function, etc. since they enable gradient descent to make some progress at every step.

Before the 1990s, artificial neural networks had more than two hidden layers that were considered deep. But after the increase in computational power, today's networks have hundreds of hidden layers. Thus, the term "deep" is now being defined with dozens or hundreds of hidden layers. Convolutional neural networks followed by some dense layers or recurrent neural networks are the most used formsof deep learning algorithms. In the following parts, the working mechanism of the convolutional networks, the pre-trained model and some of their implementation on cybersecurity datasets will be explained.

### 4.1. Convolutional Neural Networks

Convolutional neural networks managed to achieve superhuman performance on visual tasks since we have big-sized classified image datasets and computation power for training deep networks. Convolution is an operator that slides one function over another to measure the integral of their element-wise multiplication. An example of the convolution operation is presented in Figure3. It is impossible to compute the convolution value of the edge elements, that's why the convoluted image is a 4 by 4

matrices. To mitigate information loss, commonly, some zeros or ones are added to the edges for padding.

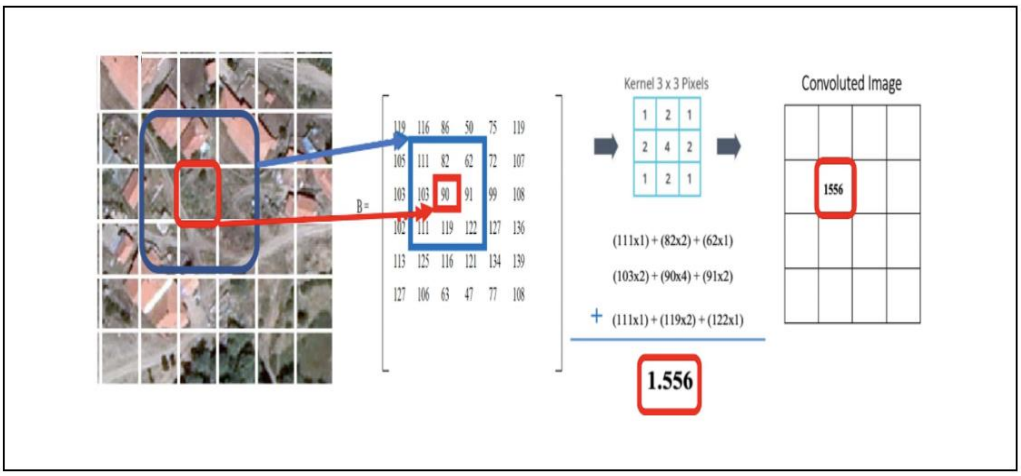



Figure 3. Convolution operation over the grey levels of an image.

The images are fed to convolutional layers directly. Convolutional layers are used consecutively and through these layers, features are automatically extracted. At the end of the convoluted layers, the information is flattened and forwarded to neural layers. The structure can easily be implemented with a few lines of code by using modern deep learning environments such as TensorFlow [16].

In a work carried out by Wang et al., network traffic is converted to image shape and sent to a convolutional neural network [17]. With the help of the convolutional layers, raw network traffic data is processed, and some features extracted. In another study, the Nsl-Kdd dataset of log files is used as an image for feature extraction [18]. In another study, binary classification of the Nsl-Kdd dataset is also carried out by a one-dimensional convolutional network [19]. Samples in the Nsl-Kdd are also tested by converting them to an RGB-like formation, then fed to convolutional networks [20]. In this work, it is reported to achieve a better classification performance in RGB-like encoding than grayscale.

Several studies show the effectiveness of using convolutional neural networks and recurrent neural networks together [21]. In this study, first convolutional networks are used to map the network traffic samples of Kdd 99. Then, extracted features are fed to recurrent networks of type RNN and LSTM. The convolutional networks with LSTM configuration reached 99,7% accuracy in a two-class scenario of abnormal traffic versus normal traffic. In another study, convolutional networks and LSTM recurrent layers are used together for detecting the intrusions in the DARPA 1998 dataset [22].

### 4.2. Using Pre-Trained Models with Transfer Learning

Deep learning algorithms have trained with very large image datasets and the classification accuracy of the pre-trained models has already surpassed all other traditional algorithms. The idea of using a model trained on a different dataset is called transfer learning. Generally, this is achieved by

first, training the model on a large dataset then, freezing a portion of the layers and adding some dense layers at the end as seen in Figure 4.

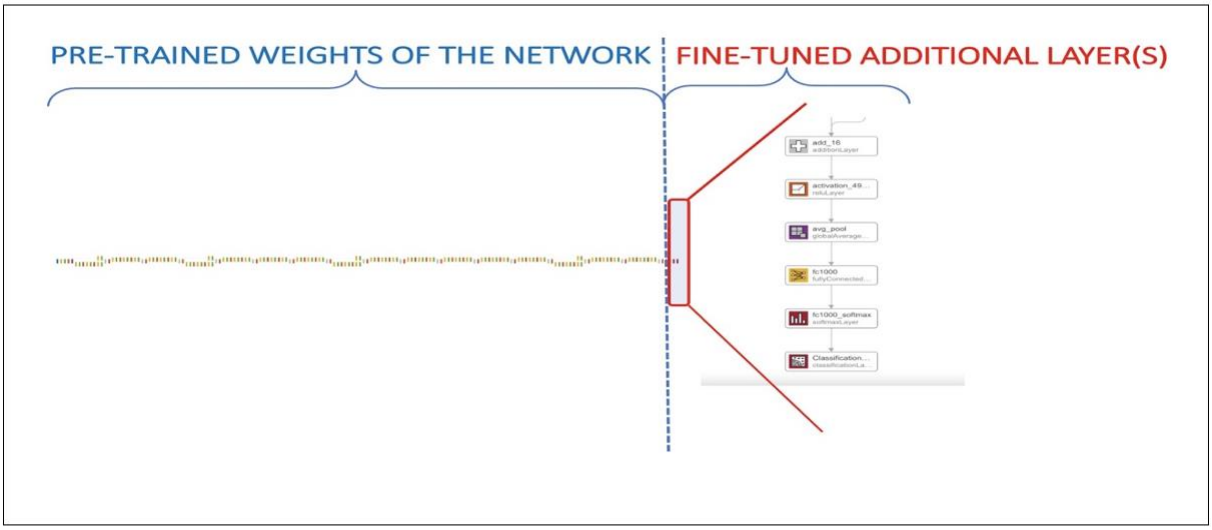



Figure 4. Transfer Learning structure, pre-trained part weights belong to the ResNet.

Transfer learning speeds up the training time and enables to use of deep networks on small-sized datasets where fine-tuning the optimal weights is not possible. Even though there are relatively large cyber datasets for network traffic and malware, they are still small when compared to image datasets such as ImageNet. Thus, using pre-trained models in malware detection scenarios produces effective classification accuracy.

In a work conducted by Li Z. et al., the features in NSL-Kdd dataset were converted to binary vectors by using n-bits vectorization and created an eight-by-eight grayscale image for representing each sample [23]. Using pre-trained models of ResNet50 and GoogLeNet, they acquired a classification accuracy of 80% on NSL-Kdd dataset. In another study, the VGGNet is used by converting KDD99 dataset samples into eleven-by-eleven image format [24]. The accuracy in this work is 98.34% over the KDD99 dataset.

In addition to studies conducted on public cybersecurity datasets, Intel Corporation carried out a work that transfer learning is used over their malware dataset [25]. According to the published white paper, the method first converts application binaries to malware images. Conversion is achieved by reading eight bits and noticing them as pixel values between 0-255. Secondly, the malware images need to be resized since the transfer learning algorithms accept only inputs of fixed sizes. For example, ResNet expects images of size 224x224. It is stated that resizing does not cause information loss if bilinear interpolation or nearest-neighbor algorithms are used. In the evaluation part, a Microsoft dataset of 2.2 million hashes of malware binaries and 10 columns of data information is used. The dataset is divided into three, respectively; 60% for training, 20% for validation, and 20% for testing. To mitigate the overfitting, the early stopping parameter aborted the fit process after the 10th epoch. It is stated in the study that the classification result on the test set is 99,07% with a 2,58% false-positive rate.

## 5. Discussion and Conclusion

Classical malware detection relies on signature-based detection. The signature matching method is not suitable since these kinds of algorithms cannot detect zero-day attacks. Moreover, the exponentially growing numbers of signatures make this process cumbersome. Thus, using deep learning in cybersecurity enhances classification accuracy and helps to create more agile products. Malware analysis consists of two approaches, static and dynamic analysis. Static analysis can suffer from the obfuscation of the codes and dynamic analysis can be time-consuming. The malware analysis tool which has both static and dynamic analysis capacity can perform better.

As a result, machine learning techniques have been used to detect abnormal network traffic, malware, etc. Especially, deep learning algorithms can detect abnormal samples with a very high accuracy rate. The pre-trained models of computer vision field such as GoogLeNet, ResNet, etc. have been used in the detection of image-like representations of malware and the classification accuracy of those models are promising.

## 6. References

**[1]** Individuals Using Internet Worldwide, https://data.worldbank.org/indicator/IT.NET.USER.ZS

**[2]** Luong, N.C. et al, "Data Collection and Wireless Communication in Internet of Things (IoT) Using Economic Analysis and Pricing Models; A survey", *Proceeding IEEE Community Surveys Tuts., Vol. 18*, 2016, pp. 2546-2590

**[3]** Klimburg A., National Cyber Security Framework Manual. NATO CCD COE Publication Report, 2012

**[4]** Handa, A. et al., Machine Learning in Cybersecurity. WIREs Data Mining Knowledge Discovery 2019, 9, 1306, https://doi.org/10.1002/widm.1306

**[5]** Xin, Y. et al., Machine Learning and Deep Learning Methods for Cybersecurity. IEEE Access, 2018, 6, 35381, https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2836950

**[6]** Chen L., et al., STAMINA: Scalable Deep Learning Approach for Malware Classification, White Paper, 2020

**[7]** Şahin, N., Malware Detection Using Transformers-Based Model GPT-2, M.S. thesis, Middle East Technical University, Ankara, 2021

**[8]** R. P. Lippmann et al., "Evaluating Intrusion Detection Systems: The 1998 DARPA off-line Intrusion Detection Evaluation", *Proceeding DARPA Inf. Survivability Conf. Expo. (DISCEX), vol. 2*, 2000, pp. 12-26

**[9]** Revathi S. and Malathi, A., "A Detailed Analysis on NSL-KDD Dataset Using Various Machine Learning Techniques for Intrusion Detection", *Proceeding Int. J. Eng. Res. Tec.*, 2013, pp. 1848-1853

**[10]** Sharifi, A.M., et al., "Intrusion Detection Based on Joint of K-means and KNN", *Journal of Convergence Information Technology, Vol. 10*, 2015, pp. 42-51

**[11]** Sharma, R. K., et al., "Analysis of Machine Learning Techniques-Based Intrusion Detection Systems", *Proceeding Int. Conf. Adv. Comput., Netw., Inform.*, 2016, pp. 485-493

**[12]** Kotpalliwar, M. V. and Wajgi, R. "Classification of Attacks Using Support Vector Machine (SVM) on KDDCUP'99 IDS database", *Proceeding Int. Conf. Com. Syst. Netw. Technol.*, 2015, pp. 987-990

**[13]** A. M. Chandrasekhar and K. Raghuveer, "Confederation of FCM clustering, ANN and SVM techniques to implement hybrid NIDS using corrected KDD CUP 99 dataset", *Proceeding. Int. Conf. Commun. Signal Process.,* 2014, pp. 672 676

**[14]** Ingre, B., et al., "Decision Tree-Based Intrusion Detection System for NSL-KDD Dataset", *Proceeding Int. Conf. Inf. Commun. Technol. Intell. Syst.*, 2017, pp. 207-218

**[15]** Minsky, M., and Papert, S.A., *Perceptrons, Expanded Edition*, MIT Press, Massachusetts, 1987

**[16]** Geron, A., *Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn and TensorFlow: Concepts, Tools, and Techniques to Build Intelligent Systems,* O'Reilly Media, Inc., 2019

**[17]** Wang, W. et al., "Malware Traffic Classification Using Convolutional Neural Network for Representation Learning", *Proceeding Int. Conf. Inf. Netw.*, 2017, pp. 712-717.

**[18]** Gayathri, R.G., et al., Image-Based Feature Representation for Insider Treat Classification, Applied Science, 2020, 10, 4945, doi:10.3390/app10144945

**[19]** Song, J., et al., Statistical Analysis of Honeypot Data and Building of Kyoto 2006+Dataset for NIDS Evaluation, Association for Computing Machinery, 2011, 36, https://doi.org/10.1145/1978672

**[20]** Kim, T., et al., "An Encoding Technique for CNN-Based Network Anomaly Detection", *Proceeding IEEE Int. Conf. Big Data, 2018,* pp 2960-2965

**[21]** Vinayakumar, R., et al., "Applying Convolutional Neural Networks for Intrusion Detection", *Proceeding Int. Conf. Adv. Comput. Commun. Informat., 2017,* pp 1222-1228

**[22]** Wang, W., et al., Learning Hierarchical Spatial Temporal Features Using Deep Neural Networks to Improve Intrusion Detection. IEEE Access, 2018, 6, 1806, https://doi.org/10.1109/ACCESS.2017.2780250.

**[23]** Li. Z., et al., Intrusion Detection Using Convolutional Neural Networks Representation Learning. Neural Information Processing, 2017, 866. https://doi.org/10.1007/978-3-319-70139-4_87

**[24]** Zhang, L., et al., "An Improved Network Intrusion Detection Based-on Deep Neural Network", *Proceeding IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, 2019, pp 1-8

**[25]** Chen, L., "Deep transfer learning for static malware classification" arXiv preprint, 2018

# REAL TIME DEEP LEARNING BASED AGE AND GENDER DETECTION FOR ADVERTISING AND MARKETING

***Ammar Aslan*[1], Selahattin Barış Çelebi*** [2]
[1] Batman University, Vocational School of Technical Sciences, Department of Computer Technology, Batman-Turkey, ammar.aslan@batman.edu.tr
[2] Batman University, Vocational School of Technical Sciences, Department of Computer Technology, Batman-Turkey, sbaris.celebi@batman.edu.tr
[*] Corresponding author: ammar.aslan@batman.edu.tr

***Abstract:*** *Age and gender information is one of the important parameters used in marketing and advertising. Determining the age and gender of the individual is important in terms of correct advertising and orientation. Many methods that form the basis of age and gender determination have less performance and accuracy than deep learning-based approaches. Recently, the use of deep learning-based methods has achieved more successful results in terms of accuracy and performance in determining gender and age compared to the old methods. In this study, age and gender determination is made to be used in the field of advertising and marketing with deep learning-based techniques. Thus, age and gender information, which are important parameters in advertising and marketing activities, are determined by a deep learning-based method, and it is aimed to present advertisements appropriate to the target customer group suitable for age and gender. In the study, firstly, face detection is performed from images. Then, gender and age determination was made from the faces identified using the supervised learning method. UTKFace dataset was used for model training. The UTKFace dataset consists of 23000 images of different ethnic origins and different age and sexes. It provides an application for advertisement suggestions suitable for the target audience by determining gender and age in areas where real-time camera images can be obtained, such as shopping malls, car parking stations, sports halls, in real time.*

***Key words:*** *Deep Learning, Advertising, Age Detection, Gender Detection, CNN*

## 1. Introduction

Facial image is an important source from which many demographic data such as age, gender, race and emotional state of the person can be obtained. Age and gender determination is one of the important methods used in the field of advertising. Determining the age and gender of the individual is important for correct advertising and orientation [1,2].

Artificial neural networks (ANN) is a concept in which learning is modeled on a computer system. Artificial neural networks are used in areas where fixed methods cannot be used. Artificial neural networks have gained wide use in many areas such as financial affairs, computer vision, advertising services. [3]. With the increase in the number of ANN layers, deep artificial neural networks emerged, and the convolution process was included, revealing the convolutional neural network concept of deep learning. It is used in various fields such as deep learning, object recognition, object classification, mail spam filtering, identification, recommendation and recommendation systems, fraud detection and

autonomous vehicles, big data analysis, speech identification, data classification. Convolutional neural networks, which are a subclass of deep learning, are processed as input to the artificial neural network by performing many operations such as pixel addition, pooling, shifting [4-8].

In this study, face detection from the image and gender and age detection from the detected face were made using supervised learning method. The model trained using the UTKFace dataset was utilized. The UTKFace dataset is a dataset consisting of 23000 data with different ethnic origins and different age and gender [9]. The aim of the study is to present an application for different advertisement suggestions by determining gender and age in areas where instant camera images can be obtained such as shopping malls, vehicle stops, sports halls.

In the second part of the study, the method used, the data set, the subject of deep learning and the development environment are included. Findings are given in the third section and the results are given in the fourth section.

## 2. Material and Method

### *2.1. Model Architecture*

The model first divides the input video into frames and detects faces on each frame. Then, the frame is resized and included in the convolutional neural network, and age and gender are determined from the trained model. In the convolutional neural network, after the step shifting, pooling, processes are completed, they are included in the neural network. The model structure used in the study is given in Figure 1 [1].

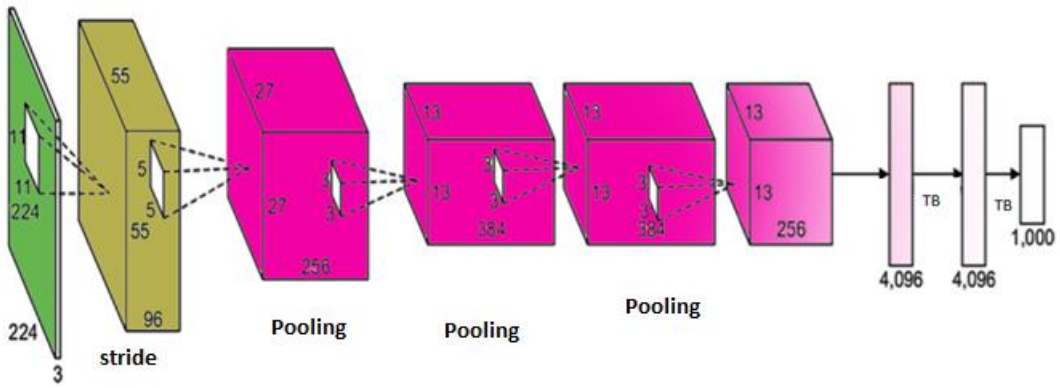



**Figure 1**. Model Architecture [1]

### *2.2. Deep Learning*

Artificial neural networks (ANN) is a concept in which learning is modeled on a computer system. Artificial neural networks are used in areas where fixed methods cannot be used. Artificial neural networks are used in financial affairs, computer vision, advertising services [10]. With the increase in the number of ANN layers, deep artificial neural networks emerged, and the concept of deep learning convolutional neural network was revealed by including the convolution process. Deep learning is used in various fields such as advertising, computer vision, financial and financial affairs [4-8]. After

the convolutional preprocessing of the artificial neural network is done, the Convolutional artificial neural network (CNN) is obtained.

An example model including all CNN layers is given in Figure 2 [10].

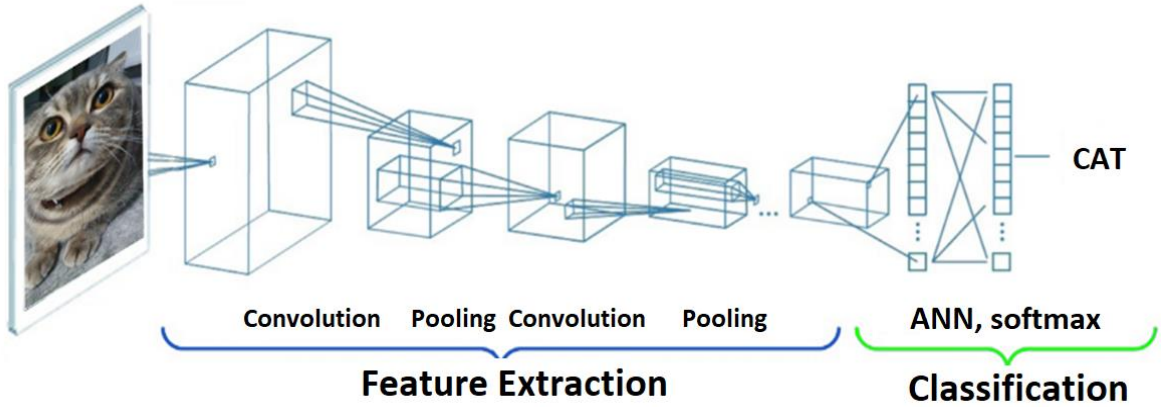



**Figure 2**. An example model that includes all of the CNN layers [10]

### *2.3. Dataset*

The UTKFace dataset is a dataset containing facial information for a certain age group (range 0 to 116 years old). It consists of more than 20,000 face images tagged with descriptions of age, gender, and ethnicity in the dataset. Images cover many major variations such as pose, facial expression, lighting, occlusion, resolution. This dataset can be used for various purposes. Examples include face detection, age estimation, age progression/regression, landmark localization. Some samples of the data set are given in Figure 3 [9].

**Figure 3.** Sample images of the UTKFace dataset [9]

### *2.4. Development Environment*

Colaboratory (Colab) is a Google-supported platform developed to write python codes via Google Drive. Colab offers Tesla K80 GPU processor service that allows you to use GPU and TPU for free. Thanks to this platform, it is possible to conduct artificial intelligence training with a browser, even on mobile phones [10].

## 3. Results and Discussion

In the study, face detection from the image and gender and age detection from the detected face were made using supervised learning method. The model trained using the UTKFace dataset was utilized. High performances were obtained when the trained model was applied to different age groups and genders. In Figure 4, the outputs of the application and in Figure 5, the outputs of the images taken from the training data are presented. "Erkek" in the green area in the pictures means male, the part that says "Kadın" means female.

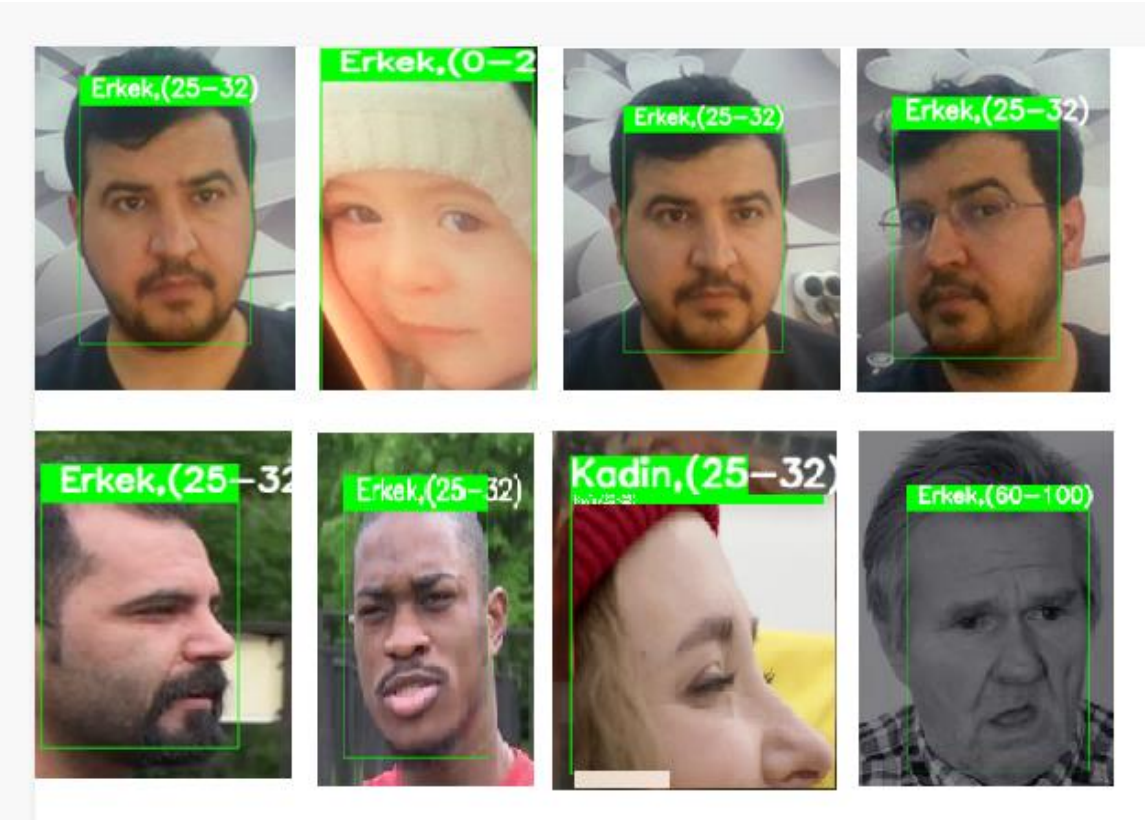



**Figure 4.** Application Outputs

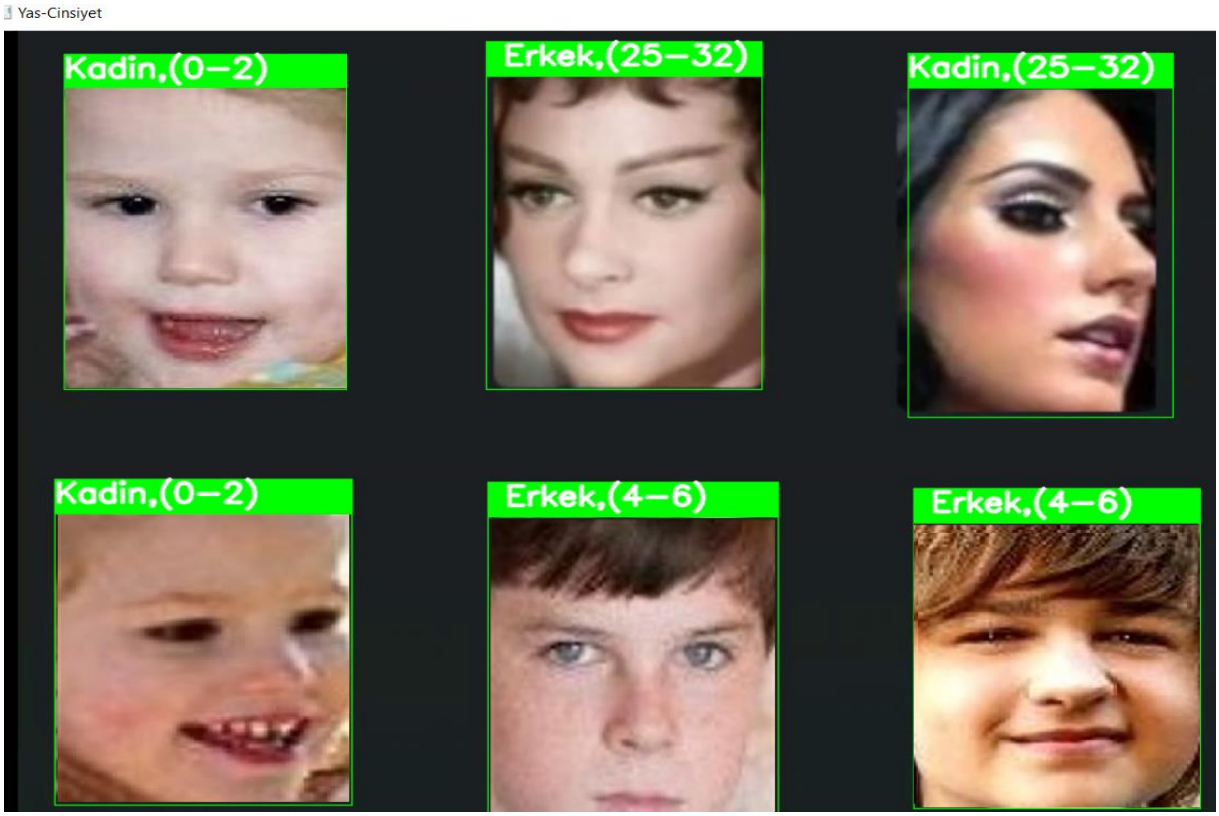



**Figure 5.** Dataset Outputs

In this study, age and gender detection from real-time image was adhered to. In the model, face detection is performed on each frame by first dividing the input video into frames. Afterwards, the frame is resized and included in the Convolutional Neural Network, completing the model training. Age and gender are determined from the trained model. As a result of the study, age and gender estimation was made with high success. As a result of the study, gender and age determination can be made with the help of cameras in areas such as shopping centers and vehicle stops, and effective advertisement suggestions can be made in accordance with the age distribution of the individual or the group.

## 4. References

**[1]** Abirami, B.; Subashini, T.S.; Mahavaishnabi, V. "Gender and age prediction from real time facial images using CNN", Materialstoday. Sci. 7, 33, 2020. https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.08.350

**[2]** Ghildiyal, A.; Sharma, S.; Verma, I; Marhatta, M. "Age and Gender Predictions using Artificial Intelligence Algorithm", *IEEE*, 20366166, 3-5 Dec. 2020,2020. https://doi.org/10.1109/ICISS49785.2020.9316053.

**[3]** LeCun, Y.; Bengio, Y.; Hinton, G. "Deep learning", *Nature*, 521, 436–444, 2015. https://doi: 10.1038/nature14539.

**[4]** Aydın B. "Text Analysis with Deep Learning and Big Data Approaches", Ph.D. Thesis, Fırat University, Institute of Science, 2018.Cireşan, D.; Meier, U.; Masci, J.; Schmidhuber, J. "Multi-column deep neural network for traffic sign classification". *Neural Networks*, 32, 333–338, 2012. ttps://doi:10.1016/j.neunet.2012.02.023

**[5]** Ning, F.; Delhomme, D.; LeCun, Y.; Piano, F.; Bottou, L.; Barbano, P. E. "Toward automatic phenotyping of developing embryos from videos", *IEEE Transactions on Image Processing*, C. 14(9), 1360–1371, 2005 http://doi:10.1109/TIP.2005.852470

**[6]** Tompson, J.; Goroshin, R.; Jain, A.; LeCun, Y.; Bregler, C. "Efficient object localization using Convolutional Networks*", In Proceedings of the IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition,* 07-12-June-2015, 648–656, 2015. https://doi:10.1109/CVPR.2015.7298664

**[7]** Sermanet, P.; Kavukcuoglu, K.; Chintala, S.; Lecun, Y. "Pedestrian detection with unsupervised multi-stage feature learning", *In Proceedings of the IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition.* 3626–3633, 2013. https://doi:10.1109/CVPR.2013.465

**[8]** https://susanqq.github.io/UTKFace/

**[10]** Aslan A. "Motion Detection with Deep Learning Based Optical Flow", Master Thesis, Fırat University, Institute of Science, 2021.

# TABULAR DATA TO NETWORK GRAPH (TD2NG): A VISUAL EXPLORATORY DATA ANALYSIS TECHNIQUE FOR SUPERVISED LEARNING

***Serkan Üçer*[1], Tansel Özyer[2], Reda Alhaji[3]***
[1]TOBB Economy and Technology University, Department of Computer Engineering, Ankara-Turkey
[21]TOBB Economy and Technology University, Department of Computer Engineering, Ankara-Turkey
[3]University of Calgary, Department of Computer Science, Calgary, Alberta-Canada
[*] Corresponding author: serkan.ucer.is@gmail.com

***Abstract:*** *We are presenting a novel visual Exploratory Data Analysis-EDA method called Tabular Data to Network Graph-TD2NG (and its tool) aiming to represent tabular data with categories as an insightful network graph. With the rise of machine learning models; we more and more see that efficient model development relies on the understanding of the nature of the problem. Rooting from the subject descriptive Statistics; EDA methods are composed of several mathematical and visual techniques (such as presenting the correlation between features) that contributes to the understanding unseen qualities of the data, by analyzing individual samples and their features. EDA stands before the development of the actual learner model; helping data scientists to understand and interpret the data and select the right tool(s) for the problem. Developed as a complementary tool for EDA; Tabular Data to Network Graph method simply transforms a supervised learning problem dataset into a network of interactions; this way data scientist enhances its ability to interpret data, its relation with the categories (classes) of the data; all a priori developing the right machine learning model. In this paper, we will present this approach of converting a tabular supervised learning dataset into an attributed undirected network graph; and show how to enrich this graph for increasing its visual hintfulness towards analyzing datasets a priori solving a machine learning problem.*

***Keywords****: Social Network Analysis, Exploratory Data Analysis (EDA), Data Science, Tabular Data To The Network Graph*

## 1. Introduction

Exploratory Data Analysis is the name of the ensemble of methods and techniques which helps researchers (ie data scientists) to understand the data and gain several information and insight before delving into the development of a model for the task. EDA tools aim to uncover details of the data which are often untrivial to see; this way exhibits the characteristics of it and enables a researcher to form a hypothesis towards modeling the problem. Among the most used and traditional methods of EDA, descriptive statistics of the raw data; feature analysis importance and dependency; analysis of the distribution of the series belongs to features and samples can be

At this age of information overload; it is overwhelmingly become popularized to depict real-life phenomenons visually. Visual representations help readers of the data a compact overview and a broader sense of the phenomenon. Networks graphs, which are mathematical objects showing relations, are coming useful for depicting real-life paradigms including actors and their interactions with other entities in a closed ecosystem. Network graphs are also the foundations of social networks, that are described as consisting of a definite number of nodes (i.e. actors) connected to some of the other members via

weighted edges which represent a sort of 'social interaction' based on some kind of social quality, like, 'co-occurrence of people' or 'being in the same family.

With the introduction of Tabular Data to Network Graph (TD2NG), we aim to contribute EDA methods, by complimenting them with an additional visual tool enabling researchers to analyze categorized tabular data with a new sample-to-sample interaction perspective as in the form of a network graph. TD2NG has been developed to work with any tabular dataset; that is consisting of both or either has numerical and categorical features and multiclass labels. In the following section 2, we will present the background and related work on this domain. Following, in section 3 we will present a detailed description of the techniques for converting datasets into graphs along with an illustration on a running demo dataset. In section 4, we will discuss the potential inferences of using this approach and present an overview of future directions in final section 5.

## 2. Backround and Related Work

### 2.1. Supervised Learning

Supervised learning is briefly the study of automatically finding patterns from already labeled data (makes it supervised) and applying those patterns to assign labels to unlabelled data. In a typical scientific experiment or observation; each measurement (samples) consists of various attributes (in other words features of the measurements) and their results are often categorized into a limited number of cases (called *classes*). In the machine learning domain, the term *classification* implies the task of finding the correct class for part of an experimental data; after studying and learning from a sample of the data (called training part) itself. Any learner model follows almost the same box model presented in Fig. 1.

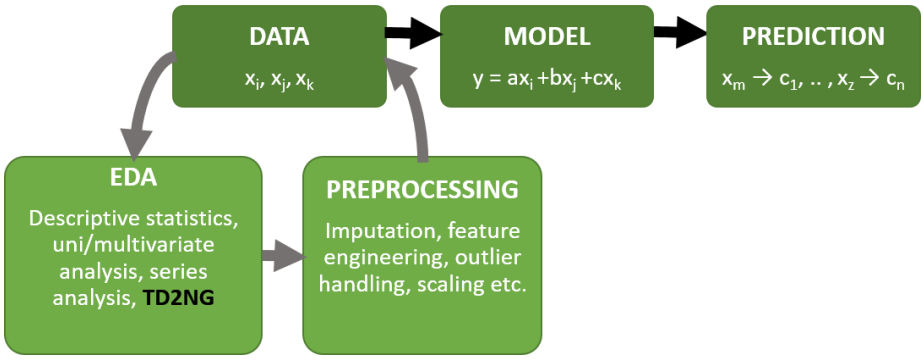



Figure 1 – Box diagram of traditional work routine for supervised data science research.

According to this generalization; it starts with the 'Data' box; where the dataset under study is examined in terms of quality, completeness, and complementarity of its feature space and sample data points. Tasks such as decomposition, transformation, elimination, and improvement of feature space are some of the common methods used in this step. TD2NG is supposed to serve the data box, as a complementary tool in EDA processes.

### 2.2. EDA for Supervised Learning

As we put in Fig before; the typical work routine of a supervised learning practice starts with the thorough analysis of the data. We assert that handling of the first box, the data, is at least as important

as the application of a mathematical model; since any machine learning model doesn't fit every kind of problem. The selection of the right model and approaches are heavily dependent on the right identification of the dataset. Exploratory Data Analysis [1] [2] is an approach in analyzing datasets to describe their main characteristics by employing statistical graphics and other data visualization methods. By applying EDA techniques, a (machine learning) researcher should get a broad understanding of data; might identify various data patterns even before applying any learner model and also can form or revise the problem statement s/he tries to model [3].

### 2.3. Network Graphs and Social Network Analysis

Network graphs are mathematical objects displaying the interaction of subjects under study. It has two main types of structures called nodes and edges. Edges are the interconnecting ties showing the existence of a relation between source and target nodes. In some instances, edges may have a weight property, showing the importance of the connection. In some network graphs, where the direction of the relation matters; edges are formed as directed; meaning that a connection exists from source to target (not from target to source). In our study; we will use undirected edges; since the measure for edge weights is built on the mathematical similarity of two nodes and similarity is a transitive property.

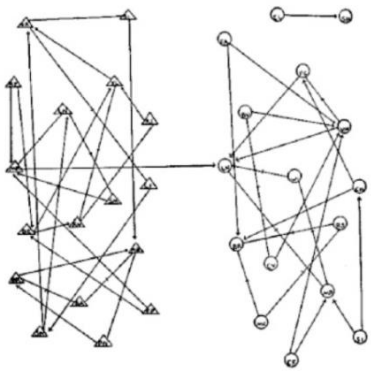


Figure 2 – Emotions Mapped by New Geography [4]: A historical piece of network graph illustration created by J. Moreno, describing the interaction of school pupils.

Social Network Analysis (SNA) is the study of analyzing these networks in terms of their relations. For example, in a friendship network (as in Fig. 2); the study of finding the most influencer node (ie a person) is the study of this domain. SNA techniques are widely used in various applications from link prediction for recommending useful connections in a 'friendship network'; to, detecting fraud in a 'financial transactions' network. SNA techniques mainly include but are not limited to tasks such as actor detection, centrality, community (structure) detection, node, and edge capacity, and (analyzing information) flows. Network graphs can be studied in several aspects; like the centrality and position of their nodes; information load capacity and transitivity of their edges. Also; by analyzing the node's position and its edges to other nodes; we can perform unsupervised clustering (it is called communities in SNA) on node space.

### 2.4. Related Work

Social network visualizations [5] provide an opportunity for humans to grasp bulk information about the objects' connectivity and information flow in a fast and natural way. In recent years, several research has been done on using graph structures for illustrating tabular data. In [6], researchers

efficiently convert tabular data belonging to geographical spatial map domain and its usefulness of discovery of complex patterns in large spatial-social network datasets. Also, in [7], researchers efficiently showed that split-graphs (a form of network graph) can be used as an EDA tool. To our best knowledge, there is no tool or technique for converting machine learning tabular datasets into network graphs for EDA processes.

In this respect, the key novelties and contributions of TD2NG are:

- Working with numerical and categorical features at once; using custom similarity metrics
- Working with tabular datasets with categories that are frequently used in machine learning classification tasks; so enables ML researchers to gain additional perspective about data before processing.
- Providing a single end-to-end tool converting any tabular dataset into an interactive network graph.

## 3. Tabular Data to Network Graph: the Method and the Tool

TD2NG converts and graphically visualizes a tabular dataset with classes. In this chapter; we will present detailed steps in this conversion procedure. To increase the understandability of the procedures presented, we will visualize it as much as we can over a running example that belongs to a real-world supervised learning tabular dataset: the Auto MPG dataset (ie the Cars dataset [8]). The Cars dataset, which is a partial list of car models that are produced between 1970-1982 by manufacturers originated either in the USA, Europe, or Japan. This frequently processed dataset [9] incorporates 406 samples over 7 features (including both numerical and categorical features) and it has 3 classes (to be predicted). Characteristics of the dataset are summarized in Table 1.

Table 1 – Characteristics of the dataset.

| **The Auto MPG Cars 1970-1982 Dataset** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Samples** | **Features** | | | **Classes** | |
| **Size** | ***Numerical*** | ***Categorical*** | **Total** | **Class Labels** | **Class Distribution** |
| 406 | *5* | *2* | 7 | 3 | Imbalanced |
| *AMC*<br>*.*<br>*.*<br>*.*<br>*Volvo* | *1- MPG*<br>*2- Displacement*<br>*3- Horsepower*<br>*4- Weight*<br>*5- Acceleration* | *1- Cylinders*<br>*2- Model* | | *1- USA*<br>*2- Europe*<br>*3- Japan* | *62%*<br>*18%*<br>*20%* |

For the Cars dataset, the ‘Origin’ feature is selected as the class to be predicted. So in this specific case, a machine learning researcher intends to find a predictive relationship between the features (like in the car’s model year, weight, and acceleration) and its origin of manufacturing. This dataset will be perfect for illustrating the capabilities of the proposed model since its sample size is comprehendible and its context is relatable to most people.

Overview and the naming convention of the research are provided in Fig. 3. For the tabular dataset part; traditionally individual observations of an experiment/observations are called the ‘samples’, and their defining qualities (ie predictors) are then called ‘features’ of those samples. The categorical name of the results of the experiments is that is to be learned (and predicted) are then called ‘classes’. After we convert the dataset to a network graph, basically dataset ‘samples’ becomes the ‘nodes’ of the graph; and respectively dataset ‘features’ are blended into ‘edges’ of the graph as edge weights. A node may

have a 'neighbor' if there is an edge between them. Class information is used for the edge fortification factor (to be detailed in the following sections) and also will serve as a community factor.

| Samples | Features | | | | Class |
|---|---|---|---|---|---|
| Car Name | MPG | HP | … | Model | Origin |
| Mazda RX3 | 18 | 90 | … | 1973 | Japan |
| Fiat 131 | 28 | 86 | … | 1976 | Europe |
| BMW 2002 | 26 | 113 | … | 1970 | Europe |
| Ford LTD | 13 | 158 | … | 1973 | US |
| Ford F250 | 10 | 215 | … | 1970 | US |
| … | … | … | … | … | … |

*tabular data* → *network graph*
*samples* → *nodes*
*features* → *blended in edges*
*classes* → *communities*

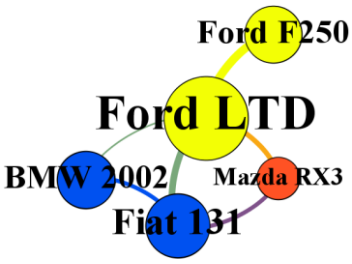



Figure 3 – Overview flow diagram of TD2NG, also displaying naming conventions.

A final note on this section introduction on the programming environment of the TD2NG. We have designed TD2NG as a standalone end-to-end python library (which depends partly on NetworkX [10] and bokeh [11] libraries) which is currently hosted in GitHub. TD2NG library accepts tabular data and produces an HTML report of EDA stages (provided as an annex). Also, for various network visualizations of this paper, we have used the Gephi [12] library.

### 3.1. Data Processing

As a first step, we transform the raw dataset such that it should be processed numerically. For this purpose; after handling missing data; we labelize categorical features and normalize numerical features. Since those preprocessing steps are trivial, we left the details here.

### 3.2. Deriving Feature Importances

It is obvious that in any problem; some features might be more definitive in terms of their predictive capability of the class, than others. Feature Importance refers to machine learning models that calculate an importance score for given features; higher scores represent the relative "importance" of that feature regarding the prediction of a class. In our TD2NG model, FI scores are employed as a weight factor in similarity calculation. We have employed an off-the-shelf FI algorithm (which is Select K Best [13]) since it can handle datasets having features numerical and/or categorical. Select K Best algorithm employs ANOVA F-value analyzes variance between each feature and its respective class and computes F value which is the ratio of variation between sample means, over variation within the samples. This way it assigns F values as features' importance.

In Fig. 4; we presented the feature importances calculated for a batch of *Cars* dataset. In this specific instance, we normalized importances, derived from the SelectKBest FI algorithm, into [0,100] to increase readability. We can conclude that *Model* and *Acceleration* features have very limited feature importance; whereas the *Displacement* and *Cylinders* features have the highest effect towards predicting the class.

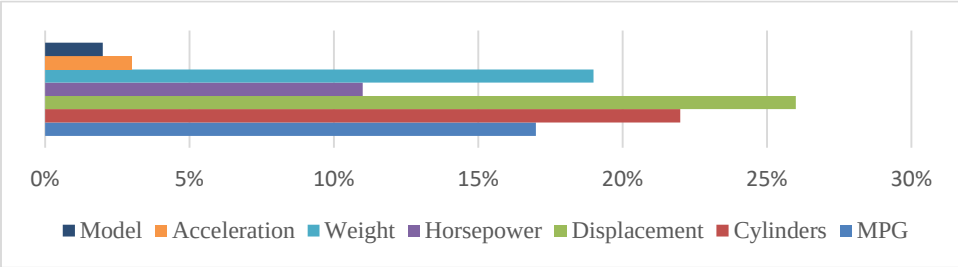



Figure 4 – Feature importances, given as percentages, of the Cars dataset.

### 3.3. Similarity Calculation between Samples

In a conventional dataset, samples are seemingly not connected in any sense. Take the *Cars* dataset; each car model listed there has no interaction with other cars. We claim that we can find a connection between samples (like, a car model is more similar to a subset of other cars and more distant to another subset of cars) by analyzing their values over the same set of features. In this step; we generate an undirected network graph G; its nodes will be the samples and its edges will be constructed using a distance metric between feature values of samples.

In our study of the construction of the graph from a dataset; the edge weights will be obtained from the vectorial distance between samples. As we put before, TD2NG should be work for dataset having hybrid type of features; that is numerical and/or categorical. In this sense; our definition of vectorial distance should support both types of features. For the numerical part; we have selected to use the euclidean distance (L2 norm), which gives the unitless straight line distance between two vectors in 2D space. In formal terms, for n-dimensional vectors u and v, and weight vector w, the euclidean distance d is defined as in formula $d_w(u,v) = \sqrt[2]{\sum_n w_i(u_i - v_i)^2}$. We selected to use undirected graphs for our problem; since the similarity between two vectors is the same following the above formula, and the direction doesn't matter in this sense.

For the categorical part, similarly, we use L0 norm distance: which is equal to 0 (no distance) only for the same values; and equals to 1 (maximum distance) whereas values are not the same. Following the discussion of weights for features, the L0 norm is also computed in a weighted form as in $dist_L0_w(u,v) = \sum_f w_j((u_j \neq v_j) \rightarrow 1)$ where *j* loop through categorical dimensions.

After computing the weighted pairwise distance between samples; we combine numerical and categorical parts as in $dist_w(u,v)^2 = dist_L2_w(u,v)^2 + dist_L0_w(u,v)^2$ in order to get a cumulative distance between samples u and v. We have illustrated the details of the computation for selected samples from Cars dataset in Table 2.

Table 2. – Details of the distance calculation for samples Ford F250 and BMW 2002.

| **Object** | **Symbolic Notation** | **Original Features of Dataset** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | MPG | Cylinders | Displacement | Horsepower | Weight | Acceleration | Model |
| Feature Type | | numerical | categorical | numerical | numerical | numerical | numerical | categorical |
| Distance Norm Used | | L2 | L0 | L2 | L2 | L2 | L2 | L0 |
| Feature Importance | W = w(1),.. ,w(7) | 16.99 | 22.44 | 25.88 | 10.79 | 19.84 | 2.63 | 1.43 |
| **Sample Calculation** | | | | | | | | |
| BMW 2002 (raw) | | 26 | 4 cylinders | 121 | 113 | 2234 | 12.5 | 1970 |
| BMW 2002 (norm.) | U = u(1),.. ,u(7) | **0.452** | **4 cylinders** | **0.137** | **0.364** | **0.176** | **0.268** | **1970** |
| Ford F250 (raw) | | 10 | 8 cylinders | 360 | 215 | 4615 | 14 | 1970 |
| Ford F250 (norm.) | V = v(1),.. ,v(7) | **0.027** | **8 cylinders** | **0.755** | **0.918** | **0.851** | **0.357** | **1970** |
| Distance at vector position | L2: d = (u-v)^2<br>L0: d = 0 if u=v, else d = 1 | 0.181 | 1 | 0.381 | 0.307 | 0.456 | 0.008 | 0 |
| Weighted Distance | wd = w*(d) | 3.077 | 22.440 | 9.870 | 3.316 | 9.042 | 0.021 | 0 |
| Distance between **Ford F250** and **BMW 2002** | sqrt(∑wd) | **6.911** | | | | | | |

With pairwise distances for each pair of samples, we get a *n x n* square and symmetric distance matrix D, where n is the number of input samples. In matrix D, each element shows the distance between corresponding vectors. Since we aim to get a weighted network; where edge weights represent the similarity of its nodes connected, we should first convert distance scores to similarity scores; by simply subtracting the maximum distance on distances' series from each element. We remove self-loops (ie diagonal elements of A) in it, we use this adjacency matrix A to generate an undirected attributed network graph G. Note that, in transition from adjacency matrix to a graph; the existence of a similarity score between two samples u and v creates an edge between them, and of course, the similarity score will serve as the 'vectorial weight' of this particular edge in graph G.

### 3.4. Generation and Decoration of the Raw Network Graph

Adjacency matrix A serves as a basis for forming the raw graph; since its entries are weights of the edges on respective nodes. Following the Cars dataset; the raw graph (which is an attributed network graph; ie all nodes have some set of features) produced at this step, which has 392 nodes (14 nodes have been deleted since having missing data) and 76635 edges, is illustrated in Fig. 5.

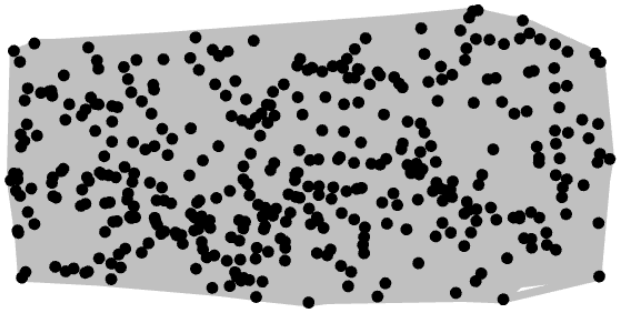


Figure 5 – The raw network graph belongs to the Cars dataset generated at this step.

### 3.5. Graph Refining: Engineering the Edges of the Graph

The raw graph generated in this step is a 'complete graph'; that is, all nodes are connected to all other nodes via an edge having some weight. At this step, to get a finer form of the graph, we will engineer the edges in two steps; edge pruning and edge fortification.

To simplify the complexity of the graph, we already removed self-loops in the former section. The term hairball graph [14] indicates that the network is heavily dominated by edges, and the interpretability of this type of graph is low. For this respect, we should apply some edge removal strategy

to achieve a finer graph. The strategy we have selected is a custom method that we call *'keeping top n maximum edges';* with this method, we simply loop through all nodes and keep the top-weighted edges of each node, and remove the rest. The selection of number n is crucial since, if we keep it higher the hairball state would continue; and keeping it lower may result in losing the structure of the connections. With an empirical study, we have applied n=5 for removing edges. In conclusion; we simplified edge space size that is decreased from 76635 to 1246 (Fig. 6).

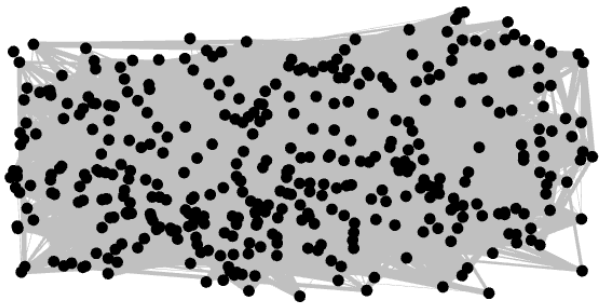


Figure 6 – The network graph with edges pruned.

Up to this step, we have used feature values of the samples but did not employ class information of the samples, intentionally. We have left the class information since it is bearing too much descriptive value that would disturb the balance of information flow between nodes. But, at this step, in a process that we called '*edge fortification'*, we will finally use class information for enriching-revising the weights of the edges. This simple strategy works as follows:

- If an edge connects two nodes that belong to the same class: then increase (fortify) the weight of the edge by a percentage factor (reward factor);
- Else, ie edge connects two nodes that belong to different classes, then decrease the weight by a factor (loss factor).

We have empirically set 5% for both the reward and the loss factors. The revised graph already has the same number of nodes and edges but edge weights have changed. At the last step, we color the nodes according to their class belongings and give a positional layout as illustrated in Fig. 7.

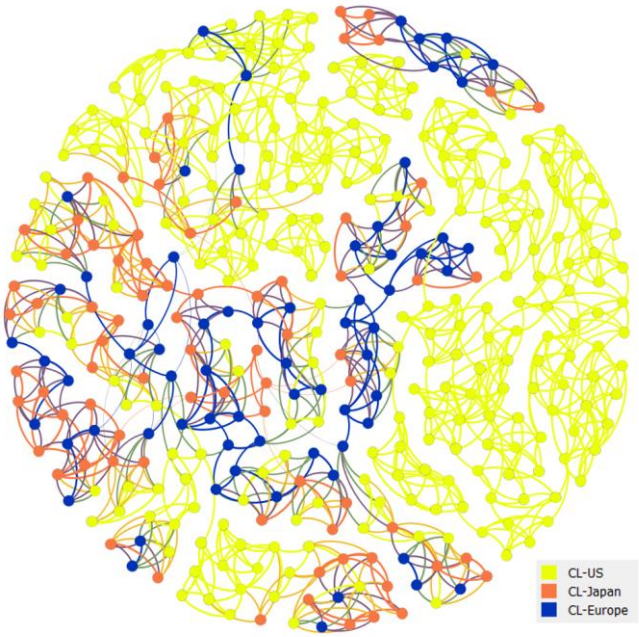



Figure 7 – The network graph, nodes are colored via class information, the layout has given with Fruchterman-Reingold [15] algorithm.

We deduce that the first visual clues have started to emerge, such as, we can see that the USA-originated cars are grouped more (ie they are more similar intraclass) than cars originated either from Europe or Japan. Another inference from the graph is that, since they often share the same cluster, cars originating from Europe and Japan seem similar.

### 3.6. Network Analysis of the Graph

Now having a refined network graph, we are ready to carry out social network analysis. We aim to extract a new set of (network) features from the Graph; so we will analyze it in three fundamental aspects of network analysis. Those aspects and selected analytic tools are briefly presented below.

1) **Centrality Metrics**
   a) Betweenness centrality: Betweenness centrality of a node v is the sum of the fraction of all-pairs shortest paths that pass through v.
   b) Eigenvector centrality: It is the corresponding eigenvector of adjacency matrix A.
   c) Load centrality: The load centrality of a node is the fraction of all shortest paths that pass through that node.
   d) Harmonic centrality: Harmonic centrality of a node v is the sum of the reciprocal of the shortest path distances from all other nodes to v.
2) **Edge analysis**
   a) Degree: The degree of a node v is the number of edges to its first degree neighbors.
   b) Weighted degree: Weighted degree of a node v is the sum of the weights of edges from v to its first-degree neighbors.
   c) Pagerank analysis [16]: PageRank computes a ranking of the nodes in graph G based on the structure of the incoming links (for undirected graphs, it uses all links). It is linearly proportional to the weight of edges coming from neighboring nodes.
3) **Community structure**

a) Kernighan partition [17]: This model partitions a network into two sets by iteratively swapping pairs of nodes to reduce the edge cut between the two sets. It always produces bisection; that is two communities.
b) Louvain partitions [18]: Partition a network by optimizing modularity (i.e. relative density of edges inside communities with respect to edges outside communities). It's a stochastic model so found communities may vary on different executions.

After analyzing the refined graph according to the above metrics, we indeed generated a new (alternative) set of features for samples; as illustrated in below Table 3.

Table 3 – New set of features has been merged along with already existing data features.

| **Samples** | **Original Features** | | | | **Social Network Analysis Features** | | | | | | | | | **Class** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Car Name | MPG | HP | … | Model | Degree | Weighted Deg. | Betweenness | Eigenvector | Load | Harmonic | Pagerank | Kernighan P. | Louvain P. | Origin |
| Mazda RX3 | 18 | 90 | … | 1973 | 5 | 4.176 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 36.802 | 0.00237 | Comm.# 1 | Comm.# 1 | Japan |
| Fiat 131 | 28 | 86 | … | 1976 | 5 | 4.162 | 0.00078 | 0.00000 | 0.00119 | 30.105 | 0.00211 | Comm.# 2 | Comm.# 0 | Europe |
| BMW 2002 | 26 | 113 | … | 1970 | 8 | 7.299 | 0.00167 | 0.00000 | 0.00068 | 34.171 | 0.00301 | Comm.# 1 | Comm.# 7 | Europe |
| Ford LTD | 13 | 158 | … | 1973 | 5 | 2.460 | 0.05744 | 0.00002 | 0.08172 | 61.741 | 0.00226 | Comm.# 2 | Comm.# 8 | USA |
| Ford F250 | 10 | 215 | … | 1970 | 6 | 4.945 | 0.00090 | 0.00000 | 0.00000 | 50.763 | 0.00238 | Comm.# 2 | Comm.# 14 | USA |
| … | … | … | … | … | … | … | … | … | … | … | … | … | … | … |

### 3.7. Final Presentation of the Network Graph

For improving the interpretability of the produced network graph, we already colored nodes according to their class belongings. Now, we might further improve the visualization by introducing the node sizing according to SNA features. For this purpose, we selected the Pagerank metric; the higher score on this displays the node's relative power of influencing the network. Nodes and node names are sized according to their Pagerank score as illustrated in Fig. 8.

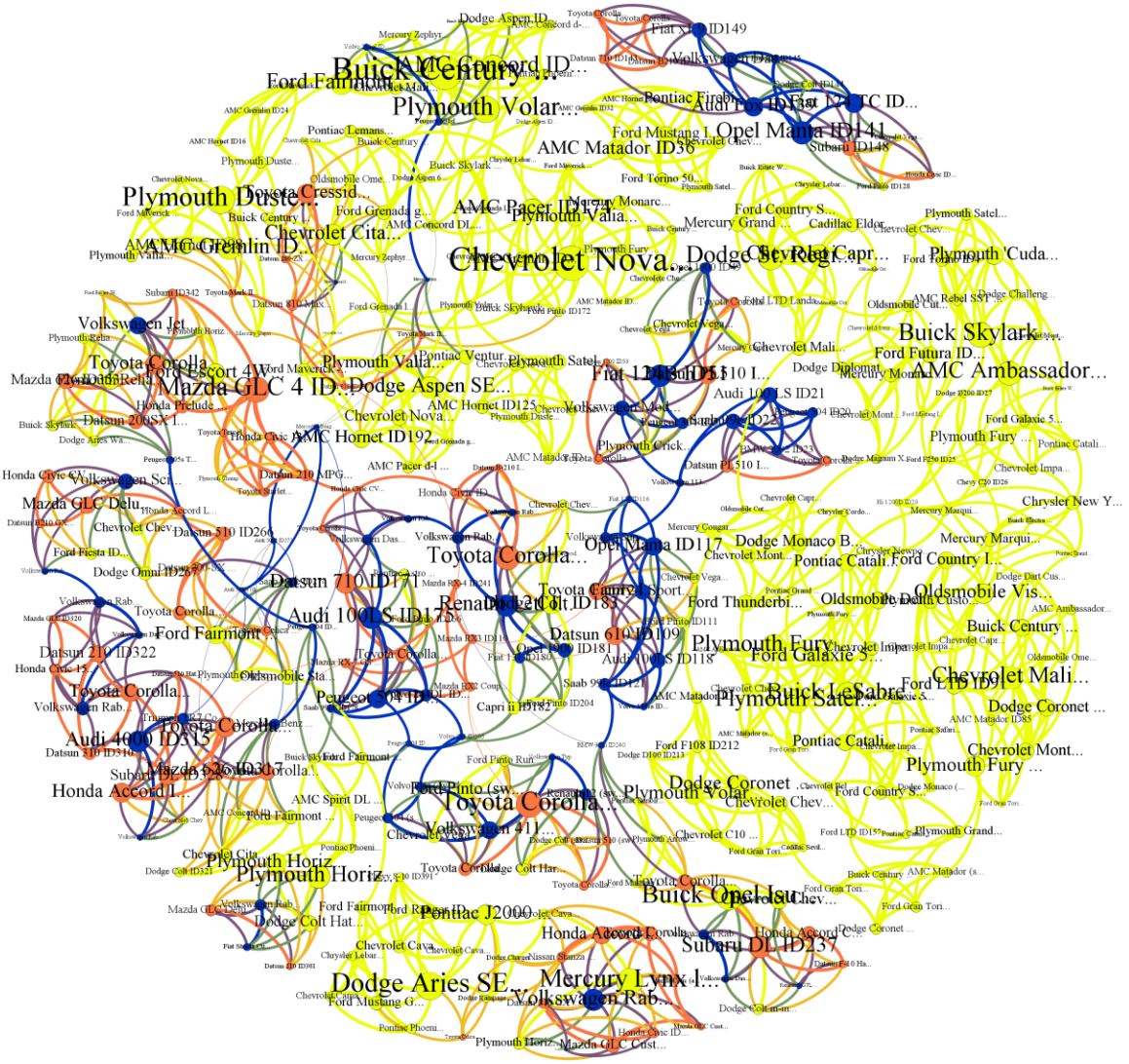



Figure 8 – The final network graph belongs to the Cars dataset: nodes are colored via class information, sized with Pagerank score, layout given with Fruchterman-Reingold [15] algorithm.

## 4. Visual Deductions from the Network Graph

There are several dimensions for us to interpret a network graph, like one produced for the Cars dataset. Here, we will present a limited version of our inferences from the graph; in two levels:

At overall graph level:

- We, first, can infer the dominance of class US.
- Class US samples are grouped more; which shows they are more similar intraclass. This might indicate that the classification performance for the class US is expected to be higher relatively than the other two classes.
- We also see that classes in Europe and Japan are mingled together in most of the sub-communities. This also might indicate both they produce cars similar to each other (might of be similar cultural characteristics on car preference?) and also we might expect lower classification performance for these classes.

- There are many regions in the graph that Japan cars co-occur with cars from the US (as illustrated in zoomed Fig. 9) This might indicate, at some era –possibly after the oil crisis of the 1970s, US car producers tend to produce some of their cars as fuel saver as compact models of traditional Japan producers.

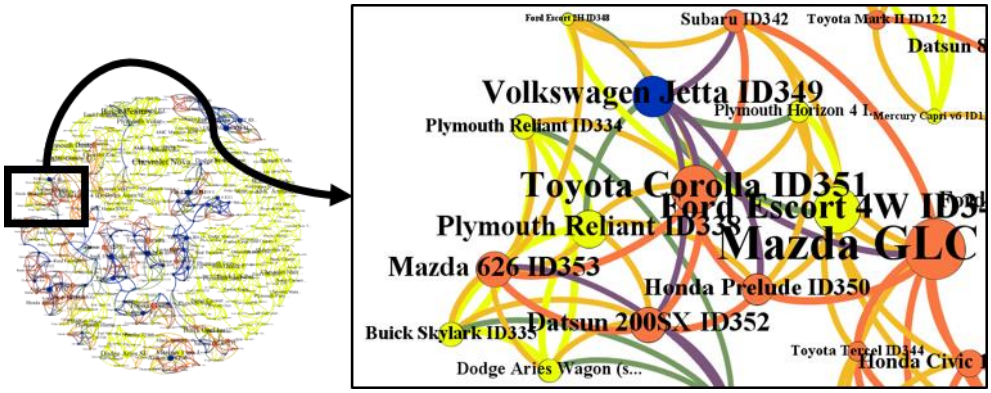



Figure 9 – Excerpt from the final network graph, showing an overlapping region with mostly US and Japan car models.

At individual samples level:

- A higher Pagerank score indicates that some cars (like Chevrolet Nova) might be representative of similar cars accumulated around them. That is, a group of (muscle) cars are similar together so that they have grouped; and illustratively in Fig. 10, Chevrolet Nova can be selected as a representative for that sub-community.

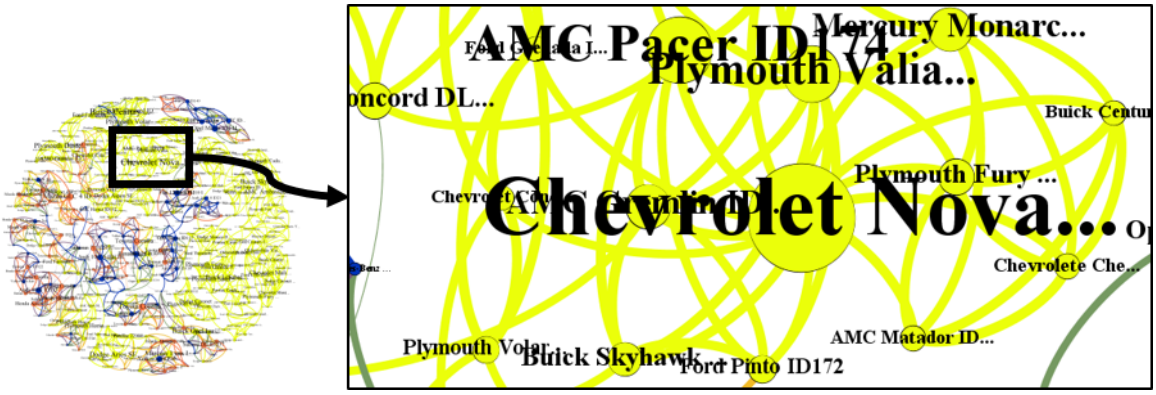



Figure 10 – Excerpt from the final network graph, showing a region dominated by US car models.

- We also can deduce that, for some nodes, the edge structure displays some sort of unreliability. Take Fiat Strada and Datsun 210 as illustrated in zoomed Fig. 11. For both, out of 5 connections (that are kept in the edge engineering stage before); only one of them connects them to the same class. In a balanced dataset, we should expect the majority of top n important edges should connect them to the same class. Considering there is some imbalance in the Cars dataset, it is still a low ratio. This might indicate that they might be unreliable or outliers; thus a machine learner model should consider giving less importance to those samples for a prediction model.

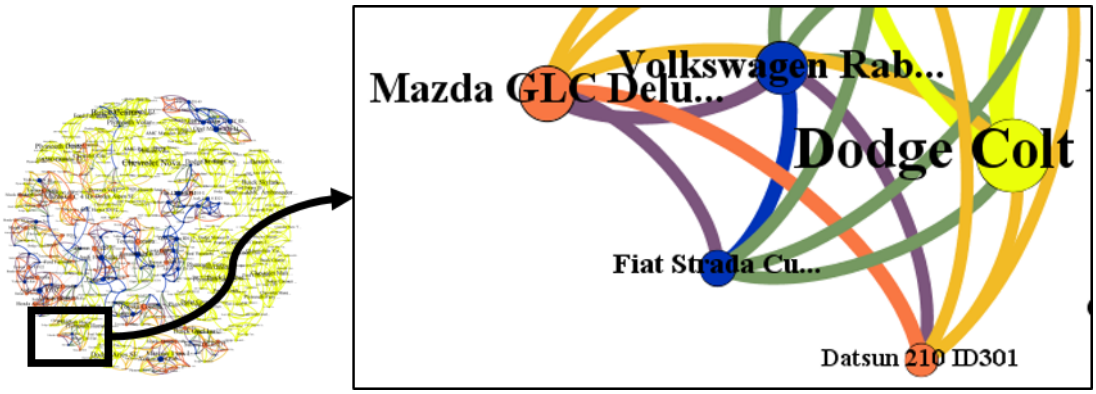



Figure 11 – Excerpt from the final network graph, showing a region mostly 'unreliable' nodes are accumulated and formed a group.

## 5. Discussion and Future Directions

We have introduced a novel and complementary EDA tool for converting tabular data into undirected network graphs. With the manual analysis of this network graph visualization, after a careful network analysis, we showed that several inferences can be deduced for the sake of the machine learning problem under study. We believe that the TD2NG tool will be a useful addition to the routine work process of data science researchers; as a first step for describing datasets into an interconnected graph structure. We also believe, in the future, it might have applications for outlier detection by node/data sampling; and also could be used for the class imbalance problem via the selection of representatives from most dominated classes of machine learner models.

## 6. References

**[1]** J. W. Tukey, *Exploratory data analysis*. Reading, Mass: Addison-Wesley Pub. Co, 1977.

**[2]** K. Wongsuphasawat, Y. Liu, and J. Heer, "Goals, Process, and Challenges of Exploratory Data Analysis: An Interview Study," *arXiv:1911.00568 [cs]*, Nov. 2019, Accessed: Jan. 31, 2022. [Online]. Available: http://arxiv.org/abs/1911.00568

**[3]** "Mastering Exploratory Data Analysis(EDA) For Data Science Enthusiasts." https://www.analyticsvidhya.com/blog/2021/04/mastering-exploratory-data-analysiseda-for-data-science-enthusiasts/ (accessed Jan. 31, 2022).

**[4]** Moreno, "Emotions Mapped by New Geography," *New York Times*, 1933.

**[5]** T. Venturini, M. Jacomy, and P. Jensen, "What do we see when we look at networks: Visual network analysis, relational ambiguity, and force-directed layouts," *Big Data & Society*, vol. 8, no. 1, p. 20539517211018490, Jan. 2021, doi: 10.1177/20539517211018488.

**[6]** W. Luo, A. M. MacEachren, P. Yin, and F. Hardisty, "Spatial-social network visualization for exploratory data analysis," in *Proceedings of the 3rd ACM SIGSPATIAL International Workshop on Location-Based Social Networks*, New York, NY, USA, Nov. 2011, pp. 65–68. doi: 10.1145/2063212.2063216.

**[7]** D. A. Morrison, "Phylogenetic networks: a new form of multivariate data summary for data mining and exploratory data analysis," *WIREs Data Mining and Knowledge Discovery*, vol. 4, no. 4, pp. 296–312, 2014, doi: 10.1002/widm.1130.

**[8]** J. R. Quinlan, "Combining Instance-Based and Model-Based Learning," 1993, pp. 236–243.

**[9]** "Auto-mpg dataset." https://kaggle.com/uciml/autompg-dataset (accessed Jan. 31, 2022).

**[10]** A. A. Hagberg, D. A. Schult, and P. J. Swart, "Exploring Network Structure, Dynamics, and Function using NetworkX," p. 5, 2008.

**[11]** "Bokeh 1.0.0 documentation." http://docs.bokeh.org/en/1.0.0/docs/citation.html (accessed Dec. 29, 2021).

**[12]** M. Bastian, S. Heymann, and M. Jacomy, "Gephi: An Open Source Software for Exploring and Manipulating Networks," *Proceedings of the International AAAI Conference on Web and Social Media*, vol. 3, no. 1, Art. no. 1, Mar. 2009.

**[13]** J. Brownlee, "Feature Selection For Machine Learning in Python," *Machine Learning Mastery*, May 19, 2016. https://machinelearningmastery.com/feature-selection-machine-learning-python/ (accessed Jan. 31, 2022).

**[14]** N. Dianati, "Unwinding the hairball graph: Pruning algorithms for weighted complex networks," *Phys. Rev. E*, vol. 93, no. 1, p. 012304, Jan. 2016, doi: 10.1103/PhysRevE.93.012304.

**[15]** T. M. J. Fruchterman and E. M. Reingold, "Graph drawing by force-directed placement," *Software: Practice and Experience*, vol. 21, no. 11, pp. 1129–1164, 1991, doi: 10.1002/spe.4380211102.

**[16]** L. Page, S. Brin, R. Motwani, and T. Winograd, "The PageRank Citation Ranking: Bringing Order to the Web." 1998.

**[17]** B. W. Kernighan and S. Lin, "An efficient heuristic procedure for partitioning graphs," *The Bell System Technical Journal*, vol. 49, no. 2, pp. 291–307, 1970, doi: 10.1002/j.1538-7305.1970.tb01770.x.

**[18]** V. D. Blondel, J.-L. Guillaume, R. Lambiotte, and E. Lefebvre, "Fast unfolding of communities in large networks," *J. Stat. Mech.*, vol. 2008, no. 10, p. P10008, Oct. 2008, doi: 10.1088/1742-5468/2008/10/P10008.

# OPPORTUNITIES AND CHALLENGES FOR 6G

***Alper Aytekin*[1], Vasfiye Mençik[2], Cafer Budak[3]***
[1]Batman University, Faculty of Engineering Architecture, Department of Electric-Electronic Engineering, Batman- Turkey, *alper.aytekin@batman.edu.tr*
[2] Batman University, Faculty of Engineering Architecture, Department of Electric-Electronic Engineering, Batman-Turkey, *vasfiye.mencik@batman.edu.tr*
[3] Dicle University, Faculty of Engineering, Department of Electric-Electronic Engineering, Diyarbakır, Turkey, *cafer.budak@dicle.edu.tr*
**Corresponding author:* alper.aytekin@*batman.edu.tr*

***Abstract**: The security, speed and capacity of communication systems are vital to the digital world, where every device will become increasingly intelligent, automated and interconnected. Mobile networks can be described as data highways, and in a fully connected, intelligent digital world, everything from humans to vehicles, sensors, data, cloud resources and even robots must be connected. Fifth generation (5G) wireless networks offer significant advances beyond 4G, but may not meet all the connectivity demands of the future digital society. It is of great importance that the new communication system to be developed works in full harmony with the existing communication systems. In this study, potential 6G applications, 6G technologies were investigated and the importance of using artificial intelligence to prevent inconsistencies that may occur in heterogeneous networks was examined.*

***Keywords:** Cellular Communication, 5G, 6G*

## 1. Introduction

All cellular communication systems from the first generation (1G) to the fifth generation (5G) have been developed to respond to the demands of user operators, as shown in Figure 1In addition to all this, societies today are becoming more and more data dependent. Cities, homes and production environments are expected to be equipped with sensors in the coming period, and new systems driven by artificial intelligence in local 'cloud' and 'fog' environments are expected to open the door to many new applications [1]. All these developments require wireless communication systems to be high security, low latency and high speed. Fig. 1. shows the evolution of cellular communication technologies.

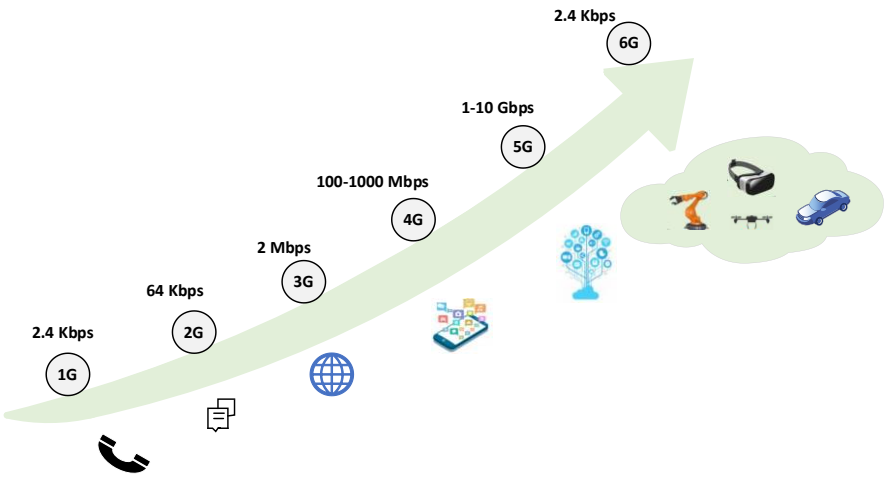



Figure 1. Evolution of cellular communication technologies

With 6G, it is expected that an important step has been taken towards the full realization of the Internet of Things (IoT) concept, by enabling information sources, vehicles, devices, wearable computers to fully communicate with each other beyond personalized communication. The fifth generation (5G) cellular communication protocol, also known as New Radio (NR), was developed to meet the increasing interest and demands for wireless communication technology. 5G NR set a new headwind by proposing groundbreaking new technologies such as 'Ultra Reliable and Low Latency Communication' (URLLC) and 'large Machine Type Communication' (mMTC). The fact that the services in question have very heterogeneous requirements has caused the systems to become more complicated. URLLC addresses critical applications in different vertical industries, while mMTC requires providing energy and spectrally efficient connectivity to a large number of Internet of Things (IoT) devices. These ever-expanding requirements are moving towards a situation that cannot be met with 5G.

The most basic feature expected from cellular communication systems is to enable high data rates. For this reason, the most important goal is to increase the data rate in new generation communication systems, which are developed approximately every ten years [2]. The comparison of data rates enabled by cellular communication systems developed from 1G to 5G and the expected data rate from 6G technology are given in Tab. I.

Table-I Data rate comparison of communication generations

| **Generation** | **Year of Development** | **Data Bandwith** |
|---|---|---|
| 1G | 1970-1980 | 2 Kbps |
| 2G | 1990-2004 | 64 Kbps |
| 3G | 2004-2010 | 2 Mbps |
| 4G | 2015-2019 | 1 Gbps |
| 5G | 2020-2022 | 10 Gbps |
| 6G | 2025- | 1 Tbps |

In order to respond to such increasing demands in the future, new revolutionary communication technologies, innovative network architectures and artificial intelligence integration are expected. In the face of all these technological developments, which are predicted to exceed the capacity, speed and reliability limits of existing cellular communication systems, it has become necessary to develop a new communication protocol. In this study, the potential applications for 6th generation communication systems, technologies that enable 6G development and the difficulties to be overcome for machine-type communication are investigated. Section-2 includes potential applications for 6G technology and technologies that enable 6G , section-3 conclusion and recommendations.

## 2. Materials and Methods

### 2.1. Potential 6G Applications

Fifth generation communication technologies aimed to achieve success in increasing the data rate, providing secure communication and reducing system complexity. On the contrary, the prospects for

2030 and beyond will bring new applications for wireless technologies with stringent requirements (in terms of ultra-high reliability, capacity, energy efficiency and low latency) that will inevitably exceed the capacity of existing technologies. The main goal of 6G is to ensure that these requirements are met. Fig. 2. It gives different 6G applications according to key performance criteria (KPI) [3].

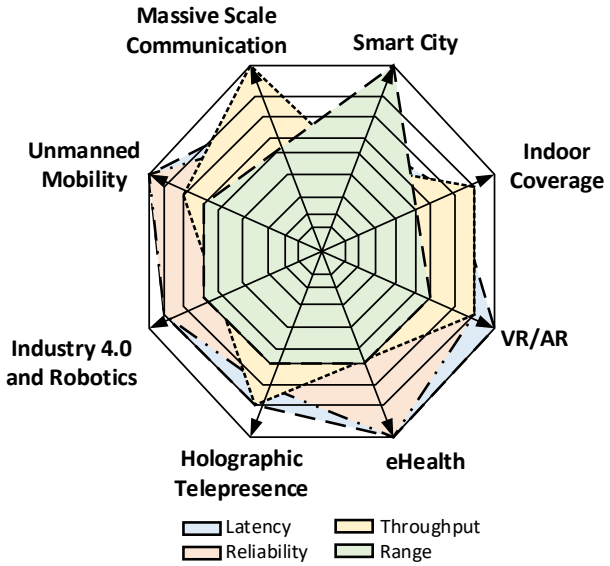



Figure 2. Different 6G applications by key performance criteria (KPI)

In this section, the technologies required for the development of applications that are expected to meet 6G goals such as high data rate, ultra-high reliability, and high coverage and to serve them in accordance with the goals are researched. Multi-data transmission, which can reach speeds of up to Mbps, which 5G wireless systems partially achieve, will no longer meet the demands of societies that are completely data-dependent and need ultra-high-efficiency connectivity almost instantly.

*2.1.1 Large-scale communication*

Although 5G networks have been developed to support more than 1000 users per $km2$, it is expected that after 2022 mobile data traffic will increase approximately 3 times and the number of mobile devices many times [4]. This would present a very difficult picture to meet with traditional systems that are already bottleneck in terms of spectral and traffic, causing the required Quality of Service (QoS) to not be guaranteed. In addition, the Mbps data rates that 5G systems will try to provide will no longer be able to meet the demands of societies that have become completely data-dependent and need ultra-high-throughput connectivity almost instantly. For all these reasons, there is a need to develop large-scale communication systems.

*2.1.2 Augmented Reality (AR) and Virtual Reality (VR)*

Wireless AR and VR systems are expected to bring breakthrough innovations in a wide range of sectors, from remote surgical operations to online education systems, which have increased their importance during the pandemic period, from the video game industry to overseas military operations. VR/AR applications will face unprecedented challenges in terms of capacity, scarcity, subms latency, and uniform experience quality (at the cell edge) posed by the increasing number of users [5]. By meeting the heterogeneous requirements of 6G communication system, cloud and fog computing

techniques, network and backhaul/front carrier limitations, it will ensure efficient data distribution and offer a comfortable use to end users.

*2.1.3 Hologram Technology*

The hologram technology, known as the technology of the future, should reach a data rate of 4.32 Tbps, at best probability, in order to serve properly and properly. In hologram technology, where instant data transmission is the basic principle, the highest tolerable delay is in the order of subms and thousands of synchronized viewing angles will be needed, unlike the two angles required for 4K/8K HD audio/video and the 12 required for VR/AR [6]. In addition to all these, in order to provide a realistic experience, the perfect transmission of all the subtleties of the five human senses will create a greater burden on the system. All these goals and expectations will evolve throughout 6G technology as it exceeds 5G capacity.

*2.1.4 e-Health Applications*

With the development of 6G technology, very important innovations and achievements are expected in the health sector. The capacity of existing communication technologies is insufficient to develop remote surgical operation systems, which are the focus of expectations. Remote surgical operation systems require a high coverage area, a flawless and high-speed communication channel, and most importantly, a communication system with ultra-high reliability. 6G developments are expected to unlock the potential of eHealth applications with innovations such as mobile edge computing, virtualization and artificial intelligence.

*2.1.5 Machine-type communication (MTC)*

The main goal of 6G development is to provide unlimited data connectivity with a network that is resistant to inconsistencies that may occur in homogeneous and heterogeneous networks. At this point, one of the most important technologies expected from 6G is machine-type communication. Consumption-oriented societies around the world attach great importance to fast, cheap and reliable production. The main design goals of a low-cost network optimized for MTC are to increase the scalability, reliability, latency, and efficiency of the network in terms of spectral utilization and energy consumption while reducing distribution costs [7]. MTC will be an important cornerstone of 6G development, with the goal of providing vertical private wireless networking solutions.

**2.2 Technologies that enable 6G**

New generation communication technologies are characterized by filling the gaps in the areas where the existing systems are insufficient. For this purpose, the main goal of new generation communication systems is to provide high bandwidth, promise low delay and use spectrum efficiently. For example, large Multiple Input, Multiple Output (MIMO) and mmWave communications are key applications of 5G networks that serve this purpose. 6G networks are expected to rely on RF spectrum (i.e. 6 GHz and mmWaves), as well as Thz frequency bands not yet used for cellular standards, and Visible Light Communication (VLC), which is noted for its data security.

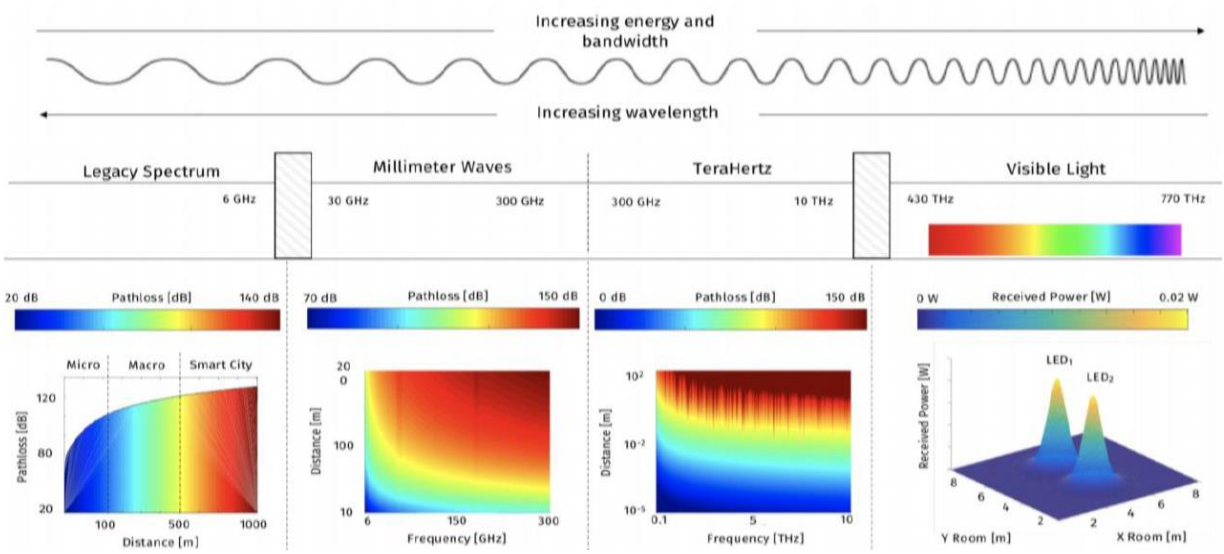



Figure 3. Path losses for certain frequency spectrums

Fig. 3. [8] represents the path loss for each of these bands in typical distribution scenarios to highlight the differences and opportunities that each part of the spectrum can exploit.

*2.2.1 Terahertz Communication*

Terahertz communication uses the spectrum range from 100 GHz to 10 THz. Similar to the high-frequency mmWave waves used in 5G systems, Thz communication brings with it the opportunities and challenges required to communicate at high frequencies [9]. The main problems that hinder the use of signals in the terahertz frequency band in communication systems are known as propagation loss, molecular absorption, and high penetration loss. In addition to the difficulties, it is predicted that it will provide the parameters that form the basis of 6G technology, such as high bandwidth and high speed, thanks to the high and unexplored frequency region it provides and the opportunity to use micron-sized antennas.

*2.2.2 Visible Light Communication (VLC)*

In VLC systems, it is recommended to complement the RF communication by supporting the use of Light Emitting Diodes (LEDs) [10] as transmitters. Thanks to this technology, it is aimed to benefit from the visible light band, which has a very limited use in communication systems and has a wide spectrum range. Research on VLC has revealed that it is more useful than terahertz communication, thanks to its lower experimental platform cost. In addition to all these, the VLC system to be installed in a room covered with opaque walls will ensure that the data stays only between these four walls and will bring high data security. For this reason, it is expected that VLC systems will be preferred frequently in military applications.

*2.2.3 Artificial Intelligence Integrated Network*

It is foreseen that the existing communication systems will be insufficient to provide the targeted new technologies, so a new 6G network architecture is needed to be developed. In addition to all these, even if a new communication system is developed, the use of old technologies will still continue, so it will require structural updates in the existing mobile network designs. For example, the high data rate provided by terahertz communication will create constraints on the underlying transport network, which must provide both more access points to fiber and a higher capacity than today's backhaul networks. In addition, the diversity of the different communication technologies available

will increase the heterogeneity of the communication network. At this point, it is recommended to adopt new approaches such as cell-free architecture and tight integration of multi-frequency and communication technologies, 3D network architecture, energy harvesting strategies for low-power grid operations, and advanced access-backhaul integration [11]. Fig. 4 shows the innovative network architecture targeted in this context.

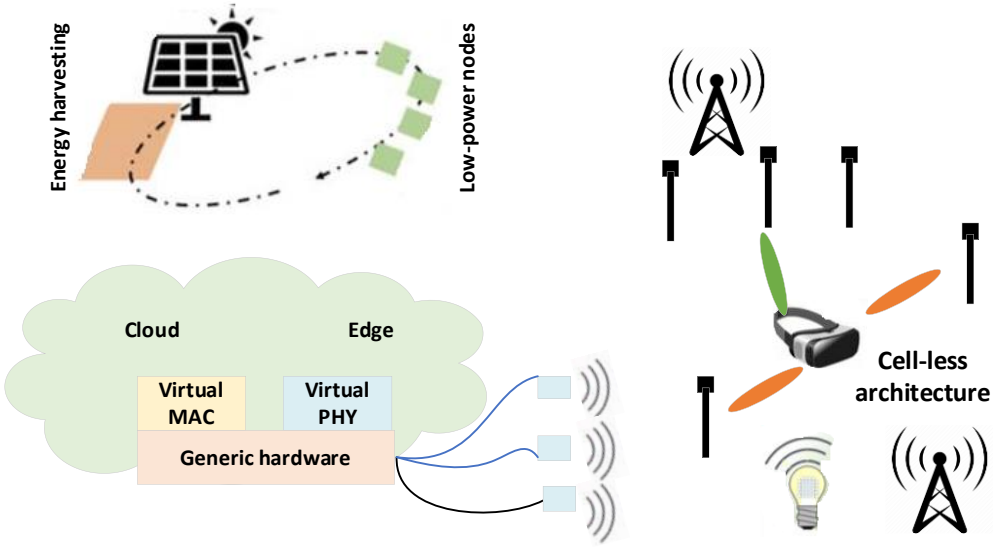



Figure 4. Innovative network architecture for 6G

The complexity and heterogeneity of 6G communication systems and existing systems in the network architecture will increase the need for optimization systems and the importance of using an optimization system. Although the application of smart communication methods in smart networks has already been discussed in the field of 5G, 6G systems are expected to be more heterogeneous and require much higher system requirements than 5G [12]. For this reason, it is expected that artificial intelligence technologies will play a more prominent role in the system by going beyond the signal classification and modulation prediction applications applied for 5G systems.

## 3. Conclusion

In this study, promising applications that are likely to be needed in the future and demanded beyond 5G-6G are examined. It has been seen that the applications in question will have very ambitious demands in parameters such as high speed, low delay, high reliability, and the reasons for these demands are examined. It has been seen that traditional communication systems will be insufficient to meet these expectations. At this point, the opportunities and challenges brought by a new generation communication system (6G) that needs to be developed have been revealed. In addition to the promises of technologies such as hologram technology, intercontinental surgical operation, machine-type communication, which are aimed to be developed with 6G, technologies such as the use of terahertz spectrum, artificial intelligence integrated network architecture, which will allow these technologies to be developed, are examined. It is foreseen that 6th generation communication systems will be developed by using these technologies in the next ten years.

## 4. References

**[1]** M. Giordani, M. Polese, M. Mezzavilla and M. Zorzi, "Toward 6G Networks: Use Cases and Technologies," IEEE Communications Magazine , vol. 58, no. 3, pp. 55-61, 2020.

**[2]** S. Elmeadawy and R. M. Shubair, "ENABLING TECHNOLOGIES FOR 6G FUTURE WIRELESS COMMUNICATIONS: OPPORTUNITIES AND CHALLENGES," ArXiv preprint arXiv:2002.06068, 2020.

**[3]** E. C. Strinati, S. Barbarossa, J. L. Gonzalez-Jimenez, N. Cassiau, L. Maret and C. Dehos, "6G: The Next Frontier: From Holographic Messaging to Artificial Intelligence Using Subterahertz and Visible Light Communication," IEEE Vehicular Technology Magazine , vol. 14, no. 3, pp. 42-50, 2019.

**[4]** I. F. Akyildiz, J. M. Jornet and C. Han, "Terahertz band: Next frontier for wireless communications," Physical Communication, vol. 12, no. 1, pp. 16-32, 2014.

**[5]** A. B. e. al., "Terahertz Technologies to Deliver Optical Network Quality of Experience in Wireless Systems Beyond 5G," IEEE Communications Magazine, vol. 56, no. 6, pp. 144-151, 2018.

**[6]** M. S. e. al., "5G: A Tutorial Overview of Standards, Trials, Challenges, Deployment, and Practice," IEEE Journal on Selected Areas in Communications, vol. 35, no. 6, pp. 1202-1221, 2017.

**[7]** N. N. e. al., "Simple Traffic Modeling Framework for Machine Type Communication," in The Tenth International Symposium on Wireless Communication Systems, 2013.

**[8]** Y. Siriwardhana, P. Porambage, M. Liyanage and M. Ylianttila, "AI and 6G Security: Opportunities and Challenges," in 2021 Joint European Conference on Networks and Communications & 6G Summit, 2021.

**[9]** T. S. R. e. al., "Wireless Communications and Applications Above 100 GHz: Opportunities and Challenges for 6G and Beyond," IEEE Access, vol. 7, pp. 78729-78757, 2019.

**[10]** H. A. e. al., "Hybrid RF/VLC Systems: A Comprehensive Survey on Network Topologies, Performance Analyses, Applications, and Future Directions," EEE Access, vol. 9, pp. 160402-160436, 2021.

**[11]** H. Tataria, M. Shaf, A. F. M. M. Dohler, H. Sjöland and F. Tufvesson, "6G Wireless Systems: Vision, Requirements, Challenges, Insights, and Opportunities," Proceedings of the IEEE, vol. 109, no. 7, pp. 1166-1199, 2021.

**[12]** D. G. e. al., "XAI—Explainable artificial intelligence," Science Robotics , vol. 37, no. 4, 2019.

# RESEARCHER NETWORK SEARCH ENGINE

***T.Tugay Bilgin[1],Yasin Yener [2]***
[1]Bursa Technical University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Departments of Computer Engineering, Bursa-Turkey
[2]Minteq Asmaş, IT Department, İstanbul, Turkey

***Abstract:*** *This study aimed to determine the similarities between researchers registered with ARBİS system by using data mining and social network analysis methods. A researcher registered with the ARBIS system can access the information of other researchers -those have common research fields- by using the query service on the system. However, since the querying can only be done according to scientific research areas only, the information of hundreds of people is listed. A researcher cannot identify the researchers those have common research fields by examining the list. Thanks to our proposed approach, when a researcher's name is searched, the most similar thirty researchers are shown with a network graph. Thus, the researcher visually examines the degree of closeness of the person closer to him and, if necessary, can contact with him. The following technologies were used to develop this application: MySQL for data storage, PHP for backend programming, R for data analysis and data mining, and D3js JavaScript library for data visualization.*

***Keywords:*** *Data Mining, Search Engines, Data Visualization*

## 1. Introduction

Nowadays, the concept of social networking is frequently used and with the spread of the Internet, each community establishes its own unique network. Many analytics are performed through these networks to create knowledge about issues such as advertising, sales, customer and human behavior. The ARBIS system has been developed by TUBITAK in order to keep the information of researchers in Turkey and to connect researchers with each other.

With this study, it was aimed to determine the similarities between the researchers registered in the ARBIS portal in Turkey according to the similarity in their study areas and to visualize them in graphs. In this way, an application called Researcher Network has been developed by using the social networking concept, which has become widespread nowadays for researchers.

In ARBIS, researcher information was obtained by gathering each field of activity under the Technical Sciences field of activity one by one. After the preprocessing stage, a query system using data mining techniques was developed. The results are presented in graph form. With graph representation, it is aimed for a researcher to identify other researchers similar to himself.

## 2. Related Works

### 2.1. Academic Search Engines

In the literature, there are some studies aimed at connecting people active in the academic field with each other. The web application of Microsoft company named http://academic.research.microsoft.com shown in Figure 1 is an example in this area. Academic staff who have similar publications to the searched person and who have common publications are shown with graphs [1]. In this application, by clicking on each node in the diagram, the relevant academic staff were investigated. However, this application has been terminated by Microsoft after a while and

results are given in text format instead of graph chart. On May 4, 2021, Microsoft announced that the Microsoft Academic Search web site and APIs would be completely retired on 2021 December [2].

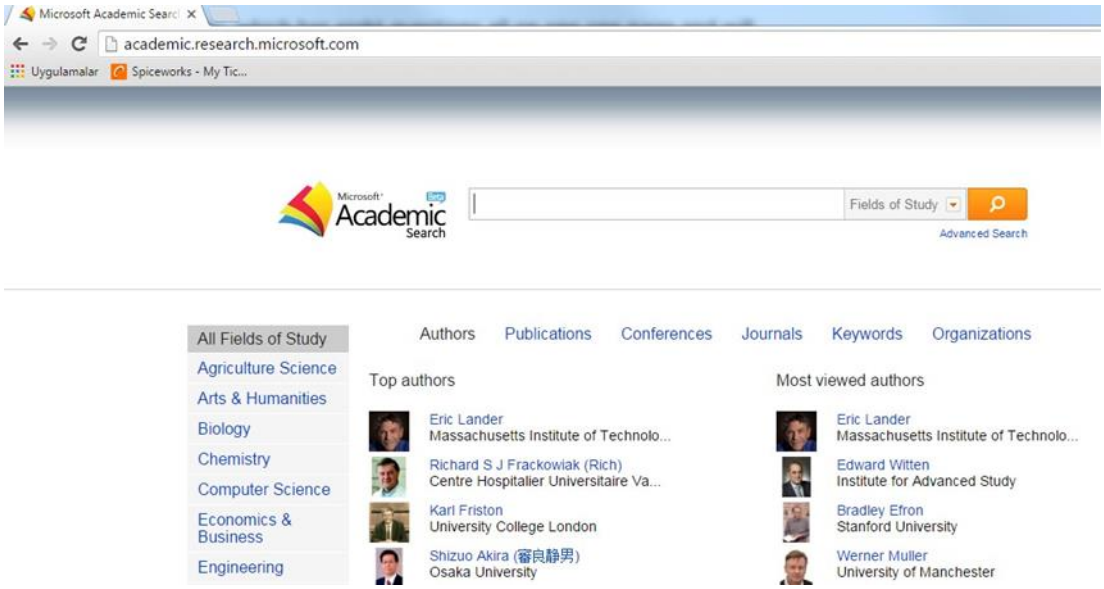



Figure 1. Microsoft academic search site screenshot.

In the academic search application developed by the Higher Education Institution (YÖK), academic staff registered in the institution's own database can be searched [3]. With the application shown in Figure 2, academic staff can be searched according to academic name, university name and theses.

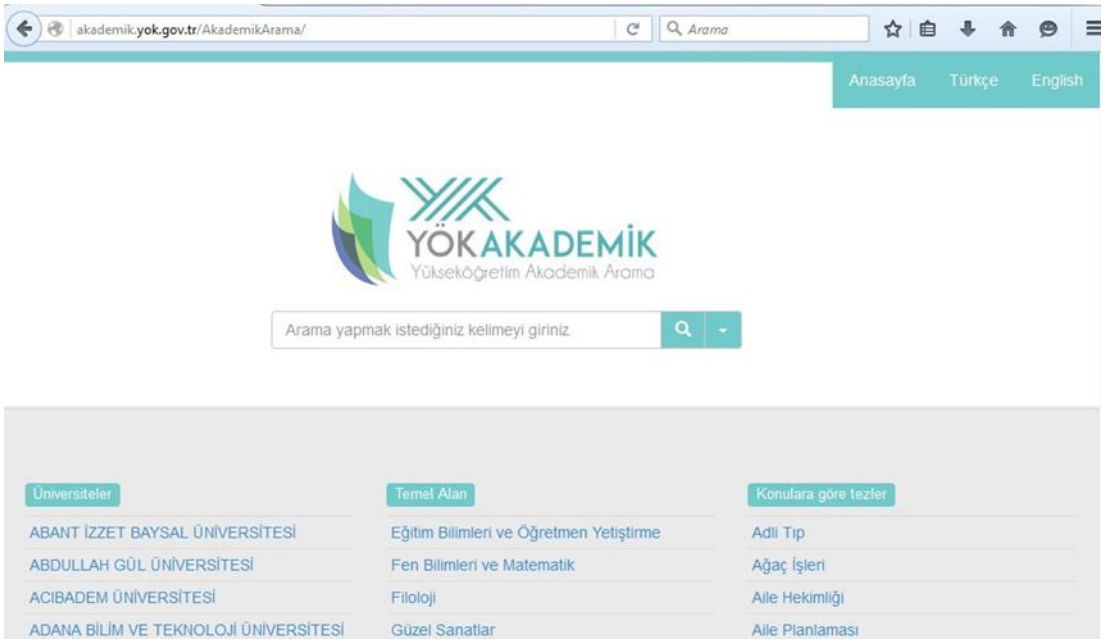



Figure 2. Screenshot of the YÖK academic search web site.

When an academic is searched in the YÖK search engine, the link of the relevant academician with the co-authors are displayed using the "People Collaborating" link. In this system, diagram links

are the number of jointly published articles and papers. Data science techniques are not used while generating charts in the YÖK search system. The connections established through the names on the publications are visualized. The people whose names are mentioned in the articles of a sample academician questioned in the YÖK search system are shown on the graph in Figure 7.

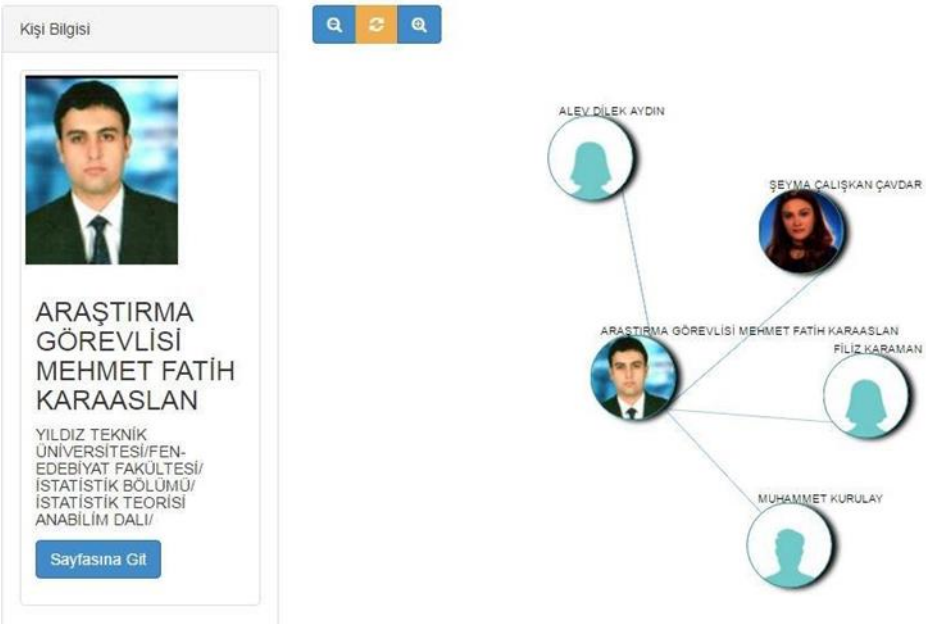



Figure 3. Graphical representation of YÖK in academic search engine.

### 2.2. Types of Social Network

Social networking is the definition of the connection to which people are connected. Social network analysis is frequently used in many fields such as sociology, anthropology, social psychology, communication, economics and mathematics. In the representation of social networks; nodes represent individuals and / or organizations, and links / edges indicate relationships between nodes. Relationships can be unilateral and / or mutually weak or strong (Figure 4).

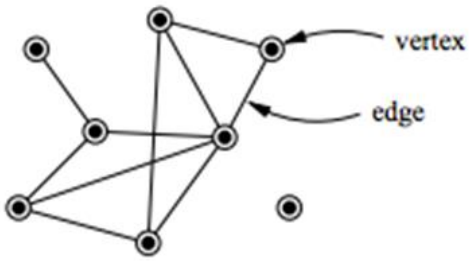



Figure 4. Graphical representation of social networks.

The topology of networks, social networks are classified into three types. These; central, multi-centered and distributed network topologies (Figure 5).

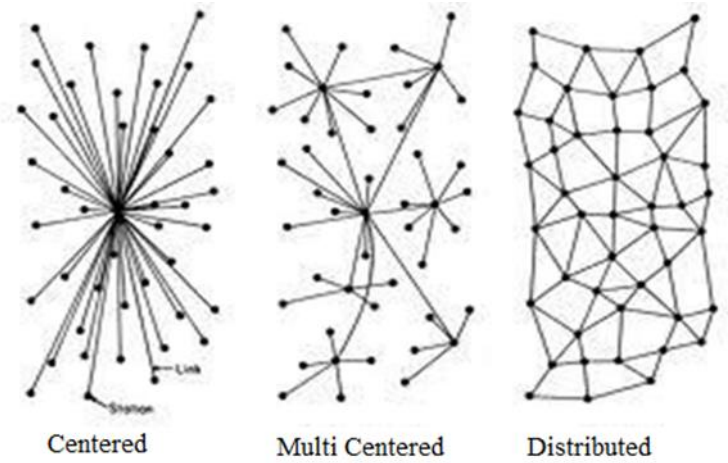



Figure 5. Classification of Social Networks [4].

Central Networks (Star Topology): In the central network, all nodes are connected to a single node. There is no connection between the branches. These networks are hierarchical and there is only one authority.

Multi-centered Networks (Tree Topology): It is the interconnection of the centers of many central networks. An example of a multi-center network is the airway system. Each point transmitted in the airway system forms the center of a separate network.

Distributed Networks (Mesh Topology): A distributed network has no center. Each node is independent. There are many ways to go from one node to another. An example of this network is the roads and torrent sharing network. Apart from these topologies, there are dense, sparse, core-periphery, high-connected and small word topologies [4].

## 3. Data Collection and Pre-processing

### 3.1. Data Collection

In order to gather the researchers and related activity on the ARBIS system, the relevant field of activity should be queried. In this study, inquiries were limited in the main field of activity of "Technical Sciences". All main areas of activity are subdivided. 1095 sub-areas were identified in the system and the sub-area under which the activity area belongs was recorded in a database table.

Data Load software was used to retrieve data from the ARBIS portal. Although this program is designed for automatic data input into ERP applications, it can be also used for data collection. In a web application, many operations can be performed such as clicking on a predefined screen coordinate, entering data into this field, and pressing ENTER key [5]. Data Load software is used for automatic data input into an application and the Classic version is free and available in website. In this study, Data Load program was used to gather the activity fields by clicking on ARBIS portal programmatically.

1095 activity areas under the Technical Sciences were questioned by executing data load program commands as if they were being interrogated by a human being. Each query result is saved as an html file.

### 3.2. Parsing and Saving Data into MySQL Database

The files downloaded by Data Load Software are pre-processed. The HTML tags are removed and remaining data were saved into a MySQL table using PHP programming language. The MySQL database structure is given in Figure 6.

| kategorilerdb | | | |
|---|---|---|---|
| id | MEDIUMINT | AI | PK |
| katno | MEDIUMINT | | |
| ustid | MEDIUMINT | 50 | |
| mainmenuad | VARCHAR | 200 | |
| menuad | VARCHAR | 200 | |
| altmenu | VARCHAR | 5 | Evet, Hayır |
| sno | MEDIUMINT | | |

| arastirmacidb | | | |
|---|---|---|---|
| id | INT | AI | PK |
| ad | VARCHAR | 100 | |
| soyad | VARCHAR | 100 | |
| email | VARCHAR | 200 | |

| iliskidb | | | |
|---|---|---|---|
| id | BIGINT | AI | PK |
| katid | MEDIUMINT | | |
| arastirmaciid | INT | | |

Figure 6. MySQL database table structure.

In the PHP application, the text files were parsed and the information of the researchers was extracted. The name, surname and email of the researchers were obtained and stored in the relevant tables in the database. The information about the field of activity of each researcher is stored in another table.

## 4. Researcher Network Search Engine Implementation

### 4.1. Application Server Software Infrastructure

The R programming language was used as a Data Mining Engine. Our R scripts determine the similarities (neighborhoods) of the researchers. PHP programming language is used for the development of server side web application. R language codes are executed inside the PHP programming language via the exec command [6]. This allows us to run ".r" files that contain the R commands in the Rscript application as a batch file. The following is a sample code for executing R files in PHP using the exec command.

```
<?php exec("Rscript *.R",$return); ?>
```

The R program executes the commands in the file ".r ", and writes the data analysis results into a text file in series. The PHP program takes the results from the text file and translates them into JSON format. The JSON file is processed in the client side browser with Javascript language, and a visual chart graph is generated in the web browser. The block diagram of the system is given in Figure 7.

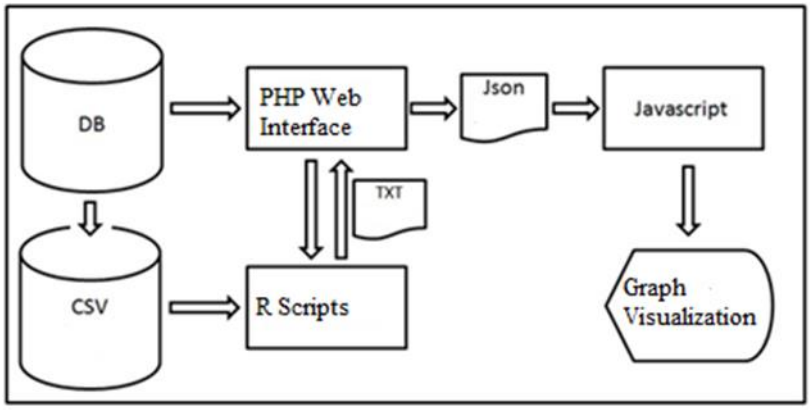



Figure 7. Block diagram of the academic search engine system.

As can be seen in Figure 7, the R programming language is not intended to get information directly from the MySQL database. Instead, the relevant fields in the database are converted into CSV (comma separated value) file and given as input to R scripts. This is preferred because the communication between the R programming language and the database does not provide fast and efficient results. A CSV file containing the name, surname, email and fields of activity of the

researcher was generated using the PHP language. In this file, if a researcher has activity in the relevant column, it is coded as 1 otherwise 0. Since the generated MySQL database is intended read-only, the CSV file is prepared for one time only after the data is gathered. CSV file content is shown in Figure 8.

| | arastirmaci | 28 | 30 | 31 | 34 | 35 | 36 | 38 | 39 | 40 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | ABDİ-KÜKNER-kukner@itu.edu.tr | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | ABDİ-ATILGAN-dashing0343@gmail.com | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | ABDUL HAFEZ-ABDUL HAFEZ-abdul.hafez@hku.edu.tr | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | ABDULCELİL-BUĞUTEKİN-abugutekin@adiyaman.edu.tr | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | ABDULKADİR-BİLİŞİK-kadirbilisik@gmail.com | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | ABDULKADİR-GÜLLÜ-agullu@gazi.edu.tr | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | ABDULKADİR-ÖZCAN-akadirzcn@gmail.com | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8 | ABDULKADİR-TURAN-abdulkadir.turan@yapikredi.com.tr | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Figure 8. Table view of CSV file.

The screenshot of the application developed in this study is given in Figure 9. In this implementation, an AJAX (Asynchronous JavaScript and XML) call is made from the client side to the server side after each character typed into the search field. In this way, the list of researchers matching the text entered in the search box is queried in the database. If ENTER is pressed at this stage, the researcher's information is sent from the form to the server. On the server, this researcher's similarity calculation is made. Similarity calculations can also be made by selecting any researcher from the drop-down list.

Figure 9. Researcher network search engine web application.

The CSV file is prepared in such a way that the ID number of the person in the database and the line number in the CSV file are the same. In this way, by using the person's ID number, it is determined with which line of the CSV file the graph will be created. The process of reading data from CSV file with R language is coded as follows.

```
csvfile=read.table("csvfile.csv", sep=";",quote= "\")
```

K-NN (K-nearest neighbor) algorithm was preferred for determining the most similar researchers. In the R program, the FNN library is imported to run the K-NN algorithm. The FNN Library downloaded from the CRAN site is made available by calling the library command.

```
library(FNN)
```

Implementation of the K-NN algorithm in the FNN library is named "knnx". The "brute" method in the knnx function is used to find the nearest neighbor. The parameters are "csvm" in the

matrix structure, the row to be queried, the number of closest neighbors and the type of algorithm are used. An example form of function call is given below.

knndata=get.knnx(csvm,query , k=30, algorithm=c(brute))

When the "get.knnx" function completes its work, it returns the neighborhood matrix named "knndata " with the line index number and calculated distance information. The contents of the variable "knndata" are shown in Figure 10.

```
> knndata=get.knnx(csvm,query , k=30, algorithm=c("brute"))
> knndata
$nn.index
      [,1]  [,2] [,3]  [,4] [,5]  [,6]  [,7]  [,8]  [,9] [,10] [,11] [,12] [,13] [,14] [,15] [,16]
[1,] 10402 10395 7155 12033 7403 10226 11856 14840 14896 14949   537 10169 10319 10987 12025 12085
     [,17] [,18] [,19] [,20] [,21] [,22] [,23] [,24] [,25] [,26] [,27] [,28] [,29] [,30]
[1,] 12900 13345 13483  9464 10179 10192 10306 11442 11464 12006 12086 12875 12904 12939

$nn.dist
     [,1]     [,2]     [,3]     [,4]     [,5]     [,6]     [,7]     [,8]     [,9]    [,10]    [,11]
[1,]    0 3.741657 4.123106 4.123106 4.242641 4.242641 4.242641 4.242641 4.242641 4.242641 4.358899
        [,12]    [,13]    [,14]    [,15]    [,16]    [,17]    [,18]    [,19]    [,20]    [,21]    [,22]
[1,] 4.358899 4.358899 4.358899 4.358899 4.358899 4.358899 4.358899 4.358899 4.472136 4.472136 4.472136
        [,23]    [,24]    [,25]    [,26]    [,27]    [,28]    [,29]    [,30]
[1,] 4.472136 4.472136 4.472136 4.472136 4.472136 4.472136 4.472136 4.472136
```

Figure 10. The contents of the knndata variable.

Line number 1 "$ nn.index" holds the index numbers. The "$ nn.dist" holds the similarity between the person i and person j. The closer to 0 means the greater the similarity. These values are written to the text file and the results are transferred to server-side software developed with PHP.

### 4.2. K-NN Algorithm

The K-Nearest Neighbor algorithm (K-NN) is one of the methods of supervised learning that solves the classification problem. In the method; by calculating the similarities of the data to be classified to the behavior data in the learning set; assigned to classes according to the threshold value determined with the average of k data considered to be the closest. The important thing is that the characteristics of each class are clearly defined in advance. The performance of the method is influenced by the number of closest neighbors, threshold value, similarity measurement and adequate number of normal behaviors in the learning set [7]. The K-NN algorithm generally uses Euclidean distance (Equation 1). Euclidean distance is the application of Pythagorean theorem in n-dimensional space.

$$d(p,q) = d(q,p) = \sqrt{(q_1 - p_1)^2 + (q_2 - p_2)^2 + \cdots + (q_n - p_n)^2} = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} (q_i - p_i)^2} \qquad (1)$$

The K-NN algorithm is often confused with the K-Means algorithm. K-means is an unsupervised learning algorithm used for clustering problem whereas K-NN is a supervised learning algorithm used for classification and regression problem. K-NN Algorithm is based on feature similarity and K-means refers to the division of objects into clusters. In the Distance/Similarity calculation process, metrics such as euclidean distance and Manhattan distance, which are used in k-means and hierarchical clustering methods, can be used. The K-NN algorithm consists of five steps [8].

1. First, the K value is determined.
2. Euclidean distance from all other objects to the target object is calculated.
3. Distances are sorted and the nearest neighbors are found.
4. The nearest neighbor categories are determined.
5. The category of the majority of the nearest neighbors is selected.

### 4.3. Graph Visualization Web Application

The data returned from the R application in text format is processed with the software developed with PHP, and a JSON data file is created. A javascript library called "D3js" is used to generate client-side graphs on the web browser screen [9]. D3js application uses JSON formatted file as database and generates graph with this information.

While creating the JSON file, the offset values are discretized. Continuous distance values are divided into 4 separate segments between minimum and maximum. The closest segment is closest to the center, and the farthest segment is reflected in the circular graph as the furthest from the center. The JSON file also holds the researchers' Name, Surname, email and group number. The Javascript application places this information in the appropriate places on the nodes and creates a graph.

The screen shot of the developed application is shown in Figure 11. In the search field, "Turgay Tugay Bilgin" was entered as a researcher and as a result of the analysis made for this researcher, a graph is seen on the right.

Figure 11. Graph visualization web application.

As can be seen in the graph, the researcher named "Tolga" is placed closer to Turgay Tugay Bilgin because it is closer to Turgay Tugay Bilgin in terms of the similarity of the study fields. When the mouse is placed on a node, the name, surname and email information of the relevant researcher is displayed on a blue dialog box.

### 5. Conclusions and Recommendations

While the YÖK academic search application draws graphs only according to the co-author information, the application we developed in this study produces graphs according to the working areas of the researchers. It has been proven that the application developed within the scope of this study can accurately calculate the closeness (similarity) of the researchers with each other according to the criteria of the fields of activity in the ARBIS application. The network of researchers was created by using the similarities obtained by the K-NN algorithm. The researcher can see other researchers

similar to himself visually according to the degree of similarity and can communicate when necessary. Using the similarities obtained through the K-NN algorithm, the network of researchers was formed. The researcher can visually see other similar researchers according to the degree of similarity and provide communication when necessary.

The graphs created in this study are generated by discovering the researchers who most closely resemble the fields of activity that people have entered for themselves. All analyses were performed with the assumption that the correct information was entered into the system.

Thanks to the developed application, among the 40000 researchers, a researcher can quickly get the answer to the question “Who works in similar areas with me?”. If the researchers declare faulty or incomplete activities about themselves, incorrect graphs may be generated.

This application performs the analysis process during the query. Meanwhile, the CSV file is processed with the application prepared in the R programming language. This process takes an average of 10-12 seconds. Therefore, it takes approximately 13-15 seconds to create a researcher's diagram. In future studies, performance improvements will be made to shorten the waiting time.

In addition, only the information of researchers in the field of "Technical Sciences" was used in this study. In future studies, it is considered to be extended to all other fields such as Health Sciences, Social Sciences and Humanities, Agricultural Sciences and Basic Sciences.

## 6. References

**[1]** Ortega, J. L., Influence of Co-authorship Networks in The Research Impact: Ego Network Analyses from Microsoft Academic Search. Journal of Informatics, pp. 728-737, 2014.

**[2]** Next Steps for Microsoft Academic - Expanding into New Horizons, https://www.microsoft.com/en-us/research/project/academic/

**[3]** https://akademik.yok.gov.tr

**[4]** Kakisim, A., Sogukpinar, I., "Community Detection in Social Networks Using Content and Link Analysis", In Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU), Vol. 23, pp. 1521-1524, 2015.

**[5]** http://www.dataload.com/

**[6]** Ohri, A., Manipulating Data, R for Business Analytics, Springer, New York, pp. 57-101, 2012.

**[7]** Çalışkan, S. A., ve Soğukpınar, İ., "KxKNN: K-Means ve K En Yakın Komşu Yöntemleri ile Ağlarda Nüfuz Tespiti", Emo Yayınları, pp. 120-24, 2008.

**[8]** Hwang, W. J., Wen, K. W., "Fast kNN Classification Algorithm Based on Partial Distance Search", Electronic letters, Vol. 34, No. 21, pp. 2062-2063, 1998.

**[9]** Teller, S., Data Visualization with D3.js, Packt Publishing Ltd., 2013.

# NONLINEAR MODEL AND SIMULATION OF DC-DC BUCK-BOOST CONVERTER USING SWITCHING FLOW-GRAPH METHOD

***Cihan Ersalı*[1], Baran Hekimoğlu*[2]**
[1] Batman University, Electrical and Electronics Engineering Department, Batman, Turkey, cihan.ersali@batman.edu.tr
[2] Batman University, Electrical and Electronics Engineering Department, Batman, Turkey, baran.hekimoglu@batman.edu.tr
[*] Corresponding author: cihan.ersali@batman.edu.tr

**Abstract:** *In this study, nonlinear large-signal model and linear small-signal model of the DC-DC buck-boost converter, which is operating in continuous current mode, has been built using the switching flow-graph (SFG) method. The obtained models can be used either in nonlinear or linear closed loop controller designs for this converter. Switching converters are variable structured systems with linear subsystems and each subsystem can be represented by a flow graph. SFG is built by combining flow graphs of subsystems using switching branches. With the SFG method, nonlinear large-signal model and linear small-signal and steady-state models of a switching circuit can be obtained and the modeling of high-order power electronics circuits can also be done with this method. In order to verify the DC-DC buck-boost converter model made in this study, both the switching circuit and obtained models were simulated using the PSIM software. The simulation results from PSIM has shown that the step responses obtained from the main switching circuit and from the large-signal model of the buck-boost converter overlap. Similarly, the frequency responses of the small-signal model of the buck-boost converter completely match the frequency responses of the switching circuit. These findings confirms that the small-signal model obtained from SFG is verified.*

***Keywords**: Switching Flow-Graph, Large-Signal Model, Buck-Boost Converter*

## 1. Introduction

Recently, DC-DC converters are mostly used in industrial applications such as power supplies, spacecraft power systems, automobiles [1,2]. DC-DC buck-boost converters are widely used in systems where the input voltage is highly variable. For example, in battery powered systems the buck-boost converter works as a buck converter when battery voltage is higher than the voltage that the circuit needs (full-charge state), and also works as a boost-converter when battery voltage is lower than the voltage that the circuit needs (low-charge state). Due to this feature, buck-boost converter is said to be one of the widely used converter in portable systems [3].

This article focuses on modeling buck-boost converter with switching flow-graph (SFG) technique and then simulating the obtained models for verification. This technique gives a greatly simplified mathematical and graphical representation of systems based on the flow-graph. It also has the great advantage of making it very easy to get the desired transfer function of the system when a controller design is needed. In addition, it is possible to measure the nonlinear and dynamic behavior of switching converters using this method [4]. In order to obtain an effective controller for a DC-DC converter, a good modeling of the converter is needed [5]. Similarly, modeling has to be done in order to obtain the frequency response of the converter. Since power electronics converters contain nonlinear elements,

such as switches and diodes, the converter with these elements must be linearized before modeling [4]. After the linearization of the converter, the detailed model of the system can be extracted, and its frequency response can be examined [6].

Although a switching converter is a nonlinear system, it can be separated into two linear circuits, one with the switch in the open position and the other with the switch in the closed position. In Figure 2 (a) and (b), these two linear subcircuits are illustrated by means of two separate switching flow-graphs. By combining the two subgraphs using the switching branches, as seen in Figure 2 (c), the converter is fully obtained [7,8].

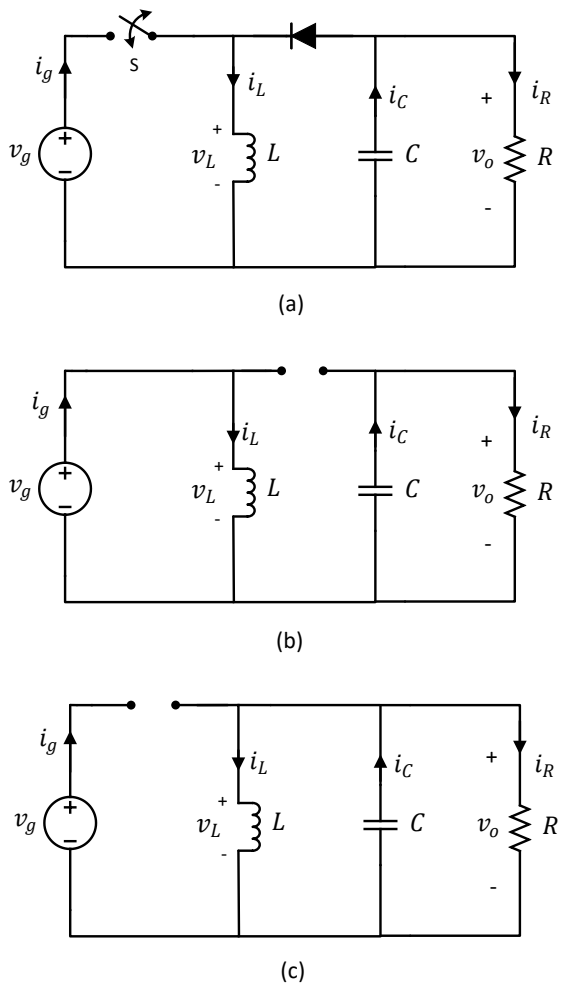



Figure 1. (a) DC-DC buck-boost converter, (b) Equivalent circuit when the switch is closed, (c) Equivalent circuit when the switch is open.

## 2. Materials and Methods

### 2.1. DC-DC Buck-Boost Converter

The output voltage of the DC-DC buck-boost converter can be higher or lower than the input voltage. The converter has two operating modes. These are when the switch is in open state and when the switch is in closed state. The output voltage has reverse polarity with the input voltage. Figure 1(a) shows the general representation of the buck-boost converter. Here, $v_g$, $v_L$ and $v_o$ are input voltage, inductor voltage and output voltage, respectively. S is the switch, *L*, *C*, and *R* are the inductor, capacitor, and load resistor respectively. $i_g$, $i_L$, $i_C$ and $i_R$ are the input current, inductor current, capacitor current and load current respectively. The two equivalent circuits of the mentioned operating modes of the converter are shown in Figure 1 (b) and (c).

### 2.2. Switching Flow-Graph

According to the general rules of the SFG modeling technique, there are two separate models for each operating mode corresponding to the on and off state of the switch. By combining these two sub-models, the combined SFG model of the converter is obtained. If the elements in the converter are considered ideal, the combined SFG topology can be written mathematically as following [9].

$$G = KG_{ON} + K'G_{OFF} \tag{1}$$

$K$ and $K'$ are switching functions and can be defined as following.

$$K = \begin{cases} 1, & 0 < t < t_{ON} \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \tag{2}$$

$$K' = \begin{cases} 1, & t_{ON} < t < T \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \tag{3}$$

$G_{ON}$ and $G_{OFF}$ are graph models of the two operating modes, when the switch is closed and when the switch is open, respectively. From the equations that are obtained by applying Kirchoff Voltage Law (KVL) and Kirchoff Current Law (KCL) to the circuit, the switching flow-graph model of the buck-boost converter as shown in Figure 2 can be obtained [10,11].

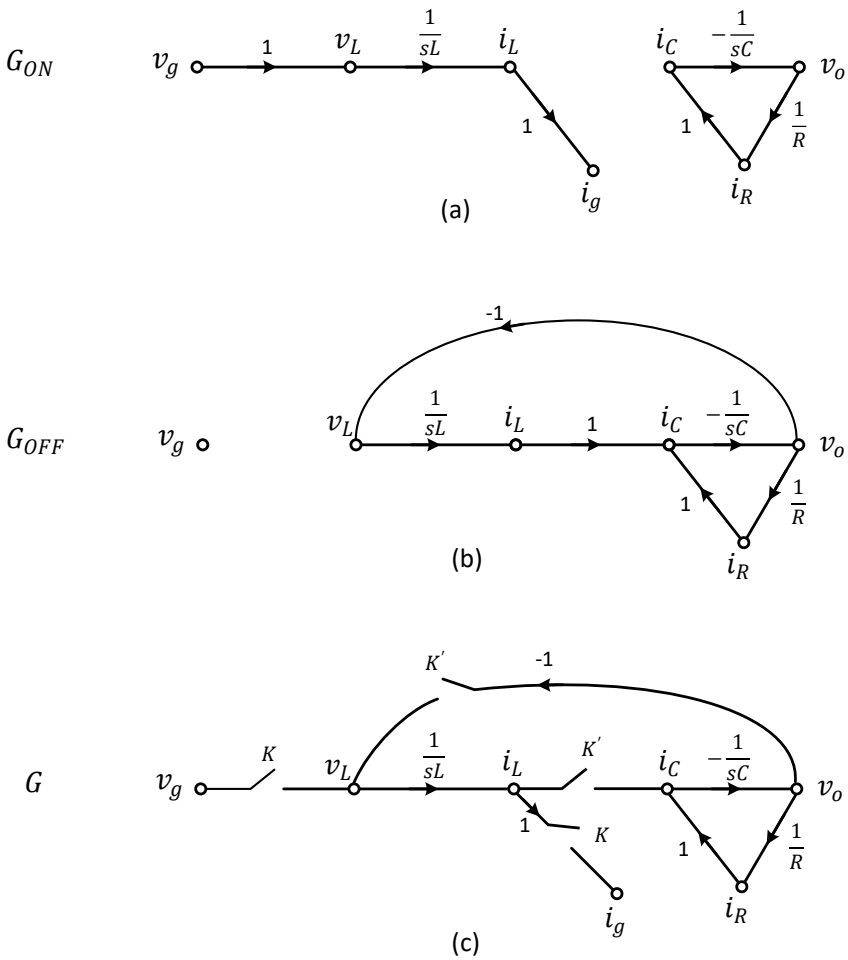



Figure 2. (a) Sub-circuit for switch closed, (b) Sub-circuit for switch open, (c) Combined circuit.

### 2.3. Large-Signal Model

In the process of obtaining the state space average of a switching DC-DC converter, the large-signal model is obtained by subtracting the switching harmonics from the waveforms of the converter, leaving only DC signals and low frequency AC signals. This makes it possible to examine the general behavior of the circuit without doing very complex operations. In addition, simulations take place much faster and more efficiently, as switching transitions and fluctuations are eliminated. This provides significant advantages in simulations of larger systems with switching converters [3].

According to the SFG modeling technique and switching function theory, the large-signal model of a switching branch can easily be obtained as shown in Figure 3. Let $x(t)$ and $y(t)$ be the input signal and output signal of a switching branch, respectively, and $K(t)$ as the switching function when the switch is closed. As can be seen from Figure 4 (a), $x(t)$ is transmitted to the output only when $K(t) = 1$ while the signal $y(t)$ is not zero during the time $t_{ON}$. Therefore, the large-signal model of the switching function $K$ can be assumed as a multiplication and can be represented as in Figure 4 (b) [1]. The same rule applies when the switch is open.

Thus, by replacing the switching branches in Figure 2 (c) with the corresponding large-signal models in Figure 4 (b), the large-signal SFG model of the converter can be obtained. With this approach, the large-signal SFG model of the buck-boost converter is created as seen in Figure 5.

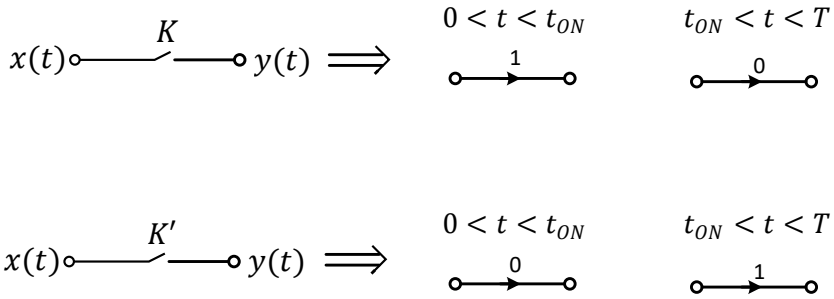



Figure 3. $K$ and $K'$ switching branches.

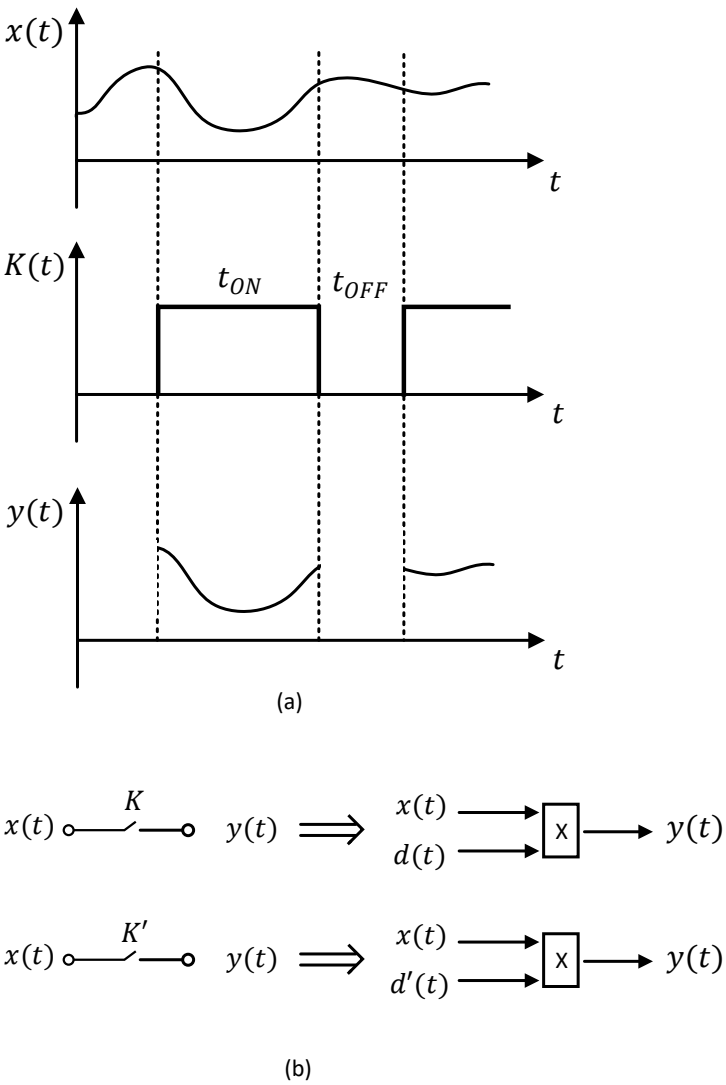



Figure 4. (a) Input signal, switching function and output signal representations, (b) Large-signal models for switching branches.

When $x(t)$ signal is given as input to the switching branch K, then output signal $y(t)$ becomes equal to $x(t)$ during $0 < t < t_{ON}$ and equal to 0 during $t_{ON} < t < T$. If the small fluctuations in the $x(t)$ signal are neglected, the average value of the $y(t)$ output signal can be calculated as follows [9].

$$y(t) = \frac{1}{T(t)} \int_0^{t_{ON}(t)} x(t)dt$$
$$y(t) \cong x(t) \frac{1}{T(t)} \int_0^{t_{ON}} dt \tag{4}$$
$$y(t) = x(t)d(t)$$

Similarly, when $x(t)$ signal is given as input to switching branch $K'$, then output signal $y(t)$ becomes 0 during $0 < t < t_{ON}$, and equal to $x(t)$ during $t_{ON} < t < T$. In this case, the average value of the output signal $y(t)$ can be written as following.

$$y(t) = \frac{1}{T(t)} \int_{t_{ON}(t)}^{T(t)} x(t)dt$$
$$y(t) \cong x(t) \frac{1}{T(t)} \int_{t_{ON}}^{T} dt \tag{5}$$
$$y(t) = x(t)d'(t)$$

Here, $d'(t) = 1 - d(t)$ for the converter operating in continuous current mode.

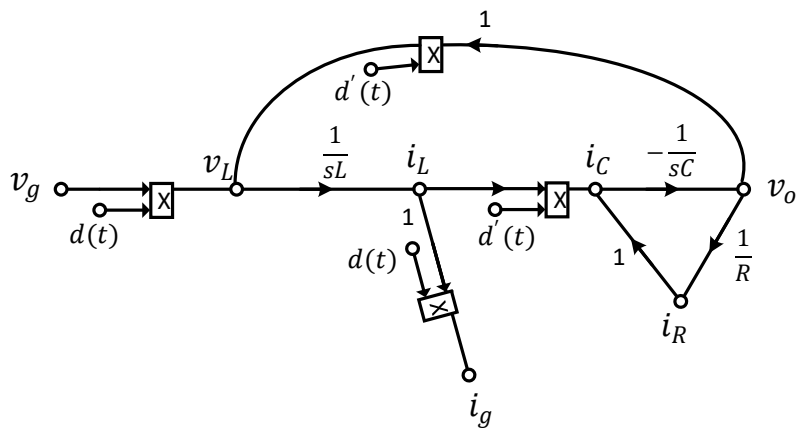



Figure 5. Large-signal model for the DC-DC buck-boost converter.

By simulating the large-signal model with a simulation program, circuit dynamics can be examined, and it becomes easier to have a global knowledge of the dynamic behavior of the system. With this information, a stable operating region can be determined [12].

### 2.4. Steady-State Model

A steady-state switching model can be derived from the large-signal switching branch model. Assuming the input signal and the duty ratio are constant, then $d(t) = D$ for the $K$ switching branch in steady-state and $d'(t) = D'$ for the $K'$ switching branch. Input signal $x(t) = X$, output signal $y(t) = Y$

[4]. In this case, the steady-state models of the $K$ and $K'$ switching branches are obtained as shown in Figure 6.

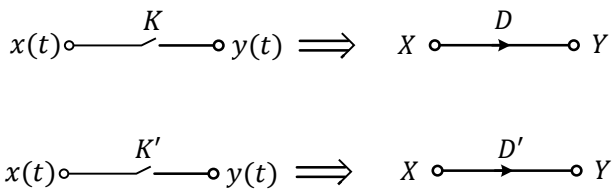



Figure 6. Steady-state models of switching branches

By replacing the switches in the switching flow-graph model of the converter in Figure 2 (c) with the steady-state models of switching branches and assuming s→0, the steady-state model of the converter is obtained.

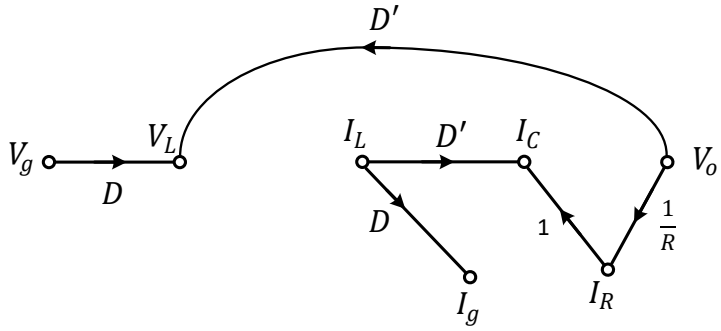



Figure 7. Steady-state model of the DC-DC buck-boost converter.

Relations between state variables can be obtained directly from the steady-state model.

$$V_L = V_o(1-D) + V_g D \tag{6}$$

$$I_C = \frac{V_o}{R} + I_L(1-D) \tag{7}$$

$$I_g = I_L D \tag{8}$$

Since the average value of the inductor voltage and the capacitor current is zero in the steady-state state, equations (9), (10), and (11) are obtained by simplifying equations (6), (7), and (8).

$$\frac{V_o}{V_g} = -\frac{D}{(1-D)} \tag{9}$$

$$\frac{I_L}{V_g} = \frac{D}{R(1-D)^2} \tag{10}$$

$$\frac{I_g}{V_g} = \frac{D^2}{R(1-D)^2} \tag{11}$$

### 2.5. Small-Signal Model

Assuming that the disturbance signals $\hat{x}(t)$, $\hat{d}(t)$, $\hat{y}(t)$ are added around the operating points X, D, and Y, then the large-signal equations are as following.

$$\begin{aligned} d(t) &= D + \hat{d}(t) \\ d'(t) &= D' - \hat{d}(t) \\ x(t) &= X + \hat{x}(t) \\ y(t) &= Y + \hat{y}(t) \end{aligned} \tag{12}$$

Substituting equation (12) in equations (4) and (5), the equations for small-signal disturbances can be obtained as following [5].

For *K* switching branch,

$$\begin{aligned} Y + \hat{y}(t) &= \left(X + \hat{x}(t)\right)\left(D + \hat{d}(t)\right) \\ Y + \hat{y}(t) &= XD + X\hat{d}(t) + \hat{x}(t)D + \hat{x}(t)\hat{d}(t) \end{aligned} \tag{13}$$

For $K'$ switching branch,

$$\begin{aligned} Y + \hat{y}(t) &= \left(X + \hat{x}(t)\right)\left(D' - \hat{d}(t)\right) \\ Y + \hat{y}(t) &= XD' - X\hat{d}(t) + \hat{x}(t)D' - \hat{x}(t)\hat{d}(t) \end{aligned} \tag{14}$$

Removing the DC terms and neglecting the 2nd order disturbances, the small-signal switching functions for *K* and *K'* are obtained as following.

$$\hat{y}(t) = X\hat{d}(t) + \hat{x}(t)D \tag{15}$$

$$\hat{y}(t) = -X\hat{d}(t) + \hat{x}(t)D' \tag{16}$$

The small-signal representations of these functions are as following.

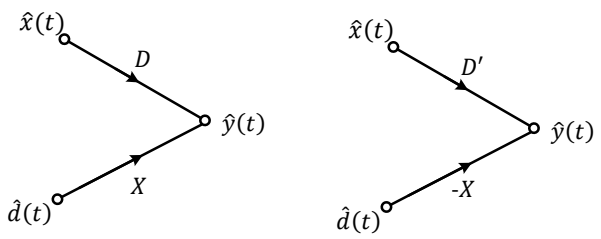



Figure 8. Small-signal model of *K* and *K'* switching branches [5].

Substituting the small-signal switching functions in the switching branches of the flow-graph model in Figure 2 (c), gives the small-signal model of the DC-DC buck-boost converter.

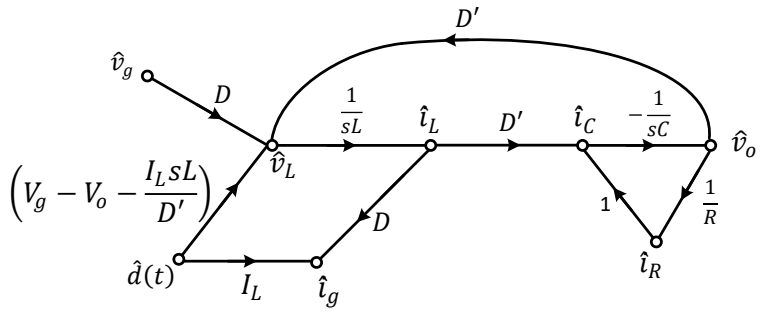



Figure 9. Small-signal model of DC-DC buck-boost converter.

By applying the flow-graph algebra and the Mason gain formula to the small-signal model in Figure 9, the transfer functions of the buck-boost converter can be obtained [13].

$$\frac{\hat{v}_o}{\hat{v}_g} = -\frac{D(1-D)/LC}{s^2 + s/RC + (1-D)^2/LC} \tag{17}$$

$$\frac{\hat{v}_o}{\hat{d}} = \frac{sI_L/C - (V_g - V_o)(1-D)/LC}{s^2 + s/RC + (1-D)^2/LC} \tag{18}$$

$$\frac{\hat{\imath}_L}{\hat{v}_g} = \frac{\frac{D}{L}(s + 1/RC)}{s^2 + s/RC + (1-D)^2/LC} \tag{19}$$

$$\frac{\hat{\imath}_L}{\hat{d}} = \frac{\frac{s(V_g - V_o)}{L} + \frac{(V_g - V_o)}{RLC} + \frac{I_L(1-D)}{LC}}{s^2 + s/RC + (1-D)^2/LC} \tag{20}$$

Although these transfer functions are the same as those obtained using the state-space averaging technique, SFG is an easier and faster method for obtaining small-signal models of switching converters [5].

## 3. Results and Discussion

Modeling of power electronics circuits such as DC converters is relatively easy with the SFG method and gives visual information about a switching-mode converter. Other studies show that experimental results with high accuracy are obtained using the SFG model [14].

The simulations were made in the PSIM software. To verify the large-signal model of the converter, the simulation results of the switching circuit and the large-signal model are compared. The simulation parameters are given in Table 1.

Table 1. Simulation Parameters

| Parameters | Values |
|---|---|
| Input voltage $V_g$ | 12V |
| Load resistor $R$ | 5 Ω |
| Inductor $L$ | 1 mH |
| Capacitor $C$ | 100 μF |
| Duty cycle $D$ | 0.25 |
| Switching frequency $f_s$ | 40 kHz |

In Figure 10, the capacitor voltage response of both the switching circuit and the SFG large-signal model can be seen, when increasing the input voltage from 12 V to 18 V at time instant of 11 ms. As can be seen in the figure, the responses obtained from the large-signal model of the buck-boost converter and from the switching circuit completely overlap.

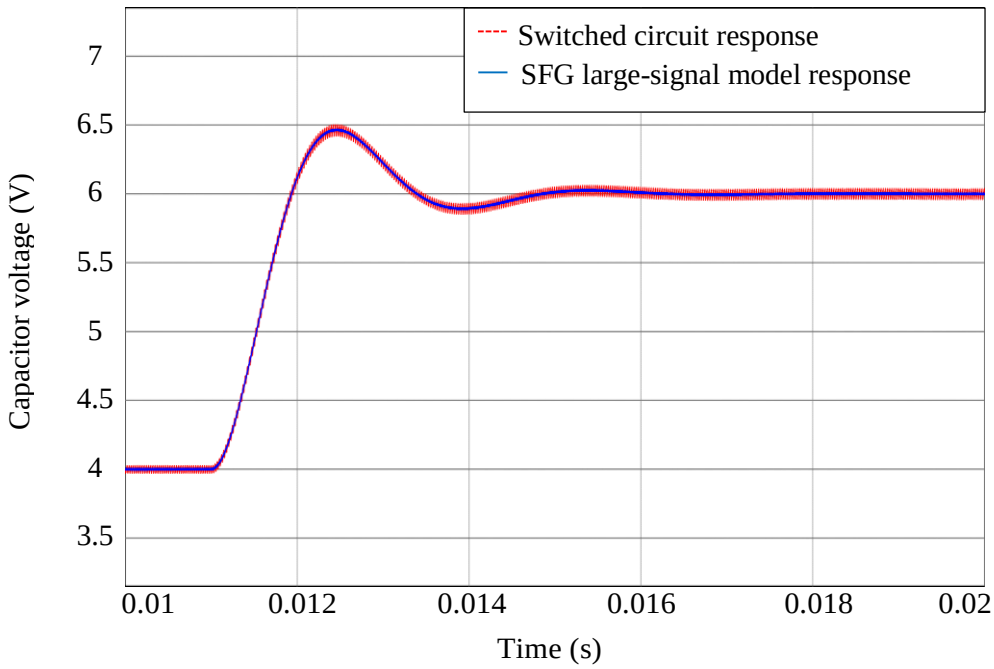



Figure 10. Capacitor voltage step responses of the switched circuit and the large-signal model due to the step input voltage change of the buck-boost converter.

In Figure 11, the inductor current response of both the switching circuit and the SFG large-signal model can be seen, when increasing the input voltage from 12 V to 18 V at time instant of 11 ms. As can be seen in the figure, the responses obtained from the large-signal model of the buck-boost converter and from the switching circuit completely overlap.

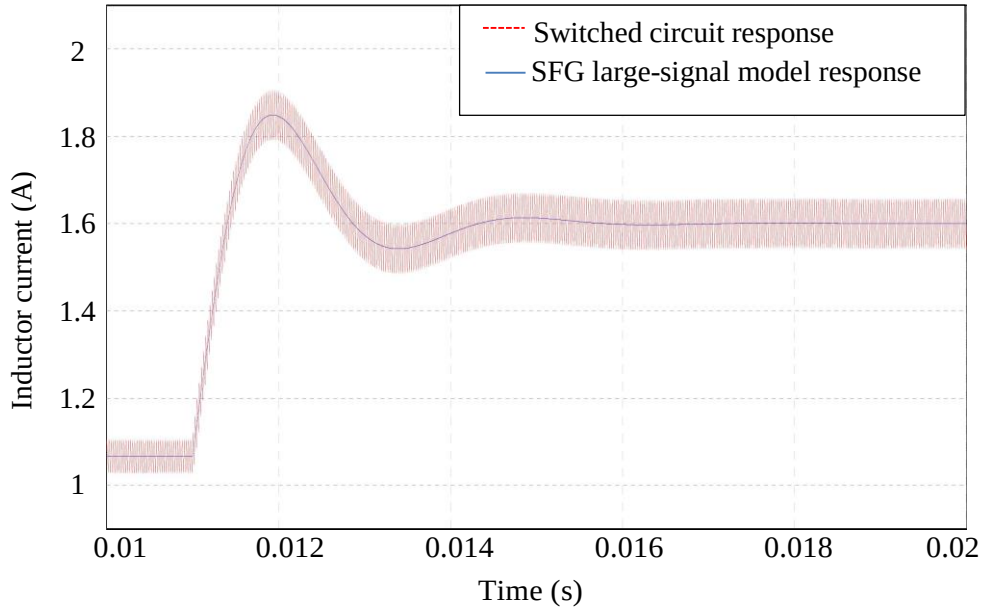



Figure 11. Inductor current step responses of the switched circuit and the large-signal model due to the step input voltage change of the buck-boost converter.

The capacitor voltage step responses of both the switching circuit and the SFG large-signal model can be seen in Figure 12, when an increase of 0.25 in duty cycle applied for the buck-boost converter. Similarly in Figure 13, the inductor current step responses can be seen for the same duty cycle same change. As can be seen in the figure, the responses obtained from the large-signal model of the buck-boost converter and from the switching circuit completely overlap.

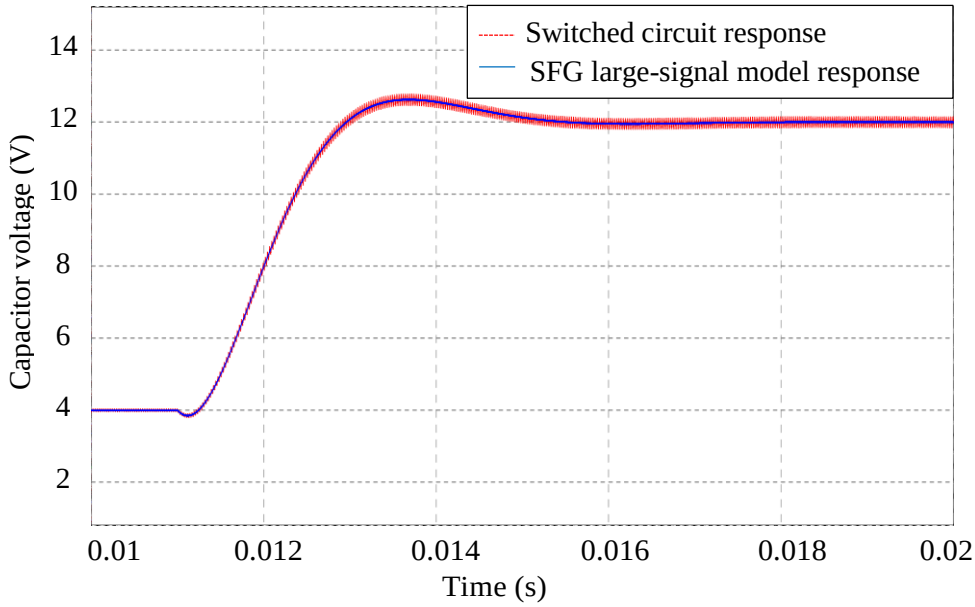



Figure 12. Capacitor voltage step responses switched circuit and the large-signal model due to the step change in the duty cycle of the buck-boost converter.

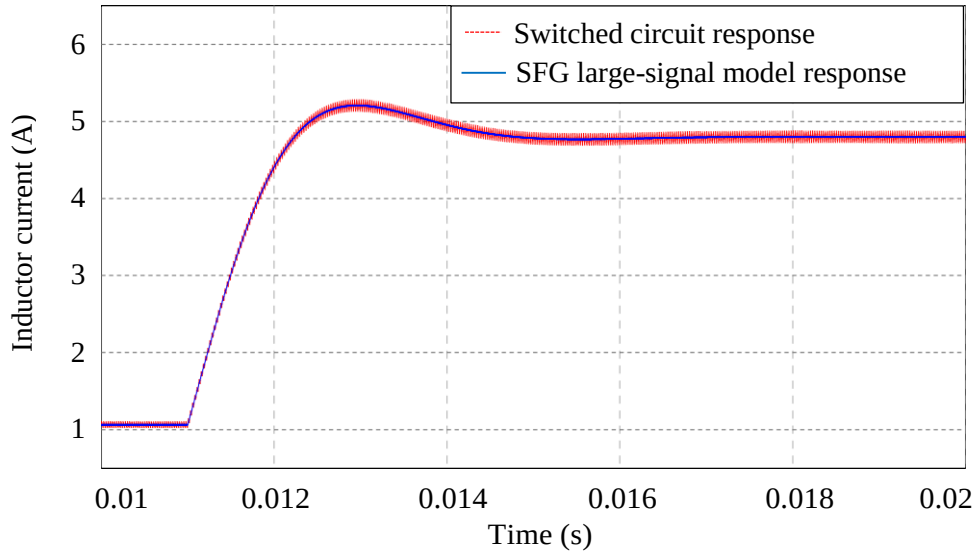



Figure 13. Inductor current step responses of the switched circuit and the large-signal model due to the step change in the duty cycle of the buck-boost converter.

Examining Figures 10, 11, 12 and 13, confirms that the large-signal model obtained from SFG is verified. The transfer functions obtained using the small-signal model of the buck-boost converter shown in Figure 9 are given in equations (17)-(20). The frequency response of the transfer functions from (17) and (18) and the frequency response of the switching circuit are shown in Figure 13 and Figure 14.

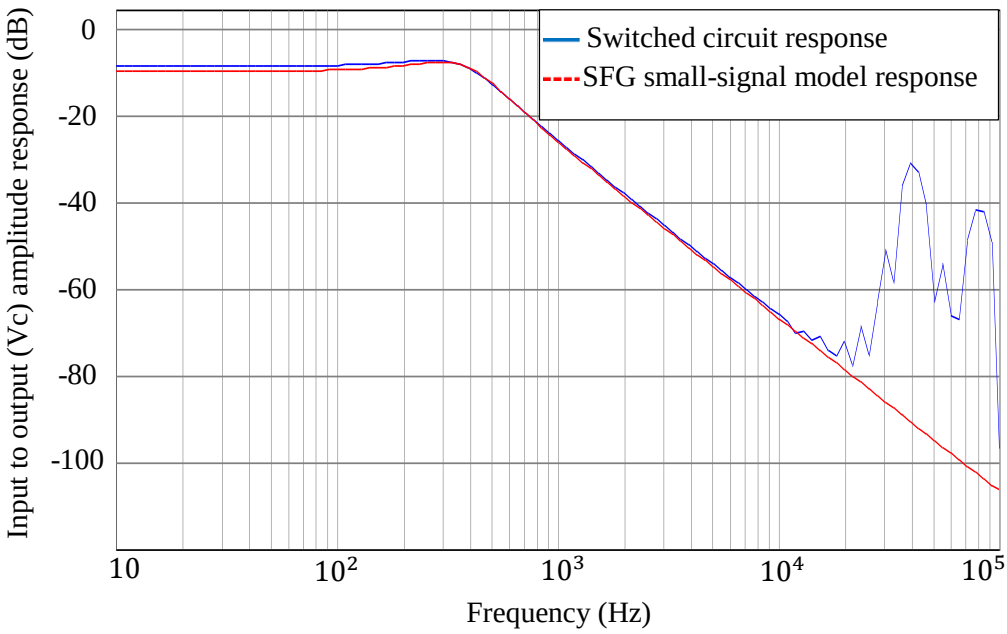



Figure 14. Input-to-output amplitude response of the switched circuit and the small-signal model of the buck-boost converter.

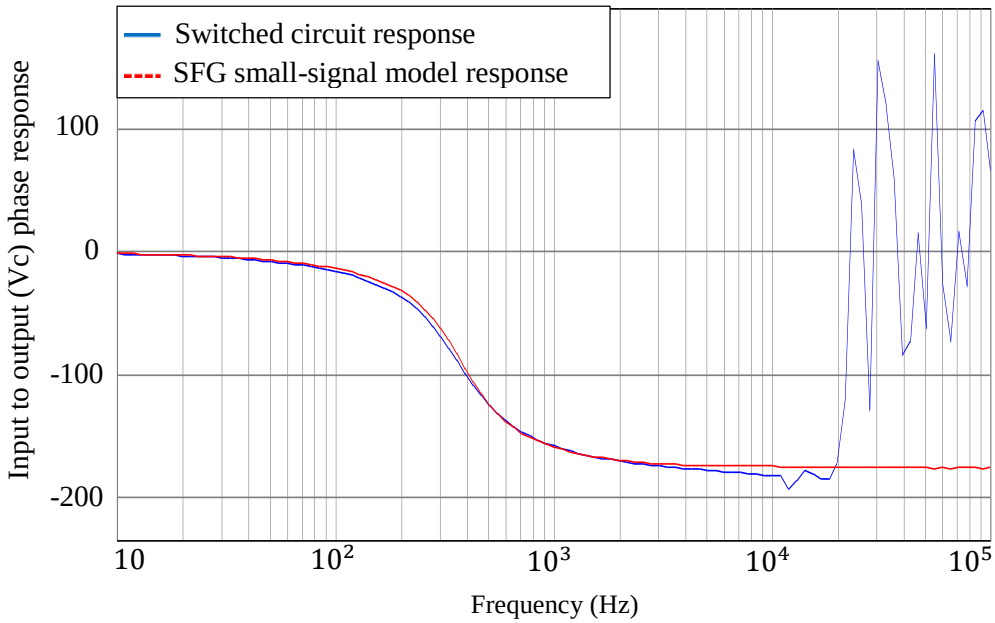



Figure 15. Input-to-output phase responses of the switched circuit and the small-signal model of the buck-boost converter.

Figure 14 and 15 show input to capacitor voltage amplitude and phase responses of the buck-boost converter respectively. Similarly, in Figure 16 and 17, input to output amplitude and phase responses of the buck-boost converter are shown respectively. As can be seen in the figures, the frequency responses of the small-signal models of the buck-boost converter completely match the frequency responses of the switching circuit. Examining the figures confirms that the small-signal model obtained from SFG is verified.

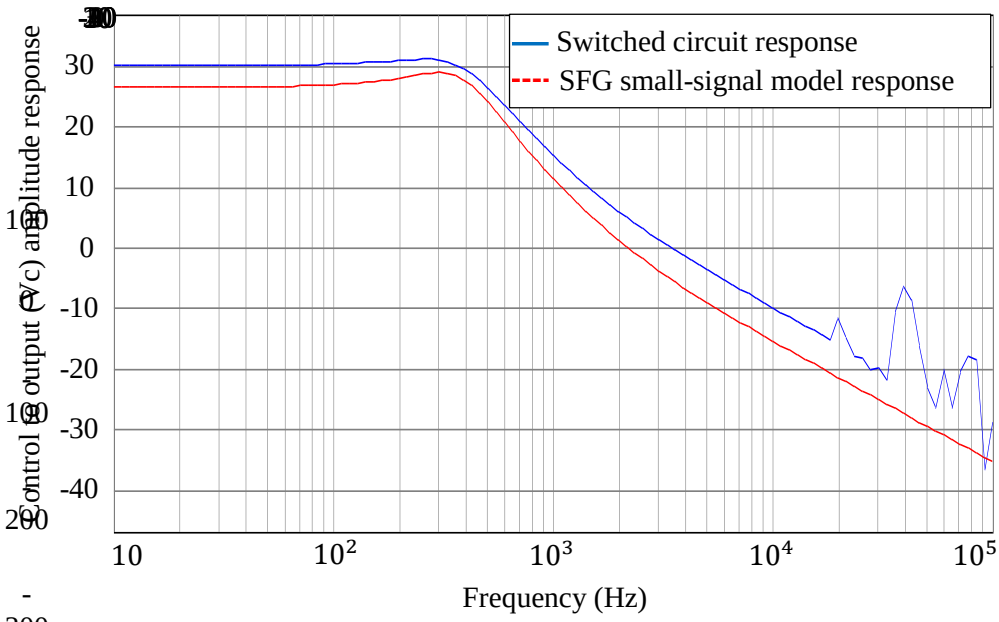



Figure 16. Control-to-output amplitude response of the switched circuit and the small-signal model of the buck-boost converter.

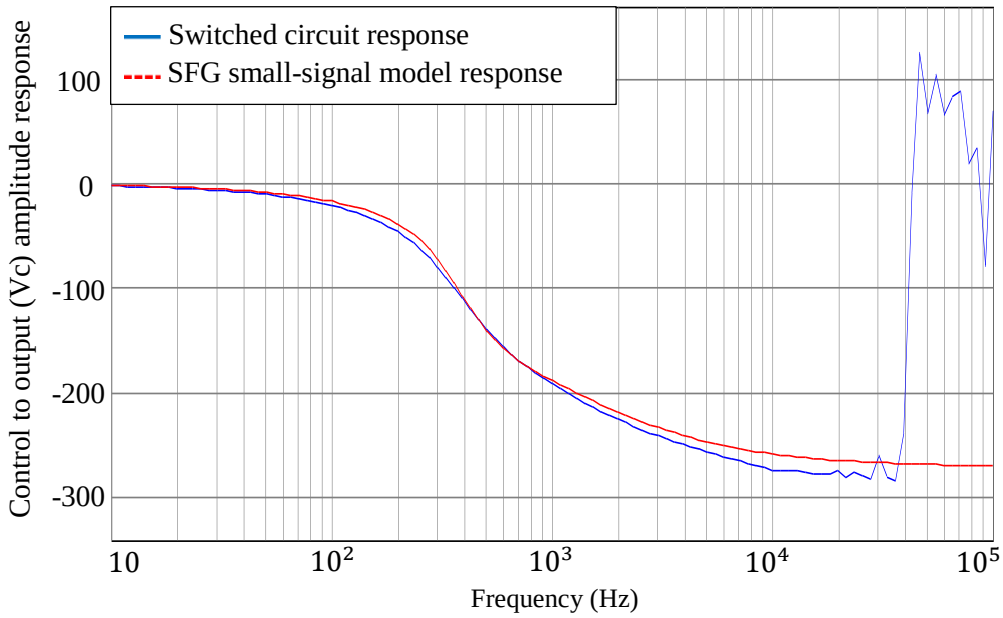



Figure 17. Control-to-output phase responses of the switched circuit and the small-signal model of the buck-boost converter.

## 4. Conclusion

The switching flow-graph technique provides a common graphical representation of the large-signal, small-signal and steady-state models in switching converters. Examining the simulations that are made using PSIM software, it has been shown that the step responses obtained from the main switching circuit of the buck-boost converter and the step responses obtained from the large-signal model overlap. Similarly, it has been shown that the amplitude and phase responses obtained from the switching circuit overlap with the amplitude and phase responses obtained from the small-signal model. Using this method, more complex systems can be modeled, and closed-loop controllers can be designed for these systems.

## 5.References

**[1]** Liao, L.; Chien, K. The large-signal SFG model of DC-DC buck-boost converters. *2017 IEEE 8th International Conference on Awareness Science and Technology (iCAST)*, 2017, pp. 462-465.

**[2]** Middlebrook, R. D.; Ćuk, S. "A general unified approach to modelling switching-converter power stages," *Int. J. Electron.*, vol. 42, no. 6, 1977, pp. 521–550. https://doi.org/10.1080/00207217708900678.

**[3]** Erickson, R. W.; Maksimovic D., *Fundamentals of Power Electronics Secon Edition*, 2nd ed. Library of Congress Cataloging-in-Publication, New York, 2004.

**[4]** Mohammadian et al., "Buck-Boost DC-DC Converter Control by Using the Extracted Model from Signal Flow Graph Method," *Int. J. Appl. Math. Electron. Comput.*, vol. 3, no. 3, 2015, pp. 155-156, doi: 10.1109/TIE.2007.907677.

**[5]** Yalamanchili et al., "Derivation of double-input DC-DC power electronic converters," *Electr. Power Components Syst.*, vol. 39, no. 5, 2011, pp. 478–490. https://doi.org/10.1080/15325008.2010.528540.

**[6]** Priewasser et al., “Modeling, control, and implementation of DC-DC converters for variable frequency operation,” *IEEE Trans. Power Electron*., vol. 29, no. 1, 2014, pp. 287–301, doi: 10.1109/TPEL.2013.2248751.

**[7]** Veerachary et al., “Signal Flow Graph Modeling of DC-DC Parallel Converter,” *Int. J. Electron*., vol. 88, 2000, pp. 2303–2308, doi: 10.1109/IECON.2000.972357.

**[8]** Smedley, K.; Cuk, S., “Switching Flow-Graph Nonlinear Modeling Technique,” *Int. J. Appl. Math. Electron. Comput*., vol. 9, no. 4, 1994, pp. 405–413, doi: 10.1109/63.318899.

**[9]** Amirbande et al., “Signal flow graph modeling of a cascaded coupled inductor-based high step-up DC-DC converter,” *Proc. 2016 IEEE ANDESCON*, 2017, pp. 23–26, doi: 10.1109/ANDESCON.2016.7836231.

**[10]** Liu et al., "Overview of High-Step-Up Coupled-Inductor Boost Converters," in *IEEE Journal of Emerging and Selected Topics in Power Electronics*, vol. 4, no. 2, 2016, pp. 689-704, doi: 10.1109/JESTPE.2016.2532930.

**[11]** Huang et al., “High-Frequency High-Efficiency GaN-Based Interleaved CRM Bidirectional Buck/Boost Converter with Inverse Coupled Inductor,” *IEEE Trans. Power Electron*., vol. 31, no. 6, 2016, pp. 4343–4352, doi: 10.1109/TPEL.2015.2476482.

**[12]** Hekimoğlu, B.; Ekinci, S. Anahtarlamalı akış-grafı yöntemiyle DA-DA düşürücü dönüştürücünün doğrusal olmayan modeli ve benzetimi. *DÜMF Mühendislik Derg*., vol. 9, no. 1, 2018, pp. 51–60.

**[13]** Mason, S. J., "Feedback Theory-Some Properties of Signal Flow Graphs," in Proceedings of the IRE, vol. 41, no. 9, 1953, pp. 1144-1156, doi: 10.1109/JRPROC.1953.274449.

**[14]** Liao et al., “Switching Flow-Graph Modeling Technique for Three-Phase Inverters,” *IEEE Trans. Ind. Electron*., vol. 55, no. 4, 2008, pp. 1603–1613, doi: 10.1109/TIE.2008.918618.

# A BLOCKCHAIN-BASED ONLINE VOTING SYSTEM

***Ernazar Azimov*** [1]***, Samet Tonyalı****[2]***, Abdulkadir Köse*** [3]
[1] Abdullah Gül University, Department of Computer Engineering, Kayseri-Turkey,ernazar.azimov@agu.edu.tr
[2] Gümüşhane University, Department of Software Engineering, Gümüşhane-Turkey, samet.tonyali@gumushane.edu.tr
[3] Abdullah Gül University, Department of Computer Engineering, Kayseri-Turkey, abdulkadir.kose@agu.edu.tr
[*] Corresponding author: samet.tonyali@gumushane.edu.tr

***Abstract:*** *Conventional elections became one of the main problems of countries from all around the globe. Some key and basic elements could not be provided such as security, transparency, and anonymity. In addition, the traditional way wastes too much money and time. Hence, online voting systems are getting more popular in the modern world. An online voting system generally depends on blockchain technology to overcome these problems. This paper analyzes the problems and proposes some possible solutions using blockchain technology. Moreover, the advantages of the Avalanche platform compared to other methods are discussed.*

***Keywords****: Blockchain, Smart Contract, e-Voting, Online Voting, Electronic Voting*

## 1. Introduction

An election is a simple mechanism that enables people to choose an option among a number of options. This mechanism can be used in a small organization, community, or in a political election. These are very crucial events as it affects the life of people, the future of the organizations, or the countries. Therefore, voting systems have to provide security and privacy, and this increases the participation of people to attend the elections because their trust rises.

In political elections, the budget or the power of a party should not play any role in terms of manipulating the votes. In today's world, governments spend too much money just to organize an election. Firstly, they are paper-based, and many people hold a duty just to protect the votes because there is a big risk that some people steal the papers or manipulate them. Secondly, counting the votes takes time, and it may lead to big chaos at the end of the day. Sometimes, it takes days just to count the votes and announce the result. For example, the mayoral election in Istanbul in 2019 has been canceled due to security issues [1]. Another problem is that people living outside of their country or city face many challenges while attending elections. If they live in a foreign country, there may not be a council in every big city. This process cost them a lot of time and money.

Big companies, organizations, and engineers around the globe have been trying to solve these issues. Using modern technologies, they have come up with great alternatives to overcome security issues in voting. They have offered to use e-voting just to make the process simple, and instead of many people doing the whole process manually and spending too much time. Online voting systems have the potential to be more reliable compared to the traditional centralized system. Online voting was introduced in Estonia in 2005, and at the 2019 parliamentary election, the country has successfully used it [2]. The decentralized network can be a great replacement and solution for all these problems, and blockchain technology may provide that attribute.

Bitcoin gained tremendous popularity in the last decade, and some cryptosystems such as Ethereum have been able to take the community's attention with the possible solutions it may bring. People's awareness has increased about blockchain technology and its key benefits. One of the benefits that comes with this technology is the decentralized apps that may dramatically change the industries including finance, game, automotive, healthcare, and government. Online voting is one of the systems that researchers have been trying to improve the main factors of voting; security, integrity, anonymity, and processing time.

The remaining part of the paper is organized as follows. Section 2 clarifies how blockchain technology works, its main features and components. How an e-voting system works using blockchain technology is discussed in Section 3. In the following section, some challenges are analyzed, and how these challenges can be solved using the Avalanche platform is evaluated. In the final section, Section 5, we summarize the proposed system and conclude with future directions.

## 2. Blockchain Technology

Blockchain is a chain of blocks that contain three values; transaction data, a hash, and a timestamp, and all the blocks are connected to each other cryptographically. The technology creates a series of blocks, and each block contains its own hash code, the hash code of the previous block, and the transactions as shown in Fig. 1. The list of blocks increases continuously, and it is impossible to change the data unless someone has at least 51% of computational power in the network.

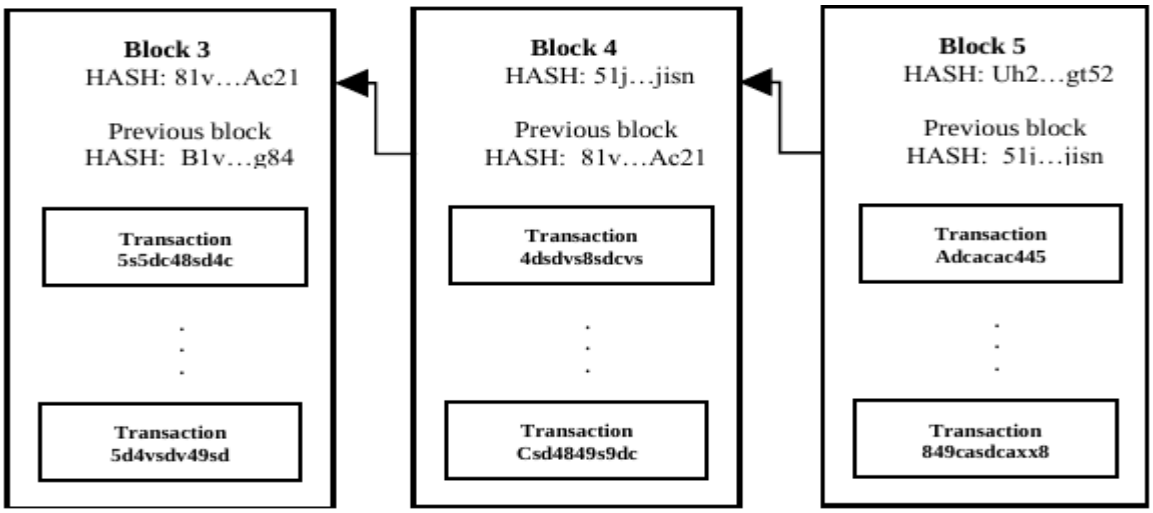



Figure 1. Chain of blocks

In today's world, the first things that come to people's mind about blockchain technology are cryptocurrencies and smart contracts. Bitcoin was introduced in 2008 and became the most used and popular cryptocurrency in the world. However, the idea of a chain of blocks that are cryptographically secured was born in 1991 by Stuart Haber and Scott Stornetta [3]. A number of scientists did their research in this area in the following years. However, a person with the pseudonym Satoshi Nakamoto was the only person at the tipping point.

Following Bitcoin, Ethereum was invented in 2014. This brought with it the smart contract, and Blockchain 2.0 was born. This mechanism provides a peer-to-peer network, and it uses cryptography to encrypt and decrypt the data to hide it from others.

Smart contracts carried blockchain into many sectors. This is a program that runs on some of the blockchain technologies such as Ethereum, and it is designed to be executed automatically by a network of computers when predetermined conditions are met according to the terms of a contract. Tracing the transactions is possible, but it cannot be reversed. The peer-to-peer distributed network contains the code and a contract. There are many benefits of smart contracts. Firstly, they are efficient, fast, and accurate. Secondly, it is secure, as attackers have to change all the chains to change only one record which is almost not possible. Thirdly, it is trustable and transparent. This is because the third party will not be involved in this system, and the records are all encrypted and shared with every single participant.

## 3. Avalanche Platform

Avalanche is a blockchain smart contract platform. This platform is the fastest in this industry in terms of time-to-finality. It is scalable, customizable, and secure. In addition, the platform can provide its users with very high performance. It has three main goals. Firstly, making a blockchain for each application specifically, and spanning private and public deployments [4]. Secondly, developing highly scalable distributed applications. Lastly, using special rules, contracts, and smart assets to build complex digital assets. The important properties of this platform are its scalability, security, decentralization, democracy, governability, interoperability, and flexibility.

Table 1. Consensus: Classical vs Nakamoto vs Avalanche [5]

| | **Classical** | **Nakamoto** | **Avalanche** |
|---|---|---|---|
| **Scalable** | - | + | + |
| **Robust** | - | + | + |
| **Highly Decentralized** | - | + | + |
| **Low Latency** | + | - | + |
| **High Throughput** | + | - | + |
| **Lightweight** | + | - | + |
| **Sustainable** | + | - | + |
| **Resilient against 51% Attack** | - | - | + |

Avalanche is designed to be remarkably efficient, scalable, and robust. It possesses the ability to support a global network and supplies very high transactions per second with unusually low latency, shown in Table 1.

Classical and Nakamoto consensus algorithms can secure a blockchain network against 51% attack. However, Avalanche can resist the attackers even when they have 80% of computational power in the network. This is the first system that provides that much high security. Moreover, this platform

provides unprecedented decentralization. Most importantly, there is no separation between users, miners, and developers. One of the biggest problems of blockchain platforms is time. It may take a very long time just to get the confirmation of the transactions. Avalanche consensus protocol solves that issue as well. It is very clear how successful this system is when compared with other blockchain technologies. A comparison table can be seen in Table 2.

Table 2. Other Blockchains and Avalanche [6]

| | **Bitcoin** | **Ethereum** | **Polcadot** | **Avalanche** |
|---|---|---|---|---|
| **Transactional Throughput** | 7 tps | 14 tps | 1500 tps | >4500 tps |
| **Transactional Finality** | 60 min | 6 min | 60 sec | <2 sec |
| **Energy Efficient** | No, ASIC-Optimal | No, GU-Optimal | No, CPU-Optimal | Yes, CPU-Optimal |
| **Number of Validators** | 3 Pools w/>51% hash rate | 2 Pools w/>51% hash rate | <200 nodes relay chain | Thousands of nodes |
| **Sybil Protection** | PoW | PoW | PoW | PoS |
| **Safety Threshold** | 51% | 51% | 33% | 80% parameterized |

## 4. An Online Voting System on Blockchain

Online voting can be defined as a voting system using some electronic hardware and software running on computers to record and count the ballots cast by people. E-voting itself cannot provide basic factors that need to be satisfied. The combination of e-voting and blockchain technology can be the best alternative to conventional voting systems in terms of security, reliability, efficiency, transparency, and speed.

In 2016, the American opposition party claimed that the US election had been hacked by Russian hackers [7]. Considering the fact that the US is one of the biggest countries in the world, the possibility that their presidential election might have been hacked is an unacceptable embarrassment. The main reason for these kinds of vulnerabilities is that the traditional voting system has one central authority, and this makes it easy to change or delete the votes. On the other hand, the blockchain technology is decentralized, data is not stored in one node, and it is almost impossible to change the data from all the nodes.

The proposed voting system works as follows. Firstly, the administration creates an election, and the system will give them a hash code as an election id. Then, they share this id with candidates so they can send a request to be a candidate, and the voters so they should be registered in the system. During the voting, the voter must pass the voter authentication as shown in Fig. 2. Then, their vote will be

encrypted and added to a block. The managers are able to see the current voting result and can share them with the public.

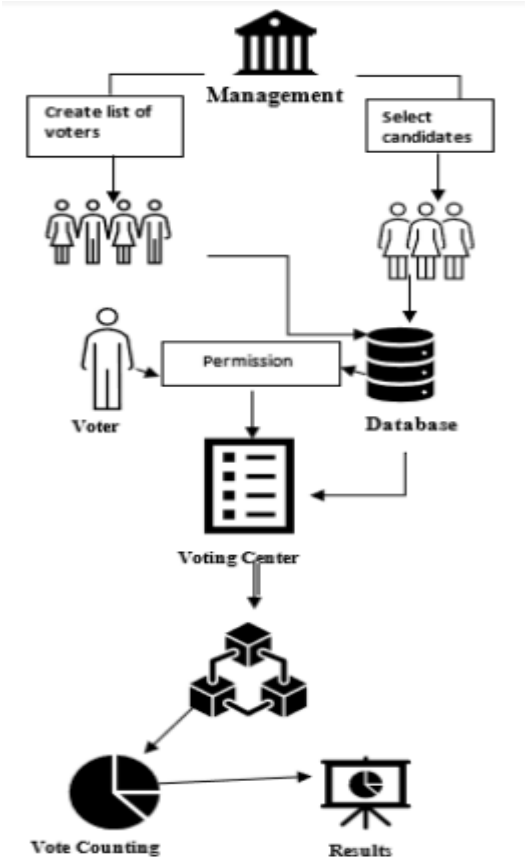



Figure 2. Architectural overview of the system

## 5. Concluding Remarks and Future Work

Blockchain is a modern technology that has been gaining momentum in the world. It has many features that may change the flow of events and processes in our life. Online voting system is one of its potential applications. This article proposed a solution using the Avalanche blockchain platform and online voting system. The suggested system can be used in any organization or community. The main reasons we use Avalanche are its speed, security, low latency, and efficiency. For future work, the consensus algorithm may be improved, and the system can be used as a combination with other systems to increase the performance.

## 6. References

**[1]** K.Fahim, "By pushing for revote in Istanbul, Erdogan gambled — and lost," Internet: https://www.washingtonpost.com/world/by-pushing-for-revote-in-istanbul-erdogan-gambled--and-lost/2019/06/24/0a4f5c4e-967f-11e9-9a16-dc551ea5a43b_story.html [Feb. 9, 2022].

**[2]** A.Tidey, "Why don't more nations hold elections online? Here's how Estonia has been a lone trailblazer,"Internet:https://www.euronews.com/2020/11/02/why-don-t-more-nations-hold-elections-online-here-s-how-estonia-has-been-a-lone-trailblaze [Feb. 9, 2022].

**[3]** S.Haber, S.Stornetta, "How to time-stamp a digital document," Internet: https://www.researchgate.net/publication/334615432_A_Review_of_Blockchain_Technology_and_Its_Applications_in_the_Business_Environment [Feb. 9, 2022].

**[4]** K.Sekniqi, D. Laine, S.Buttolph, E.G. Sirer "Avalanche Platform," Internet: https://assets.website-files.com/5d80307810123f5ffbb34d6e/6008d7bbf8b10d1eb01e7e16_Avalanche%20Platform%20Whitepaper.pdf [Feb. 9, 2022].

**[5]** K.Rocket, M. Yin, K.Sekniqi, R.Renesse, E.G. Sirer "Scalable and Probabilistic Leaderless BFT Consensus through Metastability," Internet: https://assets.website-files.com/5d80307810123f5ffbb34d6e/6009805681b416f34dcae012_Avalanche%20Consensus%20Whitepaper.pdf [Feb. 9, 2022].

**[6]** AVAX Network "Avalanche official website," Internet: https://www.avax.network [Feb. 9, 2022].

**[7]** A.Abrams, "Here's What We Know So Far About Russia's 2016 Meddling," Internet: https://time.com/5565991/russia-influence-2016-election [Feb. 9, 2022].

# DETECTION OF PREICTAL, ICTAL AND POSTICTAL CONDITIONS IN MULTICHANNEL EPILEPTIC DATA

***Vasfiye Mençik* [1], Alper Aytekin [2], Ömer Faruk Ertuğrul[3]***
[1]Batman University, Faculty of Engineering Architecture, Department of Electric-Electronic Engineering, Batman, Turkey, *vasfiye.mencik@batman.edu.tr*
[2]Batman University, Faculty of Engineering Architecture, Department of Electric-Electronic Engineering, Batman University, Batman, Turkey, *alper.aytekin@batman.edu.tr*
[3]Batman University, Faculty of Engineering Architecture, Department of Electric-Electronic Engineering, Batman University, Batman, Turkey, *OmerFaruk.Ertugrul@batman.edu.tr*
**Corresponding author: vasfiye.mencik@batman.edu.tr*

***Abstract****: In recent years, the idea of using deep learning-based systems for the detection and treatment of various diseases has attracted a lot of attention. Epilepsy is a common neurological disorder worldwide. Although various methods have been developed for the diagnosis of this disease, which affects daily life in many ways and negatively, definite success has not been achieved in this regard. The idea of using deep learning methods for the detection of epilepsy is promising for the future. In this study, preictal, ictal and postictal states of intracranial EEG signals were classified by applying five different classification architectures to low frequency scalograms in a Convolutional Neural Networks (CNN) based system. These classifiers are XGBClassifier, GaussianNB, LinearSVC, Random forest classifier, SGD Classifier. The frequency of EEG signals contains important information. EEG has become an indispensable method to detect pathological conditions and anomalies and to examine the brain activities of healthy individuals. Model-adapted wavelet transform is used to improve feature selection, hypothetical testing, and classification. Epileptic IEEG data from 16 patients with a dataset sampling frequency of 512 Hz were used. Accuracy and F1-score parameters were used for experimental studies. The results obtained are 94.54% accuracy and 94.53% F1-score value for XGBClassifier.*

***Keywords:*** *Epilepsy, CNN, Electroencephalogram (EEG)*

## 1. Introduction

All organs in the human body are interconnected with the nervous system and constantly generate bioelectric signals that contain important information about the instantaneous state and functioning of the relevant organ. With the help of these signals, information about the normal states of the organs and their working principles can be obtained. In addition, organs send information to the nervous system via bioelectric signals when abnormal conditions occur. It is possible to diagnose diseases by recognizing an abnormal situation in any organ through bioelectric signals. Thanks to the nervous system, the signals carried to the brain, which is the management and decision-making organ of the human body, are evaluated here and necessary processes are initiated. In this context, the interest in the brain is increasing. EEG [1], developed by Hans Berger in 1924, aims to measure the reflections of bioelectric signals generated by neurons in the brain that occur on the scalp. The frequency of EEG signals contains important information. Various signal processing techniques have been developed to use this information. Recently, it has become possible to detect pathological symptoms through EEG signals by utilizing signal processing techniques. EEG has become an indispensable method to detect pathological conditions and anomalies and to examine the brain activities of healthy individuals. As the number of EEG measurement channels increases, the obtained signals contain more parameters and thus become more complex, more sensitive analyses can be made.

Epilepsy is a neurological disease that occurs as a result of an unusual and involuntary discharge of the electrical charge of nerve cells in the brain. The symptom of epilepsy is usually chronic seizures that occur suddenly as a result of disruption of the nervous system's chain of command. However, among all types of epilepsy, the number of types observed with chronic seizures is quite low. It is thought that more than 50 million people in the world have epilepsy. 80% of the diseases occurred in developing countries [2]. Many methods, especially EEG, are used for the detection and treatment of epilepsy. In traditional diagnostic methods, a decision is made by comparing the signals obtained as a result of the EEG procedure applied to suspicious patients with reference samples taken from healthy people. In recent years, artificial intelligence-based deep learning techniques have attracted attention for the diagnosis of epilepsy with the development of technology. In this context, various studies have been carried out in the literature. On the other hand, Shirmeister et al. [3] applied a CNN-based classification to EEG signals in their study. It can be said that this study is a successful guide for EEG-based brain mapping. Acharya et al. [4] used the CNN model for automatic detection and diagnosis of seizures using EEG signals, and an accuracy rate of 88.67% was achieved.

In this study, iEEG data of 16 patients was used in the Sleep-Wake–Epilepsy Center of the Department of Neurology at Inselspital Bern University [5]. Epileptic EEG images were modeled with five different CNN-based classification architectures and the accuracy rates of each classification architecture were considered. It is aimed to determine the most efficient classification model that can be used for the diagnosis of epilepsy disease. The remainder of the study is organized as follows: Section 2 covers the materials and methods used in the study, Section 3 results and discussions.

## 2. Materials and Methods

### 2.1. Dataset

In this study, the data set from the Sleep-Wake–Epilepsy Center of the Department of Neurology at Inselspital Bern University was used to classify epileptic IEEG data. The dataset includes epileptic data from 16 patients with a sampling frequency of 512 Hz. Its data consists of 180 sec period Preictal, 13-154 sec ictal and last 180 sec period postictal class. Each of the epileptic data is divided into these three classes. At the same time, scalogram images were obtained by dividing them into sub-bands. Since the entropy values of the segments and delta subbands are close, scalogram images of the delta subband of each segment were obtained [6]. It was then applied to the input of the CNN model for classification. The data set was used as 70% training and 30% test set. The data used in the training phase were not used in the testing phase.

### 2.2 Electroencephalogram (EEG)

EEG is a method of measuring the reflections of the bioelectrical signals formed in the neurons in the brain on the scalp. Signals received from many electrodes placed on the scalp are made meaningful by passing through various signal processing steps as shown in Fig. 1.

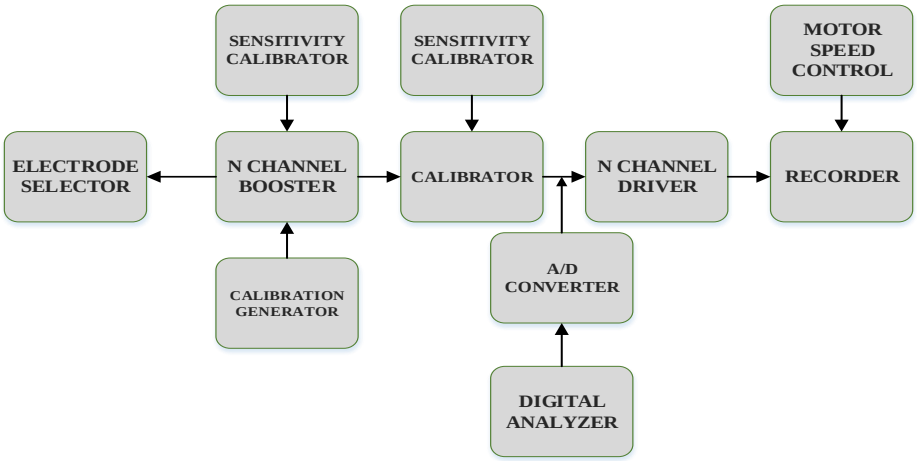



Figure 1. EEG block diagram

The diagnosis of epilepsy is possible as a result of careful analysis of EEG signals. While not every deterioration in EEG signals indicates epilepsy, not every type of epilepsy may cause deterioration in EEG signal. For this reason, EEG samples taken from the patient should be examined meticulously and carefully.

### 2.3 Convolutional Neural Network

The Convolutional Neural Network (CNN) proposed by Lecun et al. [7]. A model used to manipulate data that has structures in the form of a grid, such as images. It can be said that the most useful aspect of CNN, which is designed to learn spatial hierarchies of features from low-level to high-level models, automatically and adaptively, leads to a reduction in the number of parameters. Another important aspect of CNN is to get abstract features when the input is spread to deeper layers. For example, in image classification, edge features can be detected in the first layers, simpler shapes in the second layers, and higher-level features in the later layers. Fig. 2. shows the basic CNN architecture.

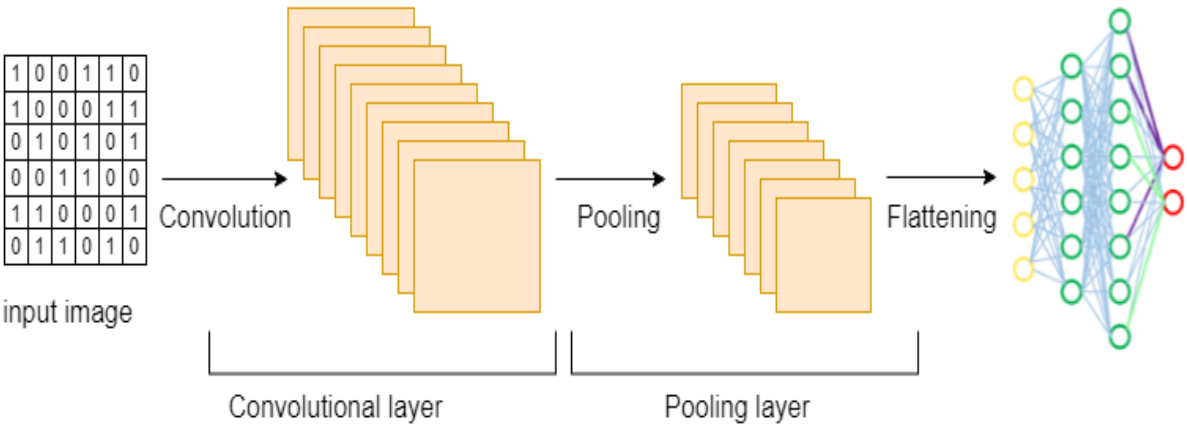



Figure 2. Basic CNN architecture

Here, the convolutional layer and pooling layer extract deep features from the input data and transmit them to the fully dependent layer in order to ensure that the system gives accurate and fast results. The fully dependent layer transmits these features to the output layer.

### 2.4 Wavelet Transform and Scalogram Generation

Continuous wavelet transform (CWT) is a widely preferred method for pattern detection. An approximate wavelet is obtained by subtracting the seizure pattern from a single channel of the recording, and the CWT coefficients are obtained from the wavelet transform adapted to the data-dependent pattern [8]. From these CWT coefficients, properties such as average power, coefficient of variation, square root mean and power spectral density are obtained. These features are used as input data to the fuzzy classifier to classify the signal in pre-seizure, seizure, and post-seizure status. Fig. 3. shows examples of scalogram images.

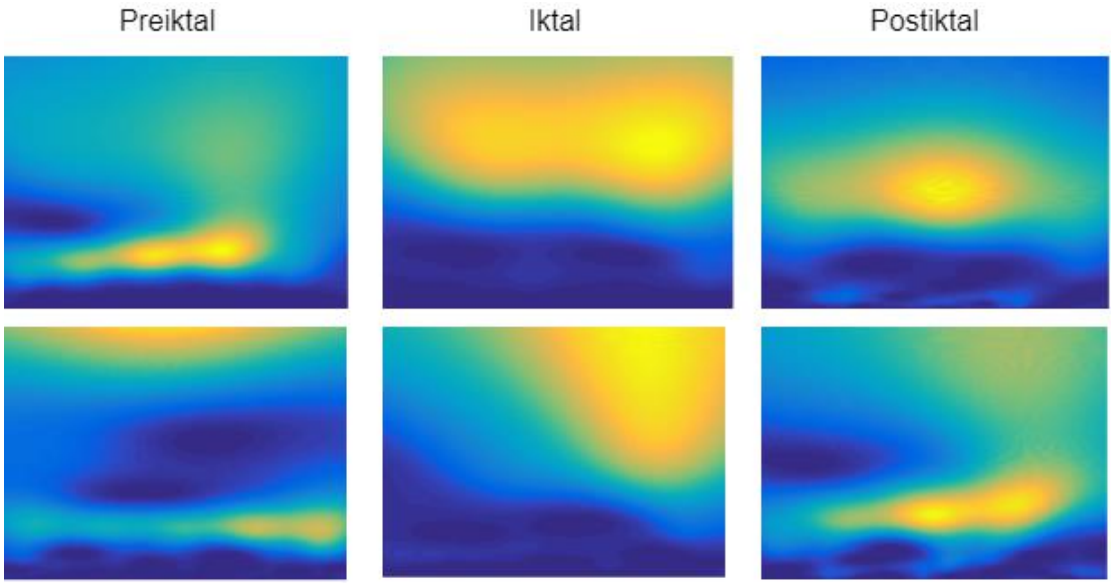



Figure 3. Preictal, ictal and postictal scalogram image examples

Scalogram images, which are defined as the absolute values of continuous wavelet coefficients, have two axes, frequency and time. All scalogram images were obtained in MATLAB software as stated by Bayram et al. [6]. Each image is 3 channel RGB and 224x224 in size.

### 2.5. Performance parameters

In this study, Accuracy and F1-score parameters were used to measure the classification performance of the algorithms in the test set.

$$Accuracy = \frac{TP + TN}{TP+FP+TN+FN} \tag{1}$$

$$F1 - score = 2X\frac{pecision\ x\ recall}{precision+recall} \tag{2}$$

The higher the Accuracy value, which is the most common evaluation metric, the better the classification performance. The F1-score parameter is used to prevent an incorrect model selection in the data set that is not evenly distributed.

## 3. Results and Discussion

Five different classification algorithms were used to determine the preictal, ictal and postictal states of epilepsy, an important disease characterized by seizures due to sudden abnormal electrical discharges in the brain. These are XGBClassifier [9], GaussianNB [10], LinearSVC [11], Random forest classifier [12], SGD Classifier [13]The obtained classification accuracy is shown in Tab. 1. When Table 1 is examined, it is seen that the XGBClassifier algorithm achieves better classification accuracy with a value of 94.54%.

Table-I Performance evaluations of algorithms

| Model | Accuracy | F1 Score |
|---|---|---|
| **XGBClassifier** | 0,945455 | 0,945352 |
| **LinearSVC** | 0,927273 | 0,927273 |
| **SGDClassifier** | 0,927273 | 0,927273 |
| **RandomForestClassifier** | 0,909091 | 0,908234 |
| **GaussianNB** | 0,836364 | 0,837403 |

Quantitative EEG analysis is an important tool for extracting timing parameters and a frequency component. A suitable method of analyzing highly dynamic, nonlinear and non-stationary EEG signals requires the use of flexible and non-subjective measurements.

## 4. Conclusion

In this study, low-frequency IEEG data was used and scalar images were obtained for each of the data using continuous wavelet transform. Obtained pre-ictal, ictal and postictal scalogram images were trained in five different algorithms. In the study, delta subband scalogram images, which are low frequency subbands, were used. In the study, 94.54% accuracy and 94.53% F1-Score values were obtained with the XGBClassifier algorithm. Considering the results obtained from the experimental studies, it is clear that it is quite successful in classifying the preictal, ictal and postictal states of the EEG signal using time and frequency properties.

## 5. References

**[1]** C.D.Binnie and P. Prior, “Electroencephalography.,” Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry, vol. 57, no. 11, pp. 1308-1319, 1994.

**[2]** E. Beghi, “The epidemiology of epilepsy,” Neuroepidemiology, vol. 54, no. 2, pp. 185-191, 2020.

**[3]** Schirrmeister, L. Gemein, K. Eggensperger, F. Hutter and T. Ball, "Deep learning with convolutional neural networks for decoding and visualization of eeg pathology," arXiv e-prints, arXiv-1708, no. 2017.

**[4]** U.R.Acharya, S. Oh, Y. Hagiwara, J. Tan and H. Adeli, "Deep convolutional neural network for the automated detection and diagnosis of seizure using EEG signals," Computers in biology and medicine, vol. 100, pp. 270-278, 2018.

**[5]** A. Burrello, K. Schindler, L. Benini and A. Rahimi, "Hyperdimensional computing with local binary patterns: One-shot learning of seizure onset and identification of ictogenic brain regions using short-time iEEG recordings," IEEE Trans. Biomed. Eng., vol. 67, no. 2, pp. 601-613, 2020.

**[6]** M. Bayram and M. A. Arserim, "Analysis of Epileptic iEEG Data by Applying Convolutional Neural Networks to Low-Frequency Scalograms," IEEE Access, vol. 9, pp. 162520-162529, 2021.

**[7]** B. Boser, J. D. Y. Le Cun, D. Henderson, R. E. Howard, W. Hubbard and L. D. Jackel, "Handwritten digit recognition with a back-propagation network," in In Advances in neural information processing systems.

**[8]** H.Mesa, "Adapted wavelets for pattern detection Lecture Notes," Computer Science Progress in Pattern Recognition, Image Analysis and Applications, vol. 3773, pp. 933-944, 2012.

**[9]** T. Chen and C. Guestrin, "XGBoost: A scalable tree boosting system," in Proc. 22nd ACM SIGKDD Int. Conf. Knowl. Discovery Data Mining, 2016.

**[10]** F. Pereira and M. Botvinick, "Information mapping with pattern classifiers: a comparative study," Neuroimage, vol. 56, pp. 476-496, 2011.

**[11]** A. Tyagi and N. Sharma, "Sentiment analysis using logistic regression and effective word score heuristic," International Journal of Engineering and Technology, vol. 7, pp. 20-23, 2018.

**[12]** M. Pal, "Random forest classifier for remote sensing classification," International journal of remote sensing, vol. 26, no. 1, pp. 217-222, 2015.

**[13]** T. Zhang, "Solving large scale linear prediction problems using stochastic gradient descent algorithms," in Proceedings of the Twenty-first International Conference on Machine Learning, 2004.

# A HIGH-PERFORMANCE INTEGER LINEAR PROGRAMMING BASED COMPUTATION FOR TRAFFIC SCHEDULES IN IEEE 802.1 TIME SENSITIVE NETWORKS

***Aziz Kerem Özkan*[1], Selçuk Cevher*[2]**
[1]Blacksea Technical University, Faculty of Engineering, Computer Engineering Department, Trabzon-Turkey, 407791@ogr.ktu.edu.tr
[2]Blacksea Technical University, Faculty of Engineering, Computer Engineering Department, Trabzon-Turkey, cevhers@ktu.edu.tr
* Corresponding author: 407791@ogr.ktu.edu.tr

***Abstract:*** *Deterministic communication plays an increasingly important role for cyber-physical systems such as in-vehicle and Industry 4.0 communication networks. IEEE 802.1 Time Sensitive Networking task group leads an initiative to define common standards for Ethernet-based deterministic communications due to its low-cost and high bandwidth. The Time Aware Shaper defined by IEEE 802.1Qbv provides a mechanism for time-triggered scheduling in Time Sensitive Networks. In this paper, we define a general framework for an iterated Integer Linear Programming model to solve the Time Sensitive Networks scheduling problem in a more scalable way. We also propose an algorithm to extend the iterated Integer Linear Programming approach in the literature to improve its success rate in Time Sensitive Networks scheduling.*

***Keywords****: Deterministic Communication, TSN, ILP, Network Scheduling*

## 1. Introduction

Deterministic communication plays an increasingly important role for cyber-physical systems (CPS) such as in-vehicle and Industry 4.0 communication networks. A CPS is composed of sensor nodes, controller and actuator units to monitor and control physical processes. Since CPS tends to have higher number of communicating nodes with stringent timing constraints, deterministic data delivery among the network nodes is an increasingly crucial requirement. For example, in an autonomous vehicle, when a front camera detects an obstacle on the road, it sends a signal to an electronic control unit (ECU) which in turn signals the brake system to stop the vehicle. The communication between an ECU and other nodes should be deterministic and real-time by guaranteeing a bounded end-to-end delay and jitter for data streams. Otherwise, catastrophic results may arise for such safety-critical systems.

Several proprietary solutions for deterministic communication in CPS were developed including CC-Link [1], PROFINET [2], FlexRay [3], SERCOS [4], and EtherCAT [5]. However, these technologies have an interoperability issue. IEEE 802.1 Time Sensitive Networking (TSN) task group leads an initiative to define common standards for Ethernet-based deterministic communications due to its low-cost and high bandwidth. IEEE 802.1 TSN is a set of open standards developed by TSN task group to extend the Ethernet technology to guarantee a deterministic real-time data delivery. The Time Aware Shaper defined by IEEE 802.1Qbv provides a mechanism for time-triggered communication in TSN [6]. This mechanism requires the computation of a Gate Control List (GCL) per queue in each outgoing port of a TSN-enabled switch, which determines the eligible time points when the frames of

data streams are allowed to transmit. By computing GCLs for each switch on the transmission paths of data streams, the end-to-end delay and jitter of network messages can be bounded. Please note that 802.1Qbv requires the deployment of a time synchronization protocol such as 802.1AS to synchronize all GCLs in the network. 802.1Qbv lacks a specification of a certain methodology to compute time-triggered traffic schedules which motivates the research work in the literature for TSN scheduling.

Different approaches for the computation of GCLs have been proposed in the literature including heuristic and metaheuristic optimization algorithms which can find a solution in reasonable amount of time. However, these algorithms do not guarantee to find the optimal solution [7]. Integer Linear Programming (ILP) [8] and Constraint Programming (CP) [9] are other approaches for GCL computation which assure to find an optimal solution. However, when the number of data streams to be scheduled is high, these algorithms tend to have very long execution times. Dividing the set of data streams into disjoint partitions and solving each of them iteratively is an approach in the literature to avoid very long execution times of ILP for GCL computation. In this paper, we define a general framework for an iterated ILP model to solve the GCL computation problem. We also propose an algorithm to determine the execution order of the disjoint partitions by an iterated ILP model for TSN scheduling. While determining this execution order, the conflicts among the data streams stemming from the shared common network resources are taken into consideration to improve the success rate of ILP.

The remainder of this article is organized as follows. Section II explains the related work for TSN scheduling. Section III presents the family of TSN standards. Section IV defines a general framework for an iterated ILP model to solve the GCL computation problem. Section V explains our heuristic mechanism for the execution order of the data stream partitions. Section VI provides a discussion and the future work. Finally, Section VII concludes the paper.

## 2. Related Work

Since ILP tends to have very long execution times in case of a high number of data streams to be scheduled, dividing the set of data streams into disjoint partitions and solving each of them iteratively is proposed as a methodology in [10] to enhance the scalability of ILP. [10] models the routing and scheduling problem of data streams in a TSN network, and solves it using Satisfiability Modulo Theories (SMT). While forming the partitions in iterated ILP, it is significantly important to include the conflicting data streams within the same partition in order to increase the success likelihood of ILP-based scheduling [11]. [12] defines a Degree of Conflict (DoC) value for each pair of data streams transmitted in a TSN network based on the amount of common network resources shared by the transmission paths of these streams. [12] proposes a heuristic approach to compute the disjoint partitions for the iterated ILP to solve the TSN scheduling problem by accounting for the DoC values. However, this research work does not specify the execution order of these partitions by an ILP model which has a significant impact on the success rate of ILP. Different from this work, we propose an algorithm to determine the execution order of the disjoint partitions in this paper.

Because of the high time complexity of jointly solving the routing and scheduling problems for TSN, these problems are solved in different steps in [13] by minimizing the time span for high-priority data transmissions which has an impact on QoS of low-priority transmissions. [14] proposes an approach to split a TSN network into hierarchical sub-networks to enhance the scalability of TSN scheduling problem, and to solve the scheduling problem for each sub-network. An online no-wait

scheduling is presented in [15] which uses a central scheduler to dynamically schedule new data streams without impacting ongoing transmissions. [16] presents a dynamic methodology to solve the routing and scheduling problems of TSN where time slots with varying sizes are used to better satisfy the timing constraints of data streams. [17] introduces an improved version of the ant colony optimization metaheuristic for TSN scheduling where the scheduling problem is firstly converted into a binary multi-knapsack problem.

## 3. Time Sensitive Networking

Fig. 1 shows the internal structure of a TSN-enabled switch which provides multiple queues with varying priorities for each outgoing port [18]. A newly arrived data packet is firstly dispatched by the switching module to the appropriate queue based on its priority, and, then, is transmitted through the outgoing port on its transmission path according to a pre-computed GCL. IEEE 802.1Qbv defines the GCL mechanism which controls the opening and closing events of gates placed at the front of each queue in each outgoing port to determine the eligibility of the data packets to transmit. GCLs should satisfy Ethernet and TSN-specific constraints in order to guarantee a deterministic real-time communication. Ethernet constraint ensures that no more than one single frame is transmitted over an outgoing port at any time. TSN-specific constraints provide temporal and spatial isolations among data packets by preventing the simultaneous arrival of different packets to be forwarded over the same outgoing port, and by storing the packets of different data streams in different queues, respectively. IEEE 802.1AS defines a mechanism to synchronize the opening and closing events of gates by providing a network-wide time information [19]. IEEE 802.1Qbu is another standard for guaranteeing deterministic data delivery in TSN which specifies a frame preemption mechanism to prevent the interference from the low-priority data traffic [20]. To provide a fault tolerance mechanism in TSN, IEEE 802.1CB standard proposes a method in which redundant copies of data packets are simultaneously sent over disjoint paths [21]. TSN standards support traffic classes with mixed time criticality including Time Triggered (TT), Audio Video Bridging (AVB), and Best Effort (BE) traffic types. While TT type has very strict timing requirements, AVB has less stringent real-time constraints. On the other hand, BE type does not have any timing concerns.

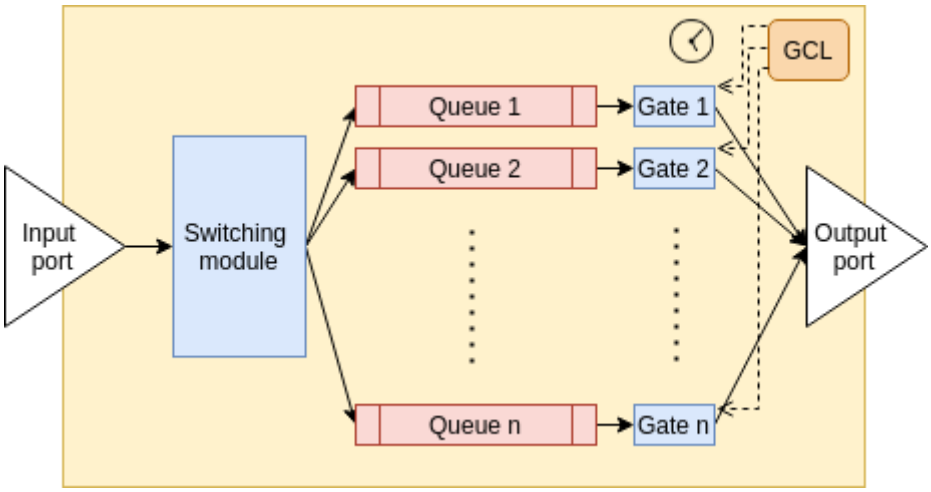



Figure 1. Internal model of a TSN-enabled switch

## 4. An ILP Framework for TT Traffic Scheduling in TSN

An ILP model mainly has three parts which include the objective function to be optimized by a solution, the constraints which a solution should satisfy, and the variables/constants used to define the objective function and constraints. The variables and constants used in an ILP model should have integer values. Similarly, the objective function and the constraints must be defined using integer equations or inequalities. The proper values to be assigned to the variables in an ILP model are searched for so that the resulting value combination satisfies the constraints. The execution time required to find the optimum solution highly depends on the number of the variables used in an ILP model. Since the number of possible value combinations significantly increases in the case of large number of variables, the search space to find the optimum solution increases too which results in high execution times.

A high number of data streams to be scheduled in a TSN network requires a high number of ILP variables which results in a large set of value combinations, and therefore long execution times. Iterative ILP approach can be used to reduce the long execution times of an ILP model [12]. In this section, a general framework for an iterated ILP model is presented to compute the timing of open and close events of the gates on the transmission paths of data streams in order to ensure a deterministic data delivery in a TSN network. In iterated ILP approach, the TT data stream set which needs to be scheduled can be divided into disjoint partitions each of which is iteratively given to an ILP model as a separate sub-problem. For every link on the transmission path of a data stream in a partition in an iterated ILP model, the time slots during which TT messages are eligible to be transmitted are determined by taking into account the other streams sharing the same network links. In each iteration of iterated ILP approach, a partial solution is returned, and these partial solutions are finally combined together to form the complete data traffic schedule.

The most significant decision variable which should be defined in an iterated ILP model is the one which determines the time slot when a data stream starts transmitting on the first link of its transmission path. The time interval between $t=0$ and this communication starting point is called a communication shift [12]. An auxilary data structure should also be defined to keep the identification of data stream occupying each time slot of each link contained by the transmission paths of data streams of the current partition being processed. In an ILP model, the properties of data streams included in each partition should be defined as a constant. These properties include message periods and sizes, source-destination pairs and transmission paths. Since the periods and the sizes of the TT messages correspond to constants in this framework, they should have integer values. One way of guaranteeing that these constants take integer values is to assign the number of equally-sized time slots occupied by a specific message size to the corresponding constant. Similarly, a message period can also be represented by the corresponding number of time slots. The time slot allocations determined by previous iterations of an iterated ILP model represent a partial solution which cannot be modified in the following iterations. Therefore, the time slot allocations up to a certain point in ILP execution should also be treated as a constant in the next iteration. Another constant required by an iterated ILP model for TSN scheduling is the hyper-period of all data streams to be scheduled which is equal to the least common multiple of message periods of all streams [12]. Please note that, in every hyper-period, the scheduling behaviour of a TSN network repeats itself. A solution for TSN scheduling should satisfy the Ethernet and TSN-specific constraints mentioned in Section III. An objective function can be used in an iterated ILP model to optimize different performance metrics including the number of queues at each outgoing port of a TSN-enabled switch reserved for TT traffic, the number of AVB data streams

satisfying the deadline requirements and the end-to-end delay of TT and AVB data streams. If an iterated ILP model does not have an objective function, any solution satisfying the constraints can be returned as a successful TSN schedule.

## 5. A Novel Approach for Iterative ILP-Based TSN Scheduling

In iterative ILP-based TSN scheduling, TT data streams to be scheduled should be partitioned into disjoint partitions for scalability reasons [12], [10]. While forming these partitions, it is significantly important to include data streams with a high DoC value within the same partition in order to increase the success likelihood of iterative ILP-based scheduling [11]. The reason for this improved success probability is that scheduling the TT streams sharing common resources within the same ILP iteration provides the iterative ILP model with more flexibility to find a scheduling solution satisfying the timing requirements of all these streams. Please note that the DoC value between two data streams will increase as the transmission paths of these streams share more common network resources as indicated in Eq. 1 [12]:

$$DoC_{i,j} = |SP_i \cap SP_j| \times \frac{(MS_i \times MS_j)}{(MP_i \times MP_j)} \qquad (1)$$

As shown in Eq. 1, in addition to the number of common links shared by the transmission paths, the DoC value for the flows *i* and *j* also takes into consideration the products of message sizes as well as the message periods. Please note that the likelihood of successfully scheduling a data stream with a large message size decreases since it is more difficult to locate a sufficient number of time slots to accommodate the whole message.

As the partial solutions for the corresponding partitions are computed one after another in Iterated ILP-Based Scheduling (IIS), the number of available time slots in the overall network will gradually decrease. Therefore, it will be increasingly more difficult to allocate a sufficiently large number of time slots for the streams in the remaining partitions awaiting to be scheduled. In turn, this difficulty will rise the probability of encountering an infeasible state causing the ILP model to fail finding a feasible scheduling solution. Although taking DoC into account in the process of partition formation can significantly improve the success rate of iterated ILP compared to the random formation, it is possible to further enhance the success rate if the ILP execution order for the partitions can be intelligently specified. For this purpose, we propose that the partitions which have a relatively high degree of conflict with other partitions should be prioritized by the execution order of the IIS. Please note that Eq. 1 defines the DoC value between two data streams while the amount of conflict between two partitions is formulated in [12]. The intuition behind our proposal is that the likelihood of finding a feasible scheduling solution will increase if the partitions with a relatively higher amount of conflict with other partitions are solved in the earlier iterations of the ILP model. Since the partitions with a higher amount of conflict require the allocation of a higher number of time slots to satisfy the timing requirements, and the amount of available time slots will become smaller in the later iterations, it will be more difficult to schedule the data streams in such partitions in later iterations.

Fig. 2(a) shows an example partitioning ($P_1$, $P_2$, $P_3$) of 11 data streams where the nodes represent the data streams while the edge weights correspond to the DoC value between the end points. For example, the DoC value between the streams $S_1$ and $S_2$, namely $DoC_{S_1, S_2}$, is 8.6 as shown in the figure.

The partitioning in Fig. 2(a) is constructed by NCut algorithm [22], which is a well-known technique in the context of image processing. As shown in Fig. 2(a), NCut algorithm tends to remove the edges with a small weight from the graph so that the edges with higher weights are included within the constructed partitions. Please note that the techniques of the Product Cut [23], Semi-Supervised Normalized Cuts [24] and ratio cut [25] are other alternatives in the literature to partition the graph of data streams.

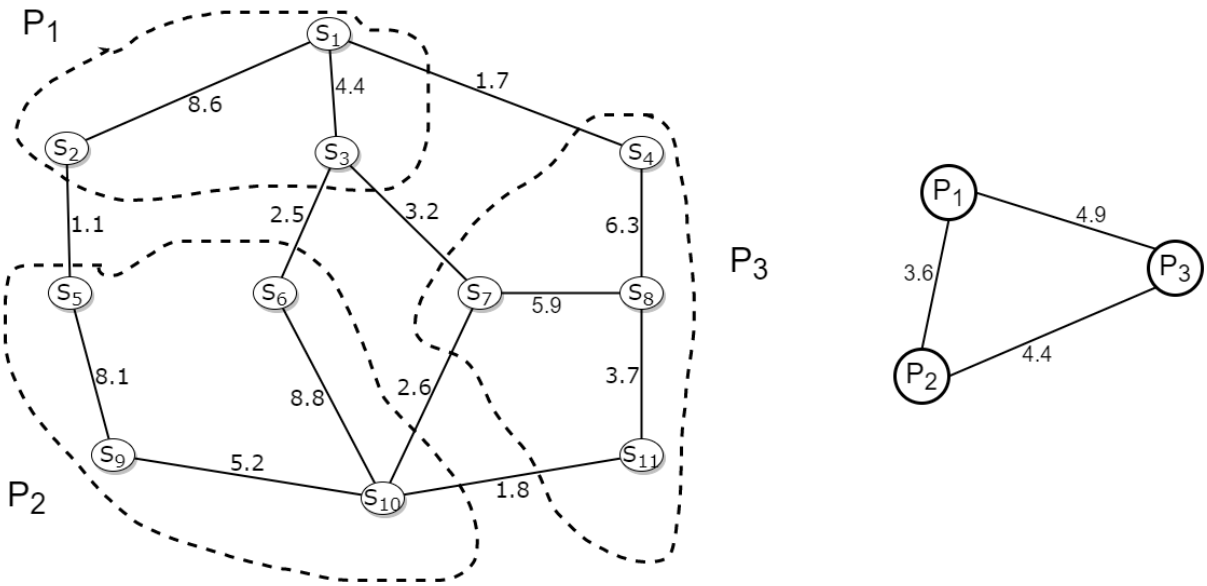



Figure 2. (a) Example data stream set partitioning; (b) Partition conflict graph

Fig. 2(b) shows the conflict graph of the partitions constructed in Fig. 2(a) where the nodes represent the partitions and the edge weights correspond to the amount of conflict between the end points, calculated according to the formulation in [12]. For example, in Fig. 2(a), there is a total of two edges between the partitions of $P_1$ and $P_2$, namely $S_2$-$S_5$ and $S_3$-$S_6$, whose DoC values are shown to be $DoC_{S_2, S_5} = 1.1$ and $DoC_{S_3, S_6} = 2.5$, respectively. The amount of conflict between $P_1$ and $P_2$ is shown to be $DoC_{P_1, P_2} = DoC_{S_2, S_5} + DoC_{S_3, S_6} = 3.6$ in Fig. 2(b). $DoC_{P_1, P_3}$ and $DoC_{P_2, P_3}$ are similarly computed as shown in the figure. To determine the effective execution order of $P_1$, $P_2$ and $P_3$ by the iterated ILP model, the total amount of conflict for each partition should be calculated. For example, the total amount of conflict for $P_1$ is $DoC_{P_1, P_2} + DoC_{P_1, P_3} = 8.5$ as shown in Fig. 2(b). The total amount of conflicts for $P_2$ and $P_3$ are similarly computed to be 8 and 9.3, respectively. Based on these conflict values for $P_1$, $P_2$ and $P_3$, the scheduling of the data streams in $P_3$ should be prioritized by the execution order of the ILP model since $P_3$ has the highest amount of conflict. Please note that, if the data streams in $P_1$ and $P_2$ are scheduled in earlier iterations than $P_3$, it will be significantly more difficult to allocate the suitable time slots to the data streams in $P_3$ with a high DoC value. For example, the likelihood of successfully scheduling of $S_7$ in $P_3$ will be smaller if $S_3$ in $P_1$ and $S_{10}$ in $P_2$ are scheduled earlier than $S_7$, since $S_7$ has high amount of conflict with $S_3$ and $S_{10}$, namely $DoC_{S_7, S_3} = 3.2$ and $DoC_{S_7, S_{10}} = 2.6$, respectively. The complete execution order in descending priority for $P_1$, $P_2$ and $P_3$ is $<P_3, P_1, P_2>$.

## 6. Discussion and Future Work

Deterministic communication plays an increasingly important role especially in in-vehicle and industrial automation traffic scenarios which tend to have a higher number of communicating nodes with stringent timing requirements. Due to its low cost and high bandwidth, Ethernet based solutions attract more attention for deterministic real-time communication. IEEE 802.1 TSN is a set of open standards developed by TSN task group where 802.1Qbv defines a mechanism for time-triggered communication in TSN. However, 802.1Qbv lacks a specification of a certain methodology to compute TT traffic schedules which motivates the research work in the literature to develop algorithms to determine effective network schedules. Compared to the heuristic and meta-heuristic approaches for TSN scheduling, constraint based approaches such as ILP guarantee constructing optimum solutions, but have run-time scalability issues especially for large problem instances. To reduce the time complexity of ILP-based TSN scheduling, the iterated ILP is proposed in the literature [10]. As future work, we plan to implement the heuristic algorithm summarized in Section 4 to enhance the success rate of an iterated ILP model for TSN scheduling. We also plan to evaluate its performance using network topologies with varying sizes and structures, and different traffic scenarios including varying number of data streams, varying number of partitions to be constructed, and different message sizes/periods. We also think that the methodology to compute the transmission paths for the data streams may have a significant impact on the performance of the proposed heuristic, and, therefore, this aspect should be further investigated. We believe that another potential subject to research for is the analysis of the impact of partitioning algorithms other than NCut on the performance of our proposed heuristic. Some of such algorithms include the Product Cut [23], Semi-Supervised Normalized Cuts [24] and ratio cut [25]. The distinguishing properties of these algorithms from NCut are so that the Product Cut has a lower bound for partition size while NCut does not have, Semi-Supervised Normalized Cuts allows to tune partitioning constraints which yields more flexible partitioning while NCut does not allow this adjusting and ratio cut lacks of bias for segmentation while NCut can give unbalanced partitions in some scenarios, respectively.

## 7. Conclusion

In this paper, the general communication constraints for TSN data traffic schedules are explained, and a general framework for iterated ILP-based TSN scheduling conforming to these constraints is introduced. We also propose a heuristic algorithm to prioritize the scheduling of data stream partitions with a higher amount of conflict with the other data stream partitions in the network in order to enhance the success rate of IIS. The operation of our heuristic algorithm is explained using an example traffic scenario, and the potential research issues regarding iterated ILP-based TSN scheduling are discussed.

## 8. References

**[1]** S. Noguchi et al., "FDT technology for CC-link network," SICE Annual Conference 2011, 2011, pp. 1560-1565.

**[2]** H. Kleines, S. Detert, M. Drochner and F. Suxdorf, "Performance Aspects of PROFINET IO," in IEEE Transactions on Nuclear Science, vol. 55, no. 1, pp. 290-294, Feb. 2008, doi: 10.1109/TNS.2007.914032.

**[3]** Chau-Chung Song, Wei-Chi Chen and Wei- Chang Chen, "Timing analysis of communication cycle on vehicular FlexRay network," 2011 International Conference on Electric Information and Control Engineering, 2011, pp. 5585-5588, doi: 10.1109/ICEICE.2011.5777637.

**[4]** Q. He, Q. Zeng and X. Tang, "Research and implement on industry control networks based on embedded SERCOS-III protocol," 2011 International Conference on Electronics, Communications and Control (ICECC), 2011, pp. 3868-3872, doi: 10.1109/ICECC.2011.6067582.

**[5]** I. Jung and S. Lim, "An EtherCAT based control system for human-robot cooperation," 2011 16th International Conference on Methods & Models in Automation & Robotics, 2011, pp. 341-344, doi: 10.1109/MMAR.2011.6031370.

**[6]** M. Máté, C. Simon and M. Maliosz, "Asynchronous Time-Aware Shaper for Time-Sensitive Networking," 2021 17th International Conference on Network and Service Management (CNSM), 2021, pp. 565-571, doi: 10.23919/CNSM52442.2021.9615545.

**[7]** M. Pahlevan and R. Obermaisser, "Genetic Algorithm for Scheduling Time-Triggered Traffic in Time-Sensitive Networks," 2018 IEEE 23rd International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA), 2018, pp. 337-344, doi: 10.1109/ETFA.2018.8502515.

**[8]** J. Falk, F. Dürr and K. Rothermel, "Exploring Practical Limitations of Joint Routing and Scheduling for TSN with ILP," 2018 IEEE 24th International Conference on Embedded and Real-Time Computing Systems and Applications (RTCSA), 2018, pp. 136-146, doi:10.1109/RTCSA.2018.00025.

**[9]** N. Reusch, P. Pop and S. S. Craciunas, "Work-In-Progress: Safe and Secure Configuration Synthesis for TSN using Constraint Programming," 2020 IEEE Real-Time Systems Symposium (RTSS), 2020, pp. 387-390, doi: 10.1109/RTSS49844.2020.00045.

**[10]** R. Mahfouzi, A. Aminifar, S. Samii, A. Rezine, P. Eles and Z. Peng, "Stability-aware integrated routing and scheduling for control applications in Ethernet networks," 2018 Design, Automation & Test in Europe Conference & Exhibition (DATE), 2018, pp. 682-687, doi: 10.23919/DATE.2018.8342096.

**[11]** F. Pozo, G. Rodriguez-Navas, H. A. Hansson, and W. Steiner, “Schedule synthesis for next generation time-triggered networks,” Mälardalen Univ., Västerås, Sweden, MRTC Rep. MDH-MRTC-314/2017-1-SE, 2017.

**[12]** A. A. Atallah, G. B. Hamad and O. A. Mohamed, "Routing and Scheduling of Time-Triggered Traffic in Time-Sensitive Networks," in IEEE Transactions on Industrial Informatics, vol. 16, no. 7, pp. 4525-4534, July 2020, doi: 10.1109/TII.2019.2950887.

**[13]** Naresh Ganesh Nayak, Frank Dürr, and Kurt Rothermel. 2018. Routing algorithms for IEEE802.1Qbv networks. SIGBED Rev. 15, 3 (June2018),13–18. DOI:https://doi.org/10.1145/3267419.3267421

**[14]** D. Hellmanns, A. Glavackij, J. Falk, R. Hummen, S. Kehrer and F. Dürr, "Scaling TSN Scheduling for Factory Automation Networks," 2020 16th IEEE International Conference on Factory Communication Systems (WFCS), 2020, pp. 1-8, doi: 10.1109/WFCS47810.2020.9114415.

**[15]** R. Bhatia, T. V. Lakshman, M. F. Özkoç and S. Panwar, "FlowToss: Fast Wait-Free Scheduling of Deterministic Flows in Time Synchronized Networks," 2021 IFIP Networking Conference (IFIP Networking), 2021, pp. 1-6, doi: 10.23919/IFIPNetworking52078.2021.9472838.

**[16]** Y. Huang, S. Wang, T. Huang, B. Wu, Y. Wu and Y. Liu, "Online Routing and Scheduling for Time- Sensitive Networks," 2021 IEEE 41st International Conference on Distributed Computing Systems (ICDCS), 2021, pp. 272-281, doi: 10.1109/ICDCS51616.2021.00034.

**[17]** Wang, Yang & Chen, Jidong & Ning, Wei & Yu, Hao & Lin, Shimei & Wang, Zhidong & Pang, Guanshi & Chen, Chao. (2020). A time-sensitive network scheduling algorithm based on improved ant colony optimization. Alexandria Engineering Journal. 60. 10.1016/j.aej.2020.06.013.

**[18]** J. Specht and S. Samii, "Synthesis of Queue and Priority Assignment for Asynchronous Traffic Shaping in Switched Ethernet," 2017 IEEE Real-Time Systems Symposium (RTSS), 2017, pp. 178-187, doi: 10.1109/RTSS.2017.00024.

**[19]** "IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks - Timing and Synchronization for Time- Sensitive Applications in Bridged Local Area Networks," in IEEE Std 802.1AS-2011 , vol., no., pp.1-292, 30 March 2011.

**[20]** M. A. Ojewale, P. M. Yomsi and B. Nikolić, "Multi-Level Preemption in TSN: Feasibility and Requirements Analysis," 2020 IEEE 23rd International Symposium on Real-Time Distributed Computing (ISORC), 2020, pp. 47-55, doi: 10.1109/ISORC49007.2020.00017.

**[21]** "IEEE Standard for Local and metropolitan area networks--Frame Replication and Elimination for Reliability," in IEEE Std 802.1CB-2017 , vol., no., pp.1-102, 27 Oct. 2017, doi: 10.1109/IEEESTD.2017.8091139.

**[22]** T. Cour, S. Yu, and J. Shi, "Normalized cut segmentation code," Univ. Pennsylvania, 2004. Accessed: Jun. 19, 2003. [Online]. Available: https://github.com/areslp/matlab/tree/master/Ncut_9

**[23]** Xavier Bresson, Thomas Laurent, Arthur Szlam, and James H. von Brecht. 2016. The product cut. In Proceedings of the 30th International Conference on Neural Information Processing Systems (NIPS'16). Curran Associates Inc., Red Hook, NY, USA, 3799–3807.

**[24]** S. E. Chew and N. D. Cahill, "Semi-Supervised Normalized Cuts for Image Segmentation," 2015 IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV), 2015, pp. 1716-1723, doi: 10.1109/ICCV.2015.200.

**[25]** S. Wang and J. M. Siskind, "Image segmentation with ratio cut," in IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 25, no. 6, pp. 675-690, June 2003, doi: 10.1109/TPAMI.2003.1201819.

# SOFTWARE IN GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS AND CLOUD GIS SOFTWARE

***Delal Mençik*[1], Hüseyin Pehlivan[2], Alper Aytekin[3], Vasfiye Mençik[4]***
[1] Gebze Technical University, Institute of Natural and Applied Sciences, Department of Geodesy and Geographic Information Technologies, Kocaeli-Turkey, delalmnck35@gmail.com
[2] Gebze Technical University, Institute of Natural and Applied Sciences, Department of Geodesy and Photogrammetry Engineering, Gebze - Kocaeli, Turkey, hpehlivan@gtu.edu.tr
[3]Batman University, Faculty of Engineering and Architecture, Department of Electric-Electronic Engineering, Batman-Turkey, alper.aytekin@batman.edu.tr
[4]Batman University, Faculty of Engineering and Architecture, Department of Electric-Electronic Engineering, Batman-Turkey, vasfiye.mencik@batman.edu.tr
[*] Corresponding author: delalmnck35@gmail.com

***Abstract:*** *Geographic Information Systems (GIS) software, which is programs that offer various geographical functions, has an important place in the GIS industry. GIS software has 3 main parts: user interface, tools and data manager. A desktop computer or a central server is needed to carry out operational activities in GIS. Cloud Technology is defined as software applications, data storage services and processing capacity that are accessed over the internet, and it provides access to all kinds of information and personal data from anywhere at any time, even with the lowest capacity device. For all these processes, it performs a multi-server connection via a digital network. With the development of cloud computing systems, it is possible to store, process and share large data stacks in virtual machines on the web. Cloud technology's Software as a Service (SaaS); providing software as a service, Platform as a Service (PaaS); platform service and Infrastructure as a Service (IaaS); There are three building blocks, namely the server infrastructure service. The most well-known leading software in the GIS sector in the world and in our country; Esri, Intergraph, Autodesk, QGIS, MapInfo, NetCAD GIS etc. are software. In this research, software in Geographical information systems and Cloud GIS software were examined.*

***Keywords****: Cloud GIS, Cloud Computing, GIS Software*

## 1. Introduction

Geographic Information Science has become more prominent with the emergence of important improvements in its field and the spread of application examples in practice. With the widespread use of the Internet, the needs for dynamic systems have created "Web GIS" and "Cloud GIS" solutions. Despite the widespread use of desktop GIS applications, the use of Cloud GIS applications has increased in recent years and offers more efficient solutions to the user. With the development of cloud computing systems, it is possible to store, process and share large data stacks in virtual machines on the web. Cloud computing, using hardware and software provided through the internet by computing services (server, storage, database, network, software, analysis), using services as much as desired at any time according to changing needs, paying for the amount used, monitoring and reporting resources, storing data on users' physical hard disks defined as not having to. Using cloud computing technology reduces the burden of personal computers. The use of cloud computing in geographic information systems started with the use of geographic databases. It is based on storing raster and vector datasets in the memory of a remote server, and its main principle is to use that of a server instead of using the facilities of the local computer. Cloud GIS also forms the basis of web-based GIS. Cloud GIS allows different users to operate on the same geographic data. The cloud computing solution announced by the world's largest online book seller Amazon as Amazon Web Services is used in many areas including GIS. Likewise, Google Maps is essentially Cloud GIS-based. In recent years, many studies have been carried out by combining Cloud Computing and GIS in different application areas. Yang and Wu [1] summarized the definitions

of Cloud Computing in the literature and discussed Cloud Computing technology with its features and application processes and examined decision support systems applications and geographic data storage processes on the cloud. Ekin [2] examined the use cases of Cloud Computing and GIS. It also developed a Web-based GIS application for infrastructure management. Yang [3] explored the use of Cloud Computing in temporal GIS applications and generally focused on data management, computation, analysis, and application arguments of the time-space model. Kavzoğlu and Şahin [4] discussed Cloud Computing and Cloud GIS applications and developed two different Cloud GIS applications with "Google Maps API" and "GIS Cloud". Alfaqih and Hassan [5] searched general definitions about Cloud Computing and Cloud GIS and summarized the studies on Cloud GIS in the literature. Traditional GIS software is on desktop and local servers, single user, hardware and software need to be installed and managed. The block diagram of the GIS system is given in Fig.1.

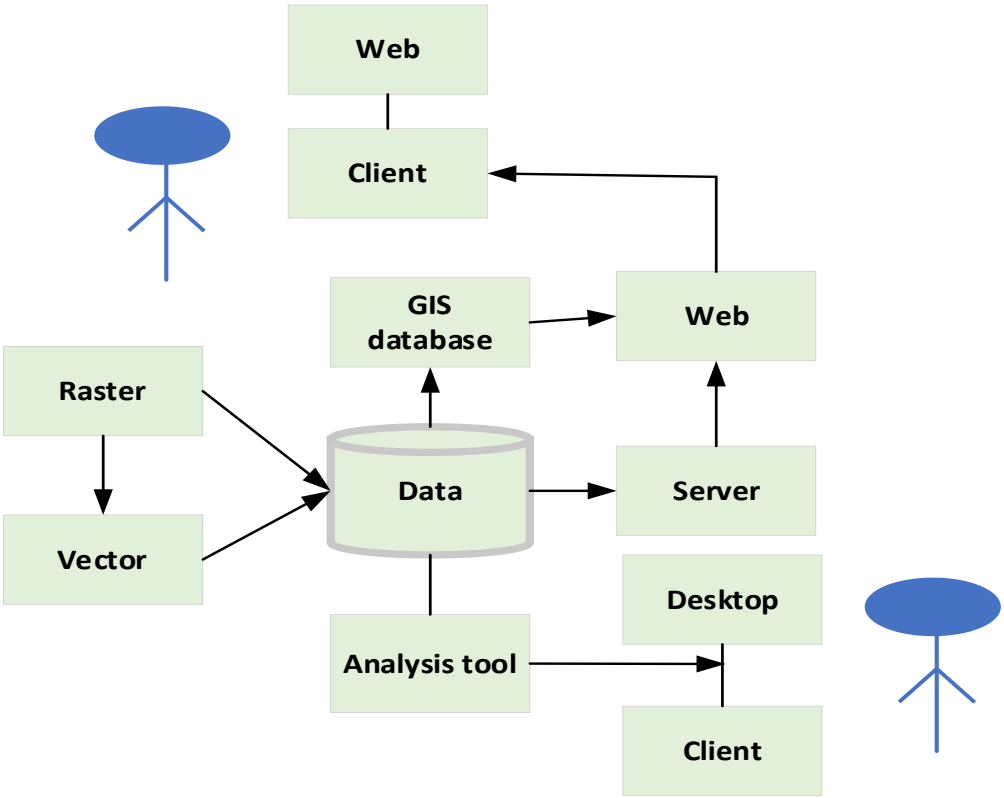



Figure 1. Geographic information systems block diagram

In Cloud GIS, on the other hand, it provides uninterrupted and fast access, software is easily installed and managed, provides unlimited computing resources and storage space, and provides functionality and high performance in areas such as dynamic data sharing, analysis and storage compared to classical GIS. Cloud GIS has benefits such as providing solutions at low cost, achieving better performance, facilitating the use of non-expert users, increasing the efficiency of operations in the field, accelerating data collection and integrating data.

In the second section of this study, the use of software in geographic information systems and the concept of cloud GIS, and in the third section, cloud GIS software is examined. In the last section, the results were evaluated and promising suggestions were made.

## 2. Materials and Methods

### 2.1. Software in geographical information systems

Hardware that integrates the functions of collecting, storing, processing, analyzing and presenting graphic and non-graphical data related to geographical assets from various sources, in order to increase decision-making capabilities in GIS research, planning and management, and also to save time, money and personnel, software is a whole consisting of geographical data and personnel components [6]. GIS software is designed for compiling, storing, querying, analyzing and visualizing data. GIS software is designed to work with location-based data and includes projection and coordinate systems. At the same time, geographic information systems software also offer service infrastructure that allows communication between desktop, server and web. Software that makes up the software component of GIS; network communication software (DECNET, TCP/IP etc.), operating system software (UNIX, CLIX, MS DOS etc.), GIS software (MGE, ARC/INFO, ARCVIEW etc.) and application software. Operating system software is software independent of GIS software for computer operation. Application softwares are programs written in the macro language of the GIS software and the languages supported by this software (FORTRAN, C etc.) and applications-oriented programs. Among these software, other than application software, they are commercial software and can be supplied ready-made. However, application software is generally developed and named according to the purpose and application area by the users. For example, Ankara City Information System, Forest Information System etc. [7]. The power of geographic information systems and its difference from Computer Aided Design System (CAD) is the ability to analyze spatial data and attribute data together. Due to this feature, GIS is used and planned to be used in various application areas by many individuals, institutions and organizations. In short, GIS software is programs that find solutions to geographical problems.

#### *2.1.1 Cloud computing*

Thanks to the developing technology and the internet, users are shifting from the classical information technology infrastructure that provides local scale and limited service opportunities to cloud computing technology that is flexible, economical and allows access everywhere. Cloud computing is a model of receiving service by connecting to other servers over the internet without the need for any software and storage unit via desktop computers, tablets or smart mobile devices. Cloud computing allows the user to require no extra effort or intervention in the configuration and operation of the system. The logical diagram showing cloud computing is given in Fig.2.

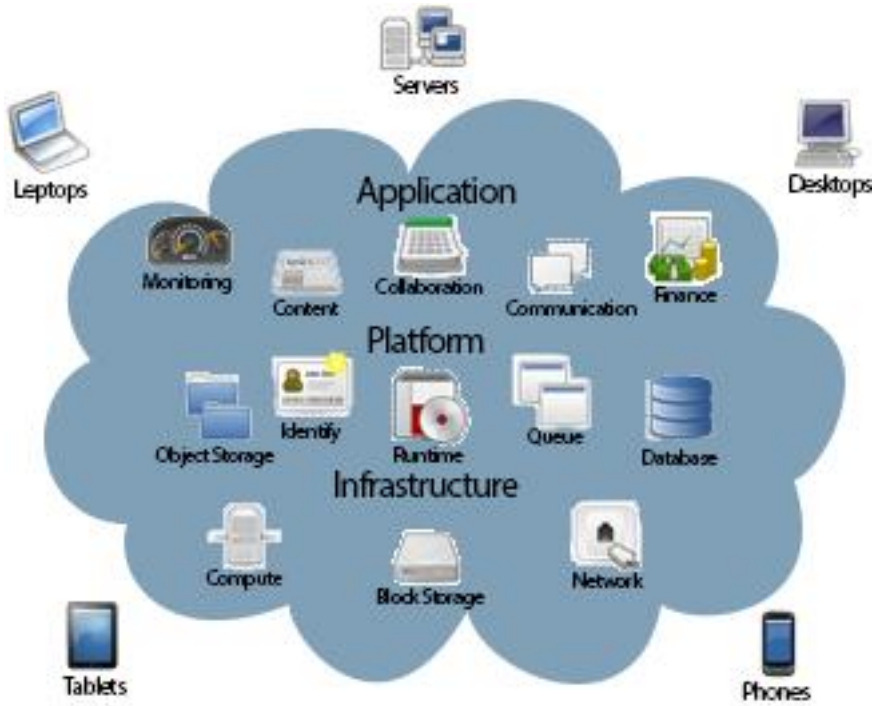



Figure 2 Logical diagram showing cloud computing

There are four distribution models in Cloud Computing systems: private, community, public and hybrid [8]. The private deployment model provides users in organizations with large numbers of employees with private cloud infrastructure, either on-premises or offsite. Community model cloud infrastructure is offered for a specific group with common goals such as business sector, subject of study, interest. The public cloud model is the type of service in which the service provider enables the open use of cloud infrastructure at its centers. The hybrid cloud model, on the other hand, can be seen as a combination of other distribution types, but it contains unique features for advanced cloud solutions [9]. There are three types of services in cloud computing systems. These are Software as a Service (SaaS), Platform as a Service (PaaS), and Infrastructure as a Service (IaaS). SaaS is a service that users benefit from by accessing applications from any platform connected to the Internet without any installation [4]. In addition, companies and organizations are enabled to use information systems or applications on the cloud instead of purchasing software and hardware and employing IT workers [5]. PaaS provides the distribution of platforms or applications for software development applications demanded by consumers. The cloud infrastructure in the PaaS model is not managed or controlled by users, but users have authority over platforms and applications [10]. The IaaS service model offers core features such as computing, storage, networking, and processing. Users can also use an operating system and application that they can manage and control on the cloud infrastructure [11].

### *2.1.2 Cloud GIS*

Geographic Information Systems is an advanced information system that collects, stores and analyzes spatial and non-spatial digital data types such as attribute, raster and vector data and presents the operations of querying and evaluating these data types to the user in computer environment [4].

With the widespread use of GIS for many years, the increase in data sets and the development of technology, a superior alternative, namely Cloud GIS, has begun to be used. GIS cloud embodies the traditional approach to upgrading GIS applications and provides broad spectrum services to users around the world. With Cloud GIS, geospatial data is easier to analyze, process, store and manage. At the same time, Cloud GIS is one of the advantages of providing low-cost installation, high performance with low capital, low maintenance cost, not requiring a technician by providing continuous updating and not causing workload costs, not experiencing data and business loss in possible disasters in any data center, and high availability. Fig.3 gives an overview of the Cloud-based GIS Model. Cloud GIS facilitates users' access to data, maps and geographic analysis services [12].

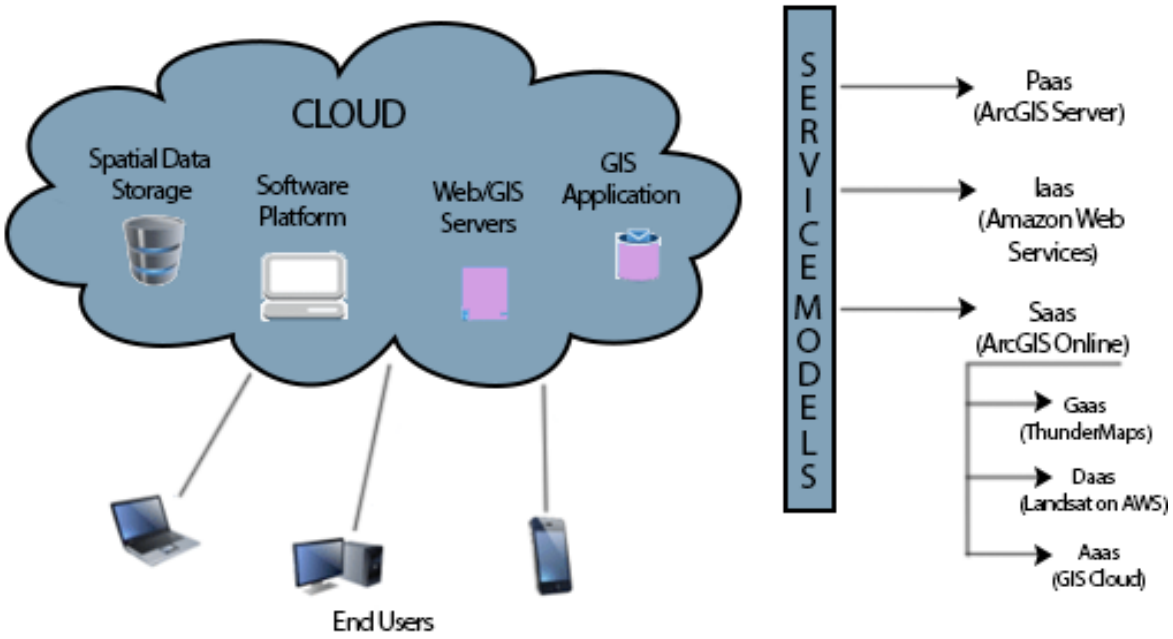



Figure 3. Overview of the Cloud-based GIS Model

Cloud GIS also provides the user with a pay-as-you-go feature, so users are only responsible for the services they use. The scalability feature of cloud GIS makes it possible to increase or decrease the compute, storage and network capacities as desired, while facilitating geodata manipulation [13]. In addition, the operating system, GIS software, applications and tools can be easily installed using ready-made cloud machine images [10]. Organizations such as ESRI and GIS Cloud provide these services to users using cloud computing technology. The world's largest providers of Cloud GIS infrastructure, Amazon (Amazon EC2 & S3), Microsoft (Microsoft Windows Azure, Windows Server Hyper-V) and IBM (IBM Cloud) offer a reliable cloud infrastructure to their customers.

## 2.2. Cloud GIS applications

### *2.2.1 ArcGIS online and ArcGIS server*

ArcGIS Online is Esri's multifunctional cloud service. It has an easy to integrate and user-friendly interface. It offers services such as managing, analyzing, sharing and storing geographic data. With the ArcGIS Online service, map services and data groups can be published and data can be

accessed from anywhere without the need for desktop software. Fig.4 shows the components of ArcGIS Server [14].

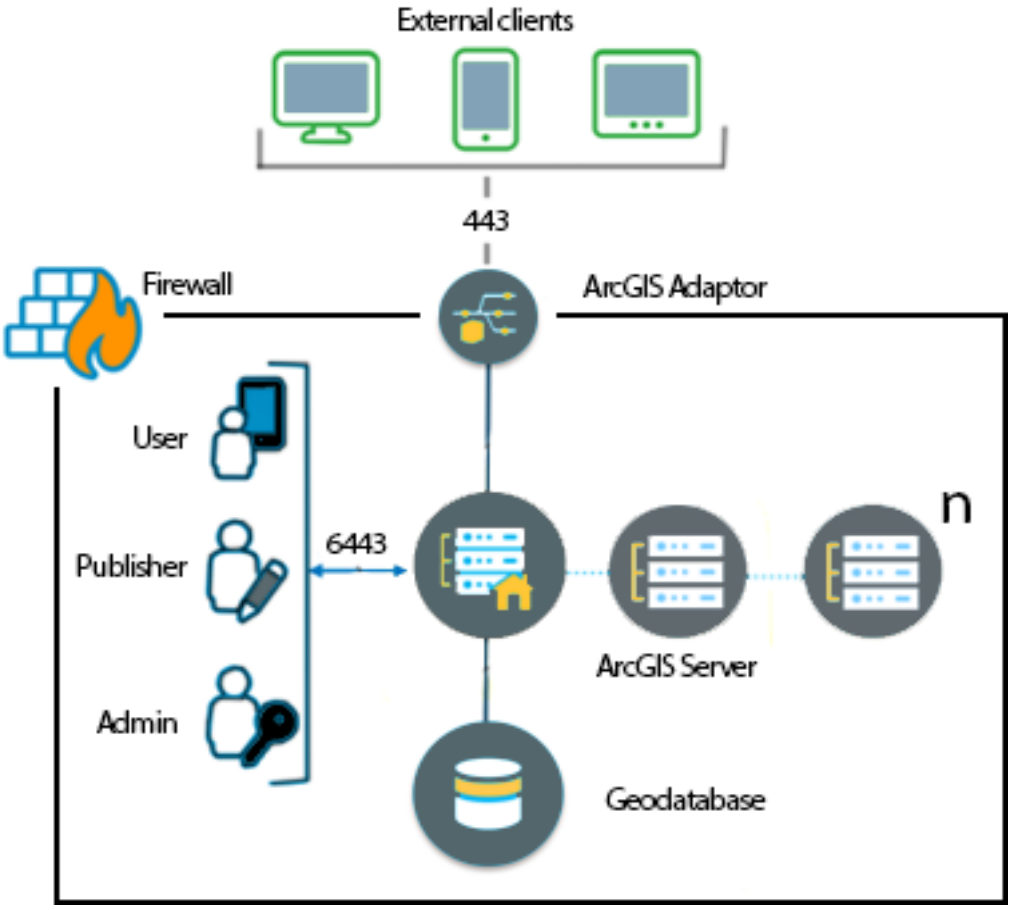



Figure 4 The components of ArcGIS Server

ArcGIS Online is a SaaS service and ArcGIS Server is an example of an IaaS service model. ArcGIS Server enables GIS services to be created, managed, and deployed on the web. It also supports desktop, mobile and web mapping applications. With ArcGIS Server, there is no system-maintenance fee, it is constantly up-to-date, what is required for the server to be used is provided from a single source and it saves time.

### *2.2.2 GIS cloud*

GIS Cloud allows to collect data in the field, manage data and team, organize and share on the map. GIS Cloud offers mobile and web GIS experience to the user [15]. The mobile application allows to collect and review data in the field and provides a real-time overview of the data from the field. Users can share data with collaborators or make it publicly available. The system controls projects and data at different access levels, enabling collaboration and effective data management across the enterprise. GIS Cloud is an example of SaaS Cloud service model. Google Maps has Javascript and Flash API support.

### *2.2.3 Google maps API*

Map API is the most important key needed to use maps and map databases prepared by Google on applications. Popularly used today, Google offers services in which geographic data is shared with Google Earth software, Google Maps, Earth Builder service and various API tools, etc. Google Maps API provides services such as location search, street view, direction, distance, coordinates, elevation.

### *2.2.4 GISLayer*

GISLayer, one of the recently popular cloud GIS software, allows collecting, analyzing, sharing data and editing, adding, querying data with multiple users in real time. The software is mobile and web-based. GISLayer is an example of SaaS Cloud service model.

## 3. Conclusion

In the study, software infrastructure and Cloud GIS applications in geographic information systems were examined. With the increase in data size and the development of technology, alternative solutions have started to be developed. Cloud GIS infrastructure enables to store, visualize, share and analyze data. Widespread use of this technology enables the creation of a dynamic geographic information platform. The new system brings advantages as well as disadvantages. Keeping digital data and software on different computers and having access permissions for different users allows the data to be used for a different purpose and makes it easier for different people to get hold of it. At the same time, a stable internet connection is required. On the other hand, it is foreseen that it will allow the data sharing culture to change in our country. It has been seen that data sharing is centralized with Cloud GIS, saving time and cost. It has been observed that cloud GIS solutions are not yet widely used locally.

## 4. References

**[1]** Y. J and W. S, “Studies On Application Of Cloud Computing Techniques İn Gıs,” Second Ita International Conference On Geoscience And Remote Sensing,, vol. 1, pp. 492-495, 2010.

**[2]** E. Ekin, Hizmet Yönetiminde Bulut Cbs Uygulamaları: Eskişehir Alt Yapı Hizmetleri Örneklemi, Eskişehir: Anadolu Üniversitesi, 2011.

**[3]** C. Yanga, M. Goodchildb, Q. Huanga, D. Nebertc, R. Raskind, Y. Xue and M. B. D. Fay, “Spatial cloud computing: how can the geospatial sciences use and helpshape cloud computing,” International Journal of Digital Earth, vol. 4, no. 4, pp. 305-329, 2011.

**[4]** T. KAVZOĞLU and E. K. ŞAHİN2, “BULUT BİLİŞİM TEKNOLOJİSİ VE BULUT CBS UYGULAMALARI,” in IV. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu, Zonguldak, 2012.

**[5]** T. M. Alfaqih and M. M. Hassan, “GIS Cloud: Integration between cloud things and geographic information systems (GIS) opportunities and challenges,” International Journal on Computer Science and Engineering , vol. 3, no. 5, pp. 360-365, 2016.

**[6]** H. Taştan and E. Bank, “ Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Konuma Bağlı Analizler,” 1. Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu, pp. 33-52, 1994.

**[7]** M. Şehsuvaroğlu and H. Taştan, “Harita Genel Komutanlığında Kullanılan Coğrafi Bilgi Sistemi Yazılımlarının,” Harite Genel Komutanlığı Harita Dergisi, no. 118, pp. 51-64, 1997.

**[8]** M. A. Bhat, R. M. Shah and B. Ahmad, "Cloud Computing: A solution to Geographical Information Systems," International Journal on Computer Science and Engineering , vol. 3, no. 2, pp. 594-600, 2011.

**[9]** P. Mell and T. Grance, "The NIST Definition of Cloud Computing," National Institute of Standards and Technology, 2011.

**[10]** M. O. METE and T. YOMRALIOĞLU, "An Application of Mass Real Estate Valuation with Open Source Cloud GIS," Harita Dergisi, no. 165, pp. 28-42, 2021.

**[11]** M. Lněnička and J. Komárková, "CLOUD SOLUTIONS FOR GIS AND CLOUD-BASED TESTING OF WEB-BASED GIS APPLICATIONS," Scientific papers of the University of Pardubice. Series D, Faculty of Economics and Administration., no. 28, pp. 55-66, 2013.

**[12]** Y. Peng and Y. Wang, "Geographic Information System in the Cloud Computing Environment," Computer Engineering and Networking, vol. 277, pp. 893- 902, 2013.

**[13]** A. Diasse and F. Kone, "Proposed of a GIS Cloud (GIS-C) System Architecture in Private Used," Future Intelligent Information Systems, vol. 86, pp. 55-63, 2011.

**[14]** Y. Shao, L. Di, J. Gong, Y. bai and P. Zhao, "GIS in the Cloud: Implementing a Web Coverage Service on Amazon Cloud Computing Platform," Electrical Engineering and Control, vol. 98, pp. 289-295, 2011.

**[15]** S. Pandey, "Cloud Computing Technology & Gıs Applications," in The 8th Asian Symposium On Geographic Information Systems From Computer & Engineering View, Chongqing, China, 2010.

# REAL-TIME APPLICATION OF A CHAOS BASED SECURE COMMUNICATION SYSTEM USING IR SIGNALS WITH ARDUINO

***Hidayet Oğraş*[1], Emre Erkan[2]***
[1]Batman University, Vocational School of Technical Sciences, Department of Electronic Communication, Batman-Turkey,hidayet.ogras@batman.edu.tr
[2]Batman University, Vocational School of Technical Sciences, Department of Electronic Communication, Batman-Turkey, emre.erkan@batman.edu.tr
[*] Corresponding author: hidayet.ogras@batman.edu.tr

***Abstract:*** *In this paper, a real-time secure communication application based on chaos has been implemented through a digital hardware, Arduino. Digital information is encrypted using exclusive or operation in the algorithm to make secure communication. In the application, two Arduino Uno boards are used, one of which is the transmitter and the other is the receiver of the communication system. Communication between the transmitter and receiver circuits is provided via infrared signals. Infrared transmission requires minimum power to operate and can be set up easily at low cost. Chaos dynamics is utilized for generating secret encryption keys which will be used to mix original digital information. The encryption algorithm used in the application has a symmetrical structure, so the same keys are produced in the transmitter and receiver sides. Arduino based transmitter and receiver boards are programmed in such way that data transmission takes place over infrared signals, and the chaotic system that will be used as key generator, is provided to run in real-time on both sides. This paper demonstrates the usability of chaotic systems in secure communication systems in a fast and effective way. In addition, the easy applicability of this study reveals that other multimedia information can be transmitted on different platforms with a similar approach.*

***Keywords****: Chaos, Secure Communication, Encryption, Arduino*

## 1. Introduction

A microcontroller is an integrated circuit chip designed to manage a specific operation in an embedded system. They are used in automatically controlled products and devices, such as automobile engine control systems, remote controls, computers, robotics, cellphones, office machines and other embedded systems [1]. Microcontrollers continue to be used in many areas of life due to their cheapness, small size and easy programming. Arduino development board containing Atmel Atmega328P microcontroller is used in this communication application. This microcontroller has 6 Analog and 14 Digital pins with a flash memory of 32 Kbyte. Since Arduino supports different communication protocols, many different applications can be realized using this board, especially in the field of data communication. In fact, some of these applications consist of devices that communicate with each other. For such applications, it may be desirable to protect the data for security reasons. However, since the computing capability and storage space of the Arduino system is limited, a suitable and effective encryption technique should be used for that purpose [2]. There are many efficient and effective applications that have been proposed in this field and some of them ciphers analog signal [3] while

others digital [4]. In this application, a text message is encrypted and transmitted to the receiver by Arduino microcontroller.

In this study, chaos dynamics is also used to generate encryption keys. Chaos theory in nonlinear systems has been attracted much attention in many different fields, especially in engineering sciences such as secure communication and data encryption. For instance, chaos is used in secure communication in [5,6]; applied for cryptography in [7,8]; for power system in [9]. It is very easy, simple and fast to generate chaos in discrete systems, so that this phenomenon is frequently preferred in different fields of engineering. The rest of the paper is organized as follows: Section 2 gives materials and methods used in this application. Section 3 includes the detailed explanations about the real-time communication application with results. Finally, the conclusions are discussed in Section 4.

## 2. Materials and Method

In this study, digital hardware Arduino is preferred as the communication equipment in the application and the chaotic signal yielded from a nonlinear dynamic system is used as encryption key. Chaos is a property of a complex system whose behavior is so unpredictable as to appear random and having great sensitivity to small changes in initial condition and control parameter [4,8]. Despite deterministic of the chaotic systems are simplicity, these systems can produce totally unpredictable over time. Hence, these systems exhibiting chaos can be used in scientific fields where randomness and unpredictability are needed. For instance, in cryptographic systems, the aim is to use an unpredictable encryption key and to obtain a random output. Moreover, scientific studies that make use of chaotic systems in secure communication systems have also been presented in this field [5-7]. In this paper, the digital information message is encrypted with the XOR (Exclusive-Or) encryption algorithm and sent to the receiving side over IR (infrared) signals. The rest of the paper summarizes some explanations about chaotic Logistic map and XOR encryption structure used in the application.

### 2.1. Chaotic Logistic map

Logistic map is a dynamical system that exhibits chaos as unexpected degree of complexity [8]. It has a simple structure and an iterative equation as in Eq. (1).

$$x_{n+1} = r.x_n(1-x_n) \qquad (1)$$

Here, $r$ defines the control parameter of the Logistic map and is limited between 0 and 4. The map produces real value in the range of (0,1). If the control parameter is in the range of $3.57 \le r \le 4$, then the map is in chaos state that means $x_n$ is aperiodic, non-convergent and very sensitive to initial value of $x_0$. Logistic map shows perfect chaotic properties when its control parameter is 4. Due to the iterative equation of the map, the output depends on the previous one; however the whole system output is sensitively dependent on the initial value and control parameter. As a result, a tinny change in these parameters will completely change the output of the system. Fig. 1 shows the output of the Logistic map for different initial conditions if the initial value is changed by 0.000001 while the control parameter is constant.

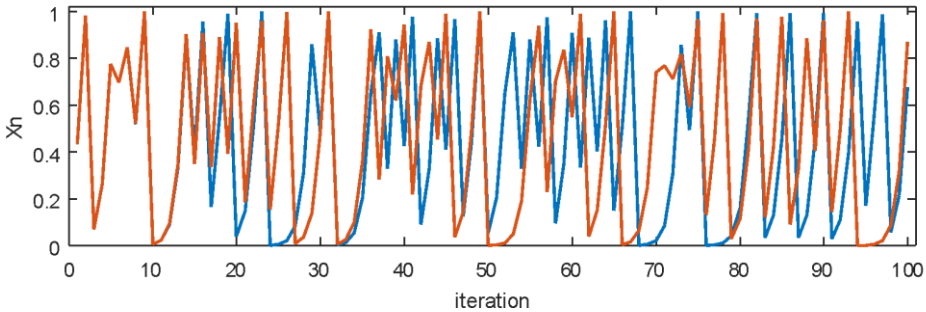



Fig. 1 Logistic map output for very close different initial conditions

In Fig.1, 100 iterations are performed with $r = 4$ and the case where the output is shown as Red line, initial value is $x_0 = 0.123456$; for the Blue one, the initial value is $x_0 = 0.123457$. The representation of a dynamical system behavior from a stationary condition to the complex chaos with respect to the control parameter is named as Bifurcation diagram [10]. Bifurcation diagram of the Logistic map is shown in Fig. 2.

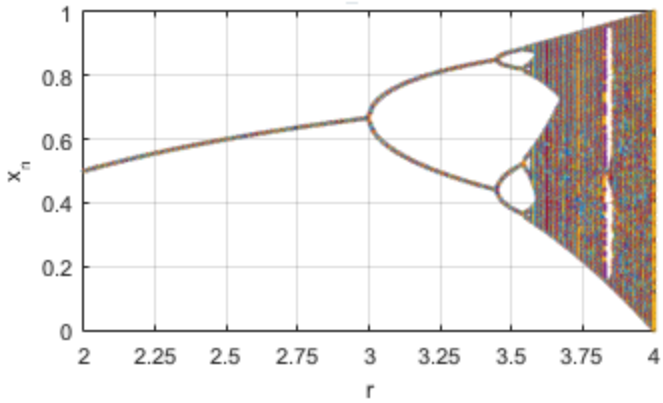



Fig. 2 Bifurcation diagram of the Logistic map

According to the Bifurcation diagram, as the control parameter value approaches to 4, the map behavior becomes more complex and the $x_n$ distribution in the 0-1 range becomes maximum level. For that reason, $r = 4$ is selected in this real-time application.

### 2.2. Chaos-based encryption key generation

Encryption is a type of security that converts data information into an unreadable form through a specific complex algorithm. An encryption key is a secret and random string of bits to be used for scrambling and unscrambling of data [11]. Encryption key must be unpredictable and can be generated from deterministic algorithms or a mathematical function called as Pseudo-random number generators (PRNG). They are called pseudo due to the there is no mathematical proof for the existence of a true random number generator. In this paper, chaotic Logistic map is used as PRNG to generate encryption

key for the transceiver circuits. First of all, sequences of bits are produced by a mathematical transformation as in Eq. (2) at the output of the Logistic map.

$$b_n = \begin{cases} 1 & , x_n \geq 0.5 \\ 0 & , x_n < 0.5 \end{cases} \tag{2}$$

According to the Eq. (2), a bit value is produced for each real $x_n$ value. For the communication application, the length of the original data is the same as the length of the encryption key and both are 4 characters long in string format. In this application, since the ASCII equivalent of each character is taken into the consideration in data transmission, it is adopted to represent each of them with 7-bit.
Therefore, an encryption key with a total length of 28-bit must be generated according to the Eq. (2) for each data sample. Obviously, increasing the number of characters will directly increase the key length used in the encryption. The bit series generated from Logistic map with different initial values are shown in Fig. 3.

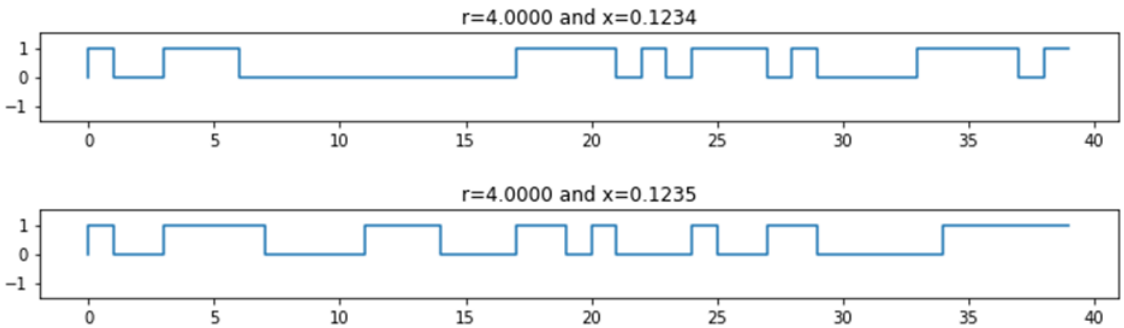



Fig. 3 Generated encryption key for different initial values

### 2.3. Data encryption and decryption

Necessary programming codes of chaotic Logistic map are applied into the Arduino based transmitter and receiver boards in the application. Thus, there are two chaotic maps operating with the same system parameters in both transmitter and receiver sides. Since the encryption structure has symmetrical structure, the same keys must be used in the transmitter and receiver circuits. As it is known, an encryption algorithm uses an encryption key to scramble original data in a predictable way, so that the original data can be recovered by using the correct decryption key in the receiver. XOR encryption algorithm is used in our application due to the having simple, fast and effective operation. The operation function of XOR algorithm is shown in Eq. (3).

$$encrypted_data = Key \oplus Data \tag{3}$$

Data refers the original data with a length of 4 characters in string form. Key is also string data type with 4 characters, 28-bit in length. Encrypted data is exactly same data format but in an unreadable form. XOR operation returns true if and only if both inputs are different, otherwise the result is zero. Due to

the having perfect balanced operation as in Tab. 1, the output cannot be decrypted without knowing one of the inputs.

Tab. 1 XOR operation results

| Inputs | | Output |
|---|---|---|
| Key | Data | Encrypted data |
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 0 |

Fig. 4 demonstrates an example of original data, key and encrypted data used in the communication application. In here, all variables have a string of characters in HEX base. Data is "**IC22**"; Key is "**%:|V**" and encrypted data is "**lyND**". The base HEX is denoted by '0x'.

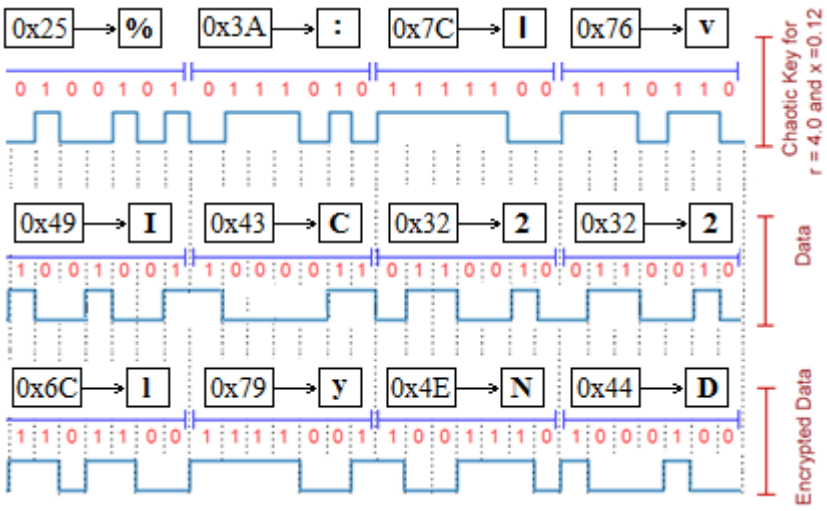



Fig. 4 An example of data, key and encrypted data in encryption process

At the receiving Arduino board, the original information can be decoded by applying the same XOR operation to the encrypted data coming to the receiver with IR signal. Since there is an identical Logistic map running with the same system parameters on the receiver, it will be easy to generate totally same encryption key and to recover original data.

## 2.4. 3. Results and Discussion

Transmitter and receiver modules are programmed using Ardunio Genuino 1.8.10 version in order to communicate between themselves. Communication is provided by infrared signals and the information is entered through the Ardunio program. The transmitter and receiver modules designed with Ardunio are shown in Fig. 5 and Fig. 6, respectively.

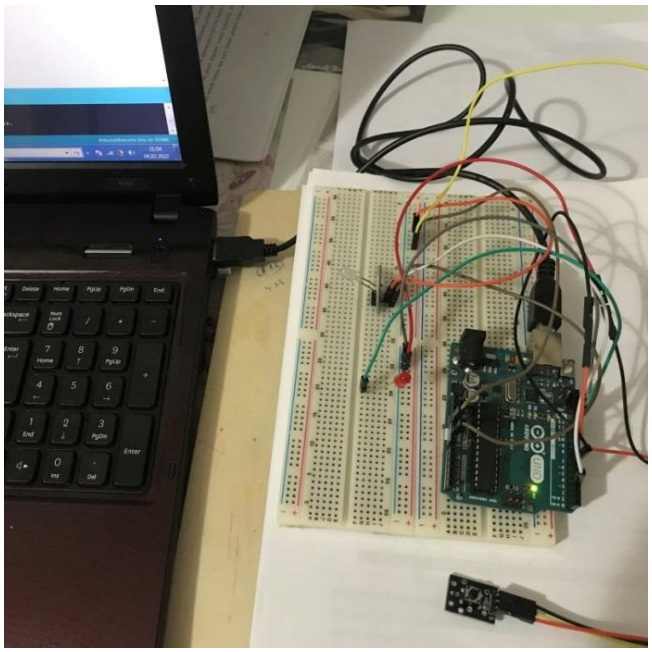


Fig. 5 Transmitter module used in the application

Firstly, the information to be transmitted is entered in character format into the transmitter module. Arduino generates encryption keys according to the system paramters of the Logistic map and then encryption is performed by transmitter. Finally, Ardunio generates modulated infrared signals of 38 Khz carrier frequency to send to the IR recive module as it is shown in Fig. 6.

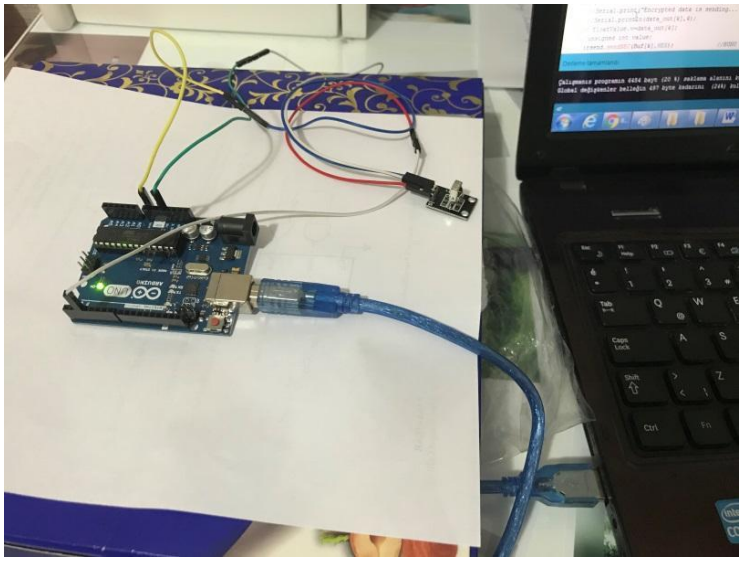


Fig. 6 Receiver module used in the application

The encrypted signal consisting of 4 characters is sent to the receiver sequentially. Information, key and the encrypted data is given in Fig. 7, which is taken from Arduino COM terminal during the communication application.

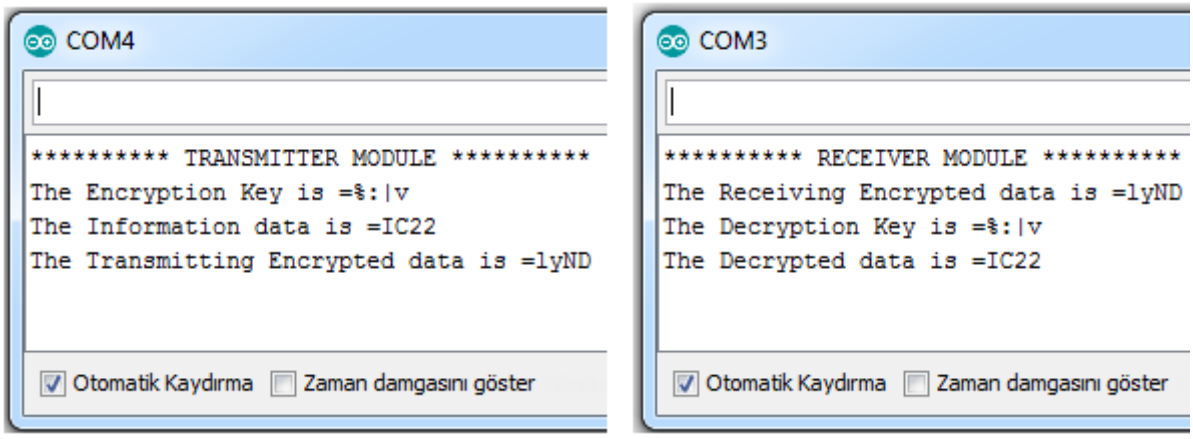



Fig. 7 Screenshot of the transmitter and receiver modules during communication

On the receiving side, if there is a slight change in any parameters of the Logistic map, then the encrypted data cannot be decrypted correctly, as it is shown in Fig. 8. For this case, control parameter of the Logistic map on the receiving side is 3.999 instead of 4.

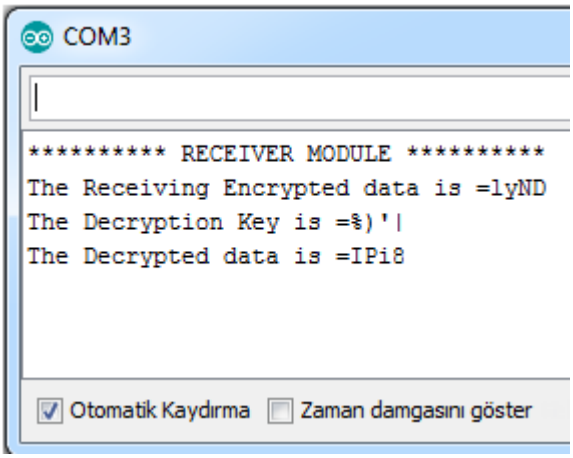



Fig. 8 Wrong decrypted data under different initial value

## 2.5. 4. Conclusion

In this study, a digital communication system has been implemented in real-time application by using Arduino platform in transmitter and receiver sides. In order to protect the data, the original information is ciphered with XOR encryption algorithm and then transmitted to the receiver circuit successfully in the form of infrared signal. Chaotic Logistic maps systems, which are used to generate encryption key codes, have been successfully embedded in both transmitter and receiver boards. This confirms that chaotic systems can be used smoothly and effectively in communication applications. In addition, this

paper shows that similar studies on engineering applications can be performed easily and effectively, thanks to the efficiency and flexibility of Arduino systems at the programming point.

## 3. References

**[1]** A. A. Galadima. "Arduino as a learning tool", *11th International Conference on Electronics, Computer and Computation, Abuja, Nigeria*, 2014, pp. 1-4

**[2]** Julham, F. et al. "Security of data communications between embedded arduino systems with substitution encryption", *Second International Conference on Informatics and Computing, Jayapura, Indonesia*, 2017, pp. 1-5

**[3]** M. Zapateiro De La Hoz, et al. An Experimental Realization of a Chaos-Based Secure Communication Using Arduino Microcontrollers, Sci. World J., 2015, doi:10.1155/2015/123080.

**[4]** M. T. Gatta et al. Implementation of a Chaos-Based Symmetric Text Encryption Using Arduino Microcontrollers. Journal of Physics: Conference Series, 2021, 1963, 12086, doi: 10.1088/1742-6596/1963/1/012086.

**[5]** Chang, W. D., et al. Chaotic secure communication systems with an adaptive state observer. Journal of Control Science and Engineering, 2015. doi.org/10.1155/2015/471913.

**[6]** Xuan Quyen, N., et al. A chaos-based secure direct-sequence/spread-spectrum communication system. Abstract and applied analysis, 2013. doi.org/10.1155/2013/764341.

**[7]** Al-Maadeed, S., et al. A new chaos-based image-encryption and compression algorithm. Journal of Electrical and computer Engineering, 2012. doi:10.1155/2012/179693.

**[8]** Oğraş, H.; Türk, M. A Robust chaos-based image cryptosystem with an improved key generator and plain image sensitivity mechanism. Journal of Information Security, 2017, 8, 23-41. doi: 10.4236/jis.2017.81003.

**[9]** Zhou, X. S., et al. Chaos Control and its Application in Power Systems. Applied Mechanics and Materials, 2013, 60–63. https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/amm.316-317.60.

**[10]** Oğraş, H.; Türk, M. FPGA implementation of a chaotic quadratic map for cryptographic applications. Turkish Journal of Science and Technology, 2017, 12, 113-119. doi: https://dergipark.org.tr/tr/pub/tjst/issue/31261/340446.

**[11]** Akgul, A., et al. Chaos-based encryption of multimedia data and design of security analysis interface as an educational tool. Computer Applications in Engineering Education, 2018, 26, 1336-1349. https://doi.org/10.1002/cae.22038.

# THE EFFECT OF AMPLIFIER SELECTION ON SYSTEM EFFICIENCY IN FSO NETWORKS

***Alper Aytekin*** [1]***, Vasfiye Mençik*** [2]***, Mehmet Rıda Tür***[3]
[1] Batman University, Faculty of Engineering and Architecture, Electrical and Electronics Engineering, Batman-Turkey, *alper.aytekin@batman.edu.tr*
[2] Batman University, Faculty of Engineering and Architecture, Electrical and Electronics Engineering, Batman-Turkey, *vasfiye.mencik@batman.edu.tr*
[3] Batman University, Vocational School of Technical Sciences, Department of Electricity and Energy, Batman-Turkey, *mrida.tur@batman.edu.tr*
[*] *Corresponding author: alper.aytekin@batman.edu.tr*

***Abstract****: Factors such as the increasing number of users in communication systems and the expectation of high data rates in recent years, along with technological developments, have increased the interest in different protocols. In this context, optical communication systems that promise high data rate, wide frequency spectrum and secure communication attract great attention. Free space optical communication networks (FSO), one of the types of optical communication systems, aim to provide communication by using the propagation of signals modulated at optical frequencies in the free space channel. In this study, the performance of Raman, Erbium-Doped Fiber Amplifier (EDFA), Ytterbium-Doped Fiber Amplifier (YDFA) amplifiers in FSO systems was carried out with the help of OptiSystem 9.0 simulation program and the most efficient amplifier type that can be used in FSO systems was determined.*

***Keywords:*** *Free Space Optical Communication, Optical Amplifiers*

## 1. Introduction

With the technological developments, the interest in communication systems has increased in the last century. Today, wireless communication systems serve in a wide area, from the transmission of single-bit messages to multimedia sharing that requires high bandwidth. With the developing technology, different communication protocols have been developed for reasons such as restrictions in the frequency spectrum, insufficient data rate, and inability to provide data security. Optical communication systems are promising for the future with their high data rate, low loss and wide usage area in the frequency spectrum. Optical fibre communication systems aim to transmit a message signal to the receiver over fibre channels by modulating it on a carrier in optical wavelengths [1]. It is aimed to get rid of the disadvantages of wired communication and to realize wireless communication by using free space instead of fibre channels in free space optical communication (FSO) systems, which were used only in the field of defence industry in the early period but are now widely used. The block diagram of a basic FSO system [2]is given in Fig. 1. Various studies on the performance analysis of optical amplifiers have been found in the literature. According to Kazancili et al [3] investigated the performance of optical amplifiers used in Radio Over Fiber (ROF) communication systems. On the other hand, Atabay et al. [4] performed the performance analysis of optical amplifiers under different weather conditions in optical communication systems.

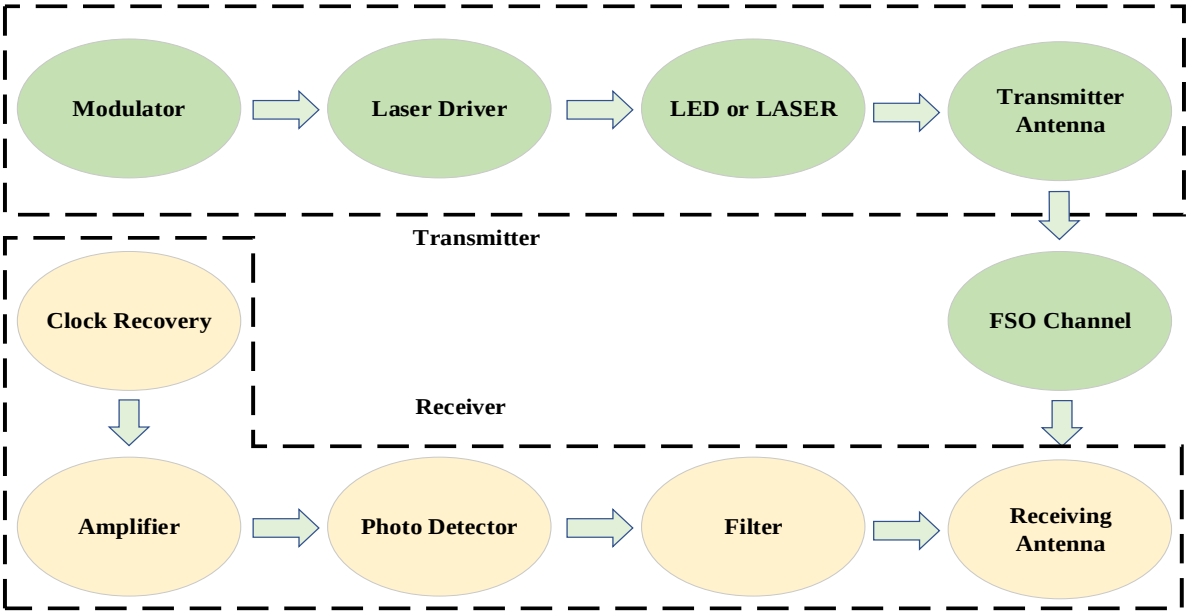



Figure 1. FSO system block diagram

In this study, a single-user FSO system was designed using the OptiSystem 9.0 simulation software, which transmits a 193.1 Thz, 10 dBm modulated signal to the receiver using a 1 km long free space channel. The changes in the Q factor and eye diagram of the signal reaching the receiver were investigated by using Raman, EDFA, YDFA type amplifiers in the optical amplifier unit used in the designed system. Section 2 includes material methods, Section 3 results and discussions and Section 4 conclusion.

## 2. Materials and Methods

### 2.1. Mathematical Model

One of the biggest problems to be overcome in optical communication systems is path losses. During the communication, it is inevitable that there will be losses in the power of the transmitted signal along the channel. In telecommunications, Free Space Path Loss (FSPL) is the attenuation of radio energy between the feed points of two antennas resulting from the combination of the receiving antenna's capture area and the line-of-sight path through unobstructed, free space. FSPL is expected to be low for efficient communication [5].

$$FSPL = \frac{P_t}{P_r} = \left[\frac{4\pi R}{\lambda}\right]^2 \tag{1}$$

Where, FSPL denotes the free space path loss, $P_t$ indicates the strength of the signal at the transmitter, and the strength of the $P_r$ signal when it reaches the receiver, and $R$ indicates the distance between the transceiver. In communication systems, amplifiers are used to compensate for the damage caused by path losses. Signals weakened for various reasons along the channel are amplified by using amplifiers.

### 2.2. Optical Amplifiers

Optical amplifiers are frequently used in optical communication systems because they have the ability to amplify optical signals without transmitting them to the electrical medium. Optical amplifiers with high bandwidth, high speed and low noise are available in three different types according to the additive they contain. The two most important parameters affecting the performance of optical amplifiers are wavelength and additive. Erbium and ytterbium are used in the production of optical amplifiers [6]. The type and amount of additives used in the production of optical fiber determine the wavelength dependent amplifier gain characteristic.

#### *2.2.1 Erbium Doped Fibre Amplifiers (EDFA)*

EDFA, an erbium-enhanced optical amplifier, is based on the process of pumping the optical signal with optical light from laser diodes. In addition to using the EDFA as an amplifier, it can also be used to protect openings in passive fiber optic networks or to test an equipment. Pump lasers, known as pumping bands, add additives to the silica fiber, causing gain or amplification *[7]*. EDFA amplification occurs when the pump laser excites erbium ions, which then reach a higher energy level. Photons are emitted when erbium ion levels drop or deteriorate. This decay process creates an interaction between the phonons and the glass matrix whose atomic elastic structures vibrate. EDFAs are generally efficient at wavelengths longer than 1530 nm at a maximum distance of 800 kilometres.

#### *2.2.2 Raman Amplifiers*

Raman amplifiers are based on a mechanism where the optical signal is distributed from low wavelength to high wavelength called Raman scattering (SRS). When there is sufficient pumping power at the low wavelength, there can be induced scattering, in which a high wavelength signal is amplified by the Raman scattering caused by the pump signal [8]. SRS is a non-linear interaction between signal (higher wavelength) and pump (lower wavelength) and can be incorporated into any optical fibre. Raman amplifiers, which provide the highest efficiency in the wavelength range of 1280-1650 nm, are often too low efficiency to compete with EDFA.

#### *2.2.3 Ytterbium Doped Fiber Amplifiers (YDFA)*

YDFA amplifiers, which work on a similar basis with EDFA amplifiers, work with high efficiency in a very broad spectrum between 975-1200 nm. There is an increasing interest in YDFA type amplifiers due to their high output power and excellent power conversion efficiency. Tab. 1 gives a comparison of EDFA, Raman and YDFA amplifiers [9]

Table-I Comparison of optical amplifiers

| | **EDFA** | **Raman** | **YDFA** |
|---|---|---|---|
| **Gain** | >45 dB | >25 dB | >40 dB |
| **Wavelength** | >1350 nm | 1280-1650 nm | 975-1200 nm |
| **Noise** | 5 dB | 8 dB | 5 dB |
| **Delay** | 10 ms | 0.2 ns | 1 fs |

While YDFA type amplifiers attract attention with their low latency, EDFA may be more appropriate in systems where high gain is expected. Although Raman amplifiers do not seem efficient in terms of gain, they can be preferred because they can operate in a wide spectrum range.

## 3. Results and Discussion

In optical communication systems, the fight against the power attenuation of optical signals along the receiver, transmitter or channel is carried out by the use of optical amplifiers. For this purpose, EDFA, YDFA and Raman amplifiers are frequently preferred. In this study, the optical communication system shown in Fig. 2. broadcasting on a single-user 193.1 THz frequency, 1 km long FSO channel, was designed on the OptiSystem 9.0 simulation program.

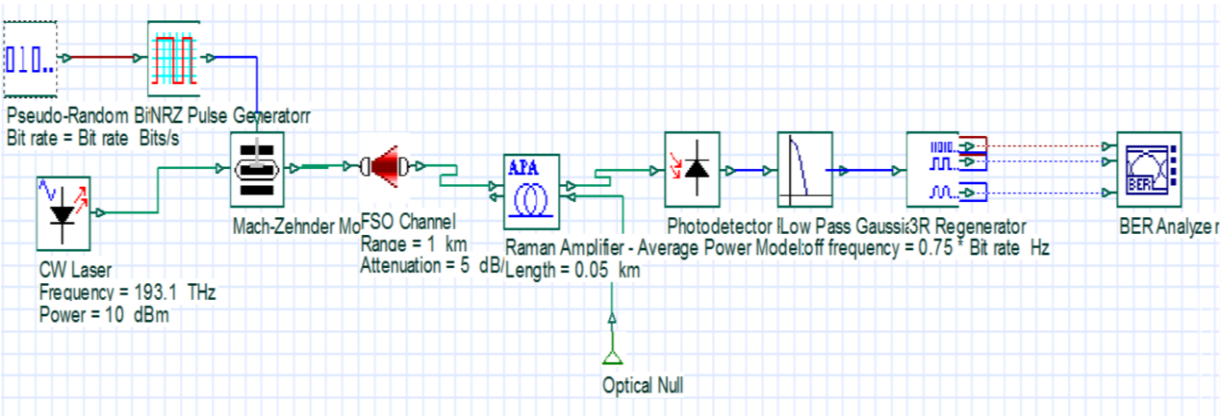



Figure 2. Reference FSO system

In the designed FSO system, the 10 dBm signal with a frequency of 193.1 Thz, whose spectrum image is given in Fig. 3, is given as a message signal. Bit error rate (BER) analysis of the output signal, Q factor value and symmetry of the eye diagram are accepted performance parameters in optical communication systems. BER is the number of received bits of a data stream that has been altered over a communication channel due to noise, interference, distortion or bit synchronization errors. The Eye diagram represents the integrity and coherence of data streams by visualizing transitions between values 0 and 1 in symmetrical patterns similar to eyes and comparing these transitions with other transitions in their stream. For a quality communication, the Eye diagram is expected to be symmetrical.

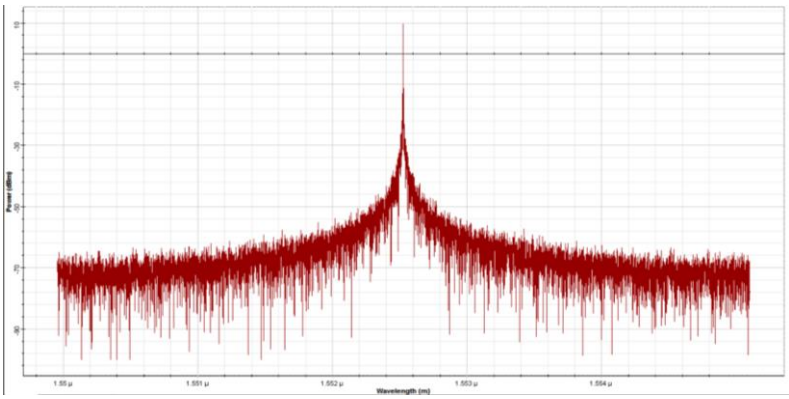
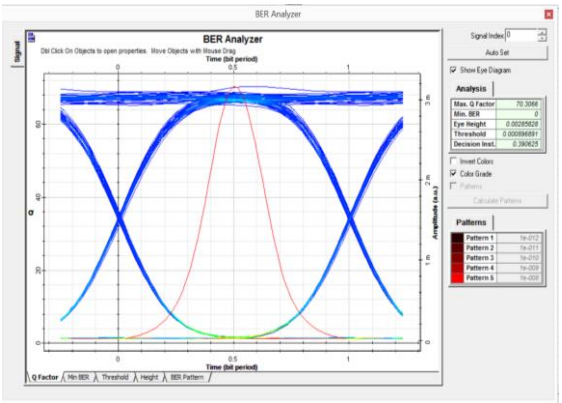
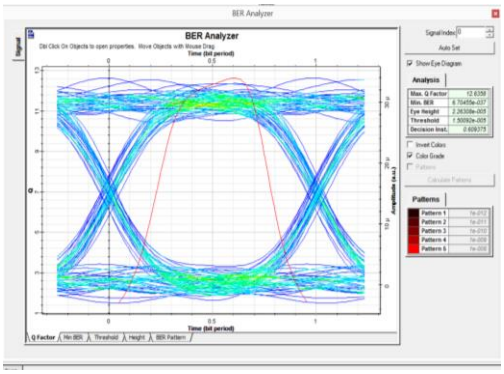


Figure 3. Spectrum analysis of the message signal

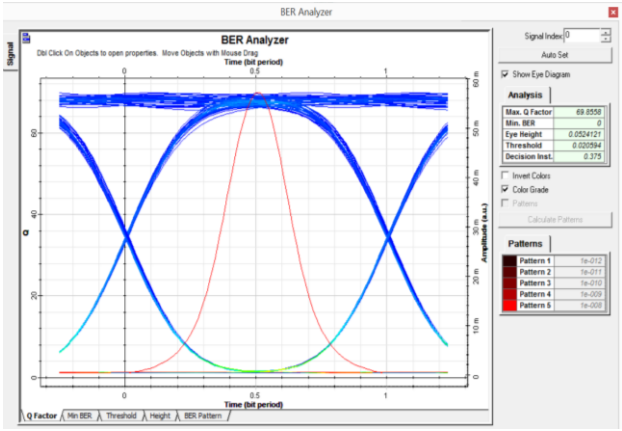
The amplifier unit used in the reference FSO optical communication system given in Fig. 2. was replaced with EDFA, Raman and YDFA amplifiers, respectively, and the changes in the system efficiency were followed through the BER analyzer. Fig. 4 shows the BER analyzer outputs and Eye diagrams of the configurations using (a) EDFA, (b) Raman and (c) YDFA amplifiers.




(a)




(b)




(c)

Figure 4. (a) EDFA, (b) Raman, (c) BER analysis outputs when YDFA amplifier is used

The Q factor values obtained with EDFA, Raman and YDFA type amplifiers used in the reference FSO optical communication system and shown in Tab. 2 were obtained as 70.30, 12.64 and 69.85, respectively. The symmetry obtained in the Eye diagram of systems with EDFA and YDFA amplifiers could not be achieved in Raman amplifiers.

Table-II Table of Quality Factor values obtained from BER analyzer for amplifier types.

| | **EDFA** | **Raman** | **YDFA** |
|---|---|---|---|
| BER Analysis Q Factor | 70.30 | 12.64 | 69.85 |

Although the Q factor is higher in the configuration using EDFA amplifier, the eye diagram symmetry is obtained more smoothly in the system using YDFA. Therefore, depending on the system expectation, a choice can be made between EDFA and YDFA amplifiers in FSO systems.

## 4. Conclusion

In this study, FSO communication system broadcasting in 193.1 Thz band and 10 dbm signal strength was designed using OptiSystem 9.0 simulation software. The effect of the optical amplifier type used in the designed system on the system efficiency parameters was investigated. When the results of the simulation study were evaluated, it was determined that the most efficient amplifier type was EDFA with 70.30 Q factor value. The YDFA enhancer was found to be the second most efficient strain, following the EDFA enhancer. It has been concluded that the Raman amplifier, which is famous for its high efficiency in fiber-cable optical communication systems, does not provide the expected level of efficiency in FSO systems.

## 5. References

**[1]** G. P. Agrawal, in Fiber-optic communication systems, John Wiley & Sons, 2012.

**[2]** E. Jarangal and D. Dhawan, "Comparison of channel models based on Atmospheric turbulences of FSO system-A Review," International Journal of Research in Electronics and Computer Engineering, vol. 6, no. 1, pp. 282-286, 2018.

**[3]** U. Kazancılı and N. Ö. ÜNVERDİ, "AMPLIFIER ANALYSIS OF RADIO OVER FIBER COMMUNICATION," Sigma Journal of Engineering and Natural Sciences, vol. 37, no. 3, pp. 723-735, 2019.

**[4]** S. E. Atabay and N. O. Unverdi, "Comparison of Optical Filters in Free Space Optical Communication Systems Under Various Weather Conditions," in 11th International Conference on Electrical and Electronics Engineering (ELECO), 2019.

**[5]** T. S. Hanzra and G. Singh, "Improvement in Performance of Free Space Optical," International Journal of Applied Information Systems, vol. 2, no. 4, pp. 7-11, 2012.

**[6]** K. E. Stubkjaer, "Semiconductor Optical Amplifier-Based All-Optical," IEEE JOURNAL ON SELECTED TOPICS IN QUANTUM ELECTRONICS, vol. 6, no. 6, pp. 1428-1435, 2000.

**[7]** M. Yamada, A. Mori, K. Kobayashi and H. Ono, "Gain-Flattened Tellurite-Based EDFA with a," IEEE PHOTONICS TECHNOLOGY LETTERS, vol. 10, no. 9, pp. 1244-1246, 1998.

**[8]** H. Kidorf, K. Rottwitt and M. Nissov, "Pump Interactions in a 100-nm Bandwith Raman Amplifier," IEEE PHOTONICS TECHNOLOGY LETTERS, vol. 11, no. 5, pp. 530-532, 1999.

**[9]** T. Küçükarslan and N. Ö. Ünverdi, "Gain analysis of Erbium and Ytterbium Doped Optical Fiber Amplifiers," in 20th Signal Processing and Communications Applications Conference , 2012.

# PERFORMANCE ANALYSIS OF MODERN METHODS FOR ESTIMATING ELECTRICITY ENERGY CONSUMPTION PER CAPITA

***Mustafa Sağlam*[1], Ömer Ali Karaman[2]***
[1]University College London, Bartlett School of Environment, Energy and Resources, Energy Institute, London-England, mustafa.saglam@ucl.ac.uk
[2]Batman University, Technical Sciences Vocational School, Electronic an Automation Department, Batman-Turkey, omerali.karaman@batman.edu.tr
[*] Corresponding author: *mustafa.saglam@ucl.ac.uk*

***Abstract:*** *One of the most important indicators showing the economic and social development of a country is electricity energy consumption. Most economies based on industry, digital technologies or services are increasingly dependent on electrical energy as an energy source. To provide sufficient and high-quality electrical energy, the demand for electrical energy must be predicted and investments for production must be made accordingly. The demand for electrical energy in Turkey continues to rise in parallel with the increasing population, industrialization, imports, exports, and prosperity. Many studies have been carried out in the literature to estimate the electrical energy demand. In this study, the energy demand to be consumed per capita was estimated using Particle Swarm Optimization and Linear Regression Methods. Population, imports, exports, and gross domestic product are used as based on input values from 1980 to 2019 to analyze these methods. Particle Swarm Optimization and Linear Regression Methods are among the methods frequently used in the literature. The results obtained because of both Particle Swarm Optimization and Linear Regression Methods were analyzed using statistical errors such as MSE, RMSE and MAE. The estimation method developed in this study is a base method for both medium-sized energy providers and industrial operators providing renewable energy sources.*

***Keywords****: Electricity Consumption Forecasting, Particle Swarm Optimization, Linear Regression Method*

## 1. Introduction

Electrical energy is an indispensable element of production that affects the economy and policies of all countries. As seen in Figure 1, our country's young and increasing population, rapid urbanization, increasing economy and rapidly developing technology have increased the demand for electrical energy

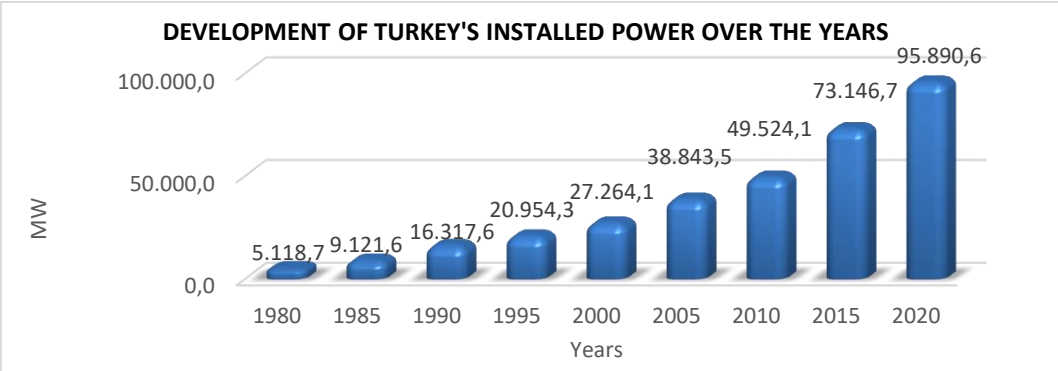



Figure 1. Installed Power of Turkey by Years

Various power plants have been established to meet this demand. In addition, the Ministry of Energy plans to establish new power plants. [1]. In recent years, Turkey has been trying to provide energy diversity and is trying to increase the ratio of renewable energy plants in installed power. Energy forecasting plays a key role for energy diversification and the installation of new power plants. Electrical networks are constantly changing, expanding their resources, loads and equipments. The complexity of modern networks such as microgrids is based on the deployment of smart frameworks that can best manage and plan the functioning of the network. An essential part of these processes is their ability to accurately forecast demand and production for the entire grid and its components. There are numerous forecasting approaches in the literature [2]. A few examples of literature are presented below.

Xiao et al. have made wind power forecasting, a vital component of wind power management, wind speed forecasting [3].

Wang et al. have developed several methods to improve the accuracy of renewable energy forecasts, power system planning, management, and operations [4].

S. Oztürk and F. Oztürk estimated the energy consumed by Turkey until 2040 [5].

Kankal and Uzlu investigated the performance of an artificial neural network (ANN) with teaching-learning based optimization (TLBO) to model electrical energy demand (EED) in Turkey [6].

Barak and Sadegh used ANFIS and ARIMA models to estimate Iran's energy consumption in their study. According to the analysis, they concluded that the MSE criterion of the model decreased from 0.058 to 0.026% [7].

## 2. Material and Method

In this study, four input values as Population, Import, Export and Gross Domestic Product (GDP) from 1980 to 2019 were obtained by the Turkish Statistical Institute (TÜİK). Again, electricity energy consumption per capita was that output (target) information was obtained by TÜİK. By using these datas, the per capita electrical energy consumption estimation performances of the Particle Swarm Optimization and Linear Regression Methods were analyzed. Statistical performance indicators such as MSE, RMSE and MAE were compared to analyze the performance of these methods.

### 2.1. Particle Swarm Optimization

Particle Swarm Optimization (PSO) is a meta-heuristic optimization method inspired by the movements of animals such as fish and birds that live in flocks. In this method, each possible solution known as a swarm represents particles of a population. In this approach, the position of the particle changes continuously in each search region until it reaches the most suitable answer. Sometimes, the

new positions of the particles in the swarm will be better than the previous position. This is called the Personnel Best (PBEST) position. Sometimes the new position of the particle is better than the whole swarm. In this case, the new position is the Best of the swarm and is called the Global Best (GBEST). This situation is notified to the whole swarm. Some studies given in the literature have shown the effectiveness and usefulness of this approach for optimization purposes [8].

To define the PSO mathematically, it is necessary to know the position and velocity information of each particle.

The velocities of all particles are represented by the velocity vector shown in Eq 1.

$$\overrightarrow{V_i^{t+1}} = w\overrightarrow{V_i^t} + c_1 r_1 (\overrightarrow{P_i^t} - \overrightarrow{X_i^t}) + c_2 r_2 (\overrightarrow{G^t} - \overrightarrow{X_i^t}) \quad (1)$$

The positions of each particle are represented by the position vector shown in Eq 2.

$$\overrightarrow{X_i^{t+1}} = \overrightarrow{X_i^t} + \overrightarrow{V_i^{t+1}} \quad (2)$$

As shown in the figure 2, to find the current position of each particle, it is necessary to know the previous position and its current velocity.

Figure 2. Finding Position

## 2.2. Linear Regression Method

Linear Regression analysis (LR) is the most common method used to model the relationship between two or more variables. If a single independent variable is used as input in the model established to estimate the dependent variable, it is called single regression, and if more than one independent variable is used, it is called multiple regression analysis. The relationship between dependent and independent variable or variables can be linear or curvilinear. By using regression analysis, information can be obtained about the existence of the relationship between the dependent and independent variables and, if there is, the strength of this relationship [9]. In this study, the estimation of energy demand based on economic indicators and population is modeled using linear form equation. The linear equation is shown in equation 3 below.

$$Y_{Linear} = w_1.X_1 + w_2.X_2 + w_3.X_3 + w_4.X_4 + w_5 \quad (3)$$

Y in the equation is the dependent variable and is the target value that desired to be obtained. X is the input parameters and w is the weight. By using the least squares approach, the estimation error given in Equation 4 is tried to be reduced to zero.

$$SSE = \sum_{i=1}^{n} (y_i - \hat{y}_i)^2 \quad (4)$$

In Equation, SSE ((Sum of Squares for Error) is the square sum of the prediction errors. $y_i$ is observed original data and $\hat{y}_i$ is the value predicted by the model.

### 2.3. Obtained Data

Electricity energy consumption per capita between 1980 and 2019 is obtained from Turkish Electricity Transmission Corporation [10]. Population, GDP, import, and export figures are taken from the Turkish Statistical Institute [11].

GDP is an economic indicator. The fact that this value is developing, stagnant or receding also affects the energy estimation. A developing country will industrialize, and as it industrializes, both income and energy needs will increase. New constructions mean new consumption points. In other words, as the population increases, the energy consumption will also increase [12]. Previous studies in the literature have shown that exports and imports typically have positive effects on electricity consumption [13]. The following table shows the input values from 1980 to 2019.

Table 1. Input Data

| Years | Exports (% of GDP) | Imports (% of GDP) | Population | GDP (current US Dollars) |
|---|---|---|---|---|
| 1980 | 5.16193171 | 11.9278859 | 43975971 | 68789289566 |
| 1981 | 8.236932034 | 12.90469561 | 44988414 | 71040020140 |
| 1982 | 11.86405139 | 15.01686967 | 46025411 | 64546332581 |
| 1983 | 12.47321262 | 16.55783918 | 47073472 | 61678280115 |
| 1984 | 15.60660269 | 19.67350242 | 48114155 | 59989909458 |
| 1985 | 15.86072288 | 18.96624923 | 49133937 | 67234948265 |
| 1986 | 13.31243772 | 16.10202176 | 50128541 | 75728009963 |
| 1987 | 15.58084042 | 17.7574446 | 51100924 | 87172789528 |
| 1988 | 18.65397042 | 17.55286343 | 52053765 | 90852814005 |
| 1989 | 16.20291575 | 17.78075249 | 52992487 | 1.07143E+11 |
| 1990 | 13.36510285 | 17.57789265 | 53921760 | 1.50676E+11 |
| 1991 | 13.84113011 | 16.63488156 | 54840590 | 1.50028E+11 |
| 1992 | 14.39223573 | 17.34512991 | 55748948 | 1.58459E+11 |
| 1993 | 13.67380285 | 19.34328493 | 56653804 | 1.8017E+11 |
| 1994 | 21.36213121 | 20.38372113 | 57564204 | 1.3069E+11 |
| 1995 | 19.8916075 | 24.35102725 | 58486456 | 1.69486E+11 |
| 1996 | 21.54265814 | 27.82665675 | 59423282 | 1.81476E+11 |
| 1997 | 24.58171768 | 30.38860589 | 60372568 | 1.89835E+11 |
| 1998 | 20.56833755 | 19.70601038 | 61329676 | 2.75769E+11 |
| 1999 | 18.57785906 | 18.82375988 | 62287397 | 2.55884E+11 |
| 2000 | 19.44877186 | 22.55182567 | 63240194 | 2.72979E+11 |
| 2001 | 26.57792147 | 22.8209119 | 64192243 | 2.00252E+11 |
| 2002 | 24.46069459 | 22.99984433 | 65145367 | 2.38428E+11 |
| 2003 | 22.24313333 | 23.35833847 | 66089402 | 3.11823E+11 |
| 2004 | 22.75048115 | 25.36920172 | 67010930 | 4.04787E+11 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 2005 | 21.01778128 | 24.41935987 | 67903469 | 5.01416E+11 |
| 2006 | 21.65041804 | 26.50069066 | 68756810 | 5.52487E+11 |
| 2007 | 21.22022459 | 26.06936077 | 69581848 | 6.7577E+11 |
| 2008 | 22.82625732 | 27.08006513 | 70418604 | 7.64336E+11 |
| 2009 | 22.57367256 | 23.35880176 | 71321399 | 6.4464E+11 |
| 2010 | 20.44880781 | 25.45040909 | 72326988 | 7.71902E+11 |
| 2011 | 22.26240792 | 30.40053315 | 73443863 | 8.32524E+11 |
| 2012 | 23.66736584 | 28.57794394 | 74653016 | 8.73982E+11 |
| 2013 | 22.27225514 | 28.07806938 | 75928564 | 9.50579E+11 |
| 2014 | 23.76433477 | 27.64976944 | 77231907 | 9.34186E+11 |
| 2015 | 23.34593035 | 25.95393541 | 78529409 | 8.59797E+11 |
| 2016 | 21.96508274 | 24.85056382 | 79821724 | 8.63722E+11 |
| 2017 | 24.77379433 | 29.28451591 | 81101892 | 8.52677E+11 |
| 2018 | 29.5301044 | 30.62726715 | 82319724 | 7.7135E+11 |
| 2019 | 31.61423692 | 29.78026305 | 83429615 | 7.54412E+11 |

### 2.4. Performance Metrics

The performances of the PSO and LR models were evaluated as follows:
Mean square error (MSE), root-mean-square error (RMSE) and mean absolute error (MAE) were used.

The mean square error reveals how close the estimated value is to the true value. MSE performance is calculated from equation 5,

$$MSE = \frac{1}{n}\sum_{k=1}^{n} \quad [y(k) - t(k)]^2$$

(5)

The root mean square error reveals how close the estimated value is to the true value. RMSE performance is calculated from equation 6,

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{k=1}^{n} \quad [y(k) - t(k)]^2}$$

(6)

The mean absolute error measures the average size of errors in a set of predictions. The MAE is calculated from equation 7,

$$MAE = \frac{1}{n}\sum_{k=1}^{n} \quad |y(k) - t(k)|$$

(7)

n number of studies and y(k) experimental data, t(k) estimated data

## 3. Results and discussion

In this study, Import, Export, Population and GDP values from 1980 to 2019 were taken as input values and per capita value was taken as output value. Using this input data, the prediction performances of the PSO and LR methods were compared.

The relationship and errors between the estimated value by linear regression method and the true value are shown in the figure 3 and figure 4 below. When looking at the figure, it is understood that the linear regression method makes a good estimation.

To run the PSO algorithm, 200 particles, 600 as the maximum iteration, and 5 variables were determined.

Considering both the values in Table 2 and the figures, PSO achieved the best performance. The PSO method found MSE, RMSE, and MAE as 0.003452, 0.005875, 0.0447, respectively.

Table 2. Performance of Methods

| METHODS | MSE | RMSE | MAE |
|---|---|---|---|
| **LR** | 0.004847 | 0.006962 | 0.0551 |
| **PSO** | 0.003452 | 0.005875 | 0.0447 |

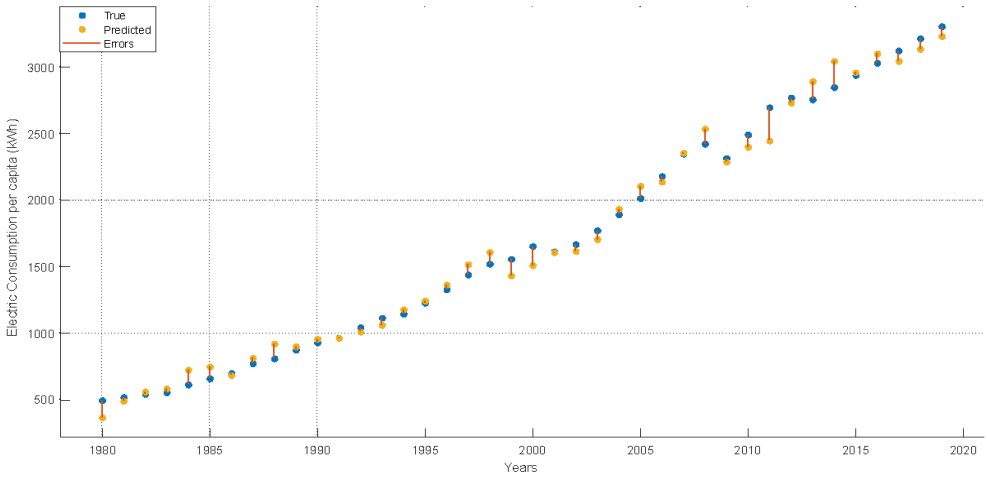



Figure 3. Errors between the estimated value and true value (LR Method)

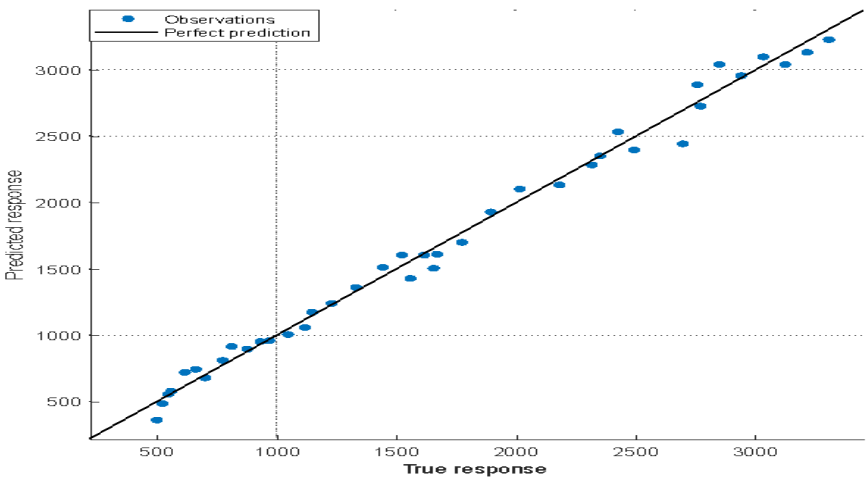



Figure 4. The Regression Chart (LR Method)

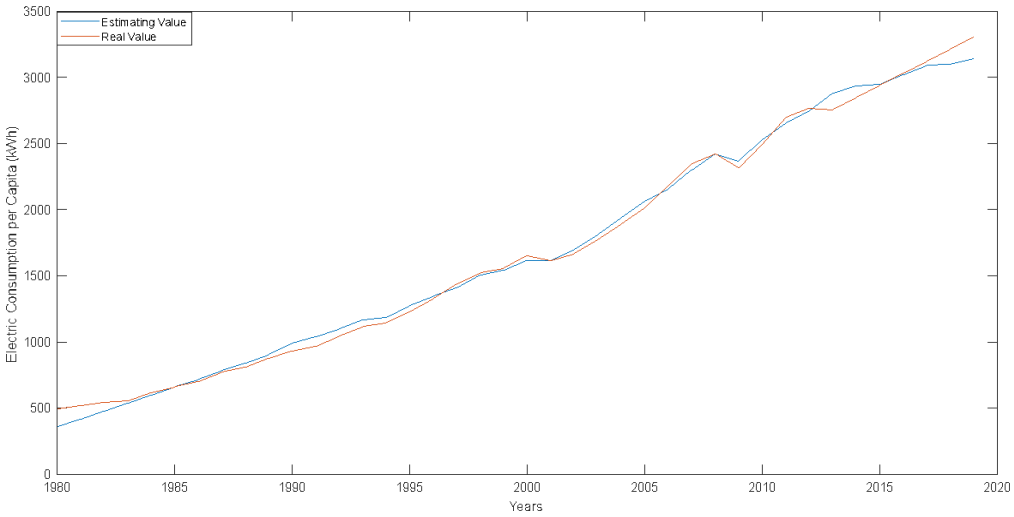



Figure 5. The relationship between the estimated value and real value (PSO Method)

The performances of Linear Regression and Particle Swarm Optimization methods and the graphs of these 2 methods are shown above. The particle Swarm Optimization method performed much better. By using these methods, electricity consumption per capita can be estimated in the future. By adding another method, the performance of these methods can be analyzed in the future energy consumption estimation.

## 4. References

**[1]** Ministry of Energy and Natural Resources 2019-2023 Strategic Plan, https://sp.enerji.gov.tr/ETKB_2019_2023_Stratejik_Plani.pdf.

**[2]** Santos, M., Huo, D., Resch, M., Wade, N., and Greenwood, D. Very Short to Medium-term Demand and Generation Forecast: A Study Case in Austria. *CIRED 2021 - The 26th International Conference and Exhibition on Electricity Distribution*, 2021, pp. 2559-2563, https://doi.org/10.1049/icp.2021.2125.

**[3]** Xiao, L., Wang, J., Dong,Y., Wu,J. Combined forecasting models for wind energy forecasting: A case study in China, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2015, Volume 44, Pages 271-288, ISSN 1364-0321, https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.12.012.

**[4]** Wang, H., Lei, Z., Zhang, X., Zhou, B., Peng, J. A review of deep learning for renewable energy forecasting, Energy Conversion and Management, 2019, Volume 198, ISSN 0196-8904, https://doi.org/10.1016/j.enconman.2019.111799.

**[5]** Ozturk, S. , Ozturk, F. Forecasting Energy Consumption of Turkey by Arima Model. *Journal of Asian Scientific Research*, 2018, *8*(2), 52–60. https://doi.org/10.18488/journal.2.2018.82.52.60.

**[6]** Kankal, M., Uzlu, E. Neural network approach with teaching–learning-based optimization for modeling and forecasting long-term electric energy demand in Turkey. *Neural Comput & Applic*, 2017, 28, 737–747.https://doi.org/10.1007/s00521-016-2409-2.

**[7]** Barak, S., Sadegh, S. S. Forecasting energy consumption using ensemble ARIMA–ANFIS hybrid algorithm. International Journal of Electrical Power & Energy Systems, 2016, 82, 92-104.

**[8]** Chen W., Panahi M. Pourghasemi H.R., Performance evaluation of GIS-based new ensemble data mining techniques of adaptive neuro-fuzzy inference system (ANFIS) with genetic algorithm (GA), differential evolution (DE), and particle swarm optimization (PSO) for landslide spatial modelling, CATENA, 2017, 157, 310–324.

**[9]** Gabralı, D, Aslan, Z. Güneş Enerjisi Potansiyelinin Çoklu Lineer Regresyon ve Yapay Sinir Ağları ile Modellenmesi . AURUM Journal of Engineering Systems and Architecture , 2020, 4 (1) , 23-36 . Retrieved from https://dergipark.org.tr/en/pub/ajesa/issue/55595/604289.

**[10]** Turkish Electricity Transmission Corporation, https://www.teias.gov.tr/en-US/interconnections

**[11]** Turkish Statistical Institute, https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=nufus-ve-demografi-109&dil=1

**[12]** Binici, M., Turkey's energy consumption forecast by using mathematical modeling, Master Thesis, Sivas Cumhuriyet University, Science Institute, Department of Mechanical Engineering, 2019.

**[13]** S. Hr. Aghay Kaboli, J. Selvaraj, N.A. Rahim, Long-term electric energy consumption forecasting via artificial cooperative search algorithm,Energy, Volume 115, Part 1,2016,Pages 857-871, ISSN 0360-5442, https://doi.org/10.1016/j.energy.2016.09.015.

# THE EFFECT OF FILTER SELECTION ON Q FACTOR IN ACTIVE OPTICAL NETWORKS

***Vasfiye Mençik*** [1]***, Alper Aytekin*** [2]***, Mehmet Rıda Tür*** [3]
[1] Batman University, Faculty of Engineering and Architecture, Electrical and Electronics Engineering, Batman-Turkey, *vasfiye.mencik@batman.edu.tr*
[2] Batman University, Faculty of Engineering and Architecture, Electrical and Electronics Engineering, Batman-Turkey, *alper.aytekin@batman.edu.tr*
[3]Batman University, Vocational School of Technical Sciences, Department of Electricity and Energy, Batman-Turkey, *mrida.tur@batman.edu.tr*
[*]*Corresponding author: vasfiye.mencik@batman.edu.tr*

***Abstract****: With the development of technology in recent years, the need for low loss communication systems with high data rates has increased. In this context, optical communication systems promising high data rates are of great interest. Optical communication systems attract the attention of many sectors, from internet service providers to military communication system designers, with the possibility of communication at the speed of light. In this study, an active optical network operating in 220 THz frequency band is designed using Optisystem 14.0 simulation software. In this designed optical network, the effect of the filter type to be used in the low-pass filter unit, which is used in the end user units and plays a major role in the correct demodulation of the message signals reaching the receiver unit, on the Q factor and eye diagram, which are key parameters in determining the data transmission quality, has been investigated. In this context, performance analysis of Chebyshev, Bessel, Butterworth, Gaussian low-pass filters in active optical networks has been made. According to the results obtained as a result of experimental studies, a Q factor value of 32.1471 was observed in the use of Gaussian low-pass filter in the receiver unit. While the most efficient filter type in the designed system is Gaussian low-pass filter, the filter type with the lowest efficiency has been determined as the Chebyshev filter.*

***Keywords:*** *Optical Networks, Eye Diagram*

## 1. Introduction

With the developments in communication technology, the need for high bandwidth and effective spectrum usage has increased. With the new generation communication protocols developed approximately every ten years, the density occurring in the RF frequency spectrum has led to the need to operate at high frequencies. In this context, developments have been observed in optical communication systems realized with radio frequencies in the THz band in recent years. The interest in optical communication systems, which promise high data rate and reliable communication over long distances, has gradually increased. Optical communication systems aim to safely transmit the digital signals in the information source to the receiver via optical wave guides and fiber optic channels. The digital signals coming to the transmitter block are passed through certain coding stages and given to the fiber optic channel via optical transmitters such as light emitting diode (LED) or laser. These channels, which consist of fibre optic cables, basically consist of vacuum glass tubes. The signal given to the channel from the optical transmitters reaches the receiver block by undergoing reflection and refraction decays based on Snell's law. Optical signals captured by the photodetectors in the receiving block are

converted into original message signals by passing through various filtering and decoding processes. The basic optical communication system block diagram [1] is given in Fig. 1.

During the journey of the optical signal along the channel or during its entry into the transmitting block, some unwanted signals, called noise, at a level close to the communication wavelength, may reach the receiver block. The communication quality is increased by filtering the said noise signals in the receiver block. Although there are various methods developed for filtering, Chebyshev, Bessel, Butterworth, Gaussian low-pass filters are widely used in optical communication.

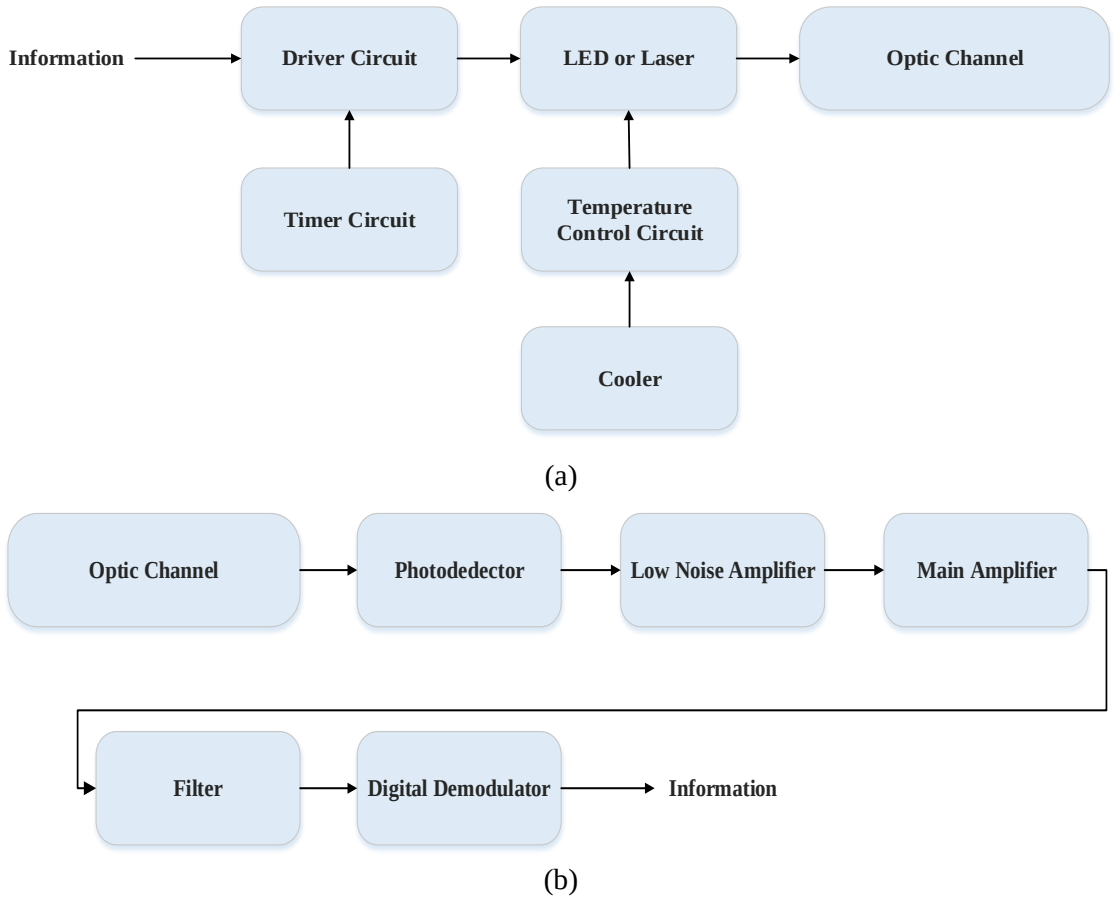



Figure 1. Optical communication system block diagram (a) Optical transmitter (b) optical receiver

Optical communication networks can basically be examined under three main headings. These are active optical network (AON), passive optical network (GPON), and point-to-point optical networks (PTP) [2]. In PTP networks, different optical lines are applied for each user from the central management unit. Although the system installation cost is higher than other network types, it is the optical network type with the least loss and the highest expandability. Active intermediate transfer and distribution elements are used in the AON structure. The reason for this is that the limited number of fiber optic circuits from the center are brought to a level that can serve more subscribers with electrical transformations at certain points, and with this structure, maintenance and operating costs are brought to the desired levels. Networks realized by using passive intermediate element instead of active intermediate element used in AON are called PON network. With the use of passive intermediate elements, cost and maintenance requirements are saved. Passive architectures have become very popular

in the use of optical fiber in access networks because of their contribution to cost reduction. Fig. 2 shows point-to-point, active and passive optical networks [3].

In the literature, there are various studies on the performance analysis of filters used in optical communication systems. According to Pekkücük et al [4]. By designing a passive optical network operating in the 193.1 THz band, performance analysis was performed using Bessel, Butterworth, Gaussian band-pass filters in the receiver block. He concluded that the optical filter that provides the most positive effect on efficiency and gain is the Gaussian optical filter.

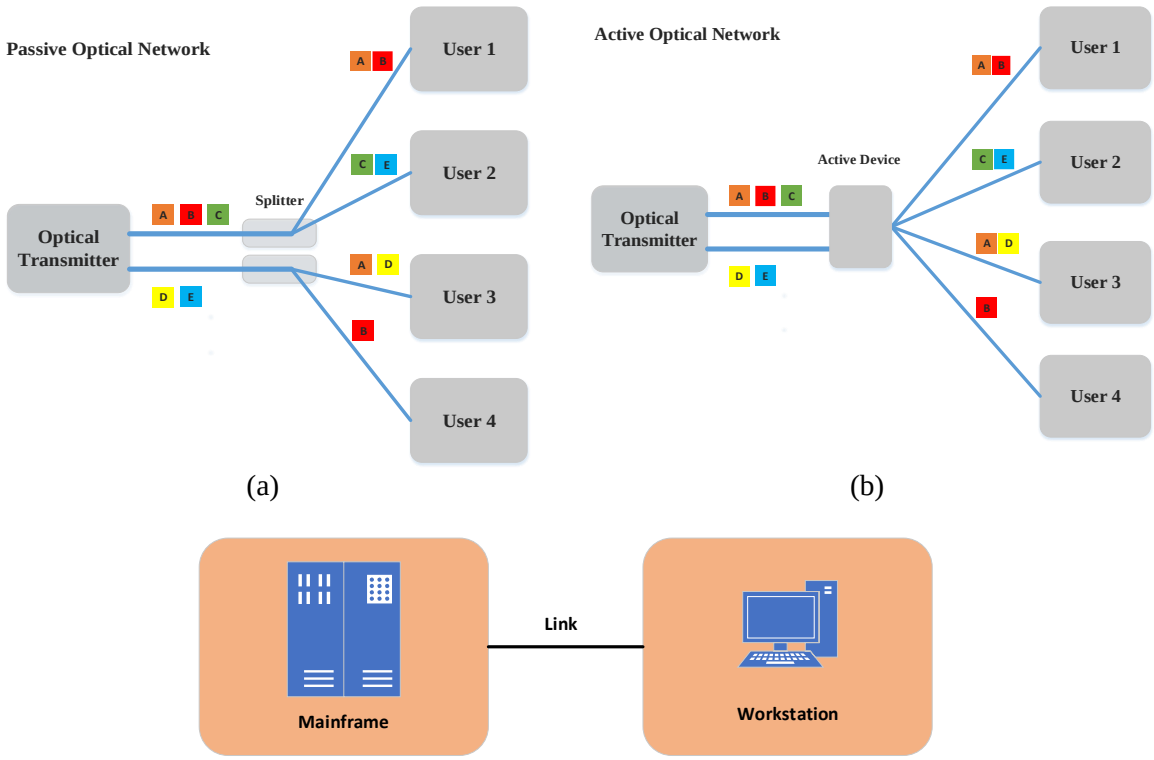



Figure 2. (a) PON architecture, (b) AON architecture, (c) PTP architecture

In this study, an active optical network where an optical signal reaches end users via fiber channels is designed using Optisystem 14.0 simulation software . In accordance with the system design, a low-pass filter is used instead of a band-pass filter in the receiver block. The effect of four different filter types used in the receiver block on the system efficiency was investigated. Section-2 covers the materials and methods used in the study, Section-3 includes experimental activities on the Optisystem, Section-4 results and promising recommendations.

## 2. Materials and Methods

### 2.1. Mathematical Model

In this study, using OptiSystem 14.0 simulation software, the scenario shown in Figure-3 is designed, in which an optical signal with a frequency of 220THz and a power of 5dBm reaches different end users over 10 km long Bidirectional Optical fiber channels with 3 dB gain, 1 dB noise figure exposure along the channel. In optical communication systems, there are various parameters that show how efficient the system is. The most important of these is the Q factor.

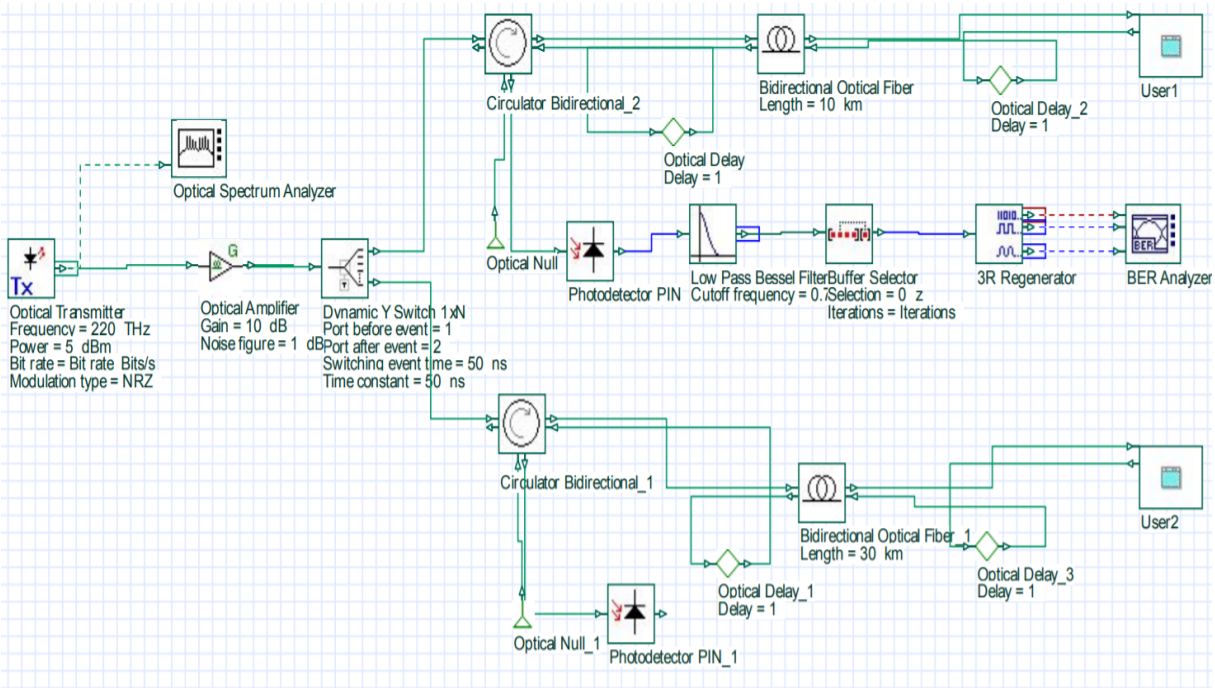



Figure 3. Reference AON communication system

The Q factor can be expressed as a common function of the optical signal-to-noise ratio (OSNR), bit error rate (BER) [5];

$$Q_{dB} = 20\ log\ log\left(\sqrt{OSNR}\cdot\sqrt{\frac{B_0}{Bc}}\right) \tag{1}$$

$$BER = \frac{1}{2}\cdot(\sqrt{0SNR}\ ) \tag{2}$$

The Q factor indicates the minimum signal-to-noise ratio (SNR) required to obtain a given BER for a given signal. BER is defined as the ratio of the number of bad bits to the total number of bits transmitted. A low BER value corresponds to high OSNR and Q factor values.

### 2.2. Optical Filters

Optical filters work in principle on the same basis as electrical filters. It aims not to reflect any optical signal to the output outside the wavelength range where the filter is defined. In this study, Chebyshev, Bessel, Butterworth, Gaussian low-pass filters are used. The Butterworth filter is a type of signal processing filter designed to have a frequency response as constant as possible in the wavelength range for which it is defined. He is famous for his success in extremely complex mathematical expressions. The transfer function of the Butterworth filter is given in (3). Chebyshev filters have steeper roll-off values compared to Butterworth filters. The transfer function of the Chebyshev filter is given in (4). The Bessel function, which is frequently used in digital and optical communication systems, is known for its success in filtering high-frequency signals. Gaussian filters that make convolutions using Gaussian functions are especially preferred for filtering electronic signals.

$$|H(j\omega)|^2 = \frac{G^2}{1+\left(\frac{jw}{jwc}\right)^{2n}} \quad (3)$$

$$H(s) = \frac{1}{2^{n-1}\varepsilon}\prod_{m=1}^{n} \frac{1}{(s-s_{pm})} \quad (4)$$

Here, ε is the Ripple factor, ω is the cutoff frequency, G is the DC gain, n is the signal order [6].

## 3. Results and Discussion

An optical network system consists of Optical Network Terminator (OLT), Optical Network Unit (ONU), passive or active optical intermediate element, and fiber cables that provide information exchange between OLT and ONUs [7]. The data entered into the system from the OLT is transmitted to the optical intermediate element with the help of fiber optic cables and distributed among the ONUs. Each ONU reaches the information coming to the optical intermediate element to be transmitted to it. Since a single fiber optic line is used for each ONU, it is important to ensure information security at this point. A disadvantage of a single line serving multiple ONUs is the possibility of conflicting data transmitted. To avoid this situation, multiple access techniques should be used. TDMA (Time Division Multiple Access) is generally used as a multiple access technique in optical access networks. Although less common, WDMA (Wavelength Division Multiple Access) can also be used. The use of WDMA systems increases the number of users to be accessed and increases device costs.

In this study, using the Optisystem 14.0 software, an active optical network with two users, shown in Fig. 3, is designed. An optical signal with a frequency of 220THz and a power of 5dBm, shown in Fig. 4, was given to the system as a message signal. Optical amplifier and Dynamic Switch are used as active elements. Bidirectional optical fiber was used as the fiber optic channel. The internal structure of each user block is given in Fig. 5. It is aimed to observe the effect of different types of low-pass filters at the entrance of the user blocks on the symmetry of the Eye diagram and the Q factor value obtained at the system output. 10dB gain and 1dB noise are added along the line to the transmitted message signal from the transmitter.

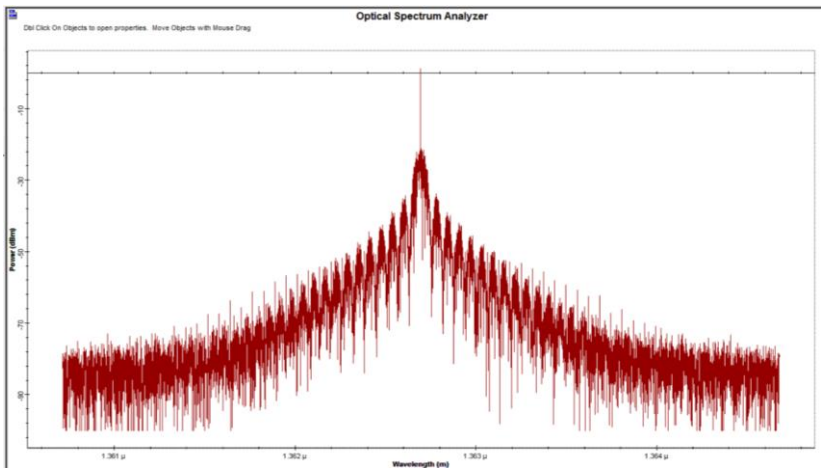



Figure 4. Spectral representation of the input signal

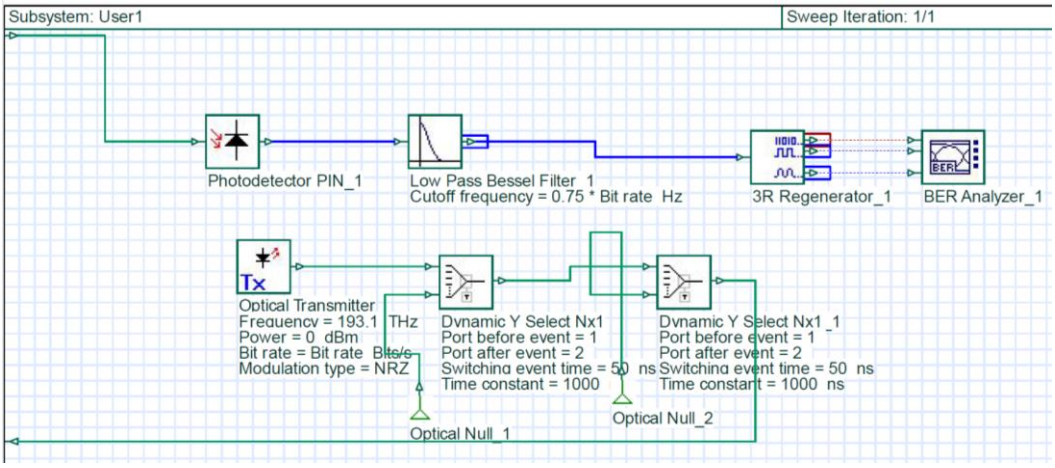
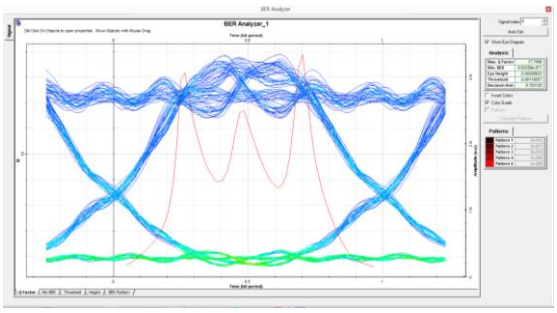
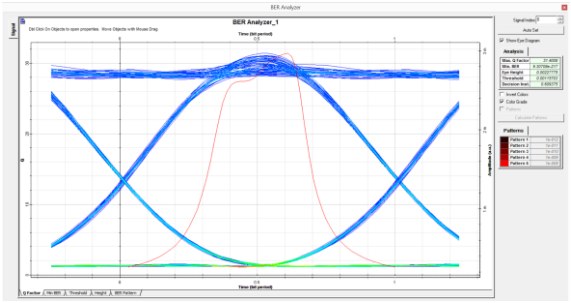



Figure 5. Receiver unit

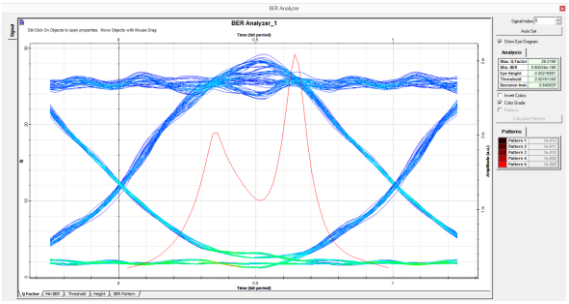
The low-pass filters used in the user units on the designed active optical network were first used as Chebyshev, Bessel, Butterworth, Gaussian filters with 10 km channel length, respectively. The BER (Bit Error Rate) Analyzer output of the obtained signals is given in Fig. 6 (a), (b), (c) and (d).



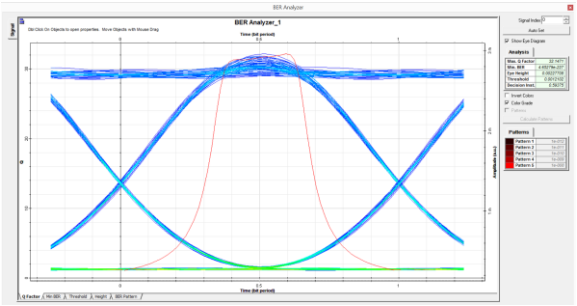
(a)



(b)



(c)



(d)

Figure 6. BER Analyzer Outputs of (a) Chebyshev filter, (b) Bessel Filter, (c) Butterworth Filter, (d) Gaussian Filter

Accordingly, the Q factor value in the network using Chebyshev filter is 17.7459, the Q factor value is 31.4008 in the network using Bessel filter, the Q factor value is 29.2169 in the network using Butterworth filter, and the Q factor value is 32.1471 in the network using Gaussian filter. When Fig. 6 is examined in detail, it can be seen that the most symmetrical eye curve occurs in the mesh using Gaussian filter.

## 4. Conclusion

In this study, a two-user active optical network design was carried out using the Optisystem 14.0 simulation program. The low-pass filters used in each user unit were arranged as Chebyshev, Bessel, Butterworth, Gaussian filters, respectively, and the effect of filter selection on the system efficiency was examined. According to the outputs from the BER (Bit-Error Rate) analyzer, the highest Q factor value was obtained with 32.1471 in the network using Gaussian Filter. In order of success, Gaussian filter was followed by Bessel filter, Butterworth filter and Chebyshev filter, respectively. Although the Q factor value is higher in the system using Gaussian filter, the eye diagram is obtained with closer symmetry to the ideal in the system using Bessel filter. At this point, a choice can be made between a Gaussian filter and a Bessel filter based on the expected performance from optical networks.

## 5. References

**[1]** M. Garlinska, A. P. I. Gutowska and M. Osial, "Experimental Study of the Free Space Optics Communication System Operating in the 8–12 µm Spectral Range," Electronics, vol. 10, no. 8, 2021.

**[2]** M. D. Hussien, A. A. Mohamed, M. I. H. A. M. Mokhtar, M. M.Youssef and K. M. Hassan, "OPTICAL ACCESS NETWORKS: A COMPARISON STUDY," in International Conference th 11 on Electrical Engineering, Cairo, 2018.

**[3]** E. Koman and N.Ö.Ünverdi, "ANALYSIS AND APPLICATIONS OF THE HYBRID WDM/TDM PASSIVE OPTICAL NETWORKS," Sigma Journal of Engineering and Natural Sciences, vol. 37, no. 4, pp. 1059-1073, 2019.

**[4]** G. Pekküçük, İ. Uzar and N. Ünverdi, "Performance Analysis of the Optical Filters," in Electrical – Electronic,Computer and Biomedical Engineering Symposium, Bursa, 2014.

**[5]** M. Aldababsa, C. Göztepe, G. K. Kurt and O. Kucur, "Bit Error Rate for NOMA Network," IEEE COMMUNICATIONS LETTERS, vol. 24, no. 6, pp. 1188-1191, 2020.

**[6]** H. M. Quan, D. B. Zhang and Z. Wang, "Quantum Gaussian filter for exploring ground-state properties," ArXiv, 2021.

**[7]** İ. Uzar and N. Ö. Ünverdi, "FTTX Technology and its Applications in Optical Communication Systems," in Electrical – Electronic,Computer and Biomedical Engineering Symposium, Bursa, 2014.

# MACHINE LEARNING BASED AUDIO CLASSIFICATION

***Selahattin Barış Çelebİ*[1], Ammar Aslan [2]***
[1] Batman University, Vocational School of Technical Sciences, Department of Computer Technology, Batman-Turkey, sbaris.celebi@batman.edu.tr
[2] Batman University, Vocational School of Technical Sciences, Department of Computer Technology, Batman-Turkey, ammar.aslan@batman.edu.tr
[*] Corresponding author: sbaris.celebi@batman.edu.tr

***Abstract:*** *The classification of sound has become an important research topic in recent years. Although the classification of the sound is difficult due to the nature of the sound, the development of computer hardware and the high performances of deep learning have made it possible to classify the sound. Classifying sound is an important area of research, and classification of environmental sound data can be beneficial in many areas. Classification of environmental sounds can be used in areas such as multimedia, security perimeter control, and sound surveillance. In daily life, many different methods are used to process sound data and make automatic inferences from this information. Among them, deep learning-based approaches are systems that have high performance and accuracy in processing large audio data, give fast results and have the potential to be used. In the study, the UrbanSound8K dataset was trained on magnitude mel-spectrograms extracted from the audio. Classification was carried out using supervised learning techniques using 10 different environmental sound data classes.*

***Key words:*** *Deep Learning, Classification, Audio Processing, CNN*

## 1. Introduction

Sound data, which has become a part of city life in daily life, are physical waves that are abundant in our environment. Sound propagates in waves. Objects collide with each other and periodically transmit a sound wave from a source. While sound datas can be produced naturally, there are also artificial sounds sources produced by humans. Not every sound produced can be perceived. For example, the human ear can hear sound waves in the range of 20-20000 Hz [1].

Classifying sound data is an important research area, and classification of environmental sound data can be beneficial in many areas. Classification of environmental sounds can be used in areas such as multimedia, security perimeter control, and sound surveillance [2].

In daily life, many different methods are used to process sound data and make automatic inferences from the data. Among them, deep learning-based approaches are systems that have high performance and accuracy in processing large audio data, provide fast results, and have the potential to be used.[3, 4]. In the literature, there are not enough studies on this subject. There are many studies on sound classification methods in areas such as speech and music [5, 6]. However, there are not enough studies on environmental sound data.

In this study, a dataset named Urbansound8k was used. In this data set, there are 8732 sound sample data belonging to 10 different classes. Environmental sound data is trained in a CNN-based model and classification is performed.

In the second part of the study, the model, data set, deep learning, development environment and sound analysis methods are included. Findings are given in the third section and the results are given in the fourth section.

## 2. Material and Method

### 2. 1. Model Architecture

In this study, audio files with wav extension are read first. Then feature extraction is done. It needs feature extraction to use sound data in machine learning-based operations in computer-based systems. 6950 samples were used for training and 1782 samples were used for testing.

### 2.2. Deep Learning

Machine learning-based techniques help decision support systems by allowing data to be processed. However, the increase in data size has caused some machine learning-based methods to not show the desired performance. Deep learning techniques have been developed to overcome this problem. Deep Learning is a sub-field of machine learning that solves problems by subjecting the machine learning technique called artificial neural networks to more hidden layers and preprocessing. In this method, artificial neural networks are operated with more than one hidden layer and the cost function is tried to be kept to a minimum. Increasing the number of hidden layers requires more powerful hardware for computation. Deep learning method is used in many fields such as finance, computer vision, classification.

### 2.3 Dataset

In this study, a dataset named Urbansound8k was used. In this data set, there are 8732 sound sample data belonging to 10 different classes: "*Air conditioner, car horn, children playing, dog bark, drilling, engine idling, gun shot, jackhammer, siren, and street music*". Samples are up to 4 seconds long files with the extension wav. The sound files in the data set are examples that can be heard in environments that are frequently encountered in urban life. All audio files are downloaded from the www.freesound.org [7]. Audio data is tagged with the help of a csv whose metadata is under 10 different folders. Metadata tags "*slice_file_name, fsID, start, end, salience, fold, classID, class"* corresponds to the "*the name of the sound file, the Freesound ID of the sound recording, the start time of the recording, the end time of the recording, the clarity of the sound, the folder location, the numerical ID and class of the data*" respectively.

### 2.5. Development Environment

Google Colab is a development environment by Google that provides GPU and TPU. It allows development with Python and R languages. Google colab is a platform independent structure that allows access via Google drive.

### 2.6. Audio Data Overview and Analysis

Audio data can be analyzed over a time series depending on its frequency (figure 1). The signal magnitude in a range of an audio data can be represented on a frequency basis. Spectra are used for this.

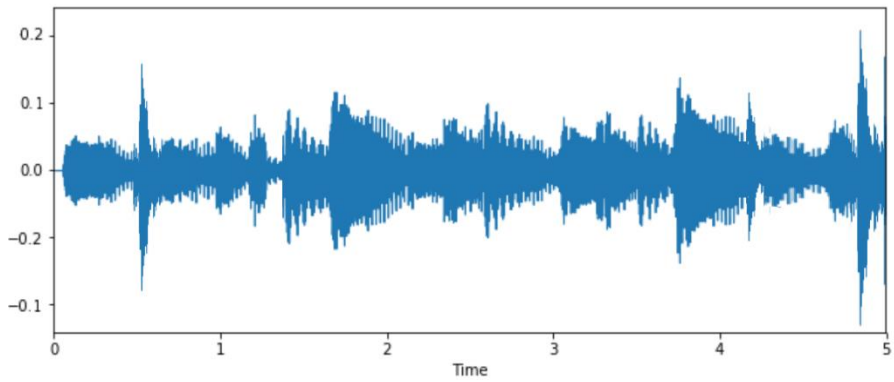



**Figure 1.** Waveform representation of a child's sound

Feature vectors are used to distinguish between audio data. These vectors are represented by the physical characteristic values of the sound. Many feature vectors can be used to distinguish audio data from one-to-one. Among them, the most used feature vector is the Mel-frequency Cepstral coefficients (MFCC) scale. This scale has performance success compared to many other scales [7]. Based on MFCC Fast Fourier Transform, it mimics the hearing process of the human ear. The frequency value of the audio data can be converted to MFCC scale by using the formula in equation 1.

$$mel(f) = 2595 * \log (1 + f / 700) \quad (1)$$

In Equation 1, the frequency scale unit is taken as Hz.

First, the MFCC coefficients are extracted from the sound samples. Thus, the necessary feature vectors to be used for the audio data are found. Then, filtering and feature extraction are performed by the CNN-based classifier. CNN has a layered structure. In order to train the model faster between layers, pooling is performed. [8,9].

## 3. Results

Classification has been attempted by using supervised learning techniques using 10 different environmental sound data classes. First of all, sound data were taken and spectra were created with MFCC. Then, this information is given as input to our CNN-based classifier. Our trained model then determined which sound data belonged to which class with 78.34% success on the test data (Figure 2).

```
predicted_sound('../input/urbansound8k/fold2/100652-3-0-1.wav')
```

```
Dog's barking...
```

**Figure 2.** The prediction result of the model

In this study, a sound dataset consisting of different classes has been trained and successfully classified as input test data. Our deep learning-based trained model has classified the environmental sound data with high success. It is seen that CNN-based systems, which are generally used in image classification processes, can also successfully classify audio data.

## 4. References

**[1]** Hartmann, W. M. (2013). Sound Waves. In Principles of Musical Acoustics (pp. 39-52). Springer, New York, NY.

**[2]** [Sharma, Jivitesh & Granmo, Ole-Christoffer & Goodwin, Morten. (2019). Environment Sound Classification using Multiple Feature Channels and Deep Convolutional Neural Networks.

**[3]** Tuncer, T., Subasi, A., Ertam, F., & Dogan, S. (2020). A novel spiral pattern and 2D M4 pooling based environmental sound classification method. Applied Acoustics, 170, 107508.

**[4]** Medhat, F., Chesmore, D., & Robinson, J. (2017, December). Masked conditional neural networks for environmental sound classification. In International conference on innovative techniques and applications of artificial intelligence (pp. 21-33). Springer, Cham.

**[5]** King, S., Frankel, J., Livescu, K., McDermott, E., Richmond, K., & Wester, M. (2007). Speech production knowledge in automatic speech recognition. The Journal of the Acoustical Society of America, 121(2), 723-742.

**[6]** King, S., Frankel, J., Livescu, K., McDermott, E., Richmond, K., & Wester, M. (2007). Speech production knowledge in automatic speech recognition. The Journal of the Acoustical Society of America, 121(2), 723-742

**[7]** Salamon, J., Jacoby, C., & Bello, J. P. (2014, November). A dataset and taxonomy for urban sound research. In Proceedings of the 22nd ACM international conference on Multimedia (pp. 1041-1044).

**[8]** Liu, Li., J. He and Palm G., “Signal Modeling for Speaker Identifiction”. Proc. Int. Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP-96), Vol. 2, 1996, pp. 665-668

**[9]** S. Ozarkar, R. Chetwani, S. Devare, S. Haryani and N. Giri, "Ai for accessibility: Virtual assistant for hearing impaired", 2020 11th International Conference on Computing Communication and Networking Technologies (ICCCNT), pp. 1-7, 2020.

**[10]** Justin Salamon, Christopher Jacoby and Juan Pablo Bello, "Urban Sound Datasets", MM ‘14 Proceedings of the 22nd ACM international conference on Multimedia, no. 3, pp. 1041-1044, 2014.

# AM-DSB MODULATION DETECTION AMONG SIGNALS MODULATED WITH 26 DIFFERENT MODULATION TECHNIQUES WITH MobileNet ARCHITECTURE

***Alper Aytekin* [1], Vasfiye Mençik [2], Cafer Budak[3]***
[1]Batman University, Faculty of Engineering and Architecture, Electrical and Electronics Engineering, Batman-Turkey, *alper.aytekin@batman.edu.tr*
[2] Batman University, Faculty of Engineering and Architecture, Electrical and Electronics Engineering, Batman-Turkey, *vasfiye.mencik@batman.edu.tr*
[3]Dicle University, Faculty of Engineering, Department of Electric-Electronic Engineering, Diyarbakır-Turkey, *cafer.budak@dicle.edu.tr*
**Corresponding author: alper.aytekin@batman.edu.tr*

***Abstract****: The idea of optimizing communication systems using deep learning techniques is promising for the future. This new learning method is expected to reduce the need for high power consuming electronic circuits for solving complex mathematical expressions in communication systems. The use of deep learning techniques for modulation sensor designs, which is one of the points in need of improvement in communication systems, will contribute to the literature. In this study, it is aimed to design a CNN-based modulation detector that detects AM-DSB modulated signals among 26 different modulation techniques, each of which has equal SNR values, by using the HisarMod2019 data set. MobilNet architecture was used for experimental studies. With this architecture, 100% F1-score value was obtained. This result shows that the used architecture has the ability to recognize AM-DSB samples in the correlation between classification ability.*

***Keywords:*** *AM-DSB, CNN*

## 1. Introduction

With the development of technology in recent years, performance expectations from communication systems have increased. Such as higher data rate, larger bandwidth, secure data transmission and the ability to serve more users at the same time than communication systems to be used in advanced technology targets such as internet of things (IoT), 5G technology, underwater communication, remote surgical operations, smart transportation systems developments are expected [1]. Communication systems need innovation and different perspectives at many points in order to meet these expectations. A communication system basically aims to transmit a message signal to the receiving unit via wired or wireless channels by modulating it with different modulation techniques in accordance with physical conditions or system design. The block diagram of a basic communication system is given in Fig. 1 [2]. Various methods have been developed to determine what kind of modulation a detected signal has. The most important of these is the modulation classification technique. Accordingly, modulation technique is tried to be determined by classifying all detected signals according to various methods such as SNR value, carrier signal frequency, symbol length estimation [3]. With an innovative perspective to be brought at this point, the use of deep learning techniques for modulation classification is promising for excellent accuracy and high reliability targets.

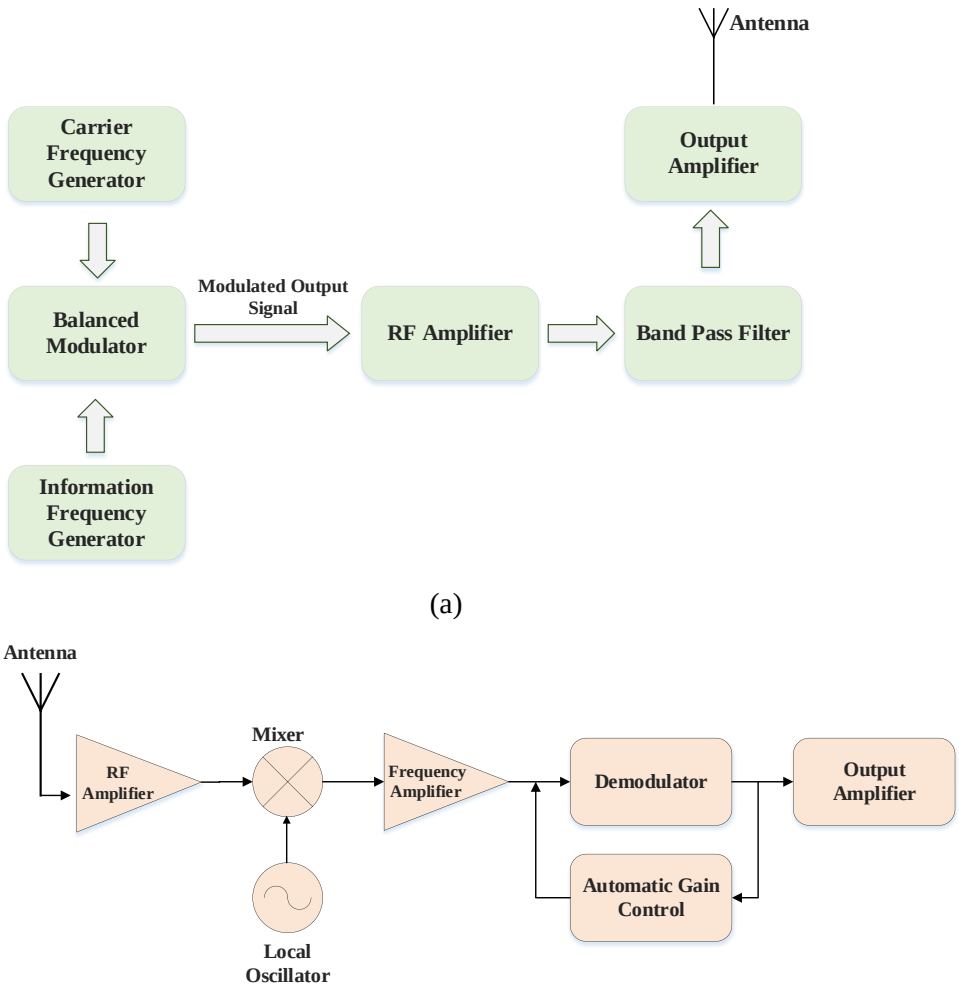



Figure 1. Block diagram of amplitude modulated communication system (a) transmitting block, (b) receiving block

Deep learning techniques have attracted great interest in recent years. Deep learning is basically a type of machine learning that predicts results using a given data set. Deep learning methods have a wide range of uses, from face recognition systems to image enhancement processes. Many deep learning approaches have been developed for the solution of artificial intelligence problems together with deep learning architectures. Recurrent Neural Networks, long-short-term memory and Convulotional Neural Network (CNN) are the most widely accepted deep learning techniques. With the emergence of the multilayer neural network model, the CNN was developed in order to increase the number of layers and give better results, first LeCun et al. CNN, which emerged by presenting a gradient-based approach by [4] and known for its success in classification processes, is especially used in image analysis processes. In the literature, there are various studies aiming at modulation classification with transfer learning methods. Peng et al. [5] In their studies, he obtained 74.1% accuracy in 16QAM numerical modulation classification by using GoogleNet convolutional neural network architecture for modulation classification purposes. Using the deep belief network deep learning method, Mendis et al. [6] obtained 90.2% accuracy for BPSK modulation type classification.

In this study, MobileNet V2 [7], a CNN-based deep learning architecture, was used to detect signals modulated with AM-DSB technique among 26 different modulation techniques, each of which

has an equal and 20dBm SNR ratio. HisarMod2019 [8], data set was used in the study. Material and method in Section 2, results and discussion in Section 3 and conclusion in Section 4.

## 2. Materials and Methods

### 2.1. Mathematical Model

In this study, white Gaussian noise is modulated with 26 different analog and digital modulation types in an ideal communication system with Rayleigh damping and free space loss (FSPL), downstream (transmitter to receiver) and single receiver. It is aimed to classify the signals modulated by Dual sideband amplitude modulation (AM-DSB) incoming to the sensor in the receiver unit, each of which has an SNR of 20dBm, among all signals.

*2.1.1 Double Sideband Amplitude Modulation (AM-DSB)*

The main purpose of the communication systems is to encode the information to be transmitted on analog or digital signals and deliver it to the receiver without loss through certain communication channels. For this purpose, modulation process is inevitable in terms of energy efficiency, bandwidth and spectrum efficiency. Modulation techniques can be examined under two headings, analog and digital. In amplitude modulation, which is one of the most commonly used analog modulation techniques, an envelope signal is obtained by superimposing the low frequency message signal on the amplitude of a high frequency carrier signal. The amplitude modulation in which both the lower and upper sidebands are used during the transmission of data [9], shown in Fig. 2. is called double sideband amplitude modulation. AM-DSB is produced by a mixer. It consists of a message signal multiplied by a carrier signal. The mathematical representation of this operation is shown below using the product-sum trigonometric identity;

$$S_m(t) = A_m \, cos \, cos \, (2\pi f_m t) \quad (1)$$

$$S_c(t) = A_c \, cos \, cos \, (2\pi f_c t) \quad (2)$$

$$S_s(t) = \frac{A_m \cdot A_C}{2} [cos(2\pi(f_m + f_c)t) + cos(2\pi(f_m - f_c)t)] \quad (3)$$

Here $S_m(t)$ denotes the message signal, $S_c(t)$ the carrier signal and $S_s(t)$ the modulated signal.

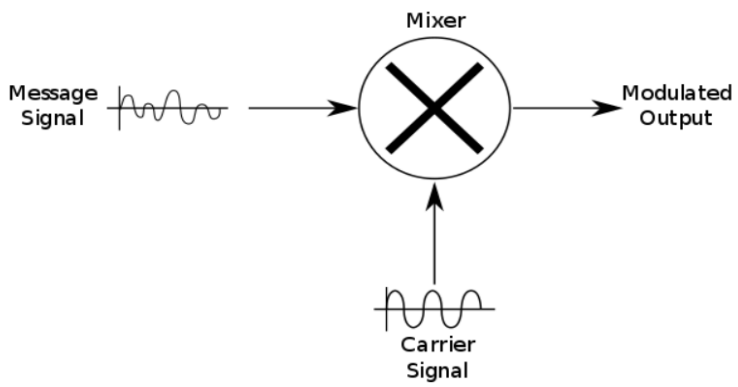



Figure 2. AM-DSB modulator block diagram

*2.1.2 MobileNet*

MobileNet is a CNN architecture that aims to perform well in deep learning studies and stands out with its success in multi-image classification processes. MobileNet is an efficient CNN architecture that reduces the amount of memory used for computing while providing high prediction accuracy. Trained on ImageNet dataset, this network is suitable for mobile devices or any device with low computing power. The intermediate expansion layer uses light, deep-based folds to filter features as a non-linear source. As a whole, the MobileNet architecture includes an initial full convolution layer with 32 filters, followed by 19 residual bottleneck layers. The MobileNet architecture is given in Fig. 3.

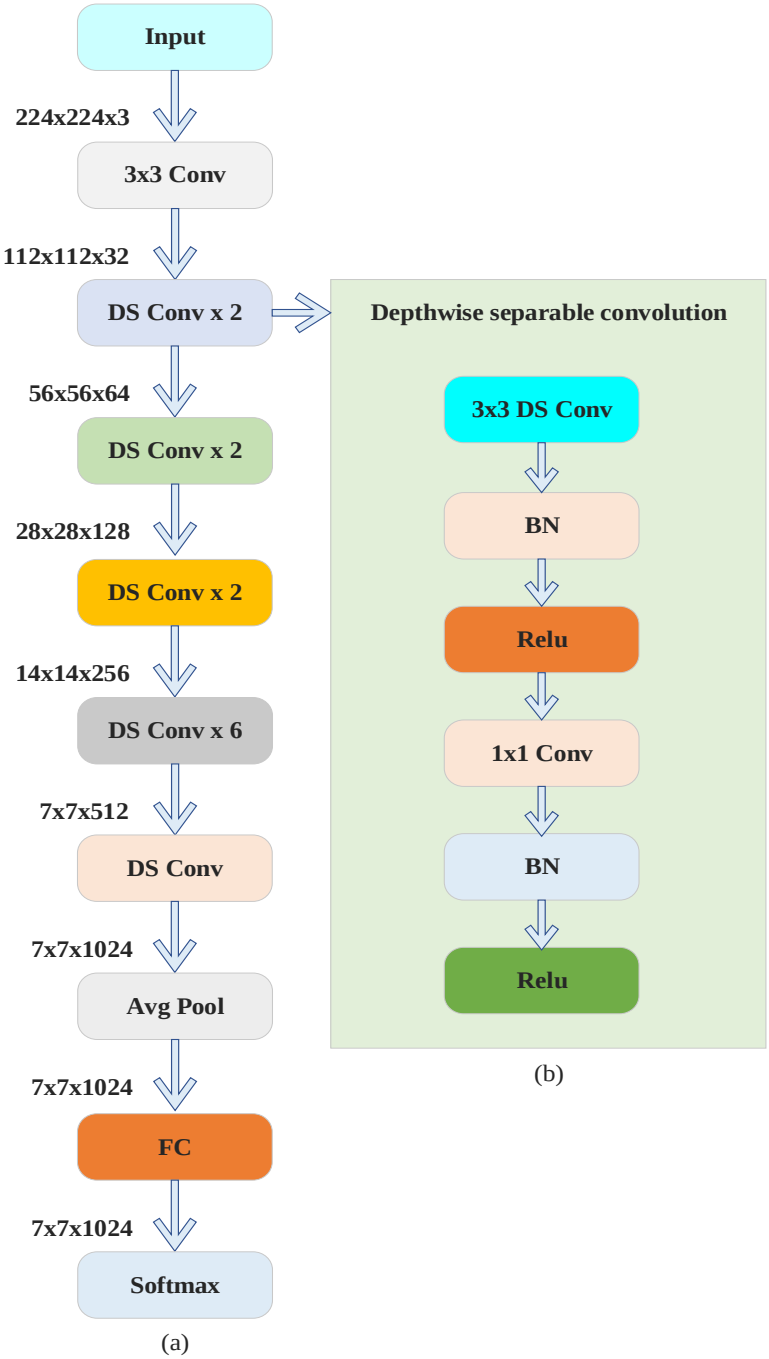



Figure 3. MobileNet architecture

The architecture in Fig. 3. (a) shows the details of the MobileNet architecture, which includes convolutional, deeply separable convolutions (DS), mean pooling, fully connected (FC) and softmax layers, while Fig. 3. (b) shows the details of deep convolution, batch normalization (BN) respectively. and shows an in-depth description of the DS layer with rectified linear units.

*2.1.3 Performance Parameters*

Confusion matrix, accuracy, precision, recall and F1-score parameters were used to evaluate model performance.

$$Accuracy = \frac{TP + TN}{TP+FP+TN+FN} \tag{4}$$

$$Precision = \frac{TP}{TP+FP} \tag{5}$$

$$Recall = \frac{TP}{TP+FN} \tag{6}$$

$$F1 = 2X\frac{pecision\ x\ recall}{precision+recall} \tag{7}$$

True Positive (TP) refers to correctly classified negative cells, while FN (False Negative) refers to incorrectly classified negative cells. Similarly, TN(True Negative) indicates correctly classified positive cells, while FP(False Positive) indicates incorrectly classified positive samples. Confusion matrix, which includes different combinations of actual values and predicted values, was used in this study.

## 3. Results and Discussion

In this study, AM-DSB modulation signals were determined among the signals modulated with 26 different modulation techniques, each of which has equal SNR value, using MobilNet architecture. Tensorflow and keras libraries were used for experimental studies. With the test set created independently of the training set, the neural network is provided with classification. No overfitting was observed during the training. Batch size 32, epoch 50 and optimizer rmsprop are used. The accuracy and loos graphs for the training and validation set are shown in Fig. 4.

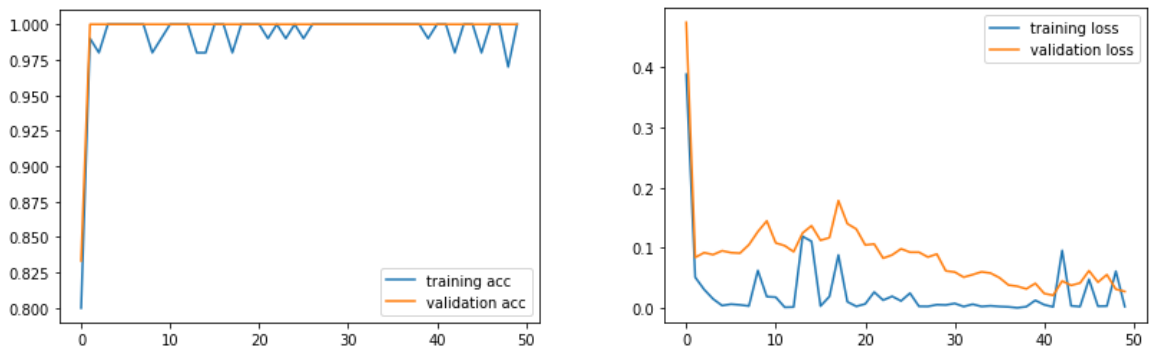



Figure 4. Accuracy and loss graphs observed during training

As a result of the well-designed model and optimization process, it is seen in Fig. 5 that the training data model can be generalized for new data that the model has not seen before. Accuracy,

precision, recall and F1-score values, which represent the classification performance of the model, are shown in Tab. I.

Table.1 Performance parameters for AM-BSK modulation

| | samples | Accuracy | Precision | Recall | F1-score |
|---|---|---|---|---|---|
| **non AM-DSB** | 22 | | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| **AM-DSB** | 22 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| **macro avg** | 44 | | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| **weighted avg** | 44 | | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

As seen in Tab.1, the neural network used detects AM-DSB modulation with an F1-score of 1.00 and an Accuracy value of 1.00. The results obtained showed the success of the model used in detecting this signal. The confusion matrix obtained as a result of the training with MobilNet architecture is shown in Fig. 5.

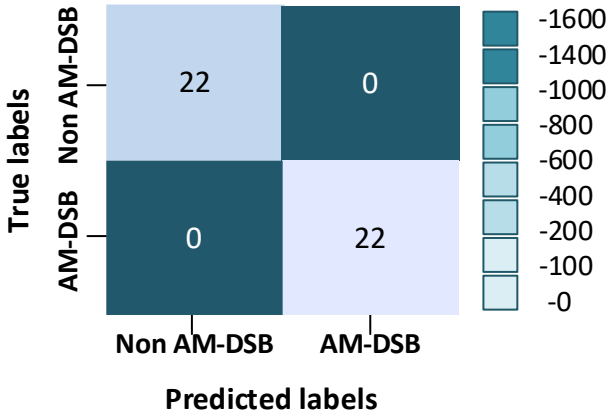



Figure 5. Confusion matrix obtained as a result of MobilNet architecture training

In confusion matrixes where actual values and estimated values are shown, the first line is not AM-DSB and the second line is AM-DSB class. Estimates obtained for the model are as seen in Fig. 6. Estimations of 100% were made with MobilNet architecture. It is clearly seen with the results obtained that the models have the ability to recognize non-AM-DSB and AM-DSB samples in the correlation between predictive and classification ability for real classes.

## 4. Conclusion

One of the points in need of improvement in communication systems is the design of the modulation sensor. In this study, using the HisarMod2019 data set, a CNN-based modulation detector was designed to detect AM-DSB modulated signals among 26 signals modulated with different modulation techniques, each of which has equal SNR values.. With the test set created differently from the data set created for the training set, MobilNet architecture is provided to make classification predictions. In experimental studies, 100% accuracy and 100% F1-score values were obtained. These

results show the success of the used architecture in detecting AM-DSB signal from signals modulated by various techniques.

In the future, different types of signals will be detected among the signals modulated with 26 different modulation techniques. In addition, the technique and SNR value of these signals will be determined.

## 5. References

**[1]** Y. Lu and X. Zheng, "6G: A survey on technologies, scenarios, challenges, and the related issues," Journal of Industrial Information Integration, vol. 19, no. 1, 2020.

**[2]** A. Singhal, R. K. Mallik and B. Lall, "Performance Analysis of Amplitude Modulation Schemes for Diffusion-Based Molecular Communication," IEEE Transactions on Wireless Communications, vol. 14, no. 10, pp. 5681 - 5691, 2015.

**[3]** A. Güner, Ö. F. Alçin and A. Sengür, "Automatic digital modulation classification using extreme learning machine with local binary pattern histogram features," Measurement, vol. 145, pp. 214-225, 2019.

**[4]** J. Zbontar and Y. LeCun, "Stereo Matching by Training a Convolutional Neural," Journal of Machine Learning Research, vol. 17, no. 1, pp. 2287-2318, 2016.

**[5]** S. Peng, H. Jiang, H. Wang, H. Alwageed, Y. Zhou, M. M. Sebdani and Y.-D. Yao, "Modulation Classification Based on Signal Constellation Diagrams and Deep Learning," IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems , vol. 30, no. 3, pp. 718 - 727, 2019.

**[6]** G. J. Mendis, J. Wei and A. Madanayake, "Deep learning-based automated modulation classification for cognitive radio," in 2016 IEEE International Conference on Communication Systems (ICCS), 2016.

**[7]** A. G. e. a. Howard, "Mobilenets: Efficient convolutional neural networks for mobile vision applications," arXiv preprint arXiv:1704.04861 , 2017.

**[8]** K. Tekbıyık, C. Keçeci, A. R. Ekti, A. Görçin and G. K. Kurt, "HisarMod: A new challenging modulated signals dataset," IEEE Dataport, 2019.

**[9]** A. M. Alaa, "Frequency Domain Analysis of Envelope Detectors for AM (DSB-LC) Signals," IEEE Potentials, vol. 32, no. 2, pp. 40 - 43, 2013.

# PERFORMANCE ANALYSIS OF MODERN METHODS FOR ESTIMATING INSTANTANEOUS PEAK LOAD

***Mustafa Sağlam*[1], Ömer Ali Karaman[2]***
[1]University College London, Bartlett School of Environment, Energy and Resources, Energy Institute, London-England, mustafa.saglam@ucl.ac.uk
[2]Batman University, Technical Sciences Vocational School, Electronic an Automation Department, Batman-Turkey, omerali.karaman@batman.edu.tr
[*] Corresponding author: *mustafa.saglam@ucl.ac.uk*

***Abstract:*** *The importance of energy demand continues to rise in parallel with the increasing population, urbanization, the spread of industry and technology. Load estimations higher than electricity demand cause too many power supply units to activate, initiating excessive energy intake and providing unnecessary reserves. Conversely, lower load forecasts may cause the system to operate in a risky region, resulting in insufficient supply reserves. At the same time, load forecasts form the basis of many decisions made in energy markets. Electric energy prices optimized according to load estimation results; It allows electricity markets to be planned and operated in an efficient, transparent, reliable manner and to meet the needs of the sector. In this study, the instantaneously peak electricity load was estimated using Artificial Neural Network and Linear Regression Methods. Gross domestic product, exports, imports, and population are used as based on input values from 1980 to 2019 to analyze these methods. Artificial Neural Network and Linear Regression Methods are among the methods frequently used in the literature. The results obtained using Artificial Neural Network and Linear Regression Methods were analyzed using statistical errors such as MAE, RMSE, and MSE.*

***Keywords****: Electricity Load Forecasting, Artificial Neural Network, Linear Regression Method*

## 1. Introduction

Load forecasting is of great importance for the effective operation and planning of power systems. Estimation accuracy has a significant impact on the planning of investments in the generation, transmission, and distribution systems of electrical energy, power system studies, and daily system operation. Overestimating the electrical energy demand causes unnecessary use of reserve or the activation of too many power units. This leads to critical operations and significant losses in the construction of power systems. Furthermore, low electrical energy estimates may not meet the electrical energy demand, cause the supply reserve to be insufficient and prevent the system from operating efficiently [1].

Load forecasting is generally related to the hourly, daily, weekly, and annual values of energy demand and peak load demand. These forecasts are sometimes categorized based on time as short-term, mid-term and long-term forecasts [2]. In recent years, various methods have been developed for electrical energy demand forecasting. Statistical models, parametric methods, and learning-based estimation methods are adopted. Because of the good estimation results, especially in nonlinear complex problems, load estimation was made using methods based on artificial intelligence algorithms.

It has been observed that neural networks have the ability not only to learn the load series, but also to model an indefinite non-linear relationship between load and weather variables [3]. Recently,

machine learning techniques and fuzzy logic approaches have been used for load estimation and relatively good performances have been obtained. In some academic studies, statistical and probabilistic approaches have been proposed, especially for long-term load estimations.

Currently, electrical energy demands are non-linear and variable, subject to a wide variety of exogenous variables such as weather conditions, calendar effects, demographic and economic variables, and general randomness in individual use. How to effectively integrate various factors into the forecast model and obtain accurate load forecasts is always a challenge for modern energy systems.

Time series models have been used for electricity load forecasting, such as ARIMA [4], seasonal autoregressive integrated moving average (SARIMA) [5], linear regression [6], threshold autoregressive [7], seasonal autoregressive [8], Kalman filtering [9], etc. As mentioned above, electricity load is affected by many other factors, using only the time series model does not generate an effective result [10]. Thus, artificial intelligence models have been presented to forecast electricity load, such as support vector regression [11], fuzzy logic [12], echo state networks [13], expert systems [14], artificial neural networks (ANN) [15], support vector machines [16].

Moturi and Kioko developed an artificial neural network-based model for short-term electric load predictions and Kenya National Electricity Transmission Corporation evaluated the performance of the model to predict load one day ahead by applying real load data on power systems. When the estimation results are examined, it is understood that the model can perform quite well if it is tested with sufficient data [17].

Abdoos et al. proposed a new hybrid smart method for short-term electrical load estimation using load and temperature values of similar past days. To increase the prediction accuracy, the support vector machines were used as a regression tool by determining the day types. Comparative results showed the priority of the proposed method in terms of estimation accuracy when compared to some estimation algorithms [18].

Shushu et al. presented an improved method for mid-term load estimation, combining the Gray model and the semi-parametric regression model. An error comparison was made between a single model and a combination model. According to the test sample results, it is understood that the proposed method has higher sensitivity. The study stated that more accurate estimates can be obtained when more data is used for the proposed method [19].

Wen et al. used a deep Recurrent Neural Network (RNN) along with Long Short-Term Method (LSTM) for power load and photovoltaic power forecasting in the microgrid. They proved that the deep RNN with LSTM performed very well compared to multilayer perceptron. The authors have been optimized the load dispatch by particle swarm optimization [20].

## 2. Method

In this study, four input values as import, export, gross domestic product (GDP), and population from 1980 to 2019 were obtained by the Turkey Ministry of Energy and Natural Resources, World Bank open dataset, and Turkish Statistical Institute. Again, electricity instantaneous peak load was that output (target) information was obtained by Turkish Electricity Transmission Corporation. By using these variables, the electrical instantaneous peak load forecasting performances of the Artificial Neural Network and Linear Regression Methods were analyzed. Statistical performance indicators such as MSE, RMSE and MAE were compared to analyze the performance of these methods.

### 2.1. Artificial Neural Network

ANN is a generalization of the mathematical model of human cognition and biological neural [21]. ANN is formed by the combination of artificial neural cells inspired by biological neural cells. Modeling nonlinear structures, parallel distributed structure, ability to learn and generalize, adaptability for different problems, and having error tolerance are the most important features of ANNs [22].

ANN does not need any prior knowledge between input and output variables. By giving input and output information to the network, it is ensured that the network learns the relationship between input-output variables [23]. Fig. 1 demonstrates structure and type of input variables of ANN model used in this study

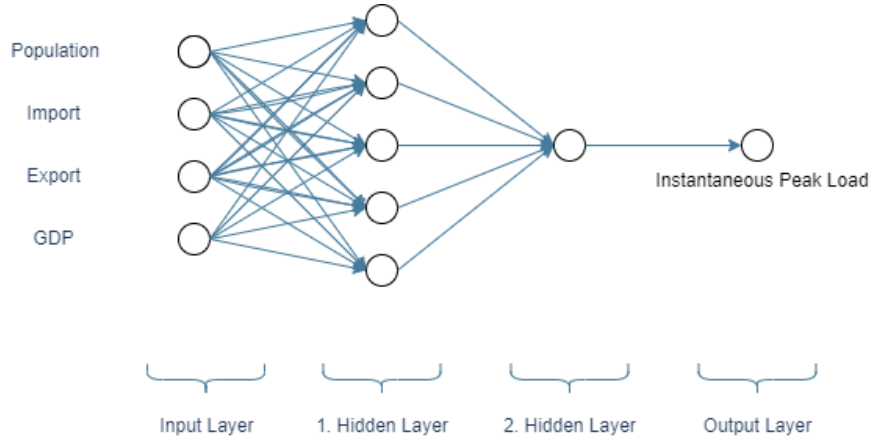



Figure 1. Structure of ANN model used in this study

This learning process is called supervised learning. A backpropagation algorithm from the supervised learning method was used to solve the current problem. Learning of an artificial neural network by backpropagation algorithm; consists of two stages, forward and backward calculation. In the forward calculation process, the input values coming to the network are processed with weight matrices and the output value is calculated. Then, the network weights are rearranged with the backward propagation of the network based on minimizing the error value between the output value produced by the network and the actual value. This process continues until the network produces the desired output.

ANN can be used in both cause-effect relationship-based and time-series-based estimation methods. For an estimation problem based on the cause-and-effect relationship, the inputs of the ANN represent the independent variable. Its output is the dependent variable. The nonlinear functional relationship determined by the ANN can be written as in Equation 1 [22].

$$Y = f(x_1, x_2, \ldots\ldots, x_n) \tag{1}$$

$x_1, x_2, \ldots, x_n$ represents *n* independent variables, and *Y* represents the dependent variable. For time series forecasting problem, the inputs of the ANN consist of the past observation values of the data series, while the output represents the future forecast value. The nonlinear relationship determined by the ANN can be written as in Equation 2 [22].

$$Y_{t+1} = f(Y_t, Y_{t-1}, \ldots, Y_{t-n}) \tag{2}$$

### 2.2. Linear Regression Method

Linear Regression analysis (LR) is the most common method used to model the relationship between two or more variables. If a single independent variable is used as input in the model established to estimate the dependent variable, it is called single regression, and if more than one independent variable is used, it is called multiple regression analysis. The relationship between dependent and independent variable or variables can be linear or curvilinear. By using regression analysis, information can be obtained about the existence of the relationship between the dependent and independent variables and, if there is, the strength of this relationship [24]. In this study, the estimation of electrical instantaneous peak load based on economic indicators and population is modeled using linear form equation. The linear equation is shown in Equation 3.

$$Y_{Linear} = w_1.X_1 + w_2.X_2 + w_3.X_3 + w_4.X_4 + w_5 \tag{3}$$

Y in the equation is the dependent variable and is the target value that desired to be obtained. X is the input parameters and w is the weight. By using the least squares approach, the estimation error given in Equation 4 is tried to be reduced to zero.

$$SSE = \sum_{i=1}^{n} (y_i - \hat{y}_i)^2 \tag{4}$$

In Equation, SSE ((Sum of Squares for Error) is the square sum of the prediction errors. $y_i$ is observed original data and $\hat{y}_i$ is the value predicted by the model.

### 2.3. Obtained Data

Electrical instantaneous peak load between 1980 and 2019 is obtained from Turkish Electricity Transmission Corporation [25]. Population is taken from the Turkish Statistical Institute [26]. GDP, import and export values are taken from the World Bank Open Dataset [27].

GDP is an economic indicator. The fact that this value is developing, stagnant or receding also affects the energy estimation. A developing country will industrialize, and as it industrializes, both income and energy needs will increase. New constructions mean new consumption points. In other words, as the population increases, the energy consumption will also increase [28]. Previous studies in the literature have shown that exports and imports typically have positive effects on electricity consumption [29]. The Table 1 shows the input variables from 1980 to 2019.

Table 1. Input Variables

| Years | Exports (% of GDP) | Imports (% of GDP) | Population | GDP (current US Dollars) |
|---|---|---|---|---|
| 1980 | 5.16193171 | 11.9278859 | 43975971 | 68789289566 |
| 1981 | 8.236932034 | 12.90469561 | 44988414 | 71040020140 |
| 1982 | 11.86405139 | 15.01686967 | 46025411 | 64546332581 |
| 1983 | 12.47321262 | 16.55783918 | 47073472 | 61678280115 |
| 1984 | 15.60660269 | 19.67350242 | 48114155 | 59989909458 |
| 1985 | 15.86072288 | 18.96624923 | 49133937 | 67234948265 |
| 1986 | 13.31243772 | 16.10202176 | 50128541 | 75728009963 |
| 1987 | 15.58084042 | 17.7574446 | 51100924 | 87172789528 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1988 | 18.65397042 | 17.55286343 | 52053765 | 90852814005 |
| 1989 | 16.20291575 | 17.78075249 | 52992487 | 1.07143E+11 |
| 1990 | 13.36510285 | 17.57789265 | 53921760 | 1.50676E+11 |
| 1991 | 13.84113011 | 16.63488156 | 54840590 | 1.50028E+11 |
| 1992 | 14.39223573 | 17.34512991 | 55748948 | 1.58459E+11 |
| 1993 | 13.67380285 | 19.34328493 | 56653804 | 1.8017E+11 |
| 1994 | 21.36213121 | 20.38372113 | 57564204 | 1.3069E+11 |
| 1995 | 19.8916075 | 24.35102725 | 58486456 | 1.69486E+11 |
| 1996 | 21.54265814 | 27.82665675 | 59423282 | 1.81476E+11 |
| 1997 | 24.58171768 | 30.38860589 | 60372568 | 1.89835E+11 |
| 1998 | 20.56833755 | 19.70601038 | 61329676 | 2.75769E+11 |
| 1999 | 18.57785906 | 18.82375988 | 62287397 | 2.55884E+11 |
| 2000 | 19.44877186 | 22.55182567 | 63240194 | 2.72979E+11 |
| 2001 | 26.57792147 | 22.8209119 | 64192243 | 2.00252E+11 |
| 2002 | 24.46069459 | 22.99984433 | 65145367 | 2.38428E+11 |
| 2003 | 22.24313333 | 23.35833847 | 66089402 | 3.11823E+11 |
| 2004 | 22.75048115 | 25.36920172 | 67010930 | 4.04787E+11 |
| 2005 | 21.01778128 | 24.41935987 | 67903469 | 5.01416E+11 |
| 2006 | 21.65041804 | 26.50069066 | 68756810 | 5.52487E+11 |
| 2007 | 21.22022459 | 26.06936077 | 69581848 | 6.7577E+11 |
| 2008 | 22.82625732 | 27.08006513 | 70418604 | 7.64336E+11 |
| 2009 | 22.57367256 | 23.35880176 | 71321399 | 6.4464E+11 |
| 2010 | 20.44880781 | 25.45040909 | 72326988 | 7.71902E+11 |
| 2011 | 22.26240792 | 30.40053315 | 73443863 | 8.32524E+11 |
| 2012 | 23.66736584 | 28.57794394 | 74653016 | 8.73982E+11 |
| 2013 | 22.27225514 | 28.07806938 | 75928564 | 9.50579E+11 |
| 2014 | 23.76433477 | 27.64976944 | 77231907 | 9.34186E+11 |
| 2015 | 23.34593035 | 25.95393541 | 78529409 | 8.59797E+11 |
| 2016 | 21.96508274 | 24.85056382 | 79821724 | 8.63722E+11 |
| 2017 | 24.77379433 | 29.28451591 | 81101892 | 8.52677E+11 |
| 2018 | 29.5301044 | 30.62726715 | 82319724 | 7.7135E+11 |
| 2019 | 31.61423692 | 29.78026305 | 83429615 | 7.54412E+11 |

### 2.4. Performance Metrics

Error metrics allow the interpretation of the relationships between the actual behaviour of the time series and the predicted values and help find the best correction constants. Error metrics include mean absolute error (MAE), root mean square error (RMSE), and mean square error (MSE). MAE and RMSE evaluate the closeness and the discrepancy of the predicted value to the true value respectively avoiding the mutual counteraction of the positive and negative errors in the forecast. It is desired to have low MAE, MSE, RMSE values. Table 2 provides the formulas for the performance metrics [30].

Table 2. Error Metrics and Their Corresponding Formulas

| Error Metric | Formula |
|---|---|
| MSE | $MSE = \frac{1}{n}\sum_{k=1}^{n} [y(k) - t(k)]^2$ |
| RMSE | $RMSE = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{k=1}^{n} [y(k) - t(k)]^2}$ |
| MAE | $MAE = \frac{1}{n}\sum_{k=1}^{n} \lvert y(k) - t(k)\rvert$ |

The mean square error demonstrates how close the predicted value is to the actual value. The root means square error shows how close the forecasted value is to the actual value. The mean absolute error measures the average size of errors in a set of estimations.

Where; n number of studies and y(k) experimental data, t(k) estimated data.

## 3. Results and discussion

In this study, population, GDP, import, and export variables from 1980 to 2019 were taken as input data and electrical instantaneous peak load variable was taken as output data. Using this input data, the prediction performances of the ANN and LR methods were compared.

The neural network was trained using different activation functions and several layers until the best performance was obtained with ten (10) hidden layers. Figure 2 shows the architecture for the forecast with ten (10) layers. 70% of the data collected was used in training the neural network, 15% was used for the validation and the remaining 15%, was used for the test.

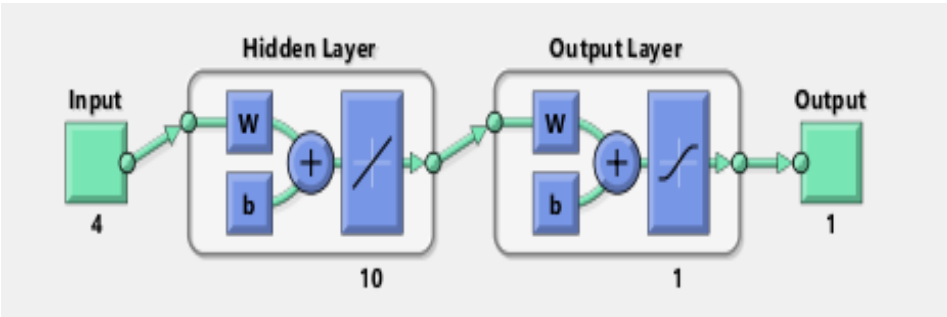



Figure 2. Architecture for the forecast

The validation of the ANN model is to ensure the proper working of the neural network. The regression values of R for training data set, validation data set and testing data set in the prediction of electricity energy consumption by ANN are 0.99754, 0.99607 and 0.99909 respectively as shown in Fig.3. The overall regression value of R was calculated 0.99747, this result shows that the ANN has a very high reliability in estimating the instantaneous peak load. The actual results were very similar to ANN predicted results.

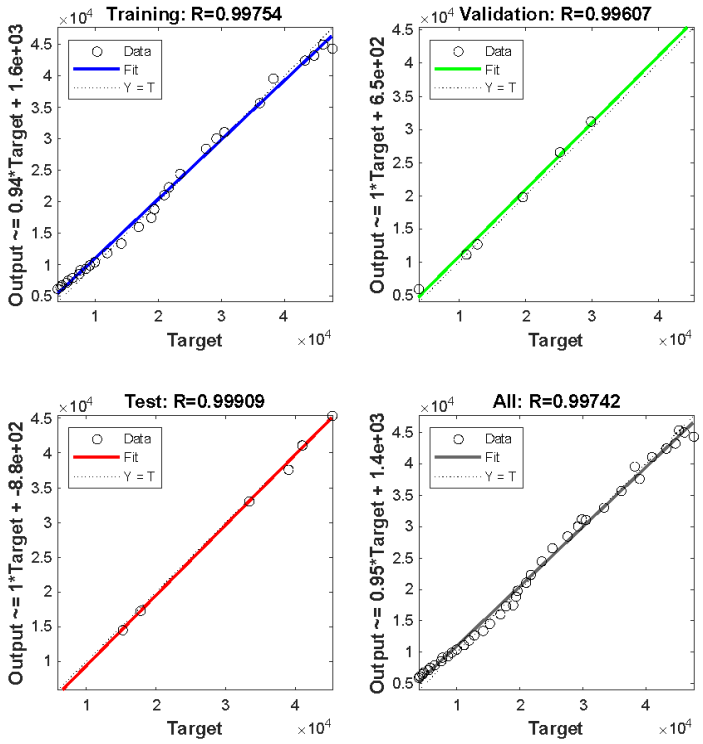



Figure 3. ANN Method Relationship between actual and predicted values

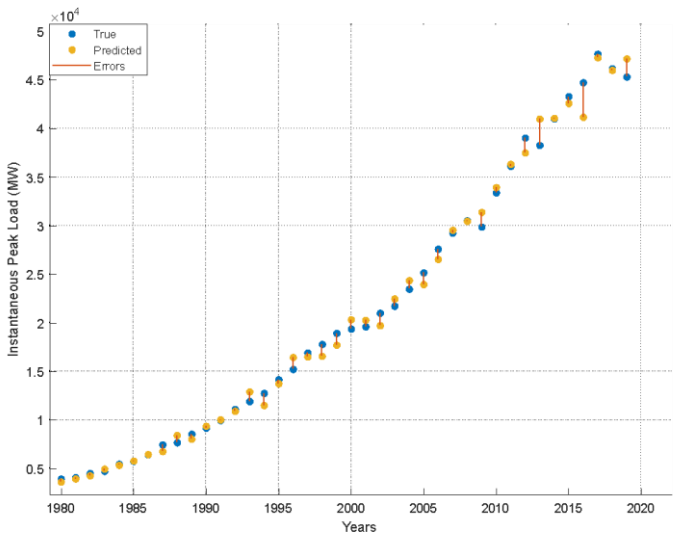



Figure 4. Error graph between real and predicted values using ANN

Fig. 4 demonstrates the error between actual electrical instantaneous peak load and predicted values obtained by using ANN. In the most recent year, there is a 620 MW difference between the actual value and the estimated value.

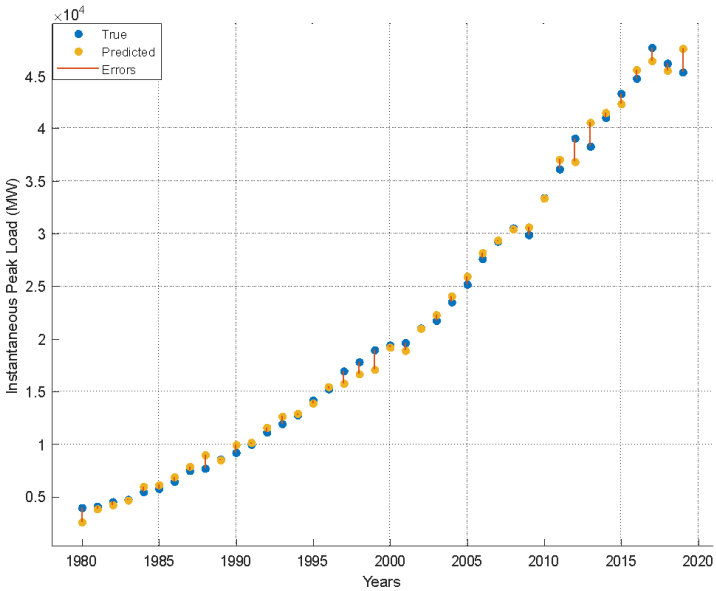



Figure 5. Error graph between real and predicted values using LR

Fig. 5 demonstrates the error between actual electrical instantaneous peak load and predicted values obtained by using LR.

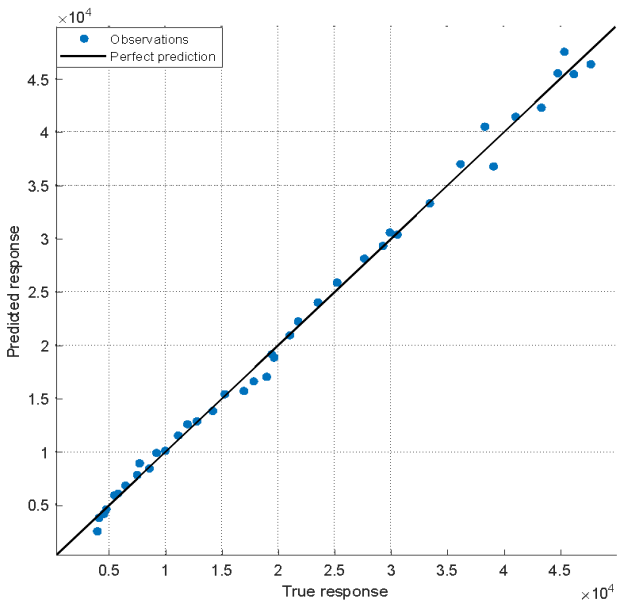



Figure 6. Relationship between predicted and true response using LR

The Predicted vs. Actual plot had been used to check model performance as seen in Fig. 6. The main reason for using the plot is to understand how well the regression model makes predictions for different response values. A perfect regression model has a predicted response equal to the true response, so all the points lie around a diagonal line. The vertical distance from the line to any point is the error of the prediction for that point. A good model has small errors, which means the predictions are scattered near the line.

Table 3. Error metrics

| Methods | LR | ANN |
|---|---|---|
| RMSE | 1.11 | 0.578 |
| MSE | 1.23 | 0.334 |
| MAE | 0.935 | 0.393 |
| Training Time | 7.61 sec | 6.01 sec |

It can be seen from Tab. 3, the average values of RMSE, MSE, MAE and training time were obtained by the ANN and LR models. It is also seen that the standard deviation values of MAE, MSE, and RMSE obtained by the ANN are lower than LR models.

## 4. Conclusion

Understanding of every region of power system such as distribution, generation, substation transmission, etc. is important to its design, planning and operation. Thus, designing a model that is applicable to forecast the instantaneous peak load is convenient. In this work, ANN and LR methods are designed and implemented to estimate instantaneous peak load for Turkey based on the available input parameters which are GDP, import, export, and population. The ANN and LR model were designed in MATLAB environment. Both LR and ANN models for the electricity instantaneous peak load of Turkey have been evaluated applying various independent variables. Although models illustrate useable results when their R is considered, the performance of ANN model is high compared to the LR model.

## 5. References

**[1]** Akman, T.; Yilmaz, C.; Sonmez, Y. Analysis of Electrical Load Forecasting Methods. Gazi Journal of Engineering Science, 2018, 4(3): 168-175. https://doi.org/10.30855/GJES.2018.04.03.003

**[2]** Baliyan, A., Gaurav, K., Mishra, S.K. (2015), A review of short term load forecasting using artificial neural network models. Procedia Computer Science, 48, 121-125. https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.04.160

**[3]** Samuel, I.A., Ojewola, T., Awelewa, A.A., Amaize, P. (2016), Short-term load forecasting using the time series and artificial neural network methods. Journal of Electrical and Electronics Engineering, 11(1), 72-81. https://doi.org/10.9790/1676-11137281

**[4]** J.F. Chen, W.M. Wang, C.M. Huang Analysis of an adaptive time-series autoregressive moving-average (ARMA) model for short-term load forecasting Elec Power Syst Res, 3 (1995), pp. 187-196. https://doi.org/10.1016/0378-7796(95)00977-1

**[5]** A. Tarsitano, I.L. Amerise Short-term load forecasting using a two-stage sarimax model Energy, 133 (2017), pp. 108-114 https://doi.org/10.1016/j.energy.2017.05.126

**[6]** A.D. Papalexopoulos, T.C. Hesterberg A regression-based approach to short term system load forecasting IEEE Trans Power Syst, 4 (1990), pp. 1535-1547, https://doi.org/10.1109/PICA.1989.39025

**[7]** S. Huang Short-term load forecasting using threshold autoregressive models IEEE Proc-Gener Transm Distrib, 5 (1997), pp. 477-481, https://doi.org/10.1049/ip-gtd:19971144

**[8]** G. Mbamalu, M. El-hawary Load forecasting via suboptimal seasonal autoregressive models and iteratively reweighted least-squares estimation IEEE Trans Power Syst, 1 (1993), pp. 343-348, https://doi.org/10.1109/59.221222

**[9]** M. Zhang, H. Bao, L. Yan, J.P. Cao, D.U. Jian-Guang Research on processing of short-term historical data of daily load based on kalman filter Power Syst Technol, 10 (2003), pp. 1-9

**[10]** J. Che, J. Wang, G. Wang An adaptive fuzzy combination model based on selforganizing map and support vector regression for load forecasting Energy, 37 (2012), pp. 657-664, https://doi.org/10.1016/j.energy.2011.10.034

**[11]** Y.L. Yang, J.X. Che, Y.Y. Li, Y.J. Zhao, S.L. Zhu An incremental electric load forecasting model based on support vector regression Energy, 113 (2017), pp. 796-808, https://doi.org/10.1016/j.energy.2016.07.092

**[12]** S. Chenthur Pandian, K. Duraiswamy, C. Christober Asir Rajan, N. Kanagaraj Fuzzy approach for short term load forecasting Elec Power Syst Res, 76 (2006), pp. 541-548, http://dx.doi.org/10.1016/j.epsr.2005.09.018

**[13]** A. Deihimi, H. Showkati Application of echo state networks in short-term electric load forecasting Energy, 1 (2012), pp. 327-340, https://doi.org/10.1016/j.energy.2012.01.007

**[14]** S. Rahman, R. Bhatnagar An expert system-based algorithm for short term load forecast IEEE Trans Power Syst, 3 (1988), pp. 392-399, https://doi.org/10.1109/59.192889

**[15]** S. Kouhi, F. Keynia A new cascade NN based method to short-term load forecast in deregulated electricity market Energy Convers Manag, 71 (2013), pp. 76-83, http://dx.doi.org/10.1016/j.enconman.2013.03.014

**[16]** P.F. Pai, W.C. Hong Forecasting regional electricity load based on recurrent support vector machines with genetic algorithms Elec Power Syst Res, 74 (2005), pp. 417-425, https://doi.org/10.1016/j.epsr.2005.01.006

**[17]** C.A. Moturi ve F.K. Kioko, ‘’Use of artificial neural networks for short-term electricity load forecasting of Kenya national grid power system,’’ International Journal of Computer Applications, vol. 63, pp. 0975 – 8887, February 2013. http://dx.doi.org/10.5120/10439-5123

**[18]** A. Abdoos, M. Hemmati, ‘’Short term load forecasting using a hybrid intelligent method,’’ Knowledge-Based Systems, vol. 76, pp. 139-147 2015. http://dx.doi.org/10.1016%2Fj.knosys.2014.12.008

**[19]** M. Shushu, C. Xingying, D. Xiaohua, ‘’The variable weight combination load forecasting based on grey model and semi-parametric regression model,’’ Hohai Univ., Nanjing, China, IEEE, vol. 9, pp. 4799-2827, 2013. https://doi.org/10.1109/TENCON.2013.6719040

**[20]** Wen, L.; Zhou, K.; Yang, S.; Lu, X. Optimal load dispatch of community microgrid with deep learning based solar power and load forecasting. *Energy* 2019, *171*, 1053–1065. https://doi.org/10.1016/j.energy.2019.01.075

**[21]** Fausett, L., Fundamentals of Neural Networks, 3, Prentice-Hall, New Jersey, 1994

**[22]** Hamzaçebi, C., Yapay Sinir Ağları: Tahmin Amaçlı Kullanımı Matlab ve Neurosolution Uygulamalı, Ekin Yayınevi, Bursa, 2011.

**[23]** Hamzaçebi, C. ve Kutay, F.,” Yapay Sinir Ağları İle Türkiye Elektrik Enerjisi Tüketiminin 2010 Yılına Kadar Tahmini”, Journal of The Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University, Cilt 19, No 3, 227-233 2004.

**[24]** Gabralı, D. & Aslan, Z. (2020). Güneş Enerjisi Potansiyelinin Çoklu Lineer Regresyon ve Yapay Sinir Ağları ile Modellenmesi. AURUM Journal of Engineering Systems and Architecture, 4 (1), 23-36. Retrieved from https://dergipark.org.tr/en/pub/ajesa/issue/55595/604289.

**[25]** Turkish Electricity Transmission Corporation, https://www.teias.gov.tr/en-US/interconnections

**[26]** Turkish Statistical Institute, https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=nufus-ve-demografi-109&dil=1

**[27]** World Bank Open Data, https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.CD?locations=TR

**[28]** Binici, M., 2019. Turkey's energy consumption forecast by using mathematical modeling, Master Thesis, Sivas Cumhuriyet University, Science Institute, Department of Mechanical Engineering.

**[29]** S. Hr. Aghay Kaboli, J. Selvaraj, N.A. Rahim, Long-term electric energy consumption forecasting via artificial cooperative search algorithm,Energy, Volume 115, Part 1,2016,Pages 857-871, ISSN 0360-5442, https://doi.org/10.1016/j.energy.2016.09.015.

**[30]** W. Zhang, L. Zhang, J. Wang, and X. Niu, “Hybrid system based on a multi-objective optimization and kernel approximation for multi-scale wind speed forecasting,” Applied Energy, vol. 277, pp. 1-19, 2020. https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.115561

# ADLİ BİLİŞİM İNCELEME YAZILIMLARININ ANDROİD CİHAZLAR ÜZERİNDE KARŞILAŞTIRILMASI

***Özge Günay*[1], Fatih Ertam [1]***
[1]Fırat Üniversitesi, Adli Bilişim Mühendisliği Bölümü, Elazığ – Türkiye, fatih.ertam@firat.edu.tr
[*] Sorumlu Yazar: fatih.ertam@firat.edu.tr

***Özet:*** *Günümüzde teknolojinin ilerlemesiyle beraber, dijital platformlarda mobil cihazlar ile yapılan siber suçlar artış göstermektedir. Adli soruşturmalar için büyük verileri bulunduran mobil cihazların adli bilişim açısından incelenmesi önem arz etmektedir. Mobil cihazlardan en çok tercih edilen Android cihazların, uygun adli bilişim araçları ile adli kopya alma, inceleme ve analiz süreçlerinin gerçekleştirilmesi soruşturmaların açığa çıkmasına katkı sağlamaktadır. Bu nedenle, uzmanların Amdroid cihazları inceleyen adli bilişim araçları hakkında yeterli bilgiye, donanıma ve tecrübeye sahip olması gerekmektedir. Android cihazların sürekli olarak kendini güncellemesi, yeni özelliklerin eklenmesi nedeniyle Android cihazları inceleyen adli bilişim araçlarının güncel sürümlerinin kullanılması gerekmektedir. Yapılan çalışmada, Android cihazların incelenmesinde kullanılan adli bilişim araçları ile ilgili teknik ve teorik bilgilere yer verilmiş olup adli bilişim araçları karşılaşırılmışır.*

***Anahtar sözcükler****: Adli Bilişim, Mobil Adli Bilişim, Android Cihazlarda Adli Bilişim, Mobil Adli Bilişim Araçları*

# COMPARISON OF DIGITAL FORENSIC INVESTIGATION SOFTWARE ON ANDROID DEVICES

***Özge Günay*[1], Fatih Ertam [1]***
[1]Department of Digital Forensics Engineering, Technology Faculty, Firat University, Elazig, fatih.ertam@firat.edu.tr
[*] Corresponding author: fatih.ertam@firat.edu.tr

***Abstract:*** *Today, with the advancement of technology, cybercrimes with mobile devices on digital platforms are increasing. For forensic investigations, it is important to examine mobile devices with big data in terms of forensic information. Performing forensic copying, examination and analysis processes with appropriate forensic tools of Android devices, which are the most preferred mobile devices, contributes to the disclosure of investigations. For this reason, experts should have sufficient knowledge, equipment and experience about forensic tools that examine Android devices. Due to the constant updating of Android devices and the addition of new features, it is necessary to use the current versions of forensic tools that examine Android devices. In this study, technical and theoretical information about forensic tools used in the examination of Android devices are given, and the performances of the forensic tools compared.*

***Keywords:*** *Digital Forensics, Mobile Forensics, Forensics On Android Devices, Mobile Forensics Tools*

## 1. Giriş

Günümüzde işlenen suçlar, teknolojinin gelişmesiyle beraber, üretilen cihazlar yoluyla dijital ortamlarda gerçekleşmektedir [1]. Dijital ortamlarda işlenen suçların oluşmasına sebep olan cihazlar ve bu cihazlar içerisindeki veriler ise 'dijital/elektronik delil' olarak adlandırılmaktadır. Dijital ortamlarda gerçekleşen suçların, elektronik deliller kullanılarak aydınlatılması disiplinine 'Adli Bilişim' denilmektedir [1]. Dijital ortamlarda gerçekleşen adli suçlarda, suç unsurunun olup olmadığını tespit etmek için adli bilişim incelemeleri yapılmaktadır [2]. Adli bilişim alanı teknoloji ilerledikçe akademik ve teknik çalışmalar ile hızlı bir şekilde büyüme göstermektedir [2]. Adli bilişim alanının gün geçtikçe gelişmesi nedeniyle incelenen cihaza göre; bilgisayar adli bilişimi, dosya sistem adli bilişimi, ağ adli bilişimi, mobil cihaz adli bilişimi, sosyal ağ adli bilişimi, ses adli bilişimi ve bulut adli bilişim gibi farklı türlere ayrılmaktadır [1].

Dijital ortamlarda işlenen suçların oluşmasında kullanılan mobil cihazlar 'mobil adli bilişim' türünün ortaya çıkmasına sebep olmuştur. Mobil cihazlar, her türlü yazılım, donanım ve teknoloji ile geliştirilerek kullanıcılar tarafından tercih edilen, bilgi ve iletişim çağı olarak adlandırılan günümüz dünyasına yön veren en önemli ürünlerden biri haline gelmiştir [3]. Hayatımıza giren mobil cihazlar; iletişimden sosyal yaşama, eğitimden sağlığa her türlü alanda kullanılmaktadır. Mobil cihazlar; genel olarak kullanım biçimleri, sahip oldukları donanımlar ve işletim sistemleri bakımından sınıflandırılmaktadırlar [4]. Kullanıcılar tarafından günümüzde tercih edilen tablet, telefon gibi farklı çeşitlerdeki dijital cihazların yapısında bulunan, bu cihazlar için yazılım kodlarından oluşturulan işletim sistemleri 'mobil işletim sistemi' olarak adlandırılmaktadır [5]. Mobil cihazlarda; Apple iOS, Google Android, BlackBerry OS, Nokia'nın Symbian'ı, Hewlett-Packard'ın webOS'u (eski adıyla Palm OS) ve Microsoft'un Windows Phone OS'si gibi birçok mobil işletim sistemi bulunmaktadır [6].

Mobil adli bilişim, adli bilişimin bir dalı olarak öngörülen ve uygun bilimsel adli koşulları kullanarak mobil cihazlardan dijital delillerin kurtarılması olarak tanımlanmaktadır. Mobil cihazların kullanıcı sayısının artması, mobil adli bilişim alanının giderek karmaşık bir disiplin haline gelmesine sebep olmuştur [7]. Adli suçlarda kullanılan mobil cihazlar; arama geçmişleri, mesajlar, fotoğraflar, videolar, silinmiş veriler, sosyal medya uygulamaları, depolama alanları gibi soruşturma süreçlerinde ve güvenlik analizlerinde adli delil olabilecek yüksek veri kaynağına sahiptir [8]. Özellikle mobil cihaz türlerinden biri olan akıllı telefonlar; iletişim aracı olarak kullanılması, kurban bilgilerini içermesi, suçu teşkilde eden kanıtları depolaması ve suç işlenmesinde bir araç olarak kullanılmasından dolayı soruşturma süreçlerinin bir parçası haline gelmiştir [4].

Analistler, kolluk kuvvetleri, adli bilişim uzmanları; adli suçların işlenilmesinde kullanılan mobil cihazlardan veri elde etme ve analiz etme işlemini gerçekleştirmektedir. Mobil cihazlarda kullanılan teknolojinin çeşitliği, dijital delillerin biriktirilmesi, standartlaştırılmış veri çıkarma metodolojilerinin eksikliği gibi sebepler analistlerin mobil cihazlardan dijital delilleri elde edebilmeleri için zorluk oluşturmaktadır [7]. Mobil cihazların delil olabilecek çok fazla veri türünü içermesi ve bu delillerin silinme ihtimalinin olmasından dolayı analistlerin mobil cihaz incelemelerini belirli bir süreç (koruma, ele geçirme, inceleme, raporlama) dahilinde gerçekleştirmesi gerekmektedir. Mobil cihazı inceleyecek analistlere; gerekli eğitimlerin verilmesi, mobil incelemede kullanılacak gerekli yazılım (Encase, Oxygen Forensic, Mobıledit, Paraben, Cellebrite vb.) ve donanımların temin edilmesi ve mobil adli bilişim süreci hakkında yeterli tecrübeye sahip olmaları gerekmektedir [9].

Literatürde; Android cihazların dosya sistem analizi, Android işletim sistemi etkinliği, Android işletim sistemi mimarileri, Android cihazların adli bilişim süreçleri, Android cihazlardaki çeşitli uygulamaların analizi, Android cihazların sahip olduğu anlık mesajlaşma uygulamalarının analizi, Android cihazlarda kötü amaçlı uygulama algılama ve analizi gibi çeşitli alanlarda çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmaların genelinde, adli görüntü elde etmek için özelleştirilmiş köklendirme uygulamaları kullanılmış ve ücretsiz adli araçlar, ticari adli araçlar ve manuel yöntemler ile elde edilen analizlerden bahsedilmiştir. Bu çalışmalardan bazıları aşağıda açıklanmıştır.

Mevcut Android cihazın adli inceleme çalışmasında, Android cihaz üzerinde root kullanıcı ayrıcalıklarının kazanılması için özel rooting yöntemlerinin kullanıldığı gözlemlenmiştir. Kazanılan süper kullanıcı ayrıcalığı ile Android Debug Bridge (ADB) üzerinden dd komutu ile cihazın gerekli bölümlerinin ve disklerin görüntüleri oluşturulmuştur. Elde edilen DD görüntüsü, mobil adli bilişim araçlarından biri olan UFED Pysical Analyzer kullanılarak nasıl inceleneceğinden bahsedilmiştir [10].

Android cihaz üzerinde gerçekleştirilen adli çalışmada; Happn flört uygulamasının adli inceleme ve ağ analizi yapılmıştır. Android cihaz üzerinde Happn uygulamasının analizi yapılırken ağ trafiğinin yakalanması sırasında Packet Capture uygulaması Android cihaz üzerinde çalışmamıştır. Ayrıca MOBILEdit Forensic Express adli inceleme aracıyla yapılan incelemede Happn uygulamasındaki sistem verilerinin alınamadığı gözlemlenmiştir. FTK Imager programı ile yapılan incelemede ise kullanıcıya ait bilgiler, kullanıcının iletişimde bulunduğu profiller, boylam/enlem gibi konum bilgileri, kullanıcı tarafından yüklenen fotoğraflar, URL bağlantıları gibi delillerin nasıl bulunduğundan bahsedilmiştir [11].

Google Asistan ile entegre uygulamalar ve cihazlar, işlenilmiş suça tanık olabilmektedir. Google Asistan'ın dinleme yeteneği ve geçmiş konuşmaların kayıtlarını tutması, adli soruşturmalarda önemli olabilmektedir. Google Asistan'ın Android cihaz üzerinde adli analizi gerçekleştirilmiştir. SQLite veri tabanından geçmiş konuşmalar, olayın gerçekleşme zamanı, kullanıcı hesabı bilgileri, silinen konuşmalar gibi bilgiler veri tablolarından kurtarılabilmiştir. Aynı zamanda yapılan çalışmada depolanan geçmiş konuşmaların bulunduğu bulutta bu yapıların nasıl saklanıldığı gösterilmiştir. Cellebrite UFED 4PC adli bilişim aracı ile Android cihazın dahili belleğine ulaşılarak, Cellebrite Physical Analzy adli bilişim aracı ile Android cihazın dahili belleğinin nasıl analiz edildiğinden bahsedilmiştir [12].

Adli soruşturmalarda suçun işlenmesinde büyük rol oynayan Android cihazların bünyesinde delil olabilecek verilerin; bozulmadan, silinmeden imaj alma, inceleme çalışmalarının uygun adli bilişim yazılımları kullanılarak gerçekleştirilmesi soruşturmanın açığa kavuşturulmasına katkı sağlamaktadır. Bu nedenle adli soruşturmalarda kullanılan Android cihazın en az iki adli bilişim aracı ile adli kopyasının alınması ve alınan kopya dosyası üzerinden analizler gerçekleştirilip bilirkişi raporunun hazırlanması gerekmektedir. Bu bağlamda Android cihazları inceleyen adli bilişim araçlarının performansları açısından yeterli bilgiye sahip olup, uygun adli araçlar ile incelemenin yapılması gerekir.

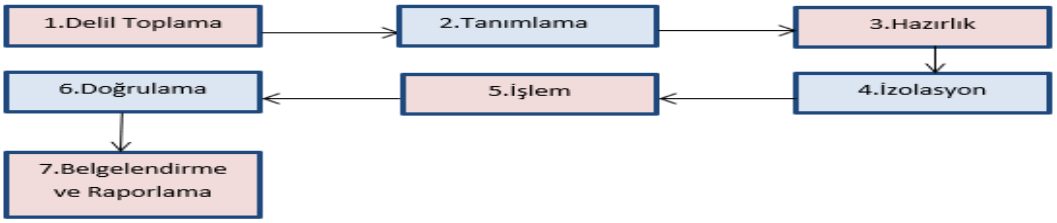
## 2. Android Cihazın Adli Bilişim Bakımından İncelenmesi

Çalışmanın amacı; Android işletim sistemine sahip Android cihazı inceleyen, adli inceleme yazılımlarının performans karşılaştırmalarını yapmaktır. Bu nedenle Android işletim sistemine sahip cep telefonu üzerinde; facebook, instagram, twitter, whatsapp gibi sosyal medya uygulamaları yüklenmiştir. Bu uygulamalar üzerinden; arkadaş ekleme, arkadaş engelleme, mesajlaşma, paylaşım,

beğeni, yorum gibi çeşitli kullanıcıya ait davranışlar gerçekleştirilmiştir. Aynı zamanda Android işletim sistemine sahip cep telefonun üzerinden çeşitli arama, mesajlaşma, fotoğraf, video gibi işlemler gerçekleştirilmiştir. Android işletim sistemine sahip cep telefonu üzerinden gerekli işlemler yapıldıktan sonra; Magnet AXIOM, MOBILEdit, Oxygen Forensic gibi adli bilişim yazılımları ile mantıksal ve fiziksel imajlar alınarak incelemeler gerçekleştirilmiştir. Bu yazılımlar ile elde edilebilen delil sonuçları tablo halinde sunulmuştur.

### 2.1. Android Cihazlarda Adli Bilişim Süreçleri

Dijital ortamlardan elde edilen kanıtların içerdiği verilerin değişmemesi, kanıtların korunması ve elde edilen kanıtların raporlama işlemini başarılı bir şekilde tamamlayabilmek için mobil cihazın adli bilişim aşamalarının belirli bir plan dahilinde gerçekleştirilmesi gerekmektedir [13]. Mobil cihazların adli bilişim aşamaları Şekil 1.'de gösterildiği gibi yedi adımdan oluşmaktadır.




Şekil 1. Mobil Adli Bilişim Aşamaları

Delil Toplama Aşaması: İnceleme isteğinin işlendiği aşama, delil toplama aşaması olarak adlandırılmaktadır. Bu aşamada istek/talep formu, mobil cihazın suça karıştığı olay, mülkiyet gibi genel bilgilerin belgelenmesi işlemleri yapılmaktadır. İncelenen her bir cihaz için inceleme sürecinin dokümantasyonu başlatılmış olur [14].

Tanımlama Aşaması: İnceleme uzmanı, her bir mobil cihaz incelemesinde cihazın incelenmesi için yasal yetkisini, inceleme amaçlarını, cihazlar için marka, model ve tanımlama bilgisini, çıkarılabilir ve harici veri saklama alanını tanımlamalıdır [15].

Hazırlık Aşaması: Hazırlık aşamasında, incelenecek mobil cihaz için inceleme sırasında izlenecek metotlar belirlenir ve kullanılacak araçların seçimi yapılır. Bu aşama ayrıca tüm ekipmanların, kabloların, yazılımların ve sürücülerin hazırlanması sürecini de içerir. Kullanılacak araçların mümkünse en son sürümü temin edilir [14].

İzolasyon Aşaması: İzolasyon aşamasında, uzaktan erişim yolu ile delil niteliğindeki verilerin silinmesini, verilerin üzerine yazılmasını, gelen aramaları ve kısa mesajları engellemek gibi mobil cihazın sinyal bağlantılarının kesilmesi işlemi faraday çantaları kullanılarak yapılır [14].

İşlem Aşaması: Mobil cihazın izolasyon işlemleri tamamlandıktan sonra mobil cihazın işlenmesi aşamasına geçilir. Bu aşamada arzu edilen verilerin telefondan ayıklanması işlemleri gerçekleştirilir [27]. İşlem aşamasında, mobil cihazdan elde edilmiş olan verilerin özgünlüğünün bozulmaması için, mobil cihazdan elde edilmiş olan adli kopyalar(imajlar) üzerinde işlemlerin gerçekleştirilmesi gerekmektedir [16].

Doğrulama Aşaması: Telefonu işleme aşamasından sonra, inceleme uzmanının telefondan çıkarılan verileri doğrulamak için birtakım düzenlemeleri yapması şarttır. Ayıklanan verilerin doğrulanmasının yapıldığı aşamadır [14].

Belgelendirme ve Raporlama Aşaması: Mobil cihaz ile ilgili yapılan inceleme ve analiz sonuçlarından elde edilen verilerin raporlandığı aşamadır [7]. Yazılan rapordan elde edilen sonuçların savunabilir ve tekrar edilebilir olması gerekmektedir [16].

### 2.2. Android Cihazların İncelenmesinde Kullanılan Adli Bilişim Yazılımları

Mobil kullanıcı sayısının artmasıyla beraber, teknolojinin ağırlıklı olarak mobil cihazlar üzerinde geliştiği söylenebilir. Mobil cihazlar, içerdikleri farklı database tiplerine sahip sayısız uygulamalar, sahip oldukları değişik tipte çip setler ve daha birçok farklı parametreden ötürü incelenmesi açısından bilgisayarlara göre çok daha karmaşıktır. Bu sebeple bu tip cihazların sürekli kendini geliştiren, aynı zamanda da kullanıcı dostu özel yazılımlarla incelenmeleri gerekmektedir.

#### *2.2.1 Oxygen Forensic*

Oxygen Forensic yazılımı günümüzde mobil adli bilişim araçlarından biri olarak; şifrelenmiş dosyaları, medya verilerini, bulut depolama verilerini, arama kaydı verilerini, sms verilerini, sosyal medya uygulamalarının verileri gibi birçok delil niteliğindeki verileri, Android, iOs, Windows Mobile gibi birçok işletim sistemine sahip mobil cihazların incelenmesi, analiz edilmesi ve raporlanması gibi işlemlerinin yapıldığı adli araç olarak kullanılmaktadır. Oxygen Software tarafından üretilen yazılım mobil cihazlardan veri ayıklama ve adli analiz/raporlama işlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Yazılımın en güçlü yanları gelişmiş ve detaylı raporlama özellikleri ve birçok farklı donanıma ve mobil işletim sistemine destek vermesidir [17].

#### 2.2.2 *Magnet AXIOM*

Magnet AXIOM; akıllı telefon, bilgisayar gibi elektronik cihazlardan, delil niteliğinde olan ilgili verileri toplamak için hazırlanmış adli araçlardan biridir. Adli soruşturma uzmanları tarafından delilleri aramak için kullanılan Magnet AXIOM, verileri görselleştirebilir, analiz edebilir, verileri doğrulayabilir ve diğer araçlarla elde edilen görüntüleri incelemek üzere tek bir vaka dosyasında birleştirebilme gibi özelliklere sahiptir [6].

#### *2.2.3 MOBILEdit Forensic*

Farklı işletim sistemlerine sahip mobil cihazlardan; arama kayıtlarının verileri, sms verileri, medya verileri, uygulamalara ait veriler gibi kullanıcının kişisel verilerinin ayıklanması, incelenmesi, analiz edilmesi gibi işlevleri yerine getiren mobil adli bilişim aracı olarak günümüzde kullanılmaktadır [18].

Cellebrite, XRY, Paraben, Encase, Autopsy, AccessData Mobile Forensic, SAFT gibi mobil cihazları inceleyen adli bilişim yazılımlarıda bulunmaktadır.

### 2.3. Android Cihazlarda Adli Bilişim Araçlarının Sınıflandırılması

Mobil cihazların adli olarak incelenmesini ve analizini yapabilmek için adli bilişim araçlarının kullanılması gerekmektedir. Mobil cihazın adli incelemesini yaparken yalnızca bir araca bağlı kalmayarak farklı türdeki adli araçların kullanılarak incelemenin yapılması kanıtların bulunmasına katkı sağlamaktadır. Sam Brothers, bu amaçla mobil cihazlar için adli bilişim araç sınıflandırma sistemini geliştirmiştir [19].

#### *2.3.1 Manuel İnceleme (Manual Extraction)*

Manuel inceleme yöntemi; cihazın tuş takımı veya dokunmatik ekranı kullanılarak doğrudan telefondaki verileri görüntülemeyi içermektedir. Keşfedilen bilgiler daha sonra fotoğraflı olarak belgelenir. Manuel olarak veri çıkarma işlemi hızlı ve kullanımı kolaydır ve hemen hemen her telefonda çalışır. Bu yöntem, arayüze aşina olmama nedeniyle belirli verilerin kaybolması gibi sorunlara yol açabilir. Böyle bir durumda silinen bilgileri kurtarmak ve tüm verileri almak mümkün değildir [20].

#### *2.3.2 Mantıksal İmaj Alma (Logical Extraction)*

Mobil cihazı, kablolu veya kablosuz bağlantılar ile iş istasyonuyla ilişkisi sağlanarak imaj alma işlemi mantıksal imaj alma olarak adlandırılmaktadır. Farklı bağlantı türleri ve ilgili protokoller verilerin değiştirilmesine (örneğin, okunmamış SMS) veya farklı miktarlarda verilerin çıkarılmasına neden olabileceğinden, incelemeyi yapan kişi belirli bir bağlantı yöntemi seçerken ilgili sorunların farkında olmalıdır. Adli bilişim araçları (Paraben, XRY, UFED vb.) bilgisayardan mobil cihaza kurulan arayüz üzerinden bir dizi komut göndererek mantıksal imaj alma işlemini başlatır. Mobil cihaz, komut talebine göre yanıt verir. Yanıt (mobil cihaz verileri) iş istasyonuna geri gönderilir ve raporlama amacıyla adli tıp denetçisine sunulur [18].

#### *2.3.3 Fiziksel İmaj Alma (Hex Dump)*

Hex dump olarak bilinen diğer bir adıyla fiziksel imaj alma yöntemi; mobil cihazı iş istasyonuna bağlayarak, önyükleyiciyi(bootloader) ve işaretlenmemiş kodları mobil cihaza göndererek, mobil cihazın belleğinde bulunan verilerin bilgisayara gönderilmesini sağlar. Fiziksel imaj alma yöntemi, ayrılmamış alanlardaki verilere ulaşarak silinmiş verileri kurtarması ve analistlere kanıt niteliğindeki verileri sağlamasından dolayı tercih edilebilmektedir [19].

#### *2.3.4 Çip Sökme (Chıp-Off)*

Chip-Off yöntemi, verilerin doğrudan mobil cihazın flash belleğinden fiziksel olarak çıkartılmasını ifade eder. Chip-off yöntemi analistlere ham ikili görüntü sağladığından dolayı tersine mühendislik işleminin yapılması gerekir. Tersine mühendislik işlemleri tamamlandıktan sonra ham görüntü analistler tarafında analiz edilir. Sayısız ham veri formatı, yonga türlerinin fazlalığı, çıkarma işlemi sırasında yongaya zarar verilebilme ihtimalinde kaynaklı zor bir yöntemdir [19].

### *2.3.5 Mikro İnceleme (Micro Read)*

Mikro inceleme yöntemi, mobil cihazın hafıza yongasında bulunan delil niteliğindeki verilerin, güçlü mikroskoplar aracılığı ile incelendiği, teknik, pahalı ve fazla tercih edilmeyen yöntemdir [16].

## 2.4. Android Adli Bilişimde Veri Toplama Türleri

Dijital/elektronik cihazlardan delil niteliğindeki verilerin farklı yollar kullanılarak görüntülenmesi süreci 'veri elde etme' olarak tanımlanmaktadır. Dijital/ elektronik cihazların türüne göre veri elde etme işlemlerinin zorluk derecesi farklılık göstermektedir. Mobil cihaz türlerinden biri olan cep telefonlarından; fiziksel olarak, mantıksal olarak ve manuel olarak farklı çeşitlerde veri elde etme yöntemleri bulunmaktadır. Kullanılacak olan veri çıkarma türü; dijital cihazdan elde edilmesi beklenen veri türüne ve miktarına göre değişim gösterebilmektedir [19].

### *2.4.1 Fiziksel Edinim*

Mobil cihazların fiziksel olarak elde edilmesi, mobil adli araçlar ve yöntemler kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Fiziksel edinim ile belleğe doğrudan erişim yoluyla cihazdan bilgi alınabilmektedir. Bu süreç, bilgisayarların adli inceleme araştırmalarında benimsenen yaklaşıma benzer şekilde, tüm dosya sisteminin bit bit kopyasını oluşturur. Fiziksel bir alım, silinen veriler ve çoğu cihazdaki ayrılmamış alana erişim dahil olmak üzere bir cihazda bulunan tüm verileri alabilir [20].

### *2.4.2 Mantıksal Edinim*

Cep telefonlarındaki verinin bir bilgisayarla senkronize olarak elde edilmesi işlemi mantıksal edinim olarak tanımlanmaktadır. Mobil adli bilişimde kullanılan adli araçların birçoğu mantıksal edinim işlemini yapabilmektedir. Analistler tarafından mobil cihazdan mantıksal edinim işleminin yapılması kolay olmakla beraber, delil niteliğinde olan verilerin bir kısmına ulaşılabilmektedir. Mantıksal edinim işlemi, delil niteliğinde olabilecek ayrılmamış alandaki silinmiş bulguların elde edilmesini gerçekleştirememektedir [20].

### *2.4.3 Manuel Edinim*

Mobil cihazlardan veri elde işlemleri gerçekleştirilirken genel olarak fiziksel edinim tercih edilmektedir. Fiziksel edinimin gerçekleşmediği durumda ise mantıksal edinim işlemi tercih edilmektedir. Mobil cihazlardan veri elde işleminde en az tercih edilen yöntem olarak manuel edinim işlemi kullanılmaktadır. Manuel edinim işleminde analistler mobil cihazda bulunan verilerin araştırmasını kullanıcı arayüzünü kullanarak yapmaktadır. Manuel edinim ile veri toplama türü diğer veri toplama türlerine göre daha risklidir. Çünkü insan hatasından kaynaklı olarak veriler silinebilmektedir. Manuel edinim işleminin gerçekleştirilmesi kolay olmakla beraber yalnızca görünen olgulara ulaşılabilmektedir [19].

## 2.5. Android Adli Bilişimde Karşılaşılan Zorluklar

Mobil cihazların adli inceleme açısından önemini bilerek, adli bilişim uzmanlarının karşılaştığı mevcut bilinen zorlukları bilmek gerekmektedir [9].Bir cep telefonu soruşturmasında, ilk işlem telefonun kimliğinin tespit edilmesi olmalıdır. Birden fazla ağ taşıyıcısı ve cihaz üreticisi olduğu

düşünüldüğünde, eğitimli araştırmacılar için bile bir telefonu tek başına tespit etmek son derece zordur.Mobil cihazların işletim sistemleri, sahip oldukları donanımlar, mobil cihazların boyutları ve özellikleri teknoloji ilerledikçe gelişim gösterip değiştiği için farklı mobil cihaz türleri piyasaya sürülmektedir. Adli bilişim uzmanlarının mobil cihaz üzerinden inceleme gerçekleştirirken, işletim sistemlerindeki çeşitlilik nedeniyle, bu işletim sistemleri hakkında yeterli bilgiye hakim olması gerekmektedir. Cihaz üzerinde benzersiz veri formatları bulunmakla beraber veri dosyaları birkaç yerde saklanabilir. Adli yazılım araçlarının yapımcılarının, bu dosyaları insanlar tarafından kolayca anlaşılabilecek bilgilere dönüştürecek yazılımlar yazabilmeleri için bu formatlardan haberdar olmaları gerekecektir. Aynı zamanada cihaz üzerindeki veriler uzaktan silinebilir. Bu nedenle verileri korumak için birden fazla teknolojinin kullanılması gerekmektedir. Mobil cihazlarda teknolojinin ilerlemesiyle beraber kullanıcıya ait kişisel bilgileri koruyabilmek için güvenlik mekanizmaları geliştirilmektedir. Adli bilişim uzmanları tarafından incelenen mobil cihazın sahip olduğu güvenlik özelliklerindeki şifreleme mekanizmaları, adli incelemede gerekli olguların elde edilmesinde sorun teşkil edebilmektedir [9].

## 3. Bulgular

Android işletim sistemine sahip Android cihaz ile oluşturulan delil niteliğindeki veriler adli bilişim araçları ile incelenmiştir. Android işletim sistemine sahip cihaz ile oluşturulan delillerin bütünlüğünü bozmamak için öncelikle incelenen cihazın adli kopyası(imaj) alınarak imaj dosyası üzerinden analizler gerçekleştirilmiştir. Adli bilişim araçlarıyla öncelikle mantıksal imajlar alınmıştır. Mantıksal olarak imaj alma yönteminde; mobil işletim sistemleri verilerin bir kısmına erişim izni vermektedir. Mantıksal imaj ile elde edilen delil niteliğindeki veriler genel olarak; arama kayıtları, SMS, fotoğraflar, videolar, ses dosyaları gibi verilerdir. Fiziksel imaj ise mantıksal imajın aksine Android cihazın tüm belleğinin birebir kopyasını almaktadır. Fiziksel imaj ile kullanıcının erişebildiği alanlarla birlikte ayrılmamış alandaki veriler ve silinmiş verilerde bulunabilir. Fiziksel imaj ile elde edilen delil niteliğindeki veriler; arama kayıtları, SMS, fotoğraflar, videolar, silinmiş mesajlar, silinmiş arama kayıtları, e-postalar, uygulama verileri ve daha fazla elde edilebilecek veri tipleridir. Fiziksel imaj ile mantıksal imaja göre daha fazla kapsamlı inceleme yapılarak, delil niteliğindeki silinmiş verilere, ayrılmış alandaki verilere ulaşılabilir.

Adli kopyalar; Oxygen Forensic Detective, MOBILEdit Forensic Express ve Magnet AXIOM adli araçları kullanılarak analiz edilmiştir. Yapılan analiz sonucunda Android işletim sistemine sahip Android cihazı incelemek için kullanılan adli araçların; adli inceleme araçlarının sürümleri, mobil cihazın işletim sistemi, modeli, markası, uygulamaların sürüm versiyonu gibi nedenlere bağlı olarak veri elde etme performansları değişiklik gösterebilmektedir. Android işletim sistemine sahip Android cihaz üzerinde gerçekleştiren kullanıcıya ait oluşturulan delil niteliğindeki verilerin adli bilişim araçlarıyla incelenmesi sonucunda verilerin büyük çoğunluğuna ulaşılabilmektedir. Aynı zamanda mobil adli incelemeyi yapan adli bilişim araçlarının yazılım arayüzleri anlaşır ve kolay kullanıma sahip olduğu sonucuna varılabilmektedir Elde edilen analiz sonuçları incelendiğinde; daha kapsamlı verilere (silinmiş veriler, ayrılmamış alanlardaki veriler vb.) ulaşabilmek için fiziksel imaj alınarak analiz yapılması gerekmektedir. Fiziksel imaj alınamaması durumunda (cihaza root yetkisi verememe vb) mantıksal imaj alınarak incelemeler gerçekleştirilebilir. Sonuç olarak Tablo I.'e bakıldığında Android cihazın incelemesini yapan adli bilişim araçlarının performanslarına bakıldığından, bu üç aracın arama kayıtları, SMS, fotoğraflar gibi Android cihazda gerçekleşen verileri elde edebildiği görülmektedir. Fakat sosyal

medya ile oluşturulmuş verilere Magnet AXIOM ve Oxygen Forensic adli aracı ile ulaşılabilirken MOBILEdit adli aracı ile bu veriler elde edilememiştir.

Tablo I. Mobil Adli Bilişim Araçlarının Performanslarının Karşılaştırılması

| **Özellik** | **Mobil Adli Bilişim Araçları** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Oxygen Forensic (Fiziksel İmaj) | Oxygen Forensic (Mantıksal İmaj) | MOBILEdit Forensic (Fiziksel İmaj) | MOBILEdit Forensic (Mantıksal İmaj) | Magnet AXIOM (Fiziksel imaj) | Magnet AXIOM (Mantıksal İmaj) |
| **SMS** | + | + | + | + | + | - |
| **Silinmiş SMS'ler** | + | + | + | + | + | - |
| **Arama Kayıtları** | + | + | + | + | + | + |
| **Silinmiş Arama Kayıtları** | + | + | + | + | + | - |
| **Facebook Kişi Mesajları** | + | - | - | - | + | - |
| **İnstagram Kişi Mesajları** | - | - | - | - | + | - |
| **Twitter Kişi Mesajları** | - | + | - | - | + | - |
| **Facebook Hesap Bilgileri** | + | - | - | - | - | - |
| **İnstagram Hesap Bilgileri** | + | - | - | - | + | - |
| **Twitter Hesap Bilgileri** | + | - | - | - | + | - |
| **Facebook Silinmiş Mesajlar** | - | - | - | - | - | - |
| **Twitter Silinmiş Mesajlar** | - | - | - | - | - | - |
| **İnstagram Silinmiş Mesajlar** | - | - | - | - | - | - |
| **Facebook paylaşım, beğeni yorum** | - | - | - | - | - | - |
| **Twitter retweet, tweet,beğeni** | + | - | - | - | - | - |
| **İnstagram gönderi, beğeni, yorum** | + | - | - | - | - | - |
| **E-posta** | + | + | + | + | + | + |
| **Silinmiş E-postalar** | + | + | + | + | + | - |
| **Web Tarayıcı Geçmişi** | + | + | + | + | + | + |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Whatsapp Mesajları** | + | - | - | - | + | - |
| **Whatsapp Silinmiş Mesajlar** | - | - | - | - | - | - |
| **Whatsapp Sesli Konuşma, Görüntülü Konuşma** | + | - | - | - | + | - |
| **Whatsapp Hesap Bilgileri** | + | - | - | - | + | - |
| **Whatsapp Kişi Bilgileri** | + | - | - | - | + | + |
| **Fotoğraf ve Videolar** | + | + | + | + | + | + |
| **Silinmiş Fotoğraf ve Videolar** | + | + | + | + | + | - |
| **Yüklü Uygulamalar** | + | + | + | + | + | + |
| **Elektronik Belgeler** | + | + | + | + | + | + |
| **Ağ Bilgileri** | + | + | + | + | + | + |
| **Notlar** | + | + | + | + | + | + |
| **Ses Dosyaları** | + | + | + | + | + | - |
| **Silinmiş Ses Dosyaları** | + | + | + | + | + | - |

## 4. Sonuç

Yapılan çalışmada; Android cihazı inceleyen mobil adli bilişim araçlarının işlevleri incelenmiş olup mobil adli bilişim araçlarının performanslarının karşılaştırılması yapılmıştır.

Teknolojinin ilerlemesiyle birlikte günümüzde mobil cihazların kullanımı gün geçtikçe artmaktadır. Mobil cihaz kullanıcı sayısının artmasıyla birlikte mobil işletim sistemleri güncellenmekte ve farklı işletim sistemlerine sahip cihazlar piyasaya sürülmektedir. Bu nedenle siber suçların gerçekleştirilmesinde mobil cihazlar büyük rol oynamaktadır. Adli bir soruşturmada mobil cihazlardan elde edilen delillerin soruşturmanın açığa kavuşturulmasındaki öneminden bahsedilmiştir.

Mobil cihazların adli olarak incelenmesinin doğru bir şekilde gerçekleştirebilmek için; mobil cihazların adli bilişim süreç aşamaları, mobil cihazlardan veri toplama türleri (fiziksel edinim, mantıksal edinimi, manuel edinim), mobil cihazları inceleyen adli bilişim yazılımları (Cellebrite, Oxygen Forensic, Paraben, Magnet AXIOM, MOBILEdit Forensic, SAFT vb.) ve mobil cihazların adli incelemesinde karşılaşabilecek sorunlardan bahsedilmiştir.

Son olarak Android işletim sistemine sahip Android cihaza; sosyal medya uygulamaları yüklenerek kullanıcıya ait davranışlar gerçekleştirilmiştir. Android işletim sisteminden Oxygen Forensic Detective,

MOBILEdit Forensic, Magnet AXIOM adli bilişim araçları kullanılarak mantıksal ve fiziksel olarak imajları alınmış olup imaj dosyaları incelenmiştir.

Yapılan incelemeler sonucunda Android işletim sistemine sahip cihazın fiziksel imajlarından elde edilen delil niteliğindeki verilerin, mantıksal imajlara göre daha yeterli ve kapsamlı olduğu gözlemlenmiştir. Çünkü Android işletim sistemine sahip cihazın mantıksal imajları incelendiğinde verilerin bir kısmına erişilerek yani elde edilen delil niteliğindeki verilerin yetersiz olduğu gözlemlenmiştir. Android işletim sistemini inceleyen Oxygen Forensic, Magnet AXIOM, MOBILEdit Forensic adli araçlarının analiz sonuçlarına bakıldığında fiziksel imaj ve mantıksal imaj olarak elde edilen delil niteliğindeki verilerin hemen hemen hepsine aynı oranda erişebildikleri gözlemlenmiştir. Fakat sosyal medya uygulamalarındaki verilere Magnet AXIOM ve Oxygen Forensic adli araçları ile erişilebilirken MOBILEdit adli aracı ile sosyal medya uygulamalarındaki verilere erişilemediği gözlemlenmiştir. Bu nedenle Android işletim sistemine sahip Android cihazı inceleyen bu üç mobil adli bilişim aracının performanslarına bakıldığında en az iki adli bilişim aracı kullanılarak delillerin analizlerin yapılmasının gerekli olduğu gözlemlenmiştir.

## 5. Öneriler

Android cihazların işletim sistemlerini ve uygulamalarını sürekli güncelleştirmelerinden dolayı mobil adli bilişim araçlarına devamlı olarak güncelleştirme işlemlerinin yapılması gerekmektedir.

Mobil cihazları inceleyen analistlerin, mobil adli inceleme araçları hakkında yeterli donanım ve tecrübeye sahip olmaları, aynı zamanda gerekli kanıtları elde edebilmek ve verilerin teyit edilmesi işlemini gerçekleştirebilmek için en az iki adli bilişim aracını kullanması gerekmektedir.

Siber suçların gerçekleştirilmesinde rol oynayan mobil cihazların adli bilişim süreçlerine genel bir çerçeve çizilmesi, tecrübelerin aktif olarak bir platform üzerinden paylaşılması ve eğitimlerin gerçekleşmesi gerekmektedir.

Mobil cihazların incelemesini gerçekleştiren adli araçların lisans satın alınarak yapılması, bu alanda yetişecek uzman sayısını kısıtlamaktadır. Bu nedenle mobil cihazlardan veri elde edebilmek için manuel olarak veri elde etme konusunda gerekli eğitimlerin verilmesi önerilmektedir.

## 6.Kaynaklar

**[1]** Y. Korkmaz, A. Boyaci, "Adli Bilişim Açısından Ses İncelemeleri", Science and Eng. *J Fırat Univ*, vol. 30, no. 1, pp. 329–343, 2018.

**[2]** B. Önel and E. Irmak, “Computer forensics and examination of digital evidence on windows operating system", Journal of Polytechnic,2021,https:// doi: 10.2339/politeknik.860163.

**[3]** G. Karatas, A. Akbulut, and A. H. Zaim, “Mobil Cihazlarda Güvenlik-Tehditler ve Temel Stratejiler”, Istanbul Commerce University Journal of Science,vol. 15 no.30 pp. 55-75, 2016.

**[4]** K. D. Lutes and R. P. Mislan, “Challenges in mobile phone forensics,” *IMETI 2008 - Int. Multi-Conference Eng. Technol. Innov. Proc.*, vol. 1, pp. 348–352, 2008.

**[5]** M. Degerli, E. Demirbas, and M. Tolon, “Mobil isletim sistemleri (iOS ve android) acisindan kullanici memnuniyetini etkileyen faktörler,” 2015, vol. 1483.

**[6]** V. Rao and A. S., “Survey on Android Forensic Tools and Methodologies,” *Int. J. Comput. Appl.*, 2016, vol. 154, no. 8, https:// doi: 10.5120/ijca2016912182.

**[7]** C. M. da Silveira *et al.*, “Methodology for forensics data reconstruction on mobile devices with android operating system applying in-system programming and combination firmware,” *Appl.*

*Sci.*,2020, vol. 10, no. 12, https://doi: 10.3390/app10124231.

**[8]** S. S. G. Punja and R. R. P. Mislan, "Mobile Device Analysis," *Small Scale Digit. Device Forensics Sci.*,2018, vol. 2, no. 1, pp. 1–16, http://www.researchgate.net/profile/Rick_Mislan/publication/228374981_Mobile_device_analysis/links/543920e80cf24a6ddb954572.pdf.

**[9]** K. D. Lutes, "Challenges in Mobile Phone Forensics.", Purdeu University,Purdeu,2012.

**[10]** A. Kobsa, S. Patil, and B. Meyer, "Privacy in instant messaging: An impression management model," *Behav. Inf. Technol.*,2012,vol. 31, no. 4, pp. 355–370,https://doi: 10.1080/01449291003611326.

**[11]** S. Knox, S. Moghadam, K. Patrick, A. Phan, and K. K. R. Choo, "What's really 'Happning'? A forensic analysis of Android and iOS Happn dating apps," *Comput. Secur.*, 2020,vol. 94, p. 101833, https:// doi: 10.1016/j.cose.2020.101833.

**[12]** A. Akinbi and T. Berry, "Forensic Investigation of Google Assistant," *SN Comput. Sci.*, 2020,vol. 1, no. 5, p. 272, https://doi: 10.1007/s42979-020-00285-x.

**[13]** E. Gentry and M. Soltys, "SEAKER: A mobile digital forensics triage device," *Procedia Comput. Sci.*, 2019, vol. 159, 1652–1661, 2019, https://doi: 10.1016/j.procs.2019.09.335.

**[14]** F. G. Eriş, "Mobil Cihazlarda Sosyal Medya Uygulamalarının Adli Bilişim Açısından Analizi,"Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi Elazığ, 2018.

**[15]** M. Sadiq, Khawar Naveed, "Mobile Device Forensics Investigation:Process Models and Comparison,"International Scientific Journal,2016, vol. 33, no. 1, pp. 164–168,http://dx.doi.org/10.15863/TAS.2016.01.33.29

**[16]** Fatih Çiroğlu, "MOBİL CİHAZLARDA ADLİ BİLİŞİM İNCELEMELERİ ve REKABET HUKUKUNDAKİ UYGULAMALARI.", Rekabet Kurumu Uzmanlık Tezleri Serisi No:164 Ankara,2020.

**[17]** Ö. Koca, "Mobil Cihazlarda Adli Bilişim İncelemesinin Yapılması (Oxygen Forensic).",2015, https://www.academia.edu/20842883/Mobil_Cihazlarda_Adli_Bilişim_İncelemesinin_Yapılması_Oxygen_Forensic_.

**[18]** R. Ayers, W. Jansen, and L. Moenner, "Cell Phone Forensic Tools: An Overview and Analysis Update,2007,"https:// doi: 10.6028/NIST.IR.7387.

**[19]** U. Akalin and Ç. Uluyol, "Mobil Cihazlar , Mobil Adli Bilişim ve Önerilen Süreç Modeli,"Ankara,2015,https://akademiksunum.com/index.jsp?modul=document&folder=ae36a179c33823fe6e0a434eaf97f08a58e78a41.

**[20]** Rohit Tamma, "Practical Mobile Forensics", Pact,Unep,2016.

# YER ALTI ELEKTRİK DAĞITIM HATLARINDA MEYDANA GELEN ENERJİ KAYIPLARININ TESPİTİ İÇİN IOT TABANLI MODÜLER SİSTEM TASARIMI

***Murat Güleydin *[1], Serdar Ekinci [2], Davut İzci [3]***
[1] Dicle Elektrik Dağıtım AŞ, Diyarbakır-Türkiye, murat.guleydin@dedas.com.tr
[2] Batman Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Batman-Türkiye, serdar.ekinci@batman.edu.tr
[3] Batman Üniversitesi, Elektronik ve Otomasyon Bölümü, Batman-Türkiye, davut.izci@batman.edu.tr
[*] Sorumlu Yazar: murat.guleydin@dedas.com.tr

***Özet:*** *Enerji kullanımının gün geçtikçe artış göstermesi ve bununla beraber enerji kaynaklarının ise kısıtlılığı, alternatif enerji kaynaklarının arayışını zorunlu kılmıştır. Öte yandan da mevcut enerjinin verimli kullanımı ile kayıpların azaltılması da oldukça önem arz etmeye başlayan ve çözüm gerektiren bir başka konu olarak öne çıkmaya başlamıştır. Bu nedenle uygulanan yeni teknolojiler ve politikalarla daha az ve akıllıca enerji kullanımının hem teşvik edilmesi hem de daha kaliteli ve kesintisiz bir hizmet sunulması amaçlanmaktadır. Bu bağlam da teknik kayıpların yanı sıra teknik olmayan kayıplar ile de etkin mücadele yöntemlerinin geliştirilmesi önem arz etmektedir. Bu çalışmada bahsi edilen söz konusu durum dikkate alınıp nesnelerin interneti (IoT) tabanlı bir sistemin tasarlanarak ileriki zamanlarda özellikle Türkiye'deki elektrik dağıtım hizmeti sunan kuruluşların yeraltı elektrik enerjisi dağıtım şebekelerine entegrasyonunun sağlanarak, mevcutta kullanılan akıllı şebeke yönetimlerinin bir parçası olması amaçlanmaktadır. Bu sayede teknik kayıpların anlık olarak tespit edilebilmesinin kolaylaştırılması, bunun yanında da teknik olmayan kayıpların hızlı fark edilmesinin mümkün hale getirilmesi amaçlanmaktadır. Söz konusu bu durum için de maliyeti düşük ve aynı zamanda etkin olan bir donanımsal sistem tasarımı gerçekleştirilmiştir. Tasarlanan sistem, hem mevcut kullanılan takip sistemlerine entegrasyonunu yapılabilecek hem de tek başına çalışabilme yeteneğine sahip esnek bir yapı olarak öne çıkmaktadır. Bu sayede hizmet kalitesi arttırılmış sağlıklı enerji ihtiyacı duyan tüketicilere, bu hizmetin sağlanması ve akıllı şebeke yönetiminin kolaylaştırılması hedeflenmektedir.*

***Anahtar sözcükler****: Elektrik Dağıtım Şebekesi, Teknik Olmayan Enerji Kayıpları, Nesnelerin İnterneti.*

# DESIGN OF AN IOT BASED SYSTEM TO DETECT THE ENERGY LOSSES IN UNDERGROUND ELECTRIC DISTRIBUTION CABLES

***Murat Güleydin *[1], Serdar Ekinci [2], Davut İzci [3]***
[1] Dicle Electric Supply Company, Diyarbakir-Turkey, murat.guleydin@dedas.com.tr
[2] Department of Computer Engineering, Batman-Turkey, serdar.ekinci@batman.edu.tr
[3] Department of Electronics and Automation, Batman-Turkey, davut.izci@batman.edu.tr
[*] Corresponding author: murat.guleydin@dedas.com.tr

***Abstract:*** *The rising demand in energy use and the limited energy resources makes the search for new alternatives of energy resources inevitable. On the other hand, the efficient use of existing energy resources and the reduction of losses have also become a significant issue that must be dealt with. In this context, it is important to develop effective methods in order for dealing with the energy losses occurring in the electric distribution lines. In this study, such a case is considered, and an internet of things (IoT) based system is designed with the aim of being integrated to the underground electrical energy distribution networks in the future. The developed system includes cost-effective hardware design and an efficient connection scheme that exploits the IoT technology. The constructed system has been*

*designed in such a way that it can be integrated with the existing smart monitoring systems used by the electric distribution companies in Turkey. In addition, the constructed system also has the flexibility of being used as a stand-alone system. In this way, it is aimed to make the instant detection of technical and non-technical losses possible in a cost-effective and efficient manner such that the customers can be provided with a good quality service.*

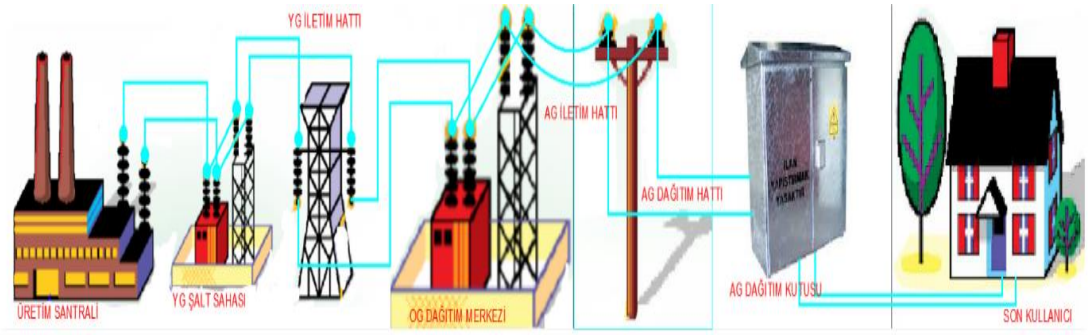
***Keywords:*** *Electric Power Distribution Network, Non-Technical Energy Losses, Internet Of Things.*

## 1. Giriş

Günümüzde temel yaşam parametreleri içerisinde yer alan elektrik enerjisi kullanımının gün geçtikçe artışı, bununla birlikte tersi yönde reaksiyon gösteren enerji kaynaklarının kısıtlılığı devletleri ve tüketicileri alternatif yeni arayışlara sevk etmiş, mevcut enerji tüketimlerinin verimli kullanımına yönlendirmiş ve kayıpların azaltılmasını planlamaya mecbur kılmıştır [1]. Elektrik enerjisinin etkin olmayacak tarzda kullanılmasından kaynaklı, ilk üretimden son tüketimine kadar olan her safhasında kayıplar meydana gelebilmektedir [2]. Bu nedenle uygulanan yeni teknolojik uygulamalar ve politikalarla enerji tasarrufunun sağlanması, ihtiyaç duyulan enerjinin daha akıllıca kullanılması oldukça önem arz etmektedir [3–7]. Bu bağlamda bu çalışma ile yüksek kayıplı elektrik enerjisi dağıtım bölgelerine yönelik olarak yer altı elektrik enerjisi dağıtım şebekesindeki mevcut kayıplar ile mücadele edilmesine destek olunması hedeflenmiştir. Bu noktada ise günlük yaşantıya gittikçe daha da fazla sirayet etmeye başlayan nesnelerin interneti (IoT) [8–10] kavramından istifade edilmiştir. Gerçekleştirilen sistemin donanımsal yapısı sahadan veriyi alıp uzak noktada bulunan kontrol merkezine internet ağ yapısı aracılığı ile iletebilecek şekilde tasarlanmıştır. Bunun yanında, var olan mevcut teknik alt yapılara da entegre edilebilir şekilde de esnek bir yapı kazandırılmıştır. Bu sayede yer altı elektrik enerjisi kablolarındaki kayıpların anlık olarak izlenebilmesinin ve böylece de saha ekibinin de daha verimli olacak şekilde organize edilmesinin mümkün kılınması hedeflenmiştir.

## 2. Dağıtım Altyapısı

Elektrik şebekesi, üretilen elektrik enerjinin tüketicilere iletilmesi maksadıyla oluşturulmuş karmaşık bir ağdır [11]. Bu ağ elektrik gücü üreten enerji santralleri, nakil hatları ve tüketicilere bağlantı sağlayan bileşik dağıtım hatlarından oluşur. Şekil 1 ile bu durum görsel olarak da ifade edilmektedir. İlgili şekilden de görülebileceği gibi elektrik enerjisinin son kullanıcılara ulaştırılması süreci birçok aşamadan oluşmakta olup özetle enerji kaynağının uygun şekilde dönüştürülmesi ve iletilmesi aşamalarından meydana gelmektedir. Bu süreç içerisinde de kayıplar meydana geldiği için ancak belli bir kısmı kullanılabilmektedir.




Şekil 1. Elektrik enerjisi üretim, iletim ve dağıtım şeması

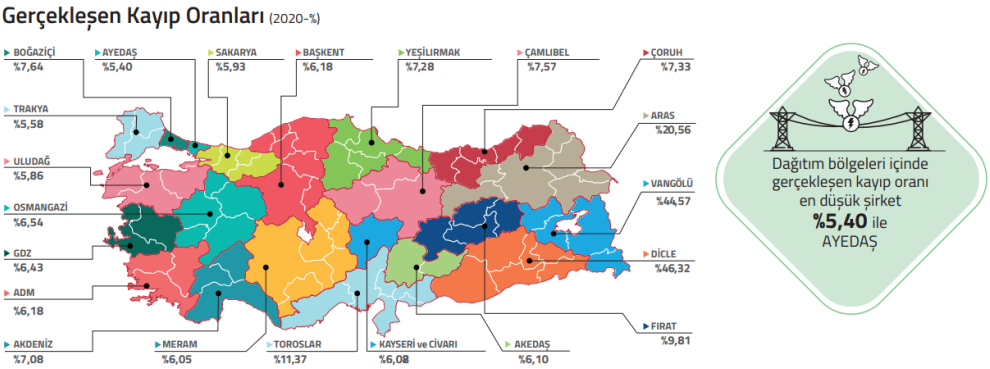
Dağıtım şebekelerinde $1000\,Volt$ altında elektrik enerjisini tüketicilere ileten alçak gerilim şebekesi, dağıtım trafolarından ve tüketicilere kadar enerjiyi taşıyan hatlardan oluşur. Yerleşim alanları ve alan ayrışım noktaları olan caddeler, yollar ve meydanlar boyunca dizayn edilen hat parçalarının birbirine eklenmesi ile alçak gerilim kolları; bu kolların birbirine eklenmesinden de alçak gerilim dağıtım şebekeleri meydana gelmektedir. Bu tür şebekelerde kullanılan hatlara ise alçak gerilim dağıtım hatları denilmekte olup iletim işlemi havai ya da yer altı kablolarıyla sağlanmaktadır. Yer altı kabloları ile yapılan tesislerde, görüntü estetiği açısından direk ve diğer malzemeler kullanılmamakta, bu sayede de meydanların ve caddelerin görüntü estetiği bozulmadan dağıtım sağlanmaktadır. Ancak maliyet açısından yer altı kabloları havai hatlara nazaran daha pahalıdır ve olası arızalara müdahale ile uygunsuz kullanımların tespiti de zordur.

### 2.1. Kayıplar

Elektrik enerji şebekelerinde oluşan kayıpları, teknik ve teknik olmayan kayıplar şeklinde ikiye ayırmak mümkündür [12]. Teknik kayıplar, kullanılan malzeme ve donatımlarda meydana gelen kayıplardır. Bu kayıplar, enerji üretim santrallerinden tüketiciye ulaşana kadar iletim ve dağıtım hatları boyunca devam etmektedir. Dağıtım sistemlerinde gerilim düşük, akım ise yüksek seviyelerdedir. Bu sebeple de, kayıplar en çok dağıtım sistemlerinde meydana gelmektedir.

Tüketicinin enerjiyi kullanma biçiminden kaynaklanan kayıplar da teknik olmayan kayıplar olarak değerlendirilmektedir. Sayaçlara ve sayaç öncesinde bağlantı hatlarına yapılan müdahalelerle, kayıt dışı enerji kullanımları, bilinçsiz enerji tüketimi ve dağıtım şirketlerinin enerjiyi faturalandırmada yaptığı hatalar teknik olmayan kayıpların başlıca nedenleridir. Dağıtım şebekesindeki faz iletkenlerinden her hangi birinde bir izolasyon hatası oluştuğunda, toprak üzerinden bir kaçak akımın geçmesine sebebiyet vereceğinden kayıplara yol açmaktadır. Bir diğer kayıp ise saha dağıtım kutuları arasındaki besleme kablolarının delinerek harici hat çekilmesi şeklinde meydana gelmektedir. Her iki durumda şebeke ömrü kısalmakta, arıza kaynak noktaları artmakta ve tespitleri geciktirmektedir.

Şekil 2'den de görüleceği üzere Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın 2020 Yılı İdare Faaliyet Raporu'nda yer alan Elektrik Piyasası Düzenleme Kurumu verilerine göre 2020 yılı sonunda Türkiye'de ortalama gerçekleşen kayıp enerji oranı $\%\,11{,}22$ olarak gerçekleşmiş olup, yüksek kayıplı dağıtım bölgeleri olarak da Dicle, Vangölü ve Aras dağıtım bölgeleri gözlemlenmektedir.




**Hedef ve Gerçekleşen Kayıp Oranları (%)**

| Dağıtım Şirketi | Gerçekleşen Kayıp Oranı 2019 | Gerçekleşen Kayıp Oranı 2020 | Gerçekleşen Kayıp Oranı 2019-'20 Değişim | Hedef Kayıp O. 2020 | Hedef-Gerçekleşen Kayıp O. Farkı 2020 |
|---|---|---|---|---|---|
| ADM | 5,63 | 6,18 | -0,55 | 6,75 | 0,58 |
| Akdeniz | 5,91 | 7,08 | -1,18 | 7,10 | 0,02 |
| AKEDAŞ | 6,46 | 6,10 | 0,36 | 7,12 | 1,02 |
| Aras | 21,64 | 20,56 | 1,08 | 23,89 | 3,33 |
| AYEDAŞ | 5,05 | 5,40 | -0,35 | 7,15 | 1,75 |
| Başkent | 5,89 | 6,18 | -0,29 | 7,18 | 1,01 |
| Boğaziçi | 7,96 | 7,64 | 0,32 | 7,80 | 0,16 |
| Çamlıbel | 4,75 | 7,57 | -2,82 | 6,95 | -0,62 |
| Çoruh | 7,38 | 7,33 | 0,05 | 8,22 | 0,89 |
| Dicle | 51,32 | 46,32 | 5,00 | 60,45 | 14,13 |
| Fırat | 9,93 | 9,81 | 0,11 | 10,42 | 0,61 |

| Dağıtım Şirketi | Gerçekleşen Kayıp Oranı 2019 | Gerçekleşen Kayıp Oranı 2020 | Gerçekleşen Kayıp Oranı 2019-'20 Değişim | Hedef Kayıp O. 2020 | Hedef-Gerçekleşen Kayıp O. Farkı 2020 |
|---|---|---|---|---|---|
| GDZ | 7,55 | 6,43 | 1,12 | 7,53 | 1,10 |
| Kayseri ve Civarı | 6,02 | 6,08 | -0,06 | 7,15 | 1,07 |
| Meram | 6,22 | 6,05 | 0,17 | 7,19 | 1,15 |
| Osmangazi | 6,61 | 6,54 | 0,07 | 7,20 | 0,66 |
| Sakarya | 5,96 | 5,93 | 0,03 | 7,25 | 1,32 |
| Toroslar | 11,76 | 11,37 | 0,39 | 11,54 | 0,17 |
| Trakya | 4,50 | 5,58 | -1,08 | 6,49 | 0,91 |
| Uludağ | 4,82 | 5,86 | -1,04 | 6,30 | 0,44 |
| Vangölü | 47,56 | 44,57 | 2,99 | 51,42 | 6,85 |
| Yeşilırmak | 7,13 | 7,28 | -0,15 | 7,88 | 0,59 |

Şekil 2. Dağıtım bölgelerinin 2020 yılı için kayıp oranları ve değişimleri [12]

## 3. Mevcut Durumda Kayıp Tespiti

Yüksek kayıplı bölgelerin başında yer alan Dicle Elektrik Dağıtım Anonim Şirketi (DEDAŞ), Batman, Diyarbakır, Mardin, Siirt, Şanlıurfa ve Şırnak illerine hizmet sunmaktadır. DEDAŞ hizmet sınırları içerisindeki yüksek kayıplı alanlarda, kayıpların azaltılması, tüketicilere kaliteli kesintisiz enerji hizmeti sunulması ve saha yönetiminin güçlendirilmesi adına, şebeke yatırımları ile beraber yoğun teknolojik donatılı uzaktan okuma, kesme-açma özelliği gibi fonksiyonlara sahip ölçüm sistemleriyle saha ıslahatları gerçekleştirilmektedir. Yer altı şebeke bölgelerinde ise mevcut olanaklarla kayıpların tespiti ve önlenme süreçleri saha envanterlerinin takip edilmesi, yatırım faaliyeti yapılan ve uzaktan okuma sistemleri ile donatılı sahalara ölçüm sayacı montajının yapılarak bu trafodan beslenen tüm alt abonelerin coğrafi bilgi sistemlerinde ve uzaktan okuma sisteminde eşitliğinin sağlanması ve son olarak coğrafi bilgi sisteminin kullanılarak trafo bazında takibatın yapılması ve özet saha dağıtım envanter verisinin alınması şeklinde özetlenebilir.

Trafoların ay sonu enerji çekişleri ve alt abonelerin tüketimleri otomatik sayaç okuma sisteminden alınarak raporlanmakta ve kayıp hesaplama işlemi yapılmaktadır. Tüketim farkı bulunan trafolar belirlendikten sonra bu trafolara bağlı saha dağıtım kutularının tek hat şemaları hazırlanmaktadır. Tüketim farkı bulunan her bir trafonun radyal çıkındaki tüm saha dağıtım kutularında bir önceki saha dağıtım panosu ile bir sonraki saha dağıtım pano bağlantı kablosunun giriş ve çıkış akım ölçümü pens ampermetre ile alınmaktadır. Buradaki kayıp tespitindeki en önemli husus, pens ampermetre ile yapılan ölçüm esnasında zarar gören kablo üzerinde yük olması durumunda tespitin yapılabiliyor olmasıdır. Aksi halde, kablo müdahaleli olsa bile tespit yapılamamaktadır. Pens ampermetre ölçümü ile fark tespit edilmesi durumunda saha dağıtım kutularında kesinti programı planlanlanmaktadır. Sonrasında ise kablo test aracı yardımıyla noktasal yer tespiti yapılarak müdahale noktası iptali veya onarımı sağlanmaktadır.

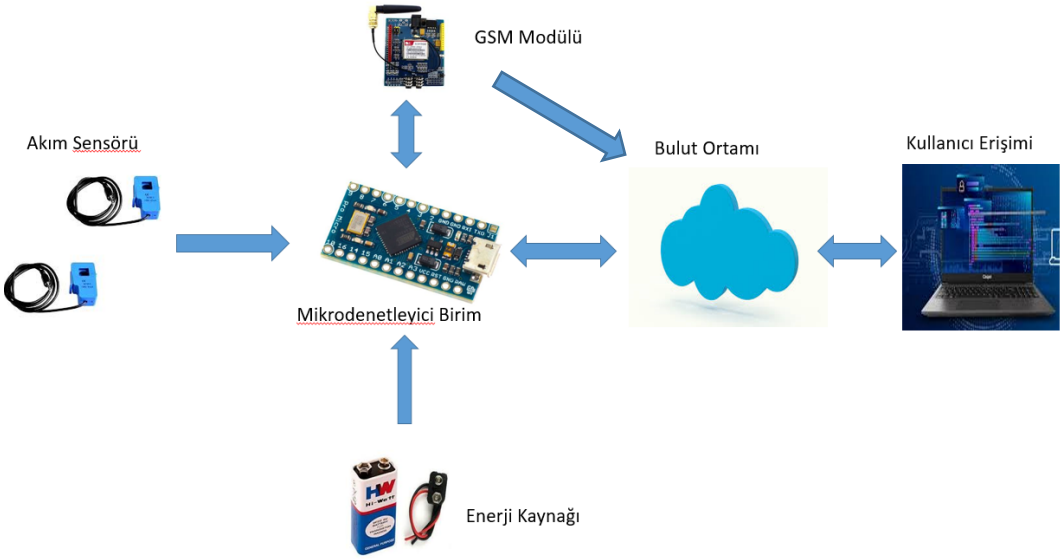
Şekil 3'te saha dağıtım kutusu tek hat şeması örneği (a), kayıplara neden olan kayıt dışı tüketim tespit örneği (b), kablo müdahale örneği (c), kablo müdahale onarım örneği (d) ve saha onarım örneği ile kayıp noktalarının tamiratları için yapılan çalışmalardan örnekler gösterilmiştir. Bu çalışmada arıza kaynağı oluşturacak deformasyon veya kayıt dışı tüketimlerin hızlı tespitine olanak sağlaması, bu tespitler için ekstra personel veya iş gücü harcanmasının engellenmesi ve bu yapı ile desteklenerek tüketicilere kayıpsız, kesintisiz ve kaliteli enerji sağlanması ile akıllı şebeke yönetiminin kolaylaştırılması hedeflenmektedir.

Şekil 3. Yer altı elektrik kablolarında kayıp tespiti ve onarım örnekleri

## 4. IoT Tabanlı Sistem Tasarımı

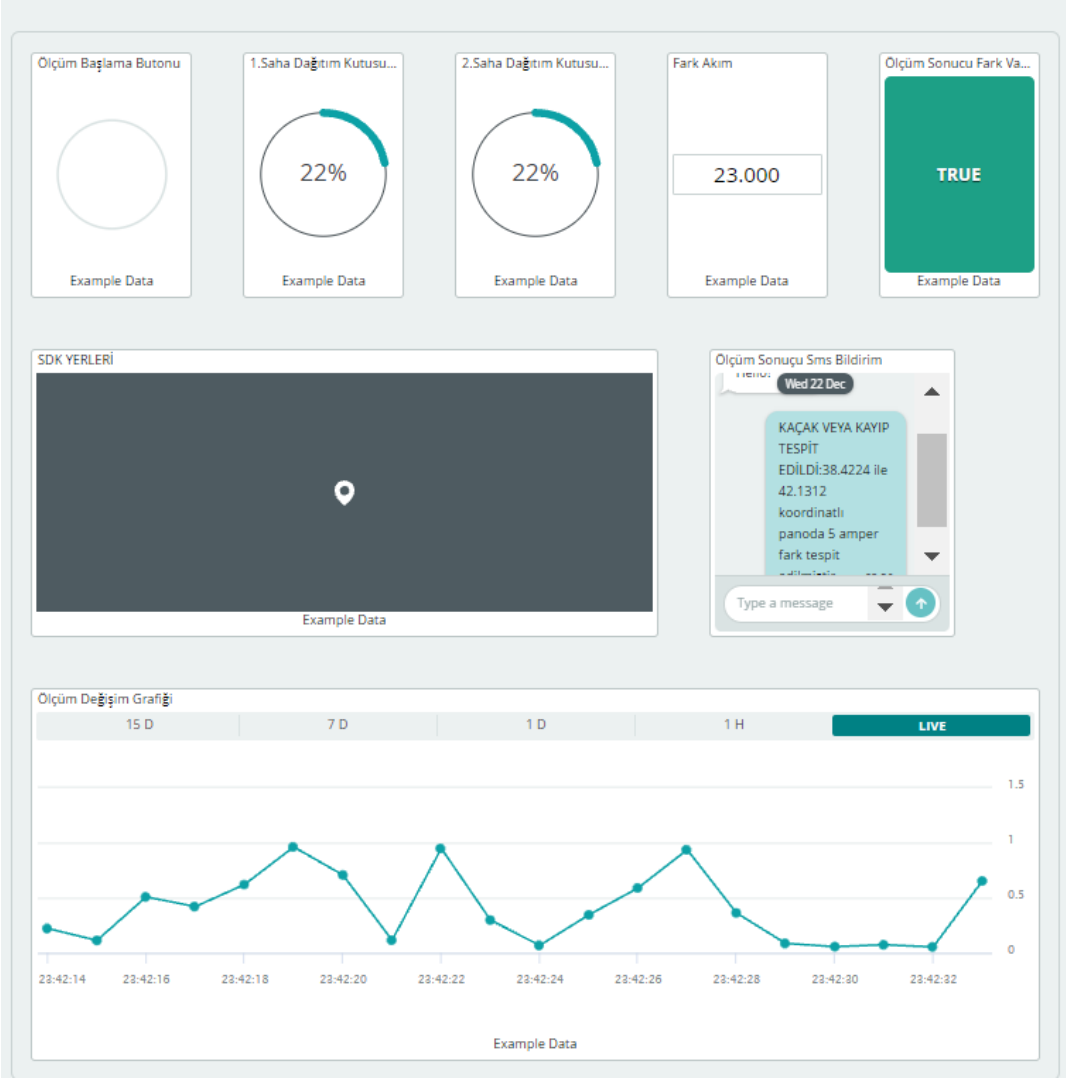
Bu çalışmanın "2.1 Kayıplar" alt bölümünde bahsi geçen kayıp oranları önemli bir ekonomik zararın açık bir ifadesidir. Sözü edilen durum da, kayıpların tespit edilmesinin ve müdahale edilmesinin ne denli önemli olduğunu açıkça ortaya koymaktadır. Bu doğrultuda bu çalışma ile teknik olmayan kayıplar ile daha etkin mücadele edebilmek adına IoT tabanlı bir modüler sistemin tasarlanması amaçlanmıştır. Bu sayede yüksek kayıplı dağıtım bölgelerinde yeraltı şebekelerinin bulunduğu alanlarda yasal olmayan kullanımlardan kaynaklı oluşan kayıplar ile mücadele çalışmalarına önemli katkı sağlanması hedeflenmiştir. Bu sebep ile de bir önceki bölümde bahsi geçen mevcut tespit etme ve müdahale yöntemindeki eksiklik göz önüne alınmış olup, ilgili şebekenin canlı olarak takip edilmesi amaçlanmıştır. Bu sayede mevcut yöntemde müdahaleli hat üzerinde yük olmaması durumunda tespit edilemeyen yasa dışı kullanımlardan kaynaklı kayıpların meydana geldiği gibi tespit edilebilmesinin mümkün kılınması hedeflenmiştir.

Yukarıdaki durum göz önüne alınıp donanım ve yazılım olmak üzere iki aşamalı bir plan çerçevesinde IoT tabanlı ve hem bağımsız olarak çalışabilen hem de var olan haberleşme sistemine entegre olabilen esnek bir yapı tasarlanmıştır. Şekil 4, tasarlanan sistemin blok diyagramını vermektedir. İlgili şekilden de görüleceği üzere, mikro kontrolör tabanlı olarak çalışan sistem, canlı olarak hat üzerindeki akımı ölçümleyecek uygun maliyetli akım sensöründen ve uzak nokta bağlantısını kablosuz olarak GSM hattı üzerinden sağlayacak bağlantı modülünden meydana gelmektedir.




Şekil 4. Geliştirilen yapının blok diyagramı

İlgili yapı ucuz maliyetli bir çözüm sunmakta olup, saha dağıtım kutularına yerleştirilmeye uygun olarak tasarlanmıştır. Geliştirilen modüler entegre sistem sayesinde birbirine seri bağlı iki saha dağıtım kutusuna yerleştirilen ve canlı olarak sürekli ölçüm yapabilen donanımsal yapılardan alınan veriler Şekil 5'de gösterildiği gibi tek bir merkezde oluşturulan portala aktarılmaktadır. Bu sayede ölçüm sonuçları anlık olarak kıyaslanabilmekte ve olası bir farkın tespit edilmesi durumunda ise söz konusu panoların konumları ilgili servis sorumlusuna kısa mesaj olarak iletilebilmektedir. Bu sayede operasyonel saha faaliyeti planlanmasının etkin bir şekilde sağlanması amaçlanmakta, saha ekipleri iş gücünün daha verimli kullanılması mümkün kılınmaktadır. Kayıplara sebebiyet veren yasa dışı kullanımların kısa sürede tespitinin sağlanabilmesi de ekonomik anlamda çok önemli bir katkı sağlayacaktır.




Şekil 5. Geliştirilen IoT tabanlı yer altı elektrik şebekesi takip portalı

## 5. Sonuç

Bu çalışma ile IoT tabanlı çalışan esnek bir modüler yapının tasarlanıp, yer altı elektrik dağıtım şebekeleri üzerinde meydana gelebilecek her hangi bir kayıp ya da yasa dışı kullanımın ucuz maliyet ile anlık olarak tespit edilebilmesi amaçlanmıştır. Bu bağlamda GSM hattı aracılığı ile internete erişim sağlayabilen ve sahadan aldığı akım bilgisini hazırlanan portala aktarabilen IoT tabanlı bir sistem geliştirilmiştir. Bu sistem tek başına çalışabilmektedir. Bunun yanı sıra, ethernet bağlantısı kurulabilmesine de olanak sağlayacak nitelikte olup, ilerleyen aşamalarda servis sağlayıcıların sahalarında bulunan modem üzerinden haberleştirilmesine de olanak sağlayabilecek niteliktedir. Bu sayede, ayrı bir telefon hattı kullanmak yerine, var olan mevcut yapı kullanılarak, maliyetin daha da azaltılması mümkündür. Mevcut sistemin ilerleyen çalışmalarda baskı devre [13-15] üzerine tasarımının yapılması ile hem maliyetinin daha da düşürülmesi hem de kaplanılan alanın minimize edilmesi ayrıca mümkündür.

## 6. Teşekkür

Bu çalışma için gerekli teknik imkânları ve verileri sağlayan Dicle Elektrik Dağıtım A.Ş. yetkililerine teşekkür ederiz.

## 7. Kaynaklar

**[1]** Z. Yumurtacı and E. Asmaz, "Electric Energy Demand of Turkey for the Year 2050," *Energy Sources*, vol. 26, no. 12, pp. 1157–1164, Oct. 2004, doi: 10.1080/00908310490441520.

**[2]** E. Lisin, D. Shuvalova, I. Volkova, and W. Strielkowski, "Sustainable Development of Regional Power Systems and the Consumption of Electric Energy," *Sustainability*, vol. 10, no. 4, p. 1111, Apr. 2018, doi: 10.3390/su10041111.

**[3]** D. Izci, "A novel improved atom search optimization algorithm for designing power system stabilizer," *Evol. Intell.*, May 2021, doi: 10.1007/s12065-021-00615-9.

**[4]** S. Ekinci, D. Izci, H. L. Zeynelgil, and S. Orenc, "An Application of Slime Mould Algorithm for Optimizing Parameters of Power System Stabilizer," in *2020 4th International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies (ISMSIT)*, Oct. 2020, pp. 1–5, doi: 10.1109/ISMSIT50672.2020.9254597.

**[5]** S. Ekinci, D. Izci, and B. Hekimoglu, "Henry Gas Solubility Optimization Algorithm Based FOPID Controller Design for Automatic Voltage Regulator," in *2020 International Conference on Electrical, Communication, and Computer Engineering (ICECCE)*, Jun. 2020, pp. 1–6, doi: 10.1109/ICECCE49384.2020.9179406.

**[6]** D. Izci, S. Ekinci, H. L. Zeynelgil, and J. Hedley, "Performance evaluation of a novel improved slime mould algorithm for direct current motor and automatic voltage regulator systems," *Trans. Inst. Meas. Control*, vol. 44, no. 2, pp. 435–456, Jan. 2022, doi: 10.1177/01423312211037967.

**[7]** D. Izci, S. Ekinci, and B. Hekimoğlu, "A novel modified Lévy flight distribution algorithm to tune proportional, integral, derivative and acceleration controller on buck converter system," *Trans. Inst. Meas. Control*, vol. 44, no. 2, pp. 393–409, Jan. 2022, doi: 10.1177/01423312211036591.

**[8]** S. Li, L. Da Xu, and S. Zhao, "The internet of things: a survey," *Inf. Syst. Front.*, vol. 17, no. 2, pp. 243–259, Apr. 2015, doi: 10.1007/s10796-014-9492-7.

**[9]** L. Da Xu, W. He, and S. Li, "Internet of Things in Industries: A Survey," *IEEE Trans. Ind. Informatics*, vol. 10, no. 4, pp. 2233–2243, Nov. 2014, doi: 10.1109/TII.2014.2300753.

**[10]** G. Bedi, G. K. Venayagamoorthy, R. Singh, R. R. Brooks, and K.-C. Wang, "Review of Internet of Things (IoT) in Electric Power and Energy Systems," *IEEE Internet Things J.*, vol. 5, no. 2, pp. 847–870, Apr. 2018, doi: 10.1109/JIOT.2018.2802704.

**[11]** J. Northcote-Green and R. Wilson, *Control and Automation of Electrical Power Distribution Systems*. CRC Press, 2017.

**[12]** Elder, "Elder Sektör Raporu 2020," 2020. [Online]. Available: https://www.elder.org.tr/Content/edergi/ELDER SEKTOR RAPORU_2020.pdf.

**[13]** D. İzci, "Constructing an Electronic Circuitry for Label-free Hall Biosensors," Balk. J. Electr. Comput. Eng., vol. 7, no. 4, pp. 366–372, Oct. 2019, doi: 10.17694/bajece.633908.

**[14]** D. Izci, C. Dale, N. Keegan, and J. Hedley, "The Construction of a Graphene Hall Effect Magnetometer," IEEE Sens. J., vol. 18, no. 23, pp. 9534–9541, Dec. 2018, doi: 10.1109/JSEN.2018.2872604.

**[15]** D. Izci, C. Dale, N. Keegan, and J. Hedley, "Design and construction of a high sensitive graphene magnetosensing system," in 2017 IEEE SENSORS, Oct. 2017, vol. 2017-Decem, pp. 1–3, doi: 10.1109/ICSENS.2017.8233962.

# HASTANELER İÇİN WEB TABANLI HASTA GERİ BİLDİRİM SİSTEMİ

***Muhammet Damar* [*1]***
[1]Dokuz Eylül Üniversitesi, muhammet.damar@deu.edu.tr
[*] Sorumlu Yazar: muhammet.damar@deu.edu.tr

***Özet**: Günlük hayatta pek çok hasta veya hasta yakını sağlık hizmetlerinden yararlanmak için hastanelerden hizmet almaktadır. Bazen bu hastaneler verdikleri hizmetler için bir standart yakalamak, ulusal ve uluslararası standartlara göre faaliyette bulunabilmek için çeşitli akreditasyon kurumları tarafından akredite olmaktadır. 1999 yılında Ankara'da kurulan Türk Akreditasyon Kurumu (TÜRKAK) Türkiye'de sağlık kurumlarını akredite eden ve denetleyen kurumlardan birisidir. Her ne kadar hastalar aldıkları sağlık hizmetinden memnuniyet düzeylerini e-nabız üzerinde etkin bir şekilde değerlendirseler de, hastanın aldığı hizmette yaşadığı problemleri ilgili hastaneye ilettiği ve bu konuda gerek hastanın gerekse kurumun kalite standartları çerçevesinde iyileşmesini ve problemlerin etkin çözümünü sağlayacak bir bilgi sistemi ihtiyacı bir gereklilik olarak ortaya çıkmıştır. Gerçekleştirilen literatür çalışmalarında ve sağlık kurumlarının web sayfaları incelemelerinde bu tür bir boşluk görülmüştür. Bu gereksinim dikkate alınarak, hasta geri bildirimlerinin yönetimi için web tabanlı hasta geri bildirim sistemi kurgulanmıştır. Geliştirme sırasında sadece tüm bir hastane değil hastane içindeki merkez laboratuvar, poliklinik hizmetleri ve benzeri farklı birim ihtiyaçlarını da karşılayabilecek bir veri tabanı modellemesi kurgulanmıştır. Bu durum gerçekleştirilen ihtiyaç analizi sonucu ortaya çıkmış, farklı birimlerin farklı ihtiyaçları olabileceği, verdikleri hizmetlerdeki geribildirimleri farklı organizasyon yapısı içinde çözmesinden kaynaklandığı görülmüştür. Gerçekleştirilen çalışmanın yıllar içinde hasta geri bildirimlerindeki yoğunlaşmayı, hastaların hangi birimlerden hangi tür problemler ile daha yoğun karşılaştıkları, problemlerin içerikleri, birim veya kişi bağlantısı gibi pek çok farklı açıdan değerlendirmesine imkan sağlayacağı düşünülmektedir. Ayrıca, hastalardan olumlu veya olumsuz alınabilecek bu tür geri bildirimlerin kayıt altına alınması, geri bildirimler konusunda etkin bir süreç yönetiminin inşa edilmesi hastanelerin sağlık hizmetlerinin kalitesini iyileştirmek için değerli görülmektedir.*

***Anahtar sözcükler**: Hastane, Hasta Geri Bildirimleri, Hasta Hakları, Kalite, Geri Bildirim Yönetim Sistemi.*

# WEB BASED PATIENT FEEDBACK SYSTEM FOR HOSPITALS

***Muhammet Damar*[*1]***
[1]Dokuz Eylül University, muhammet.damar@deu.edu.tr
[*] Corresponding author: muhammet.damar@deu.edu.tr

***Abstract**: In daily life, many patients or their relatives receive services from hospitals in order to benefit from health services. Sometimes these hospitals are accredited by various accreditation institutions in order to achieve a standard for the services they provide and to operate according to national and international standards. The Turkish Accreditation Agency (TÜRKAK), which was established in*

*Ankara in 1999, is one of the institutions that accredit and inspect health institutions in Turkey. Although patients evaluate their satisfaction with the health service they receive on e-pulse effectively, the need for an information system that conveys the problems experienced by the patient to the relevant hospital and that will ensure the improvement of both the patient and the institution within the framework of quality standards and the effective solution of the problems is a necessity. has emerged. The existence of such a gap has also attracted attention in the literature studies and the web pages of health institutions. Considering this need, a web-based patient feedback system was designed for the management of patient feedback. During the development, a database modeling was designed that could meet not only the needs of the entire hospital, but also the central laboratory, polyclinic services and similar different unit needs within the hospital. This situation emerged as a result of the needs analysis carried out, and it was seen that different units may have different needs, and that it was due to the fact that the feedbacks on the services they provided were resolved within a different organizational structure. It is thought that the study carried out will enable to evaluate the concentration in patient feedback over the years, from which units and which types of problems patients encounter more intensely, from many different perspectives such as the content of the problems, unit or person connection. In addition, recording such positive or negative feedback from patients and establishing an effective process management for feedback are considered valuable for improving the quality of health services of hospitals.*

***Keywords:*** *hospital, patient feedbacks, patient rights, quality, feedback management system.*

## 1. Giriş

Hasta şikâyetlerinin belirlenmesi ve kayıt altına alınması, sağlık hizmetlerinin kalitesinin artırılması ve iyi hekim-hasta ilişkilerinin sürdürülmesi için hayati önem taşımaktadır[1]. Ancak, tüm hastalar memnun olmadıklarında şikâyet etmezler. Kalite yönetimiyle ilgili önceki çalışmalar, hastaların yalnızca üçte birinin tatmin edici olmayan bir hizmetle karşılaştıklarında şikâyet ettiğini ortaya koymuştur [2]. Hastaların sağlık hizmeti deneyimini anlamak, bakım sağlama sürecinin merkezinde yer alır ve sağlık hizmeti kalitesinin temel direğidir[3]. Alemi ve diğerleri [4] çalışmalarında, belirli doktorlar hakkında hasta yorumlarının makul bir doğrulukla olumlu ve olumsuz duygulara atfedilebileceğini göstermişlerdir. Hasta şikâyetleri, sağlık hizmetlerinde kalitenin iyileştirilmesi için değerli bir kaynak olarak kabul edilmektedir[5]. Ayrıca hasta memnuniyeti, sağlık hizmeti sunucularının bakım görevlerini yerine getirmeleri, hasta güvenliğini sağlamaları ve şefkatli klinik hemşirelik için önemli bir konudur[6]. Hastanın aldığı sağlık hizmetinden memnuniyet düzeyi aslında tüm kurumun kurumsal imajını ilgilendirmektedir. Dolayısı ile hasta veya hasta yakınlarının geribildirimlerinin alınması, bunu belirli bir kalite döngüsü içinde sonuçlandırıp, gerek hasta veya hasta yakınına gerekse kurum yöneticilerine bilgi verilmesi önem arz etmektedir.

Literatürde hasta geri bildirimleri pek çok farklı boyuttan değerlendirilebilmektedir. Örneğin hastaların bakım süreci literatürde hasta merkezli bakım süreci olarak kendini bulmuştur ve özellikle halk sağlığı hizmetlerinde hastaları bakımlarının merkezine koyarak faaliyetlerini sürdürmektedir[7]. Balint [8], hasta merkezli bakımı, hastayı eşsiz bir insan olarak anlamak olarak ifade etmektedir. Ayrıca

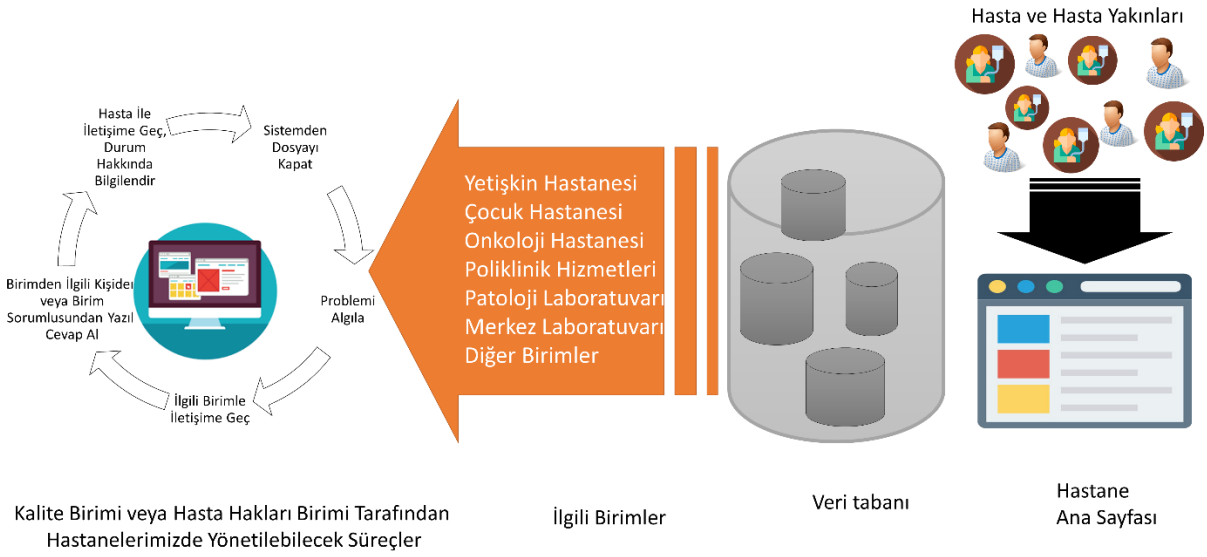
hasta merkezli bakımın unsurlarını, hastanın referansı, hastaya duygusal destek, fiziksel konfor, bilgilendirme ve eğitim, süreklilik ve değişim, bakım koordinasyonu, bakıma erişim ve son halkası olarak aile ve arkadaşların oluşturduğunu belirtmişlerdir [9,10]. Avustralya, Kanada, Danimarka, Hollanda gibi diğer ülkeler de, hasta merkezli bakımı ve diğer bakım kalitesi alanlarını iyileştirme çabalarında, kendi sağlık politikaları kapsamında hasta deneyimi ölçümlerini toplamak için sistemler kurmuştur [11]. Ülkemizde hasta geribildirimi ve memnuniyet düzeyi konusunda önemli çalışmalar gerçekleştirmiştir. E-nabız üzerinde (Bakınız: https://enabiz.gov.tr/) geliştirilen ve hasta memnuniyetini ve hizmetin alındığı doktoru değerlendirmemizi sağlayan uygulama bu duruma güzel bir örnek olarak verilebilir.

Her hastanenin benzer veya farklı sağlık hizmetleri vardır. En iyi sağlık hizmetinin seçilmesi, doktorun deneyimi, bakımın sürekliliği konusundaki geri bildirimi, bekleme süresi, bakımın maliyeti, hastane olanakları gibi birçok tercihten etkilenmektedir. Tercihler arasında hasta geri bildirimleri de oldukça etkilidir ve kalitesinin iyileştirilmesinde kritik bir rol oynamaktadır [12].

Polyakova [13]'ya göre, hastaların geri bildirimleri sadece sağlık hizmetlerinin seçimini etkilemekle kalmaz, sigorta acentesi seçimini bile etkileyebilir. Dolayısı ile hasta geri bildirimlerini, hastanın zorlanmadan ve üç tıklama kuralına uygun bir şekilde, geri bildirimini ilgili mercilere sunabilmesi, sağlık hizmetini aldığı hastanede bu geribildirimlerin değerlendirilmesi ve yönetimi için bir birimin varlığı sağlık hizmetinin kalitesinde kilit ve önemli bir unsur olarak karşımıza çıkmaktadır. Dolayısı ile bunu bir kalite döngüsü içinde, hastane yönetiminin ve gerektiğinde kalite süreçleri ile ilgilenen akreditasyon kurumlarınca denetimini sağlayacak şekilde bir sistemin kurgulanması önem arz etmektedir. Geliştirilen bu çalışma, bu yönde bir amaca hizmet etmekte ve bu noktada gerek kamu gerek özel hastanelerimiz için hasta geri bildirimlerinin değerlendirilmesi ve çözüm üretilmesi, dolaylı yönden kurumların hasta memnuniyet düzeyini artırıcı bir sistem olarak ortaya konulmaktadır.

## 2. Yöntem

Çalışmada gerçek bir problem ele alınmış, sağlık hizmetlerinde karşılaşılan hasta problemlerinin belirli bir iletişim kanalı aracılığı ile tam bir döngü halinde çalıştırılması hedeflenmiştir. Problem bir bilgi sisteminin geliştirilmesi ile çözülmüştür. İlgili bilgi sistemi PHP programlama diliyle kodlanmış, veriler Oracle veri tabanı üzerinde tutulmuştur. Çalışmanın sunumunda kullanıcı rolleri ve yetkileri iş süreçlerine göre tanımlanmış, her role görev ve yetkiler tanımlanmış, geliştirilen uygulamadan ara yüzler paylaşılmakta, veritabanı modellemesi ve özellikleri ile kimi yerlerde kritik diye adlandırabileceğimiz veya kullanıcıya örnek teşkil edebilecek kod bloklarından görünümler sunulmaktadır. Aşağıda Şekil 1 üzerinde hasta geri bildirim sistemi genel görünümü ve genel işleyiş ifade edilmektedir. Hastanın geri bildirim vermek için hastane ana sayfasına erişmesi, geri bildirim linkine tıklaması ve ilgili formu doldurup gönder tuşuna başlaması ile süreç hastane yönetiminin ilgisine sunulmaktadır.

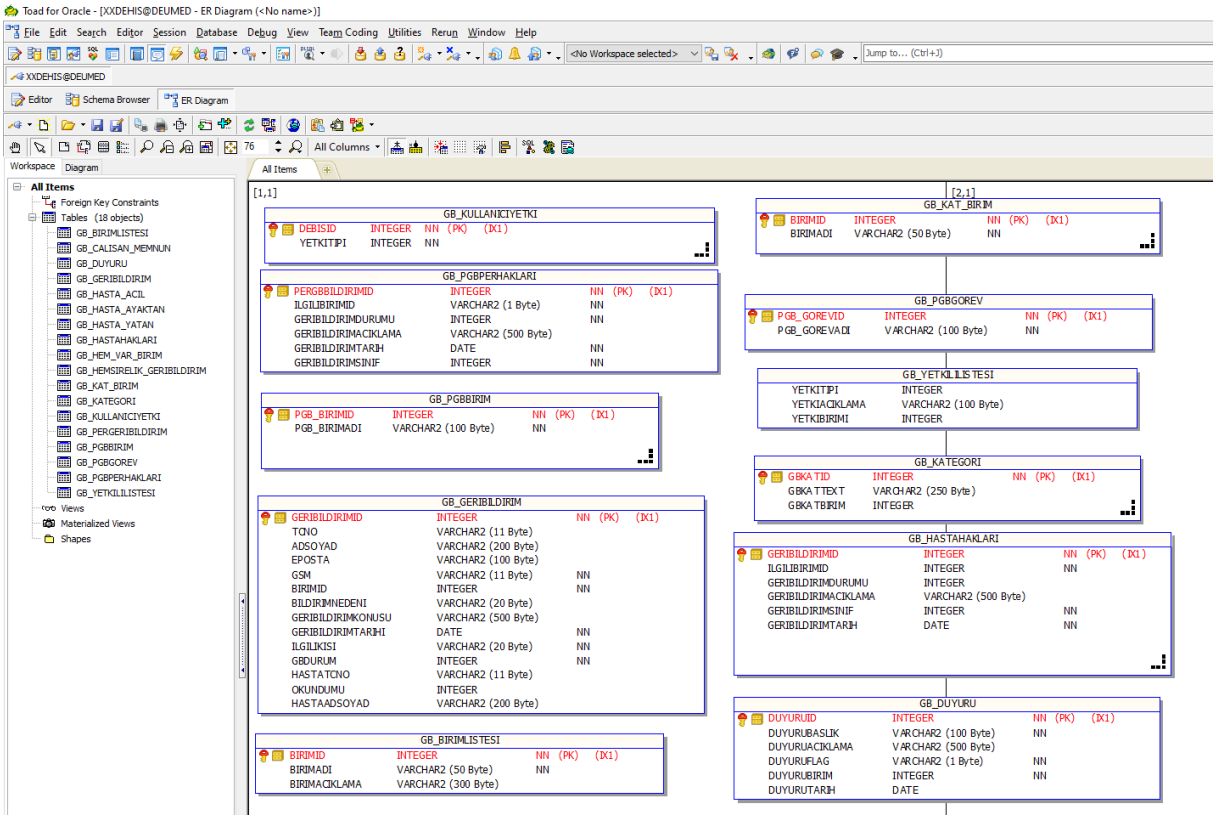



**Şekil 1.** Hasta geri bildirim sistemi genel görünümü ve kullanıcı rolleri

Kayıt altına alınan geri bildirim veya ilgili problem ilgili birim yetkilisi veya ana sorumlu ekranına birim özellikleri dikkate alınarak dağıtılmaktadır. Problemin iç tarafta çözümünden sonra, ilgili problemin kapatılması, sonucunun girilmesi ve değerlendirilmesi ile döngümüz tamamlanmaktadır. Bulgular ve tartışma bölümünde gerçekleştirilen sistemin literatürdeki diğer çalışmalar ile benzer yönleri ve bu tür hasta geri bildirim sistemlerinin artı ve eksi yönleri ve kurumsal kalite olgusuna katkısı ayrıca değerlendirilmektedir.

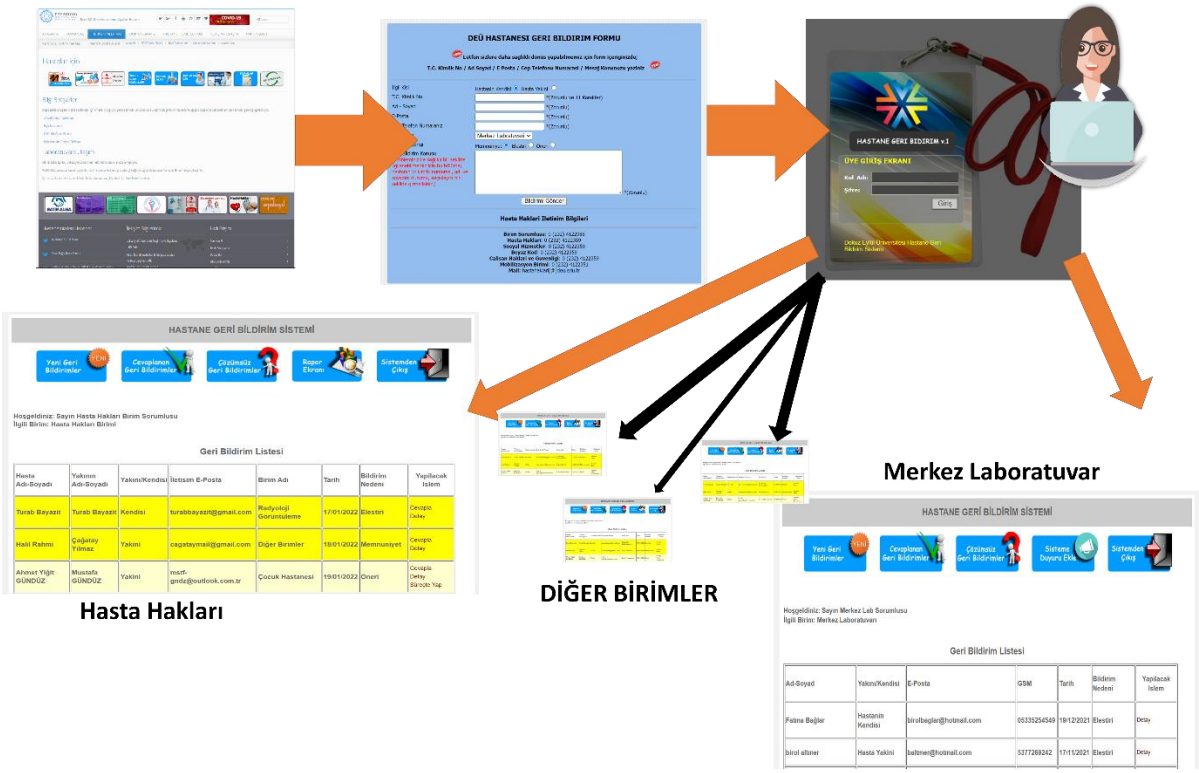
## 3. Bulgular ve Tartışma

Elektronik sağlık kayıt sistemi, halk sağlığı sürveyansını kapsayan halk sağlığı sisteminin mevcut uygulamasını iyileştirebilir, karar verme sürecini iyileştirebilir, hastalık araştırmasının doğruluk sonucunu iyileştirebilir ve birçok taraf arasındaki çift yönlü iletişimi geliştirebilir[14].Manuel sağlık kayıt sistemlerinin pek çok dezavantajı sayılabilir. Bunlar, tutarsız ve standart bir formatı olmayan kayıtlar, eksik veriler, gereksiz veya fazla tutulan veriler, sağlık sistemi için kritik olan veri tutarlığı konusunda hatalı sonuçlara imkân vermesi ifade edilebilir. Aşağıda Şekil 2 üzerinde geliştirilen bilgi sisteminin tablo yapısı Toad programı ile erişilen veri tabanı görünümü sunulmaktadır.




**Şekil 2.** Oluşturulan Bilgi Sisteminin Veri Tabanı Görünümü

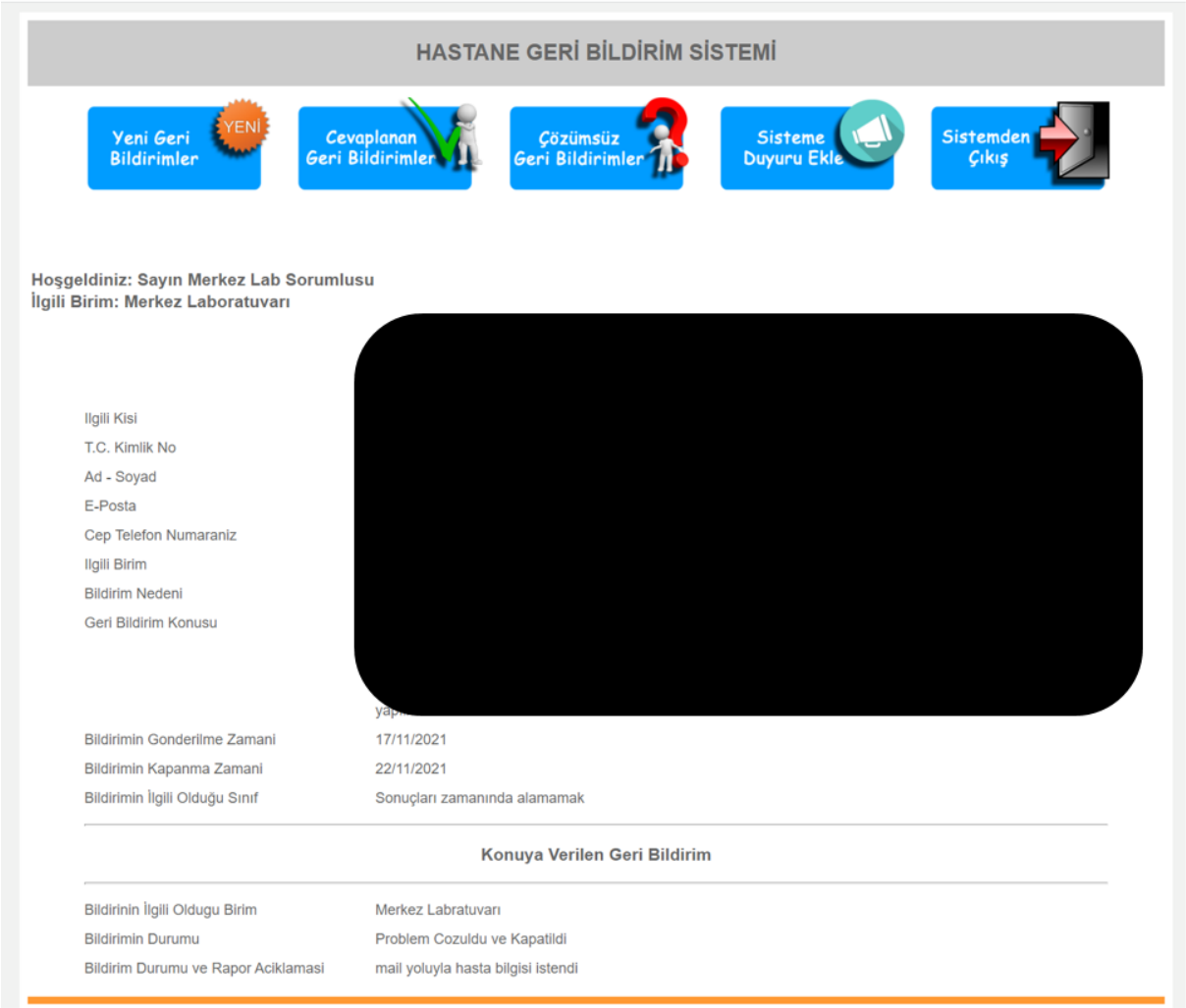
Hasta merkezli bakım ve hasta memnuniyeti, tıp enstitüsü tarafından sağlık hizmeti kalitesinin kilit boyutları olarak kabul edilir. İlgili kilit faktörler ise şu şekilde ifade edilebilir; *güvenli olma* (hastalara yardım etmeyi amaçlayan bakımdan hastalara zarar vermekten kaçınmak), *etkili olma* (faydalanabilecek herkese bilimsel bilgiye dayalı hizmet sunmak ve yararlanamayacak olanlara hizmet vermekten kaçınmak), *hasta merkezli olma* (bireysel hasta tercihlerine, ihtiyaçlarına ve değerlerine saygılı ve bunlara yanıt veren bakım sağlamak ve hasta değerlerinin tüm klinik kararlara rehberlik etmesini sağlamak), *zamanında olma* (hem alanlar hem de bakım verenler için beklemeleri ve bazen zararlı gecikmeleri azaltmak), *verimli olma* (ekipman, malzeme, fikir ve enerji israfı dahil olmak üzere israftan kaçınmak), *adil olma* (cinsiyet, etnik köken, coğrafi konum ve sosyoekonomik durum gibi kişisel özellikler nedeniyle kalitesi değişmeyen bakım sağlamak), şeklindedir[15]. Burada da sayıldığı gibi sağlık hizmeti kalitesinin en önemli unsurlarından birisi hasta merkezli olmasıdır. Bu noktada hasta veya hasta yakınlarının karşılaştığı problemler ile baş edebilmesi ve problemlerini çözebilmesi kalite faktörünün önemli unsurudur. Aşağıda Şekil 3 üzerinde geliştirilen uygulamanın canlı bir senaryosu ifade edilmektedir. Burada oluşturulan formda ilgili birimlerin iletişim bilgileri de yer almakta, iletişimde herhangi bir boşluk bırakılmamasına dikkat edilmiştir.




**Şekil 3.** Hasta veya Hasta Yakının Geri Bildiriminin Hastane Kullanıcıları Tarafından Görünümü

Gurung ve diğerleri [16] ve Skålén ve diğerleri [17], hastaların şikâyet etmemesinin nedenleri arasında müşteri şikayet ofislerinin iletişim bilgilerinin olmaması, karmaşık şikayet prosedürleri ve şikayetlerin ele alınmasında yetersiz şeffaflık sayılabileceğini ve aslında hasta şikayetlerinin pek çok farklı unsuru olduğunu belirtmişledir. Dolayısı ile yukarıda da ifade edildiği gibi hastanın problemini iletmede kolaylık sağlanması, hızlı ve etkin muatabı ile iletişime geçebilmesi hasta şikayetlerinin yönetimi için değerli ve kıymetli görülmektedir. Elbette hastanın tek şikayetinin nedeni tedavi sürecinin olağan ağrıları da olabilir. Öreğin hasta bakımı kimi zaman hastaya acı verebilir ve bu bir zorunluluk, gerekliliktir [18]. Bu noktada hastane yönetiminin veya ilgili birimlerde çalışan personelin bu unsurları dikkate alması, ticari bir firma gibi müşteri haklıdır felsefesinden ziyade tüm sürece hakim ve şikayet edilen unsur konusunda yeterli bilgi altyapısına sahip olması önemli ve değerli görülmektedir.

Yüksek düzeyde hasta memnuniyetinin sağlanması, bakımın kalitesi için önemlidir [19,20]. Hastalar, sağlık hizmeti sunumunun merkezinde yer alır, ancak çoğu zaman bakış açıları ve girdileri sağlayıcılar tarafından dikkate alınmaz[21]. Arap Baharını çok az kişi tahmin edebilirdi, ancak Facebook ve Twitter gibi medya tarafından açıkça etkinleştirildi. Şimdi bu teknolojiler, diğer pek çokları gibi sağlık hizmeti alanını da istila etmeye başlıyor. Sosyal medyanın ve daha geniş anlamda internetin toplumlar arasında büyük etkiler yarattığı yaygın olarak kabul edilmektedir. Aynı zamanda benzer hastalıkları olan diğer kişilerle bağlantı kurmak, deneyimlerini paylaşmak ve bu teknolojilerden yararlanarak hastalıklarını yönetmeye başlamak için interneti kullanılmaktadır[22]. Dolayısı ile hasta geri bildiriminin literatürde bu mecralardaki etkisini de tartışan pek çok yayına rastlanmaktadır [12,22]. Bu tür bilgi sistemlerinin geliştirilmesi ve etkin geri bildirim yönetiminin sunulmasının hasta hakları açısından olumlu değerlendirilmekte ve ayrıca olası olumsuz imaj oluşumunu da önleyebileceği değerlendirilmektedir.




**Şekil 4.** Merkez Laboratuvar Bir Hasta Geri Bildirimi Görünümü

Rozenblum ve Bates [22], hasta merkezli bakım ve sosyal medyanın birleştiğini, halk ve sağlık kuruluşları için büyük bir değeri olması muhtemel olan "mükemmel bir fırtına" olarak tanımlamışlardır.Ayrıca günümüzde twitter ve facebook gibi sosyal medya araçlarının hasta veya hasta yakınları için özellikle günlük hayatta yaşanılan olumsuz hizmet alışverişlerinde ilgili kurum veya kuruluşları ifşa etmek için kullanılması ve bu hattın kullanımının kimi zaman kurumları haklı oldukları noktalarda haksız duruma düşürebilmeleri veya müşteri üzerinde olumsuz bir imaj oluşturmasını sağlayabilir. Aslında kamu hizmetlerinin de bu durumdan etkilenmemesi mümkün değildir. Ayrıca, hastaların geri bildirimleri, sağlık hizmetleri alanlarının iyileştirilmesine yardımcı olur[12].

Arman ve diğerleri [23], Eriksson ve Svedlund [24], Wessel ve diğerleri [25], hasta geri bildirimlerinin çoğunlukla alınan hizmet sırasında karşılaşılan yetersiz iletişim, hastalara saygısız davranış ile karşılaşılması, nesneleştirilmesi, duyarsızlaştırılması, görmezden gelinmesi ya da hastanın yaşadığı güçsüzlük duygusundan kaynaklandığını ifade etmişlerdir. Elbette hasta memnuniyetsizliğinde pek çok neden olabilir ve pek çok farklı kategoride bu geri bildirimler sınıflandırılabilir. Çalışmamızda gerçekleştirilen hasta geri bildirim yönetim sisteminde 31 farklı kategoride geri bildirimler

sınıflandırılmakta ve aşağıda Tablo I üzerinde ifade edilmektedir. Sonraki çalışmalar için de kurgulanan bu sınıflandırmanın paylaşılması faydalı görülmektedir.

Tablo I. Geri Bildirim İçi Kullanılan 31 Ana Kategori

| Sıra | İçerik |
|---|---|
| 1 | Doktor Davranışı, İlgisizlik, Bekletilmek, Bilgilendirme Eksikliği, Yanlış, Geç Veya Eksik Tedavi Yapıldığını Düşünme Konusundaki Şikâyetler |
| 2 | Konsültasyona Cevap Verilmemesi Veya Geç Gelinmesi Şikâyetleri |
| 3 | Sekreter Davranışları, Eksik Veya Yanlış Bilgilendirilme Konusundaki Şikâyetler |
| 4 | Poliklinik Sekreterliği Telefonlarından Cevap Alınamama Şikâyetleri |
| 5 | Güvenlik Görevlisi Veya Danışma Görevlisi Davranışları Konusundaki Şikâyetler |
| 6 | Personel Davranışları Konusundaki Şikâyetler |
| 7 | Paramedik Davranışları Konusundaki Şikâyetler |
| 8 | Tekniker Ve Teknisyen Davranışları Konusundaki Şikâyetler |
| 9 | Tuvalet Arızaları Ve Hijyeni, Havlu Kâğıdı, Tuvalet Kâğıdı, Sıvı Sabun Konusunda Şikâyetler |
| 10 | Tuvalet Dışındaki Diğer Alan Hijyeni Konusunda Şikâyetler |
| 11 | Tıbbi Cihaz Arızası Veya Eksikliği Konusunda Şikâyetler |
| 12 | Hemşire Davranışı Ve İlgisizliği Konusundaki Şikâyetler |
| 13 | Muayene, Tetkik, Tedavi, Operasyon Ve/Veya Oda Ücretleri Konusundaki Şikâyetler |
| 14 | E-Randevu, Telefonla Randevu Alamama Veya Geç Randevu Alma Konusundaki Şikâyetler |
| 15 | Bilgi ve Belge İsteme, Öneri, İstek Diğer Vb. Konulardaki Şikâyetler |
| 16 | Aynı Gün İçinde 2. Polikliniğe Muayene Olamamak Veya On Gün İçinde Kontrol Muayenesi Alamamak Konusundaki Şikâyetler |
| 17 | İl Sağlık Müdürlüğü Safahat Yazıları (Birimlerden Cevap Yazı Gelmediği İçin) |
| 18 | Hasta Yemek Şikâyetleri |
| 19 | Yeşil Kartlı Hastaların Sevk İle İlgili Şikâyetleri |
| 20 | Hastaların Boş Yatak Olmaması Nedeniyle Uzun Süre Yatış İçin Çağrılamaması Şikâyetleri |
| 21 | Hastaların Yoğun Bakım Ünitelerinde Yer Bulamamaları Konusundaki Şikâyetler |
| 22 | Sedye Kazaları, Düşme, Kolunu Kırma Şikâyetleri |
| 23 | Hasta Oda Sıcaklığı-Soğukluğu, Havalandırma Şikâyetleri |
| 24 | Firmaların Alacaklarını Alamadıkları, Geç Aldıkları Hakkına Şikâyetler |
| 25 | Acil Servislerde Enjeksiyon Yapılmaması Konusundaki Şikâyetler |
| 26 | Su, Elektrik, Klima, Havalandırma Arızası, Teknik Yetersizlik Ve Fiziksel Koşulların Yetersizliği Konusundaki Şikâyetler |
| 27 | Hastaların Yanlış Rapor Düzenlenmesi Konusundaki Şikâyetler |
| 28 | Otopark Sorunu Konusunda Şikâyetler |
| 29 | Tahlil Ve Tetkik Sonuçlarının Geç Çıkması Şikâyetleri |
| 30 | Teşekkür Dilekçesi |
| 31 | Diğer |

## 4. Sonuç ve Öneriler

Çalışmamızda her ne kadar hasta geri bildirimlerinin niteliği üzerinde durulmamasına rağmen gerçekleştirilen sistemin sağlayacağı en temel unsurun verilen hizmet niteliği ve müşteri memnuniyetinin gözlemlenmesi, olası hata ve problemlerin etkin bir şekilde yönetilmesi açısından bu tür uluslararası literatür ile konunun tartışılması faydalı görülmüştür. Bu tür sistemlerin geliştirilmesi ve kayıt altına alınması gerek akreditasyon süreçlerinde gerekse hasta memnuniyetinin yönetimi için

önemli görülmektedir. Birim bazlı, kişi bazlı, problemlerin kümelendiği sınıflar ve kategoriler bazlı raporlanmasına imkân sunulmasının da sürdürebilir bir hastane kalite yönetim sürecine önemli bir katkı sunacağı ifade edilebilir.

Geliştirilen sistem sayesinde üst yönetim, zaman akışı içinde bir kuruma gelen genel problemler konusunda bilgilenebilmekte, problemlerin çözüm şekli konusunda değerlendirme yapabilmektedir. Elbette dönemsel olarak elde edilen bu verilerden ne tür kazanımlar sağlanabilir, hastane yönetimleri bu konuda ne elde edebilir, hastane süreçlerinde önemli bir geri bildirim olan hasta geri bildirimlerinden kalite süreçlerinde nasıl daha etkin faydalanılabilir bu soruların da cevabı aranmaktadır. Çalışmanın tüm bu yönleri ile diğer sağlık kurumlarının geliştirmeden elde edilen deneyim ve tecrübelerden faydalanabilmesi için zemin oluşturduğu ifade edilebilir. Aslında bu tür sistemlerin belirli bir kalite yönetim sistemi altında hasta, çalışan, doktor vb. farklı ihtiyaç ve ölçülmek istenen unsurlara göre çeşitlenmesi gerekliliği öneri olarak sunulabilir.

## 5. Kaynaklar

**[1]** Hsieh, S. Y. A system for using patient complaints as a trigger to improve quality. *Quality Management in Healthcare*. 2011, 20(4), 343-355.

**[2]** Howard, M.; Fleming, M. L.; Parker, E. Patients do not always complain when they are dissatisfied: implications for service quality and patient safety. *Journal of patient safety*. 2013, 9(4), 224-231.

**[3]** Darzi A., *High quality care for all: NHS Next Stage Review final report*. Department of Health, London. 2008

**[4]** Alemi, F.; Torii, M.; Clementz, L.; Aron, D. C. Feasibility of real-time satisfaction surveys through automated analysis of patients' unstructured comments and sentiments. *Quality Management in Healthcare.* 2012, 21(1), 9-19.

**[5]** Reader, T. W.; Gillespie, A.; Roberts, J. Patient complaints in healthcare systems: a systematic review and coding taxonomy. *BMJ quality & safety*. 2014, 23(8), 678-689.

**[6]** Allan, H. T.; Odelius, A. C.; Hunter, B. J.; Bryan, K.; Knibb, W.; Shawe, J.; Gallagher, A. Supporting staff to respond effectively to informal complaints: findings from an action research study. *Journal of Clinical Nursing*. 2015, 24(15-16), 2106-2114.

**[7]** Wong, E.; Mavondo, F.; Fisher, J. Patient feedback to improve quality of patient-centred care in public hospitals: a systematic review of the evidence. *BMC Health Services Research*. 2020, 20(1), 1-17.

**[8]** Balint, E. The possibilities of patient-centered medicine. *The Journal of the Royal College of General Practitioners.*1969, 17(82), 269-276.

**[9]** Cleary, P. D.; Edgman-Levitan, S.; McMullen, W.; Delbanco, T. L.. The relationship between reported problems and patient summary evaluations of hospital care. *Quality review bulletin.* 1992, 18(2), 53-59.

**[10]** Gerteis, M.. Through the patient's eyes: understanding and promoting patient-centered care. 1st Ed. Jossey-Bass, San Francisco, 1993.

**[11]** Robert, G.; Cornwell, J. Rethinking policy approaches to measuring and improving patient experience. *Journal of Health Services Research & Policy*. 2013, 18(2), 67-69.

**[12]** Silas, S.; Rajsingh, E. B.; Issac, T. WASF- Weighted average based subjective feedback system for E-healthcare services. In *2016 2nd International Conference on Next Generation Computing Technologies (NGCT)* IEEE, *University of Petroleum & Energy Studies Bidholi Campus, Via- Prem Nagar, Dehradun Uttarakhand (INDIA)*, 2016, pp. 35-39.

**[13]** Polyakova, M. Risk selection and heterogeneous preferences in health insurance markets with a public option. *Journal of Health Economics*. 2016, 49, 153-168.

**[14]** Tomines, A.; Readhead, H.; Readhead, A.; Teutsch, S. Applications of electronic health information in public health: uses, opportunities & barriers. *eGEMs*. 2013, 1(2), 1-9.

**[15]** Institute of Medicine. *Crossing the Quality Chasm: A New Health System for the 21st Century*. National Academy Press, Washington, D.C., 2001.

**[16]** Gurung, G.; Derrett, S.; Gauld, R.; Hill, P. C. Why service users do not complain or have 'voice': a mixed-methods study from Nepal's rural primary health care system. *BMC Health Services Research*. 2017, 17(1), 1-10.

**[17]** Skålén, C.; Nordgren, L.; Annerbäck, E. M. Patient complaints about health care in a Swedish County: characteristics and satisfaction after handling. *Nursing open*. 2016, 3(4), 203-211.

**[18]** Eriksson, K.; Charles, I.; Joan, E.; Karl, A.; Translation, E.; Charles, I.; Translation, E. *The suffering human being*. Nordic Studies Press, Chicago, 2006.

**[19]** Jha, A. K.; Orav, E. J.; Zheng, J.; Epstein, A. M. Patients' perception of hospital care in the United States. *New England Journal of Medicine*. 2008, 359(18), 1921-1931.

**[20]** Glickman, S. W.; Boulding, W.; Manary, M.; Staelin, R.; Roe, M. T.; Wolosin, R. J.; ... & Schulman, K. A. Patient satisfaction and its relationship with clinical quality and inpatient mortality in acute myocardial infarction. *Circulation: Cardiovascular Quality and Outcomes*. 2010, 3(2), 188-195.

**[21]** Rozenblum, R.; Lisby, M.; Hockey, P. M.; Levtizion-Korach, O.; Salzberg, C. A.; Lipsitz, S.; Bates, D. W. Uncovering the blind spot of patient satisfaction: an international survey. *BMJ quality & safety*. 2011, 20(11), 959-965.

**[22]** Rozenblum, R.; Bates, D. W. Patient-centred healthcare, social media and the internet: the perfect storm?. BMJ quality & safety. 2013, 22(3), 183-186.

**[23]** Arman, M.; Rehnsfeldt, A.; Lindholm, L.; Hamrin, E.; Eriksson, K. Suffering related to health care: a study of breast cancer patients' experiences. *International journal of nursing practice*. 2004, 10(6), 248-256.

**[24]** Eriksson, U.; Svedlund, M. Struggling for confirmation–patients' experiences of dissatisfaction with hospital care. *Journal of clinical nursing*. 2007, 16(3), 438-446.

**[25]** Wessel, M.; Helgesson, G.; Olsson, D.; Juth, N.; Alexanderson, K.; Lynöe, N. When do patients feel wronged? Empirical study of sick-listed patients' experiences with healthcare encounters. *The European Journal of Public Health*. 2013, 23(2), 230-235.

# İLERİ YAŞ BİREYLERDE SAĞLIK DESTEK UYGULAMASI

***Şahide Akbulut [1], Muhammed Hüseyin Yıldızbaş [2], Nupelda Atlı[3]***
[1]Batman Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Bölümü, Batman-Türkiye, sahide.akbulut@batman.edu.tr
[2]Batman Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Batman-Türkiye, muhammedyildizbass@gmail.com
[3]Batman Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Bölümü, Batman-Türkiye, atlinupelda6@gmail.com
[*] Sorumlu Yazar: sahide.akbulut@batman.edu.tr

***Özet:*** *Bu uygulamada; 65 yaş üstü raporlu ilaç kullanan bireylerin evde bakım sürecini desteklemek ilaç hatalarına bağlı olası sağlığı tehlikeye atacak, sağlığın korunmasını engelleyecek durumları en aza indirmek ve ilk yardım desteği sağlama niteliğinde olup akıllı ilaç kullanımı önemini vurgulamak ve hemşirelik uygulamalarında evde bakım hizmetleri konusunda hastayı bilgilendirerek iyileşme sürecinin desteklemesi amaçlanmıştır.*

***Anahtar sözcükler****: e-Reçete, Uzaktan Sağlık Hizmeti, 65 Yaş Üstü Bireylerde Evde Bakım Desteği.*

# HEALTH SUPPORT APPLICATION IN OLD INDIVIDUALS

***Şahide Akbulut [1], Muhammed Hüseyin Yıldızbaş [2], Nupelda Atlı[3]***
[1]Batman University, Faculty of Health Sciences, Department of Nursing, Batman-Turkey sahide.akbulut@batman.edu.tr
[2]Batman University, Faculty of Engineering and Architecture, Department of Computer Engineering, Batman-Turkey, muhammedyildizbass@gmail.com
[3]Batman University, Faculty of Health Sciences, Department of Nursing, Batman-Turkey, atlinupelda6@gmail.com
[*] Corresponding author: sahide.akbulut@batman.edu.tr

**Abstract:** *In this application To support the home care process of individuals over the age of 65 who use drugs with a report, to minimize the possible health risks due to medication errors, to prevent the protection of health, to provide first aid support, to emphasize the importance of smart drug use and to support the recovery process by informing the patient about home care services in nursing practices. Intended*

***Keywords:*** *e-Prescription, Remote Healthcare, Care Over 65 Home Care Support.*

## 1. Giriş

Dünya nüfusu hızla yaşlanmakta ve 2020 yılı verilerine göre, Dünya nüfusunun %9,30'unu ( 727 milyon) 65 yaş ve üstü nüfus oluşturmaktadır ve bu oran 2050 yılında ikiye katlayarak %16'ya (1,5 milyar) ulaşması tahmin edilmektedir [1]. Türkiye'de yaşlı nüfus olarak kabul edilen 65 yaş ve üstü yaştaki nüfus, son beş yılda %21,90 artarak 2019 yılında 7 milyon 550 bin 727 kişiye ulaşmıştır. Yaşlı nüfusun toplam nüfus içindeki oranı 2019 yılında %9,10'a yükselmiş olup bunun %55,80'nini kadın,

%44,20'sini erkek nüfus oluşturmuştur [2]. Nüfus projeksiyonlarına göre, yaşlı nüfus oranının 2023 yılında %10,2; 2030 yılında %12,9; 2040 yılında %16,3; 2060 yılında %22,6 ve 2080 yılında %25,6 olacağı öngörülmektedir [2]. 65 yaş ve üstü bireylerde vücutta tüm sistemlerinde yaşa bağlı fizyolojik ve patolojik değişiklikler oluşmaktadır. Bu yüzden olası günlük ya da akut stresle başa çıkabilme yetilerinin azalması, yaş ile birlikte fizyolojik, rezerv ve çoklu organ sistemlerinde risklerin ve düşme kaynaklı kırılganlığın artması klinik olarak tanımlamaktadır [3,4]. DSÖ fiziksel aktiviteyi, iskelet kasları tarafından üretilen, enerji harcaması gerektiren herhangi bir bedensel hareket olarak tanımlarken, egzersizi ise fiziksel sağlığın arttırılması veya sürdürülmesi amacıyla planlanan veya yapılandırılan bir fiziksel aktivite türü olarak tanımlar. Bu nedenle 65 yaş ve üstü bireylerde evde fiziksel aktivitenin devamlılığı sağlığın korunmasının yanı sıra sosyal, psikolojik ve bilişsel yararlılık açısından önemli bir rol oynar [5]. Artan yaşla birlikte düzenli egzersizlerin yapılması yaşla ilgili tüm nedenli mortalite ve morbiditenin azalması ile ilişkili olsa da olası bir düşme ve buna bağlı yaralanmaların orta çıkma riskini de berberinde getirmektedir. 65 yaş ve üstü bireylere özgül egzersiz önerileri, kişinin sağlık ve fiziksel aktivite düzeyine, mevcut hastalıkları ve fiziksel kısıtlılığına bağlı olarak değişim göstermektedir. Fiziksel egzersiz programı temel olarak aerobik egzersizleri, kuvvet çalışmalarını, denge ve esneklik egzersizlerini içeren aktiviteler ile desteklenir [6]. Ayrıca 65 yaş ve üzeri bireyler yine yaşa bağlı ya da süregelen kronik hastalıklarından dolayı gün içerisinde birden fazla ilaç kullanmak zorunda kalmaktadır. Bu durum, yaşlı bireylerde sağlığın korunması açısından oldukça önemlidir [7]. Evde bakım ve tedavisi devam eden yaşlı bireylerin ev içerisinde sık karşılaşılan düşme ile ilişkili yaralanmalar ile karşı karşıya gelmektedir [8]. Yapılan araştırmalarda, yaşlı bireylerin düşme nedeni ile acil servise getirilme sıklıklarının ve hastanede kalış sürelerini göz önünde bulundurduğumuzda evde sağlık bakımının devamlılığının sağlanması ve kontrol altında tutulmasının önemi artırmaktadır. Ayrıca birden fazla reçeteli ilaç kullanan yaşlı bireyler, reçete edilen ilaçların kullanımı üzerine çok fazla düşünceye kapılmaktadırlar. İlacını ne zaman alacağı, ilacının saatinin geçip geçmediği, ilacının miktarının ne kadar olduğu gibi problemler üzerine çok fazla düşünmektedir. Bu düşünceler bireyi günlük rutin işlerden alıkoymakta, sosyal yaşantısında ailesi ve arkadaşları ile olan sohbetlerinde aksama, günlük yaşam aktivitelerini yerine getirmede yetersizlik, sağlığın sürdürülmesi ve korunmasında güçlük ve engeller yaşamasına neden olmaktadır. 65 yaş üstü bireylerin ilaç alma kaygısı ve buna bağlı anksiyete yaşamasına yol açmaktadır. Yapılan çalışmalar, bir günde alınan ilaç sayısı arttıkça ilaca uyumun azaldığı belirtilmektedir. Buradaki amaç birden fazla İlaç alan hasta bireylerin ilaç kullanımı ile ilgili uyumunu arttırmaktır [9]. Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) akılcı ilaç kullanımını "bireylerin klinik bulgularına ve bireysel özelliklerine göre uygun ilacın, uygun süre ve dozda, en düşük maliyetle ve kolayca sağlanabilmesi" olarak tanımlanmıştır [10]. Akılcı ilaç kullanımı (AİK) hastaya doğru tanının konmasından başlayıp, hastanın özelliklerine göre en etkin tedavinin seçilmesi, tedavinin başlanması, sonuçların izlenmesi ve değerlendirmesini içeren sistematik bir yaklaşımdır. İlaçtan beklenen en yüksek faydanın sağlanabilmesi için ilaçların bu şekilde kullanılması zorunludur. Akılcı ilaç kullanımı dışında kalan diğer uygulamalar akılcı olmayan ilaç kullanımı olarak değerlendirilmektedir [10].

Akılcı ilaç kullanımı sayesinde toplum sağlığını gözetilir. Bireylerin yanlış şekilde, gereksiz yere, etkisiz ve yüksek maliyetli ilaç kullanımı çeşitli sorunlar yaşanmasına neden olmaktadır. 65 yaş ve üstü

bireylerde uygunsuz ilaç yazılması/kullanılması; hekim ve hemşirelerin evde bakım ve tedavi hakkında yeterli bilgilendirme yapmaması yanlış ilaç kullanımını kolaylaştırmaktadır [9].

İlaçlar, uygun şekilde kullanılırsa hastalığı iyileştirmeye ve ağrıyı hafifletmeye yardımcı olabilmektedir. İlaç harcamaları, toplam sağlık harcamalarının yaklaşık %25'ini oluşturmaktadır. Bu nedenle rasyonel ve etkin kullanımı çok önemlidir. İlaçların akılcı kullanımı hastalar ve toplum için daha iyi ve daha güvenli sağlık bakımı sağlamaktadır. Doğru ilacın, doğru hastaya, uygun dozlarda ve uygun zaman aralıklarında verilmesi hem bireyin sağlığını hem de toplumsal refahı artırmada önem arz etmektedir [11].

## 2. Yöntem

65 yaş ve üstü bireylerde uygunsuz ilaç yazılması/kullanılması; hekim ve hemşirelerin evde bakım ve tedavi hakkında yeterli bilgilendirme yapmaması yanlış ilaç kullanımını kolaylaştırmaktadır.

Bu uygulamada amaç birden fazla İlaç alan hasta bireylerin ilaç kullanımı ile ilgili uyumunu arttırmaktır. Bu amaçla evde hem bakım ve tedavi programları hem de korunma yöntemlerinin geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Akılcı ilaç kullanımı sayesinde 65 yaş ve üstü bireylerde toplum sağlığını gözetilip yanlış, gereksiz yere, etkisiz ve yüksek maliyetli ilaç kullanımı gibi çeşitli sorunlar yaşanmasına engel olmaktadır. Ayrıca Rehabilitasyon, eğitim ve destek hizmetleriyle 65 yaş ve üstü bireylere özgül uygun bir egzersiz programı sunarak kişinin sağlık ve fiziksel aktivite düzeyi, mevcut hastalıkları ve fiziksel kısıtlılığına yönelik düzenli aktiviteye içerisinde olmalarının desteklemesi sağlanmaktadır.

Teknoloji günümüzde ileri boyutlara ulaştı. Gelinen noktada artık sağlık hizmeti sunumunun bir bütün olarak elektronik ortamda gelişmesi, verilerin saklanması, tanı ve tedavilerin yürütülmesi ve sonuçlarının değerlendirilmesi süreçlerininde yine web tabanlı olarak sunumunu kapsamaktadır. Dolayısıyla e-sağlık, bir anlamda teknoloji çağında sağlığın yeni adı olarak karşımıza çıkmaktadır. Buyüzden bu amacımızı teknolojinin ulaştığı ileri boyutundan faydalanarak bir uygulama programı oluşturmak istiyoruz.

### 2.1. Yenilikçi (İnovatif) Yönü

Bu uygulama ile ilgili literatür taranmış, arama motorlarında yapılan aramalarda proje ulusal ve uluslararası yenilik açısından ele aldığımızda inovasyon kategorisine girmektedir. Literatür taraması sonuç benzer uygulamalara rastlanmıştır. Ancak bu proje de uygulamayı diğer uygulamalardan farklı tutan özellikler; Gün içerisinde birden fazla ilaç kullanan yaşlı bireylerde; ilaçların aldığı saatleri belirten bir liste ve saatleri hatırlatması için görsel (ışıklı) ve sesli uyaran özelliği olan bir alarm sistemi ile ilaç kullanımında kolaylık sağlanması hedeflenmiştir. Ayrıca evde sağlık bakımında düşme ve ev içi kazalara bağlı oluşan yaralanmaları en aza indirmek için egzersiz programlarının planlanması ile 65 yaş üstü bireylerin daha konforlu bir yaşam sürdürmelerinde katkı sağlanması hedeflenmiştir. Mevcut kullanılan akıllı telefonlarda kullanıma uygun olması ve hatalı ilaç kullanımında yanlış zaman olgusuna bakarsak birey evde ilacını alırken ve evde bakım ve tedavinin devamlılığını sağlanırken hemşirelik mesleğinin en önemli görevlerinden biri olan taburculuk eğitimi ve evde bakım basamaklarının bu uygulama ile video gösterimi aracılığıyla anlatımı planlanmıştır. Olası hatalı ilaç kullanımı ve yaralanmaları en aza indirmek için ve acil butonu özelliği ile 112 komuta kontrol merkezince öncelikli

yanıtlanması gereken çağrı kategorisinde değerlendirilmesi özelliğinden dolayı planladığımız uygulamanın varlığının yararlı olacağı düşünülmektedir.

**2.2. Uygulanabilirlik**

Planladığımız proje kullanımı mümkün olduğunca kolay olacaktır ve bireye tanıtımı Aile Sağlık Merkezlerinde çalışan hemşireler tarafından yapılacaktır.

## 3. Sonuç

Bu uygulamanın kullanımının yaygınlığı ile 65 yaş ve üstü bireylerde uygunsuz ilaç yazılması/kullanılmasının önüne geçilerek akılcıl ileç kullanınının sürdürülebilirliği sağlanacaktır.

## 4.Kaynaklar

**[1]** United Nations, World Population Ageing 2020 Highlights, October 2020 [İnternet]https://www.un.org/development/desa/pd/ (Erişim Tarihi:19.06.2021).

**[2]** Türkiye İstatistik Kurumu Haber Bülteni, İstatistiklerle Yaşlılar 2019, 18 Mart 2020 [İnternet] https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Istatistiklerle-Yaslilar-2019-33712 (Erişim Tarihi: 19.06.2021).

**[3]** Yalçıntaş A., 65 Yaş Üstü Bireylerde Düşkünlük ve Egzersiz Düzeyleri, Araştırma Makalesi, Ankara Med J, 2020;(4):917-925 // 10.5505/amj.2020.53215

**[4]** Soygüden A., Cerit E., Yaşlılar İçin Egzersiz Uygulamalarının Önemi, Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi - Yıl 8, Sayı 1, Haziran 2015; https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/86129

**[5]** World Health Organization, Physical Activity [İnternet] https://www.who.int/healthtopics/physical-activity (Erişim tarihi: 20.06.2021).

**[6]** Ergün M., Yaşlılık ve Egzersiz, Spor Hekimliği Dergisi Cilt: 48, S. 131-138, 2013; https://www.sporhekimligidergisi.org/tam-metin/36/tur

**[7]** Düşme Şikâyeti ile Acil Servise Başvuran 65 Yaş ve üzeri Hastaların Düşme Nedenleri ve Risk Faktörlerinin Araştırılması, Konuralp Tıp Dergisi 2019;11(2): 217-226

**[8]** Öztaş Ö.,Aalan G.K.,Yaşlı Bireylerin İlaç Uyumsuzluğu İle İlişkili İlaç Kullanım Davranışları ve Sağlık Okuryazarlığı Düzeyi ile İlişkisi, HUHEMFAD-JOHUFON 2019,6(3), 132-140

**[9]**http://www.akilciilac.gov.tr/?page_id=599#:~:text=Ak%C4%B1lc%C4%B1%20%C4%B0la%C3%A7%20Kullan%C4%B1m%C4%B1%2C%20DS%C3%96'n%C3%BCn,uygun%20maliyetle%20ve%20kolayca%20sa%C4%9Flayabilmeleridir.%E2%80%9D

**[10**] Balçık P. Y., Sarıgül S.S., Akılcı İlaç Kullanımı: Aile Hekimlerinde Bir Uygulama, Akılcı ilaç kullanımı: aile hekimlerinde bir uygulama. Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Elektronik Dergisi, 2020, 11(2), 402-412. https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/1171624

**[11]** Ekenler Ş., Koçoğlu D., Bireylerin Akılcı İlaç Kullanımıyla İlgili Bilgi ve Uygulamaları, Hacettepe Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Dergisi 2016, 3(3), 44-55; https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/330450

**[12]** Toygar Ş. A., E-sağlık uygulamaları, Yasama Dergisi, 101-123, 2018

**[13]** Durgun H., Turan N., Kaya H., Evde Bakımda Hasta Güvenliğine Yönelik Kanıt Temelli Uygulamalar: Sistematik Derleme, JAREN 2020;6(2):366-74, doi:10.5222/jaren.2020.02419

**[14]** Solmaz T., Evde Yaşayan 65 Yaş Ve Üzeri Yaşlı Bireylerin İlaç Kullanımı Ve Kendi Kendine İlaç Kullanım Yetisi, Yüksek Lisans Tezi, Konya–2008. http://www.akilciilac.gov.tr/?page_id=81

**[15]** Gürer A., Çırpan F.K., N. A.Özlen, Yaşlı Bakım Hizmetleri, Journal of Health Services and Education; 3(1): 1-6 ISSN: 2636-8285; DOI: 10.35333/JOHSE.2019.44

# *R İLE İÇERİK ANALİZİ VE DUYGU ANALİZİ PARİBU BORSASI*

***Enes Özer *[1], Nur Kuban Torun[2]***
[1]Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Bilecik-Türkiye, enesozer1675@gmail.com
[2]Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Bilecik-Türkiye, nurkuban.akdemir@bilecik.edu.tr
[*] Sorumlu Yazar: enesozer1675@gmail.com

***Özet:*** *Kripto para veya coin, bir değişim aracı olarak çalışmak üzere, işlemleri güvence altına almak için matematiğin bir dalı olan kriptografi kullanılarak tasarlanmış bir dijital unsurdur.Kripto paralar bir nevi dijital döviz, alternatif döviz ve sanal dövizdir. Kripto varlıklar, merkezi elektronik para ve merkezi bankacılık sistemlerin aksine tümüyle merkeziyetsizlerdir. Her bir kripto para biriminin merkeziyetsizliği, umumi işlem veri tabanı olan dağıtık muhasebe defteri (ledger) olarak işlev gören bir blok zincirinden (Blockchain) gelmektedir[1].Kripto para edinmek için ise kripto varlık -kripto para- borsalarına ihtiyaç duyulmaktadır. Kripto para borsalarının amacı kullanıcılarının kolay bir şekilde kripto para alım satım işlemlerini gerçekleştirmelerine imkan sağlamasıdır. Bu çalışmada Paribu borsası üzerine incelemeler yapılmıştır. Paribu Türkiye'de hizmet veren kripto varlık -kripto para- alımı ve kripto varlık satışı yapılan borsadır. Sosyal medya araçlarından biri olan Twitter'ı kullanarak yapılan çalışmada elde edilen veriler ışığında insanların "#paribu" etiketli paylaşımları incelenerek, insanların Paribu kripto varlık borsası hakkındaki yorumlarını, kripto paralara bakış açısını, tercih ettikleri kripto varlıklar hakkında bilgi sahibi olmayı amaçlanmaktadır. Çalışmada Twitter aracılığıyla elde edilen 21 günlük verilerle içerik analizi yapılmıştır. Bunun yanı sıra insanların Paribu kripto varlık borsası hakkındaki olumlu, olumsuz ve nötr yorumları incelenerek duygu analizi yapılmıştır. Sonuç olarak Paribu borsasından daha fazla borsada alım satım yapılan kripto varlıklar -kripto paralar- hakkında tepkiler elde edilmiştir.*

***Anahtar sözcükler:*** *İçerik Analizi, Duygu Analizi, Kripto Para, Twitter, Paribu*

# *CONTENT ANALYSIS AND EMOTION ANALYSIS WITH R: PARIBU*

***Enes Özer*[1], Nur Kuban Torun[2]***
[1]Bilecik Seyh Edebali Universty, Bilecik-Turkey, enesozer1675@gmail.com
[2]Bilecik Seyh Edebali Universty, Bilecik-Turkey, nurkuban.akdemir@bilecik.edu.tr
[*] Corresponding author: enesozer1675@gmail.com

***Abstract****: Crypto money or coin is a digital element designed to work as a medium of exchange, using cryptography, a branch of mathematics, to secure transactions. Crypto moneys are a kind of digital currency, alternative currency, and virtual currency. Crypto assets are completely decentralized, unlike centralized electronic money and central banking systems. The decentralization of each crypto money comes from a blockchain that functions as a public transaction database, a distributed ledger. Crypto-asset-crypto-money exchanges are needed to acquire cryptocurrencies. The purpose of crypto money exchanges is to allow their users ease of performance on crypto money trading. In this research, the Paribu stock market was examined. Paribu is a stock market in Turkey where crypto assets –crypto money- purchase and crypto assets are sold. In the light of the data through the shares of "#paribu" tag*

*in the Twitter which is the one of the social media tools, people's comments about the Paribu crypto asset exchange, their perspective on crypto moneys, and their preferred crypto assets are aimed to examine. In the study, content analysis was carried out with 21-day data obtained through Twitter. In addition, sentiment analysis was conducted by examining people's positive, negative and neutral comments about the Paribu crypto asset exchange. As a result, reactions about the most often traded crypto assets –crypto money in Paribu exchange have been obtained.*

***Keywords:*** *Content Analysis, Sentiment Analysis, Crypto Money, Twitter, Paribu*

## 1. Giriş

Günümüzde en yaygın şekilde kullanılan iletişim araçlarının başında sosyal medya gelmektedir.Güncel bilgiler, haberler ve gelişmeler günümüzün medyası haline gelen sosyal medya aracılığıyla insanların erişimine açıktır. Sosyal medya araçlarından biri olan Twitter, güncel gelişmelerin takibi konusunda önemli bir yerdedir. İnsanların gelişmelere tepkilerini yazılı, görsel ve video şeklinde bu mecrada paylaşmaktadırlar. Twitter, gerek güncel gelişmeleri içermesiyle gerek insanların yaygın kullanımından dolayı veri analizi yapmak için önemli bir veri seti içermektedir R programlama ile Twitter üzerinden veri çekerek içerik analizi yapılmıştır. İçerik analizine başlamadan önce Twitter geliştirici hesabına sahip olunması gerekmektedir. Yapılacak olan tüm işlemler Twitter'ın vermiş olduğu api keyleri kullanılarak yapılmıştır. Burada "#paribu" etiketiyle atılmış olan tweetler hakkında içerik analizi ve duygu analizi yapılmıştır. Paribu, Türkiye'de hizmet vermekte olan kripto varlık borsasıdır. Kullanıcılarının bir çoğu Türk vatandaşlarından oluşmaktadır .

Daha önce bir çok kez kripto varlıklar -kripto paralar- üzerine duygu analizi yapılmıştır. Bu çalışmayı diğerlerinden ayıran özellik kripto varlık borsası üzerine yapılmış bir çalışma olmasıdır.

Polat ve Akbıyık 2019 yılında yaptıkları çalışmada, Twitter üzerinden yapılan paylaşımlar ile Bitcoin'in fiyat hareketi arasındaki ilişkiyi görmeye çalışmışlardır.Yapılan paylaşımlar ile Bitcoin fiyatlarının granger nedeni olmadığını ortaya çıkarmışlardır. İkinci ilişki yönünden ise Bitcoin fiyatının Twitter paylaşımlarının granger nedeni olduğunu tespit etmişlerdir [2].

Erdinç ve Bursa 2021 yılında yapmış oldukları çalışmalarında ,Ripple isimli kripto para üzerine paylaşılmış olan 40959 Türkçe tweeti incelemiş , Ripple'ın gün sonu fiyatı arasındaki Toda-Yamamoto nedensellik testi uygulamış ve tek yönlü bir nedensellik bulmuşlardır. Türkçe tweetlerin, Ripple'ın fiyatları üzerinde etkili olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Ancak Türkçe tweetlerin etkilediğine dair yeterli bir kanıt bulamamışlardır[3].

Köksal vd. , tarafından 2021 yılında yaptıkları çalışmalarında Twitter üzerinden elde ettikleri verileri Python programlama dili vasıtasıyla olumlu, nötr ve olumsuz tepkileri ayırarak etiket bulutu halinde toplamışlardır. Lojistik Regresyon ve Naive Bayes algoritmaları kullanarak oluşturdukları modellerin başarı oranlarını karşılaştırımışlardır. Naive Bayes yönteminin tweetlerdeki duyguları tahmin etmedeki başarı oranını %72,19 bulurken, Lojistik Regresyon yönteminde ise bu oran %75,53 şekilde olmuştur. Bitcoin kelimesini içeren günlük pozitif tepkili tweet oranı ile Bitcoin günlük açılış değeri beraber kullanılarak Bitcoin'in kapanış değeri tahminlemesini yapmışlardır. Elde ettikleri sonuçlara göre Doğrusal Regresyon da $r^2$ değeri %88,97 çıkarken, Rastgele Orman Regresyonu yönteminde ise $r^2$ değeri %94,16 olmuştur[4].

Chem vd. 2020 yılında yaptıkları çalışmada makine öğrenimi ile Bitcoin'in fiyatını tahminlemesi üzerinde durmuşlardır. Günlük fiyat tahmini, en yüksek doğruluklarla daha iyi bir performans elde edilen yöntem %66 ile istatistiksel yöntemler ve ondan sonra gelen %65,3 makine öğrenme algoritmaları yöntemidir[5].

Lamon vd. 2017 yılındaki çalışmalarında Bitcoin , Litecoin ve Ethereum isimli kripto paraların sosyal medya tepkileriyle fiyat hareketlerinin tahmini üzerinde durmuşlardır. Bitcoin ve Litecoin için

en iyi tahimini lojistik regresyon yöntemi sağlamıştır ,Ethereum için naive bayes en iyi tahminleri sağlamıştır[6].

İçerik analizi ve duygu analizi yapmak için R Studio ve veriler için Twitter'dan yararlanılmıştır.

Çok sayıda içeriği analiz etmek için kullanılan, sosyal bilimler araştırmalarının vazgeçilmez yöntemlerinden biri olan içerik analizi; çoğunlukla söz konusu içeriklerdeki temalar, örüntüler, kalıplar, sık geçen kelimeler gibi içeriğin önemli olduğu düşünülen parçalarını belirlemek ve analiz etmek için kullanılır.Belirli bir konuda o konuyla ilgili dolaylı ve doğrudan bağlantılı sözcüklerin hangi sıklıkla ve hangi bağlamda geçtiklerini anlamak için yapılan analizlere içerik analizi denir. İçerik analizi genellikle bilgisayar yazılımları vasıtasıyla yapılır[7].

Metin madenciliği alanında başlıca programlama dillerinden biri olan "R" bu çalışma için kolay kullanım avantajı sunduğundan dolayı tercih edilmiştir. Çalışmanın içerik analizi kısmında 21 gün (23 Aralık- 13 Ocak) boyunca atılmış tweetlerden oluşan veri seti kullanılmıştır. Tweetlerde en çok kullanılan kelimelerin konu etiketiyle bağlantısı incelenmiştir.Çalışmanın ikinci kısmında duygu analizi yapılmıştır.

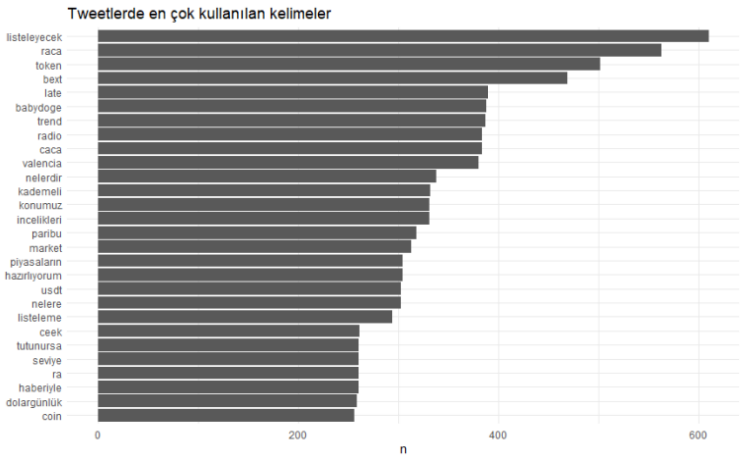
Duygu analizi temel olarak bir metin işleme işlemi olup verilen metinin duygusal olarak ifade etmek istediği sınıfı belirlemeyi amaçlar.Duygu analizi yapılan metinde geçen olumlu , nötr ve olumsuz ifadelere göre sınıflandırma yapmayı amaçlamaktadır[8].

Duygu analizi için pozitif ve negatif kelimelere ihtiyaç duyulmaktadır. Pozitif ve negatif kelimelerin kullanımına göre atılan tweetler sınıflandırılmıştır. Atılan tweetlerin içerisinde pozitif kelimeler var ise buradan insanların "#paribu" etiketine tepkisinin olumlu , eğer atılan tweetlerin içerisinde negatif kelimeler var ise insanların "#paribu" etiketine tepkisinin olumsuz olduğunu bunların dışında hem pozitif hem de negatif kelimelerin bulunmadığı tweetler ise nötr olarak değerlendirilmiştir.

Duygu analizi yapmak için sözlüğe dayalı yöntem kullanılmıştır.Sözlüğe dayalı yöntemde metinlerde yer alan ve duygu ifade eden kelimeler, önceden belirlenmiş duygu skoru ile değerlendirilirler.Sözlüğe dayalı yaklaşımda, metinde duygu ifade eden kelimeler -5 ile +5 arasında önceden belirlenmiş duygu puanları ile değerlendirilir ve toplam puana göre cümlenin veya metnin olumlu ya da olumsuz duygu içerip içermediği belirlenir. Cümle veya metindeki her kelimenin puan değerini yazıp toplanır, elde edilen değer 0'dan büyükse cümle olumlu, 0'dan küçükse cümle olumsuz bir duygu içerir. Toplam puanı 0 olan cümleler nötr olarak kabul edilir. Bu cümlelerin hiçbir duygusal ifade içermediği söylenir[9].

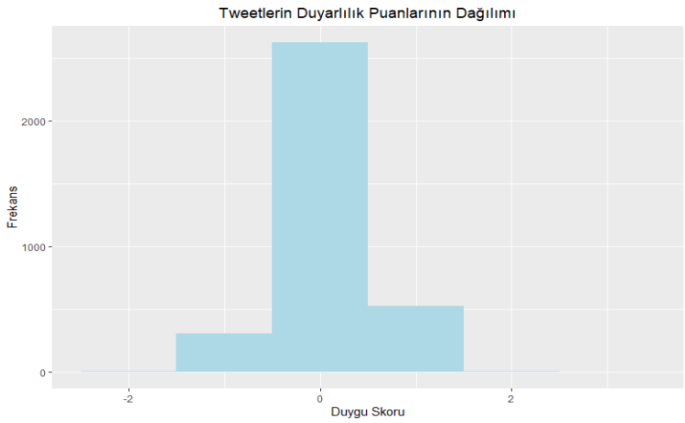
## 2. Bulgular

İçerik analizi için, 23 Aralık – 13 Ocak arasında "#paribu" etiketiyle atılmış olan tweetlerden oluşan veri seti kullanılmıştır Tweetlerde en çok kullanılan kelimeler Şekil 1'deki gibidir.

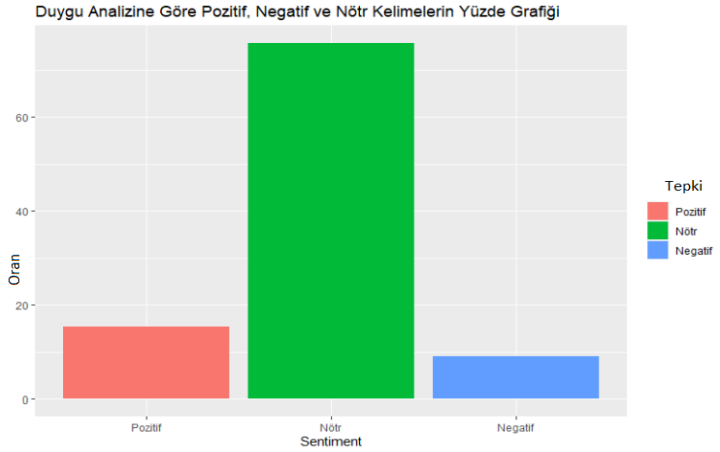



Şekil 1. #paribu etiketiyle paylaşılan tweetlerde en çok kullanılan kelimeler.

Duygu analizi için Twitter üzerinden çekilen güncel veriler kullanılarak, bu verilerin içerisinde önceden tanımlanmış olan "pozitif" ve "negatif" kelimelere göre bir duygu puanı verilmesiyle yapılmıştır. Duygu skorunun dağılımı Şekil 2'deki gibidir. İnsanların "#paribu" etiketiyle atmış olduğu tweetlerin "pozitif", "nötr" ve "negatif" olarak oransal dağılım grafiği Şekil 3'deki gibidir.




Şekil 2. Duygu skorunun dağılımını gösteren grafik.




Şekil 3. #paribu etiketiyle paylaşılan tweetlere verilen tepkileri gösteren oransal grafiği.

Tepkilerin oransal dağılımı pozitif kelimeler için %15.75, nötr kelimeler için %75.72 ve negatif kelimeler için %9.02 olmuştur. Tablo 1'de gösterilmektedir.

Tablo I. Tepkilerin oransal dağılımı

| **Tepki** | **Oran** |
|---|---|
| Pozitif | %15.25 |
| Nötr | %75.72 |
| Negatif | %9.02 |

## 3. Sonuç

İçerik analizi bulgularına bakıldığında Paribu borsasında bulunan kripto varlıklar, kripto paralar oldukça önemlidir. Bundan dolayı "#paribu" etiketiyle atılan tweetlerin bir çoğuda kripto varlıklar kripto paralar ile ilişkili tweetler bulunmaktadır.

Toplamda 12.627 tweet çekilmiştir ve #paribu etiketiyle beraber paylaşılan tweetlere bakıldığında sayısal olarak 600'ün üzerinde "listelenecek" ifadesi kullanılmış. Tweetler incelendiğinde yeni bir kripto varlığın -kripto para- Paribu borsasında listeleneceği haberleri ile ilgili haber ve yorumlar bulunmaktadır. Başlıca haberlerden bazıları en çok kullanılan kelimeler arasında bulunan "raca" , "radio" ve "caca" kelimelerinin sıklıkla kullanıldığını görülmektedir. Bu üç ifade de "Radio Caca" kripto varlığını -kripto parasını- ifade etmektedir. Buradan yapılacak çıkarım , "Radio Caca" ' nın Paribu borsasında listeleneceği haberi olduğu düşünülmektedir.

"Valencia" , "ceek", "bext", "babydoge" gibi ifadelerinin tweetlerde çok sayıda geçmesinin sebebi ise "Valenica" ve "ceek" isimli kripto paraların Paribu borsasında listelenmesi ile bağlantılıdır. "babydoge" ifadesi ise insanların Paribu borsasında listeleneceği haberlerine verilen tepkilerini içerdiği için bu listede bulunmaktadır. "dolar günlük" kelimesinin yorumunu ise güncel dolar kurunun bot hesaplar tarafından "#paribu" etiketiyle beraber sürekli olarak paylaşılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. "paribu", "market", "piyasaların", "coin" vb. kelimelerin tweetlerden en çok kullanılan kelimeler arasında çıkmasının sebebi ise bu kelimelerin kripto varlıklar -kripto paralar- ile ilişkilendirilen ifadeler olmasıdır.

Duygu analizi bulgularına bakıldığında , pozitif, negatif ve nötr kelimelerin değerlendirilmesi ile duygu analizini yorumlamasını gerçekleştirilmiştir. Duygu analizinin bulgularında insanların #paribu etiketine tepkileri %75.72 oranında nötr olarak oluşmuştur. Pozitif bir başka deyişle olumlu tepkilerin oranı %15.25 ve negatif yani olumsuz tepkilerin oranı %9.02 şeklindedir.Elde edilen bulgularda nötr tepkilerin toplam tepkilerin %75.72'sini oluşturduğunu göz önünde bulundurularak yapılacak çıkarım, insanların doğrudan Paribu borsasına değil, Paribu borsası içerisinde yer alan kripto varlıklara -kripto paralara- yönelik olduğu düşünülmektedir. Pozitif tepkilerin nedenlerinden birisi kullanıcılarda bulunun kripto paraların fiyatının yükselmesi ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Aynı şekilde negatif tepkili tweetlerin oranın önemli bir kısmıda kullanıcılarda bulunan kripto paraların fiyatının düşmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

## 4. Öneriler

Duygu analizi için, "negatif" ve "nötr" tepkilerin nasıl "pozitif" tepkilere dönüştürüleceği hakkında ayrıntılı bir analiz yaparak bir çalışma yapılabilir.

Bu çalışma 21 günlük veriler kullanılarak yapılmıştır. Gelecek çalışmalarda daha büyük veriler ile daha uzun süreli bir çalışma yapılabilir. Ayrıca veri kaynağı yalnızca Türkçe yazılmış tweetlerle sınırlıdır ve çalışmaya ilişkin analizler metin verisi ile sınırlıdır. Bunlarda çeşitlendirilebilir.

## 5. Kaynaklar

**[1]** Kripto Para, https://tr.wikipedia.org/wiki/Kripto_para.

**[2]** Polat, M., & Akbiyik, A.Sosyal Medya Ve Yatırım Araçlarının Değeri Arasındaki İlişkinin İncelenmesi: Bitcoin Örneği. Akademik İncelemeler Dergisi, 14(1), 443-462.., 2019, 14.1: 443-462. https://doi.org/10.17550/akademikincelemeler.543486

**[3]** Erdinç, U., & Bursa, N. Covid-19 Pandemi Sürecinde Twitter Yorumları İle Altcoin Kripto Para Piyasası Arasındaki Nedenselliğin Duygu Analizi İle İncelenmesi: Ripple Örneği. Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi, 2021, 19(4), 362-381. https://doi.org/10.11611/yead.991718

**[4]** Köksal, B., Erdem, G., Türkeli, C., & Öztürk, Z. K. Twitter'da Duygu Analizi Yöntemi Kullanılarak Bitcoin Değer Tahminlemesi. Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 2021, 9(3), 280-297. https://doi.org/10.29130/dubited.792909

**[5]** Chen, Z., Li, C., & Sun, W. Bitcoin Price Prediction Using Machine Learning: An Approach To Sample Dimension Engineering. Journal Of Computational And Applied Mathematics, 2020, 365, 112395. https://doi.org/10.1016/j.cam.2019.112395

**[6]** Lamon, C., Nielsen, E., & Redondo, E. Cryptocurrency Price Prediction Using News And Social Media Sentiment. SMU Data Sci. Rev, 2017, 1(3), 1-22. http://cs229.stanford.edu/proj2017/final-reports/5237280.pdf

**[7]** İçerik Analizi Nedir? Nasıl ve Neden Yapılır ?, https://icerik.com/blog/icerik-analizi-nedir.

**[8]** Seker, S. E. Duygu Analizi (Sentimental Analysis). YBS Ansiklopedi, 2016, 3(3), 21-36.

**[9]** Kızılkaya, Y. M., Duygu Analizi Ve Sosyal Medya Alanında Uygulama, Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi, Bursa, TR, 2018

# MAKİNE ÖĞRENMESİ YÖNTEMLERİ KULLANILARAK KALP HASTALIĞI TAHMİNİ

***Yunus Emre Demir* *[1], Abidin Çalışkan[2]**
[1]Batman Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Elektrik Elektronik Mühendisliği ABD, Batman-Türkiye, yemredemir817@gmail.com
[2]Batman Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Batman-Türkiye, abidin.caliskan@batman.edu.tr
[*] Sorumlu Yazar: yemredemir817@gmail.com

***Özet:*** *İnsan ölümlerine yüksek oranda sebep olan kalp hastalığı aslında çeşitli kalp rahatsızlıklarının genel tanımıdır. Kalp hastalığını erken teşhis durumunda, önlem alınıp birçok insanın hayatı kurtarılabilmektedir. Gelişen teknoloji 'de yapay zeka, veri madenciliği, makine öğrenmesi gibi alanlar ile bu erken teşhis çok daha kolay ve önemli bir hale gelmiştir. Pek çok araştırmacı bu konuda araştırmalar yapmış ve güzel sonuçlar elde edilmiştir. Bu çalışmada, Python programlama dili kullanılarak kalp rahatsızlığına ait veri seti sınıflandırılmış olup, k-en yakın komşuluk (KNN), Destek Vektör Makineleri (DVM), Naive Bayes (NB), Karar Ağaçları (KA), Rastgele Orman (RO) ve Lojistik Regresyon (LR) yöntemlerinin tahmin sonuçları karşılaştırılmıştır. Kullanılmış olan sınıflandırma yöntemleri ile başarılı performans değerleri elde edilmiş olup, en yüksek başarı oranını KNN sınıflandırma modeli ile elde edilmiştir.*

***Anahtar sözcükler****: Veri Madenciliği, Kalp Hastalığı, Yapay Zeka, Sınıflandırma.*

# PREDICTION OF HEART DISEASE USING MACHINE LEARNING METHODS

***Yunus Emre Demir* *[1], Abidin Çalışkan[2]**
[1]Batman University, Graduate School of Education, Department of Electrical and Electronics Engineering, Batman-Turkey, yemredemir817@gmail.com
[2]Batman University, Faculty of Engineering and Architecture, Department of Computer Engineering, Batman-Turkey, abidin.caliskan@batman.edu.tr
[*] Corresponding author: yemredemir817@gmail.com

***Abstract:*** *Heart disease, which causes a high rate of human deaths, is actually the general definition of various heart diseases. In case of early diagnosis of heart disease, many people's lives can be saved by taking precautions. In developing technology, this early diagnosis has become much easier and more important with fields such as artificial intelligence, data mining and machine learning. Many researchers have done research on this subject and good results have been obtained. In this study, the dataset of heart disease was classified using the Python programming language, k-nearest neighbor (KNN), Support Vector Machines (DVM), Naive Bayes (NB), Decision Trees (KA), Random Forest (RO) and Logistics. The estimation results of the regression (LR) methods were compared. Successful performance values were obtained with the classification methods used, and the highest success rate was obtained with the KNN classification model.*

***Keywords:*** *Data Mining, Heart Disease, Artificial Intelligence, Classification.*

## 1. Giriş

Kalp hastalığı dünya genelinde çok yaygın ve ölüm oranı son derece yüksek bir hastalıktır. Dünya Sağlık Örgütü verilerine göre dünya üzerindeki tüm ölümlerin %31'den fazlası kalp damar hastalıklarına bağlı olarak gerçekleşmektedir [1]. Günümüzde bu oran ciddi bir şekilde artmaktadır. Bunun ana nedeni, doktorların hastalarını sağlıklı hale getirebilmek uygun önlemleri almasına rağmen hastaları zamanında tedavi edemediğinden kaynaklanmaktadır. Dünya sağlık örgütü, veri madenciliğinin çeşitli hastalıkların erken evresini tahmin etmeye yardımcı olabileceği ve hastalığa kesin çözüm sunabileceğini fark etmiştir [2]. Veri madenciliğindeki teknik ve tahmin modellerini kullanarak bir hastanın gelecek yıllarda kalp hastalığına yakalanma olasılığı bulunabilir. Tahmin modelleri geçmişteki hasta verilerine dayanarak tahminde bulunur. Gelecekte kalp hastalığına yakalanabilecek hastalar belirlenebilirse doktor hastaya yardım etmek için uygun önlemleri alabilir. Bu makale kalp hastalığı tedavisi için verilere veri madenciliği teknikleri uygulanarak kalp hastalığı teşhisinde en güvenilir performansı sağlayan modeli bulmayı amaçlamaktadır.

## 2. Literatür Taraması

Literatürde kalp hastalıkları da dahil olmak üzere bir çok sağlık alanında bu tür çalışmalar yapılmış ve yapılmaya devam etmektedir. KNN, DVM, NB, KA, RO, LR ve Yapay Sinir Ağları (YSA) gibi algoritmalar çeşitli araştırmacılar tarafından geliştirilmiş ve uygulanmıştır. Detrano ve ark. kalp hastalığı için LR sınıflandırıcı tabanlı bir karar destek sistemi ile %77'lik bir doğruluk elde ettiler [3]. Gudadhe ve ark. kalp hastalığı için çok katmanlı algılayıcılar ve DVM algoritmalarını kullanarak %80,41 doğruluk elde ettiler [4]. Kahramanli ve Allahverdi, çalışmalarında YSA ve Bulanık Sinir Ağlarını (BSA) içeren hibrit bir sinir ağı tasarlamış ve Cleveland datasetine uyguladıklarında %87,4'lük bir doğruluk elde ettiler [5]. Yılmaz ve ark. kalp hastalığı için DVM algoritmasını kullanarak verileri sınıflandırıp performansını daha fazla artırmak için 10x çapraz doğrulama yöntemi kullanmışlardır. Statlog Veri Seti, SPECT Heart veri seti ve Pima Indians veri seti için sırasıyla %97.87, %98.18, %96.71 doğruluk oranları elde etmişlerdir [6].

## 3. Veri setine Genel Bakış

### *3.1. Veri Seti*

Bu çalışmada Heart Disease adresindeki veri seti kullanılmıştır [7]. Bu adreste birden çok veri kümesi bulunmaktadır. Veri setlerindeki tek fark hastanenin bulunduğu konumlardır. Biz Cleveland eyaletinden alınan hasta verilerini kullandık. Normal şartlarda bu veri setleri 76 adet öznitelik içermektedir fakat yayınlana deneylerde bunların 14'ünün yeterli olduğu kanısındadır. Veri setinde toplam 303 adet kayıt mevcuttur. Tablo 1'de veri setinin öznitelikleri detaylıca belirtilmiştir.

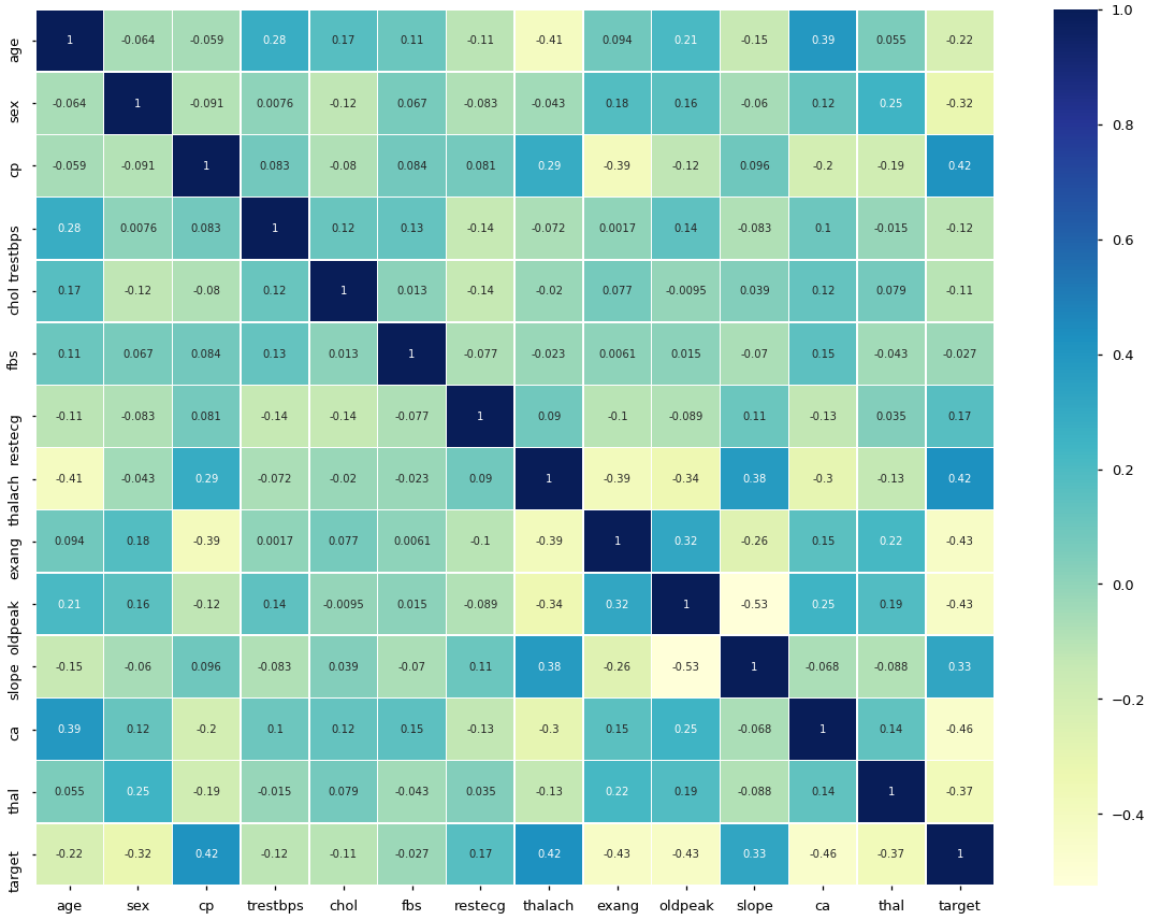
Tablo 1. Veriseti Öznitelik Bilgileri

| Değişken | Öznitelik | Açıklama |
|---|---|---|
| Age | Yaş | Hastanın Yaşı |
| Sex | Cinsiyet | 0:Kadın<br>1:Erkek |
| Cp | Göğüs Ağrısı Tipi | 0: Asemptomatik 1: Atipik angina 2: Anjinal olmayan ağrı<br>3: Tipik angina |
| Trestbps | Dinlenme Kan Basıncı | Cıva Cinsinden (mm) |

| | | |
|---|---|---|
| Chol | Kolesterol düzeyi | Mg/dl cinsinden değeri |
| Fbs | Açlık Kan Şekeri(120 mg/dl'den yüksek olup olmadığı) | 0: Hayır<br>1: Evet |
| Restecg | Dinlenme elektro kardiyografik sonuçları | 0: Estes kriterlerine göre olası veya kesin sol ventrikül hipertrofisini gösteriyor. 1: Normal 2: ST-T dalga anormalliği |
| Thalach | Maksimum Kalp Atış Hızı | Değer |
| Exang | Hastanın egzersiz sırasında anjina olup olmadığı | 0: Hayır 1: Evet |
| Oldpeak | Depresyonda Ölçülen Sayısal Değer | Değer |
| Slope | Tepe Egzersizinin Eğimi | 0: Aşağı Eğim 1: Düz 2: Eğimli |
| Ca | Radyoaktif boya ile renklendirilen ana kan damarlarının sayısı | 0 ile 3 arasında değişen değerler. |
| Thal | Radyoaktif boya yoluyla gözlemlenen kan akışının sonuçları | 1: Sabit Kusur 2: Normal 3: Tersinir Kusur |
| Target | Hedef Sonuç | 0: Hasta 1: Hasta Değil |

### *3.2. Veri Seti İnceleme ve Önişleme*

- Veri setinde 'ca' değerinin 0-3 arasında değiştiğinden bahsedilmektedir. Yani, açıkça 4 değeri hatalıdır.
- 282 ve 49.satırda thal sütununun 0 değerine sahip kayıtları mevcuttur ve yanlıştır. Bunlar aynı zamanda orijinal veri kümesindeki boş kayıtlardır.
- 163 ve 164. Satır aynı verilere sahiptir. Mükerrer kayıtlardan biri silinmiştir.
- Ca sütununda yer alan 4 adet boş satırı ve thal sütununda yer alan 2 adet boş satırı o sütunların medyanıyla değiştirdik.




Şekil 1. Korelasyon grafiği

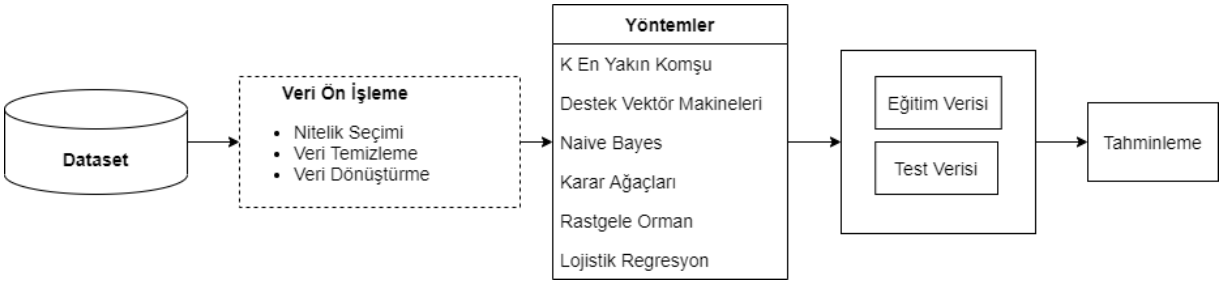
Korelasyon grafiğine baktığımızda;

- Cp, Thalach ve Slope sütunları target sütunuyla iyi bir pozitif ilişkide olduğu görülmektedir.
- Exang, Oldpeak, Ca, Thal, Sex ve Age sütunları target sütunu ile iyi bir negatif ilişkide olduğu görülmektedir.
- Fbs başta olmak üzere chol, trestbps, restecg sütunları hedefimizle düşük korelasyon taşıyor.

Korelasyon grafiği sonucunda daha iyi sonuçlar almak amacıyla düşük korelasyon gösteren sütunları veri setinden çıkarılmıştır.

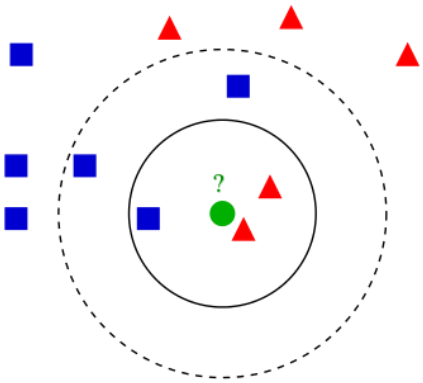
### *3.3. Yöntemler*

Veri Madenciliği, büyük ve ham veri tabanlarından önceden görülemeyen, potansiyel olarak yararlı olabilecek, değerli ve anlamlı bilgiler elde edilebilmesinin önemli bir sürecidir. Veri önişleme, verileri sonraki adımlarda daha doğru ve daha kolay kullanmak için hazırlamayı ve dönüştürmeyi amaçlar. Öncelikle verilerin aynı ölçeğe getirilmesi için Min-Max normalizasyon yöntemini kullanarak veriyi normalize eder, tüm değerleri 0-1 aralığında aynı ölçeğe getirilir [8]. Bu sayede eğitim süresini azaltabilir ve değişkenler arasında ortalama ve varyans değerleri farklı olduğunda ortaya çıkan büyük ortalama ve büyük varyansların meydana getireceği hatalar engellenebilir [9]. Şekil 2'de bu çalışmada kullanılan yapının şeması gösterilmiştir.




Şekil 2. Kullanılan yapının şeması

### *3.3.1 K En Yakın Komşu Algoritması*




Şekil 3. KNN sınıflandırma örneği

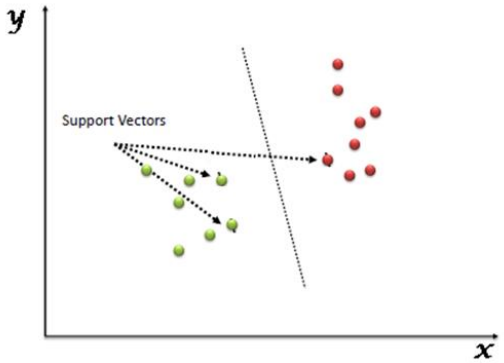
KNN algoritması iyi sonuçlar veren ve uygulanması basit makine öğrenmesi yöntemlerinden biridir. Algoritmanın başarısı açısından uygun bir k değeri seçilmesi gerekmektedir. k değerinin seçilmesindeki basit yöntemlerden biri farklı k değerleri algoritmayı çalıştırıp en uygun ve performanslı olan k değeri alınabilir [10].

KNN algoritmasının adımları:

1. Öncelikle algoritma test edilerek en uygun k sayısı tespit edilir. Belirlenen k değeri daha sonra belirlenecek olan en yakın komşu sayısıdır.
2. En yaygın kullanılan uzaklık formüllerinden Öklid formülü kullanılarak yeni gelen verinin k değeri kadar en yakın komşuları bulunur.
3. Özellik değerlerine göre seçilmiş olan en yakın komşuların hangi sınıfa ait olduğu belirlenir.
4. Test edilen veri en yakın olduğu maksimum komşuya göre sınıflandırılır [11].

### *3.3.2 Destek Vektör Makineleri Yöntemi*

Destek Vektör Makineleri, sınıflandırma ve regresyon problemlerinde kullanılmak üzere geliştirilmiştir. İkili sınıf çıktısı olan problemlerin çözümünde başarılı bir yöntem olarak kullanılmıştır. Ayırt etme, genelleme, en uygun çözümü üretme gibi işlemlerdeki yüksek başarısından dolayı makine öğrenmesi ve veri madenciliği alanlarında yaygın olarak kullanılmaktadır[12]. Her bir veri öğesi n boyutlu uzayda bir nokta ile temsil edilir her özelliğin değeri belirli bir koordinatın değerine denk gelir daha sonra iki sınıfı çok iyi ayırt eden hiper düzlemi bularak sınıflandırma yapılır[13] . DVM daha çok iki sınıftan oluşan veriyi en iyi şekilde ayıran bir algoritmadır.




Şekil 4. Destek vektör makineleri sınıflandırma örneği

### *3.3.3 Naive Bayes Yöntemi*

Naive Bayes, Bayes teoreminin olasılığa dayan biraz daha basite indirgenmiş halidir. Sistemdeki veriler değiştikçe kendi eğitim sistemini kendi modelini değiştirip değişikliklere duyarlı hale gelebilen bir yapıya sahiptir. Sade bir yapıya sahip olmasına rağmen iyi sonuçlar ortaya koymaktadır. Daha yüksek performans gösterdiği için kendisinden daha karmaşık sınıflandırma yöntemlerinin yerine yaygınlıkla kullanılabilmektedir. [14]. Naive Bayes, bir çıktı değeri verildiğinde öznitelik değerlerinin koşullu olarak bağımsız olduğu basitleştirici varsayımına dayanır. Başka bir deyişle, çıktının değeri verildiğinde, toplu olarak gözlemleme olasılığı, bireysel olasılığın ürünüdür. Naive Bayes kullanmanın avantajı bu yöntemin olmasıdır. Sınıflandırma sürecinde gereken tahmini parametreleri belirlemek için yalnızca az miktarda eğitim verisi gerektirir[15].

### *3.3.4 Karar Ağaçları Yöntemi*

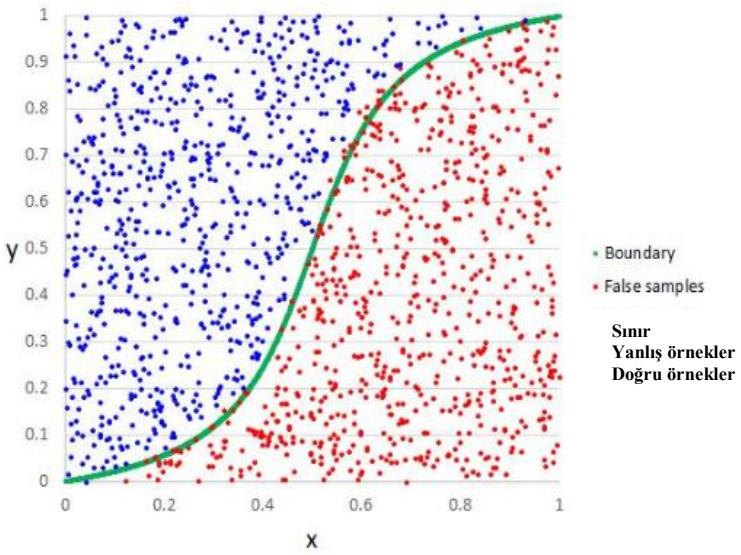
Kararları ve karar vermeyi görsel ve açık bir şekilde temsil etmek için kullanılabilen ağaç benzeri bir modeldir. Karar ağaçları hem sınıflandırma hem de regresyon görevlerini gerçekleştirebilir, Karar Ağacının en yaygın kullanımı, koşullu olasılıkları hesaplamak için yöneylem araştırması analizidir. Karar ağaçları sağlık alanı da dahil bir çok alanda araştırmacılar tarafından kullanılmaktadır [16].

### *3.3.5 Rastgele Orman Yöntemi*

Rastgele orman yöntemi, sınıflandırma ve çarpık problemler için makine öğrenmesinde çok popüler ve güçlü teknikler olduğu kanıtlanmış en başarılı topluluk öğrenme tekniklerinden biridir [17]. Bu yöntem birden fazla karar ağacı sınıflandırma yöntemlerinin bir araya gelmesiyle bir topluluktan oluşun bir sınıflandırma yöntemidir [18]. Topluluktaki karar ağaçları veriden rastgele seçilmiş alt kümeler olduğundan dolayı ağaç sayısı ile sonuç arasında doğrusal bir ilişki vardır.

### *3.3.6 Lojistik Regresyon Yöntemi*

Lojistik regresyon, ikili bağımlı değişkene bağlı belirli bir sınıfın ya da olayın olasılığını modelleme için kullanan istatistiksel bir modeldir. Bununla ilgili kedi/köpek, sağlıklı/hasta, geçti/kaldı gibi ikili sonuç değişkenine bağlı örnekler verilebilir [19].




Şekil 5. Lojistik regresyon sınıflandırma örneği

## 4. Sonuç

Algoritmaların performans değerleri Tablo 3'te verilmiş olup; sırası ile KNN %87.7, SVM %80.7, Naive Bayes %82.4, Karar Ağaçları %70.1, Rastgele Orman %83.6 ve Lojistik Regresyon %82.9'luk başarı oranları elde edilmiştir. En yüksek başarı oranı k=3 değeri için KNN sınıflandırma tekniği ile elde edilmiştir.

Sınıflandırma modelinin performansını tanımlayan karmaşıklık matrisi Tablo 2'de, algoritmaların karmaşıklık matrislerinin performans sonuçları da Şekil 6'da verilmiştir.

Tablo 2. Karmaşıklık Matrisi

| | A (Kalp Hastalığı yok) | B (Kalp Hastalığı Var) |
|---|---|---|
| A (Kalp Hastalığı Yok) | Doğru Pozitif | Yanlış Negatif |
| B (Kalp Hastalığı Var) | Yanlış Pozitif | Yanlış Negatif |

| | A | B |
|---|---|---|
| A | 23 | 4 |
| B | 3 | 27 |

(a) KNN

| | A | B |
|---|---|---|
| A | 18 | 9 |
| B | 10 | 20 |

(d) Karar Ağaçları

| | A | B |
|---|---|---|
| A | 19 | 8 |
| B | 3 | 27 |

(b) DVM

| | A | B |
|---|---|---|
| A | 19 | 8 |
| B | 2 | 28 |

(e) Rastgele Orman

| | A | B |
|---|---|---|
| A | 21 | 6 |
| B | 4 | 26 |

(c) Naive Bayes

| | A | B |
|---|---|---|
| A | 34 | 13 |
| B | 3 | 44 |

(f) Lojistik Regresyon

Şekil 6. Algoritmaların Karmaşıklık Matrisleri

Tablo 3. Algoritmaların Performansları

| Algoritma | Doğruluk Oranı |
|---|---|
| KNN (K=3) | **%87.7** |
| DVM | %80.7 |
| Naive Bayes | %82.4 |
| Karar Ağaçları | %70.1 |
| Rastgele Orman | %83.6 |
| Lojistik Regresyon | %82.9 |

## 5. Kaynaklar

**[1]** Katarya, R., Meena, S.K., "Machine Learning Techniques for Heart Disease Prediction: A Comparative Study and Analysis", Health Technol. 11, pp. 87–97, 2021.

**[2]** Bashir, S., Khan, Z. S., Khan, F. H., Anjum, A., & Bashir, K.,"Improving heart disease prediction using feature selection approaches", In 2019 16th international bhurban conference on applied sciences and technology (IBCAST), IEEE, pp. 619-623, 2019.

**[3]** R. Detrano, A. Janosi, and W. Steinbrunn, "International application of a new probability algorithm for the diagnosis of coronary artery disease," American Journal of Cardiology, vol. 64, no. 5, pp. 304–310, 1989.

**[4]** M. Gudadhe, K. Wankhade, and S. Dongre, "Decision support system for heart disease based on support vector machine and artificial neural network," in Proceedings of International Conference on Computer and Communication Technology (ICCCT), pp. 741–745, Allahabad, India, September 2010.

**[5]** H. Kahramanli and N. Allahverdi, "Design of a hybrid system for the diabetes and heart diseases," Expert Systems with Applications, vol. 35, no. 1-2, pp. 82–89, 2008.

**[6]** Yılmaz, N., Inan, O., & Uzer, M. S., "A new data preparation method based on clustering algorithms for diagnosis systems of heart and diabetes diseases", Journal of medical systems, 38(5), 48, 2014.

**[7]** UCI Machine Learning Repository, Heart disease data set, available: https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/Heart+Disease

**[8]** Ahmad, T., & Aziz, M. N., "Data preprocessing and feature selection for machine learning intrusion detection systems", ICIC Express Lett, 13(2), pp. 93-101, 2019.

**[9]** A. Tunç, İ. Ülger, "Veri Madenciliği Uygulamalarında Özellik Seçimi İçin Finansal Değerlere Binning ve Five Number Summary Metotları İle Normalizasyon İşleminin Uygulanması", XVIII. Akademik Bilişim Konferansı, Adnan Menderes Üniversitesi, 30 Ocak- 5 Şubat, 2016.

**[10]** Guo, G., Wang, H., Bell, D., Bi, Y., & Greer, K., "KNN model-based approach in classification. In OTM Confederated International Conferences On the Move to Meaningful Internet Systems", Springer, Berlin, Heidelberg, pp. 986-996, 2003.

**[11]** Taneja, S., Gupta, C., Aggarwal, S., & Jindal, V., MFZ-KNN—A modified fuzzy based K nearest neighbor algorithm. In 2015 International Conference on Cognitive Computing and Information Processing (CCIP), IEEE, pp. 1-5, 2015.

**[12]** Cervantes, J., Garcia-Lamont, F., Rodríguez-Mazahua, L., & Lopez, A., "A comprehensive survey on support vector machine classification: Applications, challenges and trends", Neurocomputing, 408, pp. 189-215, 2020.

**[13]** Verma, A.K.; Pal, S.; and Kumar, S., Classification of skin disease using ensemble data mining techniques. Asian Pacific Journal of Cancer Prevention, 20(6), pp. 1887-1894, 2019.

**[14]** Vembandasamy, K., Sasipriya, R., & Deepa, E., Heart diseases detection using Naive Bayes algorithm. International Journal of Innovative Science, Engineering & Technology, 2(9), pp. 441-444, 2015.

**[15]** F. Harahap, A. Y. N. Harahap, E. Ekadiansyah, R. N. Sari, R. Adawiyah and C. B. Harahap, "Implementation of Naïve Bayes Classification Method for Predicting Purchase," 2018 6th International Conference on Cyber and IT Service Management (CITSM), pp. 1-5, 2018. doi: 10.1109/CITSM.2018.8674324.

**[16]** Tomar, D., & Agarwal, S., A survey on Data Mining approaches for Healthcare. International Journal of Bio-Science and Bio-Technology, 5(5), pp. 241-266, 2013.

**[17]** Azar, A. T., Elshazly, H. I., Hassanien, A. E., & Elkorany, A. M., A random forest classifier for lymph diseases. Computer methods and programs in biomedicine, 113(2), pp. 465-473, 2014.

**[18]** Breiman, L., Random forests. Machine learning, 45(1), pp. 5-32, 2001.

**[19]** Tolles, J., & Meurer, W. J., „Logistic regression: relating patient characteristics to outcomes", Jama, 316(5), pp. 533-534, 2016.

# ADLİ BİLİŞİMDE BİLGİ TOPLAMANIN ÖNEMİ VE KULLANILAN ARAÇLAR

***İmran Kacan[1], Fatih Ertam*[1]***
[1]Fırat Üniversitesi, Adli Bilişim Mühendisliği Bölümü, Elazığ – Türkiye, fatih.ertam@firat.edu.tr
[*] Sorumlu Yazar: fatih.ertam@firat.edu.tr

***Özet:*** *Sızma testlerinde hedef e ulaşmak için açık bulundurabilecek alanların bilinmesi önem arz etmektedir. Hedef sistemler birçok farklı şekilde olabilmektedir. Bu farklı yapıların, karmaşık bir yapı olması durumunda sızma testini yapan kişi/kişiler tarafından anlamlandırılabilmesi zorlaşmaktadır. Oluşabilecek karmaşaları en aza indirebilmek açısından, sistem hakkında edinilebilecek her bilgi kritik önem taşımaktadır. Tüm bunlar göz önünde bulundurulunca edinilecek her bilgi, işlemler sırasında yol haritası olacaktır. Bilgi edinme aşamasında kullanılabilecek yöntemlerden biri de bilgi toplama araçlarını kullanmaktır. Bilgi toplamak için birçok açık kaynak ve ücretli araç bulunmaktadır. Testlerde en önemli aşama olarak kabul edebileceğimiz bilgi toplama aşamasında bu araçlar bizlere yardımcı olmaktadır. Bu aşamada araçların etkili kullanılabilmesi için araçların çalışma mantığına hâkim olunmalıdır. Bu çalışmada bilgi toplama işlemleri sırasında yaygın kullanılan araçlar incelenmiştir.*

***Anahtar sözcükler****: Sızma Testi, Bilgi Toplama, Adli Bilişim, Siber Güvenlik*

# THE IMPORTANCE OF GATHERING INFORMATION AND TOOLS USED IN DIGITAL FORENSICS

***Imran Kacan[1], Fatih Ertam*[1]***
[1]Department of Digital Forensics Engineering, Technology Faculty, Firat University, Elazig, fatih.ertam@firat.edu.tr
[*] Corresponding author: fatih.ertam@firat.edu.tr

***Abstract*****:** *It is important to know the areas that can be open to reach the target in penetration tests. Target systems can take many different forms. If these different structures are complex structures, it becomes difficult for the person(s) performing the penetration test to make sense of them. All information that can be obtained about the system is of critical importance to minimize the confusion that may occur. Considering all these, any information to be obtained will be a road map during the processes. One of the methods that can be used at the stage of obtaining information is to use information gathering tools. There are many open source and paid tools for gathering information. These tools help us at the information gathering stage, which we can consider as the most important stage in the tests. At this stage, to use the tools effectively, the working logic of the tools should be mastered. In this study, some tools that can be used during information collection processes have been tried to be examined.*

***Keywords:*** *Penetration Testing, Information Gathering, Digital Forensics, Cyber Security*

## 1. Giriş

Bilgi kullanılan alana göre farklı şekillerde tanımlanabilir [1]. Genel olarak; araştırma/gözlem yoluyla elde edilen, doğruluğu yüksek kesinlikte kabul edilen bir dizi gerçek olarak tanımlanmaktadır [2].

Bilgi toplama ise hedeflenen sistemlere karşı çeşitli bilgilerin toplanması aşaması olarak tanımlayabiliriz. Bu aşama gerçekleştireceğimiz tüm işlemler içinde büyük önem arz etmektedir. Ne kadar detaylı bilgi elde edilebilirse, hedef sistemimize ulaşmak o kadar kolay olacaktır.

Bilgi toplama işlemini dört kategoriye ayırabiliriz:

• Footprinting,
• Scanning,
• Enumeration
• Reconnaissance [3].

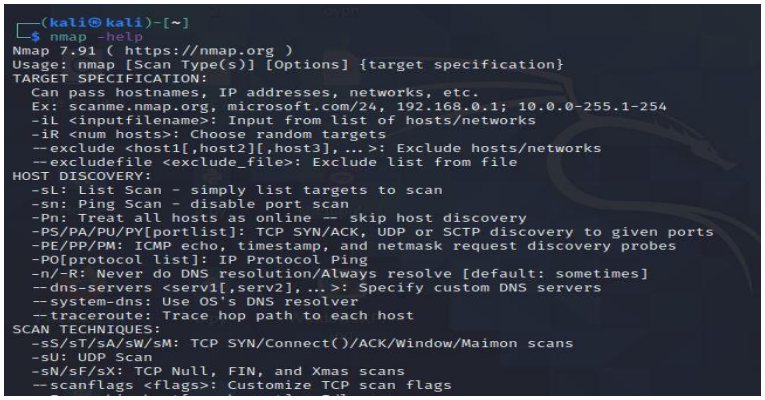
Sızma testleri sırasında bilgi toplamayı aktif ve pasif bilgi toplama olarak ikiye ayırabilmek mümkündür [4]. Hedefin kendisi hakkında bilgi toplandığından haberdar olmadığı durumları pasif bilgi toplama olarak tanımlarken, tam tersi durumu aktif bilgi toplama olarak tanımlayabiliriz. Yaygın kullanılan bilgi toplama araçları çalışmanın sonraki bölümlerinde sunulmuştur.

## 2. Bilgi Toplama Araçları

### 2.1. Nmap

Açık kaynak bir araç olan nmap, ağ taraması yapmak için kullanılmaktadır [5], [6]. Özünde port tarama aracı olan nmap, bilgileri tarama yapılacak sistemin/sistemlerin portlarına gönderdiği ham paketlerden elde etmektedir [7]. Edinilen açık port bilgisi ve bu portta çalışan servis bilgisi ile sistemde ne gibi zafiyetler bulunabileceğine dair bilgi edinilebilir.

Nmap kullanımındaki tüm parametreleri gözlemlemek için “nmap -help” komutu kullanılır. Şekil 1 de bu durum gösterilmiştir.



```
┌──(kali㉿kali)-[~]
└─$ nmap -help
Nmap 7.91 ( https://nmap.org )
Usage: nmap [Scan Type(s)] [Options] {target specification}
TARGET SPECIFICATION:
  Can pass hostnames, IP addresses, networks, etc.
  Ex: scanme.nmap.org, microsoft.com/24, 192.168.0.1; 10.0.0-255.1-254
  -iL <inputfilename>: Input from list of hosts/networks
  -iR <num hosts>: Choose random targets
  --exclude <host1[,host2][,host3],...>: Exclude hosts/networks
  --excludefile <exclude_file>: Exclude list from file
HOST DISCOVERY:
  -sL: List Scan - simply list targets to scan
  -sn: Ping Scan - disable port scan
  -Pn: Treat all hosts as online -- skip host discovery
  -PS/PA/PU/PY[portlist]: TCP SYN/ACK, UDP or SCTP discovery to given ports
  -PE/PP/PM: ICMP echo, timestamp, and netmask request discovery probes
  -PO[protocol list]: IP Protocol Ping
  -n/-R: Never do DNS resolution/Always resolve [default: sometimes]
  --dns-servers <serv1[,serv2],...>: Specify custom DNS servers
  --system-dns: Use OS's DNS resolver
  --traceroute: Trace hop path to each host
SCAN TECHNIQUES:
  -sS/sT/sA/sW/sM: TCP SYN/Connect()/ACK/Window/Maimon scans
  -sU: UDP Scan
  -sN/sF/sX: TCP Null, FIN, and Xmas scans
  --scanflags <flags>: Customize TCP scan flags
```

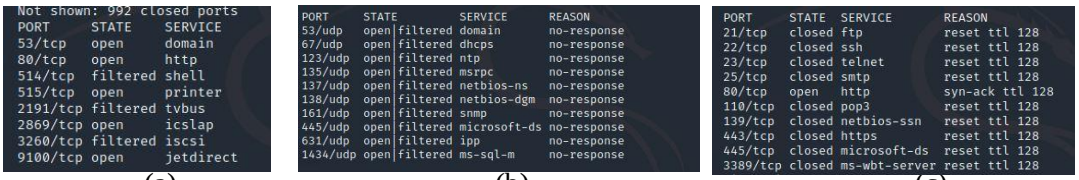
Şekil 1. Nmap parametreleri

Nmap taraması esnasında hedef belirlerken farklı aralıklar belirterek işlemi gerçekleştirebiliriz. Tablo-I de komut ve açıklamalara ait bir bölüm sunulmuştur.

Tablo I. Nmap Hedef Belirtme

| Komut | Açıklama |
|---|---|
| nmap ***.***.***.*** | Sadece tek bir Ip için tarama gerçekleştirir |
| nmap ***.***.***.*** - x | Belli aralıktaki Ip leri tarar |
| nmap ***.***.***.0/24 | 256 adet Ip tarar |
| nmap linkledin.com | Alan adı taraması yapar |

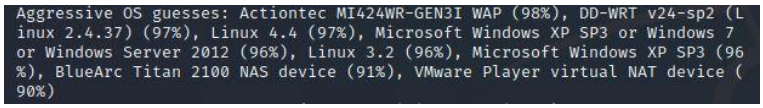
Basit nmap taraması için kullanılabilecek komut “nmap **.**.14*.1*7” şeklindedir (Şekil 2.a). Nmap UDP taraması için kullanılabilecek komut “nmap –Pn –sU - -top-ports 10 –d –v - -reason 192.168.0.***” şeklindedir (Şekil 2.b). Nmap SYN taraması ise “nmap –sS - -top-ports 10 –v –d - -reason **.**.14*.1*7” şeklindedir (Şekil 2.c).




(a) (b) (c)

Şekil 2. Nmap komutuna ait ekran çıktıları

Nmap ile işletim sistemi keşfi için kullanılabilecek komut “nmap –Pn –sT –sV –O - -top-ports 25 –d –v - -reason **.**.14*.1*7” olup, Şekil 3 de ekran görüntüsü verilmiştir.




Şekil 3. İşletim sistemi keşfi

## 2.2. Nslookup

Birçok linux sürümünde yerleşik olarak bulunan nslookup, DNS ile etkileşime girmemize olanak tanır [8]–[10]. DNS sorgusu yaparak bilgileri toplayan araç, kullanıcıların domain veya IP adreslerini bulmaya olanak tanımaktadır. Şekil 4 de nslookup sorgusuna ait ekran görüntüleri verilmiştir.

Şekil 4. Nslookup ile domain sorgulama

“nslookup –type=a linkledin.com” ile adres kaydı bilgilerine ulaşmak mümkün olup Şekil 5 de sorguya ait çıktının ekran görüntüsüne yer verilmiştir. Nslookup ile bütün verileri çekmeye olanak tanıyan komut ise “nslookup –type=any domain name” şeklindedir.

```
printmessage()
Server:         192.168.1.1
Address:        192.168.1.1#53

Non-authoritative answer:
printsection()
Name:   linkedin.com
Address: 13.107.42.14
still pending.
```

Şekil 5. Adres kaydı sorgulama

"nslookup –type=mx –debug linkledin.com" komutu ile hata mesajı olması durumunda daha detaylı bilgi elde edilmektedir. Sorguya ait çıktılar Şekil 6 da sunulmuştur.

```
detailsection()
    QUESTIONS:
        linkedin.com, type = MX, class = IN
detailsection()
    ANSWERS:
    →  linkedin.com
        mail exchanger = 10 mail-d.linkedin.com.
        ttl = 3600
    →  linkedin.com
        mail exchanger = 20 mail.linkedin.com.
        ttl = 3600
    →  linkedin.com
        mail exchanger = 10 mail-a.linkedin.com.
        ttl = 3600
    →  linkedin.com
        mail exchanger = 10 mail-c.linkedin.com.
        ttl = 3600
```

Şekil 6. Hata mesajı sorgulama

1.1.1.1 üzerinden sorgu yapmak için kullanılacak komut "nslookup linkledin.com 1.1.1.1" şeklinde olup, kullanıma ilişkin görüntüye Şekil 7 de yer verilmiştir.

```
┌──(root💀 kali)-[/home/kali]
└─# nslookup linkedin.com 1.1.1.1
Server:         1.1.1.1
Address:        1.1.1.1#53

Non-authoritative answer:
Name:   linkedin.com
Address: 13.107.42.14
Name:   linkedin.com
Address: 2620:1ec:21::14
```

Şekil 7. Farklı adres üzerinden sorgu

### 2.3. Dig

DNS kayıtlarına bakmak istenilen siteye dig komutu ile arama yapmak mümkündür. Nslookup ile oldukça benzer tarafları mevcuttur."dig linkledin.com" komutu ile elde edilecek bilgilere Şekil 8.a da, "dig linkledin.com mx" komutuna ait çıktı ise Şekil 8.b de gösterilmiştir.

```
┌──(root💀 kali)-[/home/kali]
└─# dig linkedin.com
;; BADCOOKIE, retrying.

; <<>> DiG 9.17.21-1-Debian <<>> linkedin.com
;; global options: +cmd
;; Got answer:
;; ->>HEADER<<- opcode: QUERY, status: NOERROR, id: 53535
;; flags: qr rd ra; QUERY: 1, ANSWER: 1, AUTHORITY: 0, ADDITIONAL: 1

;; OPT PSEUDOSECTION:
; EDNS: version: 0, flags:; udp: 1232
; COOKIE: 35981f6afc9101cbccf77c0d61df741e82452735a9de81a4 (good)
;; QUESTION SECTION:
;linkedin.com.                  IN      A

;; ANSWER SECTION:
linkedin.com.           55      IN      A       13.107.42.14

;; Query time: 32 msec
;; SERVER: 192.168.1.1#53(192.168.1.1) (UDP)
;; WHEN: Wed Jan 12 19:36:46 EST 2022
;; MSG SIZE  rcvd: 85
```

(a)

```
┌──(root💀 kali)-[/home/kali]
└─# dig linkedin.com mx
;; BADCOOKIE, retrying.
;; BADCOOKIE, retrying in TCP mode.

; <<>> DiG 9.17.21-1-Debian <<>> linkedin.com mx
;; global options: +cmd
;; Got answer:
;; ->>HEADER<<- opcode: QUERY, status: NOERROR, id: 56990
;; flags: qr rd ra; QUERY: 1, ANSWER: 4, AUTHORITY: 0, ADDITIONAL: 1

;; OPT PSEUDOSECTION:
; EDNS: version: 0, flags:; udp: 1232
; COOKIE: 014c10dc2f6f9d4f01e69a7061df745b2a8d0c6181efeda9 (good)
;; QUESTION SECTION:
;linkedin.com.                  IN      MX

;; ANSWER SECTION:
linkedin.com.           2684    IN      MX      10 mail-c.linkedin.com.
linkedin.com.           2684    IN      MX      10 mail-a.linkedin.com.
linkedin.com.           2684    IN      MX      10 mail-d.linkedin.com.
linkedin.com.           2684    IN      MX      20 mail.linkedin.com.
```

(b)

Şekil 8. Uygulama

- dig linkledin.com @1.1.1.1 (kullanmak istediğin domain veya IP)
- dig linkledin.com ns (nameserv kayıtları)
- dig linkledin.com txt
- dig linkledin.com cname

"dig linkledin.com +trace" komutu ile giden gelen isteklerin nereye gittiği bilgisi elde edilmektedir. (Şekil 9)

```
┌──(root💀 kali)-[/home/kali]
└─# dig linkedin.com +trace

; <<>> DiG 9.17.21-1-Debian <<>> linkedin.com +trace
;; global options: +cmd
.                       518400  IN      NS      h.root-servers.net.
.                       518400  IN      NS      l.root-servers.net.
.                       518400  IN      NS      g.root-servers.net.
.                       518400  IN      NS      d.root-servers.net.
.                       518400  IN      NS      j.root-servers.net.
.                       518400  IN      NS      a.root-servers.net.
.                       518400  IN      NS      e.root-servers.net.
.                       518400  IN      NS      i.root-servers.net.
.                       518400  IN      NS      k.root-servers.net.
.                       518400  IN      NS      f.root-servers.net.
.                       518400  IN      NS      m.root-servers.net.
.                       518400  IN      NS      c.root-servers.net.
.                       518400  IN      NS      b.root-servers.net.
.                       518400  IN      RRSIG   NS 8 0 518400 20220125170000 2022
```

Şekil 9. Giden-gelen istekler

- dig linkledin.com +short (+short ile bilgiler daha yalın halde elde edilir.)
- dig linkledin.com mx +short
- dig linkledin.com ns +short
- dig linkledin.com ns +short –p (Seçilen port ile DNS sorgusu yapma)
- dig linkledin.com +noall +stats (İstatiksel bilgiler)
- dig linkledin.com +nocemments (Bilgileri kapatır)
- dig linkledin.com +noauthority (Yetki alanını kapatır)
- dig linkledin.com +noadditional (Ek bölümleri kapatır)
- dig linkledin.com +nostats (İstatistikleri kapatır)

### 2.4. TheHarvester

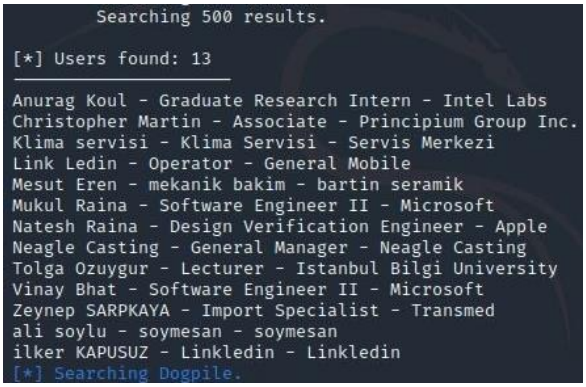
Kali Linux ta kurulu olarak gelen theHarvester; host, domain, email vb. verileri elde etmeye olanak sağlayan bir toldur [11], [12]. Ayrıca oltalama saldırıları için bilgi toplama aşamasında önemli bilgiler elde edilmesine olanak tanımaktadır.

#### *2.4.1 Kullanılabilecek Paremetreler:*

-d: Domain adresi
-b: Arama işlemi yapacağı alan. (Google,bing,pgp,linkedin … ) (all yazarak tamamında arama yapılabilir.)
-s: Arama işlemine belirtilen noktadan başlaması için
-v: Sunucudaki diğer siteleri bulmak için
-f: Sonuçları kaydetmek için
-c : Brute force yöntemi ile Subdomainleri bulur
-l: Arama limitini belirlemek için (Örneğin; theHarvester –d linkledin.com -l 100 –b all)
-e: Belirtilen DNS sunucusunu kullanır

#### *2.4.2 Örnek Uygulama:*

"sudo theHarvester –d linkledin.com –b all" (-d = domain araması, -b all =bütün veri kaynaklarından tarama yapması için, sudo: yetkilendirme işlemi için). Elde edilen tarama çıktısına Şekil 10 da yer verilmiştir.



Şekil 10. TheHarvester tarama çıktısı

TheHarvester ile shodan (Bölüm 2.5 de bahsedilmiştir.) destekli sorgular da yapılabilmektedir. Bu işlem için shodan api-key /usr/lib/python3/dist-packages/theHarvester/discovery/shodansearch.py dosyasına yazılarak daha detaylı sonuçlar elde edilebilmektedir. "*self.key*" >> "*api.key*" olarak değiştirilmelidir. Düzenleme sonrası haline Şekil 11.b de yer verilmiştir.

```python
from theHarvester.discovery.constants import *
from theHarvester.lib.core import *
from shodan import exception
from shodan import Shodan


class SearchShodan:

    def __init__(self):
        self.key = Core.shodan_key()
        if self.key is None:
            raise MissingKey(True)
        self.api = Shodan(self.key)
        self.hostdatarow = []

    async def search_ip(self, ip):
        try:
            ipaddress = ip
            results = self.api.host(ipaddress)
            technologies = []
            servicesports = []
            for result in results['data']:
                try:
                    for key in result['http']['components'].keys():
                        technologies.append(key)
                except KeyError:
                    pass
```

```python
from theHarvester.discovery.constants import *
from theHarvester.lib.core import *
from shodan import exception
from shodan import Shodan


class SearchShodan:

    def __init__(self):
        api.key = Core.shodan_key()
        if api.key is None:
            raise MissingKey(True)
        self.api = Shodan(self.key)
        self.hostdatarow = []

    async def search_ip(self, ip):
        try:
            ipaddress = ip
            results = self.api.host(ipaddress)
            technologies = []
            servicesports = []
            for result in results['data']:
                try:
                    for key in result['http']['components'].keys():
                        technologies.append(key)
                except KeyError:
                    pass
```

(a) Şekil 11 Shodansearch.py düzenleme (b)

## 2.5. Shodan

Shodan, interneti tarayarak internette açık olan sistemleri tespit eder. Tespit edilen sistemler hakkında elde edilen bilgiler türlerine göre sınıflandırılır ve zafiyet taraması yapılır. Ayrıca ScanHub servisi sayesinde görsel analiz de yapmak mümkündür. [13]

### *2.5.1 Önemli arama parametreleri ;*

country: Ülke kodu ile arama yapılmak istenilen durumlarda kullanılır.
city: Şehir filtrelemesi yapılmak istenilen durumlarda kullanılır.
geo: Koordinatlarda arama yapmak için kullanılır.
hostname: Hostname/domain e göre filtreleme yapmak için kullanılır.
net: Özel IP/subnet aralığında filtreleme yapılmak istenilen durumlarda kullanılır.
os: İşletim sistemine göre filtreleme yapmak için kullanılır.
port: Port bilgisine göre filtreleme yapmak için kullanılır.
before / after: Belirtilen tarih öncesinde/sonrasında yapılan taramaları filtreler.

## 2.6. Who.is

Domain whois sorgulama, daha önce farklı kişiler tarafından kayıt edilmiş alan adının, kayıt tarihi, tescil firması, domain sahibinin adı soyadı ve DNS sunucu bilgilerinin öğrenildiği ücretsiz bir

servistir. Domainin kime ait olduğu öğrenmek için whois sorgulama servisini kullanabilir ve ilgili alan adının gerçek sahibini ve iletişim bilgileri öğrenilebilir.

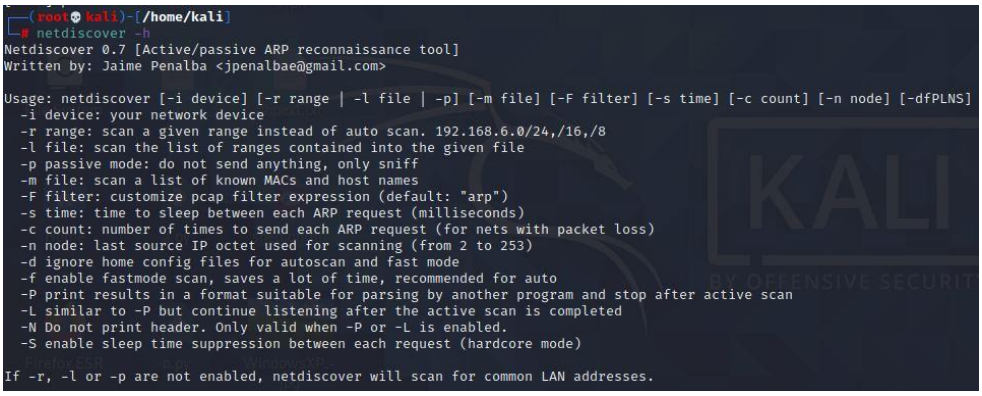
### *2.6.1 Whois Gizleme Nedir?*

Whois gizleme, alan adı kayıt bilgilerinin kayıt firması paneli üzerinden gizlenmesi işlemidir. Whois gizleme servisi ile alan adı kayıt bilgilerine tanımlamış olduğunuz tüm iletişim bilgileri üçüncü şahıslardan gizlenir. Whois sisteminden yapılan örnek taramaya ait görsel e Şekil 12 de yer verilmiştir.

Şekil 12 Whois örnek tarama

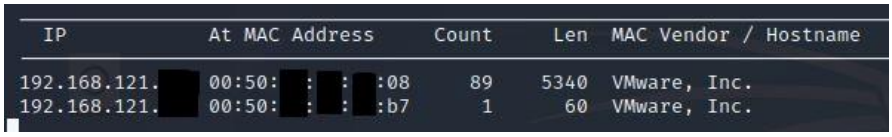
## 2.7. Netdiscover

Aktif ve pasif olarak kullanılabilen netdiscover, kablolu ve kablosuz ağlardaki ana bilgisayarı bulmamıza olanak tanıyan bir araçtır. “sudo netdiscover –h” komutu ile netdiscover kullanımı ile ilgili detaylı bilgi elde edilebilmektir (Şekil 13).




Şekil 13. Netdiscover kullanılabilecek parametreler

“netdiscover –i eth0 –r 192.168.0.0/24” komutu ile ağda bulunan makinalara ait bilgiler elde edilebilmektedir. Elde edilen bu bilgilere Şekil 14 te yer verilmiştir.




Şekil 14. Ağda bulunan makinalar

### 2.8. Twitter Veri Toplama Aracı: Twint

Twint, Twitter API si kullanmadan veri çekmemize olanak sağlayan bir araçtır [14]. Python ile yazılmıştır. Kurulum işlemi için öncelikle "git clone https://github.com/twintproject/twint.git" ile aracın reposu indirilmektedir. Kurulum işlemi "pip3 install twint" komutu ile gerçekleştirilmektedir.

Temel kullanım için kullanabilecek komutları sıralamak gerekirse; kullanıcı adı ile bir kişinin tüm twitleri "twint -u username" komutu ile elde edilir. Diğer parametreleri görüntülemek için ise "twint --help" komutu kullanılmaktadır. Parametrelere ait görsel Şekil 15 deki gibidir.

```
-u USERNAME, --username USERNAME
                      User's Tweets you want to scrape.
-s SEARCH, --search SEARCH
                      Search for Tweets containing this word or phrase.
-g GEO, --geo GEO     Search for geocoded Tweets.
--near NEAR           Near a specified city.
--location            Show user's location (Experimental).
-l LANG, --lang LANG  Search for Tweets in a specific language.
-o OUTPUT, --output OUTPUT
                      Save output to a file.
-es ELASTICSEARCH, --elasticsearch ELASTICSEARCH
                      Index to Elasticsearch.
--year YEAR           Filter Tweets before specified year.
--since DATE          Filter Tweets sent since date (Example: "2017-12-27 20:30:15" or 2017-12-27).
--until DATE          Filter Tweets sent until date (Example: "2017-12-27 20:30:15" or 2017-12-27).
--email               Filter Tweets that might have email addresses
--phone               Filter Tweets that might have phone numbers
--verified            Display Tweets only from verified users (Use with -s).
--csv                 Write as .csv file.
--tabs                Separate CSV fields with tab characters, not commas.
--json                Write as .json file
--hashtags            Output hashtags in seperate column.
--cashtags            Output cashtags in seperate column.
--userid USERID       Twitter user id.
--limit LIMIT         Number of Tweets to pull (Increments of 20).
--count               Display number of Tweets scraped at the end of session.
--stats               Show number of replies, retweets, and likes.
-db DATABASE, --database DATABASE
                      Store Tweets in a sqlite3 database.
--to USERNAME         Search Tweets to a user.
--all USERNAME        Search all Tweets associated with a user.
--followers           Scrape a person's followers.
--following           Scrape a person's follows
--favorites           Scrape Tweets a user has liked.
--proxy-type PROXY_TYPE
```

Şekil 15 Twint parametreleri

### 2.9. Instagram Veri Toplama Aracı: Osintgram

Osintgram instagram üzerinden bilgi toplamaya olanak sağlayan bir araçtır. Kurulum işlemi için öncelikle gerekli repo indirilmelidir. Bu işlem için kullanılacak komut "git clone https://github.com/Datalux/Osintgram.git" şeklindedir. Proje için sanal ortam oluşturularak (Şekil 16.a), "source venv/bin/activate" komutu ile sanal ortamın yüklenmesi işlemi gerçekleştirilir.

```
┌──(root💀 kali)-[/home/kali/Osintgram]
└─# python3 -m venv venv
```

(a)

```
┌──(root💀 kali)-[/home/kali/Osintgram]
└─# source venv/bin/activate
```

(b)

Şekil 16 Sanal ortam oluşturma

Araç "pip install –r requirements.txt" komutu ile çalıştırıldıktan sonra, "credentials.ini" de instagram hesabı kullanıcı adı ve şifre alanı kısımları girilmiştir (Şekil 17.a). Bu işlem ayrıca "make setup" komutuyla da gerçekleştirilebilmektedir.

```
  GNU nano 5.3
[Credentials]
username =test.test.instag
password =123asdf
```

(a)

```
(venv) ┌──(root💀 kali)-[/home/kali/Osintgram]
└─# make setup
####### Setup for Osintgram #######
Instagram Username: test.test.instag
Instagram Password:
Setup Successful - config/credentials.ini created
```

(b)

Şekil 17. credentials.ini veri girişi

Veri toplanacak hesap belirlendikten sonra “python3 main.py <kullanıcı adı>” komutu ile araç çalıştırılmıştır. Kullanılabilecek parametreleri sıralamak için “list” komutu kullanılır. “info” komutu ile hesap ile ilgili genel bilgiler elde edilirken, profil fotoğrafı linki ile profil fotoğrafını tam ekran olarak görüntüleyebilmek mümkündür. Hesap ile ilgili elde edilen genel bilgilere Şekil 18 de yer verilmiştir.

Şekil 18. Osintgram info komutu

Seçilen hesabın takipçilerinin mail adreslerini çekmek için “fwersemail” komutu kullanılmaktadır. Çekilen veriler Şekil 19.a da gözlemlenmektedir. Ayrıca takipçilerin telefon numaralarını çekmek için “fwersnumber” komutu kullanılmış olup, çıktıya ilişkin verilere Şekil 19.b de yer verilmiştir.

(a)

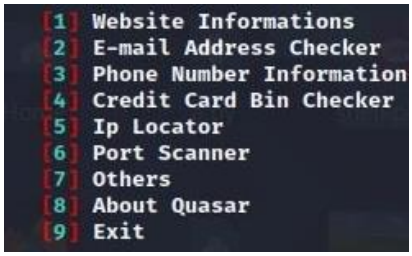
(b)

Şekil 19. Osintgram fwersemail-fwersnumber komutu çıktısı

### 2.10. Quasar

Açık kaynak bir bilgi toplama aracıdır. Araçta birçok modül bulunmaktadır. Bu modüller ile elde edilebilecek bazı bilgileri şu şekilde sıralamamız mümkündür; DNS keşfi, mail adresi, adres bilgisi, telefon numarası.[15]

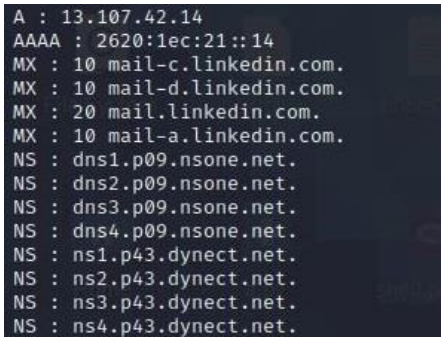
Kurulum işlemi için masaüstüne Quasar dizini oluşturulup, dizin içerisine “git clone https://github.com/TunisianEagles/quasar.git” komutu ile repo indirilmelidir. Aracı yüklemek için kullanılacak komut ise “bash install.sh” şeklindedir. Aracı çalıştırmak için ise “./quasar.sh” komutu kullanılmaktadır. Tool içeriği Şekil 20 de görünen şekildedir.




Şekil 20. Ouasar

Website Informations u seçmek için girdi olarak “1” yazılmalıdır. Diğer seçenekleri seçmek için ise id adresleri kullanılmalıdır. Website informations u seçtikten DNS Lookup seçeneği için girdi olarak “1” girildikten sonra adres bilgisi girilmektedir. Sonrasında bilgi toplanmak istenilen site belirlenip, ilgili alana girişi sağlanmıştır(Şekil 21.a). Sorgu sonucu elde edilen verilere Şekil 21.b de yer verilmiştir.

(a)




(b)

Şekil 21. Ouasar uygulama

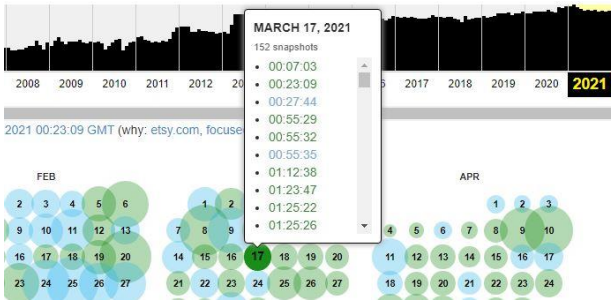
Bu adımlar izlenerek birçok veri elde etmek mümkündür.

### 2.11. Archive.org

Archive.org ile bilgi toplamak istediğimiz sistemle alakalı geçmişe dönük kayıtları bulabilmek mümkündür. Bu kayıtlar sistemin şu anki haliyle yeteri kadar bilgi edinemediğimiz durumlarda bize yardımcı olabilmektedir. Sistemlerin geçmişteki hallerinde unutulan bilgi veya sistem hakkında herhangi bir ipucu elde etmek mümkündür.

Taramak istenilen sitenin adresi ilgili alana girildikten sonra Şekil 22.a da ki gibi bir ekran ile karşılaşılmaktadır. Takvim üzerindeki halkalar sayfadaki düzenleme sayısına oranla değişiklik göstermektedir. Örneğin; değişikliğin fazla olduğu günlerdeki halka büyüklüğü, değişikliğin az olduğu günlere oranla daha büyüktür. Ayrıca yıl bazlı olan kısımda da değişikliğe bağlı olarak grafiksel yapı artış göstermektedir. Halkalar üzerine gelindiğinde ise değişiklik saatlerini daha detaylı görmek mümkündür (Şekil 22.b). Seçilen tarihte ki sayfa görünümünü gözlemleyebildiğimiz gibi tarihler arasında gezinti yapabilmek de mümkündür.

(a)

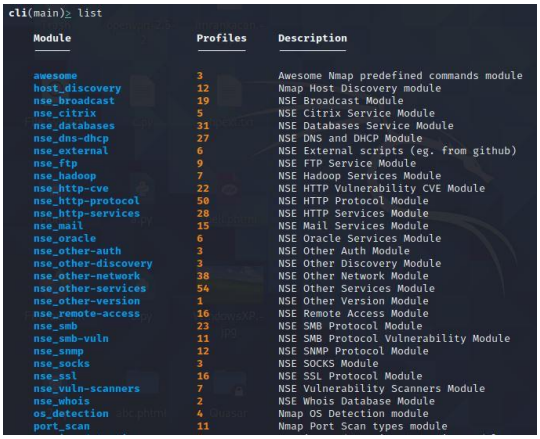



(b)

Şekil 22. Archive.org tarama örneği

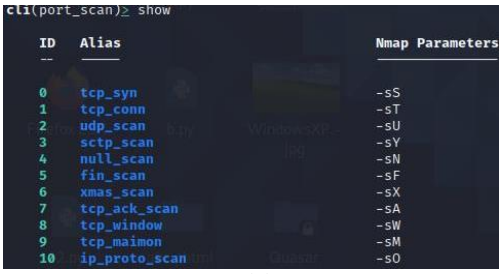
### 2.12. Sandmap

Sandmap, nmap (Bölüm 2.1) altyapısını kullanmaktadır. Nmap taramalarının otomatikleştirilmesiyle kullanıcıların kullanımını kolaylaştıran bir araçtır. Çalışma hızı bakımında iki araç karşılaştırıldığı zaman sandmap daha hızlı sonuçlar vermektedir. Kurulum işlemi için öncelikle "git clone https://github.com/trimstray/sandmap" komutu ile repo indirilir ve "./setup.sh install" komutu ile kurulum gerçekleştirilir. Toolu çalıştırmak için komut satırına "sandmap" yazmak yeterli olmaktadır. "help" komutu ile kullanım ile ilgili parametreleri gözlemlemek mümkündür."list" komutu ile ise gerçekleştirebileceğimiz işlemlerin bir listesi elde edilir. Bu listeye Şekil 23 de yer verilmiştir.

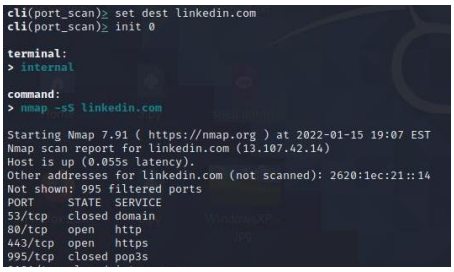



Şekil 23. Sandmap list komutu

Seçilen modülü kullanmak için "use <Module>" parametresi kullanılmaktadır. "show" komutu ile tarama özelliklerine bakılabilmektedir. Modül ün alias kısmında nmap parametrelerine denk gelen takma isimler bulunmaktadır. İlgili çıktı Şekil 24.a da sunulmuştur. "set dest (destination) <domain name>" ile hedef belirlendikten sonra "init <modül ID>" ile yapılacak işlem seçilir. Hedef belirleme ve çıktısına ait görsele ise Şekil 24.b de yer verilmiştir.




(a)




(b)

Şekil 24. Hedef belirleme&çıktı

### 3. Sonuç

Siber güvenlikte bilgi toplama görevi, potansiyel bir hedef hakkında bilgi toplama eylemlerinin bütünü olarak tanımlanabilir. Bu eylemler, sızma testi, ağ güvenliği izleme, ağ analizinin gerçekleştirilmesi veya diğer siber güvenlik görevleri için yapılabilir. Siber suçlular, potansiyel hedefler hakkında bilgi toplarken de genel olarak aynı teknikleri kullanır. Bu nedenle, bilgi toplama alanında

kullanılan araçlara aşina olunması siber güvenlik alanında çalışan kişiler için oldukça önemlidir. Bu şekilde kurumsal ağınızda herhangi bir durumda yetkisiz bilgi toplanmasını tanımlayabilir ve bu duruma karşı çeşitli önlemler alınabilir. Genel olarak tüm siber güvenlik eylemlerinin gerçekleştirilmesinde bilgi toplama hayati bir öneme sahiptir. Toplanan veriler, kullanıcıya veya sistemlere saldırı vektörlerinde nasıl ilerlemek istediklerine dair bilinçli bir karar vermeleri için hedef sistemler ve ağlar hakkında daha fazla bilgi verir. Bilgi toplama, siber güvenlik alanında çalışan kişiler veya kurumlar için çok önemli bir beceridir. Bilgi toplama, hedef veya savunma sistemlerindeki herhangi bir hata hakkında bilgi elde etmek ve analiz etmekten oluşur.

Kullanılan araçlar sonucunda, araçlar kullanılarak sistemler hakkında birçok bilgi elde edilebildiği gözlemlenmiştir. Benzer işlemler yapan farklı araçların da olduğu, bazı araçların ise birden fazla farklı aracı bir arada bulundurduğu test edilmiştir.

Önemli bir aşama olan bilgi toplama aşamasında ihtiyaçlar belirlenmeli, ihtiyaçlar doğrultusunda en uygun araç/araçlar belirlenerek kullanılmalıdır. Bu sayede zaman verimli kullanılabileceği gibi gerekli olan bilgiler mümkün olan en üst düzeyde elde edilebilecektir.

## 4. Kaynaklar

**[1]** Ç. Yüzlü, B. Kavram, and N. Ö. Uçak, "Türk Bilgi: Information: A Multi-Faceted Concept," *Kütüphaneciliği*, vol. 24, pp. 705–722, 2010.

**[2]** "Bilgi TDK Sözlük Anlamı." .

**[3]** Mtalhahussain, "Kali Linux – Information Gathering Tools," 2021. .

**[4]** "Sızma Testlerinde Bilgi Toplama Araçları." .

**[5]** "Nmap: the Network Mapper - Free Security Scanner." .

**[6]** A. Orebaugh and B. Pinkard, "Introducing Nmap," in *Nmap in the Enterprise*, Elsevier, 2008, pp. 33–62.

**[7]** "Nmap nedir? Bu ağ eşleyicisine neden ihtiyacınız var | ağ dünyası." .

**[8]** "The Basics of Hacking and Penetration Testing: Ethical Hacking and ... - Patrick Engebretson - Google Kitaplar." .

**[9]** M. Mikac, "Networking Case Study in Stem Education - Application Layer Protocol Labs," *EDULEARN21 Proc.*, vol. 1, no. July, pp. 2938–2947, 2021.

**[10]** G. Sasi, P. Thanapal, V. S. Balaji, G. Venkat Babu, and V. Elamaran, "A Handy Approach for Teaching and Learning Computer Networks using Wireshark," in *Proceedings of the 4th International Conference on Inventive Systems and Control, ICISC 2020*, 2020.

**[11]** S. Hidayatulloh and D. Saptadiaji, "Penetration Testing pada Website Universitas ARS Menggunakan Open Web Application Security Project (OWASP)," *J. Algoritm.*, 2021.

**[12]** Z. Terneva, I. Vladimirov, and D. Nikolova, "Accessing LinkedIn and Google E-mail Databases Using Kali Linux and TheHarvester," in *2021 56th International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies, ICEST 2021 - Proceedings*, 2021.

**[13]** "Pasif Bilgi Toplama: Shodan Kullanımı | KernelBlog." .

**[14]** twintproject, "twint," *GitHub*. 2021.

**[15]** "Quasar - Kali Linux'ta Açık Kaynak Bilgi Toplama Aracı - GeeksforGeeks." .

# KOLOREKTAL KANSER HİSTOLOJİK GÖRÜNTÜLERİNİN DERİN ÖĞRENME İLE SINIFLANDIRILMASI

***Mehmet Fatih Seven[1], Volkan Müjdat Tiryaki*[1]***
[1]Siirt Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Siirt, Türkiye, tiryakiv@siirt.edu.tr
* Sorumlu Yazar: tiryakiv@siirt.edu.tr

***Özet:*** *Amaç: Kolorektal kanser (KRK) sindirim sisteminin kalın barsak kısmında oluşan bir kanserdir. Türkiye'de kadınlarda üçüncü ve erkeklerde dördüncü en yaygın olarak görülen kanser türüdür. Bilgisayar destekli KRK teşhisi için histolojik görüntülerin otomatik olarak sınıflandırılması önem arz etmektedir. Bu çalışmada insan KRK histolojik görüntülerinin sekiz farklı dokuya sınıflandırılma problemi ele alınmıştır.*

*Gereç ve yöntem: Eğitim ve test işlemleri için 2016 yılında yayınlanan KRK veri seti kullanılmıştır. Veri seti içinde sekiz farklı türden toplam 5000 tane sayısal doku görüntüleri bulunmaktadır. Veri setindeki görüntüler eğitim, doğrulama, ve test verileri için sırası ile rastgele %70, %15 ve %15 oranlarında ayrılmıştır. Sınıflandırma işlemi için son yıllarda görüntü sınıflandırmada yüksek performans elde edilen derin öğrenme yöntemlerinden evrişimsel sinir ağları (ESA) ve ResNet50 öğrenme transferi yöntemleri kullanılmıştır.*

*Bulgular: Sınıflandırma doğruluğu olarak doğrulama verisinde sıfırdan öğrenme ve öğrenme transferi yöntemleri ile 0.8750 ve 0.8803 elde edilmiştir. Öğrenme transferi yöntemi sınıflandırma performansının daha iyi olduğu görülmüştür. Sistem eğitimi için gerekli olan süre ve hesaplama ortamı hakkında bilgi verilmiştir. Karışıklık matrisi oluşturulmuş ve en doğru ve en yanlış olarak sınıflandırılan doku türleri belirlenmiştir. Elde edilen başarım değerleri literatürde bugüne kadar elde edilen değerlerle karşılaştırılmıştır.*

*Sonuç: Derin öğrenme yöntemlerinden ResNet50 öğrenme transferi yönteminin KRK doku sınıflandırmasında başarılı bir şekilde kullanılabileceği gösterilmiştir.*

***Anahtar sözcükler****: Görüntü Sınıflandırma, Histoloji, Evrişimsel Sinir Ağı, Barsak.*

# CLASSIFICATION OF COLORECTAL CANCER HISTOLOGICAL IMAGES USING DEEP LEARNING

***Mehmet Fatih Seven[1], Volkan Müjdat Tiryaki **[1]***
[1]Department of Computer Engineering, Faculty of Engineering, Siirt University, Siirt, Turkey, tiryakiv@siirt.edu.tr
* Corresponding author: e-mail: tiryakiv@siirt.edu.tr

***Abstract:*** *Objective: Colorectal cancer (CRC) occurs in the colon and the rectum part of the digestive system. It is the third most common form of cancer in women and the fourth in men in Turkey. The classification of CRC histological image classification is important for implementing the computer aided CRC diagnosis. In this study, eight-way human CRC histology image classification was investigated using deep learning from scratch and transfer learning.*

*Methods: For training the classifier, the CRC dataset published in 2016 was used. There are a total of 5000 digital tissue section images in the dataset belonging to eight different sets of tissues. Training, validation, and testing data was randomly partitioned at ratios of 70%, 15%, and 15%, respectively.*

*For classification, an eight-layer convolutional neural network (CNN) and ResNet50 transfer learning methods were used.*
*Results: On the validation data, classification accuracies of 0.875 and 0.8803 were obtained by learning from scratch and transfer learning. Transfer learning performance was better than learning from scratch. The time required for deep learning model trainings were given. The confusion matrix was created and the types of tissues that were classified as the most and the least accurate. The achievement values obtained in this study are close to those ones in the literature to date.*
*Conclusion: This study showed that ResNet50 transfer learning method can be successfully used for CRC histological image classification.*

***Keywords:*** *Image Classification, Histology, Convolutional Neural Network, Colon.*

## 1. Giriş

Günümüzde tıp alanında yapay zekâ uygulamaları geliştirilmeye devam etmektedir. Temelde klinik teşhis sürecinde yardımcı olabilecek ve tedavi önerilerinde bulunabilecek programların geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Makine öğrenmesi sistemleri ile büyük boyutlarda karmaşık tıbbi veriler analiz edilerek, bu veriler arasındaki anlamlı ilişkilerin ortaya çıkarılması mümkün hale gelmiştir. Bu bilgiler teşhis, tedavi ve sonuçların tahmin edilmesinde kullanılmaktadır. Örneğin; bilgisayarlı tomografi taramalarını analiz ederek akciğer kanseri ve felç teşhisi [1], ekokardiyografiler analiz edilerek ani kalp krizi riskinin belirlenmesi [2], deri görüntülerini analiz ederek lezyonların sınıflandırılması [3], göz görüntülerini analiz ederek diyabetik retinopati göstergelerinin belirlenmesi [4], makine öğrenmesi ve derin öğrenme algoritmalarının başarılı olarak uygulandığı problemlere örnek olarak verilebilir. Özellikle kanser türlerinin teşhisinde ve kanser dokularının tespiti konusunda son yıllarda önemli çalışmalar yapılmaktadır [5]. KRK histoloji görüntülerinin kullanılmasında evrişimsel sinir ağı ve varyantları ile başarılı çalışmalar yapılmıştır [6], [7].

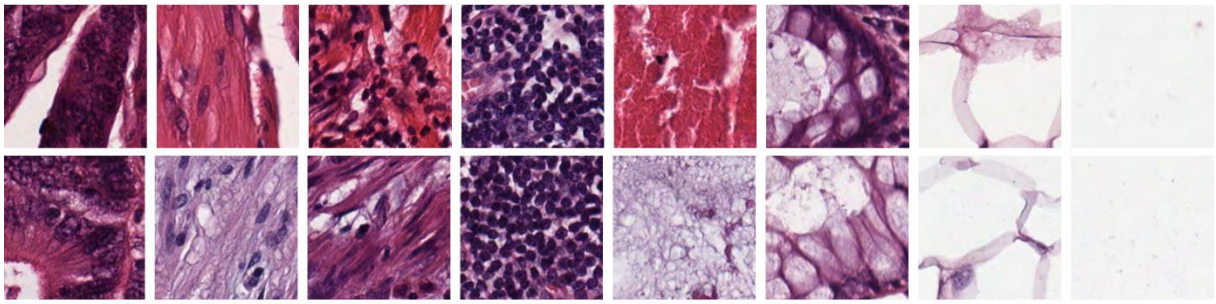
Bu çalışmada dünyada ve ülkemizde yaygın olarak görülen kanser türlerinden kolorektal kanser (KRK) histoloji görüntülerinin derin öğrenme yöntemleriyle sınıflandırılması amaçlanmıştır. KRK, genellikle hastalık ilerleyince belirti vermektedir. Bu yüzden tarama, polipleri ve kanseri erken teşhis edebilmek açısından çok önemlidir. Tarama ile kanserleşmemiş polip halindeki tümörler tespit edilip çıkarılarak kanser gelişmesi önlenir, kanser gelişmiş olan olgularda ise, erken teşhis ile yaşam süresi ve kalitesi artırılır. Sekiz farklı türden 5000 adet KRK histolojik görüntüleri, derin öğrenme yöntemlerinden evrişimsel sinir ağları (ESA) ve ResNet50 öğrenme transferi kullanılarak sınıflandırılmıştır. Bu dokuların birbirinden ayırt edilmesi kanser dokunun teşhis edilmesi yönünde önemli bir adım olacaktır.

## 2. Yöntem

### 2.1. Veri seti seçimi ve önişlemler

Bu çalışmada 2016 yılında yayınlanan KRK veri seti derin öğrenmenin eğitimi ve testi için kullanılmıştır [8]. Bu veri seti epitelyal tümör, stroma, karmaşık stroma, bağışıklık hücre kümesi, atık ve mukoza, mukozal bez, adipoz doku ve arka plan olmak üzere. sekiz farklı sınıftan 150×150 pixel

boyutlarında toplam 5000 histoloji görüntülerinden oluşur. Veri setinden her bir sınıftan iki görüntü olmak üzere 16 görüntü şekil 1'de gösterilmiştir.



Epitelyal tümör | Stroma | Karmaşık stroma | Bağışıklık hücre kümesi | Atık ve mukoza | Mukozal bez | Adipoz doku | Arka plan

Şekil 1. KRK veri setinden örnekler [8].

Her doku türünden eşit sayıda görüntü olmak üzere %70 eğitim, %15 doğrulama ve %15 test oranında rastgele ayrıldı. Eğitim verisi sinir ağındaki ağırlıkları güncellemek, doğrulama verisi eğitim esnasında derin ağın doğruluğunu ölçmek ve test verisi de eğitim bittikten sonra modelin performansının ölçmek için kullanıldı. Tablo 1'de eğitim, doğrulama ve test verilerinin dağılımı verilmiştir.

Tablo I. Eğitim, doğrulama ve test verileri içinde KRK histoloji görüntü sayıları.

| **Veri** | **Epitelyal tümör** | **Stroma** | **Karmaşık stroma** | **Bağışıklık hücre kümesi** | **Atık ve mukoza** | **Mukozal bez** | **Adipoz doku** | **Arka plan** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Eğitim | 437 | 437 | 437 | 437 | 437 | 437 | 437 | 437 |
| Doğrulama | 94 | 94 | 94 | 94 | 94 | 94 | 94 | 94 |
| Test | 94 | 94 | 94 | 94 | 94 | 94 | 94 | 94 |
| Toplam | 625 | 625 | 625 | 625 | 625 | 625 | 625 | 625 |

### 2.2. Görüntü sınıflandırıcı geliştirilmesi

Derin öğrenme sınıflandırıcı NVIDIA GeForce RTX 3060 grafik kartı, Intel Xeon E5 2630 2.6 GHz CPU, 16 GB RAM'e sahip ve 64-bit Windows 10 işletim sistemi kurulu bir Dell T7610 iş istasyonunda gerçekleştirildi. Derin öğrenme eğitimi Python 3.8 ortamında TensorFlow 2.4 ve Keras kütüphaneleri kullanılarak yapıldı [9], [10]. Veri büyütme işlemi yatay ve dikey çevirme etkin, yatay ve dikey kaydırma %20, büyütme ve kırpma oranı %20 ve çevirme oranı [0°,180°] aralığında rastgele olacak şekilde uygulandı. Adam optimize edici başlangıç öğrenme oranı $10^{-3}$ olarak kullanıldı [11]. Sistem hafızasının verimli kullanılması için veri jeneratörü uygulandı ve yığın boyutu dört olarak belirlendi.

Aşırı öğrenmeyi engellemek için ardışık olarak on iterasyon boyunca doğrulama verisi üzerinde kayıp fonksiyonunda azalma olmazsa eğitim durduruldu. Kayıp fonksiyonu olarak kategorik çapraz entropi yöntemi kullanıldı. Veri dengeli olduğu için sınıf ağırlık katsayıları kullanılmadı. Eğitim devri (epoch) başına adım sayısı eğitimde kullanılan görüntü sayısının yığın boyutuna bölünmesi ile 3496/4=874 olarak belirlendi.

Derin ağın sıfırdan eğitimi esnasında sekiz katmanlı bir yapı kullanıldı. Her bir katmanda sırasıyla konvolüsyon, LeakyReLU aktivasyon fonksiyonu ve maksimum havuzlama fonksiyonu eklendi.

Katmanlardaki konvolüsyon işlemlerinde sırası ile 16, 16, 32, 32, 64, 64, 128 ve 128 filtre kullanıldı. Modelin sonuna softmax aktivasyon fonksiyonu eklendi. Öğrenme katsayısı $10^{-3}$ olarak belirlendi ve maksimum devir sayısı 200 olarak ayarlandı ve eğitim başlatıldı.

Öğrenme transferi için ImageNet ile daha önceden eğitilmiş ResNet50 ağ katsayıları kullanılarak sınıflandırıcı tasarlandı [12], [13]. Öncelikle ağın katsayıları en üst katman alınmadan içe aktarıldı. Model çıkışına sırası ile GlobalAveragePooling2D, 1024 boyutlu yoğun katman, LeakyReLU aktivasyon katmanı, istatistiksel bırakma katmanı (dropout), 512 boyutlu yoğun katman, LeakyReLU aktivasyon katmanı ve son olarak model sekiz yollu sınıflandırıcı olduğu için softmax aktivasyon katmanları eklendi. ResNet50 ağında 182 katman ile 26.2 milyon parametre bulunmaktaydı. Öğrenme transferinin birinci aşamasında üç devir kullanıldı ve sadece sonradan eklenmiş olan yoğun katmanlar eğitildi. İkinci aşamada öğrenme katsayısı $10^{-4}$'e düşürüldü ve derin öğrenme modelinin üstten %25 oranında katmanları on devir boyunca eğitildi. Üçüncü aşamada ise öğrenme katsayısı $10^{-5}$'e düşürüldü ve derin öğrenme modelinin tüm katmanları en fazla 150 devir olmak üzere aşırı öğrenmeyi engelleme kriteri ile birlikte eğitildi.

Sıfırdan öğrenme ve ResNet50 öğrenme transferi yönteminin sınıflandırma performansı doğrulama verisi üzerinde tespit edildi ve en iyi yöntem seçildi. Test verileri model eğitiminde kullanılmadı. En iyi yöntem belirlendikten sonra test verisi üzerinde performans değerlendirmeleri yapıldı.

### 2.3. Sınıflandırma performans değerlendirilmesi

Verinin dengeli olmasından dolayı performans metriği olarak doğruluk kullanılmıştır. Sekiz-yollu sınıflandırıcı performans değerlendirilmesi için aşağıdaki metrikler kullanıldı [14]:

$$Doğruluk = \frac{Doğru\ sınıflandırılmış\ görüntü\ sayısı}{Toplam\ görüntü\ sayısı} \tag{1}$$

## 3. Bulgular

Sınıflandırıcıların doğruluk verisi üzerinde performansları ve eğitim için geçen süreler tablo 2'de gösterildi. ResNet50 öğrenme transferi yöntemi kullanıldığında doğruluk sıfırdan öğrenme yöntemine göre artış gösterdi. Sıfırdan öğrenme yönteminin hesaplama süresi ResNet50 ağından daha yüksekti. Diğer yandan ResNet50 öğrenme transferi yönteminin diskte kapladığı alan sıfırdan öğrenme modeline göre daha fazlaydı.

Tablo 2. Model eğitim ve hafıza maliyetleri ile doğrulama verisi sınıflandırma performansı

| Yöntem | Boyut (MB) | Eğitim süresi | Doğruluk |
|---|---|---|---|
| ResNet50 | 307 | **50 dk** | **0.8803** |
| 8 katman ESA | **4** | 67 dk | 0.8750 |

En iyi model ResNet50 olarak belirlendikten sonra, bu modelin test verisi üzerinde performansı hesaplandı. Test verisinde 0.8644 doğruluk, alıcı çalışma eğrisi altındaki alanı (AUC-ROC) ise 0.9834

olarak hesaplandı. Doğruluk oranına ek olarak hataların oranını kıyaslayabilmek için karışıklık matrisi oluşturuldu ve tablo 3'te gösterildi.

Tablo 3. Test verisi üzerinde kitle ve kalsifikasyon sınıflandırılması

| | | Tümör | Stroma | Karmaşık stroma | Bağışıklık | Atık mukoza | Mukozal bez | Adipoz | Arka plan |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Uzman radyolog** | Tümör | 81 | 1 | 5 | 1 | 0 | 6 | 0 | 0 |
| | Stroma | 0 | 87 | 3 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 |
| | K.stroma | 2 | 18 | 64 | 6 | 2 | 2 | 0 | 0 |
| | Bağışıklık | 0 | 0 | 10 | 79 | 0 | 5 | 0 | 0 |
| | Atık mukoza | 0 | 23 | 2 | 0 | 65 | 2 | 2 | 0 |
| | Mukozal bez | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 93 | 0 | 0 |
| | Adipoz | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 93 | 1 |
| | Arka plan | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 88 |
| | | **ResNet50 öğrenme transferi tabanlı sınıflandırıcı** | | | | | | | |

Test sonucu doğruluğu doğrulama verisi doğruluğundan sadece %2 daha düşük olduğu görüldü. En yüksek hata atık mukoza görüntülerinin stroma olarak sınıflandırılmasından kaynaklandı. Elde edilen performans değerleri bugüne kadar literatürde elde edilmiş değerler ile karşılaştırıldı ve tablo 4'te gösterildi.

Tablo 4. KRK sınıflandırma problemi için literatürdeki çalışmalar

| **Yayın** | **Yöntem** | **Test doğruluğu** |
|---|---|---|
| Kather ve diğerleri [8] | Makine öğrenme ve dokusal analiz | 0.8740 |
| Nanni ve diğerleri [6] | ESA topluluğu | 0.9518 |
| Wang ve diğerleri [7] | Çift doğrusal ESA | 0.9260 |
| Bu çalışma | ResNet50 öğrenme transferi | 0.8644 |

## 4. Sonuç

KRK sınıflandırma için öğrenme transferi yöntemiyle sıfırdan öğrenme hem daha yüksek performans hem de zaman olarak daha kısa sürede eğitim gerçekleştirildi. KRK histoloji dokularının yüksek doğrulukta sınıflandırılması bu modelin KRK tedavi sürecinde katkısı olabileceğini göstermektedir.

## 5. Öneriler

KRK veri seti ile ilgili bölütleme verisi bulunmamaktadır. Bu konuda veri seti yayınlanması bilgisayar destekli KRK teşhis sistemlerinin yaygınlaşmasında katkıda bulunabilir.

## Bilgilendirme

Volkan Müjdat Tiryaki Siirt Üniversitesi Bilimsel Araştırma Proje Koordinatörlüğü'ne bu çalışmanın 2021-SİÜMÜH-01 nolu proje kapsamında desteklenmesinden dolayı teşekkür eder.

## 6.Kaynaklar

**[1]** D. Ardila *et al.*, "End-to-end lung cancer screening with three-dimensional deep learning on low-dose chest computed tomography," *Nat. Med.*, vol. 25, no. 6, pp. 954–961, 2019.

**[2]** K. Kim and J. Kwon, "Deep Learning for Diagnosing Heart Failure from ECG Signals," *J. Hear. Lung Transplant.*, vol. 38, no. 4, Supplement, p. S375, 2019.

**[3]** A. Esteva *et al.*, "Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks," *Nature*, vol. 542, no. 7639, pp. 115–118, 2017.

**[4]** L. Dai *et al.*, "A deep learning system for detecting diabetic retinopathy across the disease spectrum," *Nat. Commun.*, vol. 12, no. 1, 2021.

**[5]** K. Kaplan, Y. Kaya, M. Kuncan, and H. M. Ertunç, "Brain tumor classification using modified local binary patterns (LBP) feature extraction methods," *Med. Hypotheses*, vol. 139, no. February, 2020.

**[6]** L. Nannia, S. Ghidoni, and S. Brahnam, "Ensemble of convolutional neural networks for bioimage classification," *New Engl. J. Entrep.*, vol. 17, no. 1, pp. 19–35, 2018.

**[7]** C. Wang, J. Shi, Q. Zhang, and S. Ying, "Histopathological image classification with bilinear convolutional neural networks," *Proc. Annu. Int. Conf. IEEE Eng. Med. Biol. Soc. EMBS*, no. 2, pp. 4050–4053, 2017.

**[8]** J. N. Kather *et al.*, "Multi-class texture analysis in colorectal cancer histology," *Sci. Rep.*, vol. 6, pp. 1–11, 2016.

**[9]** F. and others Chollet, "Keras," *GitHub*, 2015. [Online]. Available: https://keras.io. [Accessed: 30-Oct-2021].

**[10]** M. Abadi *et al.*, "TensorFlow: Large-Scale Machine Learning on Heterogeneous Distributed Systems," in *Proceedings of the 12th USENIX conference on Operating Systems Design and Implementation (OSDI'16)*, 2016, pp. 265–283.

**[11]** D. P. Kingma and J. L. Ba, "Adam: A method for stochastic optimization," *3rd Int. Conf. Learn. Represent. ICLR 2015 - Conf. Track Proc.*, pp. 1–15, 2015.

**[12]** Jia Deng, Wei Dong, R. Socher, Li-Jia Li, Kai Li, and Li Fei-Fei, "ImageNet: A large-scale hierarchical image database," in *2009 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, 2009, pp. 248–255.

**[13]** K. He, X. Zhang, S. Ren, and J. Sun, "Deep residual learning for image recognition," in *Proceedings of the IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, 2016, vol. 2016-Decem, pp. 770–778.

**[14]** F. Pedregosa *et al.*, "Scikit-learn: Machine Learning in Python," *J. Mach. Learn. Res.*, vol. 12, pp. 2825–2830, 2011.

# MAKİNE MÜHENDİSLİĞİNDE YAPAY ZEKA TEKNOLOJİSİNİN UYGULANMASI

***Bahadır Birecikli*[*1]***
[1]Batman Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Doğalgaz ve Tesisatı Teknolojisi Programı, Batman-Türkiye, bahadir.birecikli@batman.edu.tr
[*] Sorumlu Yazar: bahadir.birecikli@batman.edu.tr

***Özet:*** *İnsanoğlunun ihtiyaçlarına karşılamak için yapılan çalışmalar, mevcut teknoloji ile imkan sağlamış olup, önceki yıllara göre daha kısa sürede ihtiyaçlara cevap vermiştir. Günümüzde, bilgisayar yazılımları ile yapılmakta olan çalışmalar, insan zekasının kısa sürede ulaşamayacağı hızda ve hassas sonuçlar vermektedir. Bütün bunlara rağmen nihai karar yine de insan zekasına kalmaktadır. İnsan zekası, girdi ve çıktıları göz önüne alarak en optimum sonuca ulaşmayı ya da elde edilen çıktılar arasından en uygununu belirlemeyi hedeflemektedir. Teknoloji, hayatımızın her alanında hızlıca ilerlemekte olup yaşanılan gelişmeler, önceki hiçbir dönemde olmadığı kadar hızlı olmaktadır. Günümüz teknolojisinin en önemli gelişmelerinden biri yapay zekâ alanında olmaktadır. Bu alandaki hızlı gelişmeler, yapay zekânın çok farklı alanlarda çözüm bulma amacıyla kullanılması nedeniyle bilimsel alanlardaki mevcut gelişmeler için bir katalizör görevi görmektedir.*
*Bu çalışmada, mekanik endüstrisinin işleyişinde yapay zekanın kritik rolü açıklanmaktadır. Günümüzde makinelerde kullanılan teknoloji, gerçek dünya sorunlarına ve karmaşık durumlara yönelik çözüme yardımcı olmaktadır. Çoğu yapay zeka algoritması, birçok mühendislik yaklaşımına çözüm sunabilmektedir. Yapay zekanın önemi, makine mühendisliğini akıllı makineler ve robotlarla otomatik hale getirmektedir. Hesaplama sistemleri, bulanık mantık sistemleri ve sinir ağlarını içeren algoritmalar, mühendislikteki sorunları çözmek için hızlı bir biçimde büyümektedir. Yapay zeka, son yıllarda mekanik endüstrisinde iyi bir etki bırakmış olup insan yaşamına büyük katkı sağlayan akıllı sistemler geliştirmiş ve araştırmacıların geleceğe yönelik ufkunu da genişletmektedir.*

***Anahtar sözcükler****: Yapay Zeka, Mekanik, Makine Mühendisliği, Algoritmalar*

# ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGY IN THE FIELD OF MECHANICAL ENGINEERING

***Bahadır Birecikli*[*1]***
[1]Batman University, Technical Sciences Vocational School, Natural Gas and Installation Technology Program, Batman-Turkey, bahadir.birecikli@batman.edu.tr
[*] Corresponding author: bahadir.birecikli@batman.edu.tr

***Abstract:*** *The investigations carried out to meet the needs of human beings have provided opportunities with the current technology and have responded to the needs in a shorter time compared to previous years. Nowadays, studies carried out with computer software give fast and sensitive results that human intelligence cannot reach in a short time. Despite all this, the final decision still remains with human intelligence. Human intelligence aims to reach the optimum result by considering the inputs and outputs or to determine the most suitable one among the obtained outputs. Technology is advancing rapidly in all areas of our live and developments are getting faster than in any previous period. One of the most important developments in today's technology is in the field of artificial*

*intelligence. Rapid developments in this field act as a catalyst for current developments in scientific fields, as artificial intelligence is used to find solutions in many different areas.*
*In this study, the critical role of artificial intelligence in the functioning of the mechanical industry is explained. The technology used in machines today helps to solve real-world problems and complex situations. Most artificial intelligence algorithms can offer solutions to many engineering approaches. The importance of artificial intelligence automates mechanical engineering with smart machines and robots. Algorithms including computational systems, fuzzy logic systems and neural networks are growing rapidly to solve engineering problems. Artificial intelligence has made a good impact in the mechanical industry in recent years, has developed intelligent systems that make a great contribution to human life, and expands the horizons of researchers for the future.*

***Keywords:*** *Artificial Intelligence, Mechanic, Mechanical Engineering, Algorithms*

## 1. Giriş

Yapay zeka, insanoğlunda bulunan bilgi edinme, algılama, görme, düşünme ve karar verme ile donatılmış bilgisayarlar olarak tanımlanabilir. Literatürde ise "Artificial Intelligence" olarak tanımlanan yapay zeka, insanoğlunun yerini almaya çalışan elektro-mekanik bir robotu çağrıştırmaktadır. Ancak, insanoğlu ile makineler arasında kesin bir farklılığın olduğu açıktır. Bunun yanında makine sektöründe bu teknolojinin gelişmesinde bilgi kullanımı ve bilgi kazanımı büyük önem taşımaktadır.

Bilim ve teknolojinin sürekli ilerlemesiyle birlikte makine mühendisliği de sürekli gelişmekte ve değişmektedir. Otomasyon ve entelektüelleştirme seviyesi sürekli bir gelişmeye sahiptir.

Makine mühendisliği alanında yapay zeka teknolojisinin kullanım amacı, üretim, imalat ve hizmet sektöründe kalite ve verimliliği arttırmak böylece iş kazaları riskini minimuma indirerek tehlikeli işlerde robotları kullanmak, insan hayatındaki kaliteyi arttırarak eğitim alanında strateji geliştirme, verimliliği artırmak ve problem çözme yeteneği kazandırmaktır.

Yapay zeka teknolojisi hemen hemen her alanda popüler hale gelmektedir. Günlük hayatta kullandığımız birçok nesneyi akıllı hale getiriyoruz. Bu sadece işimizi kolaylaştırmakla kalmadı, aynı zamanda araştırmaya, çalışmaya ve geliştirmeye yeni bir boyut kazandırdı. Yapay zeka teknolojisi, işlemleri daha verimli bir şekilde gerçekleştirmemize yardımcı olan diğer alt konular ve algoritmalardan oluşan bir hazine gibidir.

Yapay zeka, insan zekasını simüle etmek ve genişletmek için teori, teknoloji ve uygulama sistemlerini inceleyen ve geliştiren, psikoloji, bilişsel bilim, düşünme bilimi, bilgi bilimi ve sistem bilimi gibi disiplinleri içeren, gelişmekte olan bir teknoloji bilimidir (Şekil 1). Yapay zeka aslında insan zekasının özünü anlamayı ve daha sonra akıllı bir makine üretmeyi umarak insan düşüncesinin veri etkileşim sürecinin simülasyonudur. Bu akıllı makine, soruna yanıt vermek ve onunla başa çıkmak için tasarlanmaktadır [1].

Şekil 1. Yapay zeka teknolojisi [2]

Bu makalenin amacı, yapay zeka teknolojisinin bileşimi ve gelişiminin yanı sıra yapay zeka ve makine mühendisliği arasındaki ilişkiyi gözden geçirmektedir. En önemlisi, makine mühendisliği alanında yapay zeka teknolojisinin nasıl uygulandığını incelemeyi amaçlamaktadır [3]. Hata tespiti, otonom araçlar, imalat, akıllı binalar gibi makine mühendisliğindeki çeşitli uygulamalarda çeşitli yapay zeka yöntemleri denenmektedir. Bu nedenle, bu makale bazı makine mühendisliği uygulamalarında yapay sinir ağları, genetik algoritma, derin öğrenme, bulanık mantık, hibrit teknik ve vaka tabanlı akıl yürütme gibi yapay zeka yöntemlerinin kullanımını araştırmayı ve hangi yapay zeka yönteminin daha uygun olduğunu bulmaya çalışmayı amaçlamaktadır [4].

## 2. Yapay Zekanın Araştırma Yönü

### 2.1. Makine Öğrenmesi

Temel olarak bilgisayarın insan öğrenme davranışını nasıl simüle ettiğine odaklanan Makine Öğrenimi, mevcut bilgi yapısını öğrenilen bilgi ve becerilerle yeniden düzenler ve performansını sürekli iyileştirmektedir. Makine öğrenimi, yapay zekanın özüdür ve bilgisayarların kendi zekasına sahip olmasının tek yoludur. Şu anda, makine öğrenimi yapay zekanın tüm alanlarında kullanılmaktadır [5].

### 2.2. Uzman Sistemleri

Uzman sistem, yapay zeka araştırmalarının bir diğer önemli dalıdır. Uzman sistem, belirli sorunları çözmek için özelleşmiş bilginin kullanımına ilişkin genel düşünme biçimini keşfeder. Uzman sistem, yapay zekanın teorik araştırmasını pratik uygulamaya dönüştürmektedir. Uzman sistem, bilgisayar akıllı program sisteminin bir tür özel bilgisi olarak görülebilir. Uzman sistem, belirli alanlarda uzmanlar tarafından sağlanan uzmanlık ve deneyimi kullanabilir. Ayrıca uzmanlar tarafından çözülebilen karmaşık sorunları çözmek ve simüle etmek için yapay zekadaki akıl yürütme tekniklerinden de faydalanabilir [6].

Temel bir uzman sistem, Şekil 2'de gösterildiği gibi bilgi tabanı, veri tabanı, çıkarım motoru, çıkarım mekanizması, bilgi edinme ve kullanıcı ara yüzünden oluşmaktadır.

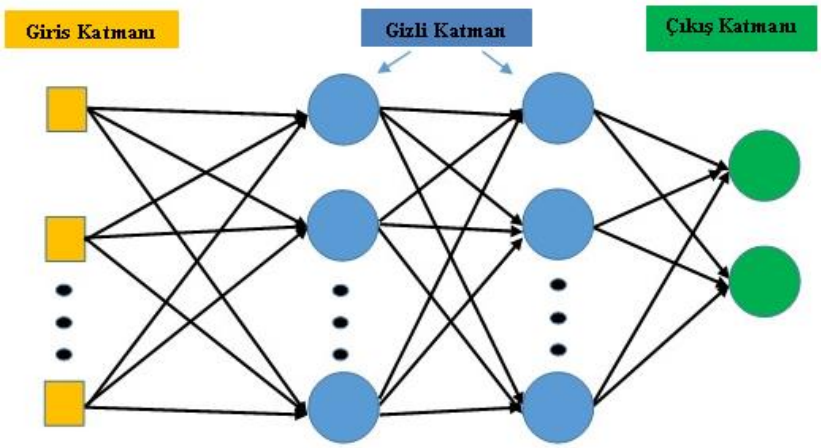
Şekil 2. Temel bir uzman sistem modeli

### 2.3. Örüntü Tanıma

Örüntü tanıma araştırması temel olarak iki yönü içermektedir. Birinci yön, bilimsel kategorinin anlaşılmasına ait olan nesnenin algılanma yöntemini; ikinci yön ise bilgisayar ile örüntü tanımayı başarmak şartıyla duruma göre görev belirler. Birinci yönde fizyologların, psikologların, biyologların ve nörofizyologların araştırma içeriğiyle ilgilidir. İkinci yönde ise, matematikçiler, bilişim uzmanları ve bilgisayar bilimi çalışanlarının çabalarıyla sistematik olarak araştırılmış ve metin tanıma, ses tanıma, parmak izi tanıma, uzaktan algılama ve tıbbi teşhiste uygulanmış olup insanların hayatlarını büyük ölçüde kolaylaştırmayla ilgilenmektedir.

### 2.4. Yapay Sinir Ağları

Yapay Sinir Ağı (YSA), insan sinir ağının bilgi işleme perspektifinden soyutlanmasıyla elde edilen aritmetik bir modeldir. Yapay Sinir Ağı birbirine bağlı çok sayıda nörondan oluşur. Her nöron, uyarma işlevi adı verilen belirli bir çıktı işlevini temsil eder. İki nöronun her biri arasındaki bağlantı, bağlı sinyal aracılığıyla ağırlık olarak adlandırılan bir ağırlığı temsil eder. Sinir ağı bağlantı modu, ağırlık ve teşvik işlevi değiştiğinde ağ çıkışı da değişecektir [7]. En temel yapay sinir ağı, girdi katmanı, gizli katman ve çıktı katmanı olmak üzere üç katmandan oluşur (Şekil 3).




Şekil 3. Yapay sinir ağı modeli

### 2.5. Derin Öğrenme

Derin öğrenme kavramı, yeni bir makine öğrenimi alanına ait olan yapay sinir ağı araştırmalarından gelmektedir. Derin öğrenme, yapay zekanın öğrenmeye, onu eğitmeye, kavramları kendi kendine yönetmeye ve etiketlenmemiş verilerden sesleri, görüntüleri ve diğer verileri tanımaya başlamasını ifade eder. Bu yaklaşım insan beynine daha yakındır. Derin öğrenme esas olarak çok katmanlı temsili öğrenmek için derin bir yapı oluşturmaktadır (Şekil 4).

Şekil 4. Derin öğrenme kavramı

## 3. Makine Mühendisliği Kavramı

Makine mühendisliği, çekirdeği mekanik elektronik olan bilgi teknolojisi ve akıllı ağ ile birlikte her türlü bilimi kapsayan bir bilim ve teknolojidir. Bu disiplinlerin teorisi, makine mühendisliğinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Makine mühendisliği tasarımında, tasarımı geliştirmek için farklı mekanik bileşenleri birleştirerek bilgisayar teknolojisi, ağ teknolojisi ve mekanikle ilgili teknolojiyi entegre etmek gerekir. Makine mühendisliği tasarımında bilgi çok karmaşık olmasına rağmen, tasarım nispeten basittir, yapı karmaşık değildir ve iyi bir performansa sahiptir. Yeni nesil tasarım, geleneksel makinelerin yerini alan üretime geçtiğinde yüksek verimliliğe ve küçük boyuta sahip olmalıdır. [8].

## 4. Yapay Zeka ve Makina Mühendisliği Arasındaki İlişki

Elektronik bilginin hızla gelişmesiyle birlikte makine mühendisliği temel bir disiplin olarak hayatımızda yaygın olarak kullanılmaya başlamıştır. Ancak makine mühendisliğinin de bazı eksiklikleri vardır, sorunun nedeni elektronik bilgi sisteminin kusurlu faktörüdür. Yapay zekanın kendisi bilgiyi hızlı bir şekilde aktarabilir ve zamanında işleyebilir, bu da mevcut eksikliği etkili bir şekilde telafi edebilir.

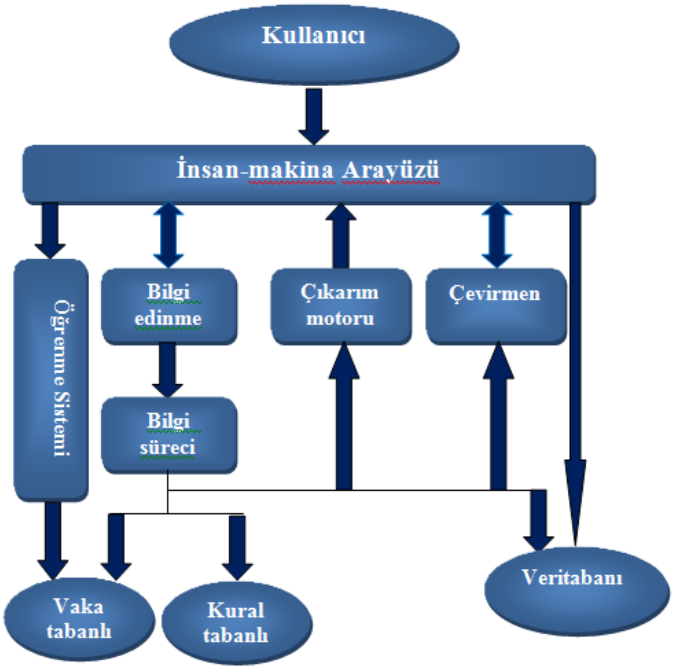
Makine mühendisliğinde giriş ve çıkış sürecinde, elektronik bilgi sistemi çok fazla zorluk ve dirençle karşı karşıya kalacaktır, eğer giriş bilgileri çok karmaşıksa, elektronik bilgi sistemi muhtemelen bir hata yapacaktır ve o zaman sorun manuel olarak çözülmesi gerekecektir.

## 5. Yapay Zeka Teknolojisinin Makine Mühendisliğinde Uygulanması

Yapay zeka teknolojisi genellikle makine mühendisliğinde bir hata tespitinde kullanılmaktadır [9]. Genel olarak, yapay zeka tabanlı hata tanımlama teknikleri, kural tabanlı muhakeme, vaka tabanlı muhakeme ve hata tabanlı tanımlamayı içerir.

Geleneksel uzman sistemin temel bileşimine ve temel ilkesine dayanarak, muhakemelere dayalı mekanik bir hata tespit uzman sistemi oluşturulur. Genel yapı Şekil 5'de gösterilmektedir. Temel bir sistem, vaka tabanlı, kural tabanlı, veritabanı, bilgi süreci, çıkarım motoru, öğrenme sistemi ve insan-makine arayüzünü içermektedir [10].

Tespit sisteminin temel çalışma sürecinde ilk olarak kullanıcı, insan-makine arayüzü aracılığıyla makine tarafından izlenen çevrimiçi verileri girer. Sonra, muhakeme makinesi, pozitif muhakeme mekanizmasına göre teşhis sonuçlarını elde etmek için ilgili kuralları etkinleştirir. Daha sonra tespit uzmanı tavsiye verir ve ardından olayı belirli bir algoritma aracılığıyla veritabanına alır, burada en çok benzeyen olayı belirler, benzerliği hesaplar, tarihsel duruma göre ve mekanik hata tespitine göre yüksek verimlilikle tespiti tanımlar.




Şekil 5. Yapay zeka teknolojisinin mühendislikte uygulanması

## 6. Sonuç

Bu çalışma ile yapay zeka teknolojisinin bileşimi ve gelişiminin yanı sıra yapay zeka ve makine mühendisliği arasındaki ilişki gözden geçirilmiştir. Ayrıca makine mühendisliği alanındaki ilgili uygulamaları da özetlemektedir. Teorik ve pratik araştırmalar, akıllı teknolojinin mekanik sistemlerin tüm yönlerinde yaygın olarak kullanıldığını, bilginin keşfi ve dağıtılmış yapay zeka ve yapay zekayı mekanik sistemde ve diğer alanlarda daha etkili hale getiren diğer bilgisayar teknolojileriyle birleştiğini göstermiştir. Makine endüstrisinde giderek artan rekabet nedeniyle, bulanık mantık, sinir ağı, uzman sisteme dayalı hibrit akıllı tasarım, izleme, kontrol, teşhis sistemi, akıllı kontrol düzeyini

geliştirmek için yeni bir araştırma etkin noktası olacaktır. Bu uygulamaların çok umut verici beklentileri vardır.

Hata tespiti, otonom araçlar, araçlarda görüntü işleme ve diğer çeşitli uygulamalar gibi makine mühendisliğinin çeşitli alanlarında kullanılan çeşitli yapay zeka yöntemlerinin kullanımı kısaca tartışıldı. Hibrit teknikler, iki veya daha fazla yapay zeka yönteminin bir kombinasyonu oldukları için ve daha etkili olduklarından çok çeşitli uygulamalar için uygundur. Bu nedenle yapay zeka teknolojisi tasarım, imalat, hata teşhisi, makine montajı gibi çözümlerin mevcut çözümlere dayandırıldığı alanlarda geniş bir kullanım alanı bulmaktadır.

Araştırmamızdan çıkardığımız en önemli sonuç makine endüstrisini ve hatta insanın günlük yaşamını önümüzdeki yıllarda tamamen etkileyecek bir yapay zeka teknolojisi üzerine kurulu zaman dilimi beklenmektedir.

## 7.Kaynaklar

**[1]** Norvig P.; Russell S. Artificial Intelligence: A Modern Approach. Applied Mechanics & Materials, 2003, 263 (5): 2829-2833.

**[2]** İstanbul Boğaziçi Enstitüsü, https://istanbulbogazicienstitu.com

**[3]** Huang Q. Application of Artificial Intelligence in Mechanical Engineering. 2nd International Conference on Computer Engineering, Information Science & Application Technology, 2017, volume 74.

**[4]** Anush S.; Lakshman; Ebenezer. Application of Principles of Artificial Intelligence in Mechanical Engineering. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2020, 912, 032075 https://doi:10.1088/1757-899X/912/3/032075

**[5]** Goldberg DE.; JH Holland JH. Genetic Algorithms and Machine Learning. Machine Learning, 1988, 3 (2): 95-99.

**[6]** Chandrasekaran B. Generic Tasks in Knowledge-Based Reasoning: High-Level Building Blocks For Expert System Design. IEEE Expert, 1986, 1 (3): 23-30.

**[7]** Hassoun MH. Fundamentals of Artificial Neural Networks. Proceedings of the IEEE, 1996, 84 (6): 906.

**[8]** Bolton W. Mechatronics Electronic Control Systems in Mechanical and Electrical Engineering. Fish Physiology & Biochemistry, 2009, 35 (3): 385-398.

**[9]** Yang H.; J Mathew j.; Ma L. Intelligent Diagnosis of Rotating Machinery Faults - A Review Pattern Recognition & Data Mining, 2002.

**[10]** Jack LB.; Nandi AK. Fault Detection Using Support Vector Machines and Artificial Neural Networks, Augmented By Genetic Algorithms. Mechanical Systems & Signal Processing, 2002, 16 (2-3): 373-390.

# YAPAY ZEKÂ ÇAĞINDA SOFİSTİKE SİSTEMLER İÇİN ORTA ÇAĞDAN BİR İLHAM: EL-CEZERİ VE OLAĞANÜSTÜ MAKİNELERİ

***Arş. Gör. Sevda Bora Çınar*[1]***
[1]Akdeniz Üniversitesi, Hukuk Fakültesi, Ticaret Hukuku ABD, Antalya-Türkiye, av.sevdabora@gmail.com
[*] Sorumlu Yazar: av.sevdabora@gmail.com

***Özet:*** *Yapay zekâ, zekânın, zeki düşünce ve davranışların taklit edilmesi hedefine yönelik araştırma ve çalışmaların yapıldığı disiplinler arası bir bilim alanıdır. Zekâyı yapay olarak ortaya çıkarmak, taklit edilmek istenen varlığı sadece işlevsel yönüyle değil bir bütün olarak ele almayı zorunlu kılmaktadır. Bunun sonucu olarak sofistike bir yapay zekâ sistemin oluşturulabilmesi için, zekâya dair tüm alanlar konusunda bilgi sahibi olunması zorunludur. Aksi halde bir alan için işlevsel olan bir sistemin, başka bir alan için sorun kaynağı olması ve böyle bir ürünün uzun vadede ticari olarak kısa ömürlü olması kaçınılmazdır. Çözümü zekâ gerektiren bir sorunun doğru bir şekilde tespit edilmesi, çözüme yönelik doğru strateji ve planlamaların yapılması, en etkili çözümün otomatik hale getirilmesine yönelik yazılım, tasarım ve işletim sisteminin tasarlanması ve son olarak dijital bir programın ya da mekanik bir ürünün pazarlanması ve tüketicilerin kullanımına sunulması bir bütün olarak değerlendirildiğinde, tüm sürece yönelik bilgelik ve sofistike bir yaklaşım gerektirmektedir. Ayrıca günümüz koşullarında bilgiye ve eğitime erişim kolaylaşmış, gerekli kaynak ve donanım olarak da bilim ve teknoloji ilerlemiştir. Ancak buna rağmen yapay zekâ alanında çalışan bir araştırmacının, fen, mühendislik, tıp, felsefe ve sanat gibi zekâya dair yan alanlarda uzman olması beklenmemektedir. Yapay zekâ çağı, teknoloji çağı ya da bilgi çağı olarak adlandırılan 21. yüzyılda böyle bir bütünsel yaklaşımın maliyetli, zor, hatta imkânsız olduğu ileri sürülebilse de tüm bu sofistike yaklaşım, elektriğin bile henüz icat edilmediği bir dönemde, 13. yüzyılda, El-Cezeri tarafından teoriyle birlikte uygulamaya bile dökülebilmiştir. Çalışmamızda, El-Cezeri'nin aldığı eğitimden başlanarak çalışmalarını ortaya koyduğu el yazması eseri çerçevesinde icat ettiği otomatlardaki işlevsel ve estetik yön incelenmiştir. Sonrasında El-Cezeri yaklaşımı olarak adlandıracağımız bu tekniğin günümüz yapay zekâ çalışmalarına entegre edilip edilemeyeceği değerlendirilmiştir. Son olarak böyle bir entegrasyonun hangi alanlarda etkili olacağı, yapay zekâ alanındaki eğitim ve tasarım süreçleri esas alınarak incelenmiş ve geleceğin teknolojisi şekillendirilirken, geçmişten ilham alınıp alınamayacağı sorgulanmıştır.*

***Anahtar sözcükler:*** *El-Cezeri, Otomasyon, Yapay Zekâ, Fetemm, Teknoloji.*

# A MEDIEVAL INSPIRE FOR SOPHISTICATED SYSTEMS IN THE AGE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE: AL-JAZARI AND ITS EXTRAORDINARY MACHINES

***Res. Asst. Sevda Bora Çınar*[1]***
[1] Akdeniz University, Faculty of Law, Commercial Law Department, Antalya-Turkey, av.sevdabora@gmail.com
[*] Corresponding author: av.sevdabora@gmail.com

***Abstract:*** *Artificial intelligence is an interdisciplinary field of science in which research and studies are carried out to imitate intelligence, intelligent thoughts and behaviors. Revealing intelligence artificially*

*necessitates considering the entity to be imitated as a whole, not just its functional aspect. As a result, in order to create a sophisticated artificial intelligence system, it is necessary to have knowledge about all areas of intelligence. Otherwise, it is inevitable that a system that is functional for one area will be a source of problems for another area, and such a product will be commercially short-lived in the long run. Correctly identifying a problem which requires intelligence, making the right strategy and planning for the solution, designing the software and operating system to automate the most effective solution, and finally marketing a digital program or a mechanical product and presenting it to consumers taken as a whole, it requires wisdom and a sophisticated approach to the whole process. In addition, in today's conditions, access to information and education has become easier, and science and technology have advanced as necessary resources and equipment. However, a researcher working in the field of artificial intelligence is not expected to be an expert in subfields related to intelligence such as science, engineering, medicine, philosophy and art. Although it can be argued that such a holistic approach is costly, difficult, or even impossible in the 21st century, which is called the age of artificial intelligence, technology age or information age, this sophisticated approach was developed by Al-Jazari in the 13th century, at a time when even electricity was not invented yet. It could even be put into practice along with theory. In our study, the functional and aesthetic aspects of the vending machines that Al-Jazari invented within the framework of the manuscript in which he revealed his works, starting from the education he received, were examined. Afterwards, it has been evaluated whether this technique, which we will call the Al-Jazari approach, can be integrated into today's artificial intelligence studies. Finally, in which areas such an integration would be effective was examined on the basis of training and design processes in the field of artificial intelligence, and it was questioned whether it could be inspired by the past while shaping the technology of the future.*

***Keywords:*** *Al-Jazari, Automation, Artificial Intelligence, Stem, Technology.*

## 1. Giriş

Yapay zekâ, en yalın ifadeyle doğal zekânın taklit edilmesidir. Bu alanın taklit etmeyi hedeflediği, düşüncelerden motor becerilere kadar zekâya dair tüm durumların nasıl ortaya çıktığı, kaynağının ne olduğu, nasıl işlediği ve tüm bu süreçler üzerinde bilincin ve iradenin etkili olup olmadığı, felsefe, fizik, kimya, biyoloji, nöroloji, hukuk, psikoloji ve daha birçok bilim dalının üzerinde araştırma yaptığı konulardır. Bunun yanında zekâ ve zeki davranışların ortaya çıktığı form da yapay zekânın makine, bilgisayar, yazılım ve elektrik mühendisliği gibi teknik bilimin, dışta kullanıcı ve tüketiciler üzerinde yaratacağı algı da tasarım mimarisinden estetiğe kadar güzel sanatların, en nihayetinde sosyal hayatın bir parçası olmasının sonuçları da hukuktan iletişime kadar sosyal bilimlerin çalışma alanlarına girmektedir. Aslın özüne dair araştırma yapan tüm bu disiplinler, aslın taklidini hedefleyen yapay zekâ alanının da kapsamı içinde değerlendirilmelidir.

Sofistike bir yapay zekâ sistemi, zekânın bütünsel bir yaklaşımla ele alınmasını sağlayacak ölçüde birçok farklı bilim alanından bilgi ve uzmanlık gerektirdiği halde, araştırmacılarının bu ölçüde donanımlı olması beklenmemektedir. Kaldı ki yapay zekâyla ilgili olan her bir bilimsel disiplini temsil edecek araştırmacıların bir araya getirilmesi şeklinde uzman ekipler oluşturularak yapay zekâ alanında

çalışmalar yürüten kurum ve kuruluşlar da yok denecek kadar azdır. Ancak elektriğin bile henüz icat edilmediği 13. yüzyılda, Cizreli bir mühendis olan El-Cezeri, kendisini birçok alanda yetiştirebilmiş, tek başına otomatlar ve androidler icat edecek kadar teknikte çağının ötesine geçmiş, makinelerine yansıttığı bilgi, teknik ve estetik sebebiyle günümüzde bile hayranlık uyandıran olağanüstü makineleri hayata geçirebilmiştir. Bu sebeple, El-Cezeri'nin hayatı ve çalışmaları, sadece geçmişe değil geleceğe de ışık tutabilecek önemli bilgi ve teknikler içeren zamansız bir bilim hazinesi niteliğindedir. Çalışmamızda, yüzlerce yıl öncesinde yaşamış ve çağının ilerisinde otomat teknolojileri geliştirmiş, Türk saray mühendisi El-Cezeri'nin hayatı, eğitimi, çalışmaları ve makinelere yaklaşımı incelenmiş, geleceğin teknolojisini şekillendirmede El-Cezeri'den ilham alınıp alınamayacağı değerlendirilmiştir. Son olarak El-Cezeri gibi bir bilim dehasının hatırlanması ve hatırasının bilimsel faaliyetlerde yaşatılması adına yapılabileceklere yönelik bir takım öneri ve tavsiyelerde bulunulmuştur.

## 2. El-Cezeri'nin Makinelere Yaklaşımı

El-Cezeri, karanlık bilinen orta çağın aydınlık yüzü olarak 13. yüzyılda Anadolu topraklarında yaşamış ve bu topraklarda günümüzde bile hayranlık ve merak uyandıran olağanüstü makineler icat etmiştir. El-Cezeri hakkındaki bilgiler, kendi yazdığı ve 1206 yılında tamamladığı El-Câmi Beyne'l-İlm ve'l-Amel en-Nâfi Fî Sınaâti'l-Hiyel adlı Arapça el yazması esere dayanmaktadır [1]. Kitab'ül Hiyel olarak tanınan bu kitap, otomasyon alanında ilk yazılı eserlerden biri olmakla birlikte El-Cezeri'yi de yapay zekâ ve sibernetik biliminin öncülerinden biri haline getirmektedir [2, 3]. Saatlerden çeşmelere, şehir kapısından sürahilere kadar onlarca işlevsel mekanizmayı, insan ve hayvan görünümlü otomatlarla zenginleştiren ve her birini birer sanat eserine dönüştüren El-Cezeri, tüm olağanüstü makinelerini bu kitapta toplamış ve mekaniğe yaklaşımını gelecek nesillere ulaştırmayı başarmıştır [1, 4]. Bu eser orijinal el yazması örneğine en yakın haliyle Topkapı Saray Kütüphanesi, III. Ahmed bölümü 3472 numarada kayıtlı olarak korunmaya devam edilmektedir. Bu kitabının Türk topraklarında muhafaza edildiği düşünüldüğünde, Türkiye'nin otomasyon alanında uluslararası bir başarı göstererek lider konumda olması beklenebilir. Ancak henüz elektriğin bile olmadığı dönemlerde mekanik otomasyonu detaylarıyla anlatan ve Türk kütüphanelerinde 800 yılı aşkın süredir korunan bu eser, Türklerden önce Avrupalılar tarafından keşfedilmiştir. Öyle ki eserin kopyaları ya da el yazması kopyalarının kayıp sayfaları birçok ülkenin müze ve kütüphanelerinde kendi dillerine çevrilerek incelenmiş, araştırılmış ve birçok icadın kitapta belirtildiği şekilde yapılarak çalıştıkları çok sonraları tespit edilmiştir [3, 5]. El-Cezeri'nin eserleri sırasıyla 1227 yılında Libera Del Sabros tarafından Kastilya diline, 1341 yılında İtalyancaya, 1908-1921 seneleri arasında E. Wiedeman ve F. Hauser tarafından Almancaya, 1974 yılında Donald R. Hill tarafından İngilizceye ve daha pek çok dile çevrilmiştir [3]. Çevirilere asıl kaynaklık etmesi gereken aslına en uygun olan el yazması eser Topkapı Sarayında o dönemlerde incelemeye kapalı tutulduğu için diğer eski çevirilerin ve el yazması eserin kısmen eksik ya da tahrip olmuş eski tarihli kopyalarından faydalanılmıştır. Eser 1974 yılında İngilizceye çevrildiğinde, aynı yıl Nature dergisine de kapak olmuş ve derginin o sayısı El-Cezeri'nin çalışmalarına özgülenmiştir [3, 6]. Türkiye'de ise El-Cezeri'nin kitabı uzunca bir süre Türk kütüphanelerinde korunmakla birlikte, bu süreçte birçok yabancı dile çevrilmesine rağmen Osmanlıca ya da Türkçe olarak tercümesinin yapılmasında oldukça gecikilmiştir. El-Cezeri'nin eserinin Türkiye tarafından hatırlanması ise 1969 yılında, İbrahim Hakkı Konyalı'nın "8 Asır Evvel Türk Sarayları Makineleşmişti" başlığını taşıyan ve Kara-Amid Tarih ve Turizm Edebiyat Dergisinde yayınladığı yazısı ile gerçekleşmiştir [3, 5]. Tüm

dünyada bu kadar ilgi, merak ve hayranlık uyandırmasına rağmen, El-Cezeri'nin eserlerinin Türkçe olarak basılması ise 1990'lı yılları bulmuş ve ilk çeviriler de Kültür Bakanlığı, Türk Tarih Kurumu gibi kurum ve kuruluşlar tarafından gerçekleştirilmiştir. Çalışmamızda da esas kaynağımızı El-Cezeri'nin kendi kitabının Türk Tarih Kurumu tarafından yayınlanan Türkçe çevirisi oluşturmaktadır [1].

### 2.1. El-Cezeri'nin Hayatı ve Eğitimi

El-Cezeri tahmini olarak 1136 yılında Şırnak'ın Cizre ilçesinin Tor Mahallesinde doğmuş, adını da doğduğu yerden almıştır. Asıl adı ise Türkçe olarak Bediüzzaman Ebû'l İzz İsmail b. er-Rezzaz El-Cezeri, Avrupa'da yaygın kullanılan İngilizce haliyle de Ibn Ismail ibn al-Rezzaz al-Jazari'dir. Eğitimini Cizre'deki Camia Medresesi'nde tamamladığı düşünülen El-Cezeri, başlangıç yılı bilinmemekle birlikte Cizre'den Diyarbakır'a yerleşmiş, burada yaklaşık 25 yıl Artuklu Sarayı'nın baş mühendisi olarak çalıştıktan sonra Cizre'ye dönmüş ve yine doğduğu topraklarda vefat etmiştir [4, 7]. Kabri de Cizre'de Nuh Camii avlusunda bulunmaktadır.

El-Cezeri'nin çağının ötesinde eserler meydana getirmesinde aldığı eğitimin katkısı büyüktür. Nitekim doğduğu topraklar dönemin eğitim ve ilim merkezi olarak değerlendirilmekte, kendini yetiştirmeye hevesli her insan için uygun medreseler ve alanında uzman eğitimciler barındırmaktaydı [8]. Medreseler yanında ibadethanelerin de ilim merkezi olarak faaliyet gösterdiğinin bilindiği bu dönemlerde, pek çok ibadethanede talebelerin bilim insanlarının etrafını sarması "ilim halkası" kavramına vücut vermiş, aslında bu toplanmalar da ibadethanelerin toplanma anlamına gelen cami adıyla anılmasını sağlamış, Kur'an öğrenmek kavramı da dini değil ilmi öğrenmek ve öğrenmenin kutsallığını ifade etmek için kullanılmıştır. Medrese ve ilim halkası eğitim modelinde sanat, mantık, fıkıh, hikmet, teknik ve fen alanlarında tahsil yapmak isteyen talebeler diledikleri ulemanın yanında ilgili eğitim grubuna dahil olabilmiştir [8]. Eğitim sürecinin ise oldukça yoğun ilerlediği bu dönemlerde eğitimin özü öğrenci ve eğitimci arasında teke tek yapılan derslere dayanmakta, öğrencinin tüm anlatılanları ezberlemesi ya da şerh etmesi beklenmekteydi [8].

Eğitim kalitesi yanında dönemin ekonomik, siyasi ve kültürel yapısının da bilimi beslediği ve ilerlettiği gerçeği gözden kaçırılmamalıdır. Nitekim döneminin koşulları incelendiğinde, Avrupa'da Engizisyon Mahkemeleri kurulup dönemin bilim insanları dine karşı gelmekle yargılanırken, Anadolu'da Artukoğulları sarayında dünyanın dört bir yanından bilim insanları saraya davet edilmekte ve çalışmaları için gerekli tüm imkanlar onlara sunulmaktaydı [3, 5, 7]. Ayrıca alanında uzman alimler saray hizmetlerinde değerlendirilmekte, kendilerine kadılıktan vezirliğe kadar yüksek görevler ve memuriyetler verilmekteydi [7]. Tüm bu imkanlara ek olarak, Diyarbakır, dönemin eğitim ve ilim merkezi haline gelmiş, bilimini ve tekniğini geliştirmek isteyen her araştırmacı için uygun medreseler ve alanında uzman eğitimciler sunması sebebiyle cazibe merkezi halini almıştı. İşte bu sebeplerle El-Cezeri Diyarbakır'a yerleşmiş, tekniğini burada ilerletmiş, robotikten otomasyona kadar insan ve hayvan görünümlü figürleri, hava ve su dengesini kullanarak otomatik bir şekilde hareket ettirmeyi başarmıştır. Mekanik ve otomasyon alanındaki bu başarılı çalışmalarından ötürü sarayın başmühendisi olarak Artuklu sarayında görevlendirilmiş ve 25 yılı aşkın süredir saraya hizmet ederek hem sarayın hem kentin makineleştirilmesini sağlamıştır.

El-Cezeri, eğitimi boyunca kendinden önceki bilim insanlarının araştırmalarını incelemiş, çalışma alanında belirsiz ve şüpheli gördüğü konularda yeni araştırmalar ve uygulamaya yönelik denemeler yapmış, kendi yaratıcılığını ortaya koyacağı, eskinin tekrarı olmayan eserler üzerinde emek harcamaya gayret etmiştir [1]. Onu birçok saygın araştırmacının yetiştiği böyle bir dönemde özel ve ayrıcalıklı

kılan, kendinden öncekileri ve kendi çağını aşarak bilim ve teknikte zirveye ulaşmış olmasıdır [4, 8, 9, 10]. Bu sebeple "Çağın Doruğuna Erişmiş Büyük Mühendis İbni Rezzaz Cesari" adıyla saygıyla anılan El-Cezeri'nin kitabı birçok dile çevrilmiş, üniversitelerde okutulmuştur [8].

Teknik ve bilimde yeterli birikim ve olgunluk gerçekleştiğinde, aynı ya da benzer icatların birbirinden habersiz kişilerce dünyanın farklı yerlerinde ve farklı zamanlarında icat edilmesi olağandır. Yeterli birikim ve olgunluğun en mükemmel ürünlerini Anadolu topraklarında vermesinin en temel sebebi ise bilimin ve sanatın bu topraklarda takdir görmesi, desteklenmesi, araştırmacılara maddi ve manevi olarak destek olunmasıdır. El-Cezeri bu sayede biliminde ve sanatında dönemin birikimini aşmış ve çağın en ileri ürünlerini ortaya çıkarmaya nail olmuştur. Dönemin düşünürlerinden ve hükümdarından destekler aldığını ve çalışmalarına değer verilmesinin araştırma tutkusunu körüklediğini, bizzat El-Cezeri kendi kitabında ifade etmekte, çalışmalarını ortaya koyduğu dönemin kendisi için çalışma imkanı ve kendini geliştirme fırsatı sunduğunu belirtmektedir [1]. Bunun yanında bu çalışmalardan gelecek nesillerin faydalanabilmesi ve bu tekniğin araştırmacının ömrüyle sınırlı kalmaması adına, yazılı bir eser haline getirilmesi de dönemin hükümdarının emrine dayanmaktadır [1]. El-Cezeri dönemin hükümdarının isteklerine göre makineler ortaya koymakla birlikte su kaldıraçları, pistonlar, regülatör, krank mili gibi mekaniğin gelişmesine katkı sağlayan; şehir kapısı, meydan saati gibi topluma hizmet eden icatlar da geliştirmiştir [11]. Tüm bunların elektriğin bile olmadığı bir dönemde gerçekleştirilmiş olması, El-Cezeri'nin, kaynakların verimli kullanımı, yaratıcılık, çözüm odaklı olunması, bilgi ve yetenek yelpazeninin genişliği gibi pek çok yönde kendini çok iyi yetiştirdiğini göstermektedir [7, 10, 11].

### 2.2. El-Cezeri'nin Olağanüstü Makinelerindeki Sofistike Yaklaşım ve Estetik

El-Cezeri, Kitáb fí ma'rifat al-hiyal al-handasiyya (Maharetli Mekanik Cihazların Bilgisini İçeren Kitap /Book of Knowledge of Ingenious Mechanical Devices) olarak da bilinen Arapça eserinde tüm mekanik icatlarına yer vermiştir. Ayrıca el yazması eserinde tüm tasarımlarını tarifler, şekiller ve açıklamalarla detaylı bir şekilde teknik ve işlevsel yönleriyle kaleme almıştır. Öyle ki bu eserde, icatlarının yapımını tarif ederken her bir parçanın ölçüsüne ve bu parçaların yapımında hangi materyalin daha uygun olacağına kadar teknik bilgi ve açıklamaların yanında, ayrıca her bir parçanın ne şekilde birleştirileceğine yönelik kapsamlı talimatlar ve notlar da bulunmaktadır. Bu şekilde onlarca icadın yer aldığı bu eser temelde altı bölüme ayrılmış ve bu bölümlerde sırasıyla saatlere, içki eğlenceleri için sihirli kaplara ve insan görünümlü otomatlara, abdest almak ve el yüz yıkamada kullanılabilecek çeşitli sürahi, leğen ve otomatlara, kan alma teknelerine, şekil değiştirebilen havuz fıskiyelerine ve müzik çalabilen otomatlara, su kaldıraçlarına ve benzersiz şeylerin inşası üzerine çeşitli makinelerin nasıl yapılabileceğine ilişkin bilgilere yer verilmiştir. Ayrıca bu eserde şifreli kilitler, açı ölçer ve Amid (Diyarbakır) kent kapısının yapımına ilişkin bilgi ve tarifler de yer almaktadır [1].

El-Cezeri, makinelerini oluştururken mühendislik bilgisi yanında, fen, matematik, robotik, estetik hatta anatomi bilgisinden bile yararlanmıştır [7, 10, 11, 12]. El-Cezeri'nin makinelerini olağanüstü kılan da bu çok yönlülük ve derinlik sayesinde, makinelerinde işlevsellik ve estetiği birleştirmesi, bilim ve sanatı buluşturmasıdır. Öyle ki El-Cezeri, yalnızca mekanik bir düzenek kurmamış adeta bu organizasyonlara ruh katmıştır. El-Cezeri'nin makinelerindeki tasarım ve estetik dikkate alındığında kendisinin sadece alanında uzman bir mühendis değil aynı zamanda yetenekli bir sanatçı olduğu da dikkat çekmektedir [13, 14, 15]. Öyle ki icatlarının çoğu kolaylıkla kinetik heykel sanatının 13. yüzyıl örneklerini olarak değerlendirilebilmektedir [16].

El-Cezeri bir işi mekanikleştirirken yalnızca taklide değil asla da yoğunlaşmıştır. Örneğin bir işi yapay olarak gerçekleştirirken, doğal olanı hem süreç hem görünüm olarak bütünsel bir yaklaşımla ele almış ve doğadaki kusursuz basitlik ve görsel zenginliği mekaniğe taşımıştır. Bu teorimizi somutlaştırmak adına El-Cezeri'nin onlarca makinesinden biri olan ve kendi kitabında köleli leğen olarak, çeşitli kaynaklarda ise çocuklu çeşme, el yüz yıkama makinesi şeklinde tasvir edilen, çalışmamızda ise hem yaratım amacı hem de kullanım mantığı dini bir ritüele dayandığından abdest alma otomatı demeyi tercih ettiğimiz otomatı kısaca incelemek faydalı olacaktır.

Resim 1. Abdest alma otomatı [17]

El-Cezeri'nin tarifine uygun şekilde üretilerek İstanbul Cezeri Müzesinde sergilenen abdest alma otomatı incelendiğinde, dikkati çeken en son şey bu otomatın işlevidir. Bu otomatın ortaya çıkış sebebi hizmetlilerin temizliğinden şüphe eden padişahın bu şüphelerden arınarak elini yüzünü yıkamak ve abdest almak istemesidir. El-Cezeri bu süreçten insanı çıkarmayı hedeflemiş ancak sürecin doğal ilerleyişini korumayı da sağlamıştır. Tamamen su, hava ve basınç dengesiyle çalışan bu otomatta, su günümüzdeki gibi sensörlü bir metal borudan değil bir insanın elinde tuttuğu ibrikten dökülmektedir. Tıpkı doğada olduğu gibi su kaynağının olduğunu kuşlar haber vermekte ve akan kirli suyun başında da yine bir kuş beklemektedir [1]. Abdest almak için gerekli zaman ve harcanması muhtemel su miktarının ustaca hesaplandığı bu düzenek son olarak kullanıcısına havlu ve tarak da uzatmaktadır. Sağ elinde ibrik, sol elinde tarak ve havluyla padişaha hizmet etmeye hazır ve temizliğinden şüphe duyulmayacak bir hizmetli, hayvanların her bir sürecine eşlik ettiği doğanın içinde bir çeşme şeklinde tasarlanarak, asıl sürecin kusursuz bir basitlik ve görsel zenginlikle ortaya koyulması sağlanmıştır.

Otomatın çalışmasının arkasındaki teknik süreç ise tepede bulunan su deposunun vanasının çevrilmesiyle başlamaktadır. Böylelikle iç düzenekte depodan ibriğe su akmakta, ibrikte sıkışan hava gizli bir düdüğü çalıştırmaktadır. Bu ses tepedeki kuşla bütünleştiği gibi aynı zamanda ibriğin dolmasıyla kesildiğinden, kullanıcıya ibrikten su akmaya başlayacağını da bildirmektedir. Böylelikle suyun ibrikten dökülmeye başladığı ikinci bir süreç başlamaktadır. Bu süreç abdest alınması için gereken süre ve dökülmesi gereken su miktarına göre ayarlanmıştır. Akan su içinde ördek olan leğene dolmaktadır. Su belli bir yüksekliğe gelince devreye giren sifon, dışta suyun ördek tarafından emildiği izlenimini vermektedir. Suyun emilmesiyle birlikte çekilen su yüzeyindeki şamandıranın yükselmesi, şamandıraya bağlı olan robotik kol yayını gevşeterek öne doğru eğilmesini, dışarıda ise hizmetli çocuğun havlu uzatıyor gibi görünmesini sağlamaktadır. Başlangıçtaki vananın kapalı konuma getirilmesi ve kirli suyun boşaltılması neticesinde tekrar alçalan şamandıranın robotik kolu germesiyle birlikte süreç yeni kullanıma hazır halde tekrar işletilebilmektedir [1].

## 3. El-Cezeri'nin Yaklaşımının Günümüze Yansıtılması

### 3.1. Eğitim Alanında

El-Cezeri'nin aldığı eğitimin, makinelerinin günümüzde bile olağanüstü olarak görülmesine olan katkısı düşünüldüğünde, disiplinler arası, bütünsel, verimli ve sağlıklı bir eğitim sürecinin araştırmacıların kalitesini de belirlediği ortadadır. Her ne kadar tek bir alana yoğunlaşarak uzmanlaşmanın sağlanmasına yönelik eğitim sistemleri günümüzde daha yaygın olsa da birkaç disiplinin sentezlenmesiyle karma eğitimler verilmesinin daha faydalı olup olmadığı konusunda mevcut sistem eleştirilmeye başlanmıştır. STEM olarak kısaltılan ve açılımı Science, Technology, Engineering and Mathematics olan, Türkçe 'ye de FETEMM (fen, teknoloji, mühendislik, matematik) olarak çevrilen kavram da bu yaklaşımın bir sonucudur. Son yıllarda özellikle eğitim alanında üzerine durulan bu çok disiplinli eğitim modeli El-Cezeri'nin aldığı eğitim modelini akla getirmektedir [15].

Yapay zekâ çağında ve bilişimin her alanı dijitalleştirdiği bir dönemde salt bir disipline bağlı kalınarak sistemler oluşturulması pek mümkün değildir [18]. Kaldı ki bilimin disiplinlere bölünmesi de yapay bir ayırmadır ve her ne kadar diğer alanlardan soyutlanarak bir alanda uzmanlaşmanın sağlanacağı düşünülse de pratikte bu öğrenim modeli hatalı sonuçlar vermekte ve bütünsel evrende yapay ayrımlar kısa vadede işlevsel görülse de uzun vadede sorunlara yol açmaktadır. Aynı olumsuzluk tıp alanının bölümlere ayrılması ve her alanda dar bakış açısıyla uzmanlaşan kişilerin insan bedeninin bir bölümünde iyileşmeyi hedeflerken bilgisizlik ve daha doğrusu genelde bu bilgi hiç verilmediği için bedenin başka bir bölümünde tahribata yol açmasında da görülmektedir. Aynı şekilde hukuk uygulamasındaki yapay bölünmeler hayatın olağan akışında kamu ve özel hukukun iç içe geçtiği hem sözleşmenin hem haksız fiilin olduğu ve her düzenlemenin birbiriyle çeliştiği uyuşmazlıkların da temel nedenidir. Nitekim hukukta da bu kuralı düzenleyen birimler mevcut alanın ilişkili olduğu diğer alanlara dair çoğunlukla bilgi sahibi olmadıklarından, kurallar arasında çelişkiler ve çatışmalar doğması olağanlaşmış, yürürlüğe girmeden onlarca değişikliğe uğrayan kanun sayıları artmıştır. Tek bir disiplin altında durum böyleyken bir de hukukun psikolojiyle, tıpla, kültürle, eğitimle, siyasetle ve en nihayetinde yapay zekâyla bile etkileşim içinde olması göz önüne alındığında, mevcut eğitim sistemi daha da sorgulanır hale gelmektedir.

Sofistike bir eğitim sistemi, bilim ve teknik eğitimi kadar bilim insanlarının bilime katkılarına yönelik tarih bilincinin oluşturulmasını da amaçlamalıdır. Nitekim insan yaşamını etkileyen büyük

buluşlar, bir insan ömrünün yeterli olmayacağı kültürel ve bilimsel birikimler neticesinde hayata geçirilmiş ve geçmişteki bilimsel birikimler, gelecek için insanlığın ortak mirası olarak kabul edilmiştir. Her bir ilerlemenin geçmişteki çalışmalardan beslendiği bilim alanında, önceki çalışmalar ve önemli bilim insanlarının tecrübeleri daima yol gösterici olacaktır. Bu sebeple eğitim alanında El-Cezeri gibi ikonlaşmış bilim insanlarının adının yaşatılması, teknik bilimle ilgili alanlarda hizmet veren çeşitli kurum ve kuruluşların unvanında El-Cezeri adının kullanılması, gezici müze şeklinde El-Cezeri'nin icatlarının sergilenmesi ve bu sergilerin kişisel çabalarla değil devlet politikası şeklinde desteklenmesi, çeşitli konferans ve olimpiyatlar düzenlenerek Cezeri Günleri şeklinde teknikteki ilerlemelerin hem takip edilmesi hem özendirilmesi, özetle geçmiş ve gelecek arasında sağlam köprüler kurulması, bilimde kesintisiz ilerlemenin sağlanmasına katkı sağlayacaktır. Nitekim yeni tarihli bir araştırma sonuçlarına göre de El-Cezeri ve icatları konusunda bilgilendirilen öğrencilerin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarını sentezleyen çalışmalara yönelik tutumlarının olumlu yönde etkilendiği ve El-Cezeri'nin öğrencilere ilham kaynağı olduğu deneysel olarak da tespit edilmiştir [13]. Bu sebeple El-Cezeri'nin icatlarının tüm parça ve bağlantılarını nasıl yapılacağını anlattığı 1206 tarihli el yazması eserinin genç beyinler tarafından tam anlamıyla içselleştirilmesi için El-Cezeri'nin kitabının animasyon, belgesel ve konferanslarla bilimsel ve teori yönünün canlı tutulmaya devam edilmesi kadar uygulama yönünün de üzerinde durulması gerekmektedir. Özellikle El-Cezeri'nin filli su saati, birbirine şerbet ikram eden iki şeyh, inekli şerbet otomatı, orkestralı meydan saati gibi ikonik icatlarının bazılarının, uygulamalı el kitabıyla kolaylaştırılmış ve zenginleştirilmiş bir kendin yap paketi olarak, maket ve üç boyutlu yapboz şeklinde seri üretilmesi, ilk ve orta öğretimdeki öğrencilere sunulması büyük bir farkındalık yaratacaktır. Ayrıca bazı icatların da teknik boyutuyla bire bir örneklerinin yapılacağı şekilde malzeme ve ekipman desteğiyle lise ve dengi eğitim kurumlarında fen, teknoloji, matematik ve sanat alanlarında oluşturulacak karma öğrenci ekipleri tarafından dönem projesi ya da yarışma projesi olarak El-Cezeri'nin mantığını taşıyan aynı ya da daha üstün eserlerin hazırlanmasının istenmesi ve günümüzün El-Cezeri'lerinin bu yolla keşfedilerek eğitimlerinin ilk yıllarından itibaren desteklenmesi ve etkili bir rehberlik hizmetinin sunulması bilimin gelişmesini ve içselleştirilmesini daha da hızlandıracaktır.

### 3.2. Tasarım ve Üretim Aşamasında

El- Cezeri, makinelerini tasarlarken makinenin yerine getirmesi gereken işlevin doğal sürecinden ilham almış ve estetik olarak sürecin kaynağına göre insan ya da hayvan formunda robot ve otomatlar geliştirmek yönünde tekniğini ilerletmeyi tercih etmiştir. Örneğin Japonya'da yaşlı bakımı için üretilen robotların doğal sürecin canlandırılması ve özellikle unutkanlık hastalığı olan yaşlıların süreci yadırgamaması için insan görünümünde üretilmesi tercih edilmektedir [19]. Makinenin formunun tasarımı, gerçekleştirmek istenen sürecin özelliği ve kullanıcıların asıl ihtiyacı olanın ne olduğunu doğru bir şekilde tespit etmekle başlamaktadır.

Yapay zekâ alanında makinelerdeki görünüm ya da başka bir deyişle yapay zekânın insanla etkileşimde bulunacağı formun nasıl şekillenmesi gerektiği dahası bir formun olması gerekip gerekmediği bile tartışmalıdır. Öncelikle zeki olmayı ya da zeki görünmeyi insan olamaya indirgeyen ve bir makinenin ancak insana ayırt edilemeyecek kadar benzemesi ya da insan gibi davranışlarda bulunması halinde başarılı kabul eden yaklaşımlar hatalıdır [20]. Günümüz teknolojisinde gerçeğinden ayırt edilemeyecek ölçüde sentetik deriler ve yapay dokular üretilmesi mümkün olmakla birlikte, işlevsel olarak taklit etmeyi hedeflediği varlıkla aynı fonksiyonu yerine getiren bir mekanizma için

estetik bir katkı sağlamadığı sürece bu sisteme yapay et giydirmeye çalışmak anlamsızdır [21, 22, 23]. Nitekim El-Cezeri canlı formları estetik katkı sağlaması için kullanmış ancak örneğin abdest otomatının tepesindeki kuşa tüyler giydirmeyi ya da içi doldurulmuş ölü bir kuş kullanmayı düşünmemiştir. Kaldı ki gerçeklik ve yapaylık arasındaki sınırların bulanıklaşmasına yol açabilecek böyle bir aynılık yaklaşımı deepface uygulamasında olduğu gibi toplumda sorunlara sebebiyet verecektir. Ayrıca özellikle iş sektöründe işlevsel robotlar yerine androidlerin kullanılması, insanın rekabet duygusunu besleyerek makine karşıtlığına yol açabilecektir. Bunun yanında sohbet robotları gibi basit uygulamaların insana benzer ses ve görüntülerle tasarlanması, bu uygulamalarla evlenme kararı alacak kadar insanların eşya ile duygusal bağ kurmasına ve psikolojik kırılmalarla birlikte gerçeklik algısının yitirilmesine yol açabilmektedir [25]. Bu durumda makinelerin teknoloji imkân verse bile ayırt edilemeyecek kadar taklit ettiği sisteme benzetilmesi yerine yapay olduğunun vurgulanması, El-Cezeri gibi konuya sadece estetik yönüyle yaklaşılması daha faydalı görünmektedir. İnsan mimiklerini kusursuz taklit edebilen robot Sophia'nın kafasının arkasının açık olmasının ve kabloların görünür kılınmasının gerisinde de bu riskin farkında olunması yatmaktadır. Ancak buna rağmen yine de robot Sophia'nın vatandaşlık hakkı elde ederek, insanla eşdeğer kabul edilen ilk robot olarak tarihe geçmesine engel olunamamıştır.

## 4. Sonuç

Zekâ tüm yönleriyle çözülememiş, felsefe, fizik, kimya, biyoloji, matematik, hukuk, psikoloji, nöroloji, bilişim, teknoloji, robotik, otomasyon ve daha birçok çalışma alanının etkileşimde olduğu bir üst çatıdır. Bu kadar belirsiz, geniş, gizemli ve büyüleyici bir fenomenin taklidini hedefleyen yapay zekâ alanının da zekâyla ilişkili tüm alanlarla etkileşimde olduğu açıktır. Yapay zekâ alanın disiplinler arası bir bilim olması, bu alanda faaliyet gösterecek kişi ve kurumların da çok yönlü olmasını zorunlu kılmaktadır. Günümüz koşullarında böyle bir sofistike yaklaşımda gecikilmiş olmakla birlikte, El-Cezeri, 13. yüzyılda zekâya ve otomasyona dair derinlik, uzmanlık ve farkındalık geliştirmiş ve tek başına elektriğin bile henüz icat edilmediği bir çağda otomat ve adroidler icat etmiş ve bunları işlevselliğin önüne estetik ve felsefeyi koyarak hayata geçirmiştir.

Yapay zekâ alanında hem araştırmacıların yetiştirilmesinde hem de kaliteli araştırmacılar tarafından zekânın olağanüstülüğünü hissettirecek sofistike sistemlerin ortaya çıkarılmasının sağlanmasında, El-Cezeri'nin aldığı eğitim ve makinelere karşı ortaya koyduğu yaklaşımdan öğrenilecek çok şey vardır. Nitekim ufuk açıcı ve çok yönlü çözümler, kendini her alanda geliştirmiş ve yapay ayrımlar yerine bir olguya bütünsel yaklaşabilen zihinlere sahip kişiler tarafından gerçekleştirilebilir. Doğada bir arada ve etkileşimli olarak var olan her bir varlığın bazen incelemede kolaylık bazen de bütünsel yaklaşımın zorluğundan kaçılması sebepli yapay olarak ayrılması ve diğer alanların izole edilmesi çelişkili, tutarsız, kısa vadede işlevsel ancak uzun vadede sorunlara sebebiyet veren organizasyonlara yol açmaktadır. Bölünmeler artıkça hayatın olağan akışından uzaklaşılmakta teori ve pratik arasındaki uçurum da artmaktadır. Ancak El-Cezeri'nin de kitabının başında vurguladığı gibi denenmemiş bilgi, doğru ile yanlış arasında asılı kalacaktır.

Çalışmamıza daha çok temenniler barındıran şu çıkarımlarla son vermek yerinde olacaktır. Geçmişten günümüze birçok beylik ve imparatorluğa ev sahipliği yapmış tam bir medeniyetler beşiği ve kültür mozaiği olan Anadolu topraklarında, bilimden edebiyata, sanattan mimariye kadar pek çok alandan yetenekli ve azimli sanatçılar ve bilim insanları yetişmiştir. El-Cezeri bu topraklarda yetişmiş

bilim insanlarından sadece bir tanesidir. Kimi hatırlanmış kimi unutulmuş olmakla birlikte bu topraklarda hala geçmişteki gibi yetenekli ve azimli araştırmacı ve bilim insanları yetişmeye devam etmektedir. Yapay zeka teknolojileriyle birlikte sanayi devriminin başlattığına benzer bir dönüşüm sürecine girilmiştir. Bu yeni gelecekte sağlam ve güçlü bir konumda olmak isteyenler hem millet hem devlet olarak ilimi ve bilimi, araştırmacı ve bilim insanlarını desteklemeli, gerekli imkânları onlara sunmalı, ihtiyacı olanlar kadar ihtiyacı olduğunun farkında olmadıklarını da temin etmeli, bilimi ve ilimi erişilebilir ve anlaşılır kılmaya çaba göstermelidir. Nitekim en nihayetinde yıllar önce Mustafa Kemal Atatürk'ün de dediği gibi "*Hayattaki En Hakiki Mürşit İlimdir.*"

## 5. Kaynaklar

**[1]** El-Cezeri, *El-Câmi Beyne'l-İlm ve'l-Amel en-Nâfi Fî Sınaâti'l-Hiyel*, Haz. Sevim Tekeli, Melek Dosay ve Yavuz Unat, Türk Tarih Kurumu, Ankara, 2021

**[2]** Al-Hassani, S. T. S. (ed.), *1001 Inventions, Muslim Heritage in Our World, Second Edition, Foundation for Science, Technology and Civilisation*, İstanbul, 2007

**[3]** Kuzu, A., *Dünyanın İlk Mühendisi EL-CEZERİ*, Paraf Yayınları, 2013

**[4]** Unat, Y., Cezerî'nin Yapıtı. Bilim ve Ütopya Dergisi. 2002, 91, 19-23

**[5]** Konyalı, İ. H., 8 Asır Evvel Türk Sarayları Makineleşmişti. KaraAmid Tarih ve Turizm Edebiyat Dergisi. 1969, 2(5), 5

**[6]** Nature. 248/5446 (22 March, 1974)

**[7]** Özervarlı, K., Artuklular'da İlim ve Ebu'l-İzz El-Cezeri. Uluslararası Artuklu Sempozyumu, 25-26-27 Ekim 2007, Mardin, C. 2, 9-32

**[8]** Sâbân, S., Tarih ve Medeniyet Bağlamında Cizre. Çev. Hüseyin Güneş, Şırnak Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi. 2013,4(7), 154-162

**[9]** AI-Jazari, I. R., *The Book of Knowledge of Ingenious Mechanical Devices*, Çev. Donald R. Hill, D. Reidel Publishing Company Dordrecht-Holland, 1974

**[10]** Çırak, B.; Yörük, A., Mekatronik Biliminin Öncüsü İsmail El – Cezeri. Siirt Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi. 2015, 4, 175-194

**[11]** Dirik, M., Al-Jazari: The Ingenious Inventor of Cybernetics and Robotics. Journal of Soft Computing and Artificial Intelligence. 2020, 1(1), 47-58

**[12]** Ülgen, P., El-Cezeri ve Tasarladığı Su Saatleri. Fırat Üniversitesi Orta Doğu Araştırmaları Dergisi. 2008, 5/2, 115-127

**[13]** Polatgil, M., El-Cezerî ve Çalışmalarının STEM Eğitiminde Kullanılması: Deneysel Bir Çalışma. Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi. 2020, 6(2), 417-432

**[14]** Ertürk, F. E.; Yayan G., Bilim ve Sanatı Birleştiren İki Usta. Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi. 2012, 1(1), 453-464

**[15]** Koştur, H. İ., FeTeMM Eğitiminde Bilim Tarihi Uygulamaları: El-Cezerî Örneği. Başkent University Journal of Education. 2017, 4(1), 61-73

**[16]** Özer, A.; Akyüz, U., Kinetik Heykel Sanatı Öncüleri. Akdeniz Sanat Dergisi. 2016, 9(19), 74-91.

**[17]** İstanbul Cezeri Müzesi, https://www.cezerimuzesi.com/

**[18]** Akaygün, S.; Aslan-Tutak, F.; Özel, S., Türkiye'de STEM Eğitiminde Araştırmalar ve Uygulamalar. Boğaziçi Üniversitesi Eğitim Dergisi, 2020, 37, 1-2

**[19]** Turkle, S., *Alone Together: Why We Expect More from Technology and Less from Each Other*, Basic Books, New York, 2012

**[20]** Kaplan, J., *Artificial Intelligence*, Oxford University Press, 2016

**[21]** Turing, A. M., Computing Machinery and İntelligence. Mind. 1950, 59, 433-460

**[22]** Hofstadter, D. R., *Gödel, Escher, Bach: Bir Ebedi Gökçe Belik*, çev. Ergül Akça ve Hamide Koyukan, Kabalcı Yayınevi, 2001

**[23]** Feigenbaum, E. A.; Feldman, J. (ed.), *Computers and Thoug*ht, McGrawHill Book Company, 1963

**[24]** Asimov, I., *Üç Robot Yasası*, çev. Gönül Suveren, Altın Kitaplar Yayınevi, 1996

# TÜRKİYE ELEKTRİKLİ ARAÇ ŞARJ ALTYAPISI: SON DURUM

***Davut Sevim *[1], Rıdvan Kaya[2]***
[1]Batman Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği, Batman-Türkiye, davut.sevim@batman.edu.tr
[2]Batman Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitü, Elektrik Elektronik Mühendisliği ABD, Batman-Türkiye, kyrdvn@gmail.com
[*]Sorumlu Yazar: davut.sevim@batman.edu.tr

***Özet:****Bu Dünya üzerinde hızlı bir şekilde artma eğiliminde olan insan nüfusu teknolojik gelişmelere paralel olarak büyük bir ulaşım sektörünün oluşmasını sağlamıştır. Artan nüfusla birlikte enerji, endüstri, sanayi ve ulaşım sektörlerindeki büyümeye paralel olarak bir takım sorunların baş göstermesiyle insanlığın bu konularda bazı hayati tedbirler almasını zaruri kılmıştır. Özellikle enerji tüketiminde önü alınamayacak derecelerdeki artış ciddi küresel sıkıntılar meydana getirmiştir. Günümüzde dünyadaki enerji tüketiminin önemli bir kısmı ulaşım sektöründe kullanılmaktadır. Bu durum ulaşım sektörünün enerjiye olan bağımlılığını gözler önüne sermektedir. Ulaşım sektörünün mevcut durumuna ve gelecek öngörülerine bakıldığı zaman ciddi miktarlarda hava kirliliğine sebebiyet verdiği görülmektedir. Hava kirliliğinin insan yaşamını tehdidi ancak kirliliğin kaynağının bertaraf edilmesiyle son bulabilir. Bu yüzden ciddi miktarlarda hava kirliliğine sebebiyet veren içten yanmalı motorlu araçların yerini sıfır emisyon değerine sahip Elektrikli Araçlar(EA) almaktadır. Gelişmiş ülkelerde bu konuda ciddi altyapı çalışmaları yapılmaktadır. Ülkemizde kendi milli otomobilini bu hassasiyetler doğrultusunda üretme kararı almış ve yakın zamanda seri üretime geçmesi beklenmektedir. EA' lar hareket kabiliyetini sağlayacak elektrik enerjisini şarj istasyonlarından temin edecektir. EA sektörünün büyümesinin ön adımlarından olan şarj istasyonlarının altyapısının tamamlanması hayati önem arz etmektedir. Bu çalışmamızda, elektrikli araç yapısıyla birlikte bu araçların yakıtlarını temin edecekleri yeni nesil şarj istasyon yapıları incelenmiştir. EA sektöründe başlangıç seviyesinde yer alan ülkemiz için şarj istasyonlarının son durumu incelenerek, EA gelişimi ile Şarj istasyonlarının paralel büyümeleri analiz edilmiştir.*

***Anahtar sözcükler:*** *Elektrikli Araç, Şarj İstasyonu, Sıfır Emisyon*

# TURKISH ELECTRIC VEHICLE CHARGING INFRASTRUCTURE: LATEST STATUS

***Davut Sevim *[1], Rıdvan Kaya[2]***
[1]Batman University, Faculty of Engineering and Architecture, Electrical and Electronics Engineering, Batman-Turkey, davut.sevim@batman.edu.tr
[2]Batman University, Graduate Education Institute, Electrical Electronics Engineering, Batman Turkey, kyrdvn@gmail.com
[*] Corresponding author: davut.sevim@batman.edu.tr

***Abstract:*** *The human population, which tends to increase rapidly in the world, has led to the formation of a large transportation sector in parallel with technological developments. In addition to the growth in the energy, industry and transportation sectors with the increasing population, some problems have arisen, which has made it necessary for humanity to take some vital measures on these*

*issues. In particular, the unavoidable increase in energy consumption has led to serious global problems. Considering the current situation and future projections of the transportation sector, it is seen that it causes serious air pollution. The threat of air pollution to human life can end only if the source of the pollution is eliminated. Therefore, the vehicles with internal combustion engines, which cause serious air pollution, are replaced Electric Vehicles (EA) with zero emission value. In developed countries, many infrastructure studies are carried out in this regard. In our country, it has decided to produce its own national car in line with these sensitivities and is expected to start mass production in the near future. EVs' electrical energy to provide their mobility will supply from charging stations. It is vital to complete the infrastructure of charging stations, which is one of the preliminary steps in the growth of the EV sector. In this study, the electric vehicle structure and the new generation charging station structures that these vehicles will supply their fuel are examined. The latest situation of charging stations of our country, which is at the beginning level in the EV sector, has been examined, and the growth of the charging stations in parallel with the development of EVs has been analyzed.*

***Keywords:*** *Electric Vehicle, Charging Station, Zero Emissions*

## 1. Giriş

Dünyadaki hızlı nüfus artışıyla birlikte ulaşım ağlarının da ciddi anlamda büyümesini beraberinde getirmektedir. Ulaşım ağlarındaki büyüme, bazı problemlerin meydana gelmesine neden olmaktadır. CO2 salınımı ve enerji tüketimindeki sürekli artış bunlardan birkaçıdır.

Dünya petrol tüketiminin yaklaşık %60'ı ulaştırma sektöründe kullanılmaktadır. Buna bağlı olarak dünya CO2 salınımının %25,5'i ulaşım sektöründeki petrol kullanımından kaynaklanmaktadır [1]. Bu sorunları minimize etmek için bilim insanları elektrikli araçlar üzerinde çalışmalarına devam etmektedirler. Elektrikli araçlardaki en önemli etken araç şarj cihazlarıdır. Elektrikli araçların enerji taleplerini karşılamak üzere tasarlanan şarj istasyonlarının şehir planlamaları, araç kullanım alışkanlıkları, şarj istasyonunun entegre edileceği mevcut şebeke ve yapılması planlanan yatırımlar göz önüne alınarak tesis edilmelidir. Türkiye İstatistik Kurumu'nun 2020 verilerine göre trafiğe kayıtlı araç sayısı 22 milyonu geçmiştir [2]. Motorlu araç sayısının yıllara göre artan bir grafik seyretmesi sera gazı salınımına büyük oranda sebebiyet vereceğinden elektrikli araç sayısının artmasının insanlığın yararına olacağı aşikâr bir şekilde kendini göstermektedir.

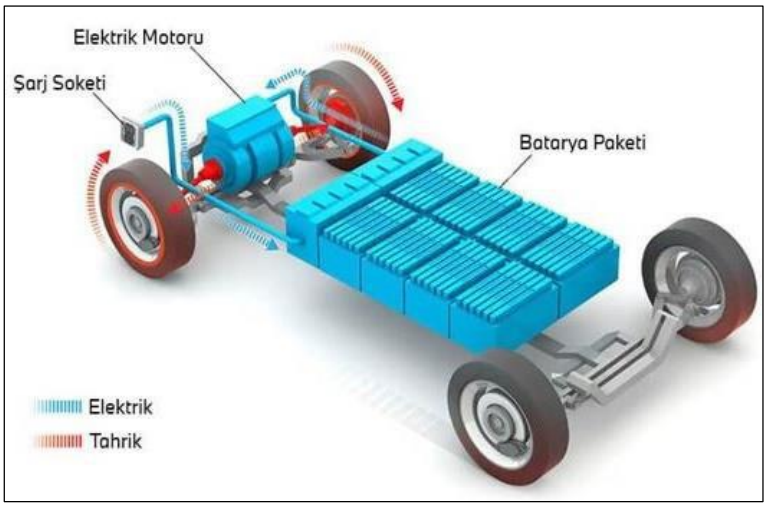
Elektrikli araç sayısının artma eğiliminde olması şarj süresi ve menzil sorununu ortadan kaldıracak çalışmaların yapılması bu araçların günlük hayatlarımıza girmesi kaçınılmaz kılmıştır. Elektrikli araç sayısındaki olumlu artış göstergelerinin devam etmesi ancak şarj istasyonlarının da olumlu bir artış eğilimine girmesi ile mümkün olacaktır. Elektrikli araç şarj istasyonları insanların vakit geçirebildikleri toplu mekânlar, kendi evleri ve acil şarj ihtiyacı duyabilecekleri stratejik lokasyonlara kurulabilmektedir.

## 2. Elektrikli Araç Sistemleri

Batarya ve elektronik teknolojisindeki gelişmelere paralel olarak elektrikle hareket kabiliyeti olan araç teknolojisinde ilerlemeler son yıllarda ivme kazanmıştır. Teknolojik ilerlemeler ve çevresel kaygılar elektrikli araç sektöründe elektrikli araçlar, hibrit araçlar ve yakıt pilli araçlar olmak üzere 3 farklı araç tipine yoğunlaşmaktadır.

İçten yanmalı motorlara sahip araçların çevreye verdiği olumsuz etkiler ve bu motorların yakıt kaynağı olarak kullanılan fosil kaynaklı yakıtların mevcut kapasitelerindeki azalış ile beraber elektrikli araçların kullanımı yıldan yıla artan bir grafik seyretmektedir. Nitekim bu gelişmeler ışığında araç üreticisi firmaların üretim kapasiteleri içinde elektrikli araçların payı günden güne artmakta ve elektrikli araçlar teknolojisinin daha da geliştirilmesi için yoğun ar-ge çalışmaları yapılmaktadır. Özellikle şarj sürelerinin içten yanmalı motora sahip araçların yakıt dolum seviyelerine yakın bir noktaya getirilmesi ve menzil sorununu ortadan kaldırmak için batarya kapasitelerinin daha çok enerji daha az yer mantığına göre dizayn edilmesi için çalışmalar araç üreticisi firmalar arasında ciddi bir rekabet sahasına dönüşmüş durumdadır.

Elektrikli araçlar yapı olarak iki kısımdan meydana gelmektedir. Şekil 1'de elektrik motoru ve bataryadan oluşan sistem görülmektedir [3]. Elektrikli araçlarda hareket kabiliyetini sağlayacak enerjinin temini bünyesindeki batarya paketinden aracın hareket tahrik sistemi ise elektrik motorundan meydana gelmektedir.




Şekil 1. Elektrikli Aracın Genel Yapısı

Elektrikli araçlar içten yanmalı motorlara sahip araçlara göre oldukça çevreci bir yapıya sahiptirler. Bunun yanı sıra seyir esnasında herhangi bir zararlı gaz açığa çıkarmadıkları için sıfır emisyonlu araçlar olarak kabul görmektedirler [4]. Elektrikli araçlar içten yanmalı motora sahip araçlara oranla enerji verimi açısından da yaklaşık iki kat daha verimli bir yapıdadırlar [5]. Düşük menzil sorunu, akü maliyetlerinin yüksekliği ve akü şarj süresinin uzun vakitler alması elektrikli araç teknolojisinin yaygınlaşmasındaki önemli engellerdendir [6]. İçten yanmalı motorlarda yer alan hareketli parça sayısının elektrikli araçlarda daha az olması elektrikli araçların kilometre/bakım zamanlamasının daha uzun olmasına sebebiyet vermekte ve bu durum daha az bakım maliyetlerine imkân vermektedir. EA' lar sadece elektrik enerjisi kullanıldığından fosil yakıt kullanan içten yanmalı motorlara sahip araçlara oranla sürüş maliyetleri önemli derecede daha az olmaktadır [7]. Özellikle

fosil yakıt maliyetlerinin global düzeyde ciddi artışlar yaşadığı göz önünde bulundurulduğu zaman çok farklı kaynaklardan elektrik enerjisi temini sağlayabilme kapasitesi olan elektrikli araçlar oldukça cazip bir seçenek olarak karşımıza çıkmaktadır.

Mevcut durumdaki EA' ın ortalama menzili 350 km civarındadır. EA' ların kullanım geçmişi eskilere dayanmaktadır. EA' larda, batarya kapasite sorunu, maliyet, şarj istasyonu alt yapı eksikliği ve menzil sorunları önemli dezavantajlardandır. Son zamanlarda, içten yanmalı motora ait emisyon değerlerinin giderek sıkılaşmasından EA' lar ön plana çıkmıştır [3].

Elektrikli araçların enerji tüketimi içten yanmalı motorların tüketiminden daha iyidir. İhtiyaç duyulan elektrik enerjisi ihtiyacının yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanması, ulaşım sektöründe hem daha çevreci bir yapının oluşmasına hem de yenilenebilir enerji kaynaklarının ulaşım sektöründeki payının artmasına imkân tanıyacaktır. Bu durum küresel bir sorun haline gelen hava kirliliğinin de önüne geçilmesine olanak tanıyacaktır.

Ulaşım sektöründeki yerel kaynakların etkin kullanılması ve fosil yakıtlara olan bağımlılığının azaltılması sonucunda enerjide dışa bağımlı olan ülkemiz için önemli bir konudur. Buna ek olarak çevresel duyarlılıklar, AB adaylığı süreci ve Kyoto Anlaşmasının düzenlemeleri göz önüne alındığında ülkemizin ihtiyacı olan elektrik enerjisinin büyük bir kısmını yenilenebilir kaynaklardan elde etmeyi hedeflemektedir. Sürdürülebilir bir kent yaşamını geliştirmek ve emisyonları kontrol etmek için, elektrikli araçların kullanımı artırılmalıdır [8].

Ülkemizde elektrikli araçların ulaşım sektöründe payının artırılması için bir takım düzenlemeler yapılmıştır. Bu doğrultuda Şubat 2018'de Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından yayınlanan bir düzenlemeyle, kamusal ve alışveriş merkezlerindeki park alanlarında 50 araç park alanı için en az bir şarj cihazının kurulmasını gerektirmektedir (Resmi Gazete, 2018b).Türkiye'nin elektrikli araç piyasası hâlihazırda emekleme dönemini yaşamaktadır. Yerli araç serüvenine elektrikli araç ile katılma hamlesinde bulunan ülkemizde yakın dönemde elektrikli araç sayısında ciddi bir artış olacağı öngörülmektedir.

## 3. Elektrikli Araç İstasyonları

Elektrikli araç gelişiminin önündeki önemli engellerden biri şarj süresidir. Şarj istasyonları, şebeke kaynaklı elektrik enerjisini elektrikli araçların kullanabileceği forma dönüştürerek aracın batarya paketine güvenli bir şekilde iletilmesini sağlamaktadır. Şarj İstasyonları bulundukları lokasyona, şarj gerilimine, kullanım tipine ve şarj hızına bağlı olarak farklı şekillerde isimlendirilmektedir.

İnsanların zaman geçirme sürelerine bağlı olarak sınıflandırılmış şarj istasyon tipleri bulunmaktadır. İnsanlar, evlerinde fazla vakitler geçirdiklerinden, şarj süresinin fazla olduğu (yaklaşık 6 saatten fazla) ve şebekeye anlık fazla yük getirmeyen yavaş şarj istasyon tipini tercih etmektedir. Bu şarj istasyonlarında akım değerleri 16A, güç değeri ise 1,4 - 3,5 kW aralığındadır [9]. İnsanların ev veya iş ortamına göre daha az zaman geçirdikleri genelde sosyal etkinlikler gibi ortak alanların kullanıldığı yerlerde ise normal şarj istasyonları tesis edilmektedir. Normal şarj istasyonlarında, birim vakitte transfer edilen güç miktarı daha yüksek olduğu için şarj süresi, yavaş şarj istasyonlarına göre daha azdır. Bu şarj istasyonlarında tek fazlı veya üç fazlı bir şarj durumunda akım değerleri 32-80A aralığında ve güç değerleri de 6-20 kW aralığında değişmektedir. İnsanların yoğun yaşadığı yerlerde

ve uzun yolculuklar gibi bekleme sürelerinin sınırlı olduğu alanlarda şarj işlemleri şarj sürelerinin oldukça kısa olduğu hızlı şarj istasyonları ile yapılmaktadır. Bu şarj istasyonlarında, şarj gerilimine bağlı olarak şarj durumunda akım değerleri 250–400A aralığında ve güç değerleri de 50-150 kW aralığındadır [10].

Elektrikli araçların şarj istasyon tiplerini etkileyen bir diğer husus ise şarj işleminin hangi akım tipi ile yapıldığıdır. Genelde yavaş ve normal şarj istasyonları alternatif akım ile şarj işlemini gerçekleştirirken hızlı şarj istasyonları şarj işlemini doğru akım ile gerçekleştirmektedir. Bir kısım hızlı şarj istasyonları da şarj işlemlerini alternatif akım ile gerçekleştirmektedir.

Dünya genelinde elektrikli araç şarj istasyonları ile ilgili farklı standartlar ortaya konulmuştur. Türkiye' nin de dâhil olduğu IEC komisyonunun 61851 ve 62196 standartları, SAE' nin J1772 numaralı standardı ve CHADEMO' nun ise DC hızlı şarj standartları bulunmaktadır [11]. CHADEMO standardı araçları doğru akım ile şarj eden üniteler içermektedir. Burada alternatif akımı doğrultma işlemi şarj istasyonunun içerisinde yapılarak doğru akımla şarj edilir. Bu standartta araçlara yaklaşık 62.5 kW' a kadar enerji aktarımı yapabilmektedir [12]. IEC 62196 standardı ise alternatif akım şarj ile 3 faz 43.5 kW'a kadar enerji aktarımı yapabilmektedir. Bu standartta, alternatif akımın doğrultma işlemi elektrikli aracın içinde yapılmaktadır. Amerika'nın benimsemiş olduğu SAE J1772 standardı ile 19.2 kW'a kadar şarj yapabilmektedir [13].

Elektrikli araç şarj işlemlerinde kullanılan şarj cihazları alternatif gerilimden doğru gerilime dönüşümü içyapılarında bulunan güç elektroniği elemanları ile yapmaktadır. Bu elemanların araç içinde veya araç dışında olması şarj süresini etkilemektedir. Normal ve yavaş şarj istasyonlarında şarj sistemleri genelde araç içinde yer almaktadır. Bu tip şarj sistemlerinde elektrikli araçlar doğrudan şebeke ile çift yönlü enerji alışverişi olacak şekilde bağlantı kurmaktadır. Hızlı şarj sürelerine sahip sistemlerde ise şarj sistemleri araçtan bağımsız bir şekilde şarj istasyonunun içinde bulunmakta ve batarya paketlerine doğrudan doğru gerilim verilmektedir. Böylece yüksek güç aktarımı kısa sürelerde yapılabilmektedir.

Elektrikli araç şarj istasyonları kullanım tipine göre de farklı şekilde sınıflandırılmaktadır. İnsanların kendi evlerinin elektrik sistemine entegre ettiği şarj istasyonları bireysel şarj istasyonu olarak isimlendirilmektedir. Bu istasyon tiplerinde şarj esnasında değil normal aylık periyotlarda elektrik faturalarına dâhil olacak şekilde bir ücretlendirme yapılmaktadır. Aynı ortamı paylaşan bir kısım insanın; sadece o ortamı paylaşan kişilerin kullanımı için tesis edilen şarj istasyonlarına ortak kullanım şarj istasyonu denilmektedir. Halkın ortak kullanımında olan alanlarda herkesin erişebileceği şekilde konumlanan ve ödeme yöntemi herkese açık olan istasyonlara halka açık şarj istasyonu denilmektedir.

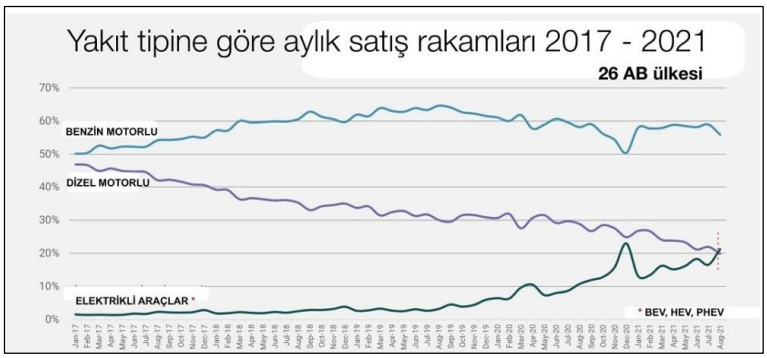
### 3.1. Elektrikli Araç/Şarj İstasyonu Oranları

Elektrikli araç kullanımının artması sürücülerin şarj problemi ile karşı karşıya kalmamasına birebir bağımlı bir durumdur. Elektrikli araçların batarya paketlerini şarj etmek için kurulması planlanan şarj istasyonları kurulmadan önce bazı hususların göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Şarj istasyonlarının entegre edileceği şebeke altyapısı göz önüne alınarak bir planlama yapılmalıdır. Plansız bir şekilde yerleştirilen şarj istasyonları plansız bir şarj durumlarında şebeke gücünü pik seviyelerine çıkardığı gibi şebeke elemanlarına zararlar verebilmektedir. Sisteme eklenecek yeni şebeke için tasarlanan yatırım planları mutlaka dikkate alınarak bir istasyon tesisi

yapılmalıdır. Şarj istasyonlarının tesis edileceği lokasyonlardaki nüfus yoğunluğu göz önünde bulundurulmalı, nüfusun elektrik şarj profilleri çıkarılmalıdır.

Avrupa Komisyonu'nun üye ülkeleri, elektrikli araç kamusal şarj altyapılarına rehberlik eden iki ana kriteri bulunmaktadır. 2020 itibariyle 10 elektrikli araç için 1 şarj noktası önerilmektedir. Bu, günümüzün küresel ortalama değerine karşılık gelmektedir. Ancak Avrupa'daki mevcut oran 1 ila 5 arasındadır. Ayrıca, ana otobanlarda her 60 km'de bir şarj cihazının bulunması önerilmektedir [14]. Avrupa Otomobil Üreticileri Birliği (ACEA), Avrupa'daki kamuya açık elektrik şarj istasyonlarının sayısının 2025 yılına kadar bir milyona, 2030'a kadar ise 3 milyona kadar çıkarılması gerektiğini belirtmektedir. Avrupa Alternatif Yakıtlar Gözlemevi'ne (EAFO) göre, 2020 yılında Avrupa'da toplamda 3.11 milyon elektrikli araç ve şarj edilebilir hibrit varken 286 bin halka açık şarj noktası vardı. Halka açık şarj istasyonları Avrupa'da en çok Hollanda, Fransa, Almanya, Birleşik Krallık, Norveç ve İtalya'da bulunmaktadır. Hollanda, 100 km$^2$ başına 160,5 şarj istasyonu, şarj istasyonu başına 4.4 elektrikli araç ve şarj edilebilir hibrit ile bu konuda en yüksek yoğunluğa sahip ülke konumundadır.

Avrupa pazarı Ağustos ayı otomotiv satış rakamlarına göre 2017 yılından itibaren ilk kez, Elektrikli otomobil satış rakamları dizel otomobil satış rakamlarını geçti. 26 Avrupa ülkesinden gelen rakamlar, dizel satışlarının artık ciddi oranda düştüğü, elektrikli araçların istikrarlı bir şekilde satış rakamlarını artırdığı Şekil 2' de göstermektedir [15]. Elektrikli araçlardaki bu artış şarj istasyonlarındaki artışla paralel bir şekilde seyretmektedir.



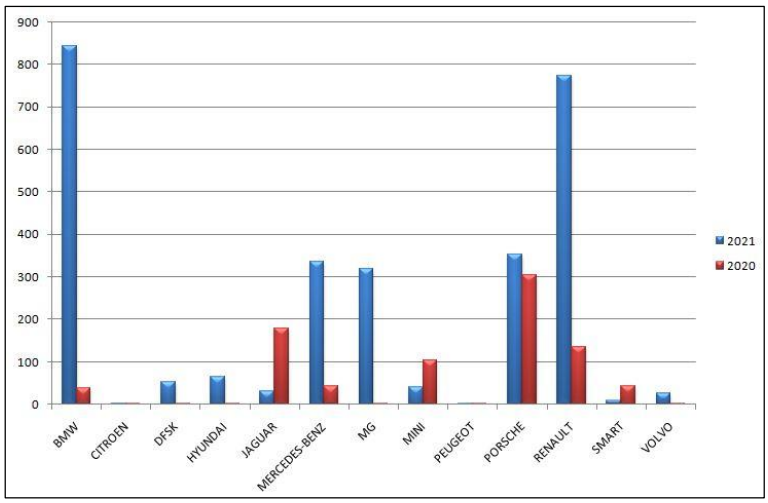

Şekil 2. 2017-2021 yılları arasında Avrupa ülkelerindeki araç satış rakamları

Elektrikli araçların çoğunun şarjı evde veya işyerinde yapılmaktadır. Elektrikli araç yaygınlaşmasında lider olan ülkeler elektrikli araç sahiplerinin daha basit bir aşamaya geldiklerinden, halka açık şarjın yaygınlaştırılması çok önemli hale gelmiştir. Dünya üzerinde halka açık şarj cihazları 2020'de 1,3 milyona ulaşmıştır [16].

Dünya genelinde elektrikli araçlara olan bu yönelim ülkemizde de hissedilmeye başlanmıştır. Özellikle yerli araç TOGG un elektrikli bir araç olacak olması, konunun ülkemiz gündeminde daha çok kalmasını sağlamıştır. Böylece insanların bu konuya dönük talep ve sorularında artışlar meydana gelmiştir. EA talepleri, 2021 satış rakamlarında geçmiş yıllara nazaran kendini oldukça güçlü bir şekilde hissettirmiştir.

Türkiye Elektrikli ve Hibrit Araçlar Derneğinin yayınlamış olduğu verilere göre 2021 yılında Türkiye'deki toplam elektrikli otomobil satışı 2849 adet olarak gerçekleşmiştir. 2020 yılına oranla yaklaşık yüzde 237 lik bir büyüme oranı meydana gelmiştir. Totalde ülkemizde 7 bin civarında

elektrikli araç yollarda gezmektedir. Özellikle 2023 yılında TOGG yerli otomobilin seri üretime başlayacak olması yollardaki elektrikli araç sayısına ciddi bir ivme katacağı öngörülmektedir.




Şekil 3. 2021 yılı Türkiye elektrikli araç satış rakamları

Elektrikli araçlara olan ilginin devam etmesinin ana nedenlerinden biri şarj istasyonlarına erişilebilirliktir. Ülkemizde mevcut durumda 3 bin 457 şarj istasyonu bulunuyor. Bunların 818'ini özel kullanım amaçlı şarj istasyonları oluştururken, 2 bin 639'u halka açık olarak yer almaktadır. Türkiye'nin her ilinde en az bir şarj ünitesi yer almakta ve şarj istasyonu sayısı bakımından en yüksek oran yaklaşık 600 civarında şarj istasyonu ile İstanbul'da bulunmaktadır. Ülkemizde bulunan şarj istasyonlarının araç sayısına oranına bakıldığı zaman yaklaşık 1 istasyon başına 2 aracın düştüğü görülmektedir. Şarj istasyon yatırımları yapan firmaların haritalarına bakıldığı zaman istasyonların şehir merkezlerinde veya civarında kümelendiği görülmektedir. Türkiye 2021 verilerine bakıldığı zaman yaklaşık 3523 km otoyol olmak üzere 26.646 km yol ağına sahiptir [17]. Avrupa Komisyonu'nun önerisine göre otoyollarda 60 km de bir şarj istasyonuna erişimin sağlanması gerekmektedir. Dolayısıyla otoyollarda kesintisiz bir ulaşım için belirli noktalarda bu kriterlere göre istasyonların planlanması gerekmektedir.

Ülkemizde şarj altyapısının tüm ülke genelinde düzenli bir şekilde tesis edilebilmesi için Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) gerekli düzenlemeleri yapmaktadır. Türkiye' de G-Charge (Gersan), Voltrun, Yeşil Güç (Greenway), Zorlu Energy Solutions (ZES) ve Sharzgibi firmalar örnek olarak verilebilir [18].

## 4. Sonuç

Çevresel kaygılar ve daha verimli bir sürüş maliyeti kaygılarıyla günden güne hayatımızdaki etkisini artıran elektrikli araç teknolojisi gelişime açık bir yapıya sahiptir. Üretici firmalar dizel araç üretimini bitirerek elektrikli araç üretimini hızlandırmış ve hemen hemen tüm firmalar her yıl farklı elektrikli model tiplerini tanıtmaya başlamıştır. Avrupa ülkeleri, Çin ve Amerika, elektrikli araç sayısı bakımından dünya üzerinde lider durumdadırlar. Ülkemizde gerek elektrikli araç sayısı bakımından gerekse de araç üretimi bakımından bir atılımın içine girmiştir. Yerli araç TOGG ile beraber ülkemiz

araç piyasasına elektrikli araç versiyonu ile girmeye karar vermiştir. TOGG' un 2023 yılı itibari ile yollardaki yerini alması ve seri üretime geçmesi beklenmektedir. Üretime geçmeden alınan ön talep miktarının neredeyse bir yıllık üretim miktarına eşdeğer olduğu açıklanan TOGG' un seri üretim ile beraber ülkemizde elektrikli araçların ciddi bir alana yayılacağı öngörülmektedir. Bu durum ülkemizde sayıları 7 bin civarında olan elektrikli araç piyasasının ciddi bir yükseliş göstereceğine işarettir. Elektrikli araç gelişimine bakıldığı zaman genellikle araç gelişiminin önündeki engel; şarj istasyonlarının ihtiyacı duyulacak her yerde ulaşılabilir olmasıdır.

Ülkemizdeki elektrikli araç şarj istasyonlarının elektrikli araç sayısı oranına bakıldığı zaman yaklaşık 2 araca bir istasyon düştüğü gözlemlenmiştir. Bu durum her ne kadar günümüz koşulları için yeterli sayı olarak gözükse de unutulmamalıdır ki elektrikli araç şarj altyapısının araç satışlarından önce devreye alınması, yeni elektrikli araç teknolojilerini benimseyen tüketicilere güven sağlayacaktır. Türkiye'de 2030 yılı itibariyle 1 milyon ila 2,5 milyon arasında elektrikli aracın yollarda olacağı öngörülmektedir. Şarj istasyon sayılarının artması araçların nüfusun daha geniş bir kesimine yayılmasına da imkân sağlayacaktır. Bu yüzden özellikle yerli aracın, seri üretime geçmeden önce ülkemizde şarj istasyon altyapısına gerekli yatırımların yapılması gerekmektedir. Muhtemel araç sayısını karşılayabilecek oranlarda, müşterilerin elektrikli araçlara olan güvenini tesis edecek istasyon sayılarının tesis edilmesi gerekmektedir. Şarj istasyon yerleşimi yapılırken ülkemizin ulaşım ağı göz önünde bulundurularak yatırımlar bu doğrultuda yapılmalıdır. Şarj istasyon yatırımları ülkede kullanılan en düşük menzilli araç yapısı göz önünde bulundurularak yapılmalıdır

## 5.Kaynaklar

**[1]** E. Babalık, "Ulaştırma Sektörü Mevcut Durum Değerlendirmesi Raporu", Türkiye' nin Ulusal İklim Değişikliği Eylem Planı'nın Geliştirilmesi Projesi, Eylül2010.

**[2]** https://biruni.tuik.gov.tr/ilgosterge/?locale=tr.

**[3]** Gürbüz, H. (2021). Yerli Elektrikli Aracın Elektrik Sarfiyatını Güneş ve Rüzgâr Enerjisi ile Karşılama Potansiyeli. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, (25), 58-69.

**[4]** Leitman, S.,Brant, B. (2008). Build your own electric vehicle, The McGraw-Hill Companies Second Edition, USA.

**[5]** Ünlü, N., Karahan, Ş., Tür, O., Uçarol, H., Özsu, E., Yazar, A., Turhan, L., Akgün, F., Tırıs, M. (2003). Elektrikli Araçlar, TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi Enerji Sistemleri ve Çevre Araştırma Enstitüsü, Gebze.

**[6]** Xiuxiu, B., Pure Electric Vehicle Power System Parameters Matching and the Analysis of Vehicle Control, IEEE Workshop on Advanced Research and Technology in Industry Applications, Ottawa, Canada, 737-740, 2014.

**[7]** Kerem, A., Elektrikli Araç Teknolojisinin Gelişimi ve Gelecek Beklentileri, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 5, 1, 1-13, 2014.

**[8]** Kaya F.ÖHÜ Müh. Bilim. Dergisi / OHU J. Eng. Sci. 2019, 8(1): 528-537.

**[9]** Electric Power Research Institute (EPRI), "Comparing the benefits and impacts of hybrid electric vehicle options for compact sedan and sport utility vehicles" Final Report, July 2002.

**[10]** U.S Department of Energy (DOE), "Plug-in Hybrid Electric Vehicle Charging Infra structure Review", Vehicle Technologies Program- Advance vehicle Testing Activity, Final Report, November 2008.

**[11]** Foley, A.M.; Winning, I.J.; Gallachoir, B.P.O. “State of the art electric vehicle charging infrastructure”, Vehicle Power and Propulsion Conference (VPPC), 2010 IEEE, p.1-6, 1-3 Sept.2010.

**[12]** TEPCO (2010). "General Outline of CHAdeMO Association".

**[13]** "SAE Ground Vehicle Standards Status of work – PHEV +". SAE International. 2010-01. pp. 1–7.

**[14]** SHURA, Türkiye ulaştırma sektörünün dönüşümü: Elektrikli araçların Türkiye dağıtım şebekesine etkileri.

**[15]** https://www.tehad.org/2021/10/05/elektrikli-otomobil-satislari-ilk-kez-dizeli-yakaladi.

**[16]** https://www.dunyaenerji.org.tr/2021-kuresel-elektrikli-arac-gorunumu-raporu/.

**[17]** https://www.kgm.gov.tr/Sayfalar/KGM/SiteTr/Kurumsal/YolAgi.aspx.

**[18]** Türkiye ulaştırma sektörünün dönüşümü: Elektrikli araçların Türkiye dağıtım şebekesine etkileri.

# SANAYİ İŞLETMESİ YÖNETİCİLERİNİN BLOCKCHAİN TEKNOLOJİSİ FARKINDALIKLARI: İSO 500 ÜZERİNDE BİR ARAŞTIRMA

***Kutay Karakılıç *[1], Sinan Apak [2]***
[1] Maltepe Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı,
kutaykarakilic@gmail.com
[2] Maltepe Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı,
sinanapak@maltepe.edu.tr
[*] Sorumlu Yazar: kutaykarakilic@gmail.com

***Özet:*** *Son on yılda "blockchain" teknoloji alanında hızla popüler hale gelen kelimelerden biri haline gelmiştir. Blockchain, merkezi bir otoritenin güven mekanizmasına ihtiyaç duymayan, kötü niyetli kişiler tarafından değiştirilemeyen, şeffaflık, izlenebilirlik ve verimlilik gibi özellikleri sayesinde farklı sanayi kollarında değer yaratma potansiyeline sahip gayri merkezi bir veritabanı teknolojisidir. Rekabet paradigması, günümüz işletmelerini blockchain gibi yeni ve devrimsel teknolojileri yakından takip etmeye ve yatırım yapmaya zorlamaktadır. Gelecekte blockchain teknolojisinin ticarileşmesiyle birlikte iş uygulamaların artacağı ve endüstriler arasında uygulanabilir bir platform olarak hizmet vereceği ön görülmektedir. İşletme yöneticilerinin blockchain teknolojisi hakkındaki bilgi birikimleri ve farkındalıkları, blockchain tabanlı iş uygulamalarının kullanılmasını ve yaygınlaşmasını hızlandıracaktır. Bu bağlamda, İSO 500 listesindeki sanayi işletmesi yöneticilerinin, blockchain teknolojisi hakkındaki bilgi durumları ve çalıştıkları işletmelerde, gelecekte blockchain tabanlı iş çözümlerini kullanım düşüncelerini belirlemek bu araştırmanın amacıdır. Bu doğrultuda çeşitli kademelerde görev yapan yöneticilerinin görüşlerine başvurulmuştur. Araştırmacılar tarafından verilerinin toplanması amacıyla oluşturulan anket formu, 2020 yılı İSO 500 listesinde yer alan işletmelerin, farklı pozisyonlarda görev yapan yöneticilerine sosyal medya, e-mail ve iletişim araçları vasıtasıyla ulaştırılmıştır. Araştırmaya 223 katılımcı geri dönüş yapmıştır. Bulgular doğrultusunda araştırmaya katılan farklı pozisyonlardaki işletme yöneticilerinin %43,5'i blockchain teknolojisi ile ilgili bilgilerinin olduğunu, %56,5'i ise bilgilerinin olmadığını belirtmiştir. Ayrıca işletme yöneticilerinin %15'1'i çalıştıkları işletmelerde gelecekte blockchain teknolojisi kullanmayı düşündüklerini, %69'u kullanmayı düşünmediklerini ve %16'sı ise kullanmayı düşünme konusunda kararsız olduklarını belirtmiştir.*

***Anahtar Sözcükler:*** *Blockchain Teknolojisi, Blockchain Paradigması, Dağıtık Defter Teknolojisi, İşletmelerde Blockchain Teknolojisi Uygulamaları.*

# BLOCKCHAIN TECHNOLOGY AWARENESS OF INDUSTRIAL COMPANY MANAGERS: A RESEARCH ON ISO 500

***Kutay Karakılıç*[1], Sinan Apak*[2]**
[1]Maltepe University, Graduate School of Education, Department of Business Administration, kutaykarakilic@gmail.com
[2]Maltepe University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Industrial Engineering, sinanapak@maltepe.edu.tr
[*] Corresponding author: kutaykarakilic@gmail.com

***Abstract:*** *In the last decade, "blockchain" has become one of the rapidly popular words in the technology space. Blockchain is a decentralized database technology that does not need a central authority's trust mechanism, cannot be changed by malicious people, and has the potential to create value in different industries thanks to its transparency, traceability and efficiency. The competition paradigm forces today's companies to closely follow and invest in revolutionary new technologies such as blockchain. It is foreseen that with the commercialization of blockchain technology in the future, business applications will increase, and it will serve as a viable platform between industries. The knowledge and awareness of company managers about blockchain technology will accelerate the use and diffusion of blockchain-based business applications. In this context, the aim of this research is to determine the knowledge of the managers of industrial companies in the ISO 500 list, about blockchain technology and their thoughts on the future use of blockchain-based business solutions in the companies they work for. In this direction, the opinions of the managers working at various levels were consulted. The questionnaire form, which was created by the researchers to collect their data, was delivered to the managers of the companies in the 2020 ISO 500 list, working in different positions, via social media and communication tools. 223 participants responded to the research. In line with the findings, 43.5% of the company managers in different positions participating in the research stated that they had knowledge about blockchain technology, while 56.5% stated that they did not. In addition, 15.1% of company managers stated that they are considering using blockchain technology in the future in the companies they work for, 69% do not plan to use it, and 16% are undecided about using it.*

***Keywords:*** *Blockchain Technology, Blockchain Paradigm, Distributed Ledger Technology, Blockchain Technology Applications in Business.*

## 1. Giriş

2008 yılında Satoshi Nakamoto rumuzlu kişi yada kişiler tarafından yayınlanan "Bitcoin Eşten Eşe Elektronik Nakit Ödemi Sistemi" başlıklı makale ile hayatımıza giren Bitcoin kripto para birimi beraberinde blockchain teknolojisini de getirmiş oldu [1]. Blockchain teknolojisi ve Bitcoin sıklıkla karıştırılmasına rağmen blockchain teknolojisi, Bitcoin kripto para biriminin alt yapısını oluşturan ve mimarisinde farklı bilim dallarını barındıran devrimsel nitelikte bir teknolojidir. Blockchain teknolojisi ilk olarak Bitcoin kripto para biriminin alt yapısından kullanılmıştır. Bu yüzden günümüzde bu iki kavram sıklıkla iç içe geçmiş durumdadır. Ancak geçen süre içerisinde blockchain teknolojisinin farklı alanlarda da kullanılabileceği keşfedilmiş ve birçok blockchain girişimi ortaya çıkmıştır. Blockchain yeni bir teknolojisi olması sebebiyle alanyazında pek çok farklı tanımla karşılaşılmaktadır. Bu tanımlardan yola çıkarak en genel haliyle, alışılagelen merkezi bir sunucu ya da güvenilirliği sağlamak

amacıyla kurulmuş merkezi otoritelerin ortadan kaldırılmasına imkan tanıyan bir teknoloji olarak ifade edilebilir. Blockchain teknolojisi, merkezi sunucuların ya da otoritelerin sağladığı güvenlik mekanizmasını, işlem kayıtlarını bütün bir ağ geneline dağıtarak sağlamaktadır. Ayrıca internet ortamında mevcut klasik veri transferlerinin haricinde insanlığın değer olarak atfettiği varlıklarında transferine olanak sağlar [2]. Blockchain mimarisi en temel hali ile iki kavramdan oluşmaktadır. Bunlar blockchain'in oluşmasını sağlayan bloklar ve bu blok yapılarını oluşturan kayıtlardır. Kayıtlar, her türlü içerik bilgisinden oluşabilirler ve blockchain ağının tasarım amacına göre, para aktarımı, tedarik zinciri girdileri, kıymetli evrak bilgileri, kimlik kayıtları, üretim bilgileri, müşteri kayıtları gibi değerleri içerebilirler. Örneğin; kripto para blockchain ağlarının içerik kayıtları, transfer ve aitlik bilgilerinden oluşmaktadır ve bir kullanıcıdan diğerine yapılan para gönderimleri silinemez bir şekilde kayıt altına alınmaktadır. Bloklar ise işlem kayıtlarının birleştirilip belirli süre aralıkları ile kayıt edilerek blokların içlerine yazılması ile gerçekleşmektedir. Blockchain ağının tasarım amacına göre, her bir bloğun içinde kaç adet işlem kaydı bulunacağı ve nasıl bir algoritmadan geçtikten sonra bloğun oluşacağı gibi kıstaslar belirlenebilmektedir. Bunun yanında her bir bloğun oluşması sırasında kriptografi biliminden ve dijital imza teknolojisinden yararlanılmaktadır [2]. Blockchain ağına kayıtlı olan her bir katılımcı, ağın kurulmasından bu yana gerçekleşen işlem kayıtlarının bulunduğu birer kopyayı kendi depolama alanında tutar. Bu özellik, kayıtların kötü niyetli kişiler tarafından değiştirilmesinin önünde büyük bir engel teşkil etmektedir. Herhangi bir işlem kaydı uygun olmayan bir şekilde değiştirilmeye çalışıldığında, orjinal kayıtlar tüm katılımcıların depolama alanlarında tutulduğundan bu pek mümkün olmayacaktır. Bu özelliği ile blokchain, merkezi güven mekanizmasını ağ geneline yayarak daha güvenli bir hale getirmektedir. Ek olarak ağdaki tüm katılımcıların doğrulama işlemi yapabildiği bir sistemde, doğru işlem kayıtlarının güvenilir bir şekilde tutulduğu ispatlanabilir.

Bitcoin ağı ile rüştünü ispatlayan blockchain teknolojisi, farklı sektörlerde faaliyet gösteren işletmelerde de uygulanabilir, güvenlik ve verimliliği artırabilir [3]. Günümüzde, işletmeler blockchain teknolojisinin iş süreçlerinde sağlayabileceği potansiyel faydaları görerek, kullanmak için daha istekli bir hale gelmişlerdir [4]. Amerikan parekende devi Wallmart, blockchain tabanlı çözümleri, gıda tedarik zincirleri ve lojistik operasyonlarının yönetilmesinde kullanmaktadır. Wallmart, 2016 yılında standart kullandığı çözümler aracılığıyla bir şubesindeki dilimlenmiş mangoyu kaynağına kadar takip etmek istemiştir ve bu süreç çalışanlarının 6 gün, 18 saat ve 26 dakikasını almıştır. Aynı takibi IBM ile ortak olarak geliştirdikleri blockchain çözümünü kullanarak gerçekleştirdiklerinde, takip süresi 2,2 saniye'ye kadar düşmüştür [5]. Birleşik Arap Emirliklerine ait Abu Dabi Ulusal Petrol Şirketi' de (ADNOC) kuyudan müşterilerine kadar petrol ürünlerini izlemek ve yol boyunca gerçekleşen işlemlerin otomatik olarak gerçekleşmesi amacıyla IBM firması ile işbirliği içinde blockchain pilot uygulama programını başlatmıştır [5][6]. 2017 yılında, küresel nakliye şirketi Maersk, kargoların yönetilmesi amacıyla geliştirdikleri blockchain çözümünün pilot çalışmasını tamamlamıştır. Şirket, kargo gemilerinin ve konteynerlerin izlenmesine yardımcı olmak için IBM ile birlikte TradeLens tedarik zinciri platformunu geliştirmiştir [5][7]. 2020 yılının başlarında Ford Motor Şirketi, elektrikli otomobil akülerinde kullanılan kobalt kaynaklarını izlemek amacıyla blockchain tabanlı çözümler kullanacağını duyurmuştur [5][8]. Özellikle küresel işletmelerde, blockchain tabanlı uygulamalara dair örneklerin olduğu liste uzayıp gitmektedir. Ancak ülkemizde blockchain'in gerçek iş uygulama örnekleri oldukça azdır. Bunun çeşitli nedenleri olabileceği gibi, işletme yöneticilerinin blockchain teknolojisi hakkındaki bilgi ve farkındalık durumlarınında etkisi olabilir. Bu bağlamda, bu araştırmanın amacı sanayi işletmesi

yöneticilerinin, blockchain teknolojisi hakkındaki bilgi durumları ve çalıştıkları işletmelerde, gelecekte blockchain tabanlı iş çözümlerinin kullanım düşüncelerinin belirlenmesidir.

## 2. Yöntem

Bu araştırmada, sanayi işletmesi yöneticilerinin, blockchain teknolojisi hakkındaki mevcut bilgi durumları ve çalıştıkları işletmelerde, gelecekte blockchain tabanlı iş çözümlerini kullanım düşüncelerinin belirlenmesi amaçlandığından, tarama modelinin kullanılması uygun görülmüştür. Tarama modelleri halen var olan bir durumu betimlemeyi amaçlamaktadır [9]. Bunun yanında bu araştırma, veri toplama aracının özellikleri, ölçek maddeleri ve katılımcıların görüşleri ile sınırlıdır.

### 2.1. Amaç

Bu çalışmanın amacı, İSO 500 listesindeki sanayi işletmesi yöneticilerinin, blockchain teknolojisi hakkındaki bilgi durumlarının belirlenmesidir. Ayrıca bu yöneticilerin çalıştıkları işletmelerde, gelecekte blockchain teknolojisi kullanma düşüncelerinin tespit edilmesi de bu çalışmanın amaçlarındandır.

### 2.2. Araştırmanın Evreni ve Örneklemi

Araştırma evrenini, Türkiye'nin En Büyük 500 Sanayi Kuruluşunda (İSO 500) yer alan sanayi işletmelerinin yöneticileri oluşturmaktadır. 2020 yılı İSO 500 kapsamında 479 işletme bulunmaktadır ve 21 işletme İSO 500 listesinde isminin açıklanmasını istememiştir. İsminin açıklanmasını istemeyen bu işletmelerin, yöneticileri araştırma kapsamı dışında tutulmuştur. Evren listesini oluşturan eleman sayısı bilinmemektedir. Bu nedenle, araştırmada basit tesadüfi örnekleme metodu tercih edilmiştir. Basit tesadüfi örnekleme modelinde, evreni oluşturan listedeki her elemanın, örneklem listesine eşit olarak seçilme olasılığı mevcuttur [10]. Araştırmaya katılmayı kabul eden ve farklı kademelerde görev yapan, 223 sanayi işletmesi yöneticisi, araştırmanın örneklemini oluşturmaktadır.

### 2.3. Veri Toplama Tekniği ve Analizi

Araştırmada kullanılan veriler, 2020 yılı İSO 500 listesinde yer alan 479 sanayi işletmesinin farklı kademelerde görev yapan yöneticilerinden toplanmıştır. Hazırlanan elektronik anket formu 30.11.2021 ve 31.12.2021 tarihleri arasında sosyal medya ve iletişim araçları ile sanayi işletmesi yöneticilerine elektronik anket biçiminde gönderilerek toplanmıştır. 223 yönetici, araştırmaya katılmayı kabul ederek geri dönüş sağlamıştır. Ek olarak, toplanan veriler Microsoft Excel programına aktarılarak tamamlayıcı istatistik modelleri ile analiz edilmiştir.

### 2.4. Bulgular

#### *2.4.1. Katılımcıların Eğitim Seviyelerine Göre Blockchain Teknolojisi ile İlgili Bilgi Sahibi Olma Durumları*

Araştırma katılımcılarının blockchain teknolojisi ile ilgili bilgi durumlarını yansıtan bulguların, katılımcıların eğitim seviyelerine göre dağılımları Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Araştırmaya katılım gösteren sanayi işletmesi yöneticilerinin blockchain teknolojisi ile ilgili bilgi durumlarının eğitim seviyesine göre dağılımları

| **Bilgi Durumu** | **Eğitim Seviyesi** | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Ön Lisans** | | **Lisans** | | **Yüksek Lisans** | | **Doktora** | |
| | **n** | **%** | **n** | **%** | **n** | **%** | **n** | **%** |
| Blokzincir teknolojisi ile ilgili bilgim var | 1 | 5,6 | 33 | 30,8 | 55 | 61,8 | 8 | 88,9 |
| Blokzincir teknolojisi ile ilgili bilgim yok | 17 | 94,4 | 74 | 69,2 | 34 | 38,2 | 1 | 11,1 |
| Toplam | 18 | 100 | 107 | 100 | 89 | 100 | 9 | 100 |

Tablo 1'de gösterilen bulgulara göre; ön lisans mezunu yöneticilerin %5,6'sı blockchain teknolojisi ile ilgili bilgilerinin olduğunu (n=1), %94,4'ü ise bilgilerinin olmadığını (n=17) belirtmişlerdir. Lisans mezunu olan yöneticilerin %30,8'i blockchain teknolojisi ile ilgili bilgilerinin olduğunu (n=33), %69,2'si ise bilgilerinin olmadığını (n=74) belirtmiştir. Yüksek lisans mezunu yöneticilerinin %61,8'i blockchain teknolojisi ile ilgili bilgilerinin olduğunu (n=55), %38,2'i ise bilgilerinin olmadığını belirtmiştir. Doktora mezunu yöneticilerinin %88,9'u blockchain teknolojisi ile ilgili bilgilerinin olduğunu (n=8), %11,1'i ise bilgilerinin olmadığını (n=1) belirtmiştir.

*2.4.2. Katılımcıların Görev Yaptıkları Yönetim Kademesi Seviyesine Göre Blockchain Teknolojisi ile İlgili Bilgi Sahibi Olma Durumları*

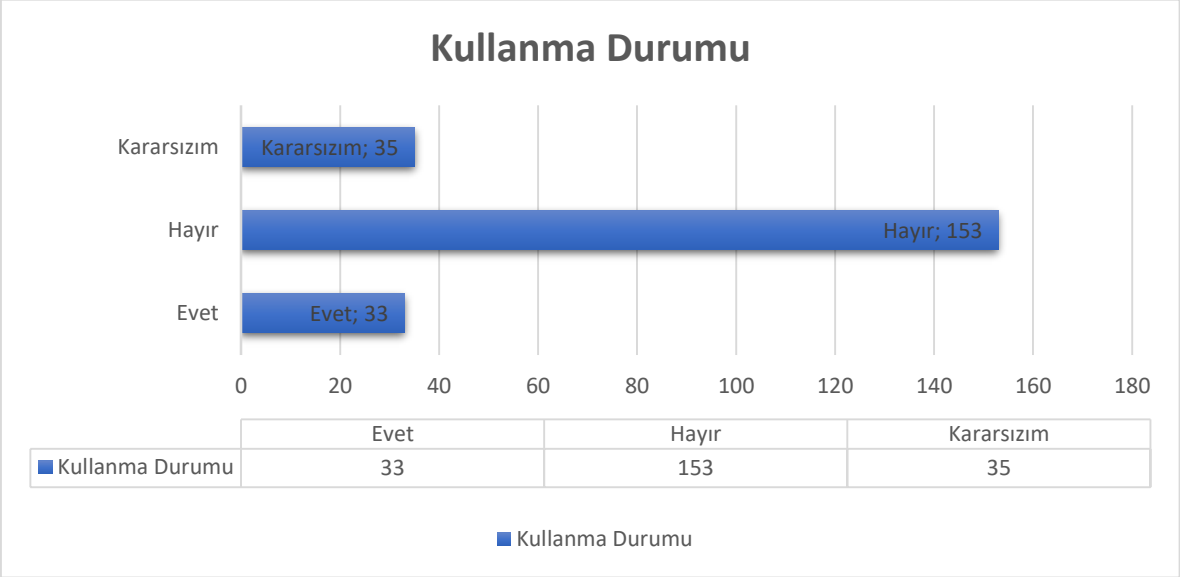
Tablo 2. Araştırmaya katılım gösteren işletme yöneticilerinin görev yaptıkları yönetim kademesi seviyesine göre blockchain teknolojisi ile ilgili bilgi durumlarının dağılımları

| **Bilgi Durumu** | **Yönetici Pozisyonu** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Alt Kademe** | | **Orta Kademe** | | **Üst Kademe** | |
| | **n** | **%** | **n** | **%** | **n** | **%** |
| Blokzincir teknolojisi ile ilgili bilgim var | 5 | 11,6 | 51 | 45,1 | 41 | 61,2 |
| Blokzincir teknolojisi ile ilgili bilgim yok | 38 | 88,4 | 62 | 54,9 | 26 | 38,8 |
| Toplam | 43 | 100 | 113 | 100 | 67 | 100 |

Tablo 2'de gösterimi yapılan bulgulara göre; alt kademe yönetici olarak görev yapan katılımcıların %11,6'sı blockchain teknolojisi ile ilgili bilgilerinin olduğunu (n=5), %88,4'ü ise bilgisinin olmadığını (n=38) belirtmiştir. Orta kademe yönetici olarak görev yapan katılımcıların %45,1'i blockchain teknolojisi ile ilgili bilgilerinin olduğunu (n=51), %54,9'u ise bilgilerinin olmadığını (n=62) belirtmiştir. Üst kademe yönetici olarak görev yapan katılımcıların %61,2'si blockchain teknolojisi ile ilgili bilgilerinin olduğunu (n=41), %38,8'i ise bilgilerinin olmadığını (n=26) belirtmiştir.

*2.4.3. Katılımcıların Çalıştıkları İşletmelerde Gelecekte Blockchain Teknolojisi Kullanmayı Düşünme Durumları Hakkındaki Bulgular*

Araştırmaya katılan farklı kademelerdeki yöneticilerin çalıştıkları işletmelerde, gelecekte blokzincir teknolojisini kullanma düşüncelerine ilişkin bulgular aşağıdaki Şekil 1'te gösterilmiştir.




Şekil 1. Katılımcıların Çalıştıkları İşletmelerde Gelecekte Blockchain Teknolojisi Kullanmayı Düşünme Durumları Hakkındaki Bulgular.

Şekil 1'de gösterilen bulgulara göre; araştırmaya katılan yöneticilerin %15'i çalıştıkları işletmelerde gelecekte blockchain teknolojisini kullanmayı düşündüklerini (n=33), %69'u kullanmayı düşünmediklerini (n=153) ve %16'sı ise gelecekte görev yaptıkları firmalarda blokzincir teknolojisi kullanmayı düşünme konusunda kararsız olduklarını belirtmiştir (n=35).

*2.4.4. Katılımcıların Çalıştıkları İşletmelerin Faaliyet Alanları ile İlgili Bulgular*

Araştırmaya katılan yöneticilerinin çalıştıkları işletmelerin faaliyet alanları ile ilgili bulgular aşağıdaki Tablo 3'de gösterilmiştir.

Tablo 3. Katılımcıların Çalıştıkları İşletmelerin Faaliyet Alanları ile İlgili Bulgular

| **Sektörel Dağılım** | **n** | **%** |
|---|---|---|
| Madencilik ve Taşocakçılığı | 5 | 2,2 |
| Gıda Maddeleri Sanayi | 47 | 21,1 |
| İçki Sanayi (Alkollü ve Alkolsüz) | 5 | 2,2 |
| Tütün İşleme Sanayi | 3 | 1,3 |
| Dokuma Sanayi | 15 | 6,7 |
| Giyim Eşya Sanayi | 8 | 3,6 |
| Ağaç ve Mantar Ürünleri Sanayi | 4 | 1,8 |
| Kâğıt ve Kâğıt Ürünleri Sanayi | 7 | 3,1 |
| Basım Sanayi | 2 | 0,9 |
| Ana Kimya Sanayi | 6 | 2,7 |
| Diğer Kimyasal Ürünler Sanayi | 14 | 6,3 |
| Petrol Ürünleri Sanayi | 4 | 1,8 |
| Lastik Ürünleri Sanayi | 4 | 1,8 |
| Başka Yerde Sınıflandırılmamış Plastik Ürünler Sanayi | 4 | 1,8 |

| | | |
|---|---|---|
| Çanak, Çömlek, Çini, Porselen Sanayi | 8 | 3,6 |
| Cam ve Camdan Mamul Eşya Sanayi | 5 | 2,2 |
| Taş ve Toprağa Dayalı Diğer Sanayi | 5 | 2,2 |
| Demir-Çelik Ana Metal Sanayi | 15 | 6,7 |
| Demir-Çelik Dışında Ana Metal Sanayi | 6 | 2,7 |
| Metal Eşya Sanayi | 7 | 3,1 |
| Makine Sanayi (Elektrikli Olanlar Hariç) | 4 | 1,8 |
| Elektrik Makineleri, Aletleri ve Cihazları Sanayi | 12 | 5,4 |
| Taşıt Araçları Sanayi | 25 | 11,2 |
| Diğer İmalat Sanayi | 3 | 1,3 |
| Elektrik Sektörü | 5 | 2,2 |
| **Toplam** | 223 | 100 |

Tablo 3'e göre; araştırmaya katılan işletme yöneticilerinin %21,1'inin Gıda Maddeleri Sanayi (n=47), %11,2'sinin Taşıt Araçları Sanayi (n=25), %6,7'sinin Dokuma Sanayi (n=15), %6,7'sinin Demir-Çelik Ana Metal Sanayi (n=15), %6,3'ünün Diğer Kimyasal Ürünler Sanayi (n=14), %5,4'ünün Elektrik Makineleri, Aletleri ve Cihazları Sanayi (n=12), %3,6'sının Giyim Eşya Sanayi (n=8), %3,6'sının Çanak, Çömlek, Çini, Porselen Sanayi (n=8), %3,1'inin Kâğıt ve Kâğıt Ürünleri Sanayi (n=7), %3,1'inin Metal Eşya Sanayi (n=8), %2,7'sinin Ana Kimya Sanayi (n=6), %2,7'sinin Demir-Çelik Dışında Ana Metal Sanayi (n=6), %2,2'sinin Madencilik ve Taşocakçılığı (n=5), %2,2'sinin İçki Sanayi (Alkollü ve Alkolsüz) (n=5), %2,2'sinin Cam ve Camdan Mamul Eşya Sanayi (n=5), %2,2'sinin Taş ve Toprağa Dayalı Diğer Sanayi (n=5), %2,2'sinin Elektrik Sektörü (n=5), %1,8'inin Ağaç ve Mantar Ürünleri Sanayi (n=4), %1,8'inin Petrol Ürünleri Sanayi (n=4), %1,8'inin Lastik Ürünleri Sanayi (n=4), %1,8'inin Başka Yerde Sınıflandırılmamış Plastik Ürünler Sanayi (n=4), %1,8'inin Makine Sanayi (Elektrikli Olanlar Hariç) (n=4), %1,3'ünün Tütün İşleme Sanayi (n=3), %1,3'ünün Diğer İmalat Sanayi (n=3), %0,9'unun ise Basım Sanayi (n=2) sektöründeki işletmelerde çalıştığı görülmektedir.

Tablo 3'deki verilerden araştırmaya katılım gösteren sanayi işletmesi yöneticilerinin yarıya yakınının (%32,3) Gıda Maddeleri Sanayi ve Taşıt Araçları Sanayi sektörlerinde çalıştıkları anlaşılmaktadır.

## 3. Çıkar Çatışmaları

Yazarlar arasında araştırma kapsamında herhangi bir çıkar çatışması yoktur. Bu araştırma sırasında herhangi bir kurum ya da kuruluştan fon sağlanmamıştır.

## 4. Etik Beyan

Bu araştırma, ilk yazarın, ikinci yazar danışmanlığında hazırladığı, yayımlanmamış doktora tezinden üretilmiştir [11]. Ayrıca bu araştırma, ilk yazarın 28-29 Şubat 2022 tarihinde 7. Uluslararası Battalgazi Bilimsel Çalışmalar Kongresinde sunduğu "İşletmelerde Blokzincir Teknolojisinin Kullanım Durumlarının Belirlenmesine Yönelik Bir Araştırma: İSO 500 Örneği [12] başlıklı çalışmanın öncülü niteliğindedir.

## 5. Sonuç

Bu araştırmada, İSO 500 listesindeki sanayi işletmesi yöneticilerinin blockchain teknolojisi hakkındaki bilgi durumları ve gelecekte çalıştıkları işletmelerde blockchain teknolojisi uygulamalarını kullanma\kullanmama düşünceleri belirlenmiştir. Araştırma çerçevesinde 2020 yılı İSO 500 kapsama giren (21 şirket İSO 500 listesinde adının açıklanmasını istememiştir) 479 işletmenin farklı kademelerinde görev yapan yöneticilere elektronik anket formu dağıtılmıştır. Toplanan veriler, temel istatistik yöntemleri ile analiz edilmiştir.

Analiz sonuçlarına göre araştırmaya katılan ön lisans mezunu yöneticilerin %5,6'sı blockchain teknolojisi ile ilgili bilgilerinin olduğunu, %94,4'ü ise bilgilerinin olmadığını belirtmişlerdir. Lisans mezunu olan yöneticilerin %30,8'i blockchain teknolojisi ile ilgili bilgilerinin olduğunu, %69,2'si ise bilgilerinin olmadığını belirtmiştir. Yüksek lisans mezunu yöneticilerinin %61,8'i blockchain teknolojisi ile ilgili bilgilerinin olduğunu, %38,2'i ise bilgilerinin olmadığını belirtmiştir. Doktora mezunu yöneticilerinin %88,9'u blockchain teknolojisi ile ilgili bilgilerinin olduğunu, %11,1'i ise bilgilerinin olmadığını belirtmiştir.

Ayrıca, alt kademe yönetici olarak görev yapan katılımcıların %11,6'sı blockchain teknolojisi ile ilgili bilgilerinin olduğunu, %88,4'ü ise bilgisinin olmadığını belirtmiştir. Orta kademe yönetici olarak görev yapan katılımcıların %45,1'i blockchain teknolojisi ile ilgili bilgilerinin olduğunu, %54,9'u ise bilgilerinin olmadığını belirtmiştir. Üst kademe yönetici olarak görev yapan katılımcıların %61,2'si blockchain teknolojisi ile ilgili bilgilerinin olduğunu, %38,8'i ise bilgilerinin olmadığını belirtmiştir.

Ek olarak, işletme yöneticisi katılımcıların %15'i çalıştıkları işletmelerde gelecekte blockchain teknolojisi kullanmayı düşündüklerini, %69'u kullanmayı düşünmediklerini ve %16'sı ise kullanmayı düşünme konusunda kararsız olduklarını belirtmiştir.

Gelecekte blockchain teknolojisi aracılığıyla küresel bir dijital kayıt sisteminin kurulması kaçınılmazdır. Küresel ve yerel birçok şirket blockchain teknolojileri ile ilgili çok ciddi çalışmalar ve yatırımlar yapmaktadır. Blockchain teknolojisinin, işletmeler nezdinde daha iyi anlaşılması amacıyla ihtiyaç duyulan şey, araştırmacı, yenilikçi ve kendi sektörü ile ilgili teknolojik gelişmeleri takip eden işletme yöneticilerinden oluşan bir ekosistemdir. Ülkemizde blockchain teknolojisi ekseninde, sanayi işletmesi yöneticilerinin, belirli bir farkındalığa sahip olduğu ancak dünya nezdinde bile yeni ve olgunlaşmamış sayılabilecek bu teknolojinin endüstriyel uygulamalar açısından belirli bir zamana ihtiyaç duyduğu söylenebilir. Bunun yanında akademik literatür, işletmelerde blokzincir teknolojisinin benimsenmesi ile ilgili çalışmalardan yoksundur. Gelecekte, bu bakış açısı ile yapılacak çalışmalar literatüre katkı sağlayacaktır.

## 6. Kaynaklar

**[1]** Nakamoto, S., Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System, http://bitcoin.org/bitcoin.pdf (Erişim zamanı; Aralık,18,2021).

**[2]** https://blokzincir.bilgem.tubitak.gov.tr/bz-calistay/blok-zincir.html (Erişim zamanı; Aralık,20,2021).

**[3]** Park, K.O. A Study on Sustainable Usage Intention of Blockchain in the Big Data Era: Logistics and Supply Chain Management Companies. Sustainability. 2020, 12, 10670. https://doi.org/10.3390/su122410670

**[4]** https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/IDAN/2017/581948/EPRS_IDA(2017)581948_EN.pdf (Erişim zamanı; Aralık,20,2021).

**[5]** https://one.walmart.com/content/globaltechindia/en_in/Tech-insights/blog/Blockchain-in-the food-supply-chain.html (Erişim zamanı; Aralık,20,2021).

**[6]** https://www.ibm.com/services/client-stories/adnoc (Erişim zamanı; Aralık,20,2021).

**[7]** https://www.maersk.com/apa-tradelens (Erişim zamanı; Aralık,20,2021).

**[8]** https://www.reuters.com/article/us-blockchain-congo-cobalt-electric-idUSKCN1PA0C8 (Erişim zamanı; Aralık,30,2021).

**[9]** Karasar, N., Bilimsel Araştırma Yöntemi: Kavramlar İlkeler Teknikler, Nobel Akademik Yayıncılık., Ankara, 2020.

**[10]** Büyüköztürk, Ş.; Çakmak, E.K.; Akgün, Ö. E.; Karadeniz, Ş.; Demirel, F., Eğitimde Bilimsel Araştırma Yöntemleri, Pegem Akademi Yayıncılık., Ankara, 2021

**[11]** Karakılıç, K., İşletmelerde Blokzincir Teknolojisinin Benimsenmesini Engelleyen Faktörler: Türkiye'deki Sanayi İşletmesi Yöneticileri Üzerinde Karma Bir Araştırma, Yayımlanmamış Doktora Tezi, Maltepe Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2022.

**[12]** Karakılıç, K., "İşletmelerde Blokzincir Teknolojisinin Kullanım Durumlarının Belirlenmesine Yönelik Bir Araştırma: İSO 500 Örneği", VII. Uluslararası Battalgazi Bilimsel Çalışmalar Kongresi, Malatya, Türkiye, Iksad. 28-29 Şubat 2022.

# MEME KANSERİ TESPİTİNDE DERİN ÖĞRENME YÖNTEMLERİNİN KULLANILMASI

**Feyzi Ferat Ateş*[1], Abidin Çalışkan[2]**
[1]Batman Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Elektrik Elektronik Mühendisliği ABD, Batman-Türkiye, feratates@gmail.com
[2]Batman Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Batman-Türkiye, abidin.caliskan@batman.edu.tr
* Sorumlu Yazar: feratates@gmail.com

***Özet:*** *Meme kanseri, kadınlarda ölüme neden olabilen hastalıkların başında gelmektedir. Araştırmalar meme kanserinin erken teşhisinin ölüm oranlarını azaltabileceğini göstermiştir. Normal durumlarda meme hücreleri düzenli bir şekilde bölünür. Yeni hücrelere ihtiyaç olmadığı halde hücreler bölünmeye devam ederse, dokuda kütlesi oluşur. Oluşan kitleye tümör denir. Tümör iyi veya kötü huylu olabilir. Tanının temel amacı iyi huylu ve kötü huylu tümör arasında ayrım yapmaktır. Meme kanserinden kurtulmanın en önemli yolu erken tanıdır. Meme kanserinin erken evrelerde teşhis edilmesi için derin öğrenme yöntemlerinin kullanıldığı çalışmalar oldukça önemlidir. Ayrıca mamogram görüntüleri ile elde edilen teşhislerin tıp uzmanlarının teşhislerinden daha iyi olduğu gözlemlenmiştir. Gelişen teknoloji ile birlikte hastalığın teşhisinde birçok farklı derin öğrenme modeli kullanılmaktadır. Hazırlanmış olduğum çalışmada, derin öğrenme modellerinin tıp alanında da başarılı sonuçlar üretip üretmediğini araştırmayı amaçlamaktadır. Meme kanseri tanısında birçok derin öğrenme algoritması kullanılmıştır. UCI Machine Learning havuzundan Wisconsin Meme Kanseri veri kümeleri, farklı tekniklerin derin öğrenme yeteneğini kontrol etmek için kullanılır. Derin öğrenme yaklaşımlarıyla yapılan deneyler, sağlık alanında karar vermeyi desteklemeye yönelik olumlu yönde gelişme gösteriyor.*

***Anahtar sözcükler****: Derin Öğrenme, Meme Kanseri, Sınıflandırma, Yapay Zekâ.*

# USING DEEP LEARNING METHODS TO BREAST CANCER DETECTION

**Feyzi Ferat Ateş*[1], Abidin Çalışkan[2]**
[1]Batman University, Graduate School of Education, Department of Electrical and Electronics Engineering, Batman-Turkey, feratates@gmail.com
[2]Batman University, Faculty of Engineering and Architecture, Department of Computer Engineering, Batman-Turkey, abidin.caliskan@batman.edu.tr
* Corresponding author: eratates@gmail.com

***Abstract:*** *Breast cancer is one of the diseases that can cause death in women. Studies have shown that early detection of breast cancer can reduce death rates. In normal cases, breast cells divide regularly. If cells continue to divide even though there is no need for new cells, mass is formed in the tissue. The resulting mass is called a tumor. The tumor can be benign or malignant. The main purpose of diagnosis is to distinguish between benign and malignant tumor. The most important way to get rid of breast cancer is early diagnosis. Studies using deep learning methods are very important for the diagnosis of breast cancer in the early stages. In addition, it has been observed that the diagnoses obtained with mammogram images are better than the diagnoses of medical professionals. With the developing technology, many different deep learning models are used in the diagnosis of the disease. The study I*

*have prepared aims to investigate whether deep learning models also produce successful results in the field of medicine. Many deep learning algorithms have been used in the diagnosis of breast cancer. Wisconsin Breast Cancer datasets from the UCI Machine Learning repository are used to check the deep learning ability of different techniques. Experiments with deep learning approaches show positive developments to support decision-making in the healthcare field.*

***Keywords:*** *Deep Learning, Breast Cancer, Classification, Artificial Intelligence.*

## 1. Giriş

Meme kanseri, meme dokusunu meydana getiren hücre gruplarının değişmesi ve kontrol dışı olarak büyümesinden dolayı oluşan tümör sonrasında ortaya çıkan bir hastalıktır [1]. Dokusunda kanser bulunan hücreler öncelikle yakın çevresine sonra memenin etrafındaki bezlerde yayılır. Zamanla tanı konulup tedavi edilmeyen hastalarda kanserli doku diğer organlara da yayılarak tedavisi olanaksız bir evreye girmeye başlar. Bu sebepten neticesinde meme kanserinin erken zamanda tanı konulması tedavi olanağını büyük ölçüde etkilediğinden çeşitli tanı ve tedavi yöntemlerine ihtiyaç duyulmaktadır. İnsan eliyle yapılan tanı ve teşhis noksanlarının en aza indirilmesi, kanserle verilen mücadelede olduğu gibi erken tanı ve tedavi süreçlerinde önemli görev almaktadır. Bu sebeple başta tıp uzmanlarına yardımcı olabilecek akıllı sistemlerin geliştirilmesi hastalık adına umut vericidir. Derin öğrenme yöntemlerinin de sağlık alanında yüksek doğrulukta performans vermesi de geliştirilecek yeni sistemlerle tıp sektöründe başlangıç olabileceği düşünülmektedir [2].

Günümüzde meme kanseri dünya genelinde en yaygın tanı konulan kanser hastalığıdır. Kadınlarda meme kanseri her 4 kanser vakasının birinden ve her 6 kanserin neden olduğu yaşam kayıplarından birine sebep olmaktadır [3]. Son yıllarda meme kanserinden hayatını kaybeden kişi sayısında azalma olsa da vaka sayısı oldukça yüksektir [1].

Meme kanseri iyi huylu ve kötü huylu olmak üzere 2 grupta incelenmektedir. İyi huylu kanser hücreleri, yavaş büyür ve vücuttaki diğer organlara yayılmayan normal hücrelerden oluşmaktadır. Kötü huylu kanser hücreler ise daha agresif hücrelerden oluşmaktadır. Bu hücreler bulundukları bölgelerden vücudun diğer bölgelerine yayılım gösterirler. Kötü Huylu kanser hücreler zamanında tedavi edilmediği zaman hasta için ölümcül sonuçlar doğurabilmektedir. Bu sebeplerden dolayı erken tanı ve tedavi ölüm oranını büyük oranda azaltmaktadır.

Insan kaynaklı tanı sorunları, hastalığın tedavi süreçleri hakkında zaman zaman olumsuz etki bırakabilmektedir. Bunun sonucunda doğrudan insanların hayatını, sosyo kültürel ve ekonomik yaşamını ciddi oranda etkilemektedir. Bu sebeplerden dolayı bilgisayar destekli sistemlerin gelişmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu bağlamda derin öğrenme yöntemlerinin son dönemde yoğun olarak kullanılması ve hastalığın veri setlerindeki niteliklerin tespiti gibi süreçleri başarıyla gerçekleştirebilmektedir.

Günümüzde 40 yaşının altındaki sağlıklı kişilerde ortalama her 3 yılda bir muayene yapılması ve 40 yaşın üzerindeki kişilerde her yıl sağlık taramalarının yapılması önerilmektedir. Bu durum genetik durumların haricinde önerilmektedir. Meme kanserinde kendi kendine muayene de tanısal sürecin bir aşaması olarak kullanılmakta ancak fiziki muayenenin yanında deneyimli cerrahlar tarafından da radyolojik tetkikler kullanılarak görüntü işleme tekniklerine de başvurulması gerekmektedir.

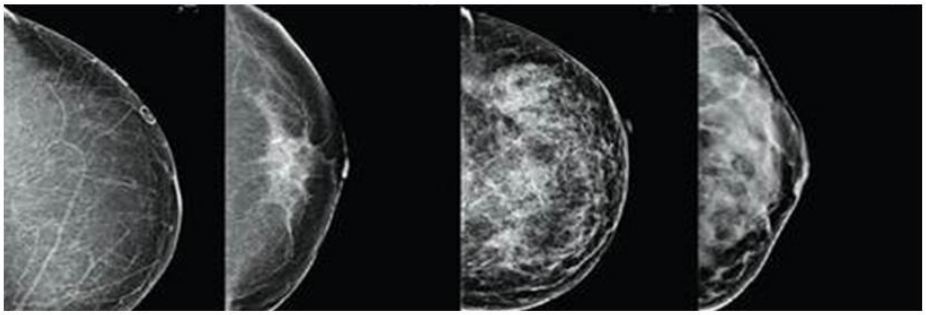
## *2.* Radyolojik Tanı Yöntemleri

Tıpta görüntüleme teknikleri vücudun içinin resimlerini gösterir. Tarama sırasında memede bulunan şüpheli bir bölge hakkında daha detaylı incelemek için memeye aşağıdaki radyolojik tanı yöntemleri uygulanır [4]. Bu tarama meme kanserini önleyemez ancak tedavi noktasında daha erken teşhis ve müdahale etmeye yardımcı olabilmektedir. Hangi meme kanseri taramasının uygun olduğunu uzman hekimler ile görüşülmesi gerekmektedir.

### 2.1 Mamogram

Mamogramlar, meme kanserini tespit etmeye yarayan düşük dozlu röntgenlerdir [5]. Meme kanserinin erken, daha ilerlememiş bir küçük yumru iken ve hissedilmeden önce tespit edilebilir ve bu durumda tespit edilmesi tedavi için en kolay zaman olarak değerlendirilmektedir. Mamogramlar, meme kanserinin tespitinde genellikle ilk aşama olarak kullanılmaktadır. Memede anormal alanları gösterir ancak anormal bölgenin kanserli olup olmadığını kanıtlayamaz. Tıp uzmanlarının anormal bölge için daha fazla test gerektirip gerektirmediğine kara vermelerine ilk aşama için yardımcı olabilirler.

Mamogram tekniği ile uzman hekimin elde ettiği görüntü ile yapmış olduğu inceleme de meme dokusunda bulunan anormal bir durum olup olmadığı daha net bir şekilde anlaşılır. Ayrıca üç boyutlu (3B) mamogramlar ile standart iki boyutlu (2B) mamogramlar arasındaki sonuçları daha iyi karşılaştırmak için devam eden çalışmalar da bulunmaktadır [6].



Şekil 1. Mamogram Görüntüsü

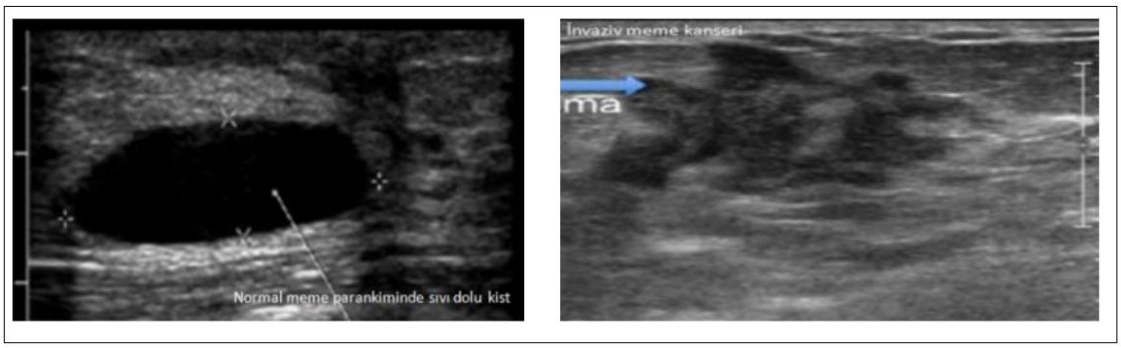
### 2.2 Ultrason

Ultrason (US), meme görüntüleme de çok yararlı bir araç haline gelmiştir. İlk olarak ABD 1950'lerde uyarlanan radar teknikleri kullanılarak tanıtıldı [7]. Sonraları meme görüntülemede basit katı kitleleri ayırmak için kullanıldı.

Meme ultrasonu, memenin içyapısının bilgisayar ortamında vücut hareketlerinin görüntülenebilecek şekilde resminin oluşturulmasına denir. Ayrıca US, tıp uzmanlarının göğüs bölgesindeki kan akışının da görülmesini sağlar. US, tek başına meme kanseri taraması olarak kullanılmaz. Genellikle genç hastalarda mamogram ile görünmeyebilecek bir anormalliğin olduğu bir durum hissedilirse (iyi huylu veya kötü huylu), bu durumu anlamanın en iyi yolu ultrasondur. Aynı zamanda US mamografiden farklı olarak görüntüdeki dokular birbirinin üzerine binmediğinden dolayı tanı hatasını engellediğinden mamografiyi destekleyen bir medikal görüntüleme yöntemi olarak kullanılır.

Memenin üzerine bir jel sürülür ve transdüser adı verilen bir cihaz alet deri üzerinde hareket ettirilir ve dönüştürücü ses dalgaları gönderir ve vücut dokularından yansıyan ses yankılanarak bilgisayar ortamında bir görüntü haline getirilir. Genellikle ağrısız ve 30 dakika içinde tamamlanır. Transdüser cihazı deri üzerinde hareket ettirilirken ekranda gerçek zamanlı görüntüleme oluşturur [8].

Meme US radyasyon riski taşımadığından hamileler için bir risk oluşturmazlar. Ayrıca obez ve iri göğüslü bireylerin US test sonuçlarındaki doğruluk oranı daha az olabilmektedir. US, meme kanserinin en erken dönemine ait olan küçük kireç oluşumlarını göstermediğinden tarama yaparken tek başına kullanılmadığı durumlar olabiliyor. Memenin iyi huylu hastalıkları da şüpheli olarak gösterebildiği için zaman zaman biyopsi de gerekebiliyor.




Şekil 2. Soldaki normal meme parankimde sıvı dolu test görüntüsü, sağdaki ultrason ile tespit edilmiş ok ile gösterilen başlangıç yeri yeni olan meme kanseri görüntüsüdür [9].

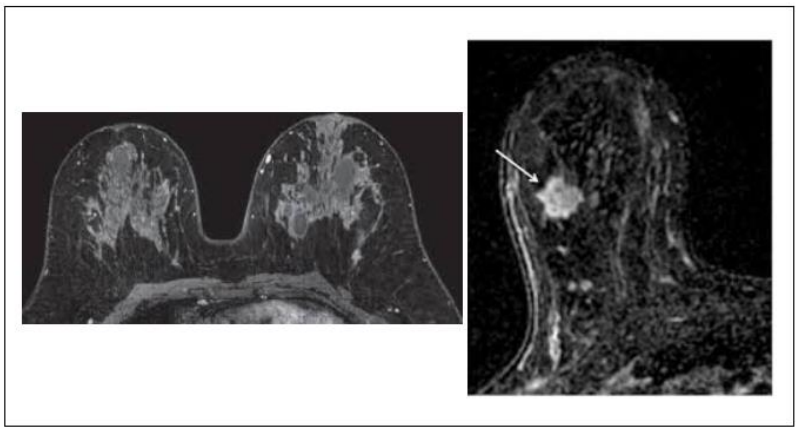
### 2.3 Manyetik Rezonans Görüntüleme

Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG), vücudun içyapısının detaylı görüntülerini üretmek için bir mıknatıs ile radyo dalgalarını alarak oluşturmuş olduğu tanı muayenesidir [10]. Meme kanserinin tespit edilmesi için kullanılan en hassas yöntemdir. Tanı ve tedavideki rolü gelişmeye devam etmektedir. %90 üzerinde bir doğruluk oranına sahiptir [11]. Uzman radyologlara göre MRG, mamogram ve US çalışmaları birbirini tamamlayan vazgeçilmez meme kanseri tanı yöntemleridir. Kullanım alanları, meme kanserinin evrelendirilmesi, yüksek risk altındaki kadınlarda meme kanseri taraması ve neoadjuvan kemoterapiye verilen yanıtın değerlendirilmesini sağlar [12, 13]. Meme Manyetik Rezonans'ına (MR) ait öğrenme eğrisine ait veriler günümüzde hala eksik olsa da yapılan bazı çalışmalar ile radyologların kanser tespit performansı önemli düzeyde artmıştır [14].

MRG radyasyon kullanmanın aksine, radyo dalgaları vücutta doğal olarak bulunan hidrojen atomlarının yeniden hizalanmasını sağlar. Bu dokuların kimyasal yapılarında bir değişiklik olmaz. Hidrojen atomları normal hizalarına dönerken içinde bulundukları doku tiplerine göre farklı miktarlarda enerji yayarlar. Tarama cihazı da bu enerjiyi yakalayarak bir bilgisayar görüntüsü haline getirir [15]. MRG meme kanseri şüphesinin yanı sıra meme kanseri olan bir bireyler için kanserin boyutunu ölçmek, memedeki varsa diğer tümörleri aramak ve kontrol altına alabilmek içinde kullanılır. Ancak meme kanseri tanısı konan her birey için MRG' ye ihtiyacı yoktur. Yüksek risk altında bulunan bireylerde mamogram ile beraber kullanılması tavsiye edilir. Bunun sebebi ise mamogramın bulabileceği bazı kanserleri gözden kaçırabilir [16].

Radyologlar ve uzman hekimler aile geçmişini de bakarak MRG taramasının kişi için uygun olup olmadığına karar verebilir. MR' da memenin iyi huylu hastalıklarında da şüpheli bulgular tespit

edilebiliyor. Çok erken evredeki meme kanserleri MR ile tespit edilemediğinden her zaman diğer görüntüleme yöntemleri ve klinik muayeneler ile beraber değerlendirilmesi gerekiyor. MR ile yumuşak dokuların görüntülenmesinde daha başarılı sonuçlar alınabiliyor, diğer görüntüleme yöntemlerinde tespit edilemeyen pek çok kanser durumunun tespiti yapılabiliyor. Fakat meme kanserinin tespitinde MR görüntüleme tek başına yeterli değildir.



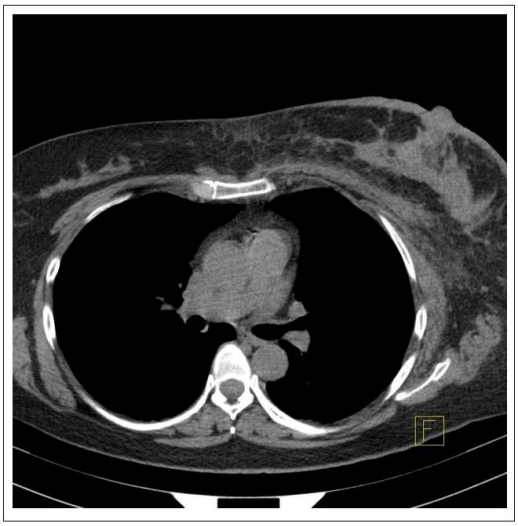
(a) (b)

Şekil 3. (a) Normal bir meme MR görüntüsü (b) Bir Tümörün MR görüntüsü [17].

### 2.4 Bilgisayarlı Tomografi

Günümüzde erken meme kanseri teşhisi yaşanan ciddi zorluklardandır. Standart tarama yöntemlerinin her birinin farklı avantaj ve dezavantajları vardır ancak Bilgisayarlı Tomografi (BT) taraması şuan da en yaygın olarak kullanılan tarama yöntemidir. Bunun sebepleri ise kolaylıkla ulaşılabilir olması, maliyetinin uygun olması, taramanın kısa sürmesi ve operatöre bağımlı olmamasıdır [18]. Meme kanserinin teşhisi için zaman zaman daha hassas, daha erken bir durumda yani metastazlar oluşmadan önce teşhisler yapılabilir. Bu durumlarda BT daha yoğun kullanılmaktadır. BT taramaları; tümörün şeklini, boyutunu, yerini ağrısız bir şekilde ve kısa bir süre de görüntülenmesini sağlar.

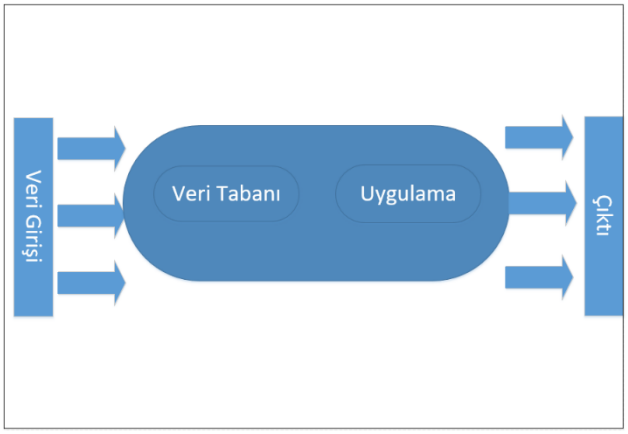
BT taraması, vücudunuzun içinin detaylı olarak görselleştirilmesini oluşturmak için röntgen ve bilgisayar ile kullanılan bir testtir [19]. Vücudu farklı açılardan görselleştirir. Geliştirilen özel bir yazılım ile bu fotoğraflar 3B olarak birleştirilir ve BT görüntüsü ortaya çıkar. Bu kanserin ameliyat ile tedavi edilip edilmeyeceği noktasında tıp uzmanlarına yardımcı olmaktadır [20].



Şekil 4. Deride yaygın kalınlaşma, meme yoğunluğunda asimetri ve yaygın sol aksiller lenfadenopatiyi gösteren BT taramasının seçilmiş görüntüsü [21].

## 3. Yapay Zekâ

Yapay zekâ, görevlerin belirli bir zekâ ile yapılması veya karar verilmesi için özel yazılım ve programlar geliştiren bir tür bilgisayar bilimi olarak tanımlanır (Kaynak belirtilmeli). Bu özel yazılımlar ile verilen elde edilmesi ve anlamlı hale getirilmesi arasındaki açığı kapatmamıza yardımcı olur. Gelişen özellikleri ve teknoloji ile birlikte yaşamımızın tüm neredeyse tüm alanlarında ana akım haline gelmeye başlamıştır [22]. Geçmişten günümüze gelen Alan Turing ve John von Neuman ile 1950'lerde başlamıştı [23, 24]. Medikal alanda ve özellikle onkolojinin çeşitli kısımlarında; Tümör tespiti, tanısı, gelişiminin izlenmesi, klinik karar vermenin yanı sıra kanser tedavisinin geliştirilmesi, hastalığın doğrulanması ve tahmini noktasında önemli rol almaktadır.




Şekil 5. Yapay Zekâ ve Bilgi İşleyişi

Veritabanından alınan bilgiler bilgisayarlar tarafından derlenerek öğrenilerek sonuç almayı sağlamaktadır. Bilgisayarların öğrenmesi, öğretilen algoritmalar sayesinde gerçekleşir. Çıkarılan sonuç ise bilgisayarın öğrenmesiyle elde edilen bir çıktıdır.

### 3.1 Derin Öğrenme

Tıp ve endüstri gibi alanlarda çok büyük miktarda verinin üretildiği bir dönemi yaşıyoruz. Bu durum bizi verilerin analizlerine ve yorumlanmasıyla alakalı zorlukları beraberinde getirmektedir. Bu nedenle elde edilen verileri kullanılmasını sağlayabilecek makine öğrenmesi ve yapay zekâ gibi yöntemlere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu ihtiyacı giderebilmek için derin öğrenme en çok dikkat çeken ve çok yeni bir yöntemdir. Derin öğrenme makinelerinin gelişimi önümüzdeki yıllarda hız kazanması ve daha efektif olarak kullanım alanları oluşturması bekleniyor. Bu gelişim alanlarından biri olan sağlık alanında derin öğrenme uygulamaları yalnızca bir görevi yerine getirme amacıyla değil diğer yapay zekâ uygulamalarından gelen bilgileri de kullanarak oluşturulması gereken uygulamayı eğitebilir.

## 4. Veri Seti

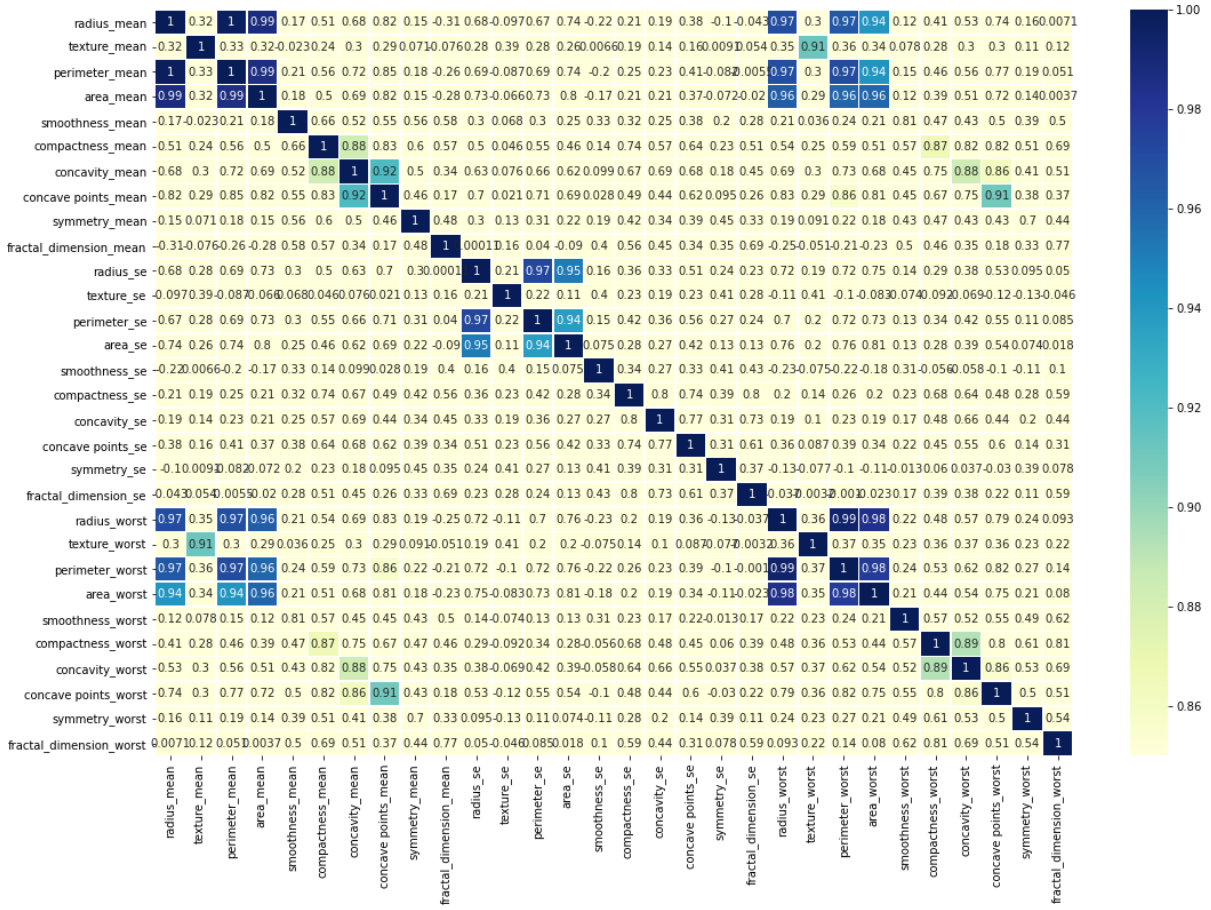
Wisconsin Göğüs Kanseri Teşhisi veri seti (WDBC) UCI Machine Learning Repository'den elde edilmiştir [25]. Özellikler, görüntüden alınan sayısallaştırılmış özellikleri kullanarak hesaplanan çoklu bir veri setidir. Tıbbi tanı koyma konularında bu WDBC veri seti ile alakalı çok sayıda makale yayınlandı.

Wisconsin Göğüs Kanseri Teşhisi veri seti makine öğrenme uygulama havuzundan alındı [26]. Bu veri setinde, 569 örnek ve 32 sınıf özelliği içeren özniteliğe sahiptir. Her örnek te iyi ve kötü huylu olmak üzere iki sınıftan birine sahip olduğu tespit edilmiştir. İyi ve köyü huy durumuna göre 357 örnek iyi huylu, 212 örnek ise kötü huylu tümörden oluşmaktadır.

## 5. Bulgular

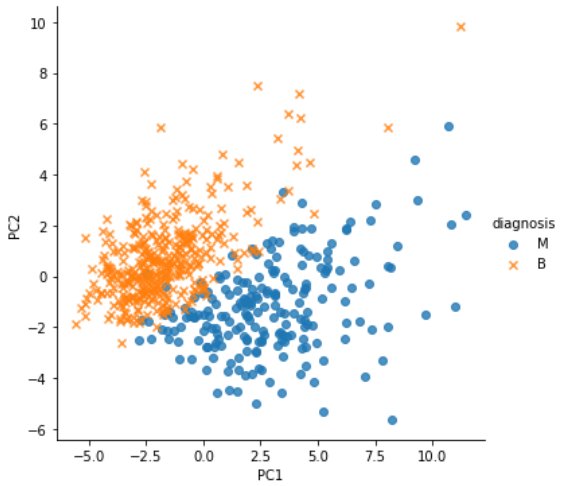
Bu çalışma için WDBC veri seti üzerinde bazı derin öğrenme tekniklerini uygulamaya çalıştım. Elde edilen hücreler için bir kimlik numarası ve iyi huylu veya kötü huylu durum teşhisi olmak üzere hesaplanan 30 özellik bulunmaktadır.

Derin Öğrenme' de veri analizi önemli bir süreç olmaktadır. Veriler için bir yorum edinebilmek için keşifsel veri analizleri gerekmektedir. Bazı çalışmalarda tahminleme işlemi modellemeye geçişe dönmeye başlamış bazılarında ise geçmeye çalışacaktır. Bu süreçte verilerin nasıl etkişleşim aldığını bilmiyorsak model seçerken analizin ilk adımı olan veri çerçevesini ve boyutlarını iyi öğrenmemiz lazımdır.




Şekil 6. Korelasyon Grafiği

Değişkenler arasındaki korelasyonda incelendiği gibi, texture_se, smoothness_se, symmetry_se ve fractal_dimension_se hedef değişkenle en az ilişkiye sahip olanlardır. Diğer hata özellikleri hedef değişkenle önemli bir korelasyona sahip olduğu görülmektedir. Genelde kötü özellikler hedef korelasyon ile ilişki halindedir.




Şekil 7. İyi Huylu ve Kötü Huylu Tümör Grafiği

Bu durumda yaklaşık varyansın %95'ini ve %0,99'dan fazlasını açıkladı. En yüksek boyutlara sahip ve önde gelen ana bileşenle sıralanmış özellikler en yüksek varyansa sahip olanlardır.

## 6. Sonuç

Bu çalışmanın temel amacı, sağlık sektöründe hizmet kalitesinin arttırılması için katkı sunmaktır. Sağlık sistemlerinin ilk aşaması hastalığın tanısıdır. Tanı konduktan sonra tedavi yöntemleri daha hızlı bir şekilde uygulanabilmektedir.

Derin öğrenme yöntemleri veriyi eğitmek için uygun veri olması durumunda derin öğrenme modellerinin tıbbi tanı durumlarında uzman hekimlerin karar verme süreçlerinde başarıyla kullanılabileceği çalışmada ortaya konulmuştur.

Meme kanseri tanısında derin öğrenme modelleri verimli bir şekilde günümüzde kullanılmaya başlanmıştır. Derin öğrenme modellerinin yaygınlaşması hastalığın teşhisi noktasında doğruluğu arttırdığı gibi uzman hekimlerin işini de büyük ölçüde kolaylaştırmaktadır.

Çalışmada kullanılmış olduğum veri seti Wisconsin Üniversitesi'nin1992 yılında herkese açık gerçek hayatta kullanılan bir veri setidir.

Önerilen yöntemlerde derin öğrenme modeli ile %95 doğruluk oranları ile performans değerleri elde edilmiştir. Meme kanserinin teşhisinde iyi ve kötü huylu tümörlerin tespiti çok önemlidir. Sonuçlar analiz edildiğinde, derin öğrenme mimarisiyle hem iyi hem de kötü huylu tümörlerin çok düzgün çalışarak doğrulukları tespit edildiği görülmüştür.

Yapılan çalışmanın değerlendirmesinde esas olarak sınıflandırma algoritmalarının doğruluk oranları kullanılmaktadır. Bununla beraber ileri de kullanılması muhtemel derin öğrenme mimarisinin farklı işlem modelleri ve makine öğrenmesinin algoritmaları ile kullanılarak hata oranlarının en aza indirilmesi mümkün görünmektedir.

## 7.Kaynaklar

**[1]** Meme Kanseri https://www.acibadem.com.tr/ilgi-alani/meme-kanseri/ Yayınlanma Tarihi: 21 Ocak 2019 Pazartesi.

**[2]** Roth, H. R. et al., Anatomy-specific classification of medical images using deep convolutional nets, 2015 IEEE 12th International Symposium on Biomedical Imaging (ISBI), New York, NY, 101-104, 2015.

**[3]** Dünya Kanser İstatistikleri 2020, "Her 5 Kişiden Biri Kanserle Karşılaşıyor" https://www.drozdogan.com/dunya-kanser-istatistikleri-2020-her-5-kisiden-biri-kanserle-karsilasiyor/. Erişim Tarihi: 09.07.2021.

**[4]** Radsite, "Consumer Guide to Imaging Modalities Benefits and Risks of Common Medical Imaging Procedures, 2011" Erişim Adresi: https://radsitequality.com, Erişim Tarihi: 20.01.2019.

**[5]** Mammograms: https://www.cancer.org/cancer/breast-cancer/screening-tests-and-early-detection/mammograms/mammogram-basics.html

**[6]** Mammogram Image:https://www.npr.org/sections/health shots/2019/04/28/717580689/when-its-time-for-a-mammogram-should-you-ask-for-3d

**[7]** Dempsey PJ., The history of breast ultrasound. J Ultrasound Med, 23(7), 887– 894, 2004.

**[8]** Breast Ultrasound: https://www.cancer.org/cancer/breast-cancer/screening-tests-and-early-detection/breast-ultrasound.html#written_by

**[9]** Ultrason Görüntüsü: https://giresunism.saglik.gov.tr/Eklenti/49929/0/meme-kanseri-tarama-yontemleripdf.pdf

**[10]** Magnetic Resonance Imaging (MRI) – Body:https://www.radiologyinfo.org/en/info/bodymr

**[11]** Menezes, GL, Knuttel, FM, Stehouwer, BL, Pijnappel, RM, & van den Bosch, MA., Meme kanserinde manyetik rezonans görüntüleme: Bir literatür taraması ve gelecek perspektifleri. Dünya klinik onkoloji dergisi, 5(2), 61-70, 2014.

**[12]** Mann RM, Kuhl CK, Kinkel K, Boetes C. Breast MRI: guidelines from the European Society of Breast Imaging. Eur Radiol, 18(7):1307–1318, 2008.

**[13]** Newell MS, Giess CS, Argus AD et al., ACR practice parameter for the performance of contrastenhanced magnetic resonance imaging (MRI) of the breast. Reston, Va: American College of Radiology, 2018.

**[14]** Warner E, Causer PA, Wong JW et al. Improvement in DCIS detection rates by MRI over time in a high-risk breast screening study, 17(1): 9–17, 2011.

**[15]** https://www.radiologyinfo.org/en/info/breastmr Magnetic Resonance Imaging (MRI) – Breast

**[16]** Breast MRI:https://www.cancer.org/cancer/breast-cancer/screening-tests-and-early-detection/breast-mri-scans.html

**[17]** Meme Radyolojisi http://www.emarpark.com/meme-radyolojisi/

**[18]** Ghobrial FE,Eldin MS, Razek AA, AtwanNA,and Shamaa SS. Computed Tomography Assessment of Hepatic Metastases of Breast Cancer with Revised Response Evaluation Criteria in Solid Tumors (RECIST) Criteria (Version 1.1): Inter-Observer Agreement.Pol J Radiol, 82: 593–97, 2017.

**[19]** Sori, W. J., Feng, J., Godana, A. W., Liu, S., & Gelmecha, D. J. (2021). DFD-Net: lung cancer detection from denoised CT scan image using deep learning. Frontiers of Computer Science, 15(2), 1-13.

**[20]** CT (CAT) Scans (Computerized Tomography): https://www.breastcancer.org/symptoms/testing/types/cat_scans

**[21]** Breast cancer (CT appearances) https://radiopaedia.org/cases/breast-cancer-ct-appearances

**[22]** Sechopoulos, I., Teuwen, J., & Mann, R., Artificial intelligence for breast cancer detection in mammography and digital breast tomosynthesis: State of the art. In Seminars in Cancer Biology, Vol. 72, 214-225, 2021.

**[23]** Radanliev, P., and De Roure, D., Review of algorithms for artificial intelligence on low memory devices. IEEE Access, 9, 109986-109993, 2021.

**[24]** Jones, "A beginner's guide to artificial intelligence, machine learning, and cognitive computing."

**[25]** UCI Machine Learning Repository: Breast Cancer Wisconsin (Diagnostic) Data Set

**[26]** D. W. H. Wolberg, 1995. Available: https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/Breast+Cancer+Wisconsin+(Diagnostic).

# MEME KANSERİ ANORMALLİKLERİNİN ÖĞRENME TRANSFERİ YÖNTEMİYLE SINIFLANDIRILMASI

***Volkan Müjdat Tiryaki* [*1]**
[1] Siirt Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Siirt, Türkiye, tiryakiv@siirt.edu.tr
[*] Sorumlu Yazar: tiryakiv@siirt.edu.tr

***Özet:*** *Amaç: Meme kanseri dünyada ikinci, kadınlarda ise en sık tanı konulan kanser türüdür. Meme kanseri tarama ve tanı konulması amacıyla mamografi kullanılmaktadır. Halen meme kanseri teşhisi radyoloji uzmanı doktorlar tarafından yapılmaktadır. Son on yılda derin öğrenme yöntemleri görüntü sınıflandırma problemlerinde başarılı bir şekilde uygulanmıştır. Makine öğrenme ve derin öğrenme yöntemlerinin bilgisayar destekli meme kanseri teşhisinde kullanılabilmesi için araştırmalar devam etmektedir. Kitle ve kalsifikasyon meme kanserinde başlıca görülen anormalliklerdir. Bu çalışmanın amacı meme kanseri anormallik sınıflandırma problemi için üç farklı öğrenme transferi yöntemi araştırılması ve en yüksek performans veren yöntemin bulunmasıdır.*
*Gereç ve yöntem: CBIS-DDSM veri seti meme kanseri alanında dünyadaki büyük ve yeni veri tabanlarından birisidir. Derin öğrenme sistemi eğitiminde gerekli olan mamografi görüntüleri için araştırmacıların kullanımına açık olan CBIS-DDSM veri seti kullanılmıştır. Kitle ve kalsifikasyon türünde anormallikler içeren mammografi parçaları derin öğrenme sistemlerinin eğitiminde ve test edilmesinde kullanılmıştır. ImageNet veri seti ile eğitilmiş ResNet50, Xception, ve NASNetLarge ağ katsayıları, sınıflandırıcı geliştirilmesinde kullanılarak öğrenme transferi gerçekleştirilmiştir. Sınıflandırma performansı doğruluk, alıcı çalışma eğrisi altındaki alan ve F-skoru kullanılarak hesaplanmıştır. Karışıklık matrisi oluşturulmuştur. Performans değerleri literatürdekiler ile karşılaştırılmıştır.*
*Bulgular: Kitle ve kalsifikasyon türü sınıflandırmada test verisinde en yüksek doğruluk Xception ağ katsayılarının kullanılması ile 0.9173 olarak elde edildi. Alıcı çalışma eğrisi altındaki alan 0.92 olarak hesaplandı.*
*Sonuç: Önerilen transfer öğrenme yöntemi, kitle ve kalsifikasyon içeren mamogram yamalarının sınıflandırılması için kullanılabilir.*

***Anahtar sözcükler****: Kitle, Kalsifikasyon, Mamografi, Derin Öğrenme, Görüntü Sınıflandırma.*

# BREAST CANCER ABNORMALITY CLASSIFICATION USING TRANSFER LEARNING

***Volkan Müjdat Tiryaki* [*1]**
[1]Department of Computer Engineering, Faculty of Engineering, Siirt University, Siirt, Turkey, tiryakiv@siirt.edu.tr
[*] Corresponding author: e-mail: tiryakiv@siirt.edu.tr

***Abstract:*** *Objectives: Breast cancer is the second most commonly diagnosed type of cancer among women. Mammography is used for breast cancer screening and diagnosis. Breast cancer is still being diagnosed by radiologists. In the last decade, deep learning has been successfully applied for image classification tasks. Machine learning and deep learning research for computer-aided diagnosis from mammography is under investigation. Mass and calcification are the two main types of abnormalities*

*of breast cancer. The purpose of this study is to investigate the performance of three different types of transfer learning methods for classification of mammogram patches including mass and calcification.*
*Methods: CBIS-DDSM is a publicly available big and new dataset for breast cancer investigations in the world. The mammogram patches provided in the dataset were used for training the deep learning models. ResNet50, Xception, and NASNetLarge network coefficients trained by ImageNet were used for transfer learning. Classification performances of the models were presented in accuracy, area under the receiver operating curve and F-score. The confusion matrix was constructed and the performance evaluations were compared to the ones in the literature.*
*Results: The best classification performance on the test data for mass and calcification was obtained as 0.9173 accuracy when using Xception transfer learning. The area under the receiver operating curve was 0.92.*
*Conclusion: The proposed transfer learning method can be used for classification of mammogram patches that include mass and calcification.*
***Keywords:*** *Mass, Calcification, Mammography, Deep Learning, Image Classification.*

## 1. Giriş

Meme kanseri kadınlarda en sık görülen kanserdir ve hastalığın görülme sıklığı yaşla birlikte artmaktadır [1]. Meme kanserinin tedavisinde erken teşhis hayat kurtarabilir. Mamografi meme anormalliklerinin taranması ve meme kanseri tanısı amacıyla kullanılan güvenli bir yöntemdir [2-3]. 40 yaş sonrası kadınların düzenli meme muayenesi ve mamografi çektirmeleri tavsiye edilmektedir.

Klinik karar destek sistemleri alanında araştırmalar 1970'li yıllardan günümüze devam etmektedir [4–6]. Bilgisayar destekli meme kanseri tarama ve teşhisi sistemleri görüntü sınıflandırma, nesne tanıma, bölütleme ve yapay zeka konuları ile ilgilidir. Mamografi yorumlanması radyoloji uzmanı doktorlar tarafından yapılır, bu işlemin otomatik olarak bilgisayar destekli bir sistemle yapılması fikri ilk olarak 1972’de ortaya atılmıştır [7]. Kanserli dokunun tanınması şekil ve doku analizi ile ilgilidir ve 1970'li yıllardan günümüze yeni öznitelik tanımları ve makine öğrenme yöntemleri kullanılarak gelişmeler kaydedilmiştir. Kaba küme ve aşırı öğrenme yöntemi ile otomatik meme kanseri tanı sistemi 2013 yılında geliştirilmiştir [8]. Bilgisayar destekli meme kitle sınıflandırmasında küresel dalgacık dönüşümü yöntemi uygulanmıştır [9]. Yerel ikili örüntüler ile mamografilerdeki kitle ve kalsifikasyon türü anormallikler sınıflandırılmıştır [10].

2012 yılında derin öğrenme yöntemleri ile görüntü sınıflandırma problemlerinin çözümünde özellikle ImageNet verisetinde üstün başarı elde edilmesinden sonra hem büyük medikal veri setleri hazırlanmaya, hem de medikal görüntü analizinde derin öğrenme yöntemleri kullanılmaya başlandı [11,12]. DDSM veri setinde kitleli mamografilerde iyi huylu ve kötü huylu tümör sınıflandırılmasında derin evrişimsel yapay sinir ağları kullanılmıştır [13]. Derin evrişimsel sinir ağlarının radyologların meme kanseri tarama performanslarını iyileştirebileceği gösterildi [14]. Bugüne kadar elde edilmiş en yüksek mamografi parçası sınıflandırma doğruluk oranı Shen ve diğerleri tarafından tarafından elde edilmiştir [15]. Bu araştırmacılar öğrenme transferi kullanarak meme kanseri tespit sistemi gerçekleştirmişlerdir. Öğrenme transferi yöntemi ile hem hesaplama maliyetleri azalmış, hem de derin

öğrenme için büyük verilere nispeten daha küçük veri seti ile yüksek performanslı öğrenme gerçekleştirilebilmiştir.

Kitle ve kalsifikasyon meme kanserinde görülen ana anormalliklerdendir. Kalsifikasyon mamografilerde küçük parlak benekler şeklinde görünürken, kitleler meme dokusunun geri kalan kısmından farklı olarak görünen şekil ve kenarlara sahip yapılardır. Bu çalışmada kalsifikasyon ve kitle türlerinde anormallikler içeren mamografi parça sınıflandırılması araştırılmıştır. Literatürde kitle ve kalsifikasyon sınıflandırma konusunda evrişimsel sinir ağı tabanlı çalışmalar vardır [16,17].

Derin öğrenme modellerinden 2017 yılında geliştirilen NASNet ile ImageNET ve CIFAR10 görüntü sınıflandırma problemleri için en iyi sonuçlar elde edilmiştir [18]. Bu çalışmada ImageNet veriseti ile eğitilmiş ResNet50, Xception ve NASNetLarge derin sinir ağı modelleri ile öğrenme transferi yöntemi kullanılarak mamografi anormallik sınıflandırması gerçekleştirilmiştir. Derin öğrenme eğitim ve test verisi için yeni ve büyük bir mamografi veri seti olan CBIS-DDSM kullanılmıştır [19,20]. Geliştirilen sistemin performansı test verisi üzerinde doğruluk, F-skor ve alıcı çalışma eğrisi altındaki alan metrikleri ile ortaya konmuştur.

## 2. Yöntem

### 2.1. Veri seti seçimi ve önişlemler

Meme kanseri kitle ve kalsifikasyon anormallik içeren mamografi parçaları Curated Breast Imaging Subset of Digital Database for Screening Mammography (CBIS-DDSM) veri setinden alındı [19]. Kitle ve kalsifikasyon olmak üzere ikili sınıflandırıcı için nokta sayısı 450,000'dan az olan toplamda 3146 mamografi parçaları kullanıldı. Mamografi görüntüleri %20 test, %16 doğrulama ve %64 eğitim oranlarında rastgele ayrıldı. Mamografi parçalarının her biri 331×331 çözünürlüğe kübik interpolasyon kullanılarak boyutlandırıldı. Mamografi parçaları 8 bit derinliğine sahipti ve normalizasyon uygulanmadı. Eğitim, doğrulama ve test verilerindeki mamografi parça sayıları Tablo I'de gösterilmiştir. Kullanılan veri setinde kitle mamografi görüntü sayısı oranı ile %52.25'tir ve bu değer verinin dengeli dağılımı olduğunu göstermektedir.

Tablo I. Mamografi parçaları eğitim, doğrulama ve test dağılımları.

| Veri | Kitle | Kalsifikasyon |
|---|---|---|
| Eğitim | 1052 | 962 |
| Doğrulama | 263 | 240 |
| Test | 329 | 300 |
| Toplam | 1644 | 1502 |

### 2.2. Görüntü sınıflandırıcı tasarımı

Derin öğrenme ikili sınıflandırıcı tasarımı NVIDIA GeForce RTX 3060 grafik kartı, Intel Xeon E5 2630 2.6 GHz CPU, 16 GB RAM'e sahip ve 64-bit Windows 10 işletim sistemi kurulu bir Dell T7610 iş istasyonunda gerçekleştirildi. Derin öğrenme eğitimi Python 3.8 ortamında TensorFlow 2.4 ve Keras kütüphaneleri kullanılarak yapıldı [21,22]. Veri büyütme işlemi yatay ve dikey çevirme etkin, yatay ve dikey kaydırma %10, büyütme ve kırpma oranı %10 ve çevirme oranı [0°,90°] aralığında rastgele olacak şekilde uygulandı. Adam optimize edici başlangıç öğrenme oranı $10^{-3}$ olarak

kullanıldı [23]. Sistem hafızasının verimli kullanılması için veri jeneratörü uygulandı ve yığın boyutu sekiz olarak belirlendi.

Aşırı öğrenmeyi engellemek için ardışık olarak on iterasyon boyunca doğrulama verisi üzerinde kayıp fonksiyonunda azalma olmazsa eğitim durduruldu. Kayıp fonksiyonu olarak ikili çapraz entropi yöntemi kullanıldı. Veri dengeli olduğu için sınıf ağırlık katsayıları kullanılmadı. Eğitim devri (epoch) başına adım sayısı eğitimde kullanılan görüntü sayısının yığın boyutuna bölünmesi ile 2014/8=251 olarak belirlendi.

Öğrenme transferi esnasında ImageNet ile daha önceden eğitilmiş ResNet50, Xception ve NASNetLarge ağ katsayıları kullanılarak sınıflandırıcılar tasarlandı [11,18,24,25]. Öncelikle ağın katsayıları en üst katman alınmadan içe aktarıldı. Model çıkışına sırası ile GlobalAveragePooling2D, 1024 boyutlu yoğun katman, LeakyReLU aktivasyon katmanı, istatistiksel bırakma katmanı (dropout), 512 boyutlu yoğun katman, LeakyReLU aktivasyon katmanı ve son olarak model ikili sınıflandırıcı olduğu için sigmoid aktivasyon katmanları eklendi. ResNet50, Xception ve NASNetLarge ağlarında sırası ile 182, 139 ve 1046 katman ile 26.2 milyon, 23.5 milyon ve 89.6 milyon parametre bulunmaktaydı.

Öğrenme transferinin birinci aşamasında üç devir kullanıldı ve sadece sonradan eklenmiş olan yoğun katmanlar eğitildi. İkinci aşamada öğrenme katsayısı $10^{-4}$'e düşürüldü ve derin öğrenme modelinin üstten 1/3 oranında katmanları on devir boyunca eğitildi. Üçüncü aşamada ise öğrenme katsayısı $10^{-5}$'e düşürüldü ve derin öğrenme modelinin tüm katmanları en fazla 150 devir olmak üzere aşırı öğrenmeyi engelleme kriteri ile birlikte eğitildi [15].

Üç farklı öğrenme transferi yönteminin sınıflandırma performansı doğrulama verisi üzerinde tespit edildi ve en iyi yöntem seçildi. Test verileri model eğitiminde kullanılmadı. En iyi yöntem belirlendikten sonra test verisi üzerinde performans değerlendirmeleri yapıldı.

### 2.3. Sınıflandırma performans değerlendirilmesi

Verinin dengeli olmasından dolayı performans metriği olarak doğruluğun kullanılmıştır. İkili sınıflandırıcıların performans değerlendirmesi için aşağıdaki metrikler kullanıldı [26]:

$$\text{Doğruluk}=(DP+DN)/(DP+DN+YP+YN) \quad (1)$$

$$\text{F-skor}=2DP/(2DP+YP+YN) \quad (2)$$

Bu eşitliklerde, doğru pozitif (DP) kitle içeren mamografinin kitleli olarak sınıflandırılmasını, doğru negatif (DN) kalsifikasyon içeren mamografinin kalsifikasyonlu olarak sınıflandırılmasını, yanlış pozitif (YP) kalsifikasyon içeren mamografinin kitleli olarak sınıflandırılmasını ve YN (yanlış negatif) kitle içeren mamografinin kalsifikasyonlu olarak sınıflandırılmasını gösterir. Sınıflandırma performansı alıcı çalışma eğrisi altında kalan alan kullanılarak da yapıldı.

## 3. Bulgular

İkili sınıflandırıcıların doğruluk verisi üzerinde performansları ve eğitim için geçen süreler Tablo II'de gösterildi. En yüksek doğruluk oranı Xception ağı katsayılarından öğrenme transferi kullanılması neticesinde elde edildi. Bu çalışmada incelenen öğrenme transferi yöntemlerinden hesaplama maliyeti en yüksek olan NASNetLarge ağıdır, ve sonrasında sıra ile Xception ve ResNet50 gelmektedir.

Tablo II. Model eğitim ve hafıza maliyetleri ile doğrulama verisi sınıflandırma performansı

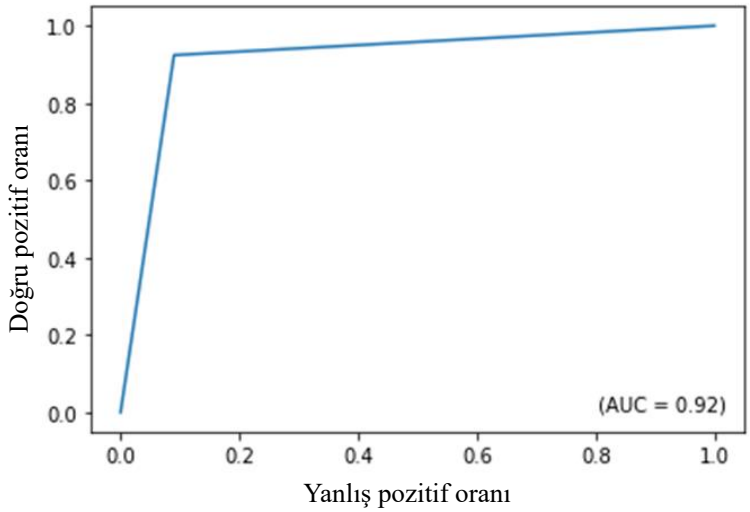
| Yöntem | Boyut (MB) | Eğitim süresi | Doğruluk |
|---|---|---|---|
| ResNet50 | 98 | **35 dk** | 0.9245 |
| Xception | **88** | 43 dk | **0.9364** |
| NASNetLarge | 343 | 190 dk | 0.9264 |

En iyi model Xception olarak belirlendikten sonra, bu modelin test verisi üzerinde performansı hesaplandı. Xception modeli kullanıldığında test verisinde 0.9173 doğruluk, 0.9212 F-skor ve alıcı çalışma eğrisi altındaki alanı (AUC-ROC) ise 0.92 olarak hesaplandı. Doğruluk oranına ek olarak hataların oranını kıyaslayabilmek için karışıklık matrisi oluşturuldu ve Tablo III'te gösterildi.

Tablo III. Test verisi üzerinde kitle ve kalsifikasyon sınıflandırılması

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Uzman radyolog** | Kitle | 304 | 25 |
| | Kalsifikasyon | 27 | 273 |
| | | Kitle | Kalsifikasyon |
| | | **Xception öğrenme transferi tabanlı sınıflandırıcı** | |

Test sonucu doğruluğu doğrulama verisi doğruluğundan sadece %2 daha düşük olduğu görüldü. Kitle içeren mamografi parçalarının kalsifikasyon olarak sınıflandırılması ve kalsifikasyon içeren mamografi parçalarının kitle olarak sınıflandırılması birbirine yakın oranlarda oldu.




Şekil 1. Test verisi için Xception modeli alıcı çalışma eğrisi.

Kitle ve kalsifikasyon sınıflandırma sonuçları literatürdeki çalışmalar ile karşılaştırıldı ve Tablo IV'te gösterildi. Xi ve diğ. yaptığı çalışmada eğitim, doğrulama ve test verisi olarak toplamda 3103 mamografi parçası kullandıkları görülmüştür.

Tablo IV. Kitle ve kalsifikasyon sınıflandırma problemi için literatürde CBIS-DDSM veri seti kullanılarak yapılmış çalışmalar

| **Yayın** | **Yöntem** | **Doğruluk** |
|---|---|---|
| Xi ve diğerleri [2] | VGGnet öğrenme transferi | 0.9253 |
| Tiryaki [10] | LBP ve varyantları | 0.8574 |
| Gozdzialski ve diğerleri [16] | Evrişimsel sinir ağları | 0.64 |
| Chen ve diğerleri [17] | Resnet öğrenme transferi | 0.9315 |
| Bu çalışma | Xception öğrenme transferi | 0.9173 |

## 4. Sonuç

Kitle ve kalsifikasyon türünde anormallikler içeren mamografi parçaları öğrenme transferi yöntemleri ile sınıflandırıldı ve en iyi sonuç Xception modeli kullanıldığında elde edildi. NASNetLarge ağı en büyük ve ImageNet verisetinde en yüksek performans göstermesine rağmen burada ele alınan problemde Xception modeli daha iyi performans gösterdi. Her üç öğrenme transferi yönteminin de sınıflandırma performansı yüksek ve birbirine yakındı.

## 5. Öneriler

İleride sınıflandırma problemlerinde anormalliklerin yerinin tespit edilmesi araştırılabilir. Kitle ve kalsifikasyonların sınıflandırılması için daha az eğitim verisi gerektiren yöntemlerin araştırılması gerekmektedir.

## Bilgilendirme

Volkan Müjdat Tiryaki Siirt Üniversitesi Bilimsel Araştırma Proje Koordinatörlüğü'ne bu çalışmanın 2021-SİÜMÜH-01 nolu proje kapsamında desteklenmesinden dolayı teşekkür eder.

## 6.Kaynaklar

**[1]** Ozmen V. Breast Cancer in Turkey: Clinical and Histopathological Characteristics (Analysis of 13.240 Patients). J Breast Heal 2014;10:98–105. https://doi.org/10.5152/tjbh.2014.1988.

**[2]** Xi P, Shu C, Goubran R. Abnormality Detection in Mammography using Deep Convolutional Neural Networks. 2018 IEEE Int. Symp. Med. Meas. Appl. Proc., Rome: IEEE; 2018, p. 1–6. https://doi.org/10.1109/MeMeA.2018.8438639.

**[3]** Tang J, Rangayyan RM, Xu J, El Naqa IE, Yang Y. Computer-aided detection and diagnosis of breast cancer with mammography: Recent advances. IEEE Trans Inf Technol Biomed 2009;13:236–51. https://doi.org/10.1109/TITB.2008.2009441.

**[4]** Bleich HL. The computer as a consultant. N Engl J Med 1971;284:141–7. https://doi.org/10.1056/NEJM197101212840307.

**[5]** Cohen ME, Hudson D Le. A hybrid system for diagnosis involving biosignals. Proc 2005 IEEE Int Conf Comput Intell Meas Syst Appl CIMSA 2005 2005;2005:312–5. https://doi.org/10.1109/CIMSA.2005.1522886.

**[6]** Gökbay I, Karaman S, Yarman S, Yarman B. An intelligent decision support tool for early diagnosis of functional pituitary adenomas. TWMS J Appl Eng Math 2015;5:169.

**[7]** Ackerman L, Gose E. Breast lesion classification by computer and xeroradiograph. Cancer 1972;30:1025–35. https://doi.org/10.1002/1097-0142.

**[8]** Kaya Y. A new intelligent classifier for breast cancer diagnosis based on a rough set and extreme learning machine: Rs + elm. Turkish J Electr Eng Comput Sci 2013;21:2079–91. https://doi.org/10.3906/elk-1203-119.

**[9]** Görgel P, Sertbas A, Uçan ON. Computer-aided classification of breast masses in mammogram images based on spherical wavelet transform and support vector machines. Expert Syst 2015;32:155–64. https://doi.org/10.1111/exsy.12073.

**[10]** Tiryaki VM. Mamografi görüntülerindeki anormalliklerin yerel ikili örüntü ve varyantları kullanılarak sınıflandırılması. Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilim Derg 2020;9:297–305.

**[11]** Jia Deng, Wei Dong, Socher R, Li-Jia Li, Kai Li, Li Fei-Fei. ImageNet: A large-scale hierarchical image database. 2009 IEEE Conf. Comput. Vis. Pattern Recognit., Miami, FL, USA: IEEE; 2009, p. 248–55. https://doi.org/10.1109/cvprw.2009.5206848.

**[12]** Krizhevsky BA, Sutskever I, Hinton GE. ImageNet Classification with Deep Convolutional Neural Networks. Commun ACM 2012;60:84–90.

**[13]** Jain A, Levy D. Breast Mass Classification from Mammograms using Deep Convolutional Neural Networks. ArXiv Prepr ArXiv161200542 2016.

**[14]** Wu N, Phang J, Park J, Shen Y, Huang Z, Zorin M, et al. Deep Neural Networks Improve Radiologists' Performance in Breast Cancer Screening. IEEE Trans Med Imaging 2020;39:1184–94. https://doi.org/10.1109/TMI.2019.2945514.

**[15]** Shen L, Margoiles LR, Rothstein JH, Fluder E, McBride R, Sieh W. Deep Learning to improve Breast cancer Detection on Screening Mammography. Sci Rep 2019;9. https://doi.org/https://doi.org/10.1038/s41598-019-48995-4.

**[16]** Gozdialski S, Stern A, Fasere I, Engels DW. The Simultaneous Detection and Classification of Mass and Calcification Leading to Breast Cancer in Mammograms. SMU Data Sci Rev 2019;2:10.

**[17]** Chen Y, Zhang Q, Wu Y, Liu B, Wang M, Lin Y. Fine-tuning ResNet for breast cancer classification from mammography. vol. 536. Springer Singapore; 2019. https://doi.org/10.1007/978-981-13-6837-0_7.

**[18]** Zoph B, Vasudevan V, Shlens J, Le Q V. Learning Transferable Architectures for Scalable Image Recognition. Proc IEEE Comput Soc Conf Comput Vis Pattern Recognit 2018:8697–710. https://doi.org/10.1109/CVPR.2018.00907.

**[19]** Lee RS, Gimenez F, Hoogi A, Miyake KK, Gorovoy M, Rubin DL. Data Descriptor: A curated mammography data set for use in computer-aided detection and diagnosis research. Sci Data 2017;4:1–9. https://doi.org/10.1038/sdata.2017.177.

**[20]** Clark K, Vendt B, Smith K, Freymann J, Kirby J, Koppel P, et al. The Cancer Imaging Archive (TCIA): maintaining and operating a public information repository. J Digit Imaging 2013;26:1045–57. https://doi.org/10.1007/s10278-013-9622-7.

**[21]** Chollet F and others. Keras. GitHub 2015. https://keras.io (accessed October 30, 2021).

**[22]** Abadi M, Agarwal A, Barham P, Brevdo E, Chen Z, Citro C, et al. TensorFlow: Large-Scale Machine Learning on Heterogeneous Distributed Systems. Proc. 12th USENIX Conf. Oper. Syst. Des. Implement., Savannah, GA, USA: USENIX Association; 2016, p. 265–83.

**[23]** Kingma DP, Ba JL. Adam: A method for stochastic optimization. 3rd Int Conf Learn Represent ICLR 2015 - Conf Track Proc 2015:1–15.

**[24]** He K, Zhang X, Ren S, Sun J. Deep residual learning for image recognition. Proc. IEEE Comput. Soc. Conf. Comput. Vis. Pattern Recognit., vol. 2016- Decem, 2016, p. 770–8. https://doi.org/10.1109/CVPR.2016.90.

**[25]** Chollet F. Xception: Deep learning with depthwise separable convolutions. Proc - 30th IEEE Conf Comput Vis Pattern Recognition, CVPR 2017 2017;2017-Janua:1800–7. https://doi.org/10.1109/CVPR.2017.195.

**[26]** Pedregosa F, Varoquaux G, Gramfort A, Michel V, Thirion B, Grisel O, et al. Scikit-learn: Machine Learning in Python. J Mach Learn Res 2011;12:2825–30.

# YAZILIM SÜREÇ İYİLEŞTİRME BAŞARI FAKTÖRLERİ ALGISI: TÜRKİYE'DEKİ YAZILIM ORGANİZASYONLARINDAKİ DURUM

***Ömer Cızzak *[1], Pınar Onay Durdu* [2]***
[1] Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Kocaeli-Türkiye, omer.cizzak@gmail.com
[2] Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Kocaeli-Türkiye, pinar.onaydurdu@kocaeli.edu.tr
[*] Sorumlu Yazar: omer.cizzak@gmail.com

***Özet:*** *Günümüzde yazılım organizasyonlarında hem geliştirilen yazılım ürünlerinin kalitesini hem de yazılım projelerinin başarısını artırmak için yazılım süreç iyileştirme (YSİ) faaliyetlerine olan ilgi artmıştır. Ancak bir organizasyonda YSİ faaliyetinin bulunması, YSİ faaliyetinin başarılı bir şekilde uygulandığı anlamına gelmemektedir. YSİ faaliyetlerinin başarılı olabilmesi için gerekli kritik başarı faktörleri hakkında organizasyonlarda farkındalığın olması ve bu faktörlerin gerekliliklerinin yerine getiriliyor olması gerekmektedir. Bu çalışmada Türkiye'de faaliyet gösteren yazılım organizasyonlarındaki çalışanların YSİ faaliyetleri hakkındaki farkındalığını ortaya çıkarmak hedeflenmiştir. Bu amaç doğrultusunda bir anket çalışması gerçekleştirilmiştir. Ankete Türkiye genelinde 87 yazılım profesyoneli katılım sağlamıştır. Anket sonuçlarına göre YSİ faaliyeti bulunan organizasyonlardaki YSİ farkındalığı, YSİ faaliyeti bulunmayan organizasyonlardakine göre yüksektir. Katılımcılar, mevcut bilginin kullanımını YSİ başarı faktörlerini etkilediğini ifade etmektedir ve bu durum organizasyonların YSİ için mevcut bilgiden yararlanarak ilerlediğini ortaya koymaktadır. Çalışan katılımı, ölçüm ilgisi ve liderlik kavramlarının da YSİ başarısında kritik rol oynayan diğer faktörler olarak görülmektedir. Katılımcıların en az katıldığı YSİ başarı faktörleri ise yeni bilginin keşfi ve iş yönelimi faktörleridir. Organizasyon büyüklüklerinin YSİ faaliyeti üzerindeki etkisine bakıldığında ise küçük ölçekli organizasyon ile orta ölçekli organizasyonlar arasında YSİ algısında anlamlı bir fark olduğu ortaya çıkarılmıştır. Organizasyon yapısı ve organizasyonların faaliyet gösterdiği alanların YSİ faaliyeti üzerindeki etkisine bakıldığında ise anlamlı bir fark olmadığı ortaya çıkarılmıştır.*

***Anahtar sözcükler****: Yazılım Süreci, Yazılım Süreç İyileştirme, Kritik Başarı Faktörleri, Türkiye'deki Yazılım Organizasyonları*

# PERCEPTION OF SOFTWARE PROCESS IMPROVEMENT SUCCESS FACTORS: THE SITUATION IN SOFTWARE ORGANIZATIONS IN TURKEY

***Ömer Cızzak*[1], Onay Durdu [2]***
[1]Kocaeli University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Computer Engineering, Kocaeli-Turkey, omer.cizzak@gmail.com
[2]Kocaeli University, Faculty of Engineering, Department of Computer Engineering, Kocaeli-Turkey, pinar.onaydurdu@kocaeli.edu.tr
[*] Corresponding author: omer.cizzak@gmail.com

***Abstract:*** *Today, interest in software process improvement (SPI) activities has increased in software organizations in order to increase both the quality of the software products developed and the success of software projects. However, the presence of SPI activity in an organization does not mean that SPI*

*activity has been successfully implemented. In order for SPI activities to be successful, organizations must be aware of the critical success factors and the requirements of these factors must be fulfilled. In this study, it is aimed to reveal the awareness of the employees in software organizations operating in Turkey about SPI activities. For this purpose, a survey study was carried out. 87 software professionals across Turkey participated in the survey. According to the survey results, SPI awareness in organizations with SPI activity is higher than in organizations without SPI activity. The participants state that the use of existing knowledge affects the success factors of SPI, which shows that their organization is progressing by making use of the available information. Employee participation, measurement interest and leadership are also seen as other factors that play a critical role in the success of SPI whereas the discovery of new knowledge and business orientation factors is seen as the least contributing factor. When the effect of organization sizes on SPI activity is examined, it has been revealed that there is a significant difference in the perception of SPI between small-scale organizations and medium-sized organizations. When the organizational structure and the effects of the areas in which the organizations operate on the activity of SPI, it was revealed that there was no significant difference.*
***Keywords:*** *Software Process, Software Process Improvement, Critical Success Factors, Software Organizations in Turkey*

## 1. Giriş

Teknolojinin gelişmesi ile beraber yazılımlar, çok çeşitli amaçlar ile günümüzde yaşamın her alanında kullanılmaya başlanmıştır ve gün geçtikçe de bu yazılımların karmaşıklığı artmıştır. Yazılım projelerinde hedeflenen, belirli süre içerisinde kısıtlı bir bütçe ile, müşteri tarafından kabul edilebilir kaliteli bir ürün geliştirmektir [1]. Ancak geliştirilen yazılımların karmaşıklaşması, beklenti ve rekabetin artması ve ürünlerin hızlı bir şekilde pazara sunulması gibi gereklilikler nedeniyle pek çok projenin başarılı bir şekilde tamamlanamadığı görülmektedir. Her iki yılda bir düzenli olarak yayınlanan Chaos raporlarından sonuncusu olan 2020 raporundaki verilere göre başarılı tamamlanabilen proje oranı %31, istenilen bütçe, kapsam ve zamanda bitirilemeyen proje oranı %50 ve başarısız olan proje oranı ise %19 olarak raporlanmaktadır [2]. Bu verilere bakıldığında ise halen yazılım projelerinde istenilen proje başarı oranlarına ulaşılamadığı tespit edilmektedir.

Yazılım projelerinin başarısı için organizasyonların geliştirdikleri ürünlerin kalitesini artırmaları gerekmektedir. Ancak ürünün kalitesini arttırmak ürünün geliştirme sürecine bağlı olduğundan tek başına ürüne odaklanmak yeterli değildir [3]. Hem kaliteli ürün geliştirme hem de projelerin istenilen bütçe, kapsam ve zamanda bitirilme ihtiyaçları bu durumun araştırılmasına zemin hazırlamıştır. 1990'lı yıllardan bu yana yazılım mühendisliği alanında endüstri ve akademide yazılım süreç iyileştirme (YSİ) konusuna özel bir ilgi oluşmuştur [4]. Yazılım süreçlerinin iyileştirilmesine yönelik olarak yazılım organizasyonlarındaki yazılım geliştirme, edinim ve bakım gibi aktivitelerin düzenlenmesi için CMM (Capability Maturity Model – Yetenek Olgunluk Modeli) [5], CMMI (Capability Maturity Model Integration – Bütünleşik Yetenek Olgunluk Modeli) [6], SPICE-ISO/IEC 15504 (Software Process Improvement and Capability Determination – Yazılım Süreci İyileştirme ve Yetenek Belirleme) [7], ISO 9001 [8] gibi çeşitli uluslararası YSİ modelleri önerilmiştir [9].

Organizasyonlarda kullanımı yaygın olarak bulunan YSİ modellerinden CMM (Capability Maturity Model – Yetenek Olgunluk Modeli); ABD Savunma Bakanlığı tarafından yazılım geliştiren şirketlerin olgunluk düzeyini belirlemek için oluşturulmuştur. Yazılım geliştiren şirketlerin, yazılım süreçlerinin olgunluğunu belirleme ve iyileştirmesini hedefler. Bu modelden sonra CMM'in 3 farklı modeli olan Yazılım Yetenek Olgunluk Modeli (SW-CMM – Software Capability Maturity Model) [10], Sistem Mühendisliği Yetenek Olgunluk Modeli (SE-CMM - Systems Engineering Capability Maturity Model) [11] ve Tümleşik Ürün ve Süreç Geliştirme Yetenek Olgunluk Modeli (IPPD-CMM - Integrated Product Development Capability Maturity Model) [12] birleştirilerek Bütünleşik Yetenek Olgunluk Modeli (CMMI - Capability Maturity Model Integration) geliştirilmiştir. Süreçlerin birleştirilmesi, organizasyonda tek bir model ile karmaşıklığa yol açmadan tüm süreçlerin uygulanması hedeflenmiştir [13]. Bir diğer YSİ modeli olan SPICE (Software Process Improvement and Capability Determination – Yazılım Süreci İyileştirme ve Yetenek Belirleme- ISO/IEC 15504) [14] ise ISO/IEC (Uluslararası Elektroteknik Komisyonu) tarafından 1993 yılında başlayan çalışmalar ile şirketlerin yazılım süreç iyileştirme ve yeterlilik belirleme amacıyla geliştirilmiş ve ISO/IEC-TR15504 başlığı ile 1998 yılında bir teknik rapor olarak tanımlanmış olup 2 boyutlu bir modeldir. İlk boyut süreçlerden, ikinci boyut ise yetenek düzeylerinden oluşmaktadır. Birinci boyutta mühendislik (12 süreç), yönetim (6 süreç) ve destek (10 süreç) süreç grupları yer almaktadır. Yetenek düzeyleri olarak da yazılım geliştirme, yazılım işletme, onarım, bakım ve destek aşamalarını kapsayan bir modeldir [14].

Yazılım alanında bu modellerin geliştirilmesi ve organizasyonların bu modelleri uygulamasına rağmen halen organizasyonların istenen başarı seviyelerine ulaşamaması söz konusu olabilmektedir. YSİ modelleri uygulandığı halde başarısız olan organizasyonlara bakıldığında aslında bu modellerin doğru bir şekilde uygulanmadığı ya da YSİ çalışmasının ikinci plana atıldığı görülmüştür [14-15]. Yapılan araştırmalar YSİ modellerinin başarılı olabilmesinin bazı faktörlere bağlı olduğunu raporlamaktadır [16-17]. Bu faktörlere dikkat etmeyen organizasyonlarda yazılım süreç iyileştirmenin başarıya ulaşması mümkün olmayabilir [15].

Bu çalışma kapsamında, Türkiye'de yazılım organizasyonlarındaki yazılım süreç iyileştirme ile ilgili farkındalığın ortaya çıkarılmasını hedeflenmektedir. Bu amaç doğrultusunda Türkiye'deki yazılım organizasyonlarında görev alan çalışanlara uygulanmak üzere bir anket hazırlanmıştır. Anket sonuçlarının değerlendirildiği bu çalışma ile, Türkiye'de YSİ alanına olan bakış ortaya konulmuş ve YSİ başarı faktörleri bazında değerlendirilmiş olacaktır. Türkiye'deki yazılım profesyonellerin YSİ'ye olan bakış açısının ortaya konuluyor olması sektörde ve akademide bu yönde yapılacak iyileştirme ve geliştirmelere kaynaklık edecektir.

## 2. YSİ Başarı Faktörleri

YSİ faaliyetlerinin başarısı sağlanması gereken faktörlerinin neler olduğu ile ilgili temel çalışmalar 1980'lerin sonundan itibaren günümüze değin çeşitli araştırmacılar tarafından ele alınmıştır [15-16-17-18-19-20-21]. YSİ çalışmalarının başarısı için üst yönetim desteği, çalışan katılımı, YSİ farkındalığı, YSİ hedeflerinin belirlenmesi ve proje olarak ele alınması, YSİ faaliyeti için organizasyonun kültürünün uygun olması gibi faktörler pek çok çalışmada ortak olarak karşılaşılan konular arasında yer almaktadır [15].

Yazılım süreç iyileştirme faaliyetinin başarıya ulaşmasında en önemli madde olarak pek çok çalışmada karşılaşılan ana konu YSİ için üst yönetimin desteğidir [15-16-22-23]. Bu faktör temel olarak yönetimin YSİ çalışmalarına destek vererek, organizasyonu bu yönde yapılandırması ve gerekli zaman ve kaynağın ayrılması için teşvik etmesidir. Organizasyonun üst yönetimi, YSİ çalışmalarına destek vermediği sürece YSİ faaliyetinin başarılı olması mümkün değildir [17].

Organizasyonda bulunan çalışanların YSİ faaliyetlerine katılım sağlamaları, YSİ faaliyetlerinin başarıya ulaşmasında önemli bir diğer unsurdur. Çalışan katılımı YSİ faaliyetinin benimsenmesi ve uygulayacak olan çalışanların kavraması açısından hayati bir durumdur [23]. Çalışan katılım faktörünü "personellerin bilgi ve deneyimlerini YSİ için karar vermek, hareket etmek ve sorumluluk almak için kullanma derecesi" olarak tanımlarken, Stelzer ve Mellis (1999) bu faktörü, "personelin iyileştirme faaliyetlerine katılma derecesi" olarak ifade etmektedir. Bu araştırmacıların tanımlarından yola çıkarak çalışan katılımının, çalışanların YSİ programının başarılı bir şekilde uygulanması için yeteneklerini, deneyimlerini ve bilgilerini kullandıkları YSİ girişimine katılma sorumluluğunu üstlenmesinde etkili olduğu söylenebilir [17].

YSİ faaliyeti uygulanırken yaygın karşılaşılan durum organizasyondaki çalışanların yeni değişikliklere karşı olması ve direnç göstermesidir [15]. İşlerin yapılış şekli şirketlerin kültürü haline geldiyse değiştirilmesi çok zordur [24]. Şirket kültürü, süreç iyileştirme ile ilgili değişim çabalarında başarısızlığın ana nedenidir [25]. Bu nedenle organizasyonda YSİ farkındalığı gerçekten önemlidir çünkü YSİ uzun vadeli bir yaklaşımdır ve somut faydalarının ortaya çıkması uzun zaman alır. Bu nedenle, YSİ girişiminin başarılı bir şekilde devam etmesi için hem yönetimde hem de tüm ekiplerde yeterli YSİ farkındalığının sağlanması çok önemlidir [22].

YSİ faaliyetleri uzun vadeli ve somut faydalarının ortaya çıkması uzun zaman aldığından proje olarak değerlendirilmesi ve diğer projelere gösterilen önem kadar ilgiye sahip olmalıdır [22]. YSİ faaliyeti proje olarak kabul edilmediğinde organizasyondaki çalışanlar tarafından yeteri önem verilmeyecek ve geri plana atılacaktır [15]. Organizasyonun YSİ için gerçekçi, amaca uygun hedefler koyması önemlidir bu hedeflerin çok net olması ve YSİ yöneticilerinin tüm eylemleri özümsemesi gerekir [26]. YSİ Hedeflerin net olması ve organizasyonun tüm çalışanlarına açık bir şekilde iletilmesi gerekmektedir aksi durumda YSİ faaliyeti başarısız olacaktır [17].

Her ülkenin ayrı kültürü olduğu gibi şehir bazında hatta organizasyon bazında farklı kültürler ve değişiklikler bulunabilmektedir [17]. YSİ faaliyeti geliştirilirken bu kültür farklılıkları dikkate alınmalı, kültüre ters düşen bir eylem oluşturulmamalıdır bu durum YSİ faaliyetinin başarısız olmasına veya sekteye uğramasına neden olabilmektedir [15-27].

## 3. İlgili Çalışmalar

Türkiye ve dünyada YSİ başarısını etkileyen faktörlerin belirlenmesi ve değerlendirilmesi ile ilgili çeşitli araştırmalar bulunmaktadır. Bu çalışmalar araştırmanın uygulandığı bölge, araştırmanın gerçekleştirildiği yıl, katılımcı sayısı, kullanılan veri toplama yöntemi, araştırmanın ana kapsamı ve vurgulanan başarı faktörlerini özetleyecek şekilde Tablo I'de sunulmaktadır.

1998 ve 2018 yılları arasında gerçekleştirilen bu çalışmalarda araştırma yöntemi olarak anket ya da görüşmelerin kullanıldığı görülmektedir. Yine çalışmaların pek çoğunda tek bir ülkeden katılımcılara ait bulgular raporlanırken bazılarında ise birden fazla ülkeden katılımcı yer almaktadır.

Çalışmaların çoğunluğunda başarı faktörlerinin başında faaliyetin başarıya ulaşmasını belirleyen temel faktör olarak yönetim desteğinin gerekliliği vurgulanmaktadır. En az etkiye sahip başarı faktörünün ise müşteri desteği ve ödüllendirme olduğu belirtilmektedir.

Tablo I. YSİ Başarı Faktörlerine Yönelik Yapılan Çalışmaların Özeti

| **Araştırma Referansı** | **Araştırmanın Uygulandığı Bölge** | **Yıl** | **Katılımcı Sayısı** | **Veri Toplama Yöntemi** | **Araştırmanın Konusu / Alanı** | **Başarı Faktörleri** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| [16] | Almanya, İngiltere, ABD, Fransa, Yunanistan, Kanada, Hollanda | 1998 | 56 şirket (138 kişi) | Deneyim raporları ve vaka çalışmaları | Yazılım Süreç İyileştirmesinde Organizasyonel Değişimin Başarı Faktörleri | -Yönetim Desteği<br>-Çalışan Katılımı<br>-Değişim Lideri Bulunması<br>-İletişim ve iş birliği teşviki<br>-Gerçekçi hedefler belirleme<br>-YSİ Farkındalığı<br>-YSİ Proje Olarak Kabulü |
| [27] | İngiltere | 2002 | 84 kişi (84 şirket) | Anket | YSİ etkileyen kilit başarı faktörleri | -Yönetim Desteği<br>-Standart ve prosedürler<br>-Deneyimli personel<br>-Eğitim ve rehberlik |
| [18] | İskandinav bölgesi | 2003 | 55 Şirketten 120 yazılım ve kalite yöneticisi | Anket | YSİ başarı faktörleri küçük orta büyüklükteki şirketler ile büyük şirketler arasındaki farklar | -İş Oryantasyonu<br>-Liderlik<br>-Çalışan katılımı<br>-YSİ farkındalığı<br>-Mevcut bilginin kullanımı<br>-Yeni bilgiye ulaşma |
| [24] | Malezya | 2008 | 8 farklı şirketten 117 kişi | Anket | YSİ başlatan organizasyonlar da direnç faktörlerini belirleme | -Çalışan katılımı olmaması<br>-Gerçekçi olmayan hedefler<br>-Taahhüt eksiği |
| [15] | Türkiye | 2009 | 7 şirket (Her şirketin ilgili yetkilileri ile) | Anket | YSİ başarı faktörleri | -Yönetim desteği<br>-Açık Hedef<br>-Yapı uygunluğu<br>-YSİ proje olarak ele alınması<br>-YSİ farkındalığı |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| [17] | İsveç, Pakistan, Danimarka ve Norveç | 2009 | 5 farklı kuruluşta 8 YSİ uygulayıcısı | YSİ Sorumlusu ile görüşme | YSİ uygulama sürecinde olumlu olumsuz etkisi olan faktörler | -Yönetim Desteği<br>-Personel katılımı<br>-Deneyimli personel<br>-Hedefler, eğitim ve rehberlik |
| [28] | Brezilya | 2016 | 11 şirketten firmanın temsilcileri ile görüşme | Yönetici ile görüşme | Küçük ve orta ölçekli işletmeler için YSİ zorlukları ve fırsatlar hakkındaki algı | -Hedeflerin belirlenmesi<br>-Liderlik<br>-Çalışan katılımı<br>-Mevcut bilgiden yararlanma |
| [29] | Malezya | 2018 | 23 Şirketten 79 kişi | Anket | Malezyalı Kobilerin YSİ faaliyetini etkileyen insani faktörler | -YSİ farkındalığı<br>-Liderlik, çalışan ve müşteri katılımı<br>-Üst yönetim desteği<br>-Personel beceri ve deneyimi<br>-Müşteri desteği |

## 4. Yöntem

Bu çalışma kapsamında, Türkiye'deki yazılım organizasyonlarında yazılım süreç iyileştirme faaliyetlerini etkileyen faktörler ile ilgili yazılım organizasyonlarında görev alan yazılım profesyonellerinin farkındalığını ortaya çıkarmak için bir anket çalışması gerçekleştirilmiştir. Bu bölümde çalışma katılımcıları, veri toplama aracı, veri toplama prosedürü ve veri analizi ile ilgili bilgiler sunulmaktadır.

### 4.1. Katılımcılar

Çalışmaya 63 erkek ve 24'ü kadın olmak üzere yazılım organizasyonlarında görev alan toplam 87 kişi katılmıştır. Çalışmadaki katılımcıların demografik özellikleri ile ilgili ayrıntılı bilgiler Tablo II'de sunulmaktadır.

Tablo II. Katılımcı Demografik ve Organizasyon Bilgileri

| | **Kişi Sayısı (F)** | **Yüzdelik Oran (%)** |
|---|---|---|
| **Cinsiyet** | | |
| Erkek | 63 | 72,41 |
| Kadın | 24 | 27,58 |
| **Eğitim Durumu** | | |
| Ön Lisans | 3 | 3,44 |

| | | |
|---|---|---|
| Lisans | 63 | 72,41 |
| Yüksek Lisans | 18 | 20,68 |
| Doktora | 3 | 3,44 |
| **Mezun Olunan Bölümler** | | |
| Bilgisayar Mühendisliği | 58 | 66,67 |
| Teknik Bölümler | 19 | 21,83 |
| Diğer (Halkla İlişkiler, İktisat, Maliye, Uluslararası İlişkiler…) | 10 | 11,49 |
| **Katılımcıların Unvan Dağılımı** | | |
| Geliştirici (Developer) | 59 | 67,81 |
| Yönetici (Manager) | 9 | 10,34 |
| Kıdemli Yönetici (Senior Manager) | 3 | 3,44 |
| Diğer | 16 | 18,39 |
| **Organizasyonların Sektör Bazında Dağılımı** | | |
| Bilimsel ve Mühendislik Yazılımları | 20 | 22,98 |
| Mesleki Yazılımlar | 51 | 58,62 |
| Sistem Yazılımları | 6 | 6,89 |
| Diğer | 10 | 11,49 |
| **Organizasyon Yapıları** | | |
| Devlet | 10 | 11,49 |
| Tamamen Yabancı | 8 | 9,19 |
| Tamamen Yerli | 42 | 48,27 |
| Yabancı Ortaklı | 27 | 31,03 |
| **Organizasyonların Çalışan Sayısı Dağılımı** | | |
| 50'den Az | 30 | 34,48 |
| 51-100 Arası | 8 | 9,19 |
| 101-200 Arası | 13 | 14,94 |
| 201-400 Arası | 9 | 10,34 |
| 400'den Fazla | 27 | 31,03 |

Katılımcıların eğitim durumlarına bakıldığında %72,41 oranıyla çoğunluğu lisans mezunu kişilerden oluşmaktadır. Katılım sağlayanların mezun olduğu bölüm bazında değerlendirilecek olursak %66,67'lik oran ile çoğunluğu Bilgisayar mühendisliği bölümü mezunlarını oluşturmaktadır. Teknik bölümler olarak belirtilen %21'lik kısımda ise Elektrik-Elektronik Mühendisliği, Elektronik Haberleşme Mühendisliği, Matematik Mühendisliği, Matematik, Yazılım Mühendisliği ve Yönetim Bilişim Sistemleri bölümlerinden mezun olmuş katılımcılar yer almaktadır.

Çalışmaya katılım sağlayanların büyük çoğunluğunu (%67) yazılım organizasyonlarında geliştirici olarak görev alanlar oluştururken geri kalan katılımcılar yönetici (%10,34) ya da kıdemli yönetici (%3,44) pozisyonlarında görev alan çalışanlardan oluşmaktadır. Katılımcıların yaklaşık %18'lik kısmını oluşturan diğer kategorisinde yer alan katılımcılar ise destek uzmanı, yazılım test ve kalite mühendisleri ile teknik danışmanlardan oluşmaktadır.

Katılımcıların bağlı bulunduğu organizasyonun faaliyet alanlarına bakıldığında yaklaşık %58 oranında mesleki yazılım kategorisinde faaliyet gösterdikleri görülmektedir. Mesleki yazılımlar olarak stok kontrol yazılımları, müşteri takip sistemleri, muhasebe yazımları gibi alanlarda faaliyet gösteren şirketleri ifade etmektedir. Bilimsel ve mühendislik yazılımları (İstatistik analiz programları vb.) alanında faaliyet gösteren organizasyonların oranı ise %22,98 olduğu görülmektedir. "Diğer" olarak belirtilen organizasyonların faaliyet alanı ise yapay zekâ yazılımları, görüntüsel yazılımlar ve savunma sanayi alanından oluşmakta olup katılımcıların %11,49'luk oranına sahiptir.

Katılımcıların aktif görev aldıkları organizasyonların yapılarına bakıldığında tamamen yerli organizasyonların yaklaşık %48'lik oran ile en büyük paya sahip olduğu görülmektedir.

Çalışmanın yapıldığı zaman itibariyle organizasyonların çalışan sayısına bakıldığında çoğunluğu (%34,48) 50'den az çalışan sayısına sahip organizasyonlar oluşturmaktadır.

Katılımcıların organizasyonlarında YSİ faaliyeti yürütüp yürütmediği ve yürütülüyorsa hangi YSİ modelinin kullanıldığı ile ilgili ayrıntılı bilgiler Tablo III'de sunulmaktadır. Katılımcıların %42,52'lik oran ile organizasyonunda YSİ faaliyetinin yürütülmediğini ifade etmiştir. Diğer taraftan organizasyonunda YSİ faaliyeti yürütüldüğünü ifade eden katılımcı oranı ise %44,82'dir ve uygulanan YSİ modelleri olarak da CMMI ve SPICE (ISO/IEC15504) sertifikasyonları öne çıkmaktadır. Katılımcıların %25,28'lik oranı organizasyonlarında CMMI modelinin uygulandığını, %19,54'ü ise SPICE(ISO/IEC15504) modelinin uygulandığını belirtmiştir. Katılımcıların %12,64'lük kısmı ise organizasyonların YSİ faaliyetinin olup olmadığı ile ilgili bir fikrinin olmadığını belirtmişlerdir

Tablo III. Organizasyonların YSİ Bilgileri

| **YSİ Modeli** | **Kişi Sayısı (F)** | **Yüzdelik Oran (%)** |
|---|---|---|
| CMMI | 22 | 25,28 |
| SPICE (ISO/IEC15504) | 17 | 19,54 |
| Bilmiyorum/Fikrim Yok | 11 | 12,64 |
| YSİ Faaliyeti Yürütülmüyor | 37 | 42,52 |

### 4.2 Veri Toplama Aracı

Bu çalışmada Türkiye'deki yazılım organizasyonlarında çalışan kişilere uygulanmak üzere 4 bölümden oluşan bir anket uygulanmıştır. Anketin birinci bölümünde ankete katılım sağlayan kişiler ile ilgili genel bilgileri elde etme amaçlı demografik sorular yer alırken ikinci bölümde anket katılımcısının rol aldığı yazılım organizasyonuna ait bilgilere, üçüncü bölümde anket katılımcısının yer aldığı yazılım organizasyonunun yazılım süreç iyileştirme ile ilgili durumunu tespit etmeye yönelik sorulara yer verilmiştir. Anketin dördüncü yani son bölümünde ise yazılım süreç iyileştirme faaliyetlerinin başarısına yönelik 36 adet ifade bulunmaktadır. Bu ifadeler ile katılımcılardan 5'li Likert ölçeği ile görüşlerinin alınması hedeflenmiştir. Bu bölümde yer alan sorular Dyba (2005) ve Silva ve Carnerio (2016) çalışmalarından Türkçe' ye çevrilerek uyarlanmıştır. Ankette yer alan ifadeler aşağıda belirtildiği gibi 6 adet başarı faktörü ile ilişkilendirilerek değerlendirilmiştir.

- İş Yönelimi (5 adet soru)
- Liderlik (5 adet soru)
- Çalışan Katılımı (7 adet soru)

- Ölçüm İlgisi (6 adet soru)
- Mevcut Bilginin Kullanımı (5 adet soru)
- Yeni Bilginin Keşfi (8 adet soru)

Anket sorularının tamamına çevrim içi olarak ulaşılabilmektedir.[1]

### 4.3 Prosedür

Çalışmanın gerçekleştirilebilmesi için öncelikle çalışmada kullanılan materyal ve çalışma prosedürü ile ilgili olarak Kocaeli Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Etik Kurulu'ndan izin alınmıştır. Çalışmada kullanılan anket katılımcıların erişimine Google Forms kullanılarak çevrim içi olarak açılmıştır. Katılımcılara LinkedIn gibi çeşitli sosyal ağlar ve e-posta grupları kullanılarak ulaşılmıştır. Anket 2021 Mayıs-Eylül ayları arasında katılımcıların erişimine açık kalmıştır. Bu süre zarfında ankete Türkiye genelinde yazılım organizasyonlarında çeşitli pozisyonlarda görev alan 87 kişinin katılımı sağlanmıştır.

### 4.4 Veri analizi

Katılımcılardan elde edilen veriler tanımlayıcı istatistik yöntemleri kullanılarak analiz edilmiştir. Bu analizin amacı, örneğin ne kadarının belirli bir fikre sahip olduğunu veya bir şeyin ne sıklıkta olduğunu belirlemektir (Oppenheim, 2000). Verilerin analizi için katılımcıların "kesinlikle katılıyorum" ve "katılıyorum" puanları "katılıyorum" olarak, "kesinlikle katılmıyorum" ve "katılmıyorum" puanları ise "katılmıyorum" olarak birleştirilmiştir. Çalışan sayısı 50'ye kadar olan organizasyonlar küçük ölçekli, 50-200 arası orta ölçekli ve 200'den fazla çalışanı bulunan organizasyonlar ise büyük ölçekli organizasyon olarak değerlendirilmiştir. Ek olarak, katılımcıların organizasyonlarında YSİ faaliyeti uygulanıp uygulanmama, ya da organizasyonlarının faaliyet gösterdikleri alanlar ve organizasyonel yapıları gibi faktörlerin YSİ başarı faktörler ile ilgili ifadelere ilişkin algılarını etkileyip etkilemediğini görmek için çıkarımsal istatistikler uygulanmıştır guruplar arası farklılıklar için tek yönlü varyans (Anova ve Post Hoc) LSD testleri uygulanmıştır. Katılımcıların tümü soruların hepsine yanıt vermiştir.

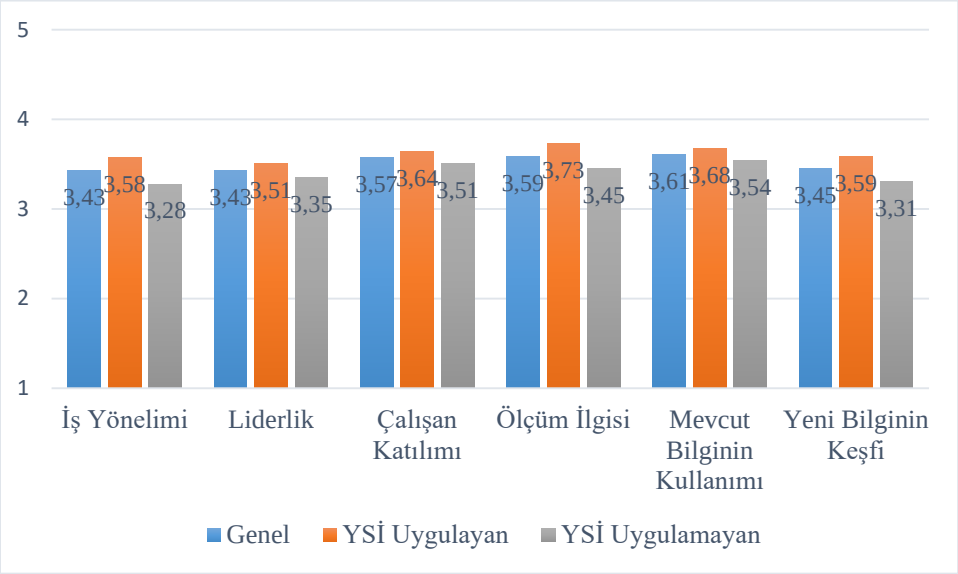
## 5. Bulgular

Anket katılımcılarının verdikleri yanıtlar iş yönelimi, liderlik, çalışan katılımı, ölçüm ilgisi, mevcut bilginin kullanımı ve yeni bilginin keşfi faktörleri ile ilişkili olarak değerlendirilerek sunulmaktadır.

Tüm katılımcıların YSİ başarı faktörleri ile ilgili algılarının durumu hem genel hem de YSİ uygulayan ve uygulamayanlar açısından Şekil 1'de sunulmaktadır. Şekil 1 incelendiğinde katılımcılar genel olarak en fazla mevcut bilginin kullanımı ($\bar{x}$=3,61) konusunu YSİ'yi en fazla etkileyen faktör olarak değerlendirmektedirler. Çalışan katılımı ve ölçüm ilgisi de YSİ başarısında kritik rol oynayan diğer faktörler olarak görülmektedir. Organizasyonlarında YSİ faaliyeti yürütülen katılımcılara bakıldığında ise ölçüm ilgisi ($\bar{x}$=3,73) konusunu YSİ'yi en fazla etkileyen faktör olarak

[1]https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSe2z-EYYK1bxJ97HlvuJ0pzQtGSdDUS-NT0mQiaAQrOqfNzOw/viewform?usp=sf_link

değerlendirmektedirler. YSİ en az etkileyen faktörlere bakıldığında ise Liderlik (x̄=3,51), tüm katılımcılarda ise iş yönelimi (x̄=3,28) faktörünün en az orana sahip olduğu görülebilmektedir.




Şekil 1. YSİ Başarı Faktörleri

Tablo IV'de YSİ başarı faktörlerinden iş yönelimi ile ilgili ifadelere katılımcıların verdiği yanıtlara ait bulgular genel (G) ve YSİ faaliyeti bulunan (YSİ) katılımcılarının yanıtlarına göre ayrı ayrı sunulmaktadır. Katılımcıların genelinde yaklaşık %63,2'ü yazılım organizasyonunda YSİ faaliyetleri için kesin hedefler belirlediğini ve %61'i yazılım organizasyonundaki YSİ hedefleri, kuruluşun iş hedefleriyle yakından uyumlu olduğunu belirtmiştir. Diğer taraftan YSİ faaliyeti yürüten organizasyonlardaki katılımcılardan %76,9'u organizasyonlarında YSİ faaliyeti için kesin hedefler belirlediğini, %74,4'ü YSİ faaliyetlerinin yazılım geliştirme faaliyetleriyle yakından entegre olduğunu belirtmiştir. Katılımcıların %61,5'i organizasyonlarında YSİ hedefleri ve politikasına ilişkin geniş bir anlayış olduğunu ifade etmiştir.

Tablo IV. YSİ başarı faktörlerinden iş yönelimi ile ilgili ifadeler

| | | | | Katılmıyorum | | Kararsızım | | Katılıyorum | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **İfade** | **G** | **YSİ** | **G** | **YSİ** | **G** | **YSİ** | **G** | **YSİ** |
| | | **x̄** | **x̄** | **N (%)** | **N (%)** | **N (%)** | **N (%)** | **N (%)** | **N (%)** |
| 1 | Yazılım organizasyonumuzun YSİ faaliyetleri için kesin hedefler belirledik | 3,52 | 3,67 | 10 (11,5) | 4 (10,3) | 22 (25,3) | 5 (12,8) | 55 (63,2) | 30 (76,9) |
| 2 | Yazılım organizasyonumuzun YSİ | 3,37 | 3,46 | 14 | 6 | 27 | 9 | 46 | 24 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | hedefleri ve politikasına ilişkin geniş bir anlayış vardır | | | (16.1) | (15,4) | (31.0) | (23,1) | (52,9) | (61,5) |
| 3 | Yazılım organizasyonumuzun YSİ faaliyetleri, yazılım geliştirme faaliyetleriyle yakından entegredir | 3,40 | 3,64 | 13 (14,9) | 4 (10,3) | 26 (29,9) | 6 (15,4) | 48 (55,2) | 29 (74,4) |
| 4 | Yazılım organizasyonumuzun YSİ hedefleri, kuruluşun iş hedefleriyle yakından uyumludur | 3,48 | 3,67 | 11 (12,6) | 2 (5,1) | 23 (26,4) | 9 (23,1) | 53 (61,0) | 28 (71,8) |
| 5 | Yazılım organizasyonumuzda kısa ve uzun vadeli YSİ hedefleri arasında iyi bir dengeye sahibiz | 3,39 | 3,46 | 15 (17,2) | 6 (15,4) | 23 (26,4) | 9 (23,1) | 49 (56,4) | 24 (61,5) |

YSİ başarı faktörlerinden liderlik ile ilgili ifadelere katılımcıların verdiği yanıtlara ait genel ve YSİ faaliyeti bulunan organizasyonlardaki katılımcılara ait bulgular Tablo 5'de sunulmaktadır. Tüm Katılımcıların yaklaşık %64,4'ü organizasyonlarında YSİ faaliyetlerinin yönetim tarafından desteklendiği ifade etmiş, %59,8'luk oran ile yönetim YSİ'yi rekabet avantajını artırmanın bir yolu olarak görmektedir. YSİ yürütülen organizasyonlara bakıldığında %74,4 oran ile YSİ faaliyetlerinin yönetim tarafından desteklendiği ifade edilmektedir. Yönetim YSİ faaliyetlerinin rekabet avantajını artırdığı görmesi %76,9'lık oran ile desteklenmektedir. Katılımcıların %59'u yönetimin YSİ faaliyetlerine aktif olarak katıldığını ifade etmiştir.

Tablo V. YSİ Başarı Faktörlerinden Liderlik İle İlgili İfadeler

| | | | | Katılmıyorum | | Kararsızım | | Katılıyorum | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **İfade** | **G** | **YSİ** | **G** | **YSİ** | **G** | **YSİ** | **G** | **YSİ** |
| | | **x̄** | **x̄** | **N (%)** | **N (%)** | **N (%)** | **N (%)** | **N (%)** | **N (%)** |
| 1 | Yönetim, YSİ faaliyetlerini aktif olarak desteklemektedir | 3,47 | 3,59 | 15 (17,2) | 6 (15,4) | 16 (18,4) | 4 (10.3) | 56 (64,4) | 29 (74,4) |
| 2 | Yönetim, YSİ için sorumluluk kabul eder | 3,44 | 3,46 | 13 (14,9) | 8 (20,5) | 23 (26,4) | 5 (12,8) | 51 (58,7) | 26 (66,7) |
| 3 | Yönetim, YSİ'yi rekabet avantajını artırmanın bir yolu olarak görüyor | 3,49 | 3,67 | 9 (10,3) | 4 (10,3) | 26 (29,9) | 5 (12,8) | 52 (59,8) | 30 (76,9) |
| 4 | Yönetim, YSİ faaliyetlerine aktif olarak katılmaktadır | 3,36 | 3,38 | 16 (18,4) | 8 (20,5) | 24 (27,6) | 8 (20,5) | 47 (54,0) | 23 (59,0) |
| 5 | YSİ sorunları sıklıkla üst yönetim toplantılarında tartışılır | 3,43 | 3,46 | 11 (12,6) | 5 (12,8) | 28 (32,2) | 11 (28,2) | 48 (55,2) | 23 (59,0) |

Tablo VI'da çalışan katılımı soru grubu ile ilgili veriler ayrıntılı olarak gösterilmektedir. Katılımcıların büyük çoğunluğu (%75) organizasyonlarında kendi çalışmalarının uygulanmasına ilişkin kararlara büyük ölçüde dahil olduğu ve yazılım geliştirme konularında organizasyonda sürekli bir diyalog ve iletişim içerisinde olduğunu belirtmiştir. Katılımcıların %71,3'ü yazılım geliştiricilerin, yazılım geliştirme için rutinler ve prosedürler oluşturmada aktif olarak yer aldığını yaklaşık %64,4'ü ise YSİ önerilerine aktif olarak katkıda bulunduğunu ve YSİ ile ilgili sürekli bir diyalog ve iletişim içerisinde bulunduğunu ifade etmişlerdir. YSİ yürüten organizasyonlardaki katılımcılara bakıldığında ise %79,5'lık katılımla organizasyonda yazılım geliştirme konularında sürekli bir diyalog ve iletişim içerisinde olunduğunu ifade etmişlerdir. Katılımcılar %76,9'luk oranla geliştiricilerin kendi çalışmalarının uygulanması ilişkin kararlara büyük ölçüde dahil olunduğunu, yazılım geliştirme için prosedürler oluşturmada aktif görev aldığını ve YSİ faaliyeti ile ilgili organizasyonda sürekli bir diyalog içerisinde olunduğunu belirtmişlerdir. Katılımcılar %61,5'lik oranla geliştiricilerin YSİ faaliyetleri için hedefler belirlemede aktif olarak yer aldığını belirtmişlerdir.

Tablo VI. YSİ Başarı Faktörlerinden Çalışan Katılımı İle İlgili İfadeler

| | | | | Katılmıyorum | | Kararsızım | | Katılıyorum | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **İfade** | **G** | **YSİ** | **G** | **YSİ** | **G** | **YSİ** | **G** | **YSİ** |
| | | **x̄** | **x̄** | **N (%)** | **N (%)** | **N (%)** | **N (%)** | **N (%)** | **N (%)** |
| 1 | Yazılım geliştiriciler, kendi çalışmalarının uygulanmasına ilişkin kararlara büyük ölçüde dahil olurlar | 3,64 | 3,64 | 9 (10,3) | 5 (12,8) | 13 (14,9) | 4 (10,3) | 65 (75,0) | 30 (76,9) |
| 2 | Yazılım geliştiricileri, YSİ önerileriyle aktif olarak katkıda bulunuyorlar | 3,56 | 3,67 | 7 (8,0) | 2 (5,1) | 24 (27,6) | 9 (23,1) | 56 (64,4) | 28 (71,8) |
| 3 | Yazılım geliştiriciler, yazılım geliştirme için rutinler ve prosedürler oluşturmada aktif olarak yer alırlar. | 3,62 | 3,69 | 8 (9,2) | 3 (7,7) | 17 (19,5) | 6 (15,4) | 62 (71,3) | 30 (76,9) |
| 4 | Yazılım geliştirme konularında organizasyonumuzda sürekli bir diyalog ve iletişim içerisindeyiz | 3,67 | 3,72 | 7 (8,0) | 3 (7,7) | 15 (17,0) | 5 (12,8) | 65 (75,0) | 31 (79,5) |
| 5 | Yazılım geliştiricilerin, | 3,48 | 3,59 | 11 | 4 | 23 | 8 | 53 | 27 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | organizasyonumuzun YSİ etkinlikleriyle ilgili sorumluluğu vardır | | | (12,6) | (10,3) | (26,4) | (20,5) | (61,0) | (69,2) |
| 6 | Yazılım geliştiriciler, YSİ faaliyetleri için hedefler belirlemede aktif olarak yer alırlar | 3,48 | 3,51 | 10 (11,5) | 4 (10,3) | 25 (28,7) | 11 (28,2) | 52 (59,8) | 24 (61,5) |
| 7 | YSİ ile ilgili organizasyonumuzda sürekli bir diyalog ve iletişim içerisindeyiz | 3,54 | 3,69 | 9 (10,3) | 3 (7,7) | 22 (25,3) | 6 (15,4) | 56 (64,4) | 30 (76,9) |

Tablo VII'de ölçüm ilgilisi açısından başarı faktörlerinin durumları belirtilmektedir. Katılımcıların çoğu (%73,6) organizasyonlarında performansı ölçmenin önemli olduğunu belirtmiş ve kalite ile ilgili veriler ile yazılım projelerinin performansları hakkında geri bildirimlerin düzenli olarak toplandığı (%72,4) ifade etmişlerdir. Katılımcıların %70,4'ü kalite verileri ile ilgili bilgilerin yönetim tarafından kolaylıkla elde edilebildiğini, %67,8 ise bu bilgilerin yazılım geliştiriciler tarafından kolaylıkla elde edilebildiğini belirtmiştir. YSİ faaliyeti yürüten organizasyondaki katılımcılara bakıldığında ise katılımcıların %84,6'sı organizasyon performansı ölçmenin önemli olduğu ve projelerden düzenli olarak kalite ile ilgili verilerin toplandığını ifade etmişlerdir. Katılımcıların %79,5'i kalite verileri ile ilgili bilgilerin; yazılım geliştiriciler ve yönetim tarafından kolaylıkla elde edilebildiğini belirtmiştir.

Tablo VII. YSİ Başarı Faktörlerinden Ölçüm İlgisi İle İlgili İfadeler

| | | | | Katılmıyorum | | Kararsızım | | Katılıyorum | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **İfade** | **G** | **YSİ** | **G** | **YSİ** | **G** | **YSİ** | **G** | **YSİ** |
| | | **x̄** | **x̄** | **N (%)** | **N (%)** | **N (%)** | **N (%)** | **N (%)** | **N (%)** |
| 1 | Organizasyonel performansı ölçmenin önemli olduğunu düşünüyoruz | 3,68 | 3,82 | 5 (5,7) | 1 (2,6) | 18 (20,7) | 5 (12,8) | 64 (73,6) | 33 (84,6) |
| 2 | Projelerimizden düzenli olarak kalite ile ilgili veriler (ör. Kusurlar, zamanındalık) topluyoruz | 3,60 | 3,77 | 11 (12,6) | 3 (7,7) | 13 (14,9) | 3 (7,7) | 63 (72,4) | 33 (84,6) |
| 3 | Kalite verileri ile ilgili bilgiler, yazılım geliştiriciler tarafından kolayca elde edilebilir | 3,56 | 3,69 | 10 (11,5) | 4 (10,3) | 18 (20,7) | 4 (10,3) | 59 (67,8) | 31 (79,5) |
| 4 | Kalite verileri ile ilgili bilgiler, | 3,62 | 3,74 | 7 | 2 | 18 | 6 | 61 | 31 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | yönetim tarafından kolaylıkla elde edilebilir | | | (8,0) | (5,1) | (20,6) | (15,4) | (70,4) | (79,5) |
| 5 | Kalite verilerini YSİ'nin temeli olarak kullanırız | 3,48 | 3,64 | 8 (9,2) | 3 (7,7) | 29 (33,3) | 8 (20,5) | 50 (57,5) | 28 (71,8) |
| 6 | Yazılım projelerimizin, performansları hakkında düzenli geri bildirim alınır | 3,61 | 3,72 | 10 (11,5) | 3 (7,7) | 14 (16,1) | 5 (12,8) | 63 (72,4) | 31 (79,5) |

Tablo VIII'de mevcut bilginin kullanımı açısından başarı faktörlerinin sonuçları ayrıntılı olarak belirtilmiştir. Katılımcıların büyük çoğunluğu (%75,9) projelerde önceki deneyimlerinden yararlandığı konusunda hemfikirdir bu durum da yazılım geliştirme rutinimiz önceki projelerden edinilen deneyimlere dayanmaktadır ifadesini %74,7'lük oranla desteklemektedir. Katılımcıların %73,6'sı olumlu ve olumsuz deneyimin dahili bilgi birikimine aktarımına büyük önem verdiğini %72,4 ise önceki projelerden deniyim toplayıp sınıflandırdığını ifade etmiştir. YSİ faaliyeti bulunan organizasyonlardaki katılımcılardaki durum ise %84,6'lık oran ile önceki projelerden deneyim toplanıp sınıflandırıldığı ve önceki projelerden sistematik olarak öğrenildiğini ifade etmektedirler.

Tablo VIII. YSİ Başarı Faktörlerinden Mevcut Bilginin Kullanımı İle İlgili İfadeler

| | | | | Katılmıyorum | | Kararsızım | | Katılıyorum | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **İfade** | **G** | **YSİ** | **G** | **YSİ** | **G** | **YSİ** | **G** | **YSİ** |
| | | **x̄** | **x̄** | **N (%)** | **N (%)** | **N (%)** | **N (%)** | **N (%)** | **N (%)** |
| 1 | Mevcut organizasyon bilgisinden en üst düzeyde yararlanıyoruz | 3,47 | 3,59 | 11 (12,6) | 4 (10,3) | 24 (27,6) | 8 (20,5) | 52 (59,8) | 27 (69,2) |
| 2 | Önceki proje deneyimlerinden sistematik olarak öğreniyoruz | 3,68 | 3,77 | 7 (8,0) | 3 (7,7) | 14 (16,1) | 3 (7,7) | 66 (75,9) | 33 (84,6) |
| 3 | Yazılım geliştirme rutinlerimiz önceki projelerden edinilen deneyimlere dayanmaktadır | 3,63 | 3,62 | 10 (11,5) | 7 (17,9) | 12 (13,8) | 1 (2,6) | 65 (74,7) | 31 (79,5) |
| 4 | Önceki projelerden deneyim topluyor ve sınıflandırıyoruz | 3,63 | 3,74 | 8 (9,2) | 4 (10,3) | 16 (18,4) | 2 (5,1) | 63 (72,4) | 33 (84,6) |
| 5 | Olumlu ve olumsuz deneyimin dahili bilgi birikimine aktarımına büyük önem veriyoruz | 3,64 | 3,69 | 8 (9,2) | 4 (10,3) | 15 (17,2) | 4 (10,3) | 64 (73,6) | 31 (79,5) |

Tablo IX'de yeni bilginin keşfi açısından başarı faktörlerinin sonuçları ayrıntılı olarak gösterilmektedir. Katılımcıların çoğu organizasyonlarında yenilik ve yaratıcılığın teşvik edildiği konusunda %72,4'lük oran ile hemfikirdir ancak bu yeniliklerin uygulanması konusunda biraz temkinli olduğu 3. Ve 4. İfadede belirtilen yeni çalışma yöntemlerinin denenmesi %57,5 ve %61'lik oranlar ile biraz daha düşük olduğu görülmüştür. Bu durum organizasyonda işlerin yürütme şeklinde %62,1'lik oran ile çok esnek olduğu ifadesini desteklemektedir. YSİ yürütülen organizasyonlardaki duruma bakıldığında %79,5'lik oran ile geliştiricilerin bilgi birikimi ve deneyimlerinden yararlanıldığını %76,9'luk oranda ise organizasyonda yenilik ve yaratıcılığın teşvik edildiğini belirtilmektedir.

Tablo IX. YSİ Başarı Faktörlerinden Yeni Bilginin Keşfi İle İlgili İfadeler

| | | | | Katılmıyorum | | Kararsızım | | Katılıyorum | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **İfade** | **G** | **YSİ** | **G** | **YSİ** | **G** | **YSİ** | **G** | **YSİ** |
| | | **x̄** | **x̄** | **N (%)** | **N (%)** | **N (%)** | **N (%)** | **N (%)** | **N (%)** |
| 1 | Organizasyonumuzun ortamındaki belirsizliği yönetme konusunda çok yetenekliyiz | 3,39 | 3,54 | 12 (13,8) | 4 (10,3) | 29 (33,3) | 10 (25,6) | 46 (52,9) | 25 (64,1) |
| 2 | Organizasyonumuzda yeniliği ve yaratıcılığı teşvik ediyoruz | 3,63 | 3,69 | 8 (9,2) | 3 (7,7) | 16 (18, 4) | 6 (15,4) | 63 (72,4) | 30 (76,9) |
| 3 | Yeni yazılım mühendisliği yöntemleri ve araçlarıyla sık sık denemeler yapıyoruz | 3,39 | 3,56 | 16 (18,4) | 4 (10,3) | 21 (24,1) | 9 (23,1) | 50 (57,5) | 26 (66,7) |
| 4 | Yazılım geliştirmeyle ilgili yeni çalışma yöntemleriyle sık sık deneyler yapıyoruz | 3,43 | 3,59 | 16 (18,4) | 4 (10,3) | 18 (20,6) | 8 (20,5) | 53 (61,0) | 27 (69,2) |
| 5 | "Yerleşik" gerçekleri sorgulama yeteneğine sahibiz | 3,36 | 3,51 | 18 (20,6) | 6 (15,4) | 20 (23,0) | 7 (17,9) | 49 (56,4) | 26 (66,7) |
| 6 | İşimizi yürütme şeklimizde çok esneğiz | 3,44 | 3,49 | 16 (18,4) | 7 (17,9) | 17 (19,5) | 6 (15,4) | 54 (62,1) | 26 (66,7) |
| 7 | İş süreçlerini kesinlikle gerekli olandan daha fazla belirtmiyoruz | 3,46 | 3,62 | 10 (11,5) | 3 (7,7) | 27 (31,0) | 9 (23,1) | 50 (57,5) | 27 (69,2) |
| 8 | Organizasyonumuzun ortamının çeşitliliğini ve karmaşıklığını yönetmek için geliştiricinin becerilerindeki ve ilgi alanlarındaki çeşitlilikten en iyi şekilde yararlanırız | 3,56 | 3,72 | 9 (10,3) | 3 (7,7) | 20 (23,0) | 5 (12,8) | 58 (66,7) | 31 (79,5) |

Organizasyonlarda YSİ algısının YSİ faaliyeti yürütülüp yürütülmeme durumuna göre farlılık gösterip göstermediğinin belirlenmesi için yapılan teste ait veriler aşağıdaki tabloda detaylı olarak gösterilmektedir. Tablo incelendiğinde YSİ durumunun, yazılım süreç iyileştirme algısı üzerinde anlamlı bir fark olduğu göstermektedir (F=3,163; p<0,05). YSİ algısının organizasyonlarda YSİ faaliyetinin durumuna göre farklılık gösterdiğini belirlemek amacıyla yapılan test sonuçlarına göre YSİ algısı, YSİ faaliyeti yürüten organizasyonlarda (3,62) YSİ faaliyeti bulunmayan organizasyonlara (3,37) göre yüksek olduğu görülmektedir. Organizasyonlarında YSİ faaliyeti yürütülen katılımcılar ile YSİ faaliyeti hakkında Fikrim yok/Bilmiyorum diyenler arasında ise anlamlı bir fark tespit edilememiştir.

Tablo X. YSİ Başarı Faktörleri Ölçeğinin YSİ Durumuna göre Anova Sonuçları

| **YSİ Faaliyetinin Durumu** | **N** | **X** | **SS** | **Varyansın Kaynağı** | **KT** | **SD** | **KO** | **F** | **P** | **Anlamlılık** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| YSİ Faaliyeti Yürütülüyor (1) | 39 | 3,62 | 0,46 | **G.Arası** | 1,291 | 2 | 0,646 | 3,163 | 0,047 | 1-3 |
| Bilmiyorum/Fikrim Yok (2) | 11 | 3,61 | 0,28 | **G.İçi** | 173147 | 84 | 0,204 | | | |
| YSİ Faaliyeti Yürütülmüyor (3) | 37 | 3,37 | 0,46 | **Toplam** | 18,439 | 86 | | | | |
| Toplam | 87 | 3,51 | 0,46 | | | | | | | |

Organizasyonun çalışan sayısına göre YSİ faaliyeti hakkındaki algısı üzerinde anlamlı bir fark olup olmadığı belirlemek adına yapılan test sonucu tablo XI ayrıntılı olarak yer almaktadır. Tablo incelendiğinde küçük ölçekli organizasyon (3,34) ile orta ölçekli organizasyonlar (3,74) arasında YSİ algısında anlamlı bir fark olduğu (F=4,894; p<0,05) görülmektedir. Test sonuçlarına göre Küçük ölçekli ve büyük ölçekli organizasyon ile orta ölçekli ve büyük ölçekli organizasyon arasında YSİ algısında anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir.

Tablo XI. Organizasyonun Çalışan Sayısına göre Anova Sonuçları

| **Organizasyon Büyüklüğü** | **N** | **X** | **SS** | **Varyansın Kaynağı** | **KT** | **SD** | **KO** | **F** | **P** | **Anlamlılık** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Küçük Ölçekli (1) | 30 | 3,34 | 0,51 | **G.Arası** | 1,924 | 2 | 0,962 | 4,894 | 0,010 | 1-2 |
| Orta Ölçekli (2) | 21 | 3,74 | 0,26 | **G.İçi** | 16,514 | 84 | 0,197 | | | |
| Büyük Ölçekli (3) | 36 | 3,52 | 0,46 | **Toplam** | 18,434 | 86 | | | | |
| Toplam | 87 | 3,51 | 0,46 | | | | | | | |

Organizasyon yapısının YSİ faaliyeti hakkındaki algısı üzerinde anlamlı bir fark olup olmadığı belirlemek için yapılan test sonucuna göre organizasyon yapısının YSİ faaliyeti algısı üzerinde anlamlı bir fark olmadığı (F=0,809; p>0,05) tespit edilmiştir.

Organizasyonların faaliyet gösterdiği alanların YSİ algısı üzerinde bir farklılık oluşturup oluşturmadığı ile ilgili yapılan test sonuçlarına göre; organizasyonun faaliyet gösterdiği alan ile YSİ algısı üzerinde anlamlı bir fark olmadığı (F=2,364; p>0,05) tespit edilmiştir.

## 6. Sonuç, Kısıtlar ve Gelecek Çalışmalar

Bu çalışma kapsamında, Türkiye'deki yazılım organizasyonlarında yazılım süreç iyileştirme faaliyetlerini etkileyen faktörler ile ilgili farkındalığı ortaya çıkarmak için bir anket çalışması gerçekleştirilmiştir. Çalışmada kullanılan dört bölümden oluşan 36 soruluk anket, Dyba (2005) ve Silva ve Carnerio (2016) çalışmalarından Türkçe' ye çevrilerek uyarlanmıştır. Ankete 2021 Mayıs-Eylül ayları arasında Türkiye genelinde yazılım organizasyonlarında çeşitli pozisyonlarda görev alan 87 kişinin çevrim içi olarak katılımı sağlanmıştır. Katılımcılardan elde edilen veriler tanımlayıcı ve çıkarımsal istatistik yöntemleri kullanılarak analiz edilmiştir. Anket sonuçlarına göre katılımcıların %42,52'lik oran ile büyük çoğunluğu organizasyonunda YSİ faaliyetinin yürütülmediğini ifade etmiştir bu durum Türkiye'deki yazılım organizasyonlarında YSİ faaliyetine verilen önemin yaygın olmadığını ortaya koymaktadır. Katılımcıların %25,28'lik oranı organizasyonlarında CMMI modelinin uygulandığını, %19,54'ü ise SPICE(ISO/IEC15504) modelinin uygulandığını belirtmiş ve bu iki model dışında farklı bir model belirtmemişlerdir. Türkiye'de daha önce yapılan çalışmalarda da CMMI modelinin daha çok tercih edildiği ifade edilmiştir [15]. Türkiye'deki organizasyonların, yaygın olarak CMMI ya da SPICE(ISO/IEC15504) modellerini tercih ettikleri söylenebilir. Katılımcıların %12,64'lük kısmı ise organizasyonlarında YSİ faaliyetinin olup olmadığı ile ilgili bir fikrinin olmadığını belirtmişlerdir. Organizasyonlarında YSİ faaliyeti ile ilgili herhangi bir fikri ve bilgisi olmayan katılımcıların sonuçları da organizasyonların YSİ faaliyeti yürütüyor olsa bile çalışanlarına bu durum ile ilgili eğitim vermediğini ve YSİ algısı oluşturamamış olabileceğini göstermektedir.

Katılımcıların geneline bakıldığında, mevcut bilginin kullanımını YSİ başarısını en fazla etkileyen faktör olduğu saptanmıştır. Çalışan katılımı, ölçüm ilgisi ve Liderlik kavramlarının da YSİ başarısında kritik rol oynayan diğer faktörler olarak görülmektedir. Bu faktörler, diğer çalışmalara bakıldığında genel olarak benzerlik göstermekle birlikte diğer çalışmalardan farklı olarak mevcut bilginin kullanımının öne çıkıyor olması Türkiye'deki yazılım organizasyonlarında var olan bilgi ile ilerlendiği organizasyon kültüründe değişime açık olmadığını gösterebilir. Organizasyonlarında YSİ faaliyeti yürütülen katılımcılara bakıldığında ise, kritik başarı faktörü olarak ölçüm ilgisi başarı faktörünün öne çıktığı görülmektedir. Bu durum organizasyonda performansın ölçüldüğü, kalite ile ilgili verilerin sürekli takip edildiği ortaya koymaktadır. Katılımcıların benzer oranlarda mevcut bilginin kullanımı ve yeni bilginin keşfi başarı faktörlerini önemsedikleri ortaya çıkarılmıştır. Organizasyonda mevcut durumdan yararlanıldığı ve yeni bilginin keşfedilerek var olan bilginin üzerine koyduğu söylenebilmektedir. Katılıcımlar ayrıca kritik başarı faktörü olarak çalışan katılımının olduğunu da ortaya koymaktadır.

Gerçekleştirilen bu çalışmanın söz edilmesi gereken bazı kısıtları da bulunmaktadır. Öncelikle çalışmada kısıtlı bir katılımcı kitlesi vardır o nedenle bulgular genellemez. Ancak katılımcıların seçimi

belli bir bölgeyi kapsamadığı için Türkiye'de faaliyet gösteren organizasyonlarda bulunan çalışanların YSİ algısı ile ilgili bir bakış açısı sağlayabilir. Gelecek çalışmalar kapsamında araştırmanın daha geniş bir katılımcı grubuna ulaşılarak yapılması bulguların genişletilmesi açısından fayda sağlayacaktır. Ayrıca YSİ faaliyeti olan organizasyonların çalışanları ile yapılacak görüşmeye dayalı çalışmalar ile konu ile ilgili duruma yönelik daha geniş bir anlayış da ortaya konabilecektir.

## 6.Kaynaklar

**[1]** F. Tsui, O. Karam, and B. Bernal, Essentials of Software Engineering. Jones & Bartlett Learning, 2013.

**[2]** "Review CHAOS Report 2018," Henny Portman's Blog, Jan. 03, 2020. https://hennyportman.wordpress.com/2020/01/03/review-chaos-report-2018/ (accessed Oct. 3, 2022).

**[3]** S. Trudel, J.-M. Lavoie, M.-C. Paré, and W. Suryn, "PEM: The small company-dedicated software process quality evaluation method combining CMMISM and ISO/IEC 14598," Software Quality Control, vol. 14, pp. 7–23, Ocak 2006, doi: 10.1007/s11219-006-5997-8.

**[4]** "Investigating the factors which impact SPI implementation initiatives in software SMEs—A systematic map and review - Sharma - 2019 - Journal of Software: Evolution and Process - Wiley Online Library." https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/smr.2183

**[5]** Capability Maturity Model for Software (Version 1.1). (n.d.). Retrieved January 2, 2022, from https://resources.sei.cmu.edu/library/asset-view.cfm?assetid=11955

**[6]** "Capability Maturity Model Integration - an overview | ScienceDirect Topics." https://www.sciencedirect.com/topics/computer-science/capability-maturity-model-integration (accessed Oct. 02, 2022).

**[7]** ISO - ISO/IEC 15504-5:2012—Information technology—Process assessment—Part 5: An exemplar software life cycle process assessment model. (n.d.). Retrieved January 31, 2022, from https://www.iso.org/standard/60555.html

**[8]** ISO - ISO 9000 family—Quality management. (n.d.). ISO. Retrieved January 2, 2022, from https://www.iso.org/iso-9001-quality-management.html

**[9]** Pino, F. J., García, F., ve Piattini, M. (2008). Software process improvement in small and medium software enterprises: a systematic review. Software Quality Journal, 16(2), 237-261.

**[10]** Software Capability Maturity Model" (SW-CMM Definition. (n.d.). Law Insider. Retrieved January 2, 2022, from https://www.lawinsider.com/dictionary/software-capability-maturity-model-sw-cmm

**[11]** "A Systems Engineering Capability Maturity Model, Version 1.1." https://resources.sei.cmu.edu/library/asset-view.cfm?assetid=12291 (accessed Oct. 02, 2022).

**[12]** "CMMI for Systems Engineering/Software Engineering/Integrated Product and Process Development, Version 1.02, Continuous Representation (CMMI-SE/SW/IPPD, V1.02, Continuous)." https://resources.sei.cmu.edu/library/asset-view.cfm?assetid=5321 (accessed Oct. 01, 2022).

**[13]** S. A. Alparslan, "CMMI ile yazılım süreçlerinin iyileştirilmesi ve yazılım şirketlerinin CMMI 3 seviyesine göre değerlendirilmesi," The improvement of software prosess with CMMI and evaluation of software companies according to CMMI 3, 2017, Accessed: Oct. 14, 2022. [Online]. Available: http://acikerisim.alanya.edu.tr/xmlui/handle/20.500.12868/178

**[14]** A. Rainer and T. Hall, "Key success factors for implementing software process improvement: a maturity-based analysis," Journal of Systems and Software, vol. 62, no. 2, pp. 71–84, May 2002, doi: 10.1016/S0164-1212(01)00122-4.

**[15]** S. Tunalilar, "Yazılım Süreç iyileştirmede Başarı Faktörleri," p. 9.

**[16]** D. Stelzer and W. Mellis, "Success factors of organizational change in software process improvement," Software Process: Improvement and Practice, vol. 4, no. 4, pp. 227–250, 1998, doi: 10.1002/(SICI)1099-1670(199812)4:4<227::AID-SPIP106>3.0.CO;2-1.

**[17]** Z. Habib, "The Critical Success Factors in implementation of Software Process Improvement Efforts: CSFs, Motivators & Obstacles," Jun. 2009, Accessed: Oct. 31, 2021. [Online]. Available: https://gupea.ub.gu.se/handle/2077/20519

**[18]** T. Dybå, "Factors of software process improvement success in small and large organizations: an empirical study in the scandinavian context," SIGSOFT Softw. Eng. Notes, vol. 28, no. 5, pp. 148–157, Eylül 2003, doi: 10.1145/949952.940092.

**[19]** M. Sulayman, C. Urquhart, E. Mendes, and S. Seidel, "Software process improvement success factors for small and medium Web companies: A qualitative study," Information and Software Technology, vol. 54, no. 5, pp. 479–500, May 2012, doi: 10.1016/j.infsof.2011.12.007.

**[20]** J.-C. Lee, Y.-C. Shiue, and C.-Y. Chen, "An integrated model of the knowledge antecedents for exploring software process improvement success," Journal of Enterprise Information Management, vol. 33, no. 6, pp. 1537–1556, Jan. 2020, doi: 10.1108/JEIM-03-2019-0084.

**[21]** W. S. Humphrey and M. I. Kellner, "Software process modeling: principles of entity process models," in Proceedings of the 11th international conference on Software engineering, New York, NY, USA, May 1989, pp. 331–342. doi: 10.1145/74587.74631.

**[22]** M. Niazi, "An exploratory study of software process improvement implementation risks," Journal of Software: Evolution and Process, vol. 24, no. 8, pp. 877–894, 2012, doi: 10.1002/smr.543.

**[23]** T. Dyba, "An empirical investigation of the key factors for success in software process improvement," IEEE Transactions on Software Engineering, vol. 31, no. 5, pp. 410–424, May 2005, doi: 10.1109/TSE.2005.53.

**[24]** M. H. N. M. Nasir, R. Ahmad, and N. H. Hassan, "Resistance factors in the implementation of software process improvement project," in 2008 International Symposium on Information Technology, Aug. 2008, vol. 4, pp. 1–10. doi: 10.1109/ITSIM.2008.4631933.

**[25]** D. Moitra, "Managing change for software process improvement initiatives: a practical experience-based approach," Software Process: Improvement and Practice, vol. 4, no. 4, pp. 199–207, 1998, doi: 10.1002/(SICI)1099-1670(199812)4:4<199::AID-SPIP107>3.0.CO;2-D.

**[26]** M. Niazi, "A comparative study of software process improvement implementation success factors," Journal of Software: Evolution and Process, vol. 27, no. 9, pp. 700–722, 2015, doi: 10.1002/smr.1704.

**[27]** A. Rainer and T. Hall, "Key success factors for implementing software process improvement: a maturity-based analysis," Journal of Systems and Software, vol. 62, no. 2, pp. 71–84, May 2002, doi: 10.1016/S0164-1212(01)00122-4.

**[28]** C. da Silva and Figueiredo Carneiro, "Challenges and Opportunities in the Software Process Improvement in Small and Medium Enterprises: A Field Study," 2016.

**[29]** M. A. Almomani, S. Basri, and A. R. Gilal, "Empirical study of software process improvement in Malaysian small and medium enterprises: The human aspects," Journal of Software: Evolution and Process, vol. 30, no. 10, p. e1953, 2018, doi: 10.1002/smr.1953.

**[30]** T. Dyba "An instrument for measuring the key factors of success in software process improvement. Empirical software engineering", 5(4), 357-390. 2000

# ONDÜLELİ BORULARDA YAPAY SİNİR AĞLARI METODU İLE SÜRTÜNME KATSAYISININ İNCELENMESİ

***Bahadır Birecikli*[*1]***
[1]Batman Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Doğalgaz ve Tesisatı Teknolojisi Programı, Batman-Türkiye, bahadir.birecikli@batman.edu.tr
[*] Sorumlu Yazar: bahadir.birecikli@batman.edu.tr

***Özet:*** *Bu çalışmada, ondüleli dairesel kesitli borularda su akışı hidrodinamiği deneysel olarak incelenmiştir. Bu tip boruların kullanılmasıyla atık suların eğimli arazilerde taşınmasında akıştaki yük kayıplarını maksimum yapan parametreler belirlenerek yatırım maliyetlerinin düşürülmesi amaçlanmıştır. Özellikle ondüleler akışa düzensizlik kazandırma eğilimindedirler. Bir kanal boyunca akışta ondüle genliği, ondüle uzunluğu, ondüle adedi, ondüle adım sayısı gibi parametreler akışta düzensizlikler oluşturur, basınç kaybı ve sürtünmeyi önemli oranda değiştirmektedirler.*
*Çalışmanın ana amacı, farklı debi ve boru çaplarında yük kayıplarını maksimum yapan parametreleri belirlemektir. Üç farklı çaptaki ondüleli borular boru akımında (cazibesiz akış) incelenmiş, boru giriş ve çıkış kesitleri arasında oluşan basınç kaybı ve Darcy sürtünme katsayısı farklı debilerde bulunmuştur. Deneysel veriler ışığında, boru akımı için Reynolds sayısı "Re" nin Darcy sürtünme katsayısı "f" ile olan ilişkisi grafiksel olarak gösterilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre sürtünmeden dolayı oluşan yük kayıpları incelenmiş ve sonuçların literatür ile uyumlu olduğu görülmüştür. Elde edilen deneysel sonuçlarla, ondüleli boru akımında (cazibesiz akış) çalışmalar yapan araştırmacılar sürtünme katsayısını incelemek amacıyla çalışmalarında kullanabilirler. Sürtünme katsayısı değerlerini tahmin etmek için yapay sinir ağlarında Levenberg-Marquardt öğrenme algoritması modeli kullanılmıştır. Deneysel veriler yapay sinir ağları ile tahmin edilen sonuçlarla % 99 oranında uyumlu çıkmıştır. Yapay sinir ağları tahmin modeli zaman kaybını azaltmak ve deneysel sonuçları desteklemek için kuvvetle önerilir.*

***Anahtar sözcükler****: Yapay Sinir Ağları, Ondüleli Borular, Sürtünme Katsayısı*

# INVESTIGATION OF FRICTION COEFFICIENT IN CORRUGATED PIPES WITH ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS

***Bahadır Birecikli*[*1]***
[1]Batman University, Technical Sciences Vocational School, Natural Gas and Installation Technology Program, Batman-Turkey, bahadir.birecikli@batman.edu.tr
[*] Corresponding author: bahadir.birecikli@batman.edu.tr

***Abstract:*** *In this study, hydrodynamics of water flow in corrugated pipes with circular cross-section were studied experimentally. By using this type of pipes, it is aimed to reduce the investment costs by determining the parameters that maximize the head losses in the flow in the transport of wastewater on inclined lands. Especially corrugations tend to cause irregularity in the flow. Parameters such as the amplitude of the corrugation, the length of the corrugation, the number of corrugations, the number of corrugated steps in the flow along a channel create irregularities in the flow and they significantly change the head loss and friction.*

*The main purpose of this study was determination of parameters which make head loss maximum at various flow rate and pipe diameter. Three corrugated pipes with various diameters have been employed in pipe flow, pressure loss between inlet-outlet of the system and Darcy friction factor have been found at various flow rates. Based on experimental data, the relationship between Reynolds number "Re" and Darcy friction coefficient "f" for pipe flow is shown graphically. According to the results obtained, the head losses due to friction were examined and it was seen that the results were compatible with the literature. Researchers working in corrugated pipe flow (non-gravity flow) can use the experimental results obtained in their studies to examine the friction coefficient. Levenberg-Marquardt learning algorithm model was used in artificial neural networks to estimate friction factor. Experimental data were 99% consistent with the results estimated by artificial neural networks. Artificial neural networks estimation model is heavily recommended to reduce time loss and to support experimental results.*

***Keywords:*** *Artificial Neural Networks, Corrugated Pipes, Friction Factor*

## 1. Giriş

Boru akımlarında enerji kayıpları iki şekilde olmaktadır. Sürekli kayıplar ve bölgesel kayıplardır. Sürekli kayıplar, akışkan ile boru iç çeperleri arasındaki sürtünmeden dolayı meydana gelen kayıptır. Sürtünmenin neden olduğu kayıplar akışkan sistemde dolaşırken, sistemin cidarları ile sürtünme halinde olduğu için basınç düşmesi meydana gelmektedir. Bölgesel kayıplar ise akışkanın akmakta olduğu borunun boyut ve şeklinin değişmesi veya akışkan yolu üzerindeki hidrolik elemanlar üzerinde meydana gelen kayıplardır.

Boru boyunca olan ondüleler akışa düzensizlik kazandırma eğilimindedirler. Akışta ondüle genliği, ondüle uzunluğu, ondüle adedi, ondüle adım sayısı gibi parametreler akışta düzensizlikler oluşturur, basınç kaybı ve sürtünmeyi önemli oranda değiştirmektedirler. Ondüleli borularda sürtünme katsayısının belirlenmesi, farklı debilerde boru boyunca oluşan basınç kaybı ölçülerek yapılmaktadır.

Ondüleli borular; kanalizasyon şebeke hatları, yağmur suyu hatları, tarımda istenmeyen suların uzaklaştırılmasında, karayollarının banket drenajında, temelinde su bulunan binaların temel suyunun atılmasında kullanılmaktadırlar.

Wang vd., [1] dalgalı yüzeyli kanallardaki akışı nümerik olarak incelemişlerdir. Dalgalı kanaldaki sürtünme faktörü, daimi akış bölgesinde paralel-plakalı kanala göre hemen hemen iki kat daha fazla olduğu bulunmuştur. Geyer vd., [2] bir trapezoid kanaldaki akış yapısını incelemişlerdir. Bu tip kanalda basınç kaybında önemli bir artış olduğu tespit edilmiştir. Yang vd., [3] değişken kavisli eğimli bir boruda basınç düşümü ve sürtünme faktörünü deneysel olarak incelemişlerdir. Sürtünme faktörü, düz bir boruya göre daha yüksek olduğu bulunmuştur. Fischer vd., [4] ondüleli borularda tam gelişmiş laminer akışta sürtünme faktörünü incelemişlerdir. Sürtünmeden dolayı oluşan basınç kaybının kesit alanına ve Reynolds sayısına bağlı olduğu belirlenmiştir. Li vd., [5] dalgalı oval bir boruda oluşan sürtünme katsayısı sonuçlarını deneysel ve nümerik olarak incelemişlerdir. Nümerik sonuçlarla deney sonuçları hemen hemen birbirine yakın çıkmıştır. Afroz vd., [6] balıksırtı mikro kanatlı bir boruda basınç kaybı ve sürtünme faktörünü deneysel olarak incelemişlerdir. Balıksırtı

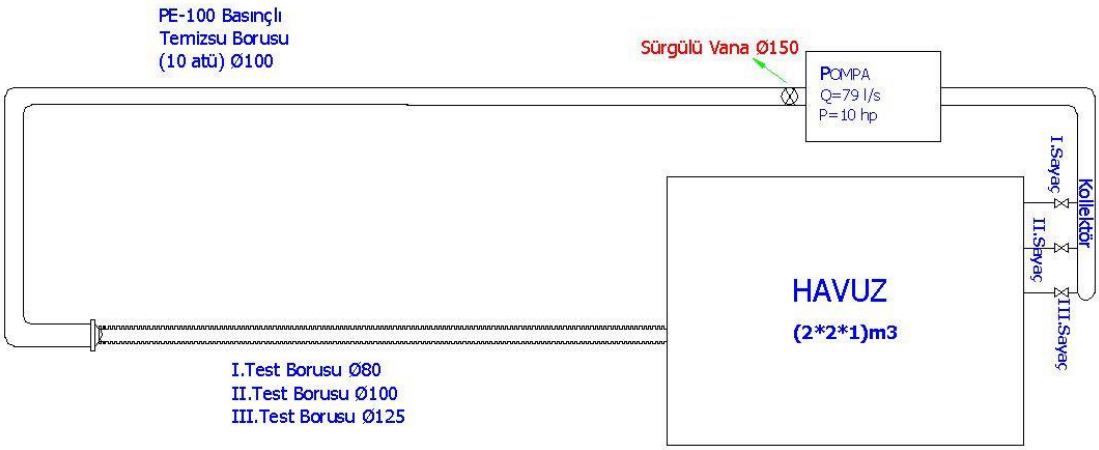
mikro kanatlı borudaki basınç kaybının helisel boru ve düz boruya göre oldukça yüksek çıktığı görülmüştür. Dong vd., [7] ondüleli bir boruda türbülanslı akışta sürtünmeden dolayı oluşan basınç kayıplarını incelemişlerdir. Sürtünme faktörünün düz boruya göre oldukça fazla olduğu belirlenmiştir.

Bu çalışmanın amacı, farklı debilerde ondüleli borularda basınç kaybı ve sürtünme katsayısındaki ilişki deneysel olarak araştırılmıştır. Deney sonuçları yapay sinir ağları metodu ile tahmin edilmiştir, Yapay sinir ağları tahminleri, deneysel verilerle büyük bir uyum sağlamıştır.

## 2. Yöntem

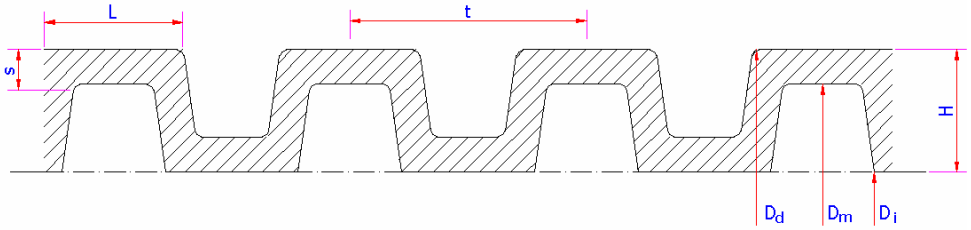
### 2.1. Deneysel Çalışma

Deney tesisatında 10 hp gücünde, 79 ($l$ / $s$) sabit debili bir pompa, Ø-150 sürgülü bir vana, su sayaçları, kollektör, 10 atülük PE-100 basınçlı temiz su borusu, Fıratboru İnşaat Malzemeleri Sanayi ve Ticaret Ltd. Sti.'den temin edilen "Ø-125, Ø-100, Ø-80" lik ondüleli borular ve 2$x$2$x$1 $m^3$ lük su tankı kullanılmıştır (Şekil 1).




Şekil 1. Deney tesisatının üst görünüşü

Tesisat kapalı bir çevrimde çalışmaktadır. Havuzda mevcut sıvı akışkan önce sayaçlardan sonra kollektörden geçerek pompa emiş ağzına çekilir. Akışkan, pompaya bağlı sürgülü vana vasıtasıyla sistemdeki debi ayarlanarak PE-100 basınçlı temiz su borusuna basılır. Test borusundan (ondüleli boru) geçirilen akışkan tekrar havuza dökülür. Deneyde akışkan olarak oda şartlarında su kullanılmıştır. Deney tesisatında kullanılan ondüleli boru kesiti Şekil 2'de gösterilmiştir.




Şekil 2. Ondüleli boru kesit resmi

Deneysel çalışmada üç farklı çapta ondüleli boru kullanılmıştır. Boru kalınlığı sabit olup 0,5 cm dir. Ondüleli borulara ait geometrik ölçüler Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo I. Ondüleli boru geometrik ölçüleri (cm)

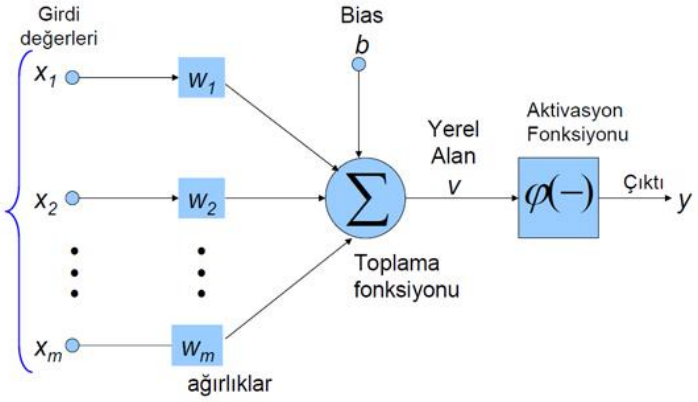
| **Anma Çapı Ø** | **$D_d$** | **$D_i$** | **H** | **t** | **L** | **s** | **$D_m$** $(D_d + D_i)/2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **80** | 80 | 71,5 | 4,2 | 7,401 | 3,5 | 0,5 | 75,75 |
| **100** | 100 | 91,5 | 4,2 | 7,686 | 4,09 | 0,5 | 95,75 |
| **125** | 125 | 115,5 | 5 | 7,9707 | 4,22 | 0,5 | 120,25 |

Deneylerde, önce pompa devreye alınır sonra akışkan debisi ayarlanarak veriler alınmaya başlanır. Sırasıyla akışkan debisi pompa girişindeki su sayaçlarından, test borusundaki basınç kaybı ise piezometrik borulardan okunur. Daha doğru sonuçlar elde etmek için; deneyler aynı şartlar altında tekrarlanarak deneysel ölçümlere devam edilir. Aynı işlemler sırasıyla diğer çaptaki borular içinde yapılarak deneyler sonuçlandırılır.

### 2.2. Yapay Sinir Ağları

Yapay sinir ağları (YSA), beynimizdeki biyolojik sinir ağlarından esinlenmiştir. İnsan beyni, aralarında yaklaşık 100 trilyon bağlantı bulunan yaklaşık 100 milyar nörondan oluşur. Girdi bilgisi her nörona karşılık ya kapalı ya da açık durumda verilir. Ara bağlantılar, pozitif güçlendirme kavramı üzerinde çalışır [8]. Karmaşık matematiksel kurallar yerine yapay sinir ağları kullanılarak birçok mühendislik problemi kolaylıkla çözülebilir [9].

En temel yapay sinir ağı, girdi (input), çıktı (output) ve gizli (hidden) olmak üzere üç katmandan oluşur. Tüm katmanlar arasındaki bağlantı ağırlıklarla sağlanır. Şekil 3'te görüldüğü gibi tüm girdiler bu ağırlıklarla çarpılarak bir merkezde toplanmıştır.




Şekil 3. Bir nörona ait blok diyagram modeli [10]

Öğrenmenin ilk adımı aktivasyon olarak tanımlanabilir. Sinir hücresine giren sinyallerin toplamı, toplam sinyal hücreyi ateşleyecek ve eşik değerini aşacak kadar yüksekse, o zaman hücre aktiftir (y = 1), aksi halde bu durumda hücre pasiftir (y = 0). Yapay sinir ağına ait aktivasyon

fonksiyonları vardır. Günümüzde genellikle Sigmoid fonksiyonu kullanılır. Sigmoid aktivasyon fonksiyonu, sürekli ve türetilebilir bir fonksiyondur. Bu fonksiyon 0 ile 1 arasında bir değer üretmektedir.

Literatürde çok sayıda eğitim algoritması bulunmaktadır. Hesaplanan eğitim algoritması ile ilgili olarak, ağ çıktısı ile istenen çıktı arasındaki hata, hata azalana kadar ağın ağırlıklarını değiştirmek için geriye doğru yayılır. Aşağıdaki formülle bir nöron tanımlanır:

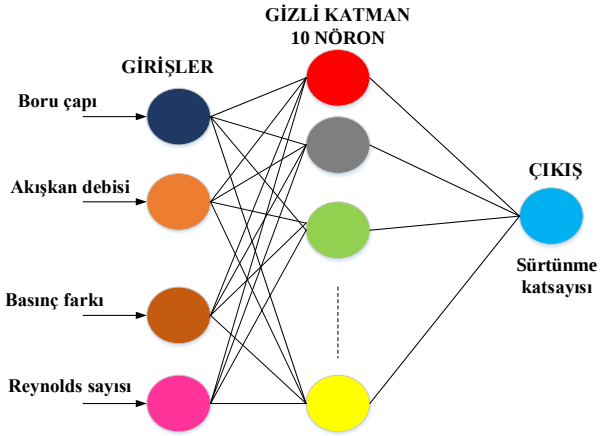
$$o = F\ x\ f(wx + b) \tag{1}$$

*"w"* ağırlıkları *"x"*, girdileri, *"b"* ise sapmayı tanımlar. Sapma girişlerinin amacı, aktivasyon fonksiyonunun kökenini dengelemektir. Transfer fonksiyonu aşağıdaki denklemle tanımlanır:

$$net = \sum_{i=1}^{n} w_i, x_i + b \tag{2}$$

Bu çalışmada kullanılan yapay sinir ağı modeli, dört nöronlu bir giriş katmanı, bir nöronlu çıkış katmanı ve on nöronlu bir gizli katman olarak tasarlanmıştır. Modellenen ağı eğitmek için Levenberg - Marquardt algoritması kullanılmıştır. Deneyden elde edilen veriler eğitim, doğrulama ve test olmak üzere üç bölüme ayrılmıştır. Deney sonucunda elde edilen test verileri kullanılarak bir sinir ağı modeli kurulmuş, eğitilmiş ve test edilmiştir.

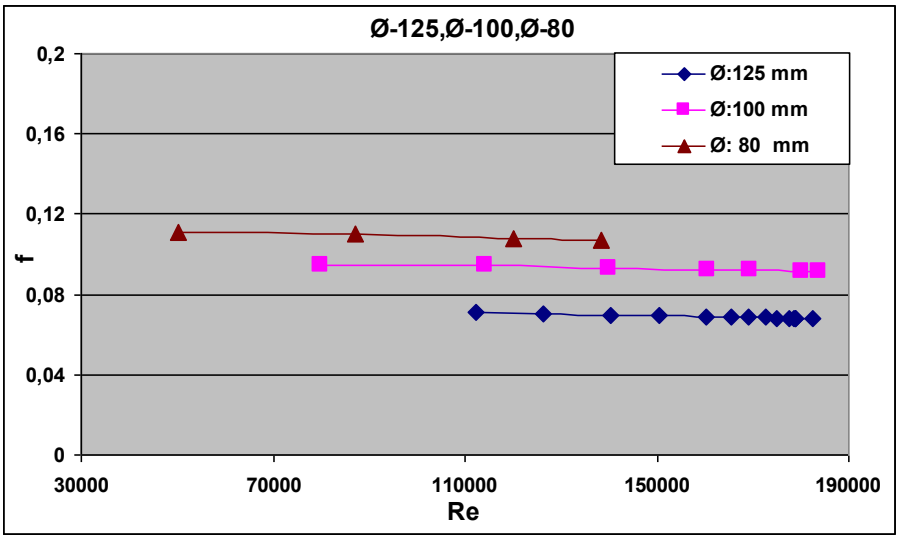
Yapay sinir ağı modelinde giriş değişkenleri olarak boru çapı, debi, basınç farkı ve Reynolds sayısı, çıkış değişkeni olarak Darcy sürtünme katsayısı kullanılmıştır. Şekil 4'te dört girdi ve bir çıkıştan oluşan yapay sinir ağı görülmektedir.




Şekil 4. Yapay sinir ağı modeli

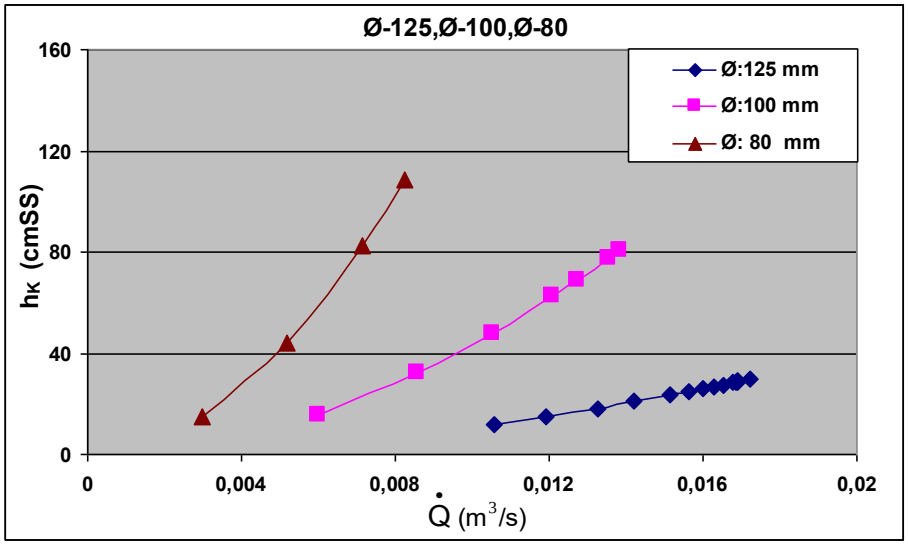
## 3. Bulgular

Üç farklı çapa ait borular karşılaştırıldığında, sürtünme katsayısının en küçük çaplı boruda daha yüksek çıktığı bu da; sürtünme katsayısının Reynolds sayısıyla beraber boru çapının da bir fonksiyonunun olduğunu göstermektedir (Şekil 5).




Şekil 5. Sürtünme katsayısı (f) ve Reynolds sayısına (Re) ait deney sonuçları

Yük kaybı, akış hızının karesiyle doğru orantılı bir şekilde artmaktadır. Bu artışın en küçük çaplı boruda daha yüksek olduğu görülmektedir (Şekil 6).

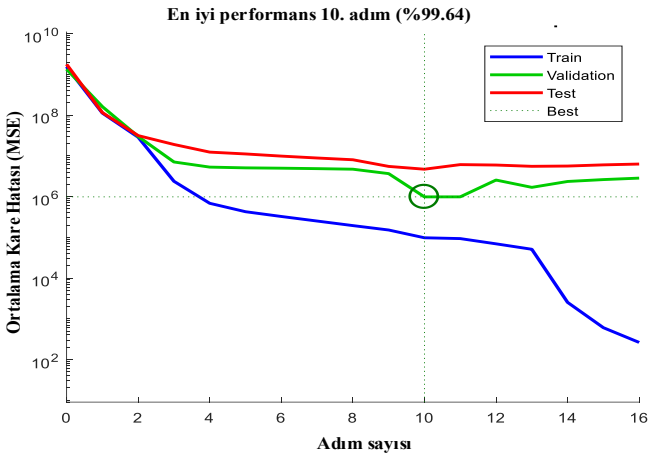



Şekil 6. Yük kayıp katsayısı ($h_k$) ve Akışkan debisine ($\dot{Q}$) ait deney sonuçları

Yapay sinir ağları metodunda, 48 deneysel veriden 34'ü eğitim için, doğrulama ve test için ise sırasıyla 7 değer kullanılmıştır. Yapay sinir ağı tahmin modelinin verimliliğini değerlendirmek için MSE hesaplanmıştır. MSE (mean square error), ortalama kare hatası olarak tanımlanır. Ortalama kare hata bir regresyon eğrisinin bir dizi noktaya ne kadar yakın olduğunu söyler. MSE, bir makine öğrenmesi modelinin, tahminleyicinin performansını ölçer, her zaman pozitif değerlidir ve aşağıdaki denklemle hesaplanır.

$$MSE = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}\binom{n}{k}(t_i - td_i)^2 \qquad (3)$$

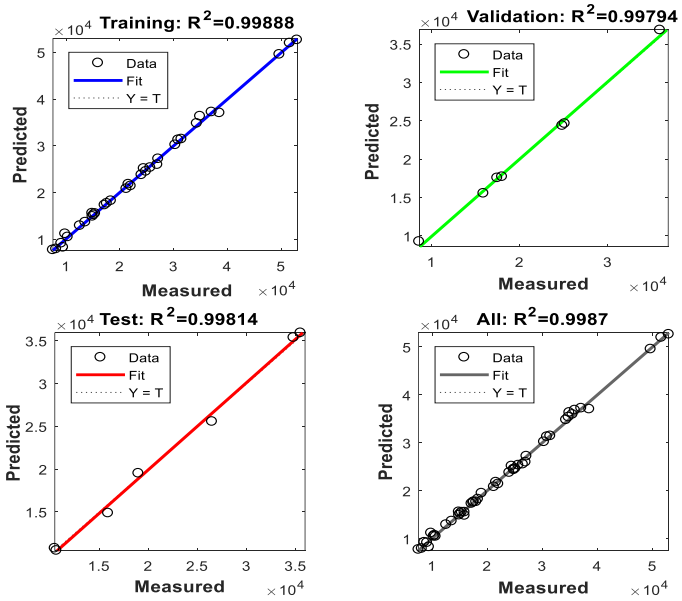
burada $t_i$ deneyin ölçülen değeri, $td_i$ tahmini değer ve N ise toplam numune sayısıdır. Yapay sinir ağının eğitilmesi, hedeflenen MSE değerine ulaşıldığı 10 adım sonra kapatılmıştır. Yapay sinir ağı yinelenmesine bağlı olarak ortalama kare hatası Şekil 7'de gösterilmiştir.




Şekil 7. Ortalama kare hatası (MSE) grafiği

Levenberg-Marquardt algoritmasını kullanan yapay sinir ağlarında sürtünme katsayısı tahmin edilmiştir. Test, doğrulama ve eğitim verileri için yapay sinir ağı modeli kullanılarak tahmin edilen değerler, yüzde hata oranları ve ölçülen değerler belirlenmiştir.

Yapay sinir ağında tahmin edilen değerler, çok düşük yüzdeli hatalar olduğu görülmektedir. Bu hata oranları, sürtünme katsayısı değerlerini tahmin etmek için oldukça tatmin edici olduğu tespit edilmiştir. Yapay sinir ağının etkili bir şekilde mantıklı sonuçlar ürettiğini ve sürtünme katsayısı modelinde makul bir güvenilirlik ve doğruluk oranına sahip olduğu Şekil 8'de görülmektedir.




Şekil 8. Deneysel değerler ile tahmin edilen değerler arasındaki ilişkiyi gösteren grafikler

Şekil 8'de ANN tarafından sürtünme katsayısı tahmininde eğitim veri seti, doğrulama veri seti ve test veri seti için $R^2$ değerleri sırasıyla 0.998, 0.997 ve 0.998 olarak çıkmıştır.

## 4. Sonuç

Bu çalışmada, boru akımında (cazibesiz akış) darcy sürtünme katsayısının Reynolds sayısıyla değişimi deneysel olarak incelenmiştir. Ondüleli borularda Reynolds sayısının artmasıyla darcy sürtünme katsayısının azaldığı görülmüştür. Sürtünme katsayısı en küçük çaplı boruda daha yüksek çıkmıştır. Yüksek Reynolds sayılarında darcy sürtünme katsayısı değişiminin daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Boru çapındaki azalma yük kaybını arttırmakta buna bağlı olarak sürtünme katsayısında önemli derecede bir artış meydana getirmekte olduğu görülmüştür.

Deneysel veriler, tahmin edilen değerlerle karşılaştırılmıştır. Deneysel veriler yapay sinir ağları ile tahmin edilen sonuçlarla % 99 oranında uyumlu çıkmıştır. Tahmin edilen değerler hatanın kabul edilebilir sınırlar içinde olduğunu göstermektedir. Yapay sinir ağları metodunun tahmini oldukça iyidir ve zaman kaybını azaltmak ve laboratuvar deneylerini desteklemek için kuvvetle tavsiye edilir.

## 5.Kaynaklar

**[1]** Wang C.; Chen C. Forced convection in a wavy-wall channel. International Journal of Heat and Mass Transfer. 2002, 45:2587-2595.

**[2]** Geyer P.; Fletcher D.; Haynes B. Laminar flow and heat transfer in a periodic trapezoidal channel with semi-circular cross-section. International Journal of Heat and Mass Transfer. 2007, 50:3471-3480.

**[3]** Yang R.; Chiang F. An experimental heat transfer study for periodically varying-curvature curved-pipe. International Journal of Heat and Mass Transfer. 2002, 45:3199-3204.

**[4]** Fischer L.; Martin H. Friction factors for fully developed laminar flow in ducts confined by corrugated parallel walls. International Journal of Heat and Mass Transfer. 1997, 3:635-639.

**[5]** Li B.; Feng B.; He Y. Experimental study on friction factor and numerical simulation on flow and heat transfer in an alternating elliptical axis tube. Applied Thermal Engineering. 2006, 26:2336-2344.

**[6]** Afroz, H.; Miyara A. Friction factor correlation and pressure loss of single-phase flow inside herringbone microfin tubes. International Journal of refrigeration. 2007, 0140-7007:1-8.

**[7]** Dong Y.; Huixiong L.; Tingkuan, C. Pressure drop, heat transfer and performance of single-phase turbulent flow in spirally corrugated tubes. Experimental Thermal and Fluid Science. 2001, 24:131-138.

**[8]** Amayreh L.; Saka M. Failure load prediction of castellated beams using artificial neural networks. *ASIAN J. Civ. Eng. (Build. Hous.). 2005,* 6 (1–2) 35–54.

**[9]** Uçkan I.; Yılmaz T.; Hürdoğan E.; Büyükalaca O. Development of an artificial neural network model for the prediction of the performance of a silica-gel desiccant Wheel. *Int. J. Green Energy*. 2014, 12 (11) 1159–1168.

**[10]** VBO Veri Bilimi Okulu, https://veribilimiokulu.com

# SİBER SALDIRILARIN ULUSLARARASI GÜVENLİĞE ETKİSİ: ESTONYA ÖRNEĞİ

***Büşra SEL*[1]***
[1]Selçuk Üniversitesi, Yüksek Lisans Öğrencisi, Konya-Türkiye, busrasssel@gmail.com
[*] Sorumlu Yazar: busrasssel@gmail.com

***Özet:*** *Bu çalışma temel olarak siber uzayın anarşik ve anonim doğasından kaynaklanan güvensizlik durumuna işaret etmektedir. Siber uzay tıpkı uzay gibi sonsuz, sınırsız ve dinamik bir sahadır. Aynı zamanda devletlerin territoryal sınırlarına takılmadan küresel bir ağ örüntüsü kurması, bu alanı cazip kılmasının yanı sıra bir güvenlik açığı ortaya çıkmasına sebebiyet vermektedir. Uzun süre devletler tarafından alçak politika olarak kabul gören siber uzay, bugün gelişmiş teknolojiye sahip tüm devletler adına yüksek politika listesine dahil olabilmiştir. Nitekim günümüzde devletler birer siber güç olma yarışına girmiş hale gelmişlerdir. Bunun açık örneğini ise çalışmanın ana hususunu oluşturan Estonya saldırısında, Rusya'nın siber uzaydaki etkinliğini artırma güdüsü ve siber uzayı bir politik aracı olarak kullanmasında görülmektedir. Fakat uluslararası ilişkilerdeki güç yarışı ile siber uzay sahasındaki rekabet aynı koşullarda ilerlememekte, siber saldırılar ya da bugün siber savaş adı verilen olgular mevcut çatışmaları daha da karmaşıklaştırmaktadır. Siber saldırının bir failinin olmaması ulusal ya da uluslararası sorumluluğu da doğrudan kaldırmakta bu da başka problemleri doğurmaktadır. Siber güvensizlik olarak ifade edilen söz konusu durum, siber uzayın çok merkezli doğasından gelmekte ve tam olarak önüne geçilmesi, güvenli bir yaşam alanı sunması pek mümkün gözükmemektedir. Diğer yandan bu çalışma, Estonya saldırısı örneğinden yola çıkarak siber uzaya bağımlılık seviyesiyle, yine bu sahadan gelebilecek bir saldırı karşısında doğru orantılı olarak etkilenileceği sonucuna varmaktadır.*

***Anahtar Sözcükler:*** *Siber Uzay, Siber Saldırı, Siber Güvensizlik, Estonya Saldırısı.*

# IMPACT OF CYBER ATTACKS ON INTERNATIONAL SECURITY: THE CASE OF ESTONIA

***Büşra SEL*[1]***
[1]Selçuk University, Graduate Student, Konya-Turkey, busrasssel@gmail.com
[*] Corresponding author: busrasssel@gmail.com

***Abstract:*** *This study points to the state of insecurity arising from the anarchic and anonymous nature of cyberspace. Cyberspace is an infinite, unlimited, and dynamic field just like space. At the same time, the fact that states establish a global network pattern without getting stuck in their territorial borders makes this area attractive, as well as causing a security vulnerability. Cyberspace, which has been accepted as a low policy by states for a long time, has been included in the high policy list on behalf of all states with advanced technology today. A clear example of this is seen in the Estonian attack, which is the main subject of the study, Russia's motivation to increase its effectiveness in cyberspace, and its use of cyberspace as a political tool. However, the power race in international relations and the competition in the cyberspace field do not progress under the same conditions, cyber-*

*attacks or the phenomena called cyber warfare today complicate the current conflicts even more. The absence of a perpetrator of the cyber attack also directly removes national or international responsibility, which creates other problems. This situation, which is expressed as cyber insecurity, comes from the polycentric nature of cyberspace and it does not seem possible to completely prevent it and offer a safe living space. On the other hand, this study, based on the example of the Estonian attack, concludes that the level of dependence on cyberspace will be directly proportional to an attack that may come from this field.*

***Keywords**: Cyberspace, Cyber-Attacks, Cyber Insecurity, Estonian Attack.*

## 1-Giriş Yerine: Kavramsal Çerçeve

### 1.1. Siber Uzay

Siber kavramı teknik anlamda bilgisayar ve onların aralarında kurdukları ağların çerçevesinde var olmaktadır. [1] Uzay kavramı ise ona karmaşıklık, derinlik ve anarşi katmaktadır. [2] Siber uzay üzerine uzlaşılmış bir tanım olmamakla birlikte bu kavramı coğrafi sınır engeline takılmadan, ağlar arası etkileşim kurulmasını sağlayan ve denetlenemeyen sanal bir gerçekliği yansıtan bir saha olarak tanımlamak mümkündür. Bu noktada 1969 yılında Soğuk Savaş atmosferinin sonucu olarak doğan ARPANET ile geliştirilen ve milyonlarca ağın birbirleriyle olan etkileşiminden oluşan çok merkezli bir yapı olan internet ortaya çıkmıştır. İnternet ise siber uzayın ana bileşenlerinden birini oluşturmaktadır.

Tim Berners-Lee tarafından 1989 tarihinde World Wide Web (www) geliştirilmesi ve internet kullanımının dünya çapında bir erişime sahip olması siber uzayın anarşik karakterini ön plana çıkartmaktadır. Anarşik yapısının doğal sonucu ise siber-güvensizlik çıktısı olmaktadır. Söz konusu sahada kolektif bir güvenlik buyruğundan yoksun olmasının yanı sıra siber uzay alanı salt jeolojik bağlamda uluslararası değil aynı zamanda jeopolitik düzlemde bir disiplin olarak var olan Uluslararası İlişkiler sahasına da girmesine neden olmaktadır. Nitekim devletler siber uzayın karmaşık yapısından faydalanma [3] politikası takip etmelerinin yanında söz konusu aktörler siber güvensizlikten kendi paylarına düşeni de almaktadırlar.

### 1.2. Siber Güvenlik

Soğuk Savaş atmosferi bünyesinde güvenlik olgusu göz önüne alınarak çok merkezli bir sistemin tasarlanmasıyla meydana getirilen ARPANET askeri rekabet güdüleriyle data akışının hızlandırılması adına geliştirilmiştir. Fakat çok merkezli oluşturulan söz konusu ağlar örüntüsü, siber uzayın kırılgan bir güvenlik zemine oturmasına sebebiyet vermiştir. [4] Siber uzay sahasında güvensizliğin ilk semptomu 1986 tarihinde Cliff Stoll tarafından ARPANET sistemi çerçevesindeki bilgisayarların bir toplama işleminden kaynaklanan bir hatadan kaynaklandığını tespit etmesiyle ortaya çıkmıştır. [5] Siber güvenlik ifadesini ise birbirleriyle ağlarla bağlı olan bilgisayarlar arasındaki bilgiye erişim imkanından kaynaklı güvenlik açığı sonucunda 1990'lı yıllara gelindiğinde bilgisayar mühendisleri kullanmışlardır.

Bunu takip eden süreçte deneyimlenen ilk bilgisayar virüsleri gelirken teknik imkanların gelişmesi ve siber uzayın genişlemesi sonucunda ise siber saldırılar ile bir güvensizlik ağı örülmüştür.

Siber uzay sahasına güvenlik boyutunda bakıldığında bünyesinde barındırdığı anarşik, karmaşık ve güvensizlik nitelikleri dolayısıyla kullanıcılarını teknik bakımından günden güne gelişen siber saldırılara maruz bırakmaktadır. [6] Nitekim güvensizliğin hâkim olduğu siber uzay sahasında gerçekleşen saldırılar ise siber uzayın gelişmesiyle paralel olarak araçlar ve yöntemler bakımından zenginleşmiştir. Bu bağlamda söz konusu sahanın kırılganlığının ilk işaretini 2007 tarihinde Estonya'ya karşı gerçekleştirilen 'siber saldırı' göstermiştir. [5]

### 1.2. Siber Saldırı

Siber uzay sahasının anarşik yapısı ve güvensizlik çıktısına bağlı olarak bünyesinde çeşitli tehditleri barındırdığı sonucuna ulaşılabilmektedir. Peki söz konusu tehditlerin aktörleri ve hedefleri kimlerdir? sorusuna ise aktörlerin anonimliği sayesinde kimliklerinin tespit edilememesi cevabı verilirken, hedef öznelerin listesi de oldukça kabarıktır. Hedef kitle -ki bunlara siber kurbanlar da denilebilir- siber sahası üzerindeki tüm özneleri listeye dahil edilmektedir. Bireyler, şirketler, kurumlar ya da devletler gibi tüm kullanıcılar siber tehditlerin olası öznesi konumundadırlar.

Bir siber saldırı[1] yöntem olarak siber uzayın fiziksel altyapısını hedef alarak bilgisayarlar kablo bağlantıları ya da tesislere yönelik olabilmektedir. Bir diğeri yöntem ise linkler ya da programlar vasıtasıyla gerçekleştirilebilen teknik saldırılar olabilmektedir. Saldırıların türleri ise geniş bir yelpaze sunmaktadır. Bunlardan en yaygın olanları virüsler *(viruses)* , kurtçuklar *(worms)* , truva atı *(trojen horse)* , bot klavye takipçisi *(key logger)* , fidye yazılımı *(ransomware*) , casus yazılımı *(spyware)* , reklam yazılımları *(adware)* , sosyal mühendislik *(social engineering)* ve ddos *(distributed Denail of Service Attacks)* saldırılarıdır. [6]

Yukarıda sayılan siber saldırı türlerinden en tehlikelisi DDoS saldırısı olarak bilinmektedir. Nitekim çalışmanın ana hususunu oluşturan Estonya saldırısında kullanılan saldırı türü ise DDoS olmuştur. Bu saldırı türünün temel amacı hedef kitlenin ya da kullanıcının serverının hizmet vermesini engellemektir. Nitekim Estonya'nın tecrübe ettiği durum da tam olarak bu olmuş, serverlar hizmet dışı kalmıştır. [7]

Siber güvensizliğin uluslararası ilişkiler sahasına olan etkisi ve önemini ise NATO güvenlik danışmanı Rex Hughes tarafından "Yakın gelecekte çıkabilecek büyük bir savaşta ilk mermi internette atılacaktır" sözü açıklamaktadır. [8] Nitekim siber uzay 2016 tarihindeki Varşova'da gerçekleştirilen zirvede ise bir savaş sahası olarak adlandırılmıştır. [9] Siber tehditler ve saldırılar bugün ciddi bir noktaya evrilerek bir beşinci savaş boyutu[2] olarak karşımıza çıkmaktadır. Uluslararası arenada ise NATO tarafından siber güvenlik alanında önemli bir misyon edinme çabası [10] ve BM tarafından sahanın güvenilirliğinin artırılması adına girişimler mevcut olsa da bu uğraşların önünde bir handikap vardır, nitekim bu da siber uzayın anarşik doğası olmaktadır.

Tüm bu noktalardan hareketle siber saldırıların devletlerin territoryal sınırlarını aşındırabileceği ve ulusal ya da uluslararası güvenliğe halel getirebileceğini odak noktası olarak ele alan bu çalışma ilk

[1] Siber saldırılar literatürde *malicious software* anlamına gelen '*malware'* kavramı ile de kullanılabilmektedir.
[2] Savaş olgusunun vücut bulduğu kara, hava, deniz ve uzay sahalarına bugün siber uzay beşinci savaş boyutu olarak literatüre geçmiş bulunmaktadır.

olarak Estonya saldırısı incelenmiş akabinde ise Estonya saldırısından siber güvenliğe dair çıkarsanabilecek siber saldırıların failden yoksun olmalarından kaynaklı olarak uluslararası sorumluluğun işlememesi ve devletler tarafında siber uzayın bir politika aracı olarak görülmesi gibi noktalar irdelenmiştir.

**2-"Siber Uzaydaki İlk Savaş": 2007 Estonya Saldırısı**

2007 yılında Estonya'ya yönelik Rusya tarafından gerçekleştirildiğine dair yaygın kanı olan siber saldırı hem siber uzay literatüründe hem de Uluslararası İlişkiler literatüründe geniş bir yer kaplamaktadır. Estonya saldırısı bir devlete bu yoldan verilen kayda değer bir zarar olduğundan dolayı siber saldırı ve uluslararası ilişkiler bakımından bir kırılma noktası olarak görülmektedir. [11] Nitekim bu saldırıyı New York Times 'siber uzaydaki ilk savaş' olarak tarihe not ederken Estonya Siber Savunma Koordinasyon Komitesi Başkanı bunu 'terörizm' olarak nitelendirmiştir. [12]

Estonya'ya gerçekleştirilen saldırı siber saldırı türlerinden en hasar verebilecek olan DDoS saldırı yöntemi kullanılmıştır. DDoS saldırısı hedef ağın olağan seyrini bozmaya yönelik bir saldırı girişimidir. Hedef ağın kullanıcılarının ağa erişimini önleyerek hizmetin sağlanmasını engellemektedir. Bu saldırı türünün maliyetinin düşük olmasının yanı sıra etkisinin fazla ve failinin bulunamıyor olması saldırgan için bu yöntemi seçmesinde yeterli bir neden olarak gözükmektedir. Aynı zamanda DDoS saldırısı siber savaşlarda ya da siber terörizm gibi eylemlerde en sık tercih edilen saldırı türüdür. [13] Nitekim Estonya'ya gerçekleştirilen bu saldırının da failinin kanıtı bulunmamakta fakat Estonya bu saldırganın Rusya Federasyonu olduğunu iddia etmektedir.

Estonya saldırısında saldırının faili olarak Rusya işaret edilip yaygın olarak da kabul görmesinden kaynaklı olarak bu siber saldırının ideolojik kasıtlarla yapıldığı sonucu çıkarılabilmektedir. [10] Estonya bu saldırının faili olarak Rusya'yı işaret etmesinde birden fazla nedene dayandırmaktadır. İlki geçmişten gelen bir ideolojik çatışma yani Rus milliyetçiliğidir. İkinci Dünya Savaşı'na dayanan dönemde Sovyetler Birliği Estonya'ya politik güdülerle Rus vatandaşlar göndererek ülkenin demografik düzenini Rus kökenlilerin lehine dönmesini sağlamıştır. Soğuk Savaş'ın sonunda Estonya kendisinden beklenilenin aksine bünyesindeki Rus kökenli kesime vatandaşlık vermeye yanaşmamasıyla iki ülke arasında çekişmeli bir ilişkinin doğmasına sebebiyet vermiştir. [11] Bir diğeri Estonya meclisinin Estonya'nın başkenti Tallin'deki Sovyetler Birliği mirası olan Bronz Asker Anıtı'nın kaldırılması kararıdır. Nitekim Estonya kararı takip eden günlerde söz konusu saldırıyı deneyimlemiştir. Bir diğer işaret ise Putin iktidarından gelen IP adreslerini işaret eden ağlar olduğu belirtilmesidir. [14]

Anıtın kaldırma kararının ertesinde Estonya 30 Nisan 18 Mayıs 2007 tarihleri arasında yoğun bir siber saldırıya maruz kalmıştır. Yapılan DDoS saldırısıyla ülkede ağa bağlı tüm sistemi etkisiz hale gelmiştir. Çeşitli sektörel hizmetleri bu zeminden veren ülkenin olağan seyri bozulmuş ve hizmet veremez hale gelmiştir. Estonya bu saldırının önüne geçmek adına ağların yurtdışı bağlantılarını kesmiş fakat ülkenin normal seyrine dönmesi yaklaşık bir ay gibi bir süreyi almıştır. [15] Estonya halkının internete bağlı gündelik yaşamı, devlet kurumların sistemleri ve bankacılık ve mali işler söz konusu saldırıdan kayda değer oranda etkilenmiştir fakat ülkenin alt yapısına ya da ağlar sistemi fiziksel olarak hasar görmemiştir. Saldırı esnasında ağ sistemi neredeyse çökme durumuna geldiğini gören Estonya NATO'dan yardım talep etmiş ve NATO tarafından Tallin'de NATO *(Cooperative Cyber Defence Centre of Excellence)* (CCDCOE) Siber Savunma Mükemmeliyet Merkezi kurulmuştur. Estonya halkı

bu saldırıdan duydukları rahatsızlıklar ve zararlardan dolayı gösteriler yapmışlardır. Hem devlet kurumlarının internet sistemi hem halkın gördüğü bu zarardan sonra Estonya bu durumun politik güdülerle gerçekleştirildiği ve ülkenin bağımsızlığına ve kimliğine karşı bir tehdit olduğunu belirtmişlerdir. Estonya bilgi iletişim bilimcisi Linnar Viik siber uzayın yalnızca sanal bir dünya olmadığını bunun bağımsızlığın bir bileşeni olduğunu ve bu saldırının da bu olgulara saldırmak olduğunu belirtmiştir. [16]

Peki neden Rusya bu karar üzerine Estonya'ya gerekli karşılığı uluslararası ilişkiler zemininde alışılagelmemiş olan siber zemininden vermeyi tercih etmiştir? sorusunun altında Estonya'nın bu dönemde siber uzay sahasında en gelişmiş devletlerin başında gelmiş olması yatmaktadır. Ülke halkının %60'ı gereksinimlerini internet üzerinden görmekte internet bankacılığı işlemlerin %96 gibi çok ciddi bir orandaysa internet üzerinden gerçekleştirilmektedir. En çarpıcı olanı ise Estonya 2005 yerel seçimlerde dünya üzerinde ilk defa internet üzerinden oy kullanabilme hakkını kamuoyuna sunarak online seçim yapılmış olmasıdır. [17] Siber uzaya yüksek derecede bağımlılık ve aktif kullanım Rusya'nın Estonya'yı bu zeminden vurmasına neden olmuştur.

## 3- Sonuç Yerine: Estonya Saldırının Siber Uzaya Dair Bıraktığı Miras ve Çıkarsanabilecek Dersler

Estonya saldırısı uluslararası ilişkilerdeki güvenlik paradigmasını derinden sarsan bir noktayı oluşturmaktadır. Nitekim devletler arası çatışmaların yada uzlaşmazlıkların karşılık bulduğu zeminin siber uzay olması alışılagelinmiş bir durum olmamaktadır. Estonya saldırısı bir devletin egemenliği ya da sahip olduğu diğer olguların iyi bir siber uzay kullanıcısı tarafından korkutulabileceği gerçeğini ortaya çıkmaktadır. [18] Bununla birlikte bu saldırı siber güvenliğin ne denli önemli olduğunu bir kez daha açığa çıkartırken devletlerin bu konuda tıpkı diğer kullanıcılar gibi savunmasız olduğu da ortaya çıkmaktadır. Bahsedildiği üzere NATO siber saldırılara karşı savunma mekanizmasında mühim bir rol oynamıştır. CCDCOE'nin çalışmalarıyla NATO üyesi ülkeler arasında siber güvenlik konusunda işbirliğinin sağlama girişimleri, eylem planların hazırlanması ve siber uzay literatüründe çalışmaların artması gibi siber güvenlik zeminine gereken önemin ve ağırlığın verilmesi gibi olumlu bir çıktısı da olmuştur. [19]

Rusya saldırıyı gerçekleştirirken yeni bir metot üretmemiş, siber uzayda halihazırda mevcut bulunan saldırı yöntemlerinden olan ddos tekniğini kullanarak gerçekleştirmiştir. Fakat bu saldırıyı istikrarlı ve yoğun seviyede tutarak ağlarla çevirili olan Estonya ülkesinin yaşamını bozmayı başarabilmiştir. Bu noktadan anlaşılıyor ki bir siber saldırı herhangi bir siber uzay kullanıcısının yanı sıra bir devletin territoryal sınırlarına bile takılmadan hizmetlerin işleyişini aksatabilir ve hedeflenen zararı verebilir. Nitekim Estonya saldırısını takip eden dönemde diğer devletler de bir DDoS saldırısının güvenliğe verebileceği zararı görmüş ve gelişmiş siber teknolojilerine sahip olan tüm devletleri tedirgin etmiştir. [20] Saldırıyı gerçekleştiren öznenin Rusya olduğuna dair somut bir delil olmaması ise siber uzayın anonimliğini göstermekte bu da siber güvensizliği iki kat daha güvensiz hale getirmektedir.

İnternet kullanımının dünya çapında yaygınlaşması ve siber uzay sahasının bu denli genişlemesi devletlerin güç yarışını bu sahaya taşımasını doğurmuştur. Nitekim Rusya da büyük bir siber güç olmak adına bu alandaki etkinliklerini arttırma güdüsüyle hareket etmektedir. [15]

Siber saldırıların faili kesin olarak bilinmemektedir. Nitekim saldırı akabinde toplanan NATO, Estonya'ya yönelik saldırının Avrupa ve ABD üzerinden yapıldığını tespit etmiştir. Bu ise Rus hackerlar tarafından daha önceden ele geçirilen zombi bilgisayarların saldırıda kullanıldığını göstermekte ve saldırının failinin kesin olarak bilinmesini engellemektedir. Nitekim bu sahayı güvensiz yapan ana etmenlerden birisi şüphesiz bu noktadır. Siber uzay bahsedildiği üzere anarşik bir doğaya sahip olduğundan devlet sınırları çerçevesinde işlenilen suçun ya da saldırının karşılığında failin ödediği cezaya benzer bir durum mümkün olamamaktadır. Saldırının kesin failinin tespit edilememesi uluslararası hukuk anlamında uluslararası sorumluluğun da öne sürülebilmesine mani olmaktadır. Yani ortada eylem var fakat fail yoksa bu durum siber saldırıları doğası gereği "faili meçhul" bırakmakta ve uluslararası hukukun uygulanabilmesini engellemektedir. Siber saldırının yapılış şekli de kesin olarak bilinmemektedir. Nitekim bir önceki bölümde anlatılan ve Rusya'nın fail olarak belirtildiği süreç yalnızca "en iyi senaryo" olarak itibar görmektedir. Dolayısıyla ihlale dair süreç net olarak ortaya çıkarılamamaktadır. Bu durum da uluslararası sorumluluğun ileri sürülmesine mani olmaktadır. Diğer yandan Uluslararası sorumluluğun olmaması büyük güçlerin Birleşmiş Millet duvarlarını aşmak için kullanmasına sebebiyet vermektedir. Günümüzde içinde yaşanılan BM sistemine göre güç kullanma kesin olarak yasaklanmış ve BM Şartı çerçevesinde istisnai koşullara bağlanmıştır. Dolayısıyla Günümüzde siber orduya sahip devletlerin siber uzayı politik ve askeri bir zemin olarak kullandıkları düşünülürse büyük güçler için siber saldırıların BM sistemini ihlal etmenin bir yolu olarak kullanıldığı sonucu ortaya çıkmaktadır.

Değinilmesi gereken diğer bir unsur ise siber saldırılardan en fazla siber sahada gelişmiş toplumların ya da devletlerin etkileneceği hususudur. Nitekim Estonya ise Avrupa'nın en gelişmiş e-devleti olarak tanımlanan yüksek bağımlılık gösteren bir ülke idi. Nihayetinde ulaşılan çıktılardan birisi de siber sahaya yüksek bağımlılık ile güvenlik açığının doğru orantılı bir grafik çizmesidir. Nitekim bir toplum ya da devlette Estonya örneğinde olduğu gibi kullanıcıların gündelik ihtiyaçlarının internet vasıtasıyla karşılaması, devletlerin hizmet sektörlerini bu sahaya dökmeleri gibi yaşamsal araçların ağlara dayanması bu toplumun ya da devletin bu ağlara bağımlı olması sonucunu doğurmaktadır. Bu noktada devreye giren siber güvensizlik ise olası bir tehditte söz konusu yüksek bağımlı özneleri yüksek bir seviyede sarsabilmektedir.

## 4. Kaynaklar

**[1]** Aslay, F. "Siber Saldırı Yöntemleri ve Türkiye'nin Siber Güvenlik Mevcut Durum Analizi", *International Journal of Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies,* Cilt 1, Sayı, 1, 2017.

**[2]** Sel, B. "Siber Uzayda Toplumsal Sözleşme", *Cyberpolitik Journal*, Cilt 5, No. 10, 2020.

**[3]** Güler, A. "Devletlerin Sınır Güvenliğinin Siber Açıdan Değerlendirilmesi", *Cyberpolitik Journal*, Cilt 4, No. 8, 2019.

**[4]** Lukasik, S. J. "Why The Arpanet Was Build? ", *İEE Computer Society*, 2011.

**[5]** Yener, Z. *Siber Uzay Güvenliği: Ulusal Güvenlik ve Uluslararası Güvenliğe Etkileri*, Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Bursa, 2013.

**[6]** Akyeşilmen, N. *Disiplinlerarası Bir Yaklaşımla Siber Politika ve Siber Güvenlik*, Ankara, Orion Yayınları, 2018.

**[7]** MacGuiness, D. "How a cyber attack transformed Estonia", 2017, https://www.bbc.com/news/39655415 (Erişim Tarihi: 05.02.2022)

**[8]** Hughes, R. B. "NATO and Cyber Defence : Mission Accomplished?", *Atlantisch Perspectief*, Cilt 1, No. 4, 2009.

**[9]** Çelik, S. "Siber Uzay ve Siber Güvenliğe Multidisipliner Bir Yaklaşım", *Academic Review of Humanities and Social Sciences*, Cilt 1, No. 2, 2018.

**[10]** Günay, V. "21. yy. Paradoksu Olarak Siber Uzay ve Uluslararası Hukuk", *Siyaset Bilimi ve Uluslararası İlişkiler Dergisi*, Cilt 1, No. 2, 2019.

**[11]** Ermiş, U. "Bir Güvenlik Sorunu Olarak Siber Uzay", *TASAM*, 2018.

**[12]** Blomfield, Ad. "Estonia Calls For a NATO Strategy on Cyber-Terrorists After Coming Under Attack", *The Daily Telegraph*, 2007.

**[13]** Gürkaynak, M. İren A. A. "Reel Dünyada Sanal Açmaz: Siber Alanda Uluslararası İlişkiler", *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Cilt 16, No. 2, 2011.

**[14]** Anderson, R.; Dombey, D.; Filder, S.; Gorst, I. "US Warns Cyber-Attacks Will Increase", *Financial Times*, 2007.

**[15]** Darıcılı, A. "Rusya Federasyonu Kaynaklı Olduğu İddia Edilen Saldırıların Analizi", *Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi,* Cilt 7, No. 2, 2016.

**[16]** Finn, P. "Cyber Assaults on Estonia Typify a New Battle Tactic", *The Washington Post*, 2007.

**[17]** Ottis, R. "Analysis of the 2007 Cyber Attacks Against Estonia from the Information Warfare Perspective", *In Proceedings of the 7th European Conference on Information Warfare and Security, Plymouth, Reading: Academic Publishing Limited*, 2008.

**[18]** Herzog, S. "Revisiting the Estonian Cyber Attacks: Digital Threats and Multinational Responses", *Journal of Strategic Security*, Cilt 4, No. 2, 2011.

**[19]** Yener, Y. "8. yılında Estonya Saldırılarına Çok Boyutlu Bir Bakış", *Siber Bülten*, 2014.

**[20]** Hansen, L.; Nissenbau, H. "Digital Disaster, Cyber Security, and the Copenhagen School", *International Studies Quarterly*, Cilt 53, 2009.

# YÖNETİM BİLGİ SİSTEMLERİNDE YİNELEMELİ ANAHTAR PERFORMANS GÖSTERGELERİNİN (KPI) GÜNCELLENMESİ

***Yüksel Yurtay* *[1]**
[1]Sakarya Üniversitesi, Bilgisayar ve Bilişim Bilimleri Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Sakarya-Türkiye, yyurtay@sakarya.edu.tr
* Sorumlu Yazar: yyurtay@sakarya.edu.tr

**Özet:** *Yönetim bilgi sistemleri üzerinde performans iyileştirme çalışmaları küresel pazarlardaki artan rekabetin etkisi ile daha da önem kazandı. Küresel pazarlardaki ayak izini derinleştirmek isteyen yöneticiler performanslarını yukarı çekme, sürdürme, gerçek zamanlı kontrol etme ve izleme arayışı içindeler. Bugün, verimliliğin arttırılması ve süreçlerin iyileştirmesi ne kadar önemli ise performans geliştirme çalışmalarıda kurumlar için kritik öneme sahiptir. Karar vericiler performans değerlendirme ve izleme için çoğunlukla ölçülebilir göstergeler tanımlar. Tanımlanan performans göstergeleri kurumsal hedef ve stratejiler ışığında işletme dinamikleriyle birlikte anahtar performans göstergelerini izlenebilir hale getirirler. Kurumsal anahtar performans göstergelerini stratejik, taktik, operasyonel seviyelerde hedefleri izlenebilir ve öncelenebilir kılmak, yapılması gereken ilk aşama olmalıdır. Her seviyede anahtar performans göstergelerinin izlenebilir hale gelmesiyle birlikte kurumsal süreçlerde anlık ölçümleme ve değerlendirme son derece kritik olacaktır. Dolayısıyla, değerlendirilen göstergeler zamanında güncellenir ve değişimi sağlanırsa, rekabetçi pazarlarda kurumların reflekslerini arttıracaktır. Uygulamada beklenti, yönetim sistemlerindeki performans ölçümü ve uygulama pratiği arasında ortaya çıkan zaman kaybının giderilmesi çalışmalarıdır. Teoriden pratiğe yapılan ölçümler sayısal düzlemde tanımlanıp değerlendirilse de, göstergeleri güncelleme/değişim aktivitesinin düzenli ve sürdürülebilir olmadığı bilinmektedir. Çalışmamız, yönetim bilgi sistemi üzerinde tanımlanan performans göstergelerinin dinamik bir şekilde öncelenmesi, değişimi ve uygulamaya geçiş sürecinin iyileştirilmesidir. Makale, performans göstergelerinin yönetim süreçlerinde başarıyı iyileştirmede yazılım ile yeni bir sistematik çözüm sunar. Tanımlanan göstergeler arasındaki güncelleme ve değişim aktivitesi geliştirilen algoritma ile yönetim süreçlerinde performans iyileştirmesine katkıda bulunur. Elde edilen sonuçlar karşılaştırmalı olarak paylaşılır.*

***Anahtar sözcükler**: Anahtar Performans Göstergesi, Yönetim Bilgi Sistemi, Performans İyileştirme.*

# UPDATING OF ITERATIVE KEY PERFORMANCE INDICATORS (KPIs) IN MANAGEMENT INFORMATION SYSTEMS

***Yüksel Yurtay* *[1]**
[1]Sakarya University, Faculty of Computer and Information Sciences, Computer Engineering Department, Sakarya-Turkey, yyurtay@sakarya.edu.tr
* Corresponding author: yyurtay@sakarya.edu.tr

***Abstract:*** *Performance improvement studies on management information systems gained more importance with increasing competition in global markets. Managers who want to deepen their footprint in international markets are looking to improve, maintain, control and monitor their performance in*

*real-time. As important as increasing productivity and improving processes, performance improvement studies have critical importance for institutions. Decision-makers often define measurable indicators for performance evaluation and monitoring. Defined performance indicators make key performance indicators traceable and business dynamics in the light of corporate goals and strategies. Making corporate key performance indicators observable and profitable at strategic, tactical and operational levels should be the first step. With key performance indicators becoming traceable at all levels, instant measurement and evaluation will be critical in corporate processes. Therefore, if the evaluated indicators are updated and changed promptly, it will increase the reflexes of the institutions in competitive markets. The expectation in practice is to eliminate the loss of time that arises between performance measurement in management systems and application practice. Although the measurements made from theory to practice are defined and evaluated on the numerical plane, it is known that the activity of updating/changing the indicators is not regular and sustainable. Our work is to dynamically prioritize, change and improve the implementation process of performance indicators defined on the management information system. The article presents a new systematic solution with software to enhance success in the management processes of performance indicators. The update and change activity between the defined indicators contributes to the performance improvement in the management processes with the developed algorithm. Obtained results are shared comparatively.*

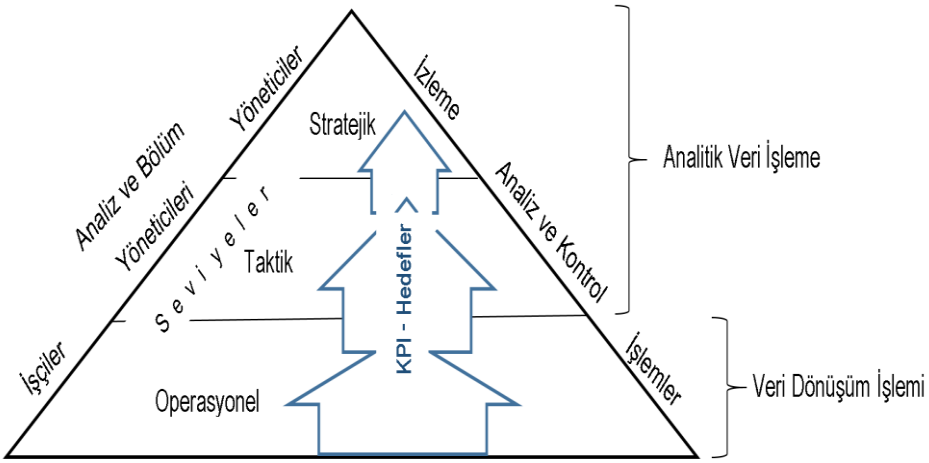
***Keywords:*** *Key Performance Indicator, Management Information System, Performance Improvement*

## 1. Giriş

Dijital dönüşüm rüzgârı işletmelerin yönetim seviyelerinde birçok işlevi ve süreci sorgulanır hale getirdi. Günümüzde, rekabet avantajını korumak sürekli geliştirmek bağlamında yönetim bilgi sistemleri platformlarında performans iyileştirmek son derece kritiktir[01]. Yönetim süreçlerinde performans izleme ve iyileştirme yaklaşımlarının geliştirilmesi halen önemini korumaya devam ediyor[01]. Performans ölçümü ve ölçümleme aksiyonları bir dizi işlemleri birlikte ve kesintisiz yapmayı gerektirir. Hedeflerin tanımlanması, planlanması, ölçülmesi, izlenmesi ve raporlanması performans yönetim sistematiğinde öne çıkan aksiyonlardır.

Küresel rekabet ve dijital dönüşümün baskısı kurumların hedeflerini daha sık değiştirme ve güncellemeyi zorunlu kılıyor. Karar destek sistemleri özelinde çözümlenen birçok kurumsal ihtiyaçlar algoritma düzleminde sürdürülebilir ve genel kabulü olan bir zemine henüz taşınamamıştır. Çalışmamız bu problemin çözümünde anahtar performans göstergelerinin yinelemeli algoritma tasarımı ile yeni bir yaklaşım sunar.

Anahtar performans göstergeleri (KPI-Key Performance Indicator ) işletmenin temel iş hedeflerine ulaşabilmesinin, ölçülebilir göstergeleridir. Göstergelerde ölçüm ve belirlenen metrikler birçok yönüyle, iş performansının hem değerlendirilip hem de elde edilmesinin ifadesi olarak tanımlanır. Ölçü veri bağlamında, süreler, mesafeler, sıcaklıklar, ağırlıklar, ölçüler, potansiyel müşteriler ve satışlar gibi işlem yapılabilen sayısal değerlerdir. İşletmeye ait metrikler ve KPI'lar, olası fırsatları riskleri görebilmek için öngörü sağlarlar. Şekil 1'de KPI ve hedeflerin [18] işletme yönetim seviyelerindeki yeri [19], durumu ve ayrıntıları görsel ile paylaşılmıştır.




Şekil 1. İşletme yönetim seviyeleri ve işlemler

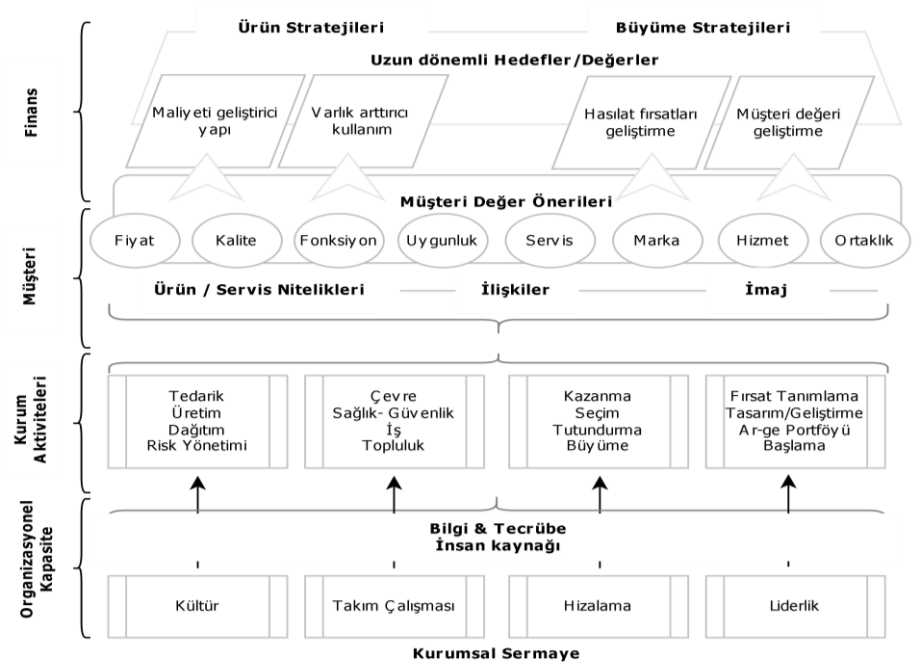
KPI'lar, işletmenin stratejik hedeflerine ulaşmada en güvenilir ve dikkate alınır değerlendirme ölçütleridir. İşletmeler stratejik hedeflerine ulaşmadaki başarılarını değerlendirmek için kullanılırlar. Ayrıca, birimlerin veya çalışanların hedeflerini gösterir KPI'lar tanımlanabilir, ölçülebilir değerlerle hedeflerine ulaşmada ne kadar etkili ulaşılabildiğini gösterir. Göstergeler belirli zaman dilimlerinde, geçmiş veriler ve normlar ile karşılaştırılarak değerlendirilebilir. Aynı zamanda, iyi bir çalışma sonucuna belirlenen KPI'lar, ölçülebilir hedeflerin durumu hakkında açıklayıcıdır. Etkili KPI'lar, karar alma noktalarına katkıda bulunarak, işletmenin hiyerarşik veri birikimine sahip olmasına katkıda bulunur. Çalışmamız, yönetim bilgi sistemi üzerinde tanımlanan KPI'ların dinamik bir şekilde öncelenmesi, değişimi ve uygulamaya geçişinde iyileştirilmesi sürecinin adımlarını tanımlar. Yazının 2. bölümünde yöntemin detayları 3. bölümde problemin çözümünde KPI yönetimi, yineleme ve hizalamaya ait yaklaşım paylaşılmıştır. Sonuç değerlendirmeler, olası durumlar ve gelecek araştırmalar 4. bölümde tartışılmıştır.

## 2. Yöntem

Performans ölçümü, verimliliğin arttırılması ve iyileştirmesi noktasında kurumlar için kritik öneme sahiptir[05]. Yöneticiler performans değerlendirme ve izleme için çoğunlukla ölçülebilir göstergeler geliştirirler[08]. Geliştirilen performans göstergeleri kurumsal hedef ve stratejiler ışığında işletme dinamikleriyle birlikte anahtar performans göstergelerini görünür hale getirirler. Kurumsal KPI'ları stratejik, taktik, operasyonel seviyelerde hedefleri izlenebilir ve öncelenebilir kılmak, varılacak ilk aşama olmalıdır. Her seviyede KPI'ların görünür hale gelmesiyle birlikte işleyen kurumsal süreçlerin içinde ölçümleme ve değerlendirme son derece kritiktir. Performans göstergelerinin zamanında güncellenmesi ve değişimi, işletenin küresel pazardaki elini güçlendirecektir. Kurumsal gelişim için KPI'lar, stratejik seviyedeki hedefler gelecekte ulaşılabilecek konumu tanımlar. Operasyonel seviyedeki KPI'lar gerçek zamanlı etkinliklerin durumunu tanımlar. Aynı seviyede elde edilen tüm göstergeler operasyonel zemindeki aktivitelerin sayısal karşılığı olarak görüntülenir. Operasyonel zeminde izleme kabiliyeti, yöneticilerine doğru ve hızlı karar verme sağlar[06]. Ek olarak, stratejik seviyede belirlenen hedeflere ulaşmada yaşanabilecek sorunların işaretlerini verir. Performans izleme operasyonel seviyede gerçek zamanlı olarak gerçekleşirken çoğunlukla stratejik seviyede altı ile on iki ay periyodlarında

olmaktadır. Operasyonel ve stratejik yönetim seviyelerinde faaliyetler farklı görünse de tanımlı KPI'lar birbirleri ile bağlı ve destekleyicidir. Tanımlı her bir KPI'ın odaklandığı amaç farklılık içerirken stratejik hedeflere olan destek katsayısı da farklıdır. Operasyonel seviyede KPI'lar arasındaki bağlantıları açıkça görünür kılmak, operasyonel ve stratejik KPI'ların hizalanmasını gerektirir. Kurumsal hedeflere ulaşabilmek için operasyonel ve stratejik seviyedeki göstergeler ilişkilendirilir. Tercih edilen göstergelerin uygulamada etkin ve etkili kullanılamaması durumunda performans iyileştirme çabaları arasında önemli boşluklar ortaya çıkmaktadır[13].

Yöneticiler kurumsal hedeflere ulaşmada çoğunlukla üç farklı odak alanı belirleyerek dönemi tanımlarlar. Dönem içinde tanımlanan stratejik hedefler ve odak alanları faaliyet çerçevesini gösterir. Kurumsal hedeflerin eyleme dönüşen ifadeleri stratejik seviylerde tanımlı iş hedefleridir. Yinelemeli olarak stratejik hedeflerin iyileştirilmesi ve değişimi gerçekleştirebilmenin kolaylaştırıcı resmi stratejik haritalardır. Şekil 2'de açıklayıcı stratejik harita örneği [14] paylaşılmıştır.




Şekil 2. Strateji harita örneğidir

Harita, kurum faaliyetlerinden hareketle stratejik değerin nasıl oluşturabileceğini hiyerarşik olarak gösteren bir diyagramdır. Diyagram organizasyonel kapasitenin tanımlandığı seviyeden finans seviyesindeki ürün veya büyüme stratejilerine bağlı hedefleri destekleyen KPI'ları tanımlamayı kolaylaştırır. Öyle ki, stratejik seviyeden alt seviyelere kadar tanımlı tüm göstergeler değerlendirilir ve hizalanır. Strateji haritası, Kaplan ve Norton tarafından 2001 yılında dengeli puan kartının ayrılmaz bir parçası olarak tanıtıldı. Harita genellikle stratejik hedeflere yönelik ilerlemeyi izleyen bir 'puan kartı' ile bağlantılıdır. Strateji haritasını yönetim ve performans sistemine dönüştüren “strateji odaklı organizasyon” olarak duyurdular. Şekil 3’de strateji odaklı organizasyonun dört dengeli sonuç kartına bağlı yürütme şeması paylaşılmıştır. Yöneticiler hedeflerini organizasyonun dört temel başlığı arasında dengeleyerek göstergelerini tanımlar.

Şekil 3. Dört dengeli sonuç kartına bağlı strateji odaklı organizasyon

Böylece kurumlarda, stratejik değer oluşturabilmenin araçlarından biri olarak kabul gördü. Strateji haritası, değer oluşturmada klavuz niteliğinde açıklayıcı bir diyagramdır. Haritada, organizasyonel kapasite seviyesinden finans seviyesine ürün ve büyüme stratejilerinin belirlendiği aşamaya kadar açıkça resmedilir. İşletme zemininde tedarik etme, satın almadan başlayan aksiyonların ölçümü sayısal değer olarak üst seviyelere kadar taşınır. Kurumsal organizasyon içinde gerçekleşen tüm faaliyetlerin ve maliyetlerin ölçülebilir değerlerle tanımlandığı ilişkisel bağlar görünür haldedir. Ortaya çıkan ölçülebilir ilişkisel resim sahada pratiğe dönüşmüşse kurumsal düşünceyi hedeflerine yönlendirebilecektir. Dolayısıyla, benimsenen puan kartı ölçüm değerlerinin rafine edilmesi ile stratejik hedeflerin izlenebilir bir haritasına evrilir.

Tanımlanan tüm alt hedefler, kurumsal stratejik hedeflerin yapı taşlarını oluşturur. Tanımlı göstergeler arttırma, büyüme, iyileştirme, güçlendirme vb. niceliksel ölçütlerin eylem odaklı ifadeleridir. Hedeflere ait göstergelerin ölçümlenebilir olması aktivitelere ait karar verme ve değerlendirmede çok önemli destek sağlar. Öyle ki, her bir göstergenin gerçek zamanlı olarak izlenebilir ve ölçülebilir olması, hedefler/beklentiler, karar vericiler açısından son derece kritiktir. Performans göstergelerin işletme zemininde tanımlandığı aktivite için ne kadar değerli ise zamanında değişimi ve güncellenmeside bir o kadar değerlidir. Çünkü, operasyonel süreçlerde dinamik ve kontrol edilebilir yapılanmanın tasarlanması, yönetim süreçlerinde de aynı beklentiyi zorunlu kılıyor. Yönetim süreçlerinde anahtar performans göstergelerinin zamanında ve dinamik olarak güncellenmesi performansa katkı sağlayacağı açıktır.

## 3. Bulgular

Küresel pazarda varlığınızı sürdürebilmek, dijital dönüşüme ayak uydurmak ve dinamik olarak performansı izlemek ve kontrol edebilmek gerek ve yeter koşuldur. Bu bağlamda anahtar performans göstergelerinin yinelemeli olarak güncellenmesi, karar vericilerin izlenebilirliğini/kontrol edilebilirliğini ve performanslarını arttıracaktır. Mevcut düzende, karar vericiler planlamalarında kaynakları, göstergeleri ve tarihleri belirtirler. Ardışık ve birlikte tanımlanan eylemler dizisini sorumluları uygularken, izlerken, kontrol ederken veya güncellerken tüm süreç manuel olarak yürütülür. Ancak, yürütülen faaliyetler iş yoğunluğu, sıradışı gelişen yürütmeler gibi çeşitli nedenlerden dolayı zamanında yenilenemiyor veya aksayabiliyor. Çalışma, karar vericilerin performans göstergelerinde geciken ve aksayan güncelleme/değişim aksiyonlarını geliştirilen algoritma ile sistematik güncellenebilir sürece evirir. Yaklaşım, kurumsal işletme süreçleri içinde stratejik ve taktik seviyede KPI'ların değerlendirme ve değişimini mümkün kılar. Bu bağlamda göstergelerin yinelemeli olarak değişimi veya güncellemesi her seviyede yöneticilerin izlenebilirliğini, kontrolünü artıracak ve süreci hızlandıracaktır. Nihayetinde, çalışma kurumsal bir işletmenin her seviyesinde göstergeleri analiz etmek ve değiştirmek için sistematik bir yaklaşım önerir.

Yaklaşımın;

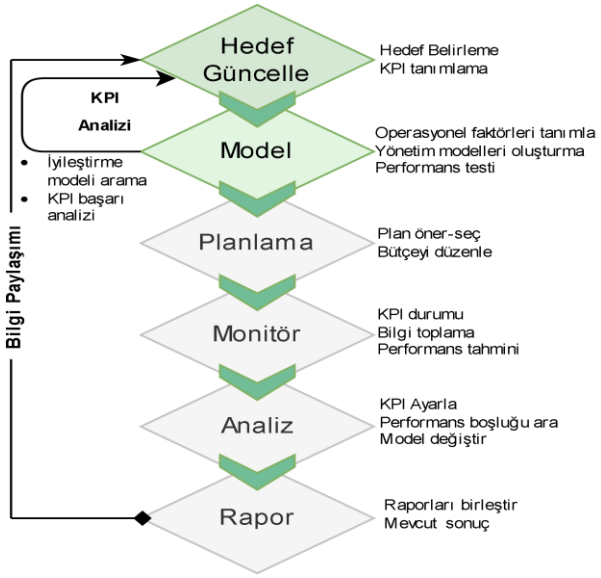
- performans ölçümündeki karmaşıklığı,
- sistematik düşünceden uzak anlayışı,
- stratejik hedefleri hizalamadaki sorunları,

karar vericilerin KPI'ları tanımlamakta zorlandıkları asıl noktalarıdır [07].

Ölçüm göstergelerine öncelik verilmesi için algoritmik değerlendirme bir ihtiyaçtır[12]. Performans değerlendirme sistemleri ve KPI'ların analizi ve güncellenmesinde yineleme kritik öneme sahiptir[13]. Mevcut çalışmalarda, Balanced score card (BSC), analitik hiyerarşi süreci (AHP), faaliyet tabanlı maliyetleme (ABC), performans ölçüm matrisi, performans piramidi çözümleri gibi birçok yöntemi kullanılmıştır. Yakın dönem içinde KPI'lar arasındaki varyasyonu ve önceliklendirmeyi değerlendirmek için karar verme araçları kullanılmıştır [01]. Bunlardan biri AHP yaklaşımında, nicel bir karar verme aracı olarak hedefler ve stratejiler arasında ilişki kurar[23,16]. Geniş bir açıdan bakıldığında SCOR ve BSC dâhil olmak üzere bu çalışmaları gösteren [15], testi yapılan ve öne çıkan teknikler şekil 4'de paylaşılmıştır.

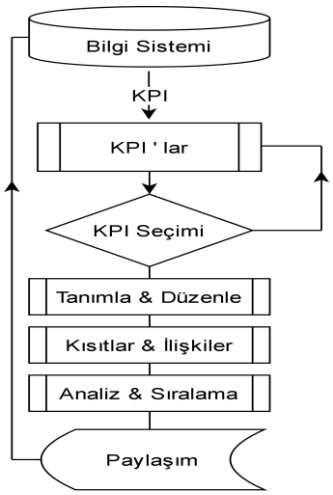
Şekil 4. Model üzerinde çalışma yapılan makale sayıları

Şekil 1'de yönetim seviyeleri iş performansı yönetimi döngüsünde performans seviyeleri hiyerarşik olarak ele alınmaktadır. Karar vericiler, taktik seviyede kurumsal stratejiden hedefleri ve eyleme geçirilebilir iç görüleri analiz etmek için modeller oluştururlar, hedefleri gerçeklemek için planlama yaparak ilerlemeyi izlerler [10]. İzleme ve değerlendirmelerde KPI'ların hedeflere uygunluğu güncel durumu sorgulanarak yeniden yapılandırılır. Aksi durumda, tutarsızlıkları ve istisnalar değerlendirmek için ötelenir. Stratejik ve taktik seviyelerde KPI'ları optimize etme ihtiyacı bilinmektedir, uygulamadaki zorluklar çözüm arayışlarının önünü açmaktadır. Dolayısıyla, her düzeyde KPI'ları birbirine bağlamak ve hizalamak için pratik, sistematik bir yaklaşım, kurumsal performansı iyileştirmek için önemli ve gereklidir[02]. Çünkü yöneticilerin karar vermek için seçenekleri görmek, değerlendirmek ve harekete geçmek için zaman kısıtlıdır.[11]. Hızlı karar alabilmek için tüm karmaşık ilişkileri ve verileri tek bir göstergede toplamak/sunmak son derece önemlidir. Birçok çözüm, operasyonel süreçleri KPI başarısını değerlendirmek için kullanmaz[01]. Şekil 5'de iş performans yönetim döngüsünün[01] aşamaları yukarıdan aşağıya doğru bir yol izlenir[16]. Karar vericiler, net hedeflerler için stratejileri birleştirir, yinelemeli analiz için model yapılandırılır ve hedef planlamaların gelişimi izlenir[17]. İşletme zeminindeki faaliyetler ve performans göstergeleri hizalanarak çakışmayan uyumlu hedefler belirlenir.




Şekil 5. İşletme performans yönetim döngüsünün geliştirilmiş modeli

KPI'ların ve ilişkilerin her geçen gün karmaşık hale gelmesi mevcut durumu değerlendirmeyi zorlaştırıyor. İlk olarak bilgi sistemlerinin ürettiği veriler kullanılarak KPI'ların ağırlıkları veya stratejik hedeflere olan katkısı sayısal olarak tanımlanır. Ardından işleyen kurumsal organizasyonun performans yönetim döngüsü içinde KPI'lar güncellenir/değiştirilir. Performans yönetim döngüsünde değerlendirme/gerçekleştirme işleyişi zaman tükettiğinden KPI'larda düzenlemeleri geciktirir. Beklenen küresel pazarlardaki yaşanan hızlı değişimle birlikte karar süreçlerindeki reflekslerinin aynı hızda dengelenmesi gerekiyor[04]. Kurum organizasyonu içinde bu gereksinim, performans yönetim döngüsünün dinamik ve güncellenebilir olarak yürütülmesi ile karşılanabilir. Dinamik yürütme süreci tanımlı KPI ve ağırlıkların değerlendirilmesi ve güncellenmesiyle sağlanabilir. Bu aşama metodolojik yaklaşım ve algoritma ile tetiklenerek çözüm oluşturulabilir. Çözümün pratiğine geçildiğinde uygulanabilir ise sistematik olarak performans yönetim döngüsünde iyileştirme sağlanmış olacaktır.Şekil 6'te metodolojik yaklaşımın KPI seçiminde kodlanmasıyla birlikte tasarlanmış algoritmanın akış şeması paylaşılmıştır.




Şekil 6. KPI değerleme süreci işlem akışı

Şekil 3'de kurumsal bilgi sistemi içinde KPI'ların izlenip değerlendirilmesi ve performansın iyileştirilmesiyle elde edilen sonuçlar gösterge paneliyle paylaşılır. Değerlendirme aşamasında hedeflere ait KPI'lar öncelenir, güncelleme veya değişim nedeniyle yeniden tanımlanır. İş yoğunluğunun yaşandığı işletme düzleminde yinelemeli bu yaklaşım dinamik ve sistematik bir biçimde KPI'ları güncel tutar. Böylece rekabetçi pazarlardaki kurumsal organizasyonların değişen şartlara karşı doğru tepki vermedeki refleksleri iyileştirilmiş olur.

İş performans iyileştirme, KPI hedeflerine ulaşmayı sağlayan analitik yaklaşım yöntemlerinin adımlarını içerir. Adımların yinelemeli bir biçimde sürekli ve izlenebilir olması rekabetçi kurumlar için gerekliliktir. Bu durum, kurumsal performans ve KPI hedeflerine ulaşmak için kullanılan planlama, yürütme ve kurum işleyişi için oluşturulan KPI başarısı olarak ifade edilir[01].

## 4. Sonuç ve Öneriler

İş performansının ölçülmesi, hangi yöntem ve parametrelerin dikkate alınması gerektiğinin belirlenmesiyle başlar. Genellikle, katkıda bulunan iş hedeflerine ulaşmak için tüm çabaları değerlendirmek olarak görülür. Kullanılacak gereksinimlerin belirlenmesi ile sona bulur. Bu nedenle, ölçülemeyenin kontrol edilemediği, kontrol edilemeyenlerin yönetilemediği rekabet ortamında doğru performans ölçümü hayati bir konu haline gelmiştir[03].

Yönetim bilgi sistemi içinde operasyonel işlevlerin ilişkileri, etkileşimleri ve hiyerarşik olması nedeniyle KPI'lar oldukça karmaşıktır[09]. İşletme seviyelerinde tanımlanan her KPI, bağımlılıkların ve işlevsel aktivitelerin bir başka göstergesidir. Aktiviteleri sayısal veriler olarak tanımlayan yönetim bilgi sistemleri aynı zamanda değişen durumlar içinde güncellenir. İşlevlerin ölçülebilir değerleri operasyonel seviyeden stratejik seviyedeki KPI'lara kadar hizalama için temel sağlar. KPI'ların yinelemeli olarak güncellenebilir ve değerlendiriebilir olmasında gerek ve yeter koşul hizalanan ölçülebilir göstergelerdir. Rekabetçi pazarlardaki değişime daha hızlı tepki verebilecek algoritmanın uygulamaya dönüşümü KPI'ların ölçülebilir işlemlerini kolaylaştırır. SCOR, BSC veya AHP yaklaşımları göstergelerin değişimine en hızlı tepki veren algoritma olarak tasarlanır. KPI'ların değişim hızı ve kurumsal reflekslere olan uyumu beklenen çözümün kendisidir. Çünkü, yöneticiler kurumsal hedeflerine ulaşabilmek için performans göstergelerini hızlı tepki verecek şekilde yapılandırma gayreti içindedirler.

Öneri, bilgi sistemlerinde KPI'ların önceliklendirilmesi, değiştirilmesi veya güncellenmesi ihtiyacını yinelemeli yaklaşımla çözmenin yolunu açıyor. Algoritma, KPI'ları karşılaştırarak ilişkileri izlenebilir ve kontrol edilebilir hale getirir. Ayrıca, göstergelerin güncellenmesi ve izlenmesine iki noktada doğrudan katkı sağlar. ilk olarak, performansın kontrol ve izleme süreçlerini kolaylaştırır, iyileştirmenin önünü açar. ikinci olarak, veriye dayalı karar verme süreçlerine destek sağlar.

Yaklaşım, KPI' ların temsil ettiği aktiviteleri, iş performansını görünür hale getirerek değerlendirme için karar vericileri tetikler. Yinelemeli olarak güncellenen göstergeler yöneticilere ek yetenek ve içgörü sağlar. Böylece işletmelerin değişimlere ve anomalilere karşı reflekslerini geliştirir. Gelecekte, ölçümlenebilen değer olarak tanımlanan KPI'lar ve geliştirilen bilimsel yaklaşımların algoritmaya dönüştürülmesi ile yeni araştırma ve çalışmaların önünü açar.

**5.Kaynaklar**

**[1]** Cai, J.; Liu, X.; Xiao, Z.; Jin Liu, J. Improving supply chain performance management: A systematic approach to analyzing iterative KPI accomplishment. Decision Support Systems. 2009, 46, 512–521. https://doi.org/10.1016/j.dss.2008.09.004

**[2]** Galar, D.; Kumar, U.; Aditya, P.; Stenström, C.; Berges, L. Maintenance metrics: A hierarchical model of balanced scorecard. IEEE Xplore. 2011. https://doi: 10.1109/ ICQR.2011.6031683

**[3]** Angerhofer, B.J.; Angelides, M.C. A model and a performance measurement system for collaborative supply chains. Decision Support Systems. 2006, 42, 283–301. https://doi.org/10.1016/j.dss.2004.12.005

**[4]** Jin Kim, Y.; Song, J.; Koo, C. Exploring the effect of strategic positioning on firm performance in the e-business context. International Journal of Infor-mation Management. 2008, 28(3), 203–214. https://doi:10.1016/j.ijinfomgt.2008.02.004

**[5]** Beamon, B.M. Measuring supply chain performance. International Journal of Operations & Production Management. 1999, 19(3), 275–292. https://doi.org/10.1108/01443579910249714

**[6]** Lockamy, A.; McCormack, K. Linking SCOR planning practices to supply chain performance: An ex-ploratory study. International Journal of Operations & Production Management. 2004, 24(12) 1192-1218. https://doi.org/10.1108/01443570410569010

**[7]** Chan, F.T.S.; Qi, H.J. An innovative performance measurement method for supply chain management. Supply Chain Management: An International Journal. 2003, 8(3–4), 209–223. https://doi.org/10.1108/13598540310484618

**[8]** Gunasekaran, A.; Patel, C.; McGaughey, R.E. A framework for supply chain performance measurement. International Journal of Production Economics. 2004, 87(3), 333–347. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2003.08.003

**[9]** Kleijnen, J.P.C.; Smits, M.T. Performance metrics in supply chain management. The Journal of the Operational Research Society. 2003, 54(5), 507–514. https://doi:10.1057/palgrave.jors.2601536

**[10]** Liberatore, M.J.; Miller, T. A framework for integrating activity-based costing and the balanced scorecard into the logistics strategy development and monitoring process. Journal of Business Logistics. 1998, 19 (2), 131–154. doi:10.1108/bl.1999.17012baf.011

**[11]** Zhang, X.; Donk, D.P.; Vaart, T.V. Does ICT infl uence supply chain management and performance?. International Journal of Operations & Production Management. 2011, 31(11), 1215-1247. https://doi.org/10.1108/01443571111178501

**[12]** Neely, A. The evolution of performance measurement research: Developments in the last decade and a research agenda for the next. International Journal of Operations & Production Management. 2005, 25(12),1264–1277. https://doi.org/10.1108/01443570510633648

**[13]** Shepherd, C.; Günter, H. Measuring supply chain performance: current research and future directions. International Journal of Productivity and Performance Management. 2006, 55(3/4), 242–258. https://doi.org/10.1108/17410400610653219

**[14]** https://www.intrafocus.com/balanced-scorecard ( 08/07/2021-14:53 )

**[15]** Singh, S.C.; Pandey, S.K. Supply Chain Performance: A Review of Literature. New Delhi. 2013, 2(4), 1-12.

**[16]** Cai, j.; Zhang, Y.; Li, D. Business Performance Management: Concepts, Methods and Applications. Tsinghua University Press. 2007.

**[17]** Liberatore, M.J.; Miller, T. A framework for integrating activity-based costing and the balanced scorecard into the logistics strategy development and monitoring process. Journal of Business Logistics. 1998, 19 (2), 131–154. https://doi.org/10.1108/bl.1999.17012baf.011

**[18]** Hasbun, A. An Empirical Investigation: Do Animated Graphs Improve the Quality of Sales Forecasting Decisions in Comparison to Tables?, Ph. D. thesis, Hanken School of Economics, Helsinki, Finland, 2009.

**[19**] Eckerson, W., Performance Dashboards: Measuring, Monitoring and Managing, Your Business. Hoboken: John Wiley & Sons., 2nd ed, USA, 2011.

# TIBBİ TANISAL MEDİKAL GÖRÜNTÜLERİN İŞLENMESİ

***Ferhat Ayayna *[1], Abidin Çalışkan[2]***
[1]Batman Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Elektrik Elektronik Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Batman-Türkiye, ferat.ayayna@gmail.com
[2]Batman Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Batman-Türkiye, abidin.caliskan@batman.edu.tr
[*] Sorumlu yazar: ferat.ayayna@gmail.com

***Özet:*** *Günümüzde sağlık alanında çok önemli yer tutan radyolojide tanı için kullanılan birden fazla teknolojik cihaz geliştirilmiştir. Bu cihazlar yardımı ile insan vücüdündan alınan görüntülerden rahatsızlık ile ilgili hastalığın teşhisi konulabilinmektedir. Fakat bazı zamanlarda cihaz kaynaklı veya ortam kaynaklı bazı görüntülerimiz net olmayabilmektedir veya istenmeyen ve benek dediğimiz görültü içerebilmektedir. Bu görültüleri temizlemek için matlab kullanımı uygun bir yöntemdir. Bu Çalışma ; MATLAB programı yardımı ile medikal görüntülerin işlenme sürecini sunmaktadır. Bu işlem, araç kutusu için görüntü girişi/çıkışı, ön işleme, gürültü temizleme, görüntü kaydı, filtreleme ve görselleştirme dahil ana kullanım alanları bu çalışmanın sonucunda gösterilecektir. Bu çalışma örnek olarak özellikle beyin sapı bölgesindeki Parkinson hastalığının potansiyel teşhisi için yapılan bir çalışmayı içermektedir. Ayrıca, tıbbi görüntüleme için DICOM standardını ve geleneksel 2B taramayı ve 2B'den daha yüksek tanılama düzeyi ve doğruluğu olan 3B ve 4B taramayı tanıtmaktadır.*

***Anahtar sözcükler****: 2B, 3B/4B Görüntüleme, Dicom Standartı, Matlab Görüntüleme, YSA.*

# PROCESSING OF MEDICAL DIAGNOSTIC MEDICAL IMAGES

***Ferhat Ayayna *[1], Abidin Çalışkan[2]***
[1]Batman University, Graduate School of Education, Department of Electrical and Electronics Engineering, Batman-Turkey, ferat.ayayna@gmail.com
[2]Batman University, Faculty of Engineering and Architecture, Department of Computer Engineering, Batman-Turkey, abidin.caliskan@batman.edu.tr
[*] Corresponding author: ferat.ayayna@gmail.com

***Abstract:*** *Today, more than one technological device used for diagnosis in radiology, which has a very important place in the field of health, has been developed. With the help of these devices, it is possible to diagnose the disease related to the discomfort from the images taken from the human body. However, at times, some of our images may not be clear due to device or environment, or they may contain unwanted images that we call speckles. The use of matlab is a suitable method to clean these images. This study presents the processing of medical images with the help of the MATLAB program. This process will show the main usage areas for the Toolbox including image input/output, preprocessing, noise removal, image recording, filtering and visualization as a result of this study. This study includes as an example a study for the potential diagnosis of Parkinson's disease specifically in the brainstem*

*region. It also supports the DICOM standard and traditional 2D scanning for medical imaging. And it introduces 3D and 4D scanning with higher diagnostic level and accuracy than 2D.*

***Keywords:*** *Ultrasound, 2D, 3D/4D Imaging, Dicom Standart, Matlab Imaging, ANN.*

## 1. Giriş

Bu bölümde, kesin tanı düzeyi için standart DICOM'u (Tıpta Dijital Görüntüleme ve İletişim) ve modern 3B ve 4B tıbbi görüntüleme tanıtılacaktır. Bu yöntem, genel olarak modern tıbbi ultrason (US) görüntülemede de kullanılabilir.

US diğer tekniklere nazaran insan vücuduna zarar verici bir etkiye sahip değildir. Ayrıca US nörolojide tarama için uygun bir yöntemdir.

### 1.1. DICOM Standardı

Tıbbi görüntülemede, çeşitli modalitelerden verilerin saklanması ve aktarılması için standart bir DICOM geliştirilmiştir. Tıbbi bilişim için uluslararası bir standarttır. Günümüzde DICOM 3.0 sürümü kullanılmaktadır. Yalnızca görüntüleme için bir format değil, aynı zamanda bilgisayarlı tomografi (BT), US, Pozitron emisyon tomografisi (PET) ve diğer modalitelerden tıbbi verilerin kullanımı için küresel standarttır.

DICOM formatındaki her görüntü, benzersiz sayı yapısı olan SOP (Service-Object-Pair) sınıfı tarafından tanımlanan benzersiz bir kimliğe sahiptir. SOP numarası örnek; 1.2.840.10008.5.1.4.1.1.2 (BT Görüntü Depolama).

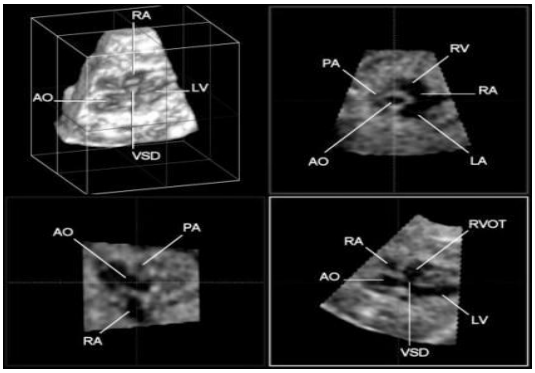
DICOM görüntüleri yalnızca görüntüyü içermez, modalite, sunum, tarih, hasta ve daha fazla bilgi hakkında meta veriler barındırır. Modern sonografik cihazlar DICOM standardıyla çalışır. Ve veriler hastaneler ve doktorlar arasında birbirine bağlıdır. DICOM görüntüsü, dosya ve içerik olarak genellikle DCM veya DIC uzantısına sahiptir

DICOM' un dönüştürülmüş görüntüye karşı birincil faydaları, tek bir dosyada meta veriler ve çok sayıda dilim (katman) içeren orijinal kayıpsız kalitedir. ROI (REGİON OF İNTEREST) görüntüleme için kontrastı kolayca değiştirebilirsiniz. DICOM standardı NEMA birliği (Ulusal Elektrik Üreticileri Birliği) tarafından yönetilmektedir.

### 1.2. Nörolojide 4B Ultrason Görüntüleme

Nörolojideki modern ultrasonografik cihazlar DICOM standardında çalışır ve 3B/4B tarama modu sunar. Sadece 2 boyutlu görüntülemede değil, aynı zamanda 3 boyutlu rekonstrüksiyon için üçüncü, koronal eksen ile de çalışabiliriz. 4B görüntüleme ise, zaman kaymasıyla genişletilmiş bir 3B biçimidir. 4B'de tam 3B yeniden yapılandırmayı ve model yeniden yapılandırma aşamasını görebiliriz. 4B modu, 2B görüntüden daha kesin ve objektiftir.

Modern US probları 3B/4B modunda çalışır ve farklı dokuları taramak için çok frekanslıdır. US modalitesinden alınan görüntüler nörosonografi için uygundur çünkü US, beyin parçaları gibi yumuşak dokulara duyarlıdır. Aşağıdaki şekilde bir 4B US taraması örneği gösterilmektedir:




Şekil 1. 4B US örneği.

3B mod durumunda, görüntü elemanları 3B topolojidedir ve vokseller (hacim elemanları) olarak tanımlanır. Bu 3B ızgara topolojisinde, vokseller düzenli olarak düzenlenir. Dürtüler 3B düzende olmalıdır. Hasta üzerinde sunum sırasında problar döndürülür veya bükülür. 4B görüntüleme, yeniden yapılandırma için zaman ekler, 4B genişletilmiş 3B görüntüleme düzeyidir.

Basitçe, 4B US ve 3B US görüntüleri (3B sonogramlar) alır ve sürece zaman öğesini ekler. 4B görüntüde ROI'yi seçersek, 3B görüntülemeye dayalı "bilgi küpü"nde alan vurgulanacaktır. 3B/4B hacim işleme, hacim işlemenin veri son işleme için daha zor olmasına rağmen, geleneksel 2B görüntülemeye karşı ROI hakkında bazı yeni tanı bilgileri görüntüler. US görüntülemenin gelişimini aşağıdaki şema ile gösterebiliriz:

$$2B + koronal => 3B + zaman => 4B \quad (1)$$

### 1.3. MATLAB'da DICOM Görüntüleri ile Çalışma

MATLAB ortamı, Image Processing Toolbox ile doğal olarak DICOM dosyalarını destekler. DICOM dosyalarını okuyabilir, kaydedebilir ve ondan meta veriler çıkarabiliriz. MATLAB, bir DICOM dosyasını 4 boyutlu yapı (işaretli 16 bit veri) olarak okur ve görüntülemek için otomatik ölçekleme işlevini kullanır. MATLAB 'da DICOM ile çalışma hakkında ayrıntılı bilgi MATLAB Yardım ve web belgelerinde mevcuttur.

## 2. Parkinson Hastalığı ve Substantıa Nigra

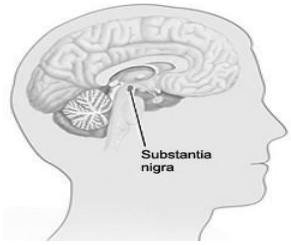
Substantia Nigra'nın (SN) beyin sapı ve Parkinson hastalığı tanısındaki rolü ve özellikleri hakkında bazı bilgiler.

### 2.1. Beyin Sapında Substantia Nigra

Substantia Nigra (SN; İngilizce'de "siyah madde") bağımlılık ve harekette önemli bir rol oynayan mezensefalonda (orta beyin) bulunan bir beyin yapısıdır.

SN, CNS'nin (Merkezi Sinir sistemi) doğru çalışması için önemli bir dopamin üretir.CNS, sinir sisteminin iki ana bölümünden biridir. SN, Parkinson hastalığı teşhisine yönelik patolojik kusurları işlemek ve aramak için önemli bir göstergemizdir. Tanı için ilk kriter SN alanı olabilir, risk eşiği 0.19 cm2'dir. SN, orta beynin çok önemli bir parçasıdır ve tüm beyin gibi US tarafından iyi tanınabilir.

Nörolojide ultrasonla görüntüleme, ensefalit, menenjit, doğuştan hidrosefali vb. diğer tanıların saptanması için de önemlidir. Aşağıdaki şekil SN'nin beyindeki konumunu göstermektedir. SN'nin küçük ama çok önemli bir parçası olduğunu görebiliriz. Substantia nigra ve ekojenite hakkında ayrıntılı bilgi [15]'te mevcuttur.




Şekil 2. SN'nin beyin sapındaki konumu [20].

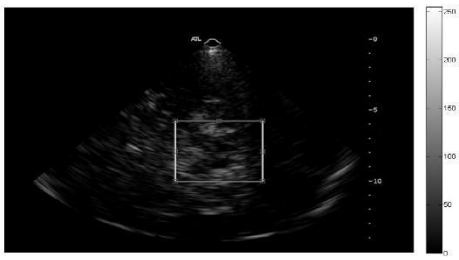
## 3. Görüntü Ön İşleme

DICOM, önceki bölümde açıkladığımız gibi tıbbi görüntüleme için bir standart olmasına rağmen, işlememiz için yalnızca 2B görüntüleri kullanacağız. Orijinal DICOM formatından dönüştürülmüş yoğunluktaki JPEG ultrason görüntülerini (gri tonlamalı) kullanacağız. Bu durumda, 3B hacimli verilerin görüntü işlemesi yüksek bir zaman ve bellek karmaşıklığına sahiptir.

MATLAB, Görüntü İşleme Araç Kutusu ile görüntü işleme için iyi bir araçtır. Genel olarak, tüm işlemlerin üç kritik adımı vardır:

- 1.SN (pencere) ile konuma göre görüntü kırpma
- 2.Gövde konumunda SN ' nin ROI 'sini belirtme
- 3.SN' den PD ' ye patolojik kusurların aranması

Tüm işlemler, çözmeye uygun olan MATLAB ile gerçekleştirilir. Başlangıçta, aşağıdaki görüntü, görüntü ölçümü ve yoğunluk ölçeği ile SN'yi içeren beyin sapı ile vurgulanmış pencereli görüntülerimizden birini göstermektedir.



Şekil 3. SN'nin US görüntüsü [21].

SN ile beyin sapının pozisyonunun yaklaşık olarak aynı pozisyonda olduğunu biliyoruz, 'imcrop' fonksiyonu ile bu pozisyona bir pencere seçebiliriz. Bu gerçek nörolog tarafından doğrulanmıştır koronal ve aksiyel kesitli sonografik atlası görülmüştür. Bu pencerede ROI ve içindeki kusurları arayacağız.

Başarılı bir uygulama için her işleme ilk adımda uygun ön işleme tabi tutulur. DPI=72 ile JPEG formatında standart 768×576 piksel çözünürlüğe sahip görüntü koleksiyonumuz var. DPI, teşhis için

kusur alanlarının hesaplanmasında değeri belirleyecektir. Tam çözünürlük büyüktür ve siyah alanlar gibi gereksiz bilgiler içerir. ROI tutma özelliğine sahip minimum boyutta görüntülere ihtiyacımız var. Böylece, ilk adım, görüntülerin gövde alanı ile pencereye kırpılmasıdır. Algoritmanın ilk adımıdır. Ayrıca, tüm görüntüler RGB kanallarının ağırlıklı toplamına göre RGB modundan yoğun gri tonlamaya dönüştürülmüştür:

$$H = 0{,}299xR + 0{,}587xG + 0{,}114xB \tag{2}$$

Böylece matristeki her pikselin yoğunluk değeri H= 〈 0 olur; 255. Sonografik veriler için tipik olan bir benek gürültüsünün etkisini düşündük. US görüntüleri dinamik benek gürültüsüne karşı çok hassastır. Benek gürültüsü farklı dokulardan ve US probunun gerçek konumundan kaynaklanır. Azaltma için temel sorun, beneğin statik gürültü değil, görüntüde dinamik olmasıdır. Bu küçük görüntülere sahipsek, benek gürültüsüne rağmen etki çok önemli değildir görültü azaltılmalıdır. Genel olarak, aşağıdaki formülle sinyal vermek için gereksiz bilgi olarak tanımlayabileceğimiz bir gürültü:

$$\text{İ}m\,[I] = u[I]\,x\,n[I] \tag{3}$$

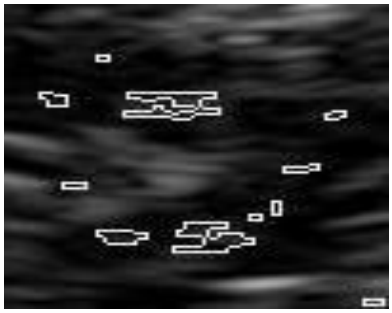
Bu, benek gibi çarpımsal gürültüye bir örnektir. Görüntü im[I], gürültü kısmı n[I] ile çarpılan yararlı bilgiler u[I] içerir. Benek gürültüsünü azaltmazsak bazı küçük alanlar kusur olarak değerlendirilebilir. Benek gürültüsü aşağıdaki formülle değerlendirilir:

$$F(g) = \frac{g^{\infty-1}}{(\infty-1)!\,a^{\infty}xe^{-\frac{g}{a}}} \tag{4}$$

burada F(g) görüntüdeki yoğunluk seviyesidir.

Şimdi, MATLAB'da oluşturulan temel, pratik uygulama ve sonuçları gösterelim. US, SN, PD ve ön işleme ile ilgili teorik arka planı açıkladık ve şimdi sonuçları göstereceğiz.

İkili maskeler (Otsu'nun algoritmasıyla eşikleme), morfolojik işlemler, sınır seçimi ve sinir ağı simülasyonu kullanıyoruz. MATLAB, tüm işlemlerin gerçekleştirilmesini sağlar. Aşağıdaki şekil, vurgulanmış potansiyel kusurları olan bir ROI SN örneğini göstermektedir.

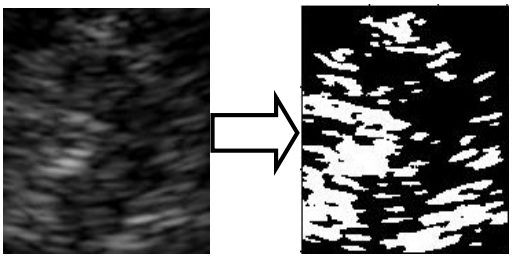


Şekil 4. Morfolojik işlemlerle tanınan kusurlar.

Bu örnekte, PD teşhisi için potansiyel olan kusurlar vurgulanmıştır. İkili maskede morfolojiden sonra sınırlara ‘bwperim‘işlevi kullanılmıştır. İkili maskeler bu işleme için temeldir. Bu uygulamayı daha iyi tanınacak şekilde optimize etmemiz gerekir ki doktor, mm2 cinsinden yoğunluk veya alan gibi kriterlerle etkileşimli olarak kusurları seçebilsin.

ROI SN'yi tam olarak maskeler olarak belirlemeliyiz. Aşağıdaki şekil (Şekil 5), Otsu'nun algoritması tarafından oluşturulan ve işlemin bir sonraki bölümüne girdi olan bir ikili maske örneğini göstermektedir. Girdi olarak, piksellerin (uint8) yoğunluk değerlerine sahip matris I'e sahibiz ve çıktı mantıksal matris => ikili maskedir:

$$I = [p_{11} \cdots p_{1m} \vdots \ddots \vdots p_{1n} \cdots p_{mn}] \tag{5}$$



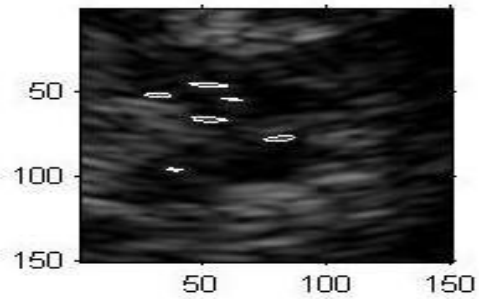
Şekil 5. Otsu algoritmasının ikili maske örneği.

MATLAB'da yüklenen görüntüye graythresh işlevi uygularız:

Ayrıca morfolojik işlemler sırasında alandaki izole edilmiş P piksellerin ortadan kaldırılması için 'bwareaopen' fonksiyonunu kullanıyoruz, daha iyi tespit için yardımcı olacaktır. Daha büyük P için, küçük bölgeler, kusurlar silinebileceği için kullanılamaz sonuçlar elde edebiliriz. Bizim durumumuzda P=8 ayarladık. Morfolojik işlem:

```
open8=bwareaopen (binim, 8);
```

Yoğunluk görüntüsü üzerindeki olası patolojik kusurların belirlenmesi, morfolojiden sonra bwperim fonksiyonu ile gerçekleştirilir. Aşağıdaki görüntü olası patolojik kusurları göstermektedir ve doktor, gövdeli pencerelerde SN'ye nesneler ekleyebilir veya silebilir.




Şekil 6. Saplı pencerede tanınan kusurlar.

### 3.1. Morfoloji ve ROI Bölgesinin Belirlenmesi

SN'nin morfolojik işlenmesi ve tespiti hakkında tartışacağız. Algılamanın bir yolu, maskelerle SN şeklini algılamayı öğrenen bir sinir ağı kullanmaktır. Denetimli öğrenmedir. Bu işlemi MATLAB'da da göstereceğiz.

MATLAB'deki morfolojik işlemler, bu görüntü işlemeye güçlü bir araç sunar. İşlemleri ikili dosyada kullanacağız

görüntüler ve sonunda bölgeleri (kusurları) yoğunluk görüntüsüne çizeceğiz. Morfoloji için 'bwmoprh' işlevi ve yardımcı komutlar kullanılmıştır. Temel morfolojik işlemler, genişleme ve erozyon için MATLAB,' bwopen' ve 'wdilate' özel işlevleri sunar. Bu işlemlerin tersi yoktur.

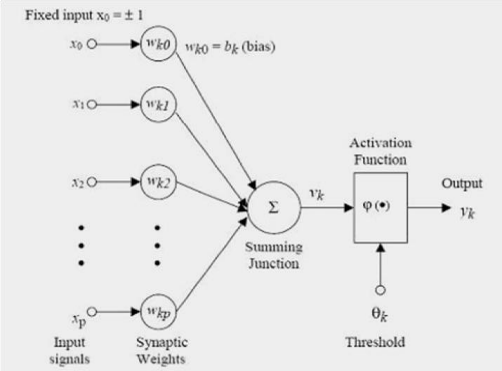
Görüntü ve yapısal öğenin kesişimi olarak erozyon. Her iki işlemi de kullanacağız. Kapalı ve açık operasyon, temel genişleme ve erozyonun bileşimidir. Yapısal eleman MATLAB'de fonksiyon strel tarafından tanımlanır ve görüntünün bir alt kümesidir ve işlemin bölge üzerindeki etkisini etkiler. İşlev strel, oryantasyon (derece) ile ilgili tür ve parametrelere sahiptir.

se90 = strel('line', 3, 90);

se0 = strel('line', 3, 0);

Çizgi, yapısal elemanın bir şekli olduğunda, 3, uygulanacak bir kalınlık ve 90/0, elemanın bir yönüdür.Görüntü tanıma, yapay sinir ağı (YSA) kullanımı için iyi uygulanabilir bir problemdir. YSA fikri, beyindeki biyolojik sinir ağları tarafından motive edilir. Sadece görüntü işleme için değil, tahmin, eşleştirme, kümeleme vb. için de YSA kullanılmaktadır. YSA'nın temel öğesi, işleme öğesi (PE) olarak da adlandırılan yapay nörondur. Bu nöronlar ağa bağlıdır, bu beyindeki sinaps ve dendritlerden ilham alır. YSA teorisini ayrıntılı olarak açıklamayacağız; [11] ve [14]'te mevcuttur. Biz sadece temel bir yapay nöron modelini gösteriyoruz ve SN'yi tespit etme problemimiz için YSA'nın nasıl kullanılacağını gösteriyoruz.

Bu tür ağlarda tanımayı şekillendirmek için ikili maskeler ve denetimli öğrenme kullanıyoruz. Bilgisayarlı görme ve örüntü tanıma için YSA kullanımı hakkında daha fazla bilgi için, bkz. referans [2], farklı sinir modelleri ile örüntü eşleştirme, sınıflandırma ve tanıma için YSA'nın pratik kullanımına odaklanmıştır.




Şekil 7. Yapay nöron modeli [22].

YSA'nın en sık kullanılan topolojisi, denetimli öğrenme ile ML (çok katmanlı) ağıdır. Öğrenmeye yönelik eğitim seti, girdiler ve istenen yanıt (hedefler) ile verilir.

S={(I1, D1), (I2, D2),…, (In, Dn)}

YSA, her kiralama döneminden sonra, hedefler ve ağdan çıktı arasındaki fark olarak tanımlanan bir hatayı karşılaştırır. Bu hata minimum ise öğrenmeyi durdurabiliriz. Genellikle bu model için

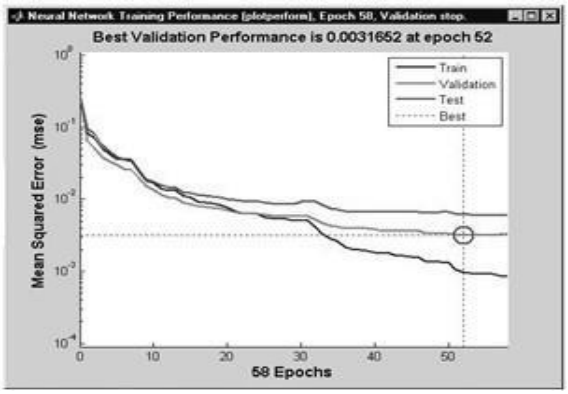
kullanılan MSE'yi (Minimal Kare Hatası) kullanacağız. MSE, gerçek sonuçlar ile istenen yanıt arasındaki kısmi farkların toplamı olarak ifade edilir. Resmi olarak ifade edebiliriz:

$$MSE = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} (t_i - a_i)^2 \tag{6}$$

MATLAB'de, MSE, performans işlevi tarafından kodda tanımlanır. perform(net, targets, outputs). Öğrenmeyi durdurmak için bir TMSE eşiği ayarlamalıyız. MSE yeterince düşükse, çıktıyı iyi olarak kabul edebiliriz. Uygulamada;

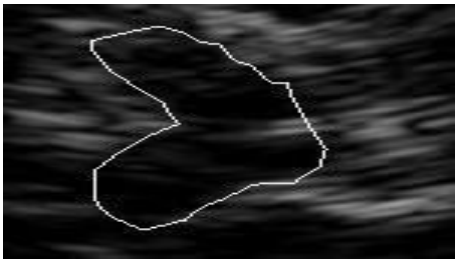
TMSE = 0.01, bu nedenle TMSE ≤ 0.01 ise o zaman stop_learning, aksi takdirde next_epoch.

MSE'yi, MATLAB'de (Neural Network Toolbox) görüntülenen öğrenme eğrisi (oran) olarak grafiksel olarak ifade ediyoruz:




Şekil 8. MSE ve MATLAB'de öğrenme oranı.[23]

Bizim durumumuzda YSA'nın sonucu beyin sapında iyi tespit edilmiş SN'dir. İkili maskeleri kullanıyoruz (morfolojide olduğu gibi) ağ bunu öğrenir. El ile oluşturduğumuz maskeler ve ağırlıklar için 'init' komutu ve 'getwb' ile net başlatma ile girdiler ve hedefler belirleriz. Şimdi girilecek bir maske örneği gösteriyoruz:



Şekil 9. Bir ROI SN maskesi örneği.[24]

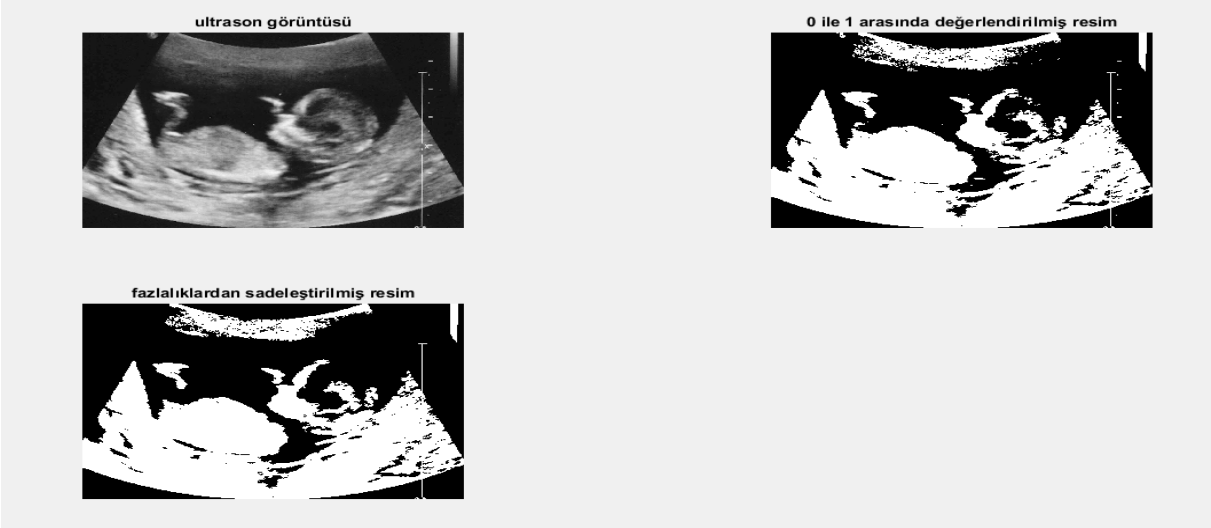
Bu durumda, yavaş favas YSA ve öğrenme ayarlarını iyileştiriyoruz. Amaç, daha yüksek düzeyde algılamadır. Morfolojik işlemler, önceki bölümde gösterildiği gibi bu problem için iyi kullanılabilir.

MATLAB GUIDE'de oluşturulmuş, tanımladığımız gibi nesnelerin seçilmesiyle morfoloji içeren bir GUI uygulamamız var. ANN'yi iyileştiriyoruz. Uygulama, yaygın görüntü formatlarıyla çalışır ve DICOM desteği için de genişleteceğiz. MATLAB bu amaçla DICOM dosyalarının içe ve dışa

aktarılmasına izin verir. Morfoloji, iyi oluşturulmuş maskelerle çözüme ulaşmanın en iyi yoludur. SN'de aranan kusurlar, potansiyel PD teşhisi için kritik öneme sahiptir. Hastada Parkinson hastalığı olup olmadığına ve hasar derecesine doktor karar verebilir. Kriterler, kusurlu alan ve toplam alanın yüzdesidir. Ayrıca sonuçları başka bir yöntemle, örneğin BT veya MRI ile karşılaştırabilir ve korelasyonu analiz edebilir. Basitçe, SN'nin A alanı için temel 'if-otherwise' kuralı atayabiliriz:

Eğer $A \leq 0.19$ cm2 ise PD=doğru, değil ise sonraki.

SN alanı A için eşik genellikle 0,19 cm2'dir. PD'nin özellikleri hakkında karar vermek için birincil bir kriterdir. Bir sonraki kriter, SN'de iyi tanınan kusurların sayısı ve alanıdır. MATLAB'da 'bwarea' fonksiyonlu alanı bulabiliriz ve bu bölgeler yoğunluk görüntülerinde betimlenecektir:




Şekil 10. MATLAB İLE Görültülerden arındırılmış US görüntüsü [25]

## 4. Sonuç

Bu çalışmanın amacı, MATLAB'da medikal görüntüler için görüntü işleme yolunu göstermektir. Bu çözüm, işlemeye yönelik geleneksel yöntemleri ve beyin sapında SN'nin saptanması için YSA kullanma olasılığını içerir. Bu çözümün prensibi, patolojik kusurların tespiti için morfolojik işlemler göstermektir. MATLAB bunun için geniş bir araç yelpazesi sunar.

Tasarlanan uygulamamız geliştirme aşamasında, daha iyi tanıma tasarlayacağız. Ne olursa olsun, uygulama kullanılabilir ve görüntü işleme için MATLAB'da seçenekleri gösterir. Bu eser tıp ve bilişim arasında disiplinler arası bir karaktere sahiptir.

Sonraki işlemeye, DICOM desteğini ve ANN ile SN'nin daha iyi algılanmasını ekleyeceğiz. DICOM desteği, tıbbi görüntüleme ve işleme için çok önemlidir, doktorlar genellikle yalnızca DICOM görüntülerine sahiptir. Morfolojik işlemler, her nesnenin alanının hesaplanması ile ROI alanındaki kusurların aranmasını sağlar.

Ayrıca, Otsu'nun yönteminin daha büyük veri seti ile hatalı olup olmayacağını bulmak için optimal bir eşik belirleyeceğiz. Pratikte bu eşik düşük olacaktı.

## 5. Kaynaklar

**[1]** Becker, G., "Degeneration of substantia nigra in chronic Parkinson's disease visualized by transcranial color-coded real-time sonography", 1995, Journal of Neuroimaging 45.

**[2]** Bishop, Ch., "Neural Networks for Pattern Recognition", 1996, Oxford University Press, USA; 1 edition, ISBN-13: 978-0198538646.

**[3]** Blahuta J., Soukup T., Čermák P., "The recognition of substantia nigra in brain-stem ultrasound images based on Principal Component Analysis", Mathematical Models for Engineering Science, MMES´10, 2010, Institute for Environment Engineering, Economics and Applied Mathematics, ISBN: 978960-474-252-3, pp. 94-98.

**[4]** Blahuta J., Soukup T., Čermák P., "The image recognition of brain-stem ultrasound images with using a neural network based on PCA", Recent Researches in Communications, Electrical and Computer Engineering, EMEH ´11, 2011, ISBN: 978-960-474-286-8, pp. 134-142.

**[5]** Diamantaras, K.: "Principal Component Neural Networks: Theory and Applications", 1996, ISBN:0-471-05436-4.

**[6]** Gelb, D., O. E. G.-S.: 1999, "Diagnostic criteria for Parkinson´s disease, Archives of Neurology" 56(1), 33–39.

**[7]** Grossberg, S., Carpenter A.: "Neural Networks for Vision and Image Processing", 1992, ISBN-13: 978-0262531085.

**[8]** Ibáñez, L., Schroeder, W., Ng, L., Cales, J.: "ITK 1.4, ITK Software Guide", 2003, ISBN:1-930934-10-6.

**[9]** Montgomery, C. D., Runger, C. G., "Applied Statistics and Probability for Engineers", 2006, Wiley; 4th Edition, ISBN-13: 978-0471745891.

**[10]** Petrou M,S.G.P,Wiltshire, Image processing, Dealing with texture, 2006, ISBN: 0-470-02628-6.

**[11]** Principe J. C., Euliano N. R., Lefebvre W. C., "Neural and Adaptive Systems: Fundamentals Through Simulations", 2000, John Wiley & Sons, Inc.

**[12]** Schreiber, J., Sojka, E., Ličev, L., Škňouřilová, P., Gaura, J., Školoudík, D.: "A new method for the detection of brain stem in transcranial ultrasound images", Proceedings of Biosignals 2008, 2008.

**[13]** Sojka, E.: "A motion estimation method based on possibility theory", 2006, Proceedings of IEEE ICIP, pp. 1241.

**[14]** Smagt P. v d., Kröse B., "An introduction to neural networks", 1996, The University of Amsterdam; 8th Edition.

**[15]** Školoudík, D.: "Reproducibility of sonographic measurement of the substantia nigra", Ultrasound in Medicine & Biology (9), 2007, pp. 1347– 1352.

**[16]** Tabachnick, G. B., Fidell, S. L., "Using Multivariate Statistics, 5th Edition", 2006, Pearson Education; 5th Edition, ISBN-13: 978-0205459384.

**[17]** Walter U, Wittstock M, Benecke R, Dressler D: "Substantia nigra echogenicity is normal in non-extrapyramidal cerebral disorders but increased in Parkinson's disease.", J Neural Transm. 2002 , 109:, pp. 191-196.

**[18]** Webster DD: "Critical analysis of the disability in Parkinson's disease"., Mod Treat, 1968, 5:, pp. 257-282.

**[19]** Blahuta, Jirí, Tomáš Soukup, and Petr Čermák. "Image processing of medical diagnostic neurosonographical images in MATLAB." Recent Researches in Computer Science—Proceedings of the 15th WSEAS International Conference on Computers, Part of the 15th WSEAS CSCC Multiconference. 2011.

**[20]** https://www.semanticscholar.org/paper/Image-processing-of-medical-diagnostic-images-in-Blahuta-Soukup/1e70705b41e3f89001f81c0bd4968a340cead33c

**[21]** http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20040773

**[22]** http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20040773

**[23]** https://www.semanticscholar.org/paper/Image-processing-of-medical-diagnostic-images-in-Blahuta-Soukup/1e70705b41e3f89001f81c0bd4968a340cead33c

**[24]** http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20040773

**[25]** https://www.capahastanesi.com/ultrasons

# SAĞLIK 4.0 VE ELEKTRONİK SAĞLIĞIN DEĞERLENDİRİLMESİ

***Şule Batbaylı*[1]***
[1] Bağımsız Araştırmacı, İktisat Bölümü, batbaylisule@gmail.com
[*] Sorumlu yazar: batbaylisule@gmail.com

***Özet:*** *Dijitalleşmenin hayatımıza hızla girmesi, pek çok alanda değişimi zorunlu kılmıştır. Sağlık alanı da bunlardan biridir. Sanayide yaşanan gelişme ve bilgi ve iletişim teknolojisindeki ilerleme sağlık alanına hızla girmiştir. Üretilen robotik cihazlar, akıllı cihazlar, biyosensörler, giyilebilir ekipmanlar, vb. sağlık hizmetini hem kolaylaştırmış hem de uzaktan takip edilmesine yardımcı olmaktadır. Bilgi iletişim teknolojilerinin artması bazı sağlık hizmetlerinde seyahat engelini ortadan kaldırmıştır. Sağlıktaki teknoloji literatürde Sağlık 4.0 olarak adlandırılmıştır. 19. yüzyıldaki Sağlık 1.0 ile insan sağlığına verilen önem Sağlık 4.0 ile kaliteli hizmet sunumuna dönüşmüştür. Günümüzde sağlıkta üretim aşamasında oldukça fazla yol katedilmiştir. Bunda bilgi teknolojisinin rolü büyüktür. Nihayetinde gelişen akıllı tıp elektronik sağlık hizmetine yol açmıştır. Elektronik sağlık pek çok hasta ve sağlık sunucuları için fayda sağlamaktadır. Elektronik olarak uygulanan tıbbi hizmetler, aslında sadece, çok önceki zamanlardan beri var olan e-sağlığın içeriğini değiştirmiştir. Önceleri telefon ve video konferans yoluyla başlayan uzaktan sağlık hizmetine ulaşma, günümüzde teknolojik ve dijital sağlık ekipmanları ile olmaktadır. Dolayısıyla Sağlık 4.0'ın ilerlemesi, zamanla düşük maliyetli üretim haline gelecek ve dijital hastanelerin sayısı hızla artacaktır. Bu durum sağlık turizmi veya yurt içinde uzaktan sağlıkta e-ticarete faydalı olabilecektir. Hem yerli hem de yabancı hastalar tıbbi bakımı, kendi evlerinden e-sağlık hizmeti olarak alabilmektedir. Çalışmada Sağlık 1.0, Sağlık 2.0, Sağlık 3.0 ve Sağlık 4.0 gelişimine değinilmiştir. Daha sonra Sağlık 4.0 ile e-sağlık ilişkisi değerlendirilmiştir.*

***Anahtar sözcükler****: Sağlık 4.0, Sanayi 4.0, e-Sağlık, e-Ticaret*

# EVALUATION OF HEALTH 4.0 AND ELECTRONIC HEALTH

***Şule Batbaylı *[1]***
[1] Independent Researcher, Department of Economics, batbaylisule@gmail.com
[*] Corresponding author: batbaylisule@gmail.com

***Abstract:*** *The rapid introduction of digitalization into our lives has necessitated change in many areas. Healthcare is one of them. The development in the industry and the progress in information and communication technology have rapidly entered the field of health. Produced robotic devices, smart devices, biosensors, wearable equipment, etc. facilitate health services and help to pursue remotely it. The increase in information and communication technologies has removed the travel barrier in some health services. Technology in health is known as Health 4.0 in the literature. In the 19th century the importance given to human health with Health 1.0 has turned into quality service delivery with Health*

*4.0. Today, in healthcare production has cover ground, a lot. Information technology plays a big role in this. Ultimately, the smart medicine improved avail to electronic health care. Electronic healthcare provides benefits for many patients and healthcare providers. Electronic medical services, actually only, have changed the content of e-health, which has existed since former times. Access to remote health services used to be only via telephone and video conferencing. Today, it is done with technological and digital health equipment. Therefore, the progress of Health 4.0 will become low-cost production over time and the number of digital hospitals will increase rapidly. This situation may be beneficial for e-commerce in health tourism or distance health in the country. Both domestic and foreign patients can receive medical care as e-health services from their own homes. In the study, the development of Health 1.0, Health 2.0, Health 3.0 and Health 4.0 was mentioned. Then, the relationship between Health 4.0 and e-health was evaluated.*

***Keywords:*** *Health 4.0, Industry 4.0, e-Health, e-Comerce*

## 1. Giriş

Tarihten bugüne sanayi devrimleri dört dönem olarak sınıflandırılmaktadır. Bunların ilki sanayi 1.0 dönemi olup buhar gücüyle çalışan makinelerin fabrikalarda kullanılması ile başlamıştır. Ikincisi sanayi 2.0 dönemi olup mekanik-elektronik aletlerin artması ile gelişmiştir. Ayrıca Henry Ford üretim bantlarında elektrik gücünden yararlanarak seri üretime geçişi sağlamıştır. Sanayi 3.0 döneminde ise dijital çağın ilk belirtileri ortaya çıkmaya başlamıştır. Bu bağlamda elektronik ve bilgi teknolojileri aracılığıyla sanayide otomasyon yaygınlaşmıştır. Son olarak Sanayi 4.0 dönemi ile sanayi üretiminde bulunan bütün paydaşların birbiriyle iletişim halinde olması ve tüm bilgilere anında ulaşılabilmesi sağlanmıştır. Ayrıca bu dönemde elde edilen bilgilerin yüksek katma değer yaratan ticaret olması üzerinde durulmuştur. Sanayide yaşanan bu ilerlemeler ile birlikte sağlık da gelişme göstermiştir. Değişen zamanla sağlık hizmetleri sağlık 1.0, sağlık 2.0, sağlık 3.0 ve sağlık 4.0 olarak ortaya çıkmıştır [1].

Sağlık hizmetlerinin uzak yerlere ulaştırılması için ilk fırsatlar, telgraf, radyo ve telefon gibi insan iletişimini geliştirmek için yapılan ve teletıp olarak adlandırılan icatlarla belirginleşmiştir. Günümüzde ise internetin hızlı büyümesi, sağlık hizmetlerinin uzaktan sunumu için yeni fırsatların ortaya çıkmasına olanak sağlamıştır. İlk sonuç e-sağlık kavramının ortaya çıkması olmuştur. Bunu, hızla mobil teknolojilerin tıbbi ve sağlıkla ilgili amaçlar için yaygın olarak kullanıldığını gösteren m-sağlık izlemiştir. Web teknolojilerinin gelişimine bağlı olarak, sağlıkla ilgili sistemlerde internet kullanımı sağlığı dört aşamaya ayırmıştır: Sağlık 1.0, Sağlık 2.0, Sağlık 3.0 ve Sağlık 4.0. Ancak Sağlık 4.0 veya Sağlık Hizmetleri 4. 0, yakın zamanda Sanayi 4.0 ile paralel olarak değerlendirilerek daha geniş bir anlam kazanmıştır. Bunun sebebi, siber-fiziksel sistemler, nesnelerin interneti, bulut bilişim ve büyük veri analitiği dahil olmak üzere Sanayi 4.0'ın temel teknolojilerinin sağlık hizmetlerinde kullanılmasıdır [2].

## 2. Sağlık 4.0 Gelişimi

Sağlık sektörü 1800'lü yıllardan başlayarak bugüne kadar değişim yaşamıştır. Bugünkü Sağlık 4.0 halini alması halk sağlığı sistemlerinin iyileşmesi, üretim sistemlerinin ilerlemesi, bilgi teknolojilerinin ve dijitalleşmenin gelişmesiyle gerçekleşmiştir. Tablo I'de sağlık hizmetlerinin değişim süreci yer almaktadır. Öncelikle sağlıkta önlemlerin alınması, koruyucu aşıların ve tedavilerin uygulanması ile sağlık hizmetleri gelişmeye başlamıştır. Daha sonra hastanelerin kurulumu, ilaç sanayinin gelişmesi ve tıbbi bilginin ilerlemesi gerçekleşmiştir. Sağlık 3.0 ve sağlık 4.0 ile birlikte internetin etkin kullanımı tıbbi hizmetleri olumlu yönde etkilemiştir.

Tablo I. Sağlık Hizmetinin Gelişimi

| **1800**<br>**Halk Sağlığı**<br>**Sağlık 1.0** | **1900**<br>**Seri Üretim**<br>**Sağlık 2.0** |
|---|---|
| Sağlık önlemleri<br>Mikrop tedavisi<br>Aşılar | Büyük hastaneler<br>Profesyonellik<br>Özel tedaviler<br>İlaç endüstrisi<br>Antibiyotikler |
| **1980**<br>**Bilgi Teknolojisi**<br>**Sağlık 3.0** | **2020**<br>**Akıllı Tıp**<br>**Sağlık 4.0** |
| Bilgisayar<br>Görüntüleme<br>Kanıta dayalı tıp | Yapay zeka<br>Hassas ilaç<br>Teletıp |

Kaynak: [3]

Alt başlıklarda sağlık hizmetlerinin trendi detaylı olarak anlatılmaktadır.

### 2.1. Sağlık 1.0

1830'larda İngiliz Hükümeti, salgın hastalıkların içme suyundan kaynaklandığına dair kanıtlar bulduğunda kişisel evlere su boruları döşemeye başlamıştır. Bu kanıta dayalı önlem, bulaşıcı hastalıkların ortaya çıkmasını ve yayılmasını etkili bir şekilde engellemiştir. Bundan kısa bir süre sonra ve sadece birkaç on yıl içinde, mikrop teorisi ve aşı immünolojisinin bilimsel temeli kurulmuştur. Aşılar genel olarak kullanılabilir hale gelmiş ve kötü ve tehlikeli bulaşıcı hastalıklar önlenip kontrol altına alınmıştır. Sanitasyon, mikrop kontrolleri, aşılama ve epidemiyoloji araştırmalarından oluşan birleşik önlemler, on dokuzuncu yüzyılda sağlıklı bir yaşam için daha iyi bir ortam yaratmıştı. Söz konusu dönem büyük sağlık sorunlarının akıllı halk sağlığı yaklaşımlarıyla çözüme kavuştuğu sağlık 1.0 günleri olmuştur [3].

### 2.2. Sağlık 2.0

20. yüzyılın ikinci yarısında kendini gösteren Sağlık 2.0, enfeksiyon ve diğer hastalıkların sebeplerini açıklayan, patojenlerin veya mikroorganizmaların birçok hastalığa yol açtığını belirten Germ Teorisi ile başlamıştır. Bu bağlamda gelişen fizyoloji, patoloji, biyoloji, anatomi gibi bilim dalları ile tıp

bilimi şekillenmiştir. Antibiyotik ve penisilinin keşfiyle aşı ve çeşitli ilaçlar geliştirilmiştir. Böylece sanayi 2.0'ın da katkıları ile üretimler artmış ve modern tıbbın ilerlemesi sağlanmıştır [1].

### 2.3. Sağlık 3.0

1980'lerde, daha küçük bilgisayarların ortaya çıkması, hızlı hesaplamaların yapılabilmesine olanak tanımıştır. Büyük veri depolama kapasitesine sahip tesislerin üretilmesine izin veren mikro denetleyiciler sayesinde sağlık alanında gelişme hızlanarak devam etmiştir. İlerleyen bilgisayar teknolojisi ile tomografi tekli görüntülerden yeniden oluşturulmuş görüntülere geçilmiş ve doktorlar lezyonları ek bilgilerle inceleyip hastalıkları daha erken teşhis edebiliyor hale gelmiştir. Ayrıca, öğrenme şeklimizi değiştiren internet ile çoğu tıbbi literatür e-kütüphanelerden indirilebilmektedir. Eski zamanlarda araştırmacıların kütüphanede dolaşmak veya diğer kütüphanelerden kitap sipariş etmek zorunda kaldığı göz önüne alındığında, internet aracılığıyla bilgi akışı hızlanmıştır. Böylece bilgi teknolojisinin yardımıyla sağlık 3.0 ortaya çıkmıştır [3].

### 2.4. Sağlık 4.0

Sanayi 4.0 yaklaşımının asıl amacı fiziksel süreçlerin sanallaştırılması ve hizmetlere dönüştürülmesi olarak kabul edilmektedir. Bununla birlikte, sağlık alanı için akıllı cihazlar, biyosensörler, yapay organlar ve akıllı ilaçlar gibi gelişmeler Sağlık 4.0'ın ortaya çıkmasını sağlamıştır. Avrupa dijital gündeminin temel hedeflerinden biri, söz konusu nesneler yardımıyla sağlık bakımını sağlayarak hizmetleri sanallaştırmaktır. Bu bağlamda Avrupa Komisyonu "Avrupa Komisyonu'nun eSağlık Eylem Planı 2012–2020" adı altında, geleceğin kişiselleştirilmiş tıbbı için, hastaları ve sağlık çalışanlarını güçlendirmek, cihazları ve teknolojileri birbirine bağlamak ve e-Sağlık alanında araştırmalara yatırım yapmaktadır [4].

## 3. Sağlık 4.0 ve E-Sağlık

Arabirim ve veri ticaretini sağlayan donanım, programlama, aktüatörler ve ağ desteği içeren aygıtlar, yapay organlar, biyosensörler, akıllı cihazlar ve akıllı ilaçlar, sağlıktaki çeşitli araçlar ve ev ekipmanları, sağlık alanı için fiziksel süreçlerin sanallaştırılmasına ve hizmetlere dönüştürülmesine izin veren Sanayi 4.0 standardına uymaktadır. Bundan sonra hizmetler, çeşitli bakım düzeylerini sanallaştırmak, hastaların ve sağlık profesyonellerinin bağımsızlığa ulaşmalarına, cihazları ve teknolojileri birbirine bağlamalarına ve kişiselleştirilmiş tıbba doğru ilerlemelerine yardımcı olmak adına bu nesnelerin etrafında dönecektir [5].

Sanayi 4.0'dan kaynaklanan sağlık hizmetlerine yönelik fırsatların çok yönlü bir hizmet sunumundan çok daha ötesine geçtiği görülmektedir. Siber-fiziksel sistemler, Nesnelerin İnterneti, bulut bilişim ve Büyük Veri analitiği dahil olmak üzere Sanayi 4.0'ın temel teknolojilerinden doğan sağlık hizmetlerine ilişkin faydaları bulunmaktadır. Sağlık 4.0, ilgililerin uygun kararları almalarını sağlayan akıllı araçlarla hastalar ve vatandaşlar için destekleyici ortamlar sunmaktadır. Bu yolla oluşan akıllı ve her yerde hazır bulunan, sağlık hizmetleri birçok zorluğa çözüm olmaktadır [2].

Sanayi 4.0 ile tıbbi cihaz üretiminde oluşan dijitalleşme aşağıdaki şekildedir [6]:

- Özelleştirme: Hastaya özel cihaz üretimi, her ürünün eşsiz olması nedeniyle yüksek kalite sunmaktadır. Bu cihazların yüksek maliyetleri nedeniyle, her ülke kullanamamaktadır. Ancak Sanayi 4.0 çözümleri ile birkaç yıl içerisinde yaygınlaşabilecektir.

- Bilgi Teknolojisi (BT) Altyapısı: BT sistemlerinin benimsenmesi daha erken olmasına rağmen, tıbbi cihaz üretimi bu anlamda gecikme yaşamıştır. Sanayi 4.0 ile tıbbi cihaz üreticileri, geçmiş üretim otomasyonunu ve tedarik zinciri entegrasyonunu geride bırakabilir ve yeni paradigmalar üzerinde bir BT altyapısı oluşturabilir.
- Uygunluk: Uyum sağlanması ve uygulama karmaşıklığı birçok yönetmelik nedeniyle sorun teşkil etmektedir. Ancak bu sorunun üstesinden gelindiğinde hizmet alanında yaşanacak hızlı artış, tıbbi cihaz üreticileri için Sanayi 4.0'ı zorunlu hale getirmektedir.
- Siber Fiziksel Sistemler: Tıbbi cihazlar, "akıllı cihaz" olarak nitelendirebileceğimiz, sağlık izleme sistemleri ve uzaktaki hekimlerle iletişim kurabilen, internete bağlanabilen cihazlar haline gelmektedir.

Günümüzde Sağlık 4.0'ın yakın gelecekte büyük sağlık veri analitiği ve yapay zeka kullanılarak, mümkün olan ölçüde son teknolojik araçlar (teleradyoloji, telenöroloji vb.) icat edilmiştir. Hem fiber optik hem de mobil ağlar (4G/5G) aracılığıyla hızlı internet bağlantıları yaygınlaşmıştır. Bu bağlamda sağlık hizmetlerinde eşzamanlı, kesintisiz video akışı (birçok teletıp uygulamasında gereklidir) gerçekleştirilmektedir [7].

Sanayi 4.0'ın yardımıyla üretilen veya uygulanan Sağlık 4.0, tıbbi ekipmanları, hastane içi ve dışı bakımı, sağlıklı yaşam ortamından finansal ve sosyal sistemlere kadar değişen sağlık değer zincirini, sağlık lojistiğini, siber ve fiziksel sistemden meydana gelen nesnelerin internetini, robotik, akıllı algılama sistemlerin, büyük veri analizi yoluyla sayısallaştırılmış sağlık ürünlerini, dijitalleştirilmiş sağlık hizmetlerini (elektronik sağlık (e-sağlık)) ve girişimlerini sunmaktadır. Bu bağlamda sağlık sektörü, hasta merkezli, önleyici, öngörüsel, kişiselleştirilmiş, katılımcı, hassas ve yaygın sağlık hizmeti olarak karşımıza çıkmaktadır. Gelecekte sağlık tesisleri hastane ekipmanlarının sayısından ziyade, doğru teknoloji kullanımı ile öne çıkacaktır. Teknolojik ilerlemeyi hali hazırdaki süreçlere uygulayabilecek dijital yatırımların kullanımı sağlık tesislerini sürdürülebilir hale getirecektir. Geleceğin dijital hastaneleri, hastaları sürekli kontrol etmeye ve buradan elde edilen verilerin grafiği ile çözümler bulmaya odaklanmaklıdır. 3-D yazıcılar ve robotik uygulamalar, hastalara çeşitli tedavi seçenekleri sunmaktadır. Birçok tıbbi cihaz ve ekipman daha küçük ve taşınabilir hale gelerek, sağlık hizmetlerine mobil özellik katmaktadır. Doktorlar hastanın anatomik taramasında etkin bir profil çizerek protezler tasarlayabilen 3-D yazıcılar sayesinde, hızlı bir şekilde en uygun tedaviyi seçebilmektedir. Buna bir örnek vermek gerekirse; radyoloji bölümünde manyetik rezonans (MR) yardımı ile hastanın ameliyat öncesi rahatsızlık yaşadığı bölgenin 3 boyutlu haritasının çizimi ve 3-D yazıcılar ile de protez basımı yapılarak gerçekleştirilebilmektedir [8].

Uzaktan sağlanabilen sağlık hizmeti birçok hasta için yararlı olabilmektedir. Bu anlamda sağlık hizmetlerinde yerelleşme, çoğu az gelişmiş ülkeye hitap etmediği için genellikle uygulanması zor görünmektedir. Sağlıkta teknolojiyi kullanabilme imkanına sahip olan, giderek daha fazla sayıdaki hasta, internet aracılığıyla, gündüz tedavi merkezlerine, evlerinden ulaşabilmektedir. Ancak fitness ve refah için akıllı cihaz, giyilebilir cihaz ve biyo-aktüatör satışının yaygınlaşması, her geçen gün, bu cihazların doğruluğu ve uygunluğunu sorgulanabilir kılmaktadır. Yönetim ve sorumluluk konuları hala askıdadır. Piyasada sağlık, zindelik ve güzellik için geliştirilen uygulama miktarlarındaki artış, ekipman ve uygulamaların daha sıkı test edilmesini gerektirmektedir. Ancak bunların, çok azı garanti vermektedir.

Sağlık hizmetleri, hastalar, uzmanlar ve resmi ve gayri resmi bakıcılar ile aşamalı olarak akıllı cihazları, biyosensörleri, biyo-aktüatörleri, uygulamaları ve CPS'leri kullanan dağıtılmış hasta merkezli bir modele yönelse de, iletişim sağlayıcıları ve ağ hakkında giderek daha karmaşık ihtiyaçlar artmaktadır. Ağ dağıtılmış hasta merkezli bakım, çeşitli ağlar ve küreler arasında sürekli ve güvenilir bir veri akışı gerektirmektedir. Sağlık hizmetlerini içeren çeşitli alanların teknolojik cihaz gereksinimleri, çok sayıda araştırma çalışmasına yol açmıştır. Ulusal Sağlık Servisi (NHS), birçok hastanede ayakta tedavi hizmetlerini evde tedaviye dönüştürerek hastalar, bakıcıları ve sağlık personeli için bilgi iletişim araçları uygulama stratejisinin geliştirilmesini ele almaktadır [5].

Sağlık harcamaları bir yük olsa da bunu büyüyen bir ekonomi olarak da görmemiz gerekmektedir. Ancak ulusların bütçesi için bir meydan okumadır. Aynı zamanda bu durum ticari endüstriler ve bireyler için bir fırsattır. Sanayi 4.0'ın sağlık sistemine katkıda bulunduğu yer burasıdır. Bu anlamda teknoloji hem maliyetleri düşürmekte hem de bir vizyondur. Sağlık 4.0 dokümantasyon, teşhis ya da operasyon için harcanan zamanı azaltarak, idari maliyetleri düşürmektedir. Ayrıca nispeten kaliteli bir yaşam sağlayarak bireye katma değerli hizmetler sunmaktadır. Nihayetinde Sağlık 4.0, hastane, sigorta ve ilaç üretimi alanlarında bir değer zinciri oluşturmaktadır. Bununla birlikte sosyal bakım, psikoterapistler, gündüz klinikleri, toplum hemşire bakım evleri veya resmi olmayan bakıcılar vb. için e-sağlık bir fırsat yaratmaktadır [9].

Sağlık 4.0 ile sağlık hizmetlerinde meydana gelen başlıca fırsatlar şu şekilde sıralanabilir [10]:

- Kullanılan yeni teknoloji ile erken teşhis ve tedaviler uygulanarak, yaşam süresinin ve kalitesinin artırılması,
- Karar vermede en etkili olan verilerin kolayca tutulabilmesiyle hastalara daha çok zaman ayırılabilmesi,
- Sağlık kayıtlarının çevirimiçi veri tabanlarında depolanması sayesinde coğrafi engellerin ortadan kalkması,
- Yabancı hastalara daha hızlı ve kolay ulaşım için sınır ötesi tedavilerin uygulanabilmesi,
- Akıllı kapsüllerle acısız ve kolay görüntüleme işleminin yapılabilmesi,
- Cerrahi robotlar sayesinde uzaktan cerrahi işlemlerin yapılabilmesi,
- 3D yazıcılarla kişiye özel cerrahi malzemelerin üretilebilmesi,
- Akıllı ve giyilebilir cihazlarla sağlık verilerinin toplanabilmesi ve bireylerin de kendi sağlık verilerine ulaşabilmesi,
- Veri değerlendirebilmenin hizmet sunucuları için zorunlu hale gelmesi,
- Geliştirilen yeni akıllı ilaçlarla kişiye özel tedaviler uygulanması,
- Sağlık sisteminde yıllardır süre gelen pazar yapısının yeniden şekillenmesi akla gelen başlıca değişikliklerdendir.

Sağlık hizmetlerinde teknolojinin kullanılması, daha açık bir ifadeyle elektronik sağlık hizmetleri ülkeler açısından maliyet avantajı oluşturmaktadır. E-sağlık hizmeti bu nedenden ötürü tercih edilmektedir [11]. Ayrıca e-sağlık uzak mesafenin önemli olduğu hastalar için sağlık bakım hizmetlerinin, teşhisinin, tedavisinin yapılmasını, hastalık ve yaralanmaların önlenmesini, araştırma ve değerlendirmelerin gerçekleştirilmesini sağlamaktadır. Bu hizmet için bireylerin ve toplumların sağlığını geliştirmek amacıyla sağlık çalışanlarına sürekli eğitim verilmektedir. Bilgi alışverişini

sağlayan, bilgi ve iletişim teknolojilerini kullanan tüm sağlık personelleri tarafından e-sağlık hizmeti verilebilmektedir [12].

En çok, artan sağlık harcamaları, tedavi için uzun bekleme süreleri ve ileri yaş nüfusundaki artış gibi nedenlerden dolayı çoğalan sağlık turizmi hizmeti, günümüzde değişim göstermektedir. Bu değişim teknoloji ile olmaktadır. Bilgi iletişim teknolojileri yardımıyla sunulan e-sağlık (teletıp, telesağlık), koruyucu ve tedavi edici hizmet sunmaktadır. Kimsenin kendi ülkesi dışına çıkmadan hizmeti sınır ötesine ulaştıran e-sağlık, geniş bir hizmet yelpazesini kapsamaktadır. Bu kapsamda, sağlık personelinin hastalarla iletişime geçmesi, çeşitli sağlık hizmetlerini sunabilmek ve ilaç sipariş etmek amacıyla e-posta kullanımı yer almaktadır. Sağlık hizmeti, doktor ile hasta farklı ülkelerde olduğunda uluslararası bir ortam, doktor ile hasta aynı ülkede olduğunda yurtiçinde bir hizmet ortamı oluşmaktadır. Diğer yandan yabancı hastaların sigorta şirketleri için e-sağlık, çok daha uygun maliyetli bir sağlık hizmeti yöntemi sunmaktadır. Ayrıca hasta tedaviden sonra bakıma ihtiyaç duyarsa, e-sağlıktan yararlanılabilmektedir; hastaların gereksinimlerini belirlenir, doğrulanır, hızlı bir şekilde rehberlik sağlanır, böylece toplam bakım maliyeti iyileştirilerek daha uzun vadeli sonuçlar elde edilmektedir [13]. Tablo II küresel piyasada e-sağlık hizmeti hacmini vermektedir. Buna göre uzaktan sağlık hizmeti sunumunun artarak devam ettiği ve 2030 yılında yaklaşık 460 milyon dolar olacağı öngörülmektedir.

Tablo II. Küresel E-sağlık Pazar Büyüklüğü

| **Milyon $** | **2019** | **2023** | **2025** | **2030** |
|---|---|---|---|---|
| | 49.9 | 194.1 | 277.9 | 459.8 |

Kaynak: [14]

Günümüzde yurt içindeki ve yurt dışındaki hastalar için uygulanan elektronik sağlık hizmeti çeşitleri Tablo III'te verilmiştir. Giyilebilir cihazlar ve sensör cihazları yoluyla Sağlık 4.0'ın e-sağlık hizmeti alanında aktif şekilde yer aldığı görülmektedir.

Tablo III. E-Sağlık Çeşitleri

| **Kullanılan Teknoloji** | **Yaygın Klinik Uygulamaları** |
|---|---|
| Telefon | Uzaktan ve evde konsültasyonlar, sağlık hizmetleri triyajı (acil vakalarda, salgın ve savaş zamanlarında kullanılmaktadır), yaşam tarzı değişikliği için koçluk, uzmandan genel klinik destek. |
| Görüntülü İletişim | Uzaktan ve evde konsültasyonlar, ameliyat öncesi ve sonrası kontroller, hasta değerlendirmesi, klinik vaka konferansı, uzmandan genel klinik destek. |
| Sabit Sensör Cihazları | Düşme veya aktivitelerin seviyesini tepsit etmek için destek |
| Giyilebilir İzleme Cihazları | Kişisel alarmlar, kronik hastalık izleme (örn. kilo, kan basıncı, aktivite seviyeleri), değerlendirme (örn. EKG telemetrisi), yaşam tarzı yönetimi. |
| Kısa Mesaj (SMS) | Yaşam tarzı değişikliği programları, danışma geri çağırma ve hatırlatmalar. |
| Mobil Cihazlar İçin Sağlık Uygulamaları | Kronik hastalık yönetimi ve kendi kendine yönetim ve ayrıca yaşam tarzı değişikliği için özel, dar kullanımlı yazılım. |

Kaynak: [15]

Cep telefonu ve internet servisi yeteneklerine sahip mobil sağlık izleme sistemi ile tıbbi hizmetlerin nasıl sağlandığı aşağıda verilmiştir [16]:

- Solunum ve kalp hızı gibi fizyolojik parametreler, giyilebilir sensörler tarafından ölçülmekte ve kullanıcının, sağlık durumunu daha kolay gözlemleyebilmesi için grafik arayüzü sunan bir cep telefonuyla kaydedilmektedir.
- Doktorlara ve aile bireylerine bir web arayüzü aracılığıyla gerekli verileri sağlamaktadır. Ayrıca bu cihazlar, yetkili personelin hastanın durumunu izlemesi ve uzaktan teşhis etmesini sağlamaktadır.
- Beklenmedik olayların zamanında ele alınabilmesini sağlamaktadır. Örneğin, düşme veya kalp krizi gibi acil bir durumda gerçek zamanlı alarm ve konumlandırma servislerini kullanmaktadır.

Bununla birlikte giyilebilir cihazlardan diyabet hastalarının takibinde, sigarayı bırakma tedavilerinde, UV ışınlarını ölçmede, ateşi ve kandaki alkol miktarını ölçmede yararlanılmaktadır [17].

## 4. Sonuç

Tarihsel süreç içinde gelişen diğer alanlar gibi sağlık da değişmiş ve ilerlemiştir. 19. yüzyıldan başlayarak Sağlık 1.0, Sağlık 2.0, Sağlık 3.0 ve nihayetinde Sağlık 4.0 olarak literatürde yer almıştır. Günümüzde olabilecek son çağını yaşayan sanayi devrimi sağlık hizmetlerine hızla girmiş ve uygulama alanı bulmuştur. Siber-fiziksel sistemler, nesnelerin interneti, bulut bilişim, büyük veri analitiği, arabirim ve veri ticaretini sağlayan donanım, programlama, aktüatörler ve ağ desteği içeren aygıtlar, yapay organlar, biyosensörler, sabit sansör, akıllı cihazlar, akıllı ilaçlar, giyilebilir cihazlar, telefon ve ev ekipmanları Sağlık 4.0'ı tanımlayan ve onu e-sağlığa dönüştürebilen araçlardır. Sağlık 4.0, tıbbi cihazları, yurt içindeki ve dışındaki hasta bakımını, sağlıklı yaşam için mali ve sosyal sistemler bütünlüğünü, siber ve fiziksel sistemden oluşan objelerin internetini, e-sağlığı, robotik ve akıllı algılama sistemlerini beraberinde getirmektedir.

Uluslararası hastaların seyahat engelinin olması veya onlar için mesafenin sorun olması sağlık turizmini elektronik olarak almayı gerektirmiştir. Sınır ötesi ticaret biçiminde dijital olarak gerçekleşen sağlık hizmeti sunumu, gelişmiş ülkelerde, Sağlık 4.0'ın beraberinde getirdiği tıbbi cihazlar ile yapılmaktadır. Daha az gelişmiş ülkelerde telefon, video konferans biçiminde uygulanan e-sağlık, ilerleyen dönemlerde Sağlık 4.0'ın maliyetlerinin düşmesi sonucunda söz konusu ülkelerde uygulama alanı bulabilecektir.

Hızla gelişen ve gelişmeye devam eden sağlıkta dijitalleşme ülkeler açısından hem kolay ulaşılabilir tıbbi bakım hem de uygun maliyet anlamına gelebilecektir. Bu durum özellikle, yabancı hastalar için seyahat maliyetinin ortadan kalkması anlamına gelmektedir. Ev sahibi ülke için ise daha fazla sağlık turistini ifade etmektedir. Dolayısıyla ülkelerin Sağlık 4.0 için yapacakları yatırım yurt içindeki ve yurt dışındaki hastalar için maliyetleri düşürebilecektir. Bu anlamda daha kaliteli hizmet, katma değeri yüksek bakım ve ekonomik gelişmişlik ortaya çıkacaktır.

## 5. Kaynaklar

**[1]** Koşti, G.; Burmaoğlu, S.; Kidak, L. B. Sağlik 4.0: Sanayide Öngörülen Gelişimin Sağlik Sektörüne Yansimaları. Hacettepe Sağlık İdaresi Dergisi, 2021, 24, 3, 483-506.

**[2]** Duplaga, M. The Transition From Telemedicine And E-Health to Health 4.0. in: *The Digital Transformation of Healthcare, 1st Edition* (Ed. M. D. Marek Ćwiklicki) London: Routledge, pp. 1-14, 2021.

**[3]** Chen, C.; Loh, E.-W.; Kuo, K. N.; Tam, K.-W. The Times they Are a-Changin' – Healthcare 4.0 Is Coming! Journal of Medical Systems, 2020, 1-4.

**[4]** Thuemmler, C.; Bai, C. *Health 4.0: How Virtualization And Big Data Are Revolutionizing Healthcare.* Berlin: Springer, 2017.

**[5]** Monteiro, A. C., França, R. P., Estrela, V. V., Iano, Y., Khelassi, A., Razmjooy, N. Health 4.0: Applications, Management, Technologies and Review . Medical Technologies Journal, 2018, 2, 4, 262-276.

**[6]**Kesayak, B. Sağlık 4.0: Sağlıkta Dijital Dönüşüm. Türkiye'nin Endüstri 4.0 Platformu: https://www.endustri40.com/saglikta-dijital-donusum-saglik-4-0/. (Erişim zamanı; 05.02.2022).

**[7]** European Commission. Market Study on Telemedicine, Third EU Health Programme. Luxembourg: European Commission. 2018.

**[8]** Korkmaz, S.; Gedik, Ö. Endüstris 4.0'ın Sağlık Sektörüne Etkisinde Demografik Özelliklerin Düzenleyici Rolü: Teknoloji Kabul Modeli İle Bir Uygulama. Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 2020, 38, 4, 743-776.

**[9]** Eğilmez, O.; Koca, G. Drivers, Challenges, and Integration of Health 4.0 Societal Engagement: Evidence from Turkey. Istanbul Business Research, 2021, 50, 1, 127-148.

**[10]** Kaya, M.; Filiz, M. Health 4.0 and Turkey. *Conference: Artvin International Congress of Social Sciences AICOSS 2019*. Artvin: Artvin Çoruh Üniversitesi, 2019, pp. 1-5

**[11]** Paksoy, V. M. Sağlık Ekonomisi Perspektifinden Teletıp Uygulamaları. Sağlık Akademisyenleri Dergisi, 2017, 4, 1, 9-16.

**[12]** WHO. Global Strategy on Digital Health 2020-2025. World Health Organization, Geneva, 2021

**[13]** O'Keeffe, J. Telehealth: Implications for Medical Tourism. Medicaltourism.com: https://www.magazine.medicaltourism.com/article/13397. 2021.

**[14]** Statista. Projected global telemedicine market between 2019 and 2030. statista: https://www.statista.com/statistics/671374/global-telemedicine-market-size/. 2021.

**[15]** Wade, V.; Stocks, N. The Use of Telehealth to Reduce Inequalities in Cardiovascular Outcomes in Australia and New Zealand: A Critical Review. Heart, Lung and Circulation 26, 2017, 331–337, http://dx.doi.org/10.1016/j.hlc.2016.10.013.

**[16]** Altındiş, S., Morkoç, İ. K. Sağlik Hizmetlerinde Büyük Veri. Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 2018, 11, 2, 257-271.

**[17]** Büyükgöze1, S. Sağlık 4.0'da Giyilebilir Teknolojilerden Sensör Yamalar Üzerine Bir İnceleme. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, 2019, 17, 1239-1247.

# NESNELERİN İNTERNETİ, UYGULAMA ALANLARI VE SİBER GÜVENLİĞİ

***Hüseyin Kuru*[1], Mesut Güven[2]***
[1]MEBS ve Siber Güvenlik Komutanlığı, Jandarma Genel Komutanlığı, Ankara-Türkiye, mesutguven@ieee.org
[2]MEBS ve Siber Güvenlik Komutanlığı, Jandarma Genel Komutanlığı, Ankara-Türkiye, huseyinkuru@jandarma.gov.tr
Sorumlu Yazar: huseyinkuru@jandarma.gov.tr

**Özet:** Son yıllarda internetin neredeyse her haneye girmesi ve yeni nesil teknolojilere sahip akıllı ürünlerin yaygınlaşması ile birlikte nesnelerin interneti (Internet of Things, IoT) kavramı da sıkça kullanılır hale gelmiştir. Gelişen teknolojinin yaşamımıza getirdiği rahatlıklar ve insanların bu gelişmelere hızla ayak uydurma isteği ve ihtiyacı bu durumun katalizörleri arasında yer almaktadır. Nesnelerin interneti, insanın aklına gelebilecek her türlü cihaz daha geniş anlamıyla nesnenin internet yardımı ile birbirleri ile iletişim halinde çalışması, mevcut durumları ve işledikleri veriyi paylaşması ve paylaşılan verinin analiz edilebilmesi olarak tanımlanabilmektedir. Bu konuda günlük hayatımızdan bir örnek paylaşmak gerekirse akıllı ve internet bağlantısına sahip bir buzdolabının içindeki mevcut ürünlerin miktarını takip etmesi ve azalan veya biten ürünleri tespit ederek markete mail atması ve bilgi olarak bu veriyi ev sahibi ile paylaşması durumunu gösterebiliriz. Böyle bir döngü insan faktörünü devre dışı kalmasını, makine-makine iletişim mantığını kullanan sistemlerin yaygınlaşmasını ve birbirleri ile daha çok bağlanmalarını ifade etmektedir. İnternete bağlı cihazların yaygınlaşması bu cihazların siber saldırılara karşı güvenliğinin sağlanması ihtiyacını da beraberinde getirmiştir. Bu çalışmada nesnelerin interneti kavramı hakkında yapılmış tanımlar üzerinden kavramın sınırları çizilmeye çalışılmış, nesnelerin interneti ekosisteminin kullanım örnekleri incelenmiş ve son olarak da su sistemin siber güvenlik riskleri ve alınması gereken tedbirler belirtilmiştir. Araştırmanın literatürde çokça tartışılan IoT kavramı, çalışma alanları ve siber güvenliği ile ilgili farkındalığa katkı sağlayacağı değerlendirilmektedir.

***Anahtar kelimeler:*** *İnternet, Nesnelerin İnterneti, Nesnelerin İnterneti Kullanım Alanları, Makine-Makine Bağlantı, IoT Siber Güvenliği*

# THE INTERNET OF THINGS, APPLICATIONS AND CYBER SECURITY

***Hüseyin Kuru*[1], Mesut Güven[2]***
[1]Cyber Defense Command, Gendarmerie General Command HQ, Ankara-Turkey, mesutguven@ieee.org
[2]Cyber Defense Command, Gendarmerie General Command HQ, Ankara-Turkey, huseyinkuru@jandarma.gov.tr
[*] Corresponding author: huseyinkuru@jandarma.gov.tr

**Abstract:** In recent years, internet of things concept has become widely used with the spread of the internet usage in almost every household and also due to widespread use of smart products with new generation technologies. The comfort brought by the developing technology to our daily life and the desire of people to keep up with these developments are among the catalysts of this situation. The internet of things can be defined as any device that can be conceived by a human being, in a broader sense, the object working in communication with each other with the help of the internet, sharing the current situation and the data they process and analyzing the shared data. In this regard if we need to

share an example from our daily life, we can show the situation that a smart refrigerator with internet connection follows the amount of products available and sends an e-mail to the market by detecting the decreasing or runing out products and also sharing this data with the human owner. Such a cycle expresses the widespread use of systems that disable the human factor and use machine-machine communication logic and become more interconnected. The prevalence of devices connected to the internet has brought with it's need to ensure the security of these devices against cyberattacks. In this study, the boundaries of the internet of things were tried to be drawn, usage examples of the internet of things ecosystem were examined, and finally, the cyber security risks of this system and the precautions to be taken were stated. It is evaluated that this research will contribute to the awareness about the concept of IoT applications and cyber security which is widely discussed in the literature.

***Keywords:*** *Internet, Internet Of Things, IoT Usage Areas, Machine-Machine Communication, IoT Cyber Security*

## 1. Giriş

Nesnelerin interneti kavramı dünyadaki bütün teknoloji ürünlerinin internetin sunduğu ağ yapısı sayesinde birbirleri ile iletişim halinde olması anlamında kullanılmaktadır. Bu şekildeki bir yapıda bu sisteme bağlı tüm cihazlar akıllı sıfatı ile nitelendirilebilecektir. Yeni nesil teknolojiler ile üretilen tüm sistemlerin yakın zamanda Wifi veya bluetooth yardımı ile internete bağlı olarak çalışan sistemler şeklinde üretilmesi öngörülmektedir[1].

Nesnelerin interneti(IoT) olarak tanımlanan konsept, lokal veya genel ağa bağlı cihazların kendi aralarında veri alış verişi yaparak haberleşmeleri ile ortaya çıkmaktadır[2]. Kablosuz ağlar, başta askeri sistemler olmak üzere özellikle son dönemde birçok kamu hizmetinde, kritik alt yapı sektöründe, sağlık ve ulaştırma gibi sosyal hayatın her alanında kullanılmaktadır. Nesnelerin interneti kavramının altında yatan temel mantık algılayıcıların/sensörlerin çevrelerinde olup biteni algılayıp istenilen lokasyondaki kullanıcı veya sistemlere iletmesidir[3].

## 2. Yöntem

Bu çalışma nesnelerin interneti (IoT) ekosistemi ve siber güvenliği konusunda farkındalık yaratmak amacı ile hazırlanmıştır. Çalışmada nitel bir araştırma tercih edilmiş, bu kapsamda IoT güvenliğine yönelik yapılmış araştırmalar, bağımsız akademisyenler tarafından yayınlanmış akademik yayınlar, bu alanda global ölçekte otorite olarak görev yapan kurumların yayınlamış olduğu standartlar, siber güvenlik taslakları ve raporlar detaylı bir şekilde incelenmiştir. IoT tanımlarının ve görev alanlarının dağınık olması, odak noktası seçerken zorluklar yaşanmasına neden olmuş ayrıca IoT siber güvenliği konusunda kaynakların sınırlı olmasından ve çoğu zaman saldırıya uğrayan sistemlere sahip birimler tarafından kısıtlı miktarda veri paylaşıldığından dolayı veri toplama aşamasında zorluklar yaşanmıştır.

### 2.1. Nesnelerin İnterneti

Günlük hayatımızda etrafımızda bulunan nesnelerin çevreyi algılamak ve anlaşılır veriler üretmek için sensor (algılayıcı), transdüser (dönüştürücü) ve aktuatör (eyleyici) ile donatıldığını görebiliriz. Nesneler tarafından toplanan verinin aktarılması ve uzaktan aygıtlar üzerinde kontrol sağlamak için bu cihazların farklı ağ yapılarına bağlı olması gerekmektedir. Aktarılan verileri analiz etmek, bazı işlemleri otomatikleştirmek için ihtiyaçlar doğrultusunda modifiye edilebilecek bazı uygulamalara(yazılımlara) ihtiyaç vardır[4].

Mevcut ekonomik düzende kendisini kabul ettiren bu kavram gelecek yıllarda daha da çok sayıda nesneyi birbirine bağlayan entegre bir yapıya sahip olacaktır. McKinsey Global Institute tarafından hazırlanan rapora göre nesnelerin interneti ekosistemi, 2025 yılına kadar global pazarda yaklaşık 3,9 trilyon ila 11,9 trilyon aralığında bir ekonomik değere erişeceği öngörülmektedir[5].

### 2.2. Nesnelerin İnterneti Kavramının Gelişimi

Nesneleri internete bağlama fikrinin asıl çıkış noktasında, aslında her zaman olduğu gibi insanlığın belirli bir gereksinimini karşılama fikri ve bu fikir ile birleşen yaratıcılığı vardır. 1991 yılında, Cambridge Üniversitesinde aynı hizmet binasında çalışan ve aynı kahve makinasından kahve alan 15'e yakın araştırma görevlisi akademisyen, kahve makinasının içinde kahve olup olmadığını sürekli olarak takip edebilecekleri bir sistem geliştirmek için harekete geçtiler. Bu ihtiyacın ortaya çıkmasındaki ana etken binanın özellikle alt katlarında çalışan akademisyenlerin onlarca merdiveni boş bir kahve makinesini görmek için çıkmak istememeleriydi[6].

Cambridge'de o dönem görev yapan bu akademisyenler, yaptıkları tasarım ile kahve makinasının her bir dakikada 3 adet görüntüsünü alıp kendi kullandıkları bilgisayarlara göndermesini sağlamışlardır. Bunu üniversitenin atıl durumda bulunan bir kamerasını kullanarak aldıkları görüntüyü anlık olarak yakalamaya yarayan bir yazılım ve aradaki entegrasyonu sağlayan protokoller yardımı ile başarmışlardır. Bu şekilde elde edilen görüntüler ile her bir araştırmacı kahve makinasının anlık durumuna sürekli olarak erişim imkânına kavuşmuştur. Resim-1'de Kahve makinasını o dönemde

Resim 1. Kahve makinasının görüntüsünü elde etmek amacıyla tasarlanan düzenek[7]

çekilen bir görüntüsü görülmektedir. Aynı görüntü sonraki yıllarda web'e taşınmış ve daha çok insan etrafından izlenmiştir. Söz konusu kahve makinası ise türünün ilk örneği olan bir uygulamanın ana kahramanı olarak e-bay'da 6000 dolara satılmıştır[6].

### 2.3. Nesnelerin İnterneti (internet of things) Tanımı

Her ne kadar nesnelerin internetine dair uygulamalar çok daha eskiye dayansa da bu kavram ilk defa MIT (Massachusetts Institute of Technology) Auto-ID sisteminin geliştiricilerinden olan Kevin Ashton ve David L. Brock tarafından 2001'de dile getirilmiştir. Auto-ID kavramı endüstriyel sistemlerde etkinliği ve verimliliği artırmayı amaçlayan geniş kapsamlı tanımlama ve takip sistemini ifade etmek için kullanılmıştır. Bu teknolojinin elemanları barkod sistemi, sensörler, biyometrik özellik ve ses tanıma gibi yetenekler olsa da 2003 yılından sonra ana çalışma alanı Radyo Frekanslı Kimlik Tanıma (Radyo Frekansı ile Tanımlama, RFID) teknolojisi olmuştur[8].

Avrupa Araştırma Grubu (European Research Council – ERC) tarafından yapılan tanımlamada Nesnelerin İnterneti; halihazırda kullanılan ve gelecekte meydana gelecek teknolojik değişimle yeni bir evreye geçecek internetin, altyapısı kendi içinde standartlaşan ve beraber çalışabilir iletişim sistemi tabanlı, fiziksel ve sanal nesnelerin kimlik, fiziksel özellik ve sanal kişiliklere sahip, akıllı kullanıcı ara yüzlerin kullanıldığı ve sorunsuz bilgi iletişim ağına uyumlu, dinamik, global iletişim ağı şeklinde ifade edilmiştir[9].

Uluslararası İletişim Birliği ise nesnelerin interneti kavramını "Herhangi bir zamanda herhangi bir yerde her nesnenin/cihazın birbirine bağlanabileceği bir teknolojidir"[10] şeklinde tanımlamıştır. Çavdar ve Öztürk tarafından yapılan tanımda ise bu kavram "Nesnelerin (akıllı mobil cihazlar, televizyonlar vb…) adreslendirilip kullanılmasına imkân tanıyan akıllı sistemler bütünüdür"[11].

### 2.4. Nesnelerin İnterneti Mimarisi

Nesnelerin interneti sistemi, belirli sayıda nesneyi internet aracılığı ile birbirine bağlayan bir mimariyi temsil edebileceği gibi milyonlarca hatta milyarlarca nesnenin aynı anda birbiri ile konuşacak yeteneklere sahip olması anlamına de gelebilmektedir. İhtiyaçların belirlediği esnek bir tasarıma sahip olmasının ana gerekçelerinden biri budur. Bu sistemde nesne dediğimiz cihazlar algılama katmanında hizmet vermektedir[12].

Nesnelerin interneti sistemini oluşturan üç ana katman bulunmaktadır;

- Nesneler,
- Bu nesnelerin birbiri ile iletişimini sağlayan ağ yapısı,
- Nesnelerden elde edilen ağ üzerinden iletilen veriyi işleyen ve kullanıma hazır hale getiren bilgisayar sistemleri,

Nesnelerin interneti, kendi içinde depolama, hesap etme, sürekli kontrol ve elde edilen veriyi anlamlandırma gibi çeşitli yeteneklere sahip nesnelerin ve akıllı sistem ağlarının birbirleri karşılıklı olarak etkileşim içinde bulundukları bir sistemdir[13].

## 3. Nesnelerin İnternetinin Uygulama Alanlari

Nesnelerin interneti akıllı ev sistemlerimde, sağlık sisteminde, akıllı şehir konseptinde, akıllı tarım, akıllı hayvancılık, akıllı ölçüm, endüstriyel kontrol, lojistik ve alışveriş ile güvenlik gibi bir çok alanda kullanılmaktadır. Sayılan bu alanlarda kaliteli hizmet sağlamak ve verimliliği artırmak için uç noktada konumlandırılmış algılayıcı ve sensorlar yardımı ile toplanan veri uygulamaya ait bulut tabanlı saklama alanlarında toplanır, işlenir ve anlık olarak çeşitli düzeltme ve gerekli aksiyonların alınmasına olanak sağlar[14].

### 3.1. Akıllı Ev Sistemleri

Ev içinde kullanılan nesnelerin interneti daha çok su ve enerji kaynaklarının etkin ve verimli kullanılmasını sağlamaya yöneliktir[15]. Bununla birlikte nesnelerin internetine ait teknolojiler ev ve ofislerde geniş ve yaygın bir kullanım alanına sahiptir. Ev içinde konumlandırılmış sensör ve aktuatörler yardımı ile elektrik ve su kullanımları izlenebilmekte, ev altyapısı içinde yer alan havalandırma ve ışıklandırma sistemleri kontrol edebilmekte, ağa bağlı sistemler kendi içinde ve ev sahibi ile sürekli haberleşmekte ve bu sistemler güvenlik ihtiyaçları doğrultusunda sürekli bir gözetim sağlayabilmektedir[16].

### 3.2. Çevre Koruma ve Gözetleme Sistemleri

Nesnelerin interneti bu alanda; temiz su ve hava kirliliğinin sürekli olarak kontrol edilmesi, çevreye ait çeşitli alt başlıklarda kirlilik kontrolü, deprem, toprak kayması, yangın ve tsunami gibi doğal afetlerde alarm hizmetlerinde etkin olarak kullanılmakta ayrıca insanlar tarafından üretilen katı atık depolama ve eritme sistemleri ile ormanların korunması ve kaybının önlenmesine yönelik alanlarda insanoğlunun işlemlerini kolaylaştırıcı katkılar sağlamaktadır. Bulut bilişim tabanlı veri işleme ve dağıtım yardımı ile su, toprak ve hava ile entegre sensorlardan elde edilen veriler işlenerek, etkili bir gözetim sistemi oluşturulabilmektedir[4].

### 3.3. Tarımsal Alandaki Uygulamalar

Nesnelerin interneti, toprağa giren ürünün tüm süreçlerini takip ederek verimli bir tarımsal üretim ve gıda güvenliği süreci oluşturulmasına katkı sağlamaktadır. Tüketicilerin satın aldıkları ürünlerin menşeini takip edebilmesine olanak sağlayan süreç yönetimi de bu sistemin bir parçasıdır. Örneğin ***waterbee*** adıyla geliştirilen toprak takip ve sulama sistemi ile toprağın içine yerleştirilmiş sensorlar vasıtası ile toprağın nem durumu takip edilmekte ve ihtiyaç olduğunda yapılan sulama ile akıllı bir sulama sistemi kurulabilmektedir. Sistem algılayıcılar vasıtası ile elde ettiği veriyi etkin bir şekilde kullanarak sulama işlemini en optimum zamanda ve miktarda yapabilmektedir[17].

### 3.4. Sağlık Alanındaki Uygulamalar

Medikal bakım ve sağlık sistemi üzerinden verilen hizmetler nesnelerin interneti kavramının en cazip uygulama alanlarından birini temsil etmektedir[28]. Nesnelerin interneti algılayıcılar ile vücudun çeşitli bölgelerine yerleştirilen veya giydirilen algılayıcılar vasıtası ile hastanın medikal verileri hastaneye gitmeden ev ortamında hastaya herhangi bir kısıtlama veya acı vermeden toplanabilmektedir. Kablosuz ağlar vasıtası ile toplanan bu veriler işlenmekte ve hastanın sürekli olarak mesafeden bağımsız bir biçimde gözlenebilmesine olanak sağlamaktadır. Bu alanda yapılan örneklerden biri hastanın üzerine yerleştirilen ve sürekli olarak kan basıncını ölçen taşınabilir cihaz yardımı ile hastanın verilerinin toplanması ve belirlenen eşik değerleri geçildiğinde doktoruna SMS ile bildirim gönderilmesi gösterilebilir[20].

### 3.5. Enerji Alanındaki Uygulamalar

Dünya nüfusunun artması ile yenilenebilir enerji kaynaklarına olan ihtiyaç gün geçtikçe daha da belirgin hale gelmiştir. Nesnelerin interneti kavramı var olan enerji kaynaklarının etkin kontrolü ve kullanılmasında verimliliğin artırılması maksadıyla yaygın olarak kullanılmaktadır. Birbirlerine bağlı ve entegre çalışan sistemler endüstrilerde kullanan enerjinin veriminin artırılması bakımından çok önemlidir. Endüstriyi oluşturan birimler arasında enerji tüketimine yönelik ortak veri alış verişi, verimliliği artırılmasının yanında endüstrideki enerji kullanım modelleri üzerinde yapılacak çalışmalarda işbirliğini de geliştirecektir. Nesnelerin yönetimi tabanlı geliştirilen enerji yönetim modeli ile gerçek zamanlı ve doğru veri üzerinden planlama ve koordinasyon imkanı elde edilebilecektir[21].

### 3.6. Alış-veriş Alanındaki Uygulamalar

Son dönemde yakın alan iletişimi (Near Field Communication, NFC) ve sanal cüzdan uygulamalarının mobil cihazlara entegrasyonu ile birlikte alış veriş alanında da nesnelerin interneti tabanlı çözümlerin arttığı gözlenmektedir. Özellikle eğlence, ulaşım, gıda gibi insanların bolca rağbet gösterdiği alanlarda NFC tabanlı ödeme sistemlerinin yaygınlaşması, müşterinin alışkanlıklarını bilen, alerjik durumlar dahil kişilerin özelliklerini dikkate alarak alış veriş önerilerde bulunan akıllı alış veriş uygulamalarının sayısını artmıştır.

### 3.7. Ulaşım ve Lojistik Alanındaki Uygulamalar

Nesnelerin internetinin yeni nesil teknolojilere sahip araçlarda yaygın olarak kullanıldığı görülmektedir. Bu kullanım sonucunda araç içinde sürücü ile araç, yolcu ve yaya arasında etkin bir bağ kurmak suretiyle trafiğin daha da güvenli hale gelmesine katkı sağlamaktadır. Ayrıca akıllı navigasyon, trafik kontrolü, anlık hızlanma için otomatik şanzıman, akıllı park sistemleri ile acil kurtarma ve yol yardım sistemleri de nesnelerin interneti konseptinin uygulama alanlarındandır[18].

## 4. Nesnelerin İnterneti ve Siber Güvenlik

Nesnelerin interneti kavramına dair risklere geçmeden önce bilgi güvenliği ve siber güvenlik kavramlarını açıklamakta fayda olacağı değerlendirilmektedir. Bilgi güvenliği, bilgi denen değerli

varlığın gönderici ve alıcı arasında gizliliğine bütünlüğüne ve erişilebilirliğine zarar gelmeden istenilen formatta, seçilen kişiye ve arzu edilen zamanda iletilmesi olarak tanımlanabilmektedir[22]. Siber güvenlik ise Uluslararası Telekomünikasyon Birliği (International Telecominication Union, ITU) tarafından yapılan ve dünyada genel kabul gören tanıma göre; *siber ortama, organizasyona ve kullanıcıya ait varlıkları korumak amacıyla kullanılabilecek teknolojiler, politikalar, güvenlik kavramları, güvenlik önlemleri, yönergeler, risk yönetimi yaklaşımları, eylemler, eğitim ve son olarak en iyi uygulamaların toplamından oluşan bir kavramdır*[23].

### 4.1. Zafiyetler ( Vulnerabilities)

Siber ortamdaki zafiyetler bir sistemde veya sistemin topolojisinde yer alan güvenlik açıklıklarının, saldırganlar tarafından suistimal edilerek izinsiz giriş, yetkisiz erişim, yetki yükseltme, hizmet engelleme saldırıları gibi birçok siber ortam eylemini gerçekleştirmesine imkân sağlayacak zayıf noktalardır[24]. IoT sistemlerde birçok farklı zafiyet türü bulunabilir. İnsan hatası ve yazılımların karmaşık yapısını da içine alan birçok neden yazılımların çeşitli tasarım kusurlarına sahip olmasına neden olabilmektedir. Teknik zafiyetler çoğu zaman insan zayıflıklarından kaynaklanmaktadır. Projeye plansız başlamak, geliştiriciler ve kullanıcılar arasındaki zayıf iletişim ortamı, kaynak, bilgi ve yetenek yetersizliği ile sistemin yönetim ve denetiminde yaşanan başarısızlıklar temel gereklilikleri yerine getirilmediğinin başlıca emareleri olarak karşımıza çıkmaktadır[25].

### 4.2. Tehditler (Threads)

Tehdit kavramı bir sistemdeki zayıflıklardan yararlanarak o sistem üzerinde olumsuz etkiler bırakacak eylemler yapabilme riski olarak tanımlanabilmektedir. Tehditler temel olarak iki ayrı kaynaktan beslenmektedir[26]. Bunlar insan ve doğa kaynağıdır. Doğa kaynaklı tahditler deprem, kasırga, su baskınları veya yangın gibi bilgisayar sistemlerine çok büyük zarar verebilecek olaylardır. Doğal afetlere karşı alınabilecek önlemler sınırlıdır ve bazıların engellemek neredeyse imkansızdır. Felaket kurtarma planları, yedekli yapı, acil durum müdahale planları gibi alternatifler bu konuda etkileri en aza indirgemek için kullanılabilecek başlıca tedbirlerdir. İnsan kaynaklı tehditler ise çeşitli yetkilere sahip kullanıcılardan kaynaklanan iç tehditler ile sisteme zarar vermek veya çalışmasını durdurmak isteyen organizasyonun dışından gelebilecek dış tehditler olarak karşımıza çıkmaktadır[27].

### 4.3. Siber Saldırılar ( Cyber Attacks)

Saldırılar genel olarak sistemde var olan güvenlik zafiyetlerinden yararlanarak çeşitli teknikler ve araçlar ile bir sisteme zarar vermek veya normal işlemleri bozmak için gerçekleştirilen eylemlerdir. Saldırılar kişisel tatminden ticari hedeflere veya sosyal bazı amaçlara hizmet edecek şekillerde olabilmektedir. Saldırganların tecrübe, kaynak ve motivasyonları saldırının cinsini ve boyutunu belirlemektedir[24]. Saldırganlar hacker olabileceği gibi ajan, devlet kontrolündeki gruplar veya teröristler olabilmektedir[25].

4.3.1. *Fiziksel saldırılar(Physical attacks)*

Bu tür saldırılar daha çok donanımı etkilemek amacıyla yapılan saldırılardır. IoT sistemlerinin dağıtık ve kontrol dışı yapısının doğal biri sonucu olarak birçok cihaz dış mekânda hizmet vermekte bu durum ise saldırganların eylemlerine karşı hassas duruma düşmelerine neden olmaktadır.

4.3.2. *Bilgi toplama saldırıları(Reconnaissance attacks)*

Sistem ve servislerde yer alan zafiyetlerin illegal bir şekilde taranması ve belirlenmesi olarak bilinen keşif saldırıları, port tarama (port scanning), paket koklama (packet sniffing), trafik analizi ve IP bilgisi için talep gönderme gibi çeşitli şekillerde kaşımıza çıkmaktadır.

4.3.3. *Hizmet engelleme saldırıları (DoS)*

Bu tür eylemler, sistem ve kaynakların belirlenmiş yasal kullanıcıların kullanımını engellemek için yapılan ve sisteme dedike edilmiş RAM, disk ve CPU vb bilgisayar kaynaklarını sature ederek sistemi yeni gelen taleplere cevap veremeyecek hale getirmek amacıyla yapılan saldırılardır. IoT cihazlarının büyük bir kısmı kaynak tüketme saldırılarına karşı hassastır.

4.3.4. *Erişim saldırıları (Access attacks)*

Yetkili olmayan kullanıcıların sisteme erişim yetkisi elde etmesi olarak tanımlanabilecek bu tür saldırılarda saldırgan taraf iki farklı yol ile sisteme erişim yetkisini elde edebilmektedir. Bunlardan bir tanesi fiziksel erişim olarak adlandırılan ve saldırganların donanıma erişim elde etmesinden sonra sisteme girebilmesidir, bir diğeri ise IP tabanlı cihaz ve sistemlere uzaktan erişim sağlayacak aldatma tekniklerini kullanarak erişim sağlanmasıdır.

4.3.5. *Gizliliğe yönelik saldırılar (Attacks on privacy)*

Çok büyük miktarlara ulaşabilen verilerin bir anda kaybedilmesine neden olabilecek veri sızıntıları son dönemde internete açık hizmet veren bir çok firma ve kurumu tehdit eden boyutlara ulaşmıştır. En çok karşılaşılan veri ihlali saldırıları ise aşağıda şekilde karşımıza çıkmaktadır;

4.3.5.1. *Siber Casusluk(Cyber espionage)*

Çeşitli crack teknikleri ve zararlı yazılımlar kullanarak devlet kurumlarına, organizasyonlara veya kişilere ait gizli bilgilerin izlenmesi, değiştirlmesi, zarar verilmesi ve çeşitli amaçlar ile ele geçirilmesi olarak tanımlanan eylemlerdir.

4.3.5.2. *İzleme (Tracking)*

Kullanıcıların hareketleri cihazların sahip olduğu benzersiz kimlik numaraları (unique identification number, UID) vasıtası ile takip edilebilmektedir. Bu şekilde anonim kalmak isteyen kullanıcıların konum bilgisi elde edilebilmekte ve konumundan çeşitli ön bilgiler elde edilebilmektedir.

4.3.5.3. *Parola tabanlı saldırılar (Password-based attacks)*

Bu tür saldırılar, saldırganların kullanıcılar ait parolaları ele geçirmesine imkân tanıyan iki ayrı tür saldırı yönteminden birinin kullanılması ile gerçekleştirilmektedir. Bunlardan biri olan sözlük saldırılarında (dictionary attacks) harf ve rakamların olası kombinasyonları denenir ve olası parolalar

tahmin edilmeye çalışılmaktadır. Kabakuvvet saldırılarında (brüte-force attacks) ise olası tüm kombinasyonların denenmesi ile geçerli parolaların ele geçirilmesi hedeflenmektedir.

4.3.6. *Siber Suçlar (Cyber crimes)*

Her geçen gün teknolojinin ve bu teknolojilere erişilebilirliğin artmasina paralel olarak bilişim sistemlerine yönelik işlenen suçlar da artmaktadır. Siber suç, bir bilişim sistemini, bu sistem üzerinde duran (data-in-rest) veya hareket halindeki veriyi (data-in-run) veya kullanıcısını hedef alan ve bir bilişim sistemi üzerinde veya bir bilişim sistemi kullanılarak işlenen suçlardır.

4.3.7. *Denetim kontrolü ve veri toplama saldırıları (Supervisory Control and Data Acquisition, SCADA Attacks)*

Birçok IP tabanlı sistemde olduğu gibi SCADA sistemler de çeşitli siber güvenlik zafiyetlerine sahiptir[28]. Bunlar sistemi tamamen durdurmak için yapılan Dos/DDoS (Distributed Denial of Service) saldırılarından, 2008 yılında İran'da bulunan Natanz şehrindeki nükleer tesislere yönelik gerçekleştirilen stuxnet saldırısında olduğu gibi[29] Truva atları ve gelişmiş saldırı amaçlı yazılımlar kullanılarak sistemlerin kontrolünü ele geçirmeye yönelik yapılan siber saldırılara kadar geniş bir yelpazede karşımıza çıkmaktadır.

## 5. Sonuç

Nesnelerin interneti insanoğluna para, zaman, enerji, iletişim, veri paylaşımı, güvenlik gibi konularda tasarruf ve verimlilik sağlayarak hayat kalitesinin yükselmesine katkı sağlamaktadır. Bununla birlikte nesnelerin akıllı hale gelmesi, ağa bağlı bir şekilde veri toplaması ve toplanan veriyi işlemesi ve insan oğlunun yararına kullanması, üzerine daha çok akademik ve endüstriyel çalışma yapılması gereken çığır açan teknolojik hamlelerdir. Gelecekte nesnelerin interneti temelinde daha fazla nesneyi ve cihazı hayatımızda görmemiz kuvvetle muhtemeldir.

Kişisel, kurumsal ve ulusal bilgi güvenliği kriterleri çerçevesinde değerlendirildiğinde uç sensör yapılardan verinin iletildiği ağlara ve bu ağ üzerinde çalışan çeşitli donanım birimlerine ve merkezi sunuculara ve en son belki de en zayıf halkayı teşkil eden kullanıcılara varıncaya kadar her seviyede verinin güvenliğine yönelik tedbirler alınmalı ve sürekli olarak izlenmelidir. Bu sistemlerin getirdiği işletme kolaylığı, siber ortamdaki güvenliği ile dengelenmiş bir yapıda entegrasyon gerektirmektedir.

### 5.1. IoT Siber Güvenliğine Yönelik Öneriler

Nesnelerin interneti(IoT) kavramı yaygın kullanım alanı elde ettikçe bu ekosistem içinde işlem gören ve sahibi için değerli olan verinin gizlilik, bütünlük ve erişilebilirliğine yönelik saldırı riskleri artacak ve sürekli yeni saldırı teknikler ortaya çıkacaktır.

Bu kapsamda nesnelerin interneti kavramı içinde yer alan tüm bileşenlere yönelik alınabilecek tedbirler aşağıda belirtilmiştir;

- Nesnelerin interneti bileşenleri 27001 Bilgi Güvenliği Yönetim Sistemi(BGYS) gibi ulusal ve uluslararası bilgi güvenliği standartları göz önünde bulundurularak yapılandırılmalıdır[22],

- Donanım ve yazılım güncelleme ve versiyon yükseltmeleri ilgili risk analiz süreçleri işletildikten sonra vakit kaybetmeden uygulanmalıdır,
- Sistemin maruz kalabileceği siber saldırıları tespit edip alarm üretilmesini sağlamak amacıyla Saldırı Tespit Sistemleri(IDS) kullanılmalıdır,
- Verinin uç sensörler ile ilgili merkezi birimler arasında kriptolu bir şekilde güvenli olarak transferini sağlayacak network güvenliği uygulamaları kullanılmalıdır[30],
- Verinin toplandıktan sonra saklanacağı veya işlem yapılacağı sunucuların da güvenliğini sağlayacak uygulama ve donanım parçaları başta firewalllar olmak üzere, yük dengeleyici (Loadbalancer), zararlı yazılım tespit ve engelleme sistemleri ile veri tabanı güvenlik duvarları uygun konfigürasyonlar ile kullanılmalıdır[31],
- Saldırganların genellikle en zayıf halka olarak gördükleri son kullanıcıların kullandıkları cihaz ve donanımın güvenliğine yönelik tedbirler alınmalı bu kapsamda, kullanıcı doğrulama, parolaların güvenli depolanması, erişim kontrolü, veri sızıntısı önleme yazılımları kullanılmalı ayrıca son kullanıcı bilgisayarlarda zararlı yazılım tespitine yönelik antivirüs uygulamaları zorunlu hale getirilmelidir[32],
- Meydana gelen olaylara ilişkin hazırlanan raporlar incelenmeli, geleceğe yönelik olası saldırıların önüne geçmek amacıyla mevcut zafiyetler giderilmeli her seviyede belirlenen sıkılaştırma tedbirleri dinamik bir süreç içinde uygulanmalıdır[33],
- Nesnelerin interneti konsepti içinde yer alan ve tüm paydaşları ilgilendiren konularda uygulama birliği sağlayacak, denetim mekanizmaları harekete geçirecek ulusal ve uluslararası mevzuatın oluşturulması sağlanmalıdır[33],
- İşletilen bilgi sisteminin yazılım ve donanımında mevcut riskleri tespit etmek ve gerekli sıkılaştırma işlemlerini yapmak maksadıyla yılda en az bir defa üzere sızma testi yapılmalı/yaptırılmalı ve doğrulama testleri ile yapılan sıkılaştırmalarını etkinliği kontrol edilmelidir[34].

Hiçbir zaman unutulmamalıdır ki siber ortamda %100 güvenlik yoktur alınacak her tedbir kişilerin, kurumların ve kullanılan nesnelerin interneti ekosisteminin siber güvenlik direncini bir kademe artıracaktır.

## 6. Kaynaklar

**[1]** Aşkan, L. (2018). Internet of things (Nesnelerim interneti) nedir, http://www.teknolo.com/internet-things-nesnelerin-interneti-nedir/

**[2]** Li S., Da Xu L., Zhao S., "The internet of things: a survey," *Information Systems Frontiers, vol.* 17, no. 2, pp. 243-259, 2015

**[3]** Karl H., Matern F., Rmer K. *Wireless Sensor Networks*. Springer, 2006

**[4]** Kesayak, B. (2018). Nesnelerin interneti ve endüstriyel uygulamaları, https://www.endustri40.com/nesnelerin-interneti-ve-endustriyel-uygulamalari/

**[5]** Patel, M., Shangkuan, J., Thomas, C. (2018). "What's new with the Internet of Things?". https://www.mckinsey.com/global-themes/internet-of-things/

**[6]** Tsiatsis, V., Karnouskos, S., Höller, J., Boyle, D., Mulligan, C. Why the Internet of Things?, 3-7. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814435-0.00012-2, 2019

**[7]** Stafford-Fraser, Q. (2018). "Coffee pot images". https://quentinsf.com/coffeepot/coffee-pot-images/,

**[8]** Sundmaeker, H., Guillemin, P., Friess, P., & Woelfflé, S., "Vision and challenges for realising the Internet of Things". Cluster of European research projects on the internet of things, European Commission, 3(3), pp.34-36, 2010

**[9]** IERC (2011), "Internet of Things : Strategic Research Roadmap" , http://www.internet-of-things-research.eu/aboutiot.html

**[10]** ITU. (2005). "The Internet Of Things". ITU Internet Report 2005.pp.16-25.

**[11]** Çavdar, T., Öztürk, E. "A novel architecture design for internet of things". Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 22(1), pp.39-48, 2018

**[12]** Şişmanyazıcı, D., Doğan, B., ''Nesnelerin İnternetinde Veri Madenciliği'', International Conference on Computer Science and Engineering, Tekirdağ, Türkiye, 2016

**[13]** Toroğul, B., Şağbanşua, L., Balo, F. ''Internet of Things: A Survey. International" Journal of Applied Mathematics,Electronics and Computers, s: 104-110, 2016

**[14]** Görkem, L. Nesnelerin İnterneti: Yapılan Çalışmalar ve Ülkemizdeki Mevcut Durum. Gaziosmanpaşa Bilim Araştırma Dergisi, (13), pp.47-68, 2016

**[15]** Kim, J., HEMS (Home Energy Management System) base on the IoT smart home. *Contemporary Engineering Sciences*, ISSN: 13147641, 2016

**[16]** Vicini , S., Sanna, A.,Bellini , S. ''A living lab for Internet of Things vending machines''. Springer, Berlin, pp.74-86, 2012

**[17]** Jiang, T., Yang, M., Zhang, Y., Research and implementation of M2M smart home and security system. Security and Communication Networks, 10.1002/sec.569, 2012

**[18]** Bıçakçı, S. N. (2019). Nesnelerin İnterneti . Takvim-i Vekayi , 7 (1) , 24-36 . https://dergipark.org.tr/tr/pub/takvim/issue/44522/498857

**[19]** Lihua, Z., Minzan, L., Caicong, W., Haijian, Y., Ronghua, J., Xiaolei, D., Yanshuang, C., Cheng, F., Wei, G., *Development of a smart mobile farming service system. Mathematical and Computer Modelling*. 2010

**[20]** Aktaş, F., Çeken, C., & Erdemli, Y. E., Biyomedikal uygulamaları için nesnelerin interneti tabanlı veri toplama ve analiz sistemi. *Tıp teknolojileri ulusal kongresi*, 25-27, Newşehir, Türkiye, 2014

**[21]** Wei, M., Hong, S. H., & Alam, M. An IoT-based energy-management platform for industrial facilities. *Applied Energy, Elsevier, vol. 164(C), pages 607-619., 10.1016/j.apenergy.2015.11.10*, 2016

**[22]** Vural, Y., Sağıroğlu, Ş., Kurumsal bilgi güvenliği ve standartlari üzerine bir inceleme. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 23(2). 2008

**[23]** ITU Definition of cybersecurity, http://www.itu.int/en/ITU-T/ studygroups/com17/Pages/cybersecurity.aspx.

**[24]** Bertino E., Martino L. D., Paci F., Squicciarini A. C., "Webservices threats, vulnerabilities, and countermeasures," in *Securityfor Web Services and Service-Oriented Architectures*. Springer, pp. 25–44, 2010

**[25]** Kizza, J. M.,. *Guide to computer network security* (Vol. 8). Heidelberg, Germany: Springer. 2013

**[26]** Dahbur K., Mohammad B., Tarakji A. B., "A survey of risks, threats and vulnerabilities in cloud computing," in *Proceedings of the 2011 International conference on intelligent semantic Web-services and applications.* ACM, , p. 12, 2011

**[27]** Duncan A. J., Creese S., Goldsmith M., "*Insider attacks in cloud computing*," in Trust, Security and Privacy in Computing and Communications (TrustCom), 2012 IEEE 11th International Conference on. IEEE, pp. 857–862, 2012

**[28]** A. Nicholson, S. Webber, S. Dyer, T. Patel, and H. Janicke, "Scada security in the light of cyber-warfare," *Computers & Security, vol. 31, no*. 4, pp. 418–436, 2012

**[29]** Boothby, W. H. Deception in the modern, cyber battlespace. In J. D. Ohlin, K. Govern and C. Finkelstein (Eds.), Cyberwar: Law and ethics for virtual conflicts. New York: *Oxford University Press*, pp.195-214, 2015

**[30]** Q. Jing, A. V. Vasilakos, J. Wan, J. Lu, and D. Qiu, "Security of the internet of things: Perspectives and challenges," *Wireless Networks, vol. 20, no*. 8, pp. 2481-2501, 2014

**[31]** Dunham K., Mobile malware attacks and defense. Syngress, 2008

**[32]** Nicholson A., Webber S., Dyer S., Patel T., Janicke H., "Scada security in the light of cyber-warfare," *Computers & Security, vol. 31, no*. 4, pp. 418–436, 2012

**[33]** Ülker, M., Canbay, Y., Sağıroğlu, Ş., Nesnelerin internetinin kişisel, kurumsal ve ulusal bilgi güvenliği açısından incelenmesi. *Türkiye Bilişim Vakfı Bilgisayar Bilimleri ve Mühendisliği Dergisi*, 10(2), pp. 28-41. 2017

**[34]** 2016-2019 Ulusal Siber Güvenlik Stratejisi ve Eylem Planı. http://www.udhb.gov.tr/doc/siberg/2016- 2019guvenlik.pdf

# KÜMELEME YÖNTEMLERİ İLE KODON FREKANSLARI TEMELLİ DNA-TÜR VE ALEM TAHMİNİ

***Berivan Özaydın *[1], Ramazan Tekin [2]***
[1]Batman Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Batman-Türkiye, berzaydin@gmail.com
[2] Batman Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği, Batman-Türkiye, ramazan.tekin@batman.edu.tr
[*] Sorumlu Yazar: berzaydin@gmail.com

**Özet:** *Organizmalar birbirinden genetik yapılarını oluşturan protein yapılarındaki amino asit dizilişleri ve bu amino asitlerin eşamlamlı kodonların frekans bilgileri ile ayrıştırmak mümkündür. Dolaysıyla organizmaların DNA dizilerini kodlarken amino asit dizileri yerine farklı kodon kullanım sıklıklarını tür tespitinde kullanmak mümkün olabilir. Kodon frekans bilgileri ile organizmaları DNA üzerinden ayrıştırmak uygun ve hızlı bir yaklaşımdır. Organizmaların taksonomik kimliğini belirlemede sıkça kullanılan araçlardır. Bu çalışmada kümeleme yöntemlerini (DBSCAN, OPTICS, MEAN-SHIFT, BIRCH, AGLOMERATIF ve K-MEANS) kullanarak kodon frekanslarına dayalı olarak hem alemleri (viral, fajal, bakteriyel, arkeal ve ökaryotik) hem de DNA-tür (nükleer, mitokondriyal ve kloroplast) için kümeleme işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla CUTG (Codon Usage Tabulated from Genbank) veri seti kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre öğreticisiz öğrenme yöntemlerinden olan kümeleme yöntemlerinin sınıf/küme bilgisi olmadan kodon frekanslarına dayalı organizmaları ayırmada başarılı sonuçlar verdiği görülmüştür.*

***Anahtar sözcükler**: Genetik, Kodon, Makine Öğrenmesi, Kümeleme.*

# DNA-TYPE AND KINGDOM PREDICTION WITH CODON FREQUENCIES BASED CLUSTERING METHODS

***Berivan Özaydın *[1], Ramazan Tekin[2]***
[1]Batman University, Faculty of Engineering and Architecture, Department of Computer Engineering, Batman-Turkey, berzaydin@gmail.com
[2] Batman University, Faculty of Engineering and Architecture, Department of Electrical and Electronics Engineering, Batman-Turkey, ramazan.tekin@batman.edu.tr
[*] Corresponding Author: berzaydin@gmail.com

***Abstract**: Organisms can be separated from each other by the amino acid sequences in the protein structures that make up their genetic structures and the frequency information of the synonymous codons of these amino acids. Therefore, it may be possible to use different codon usage frequencies for species identification instead of amino acid sequences when coding the DNA sequences of organisms. Separating organisms over DNA with codon frequency information is a convenient and fast approach. They are frequently used tools to determine the taxonomic identity of organisms. In this study, we used*

*clustering methods (DBSCAN, OPTICS, MEAN-SHIFT, BIRCH, AGLOMERATIF, and K-MEANS) for both kidgdoms (viral, phageal, bacterial, archaeal, and eukaryotic) and DNA-species (nuclear, mitochondrial, and chloroplast) based on codon frequencies. clustering has been done. For this purpose, CUTG (Codon Usage Tabulated from Genbank) data set was used. According to the results obtained, it has been seen that clustering methods, which are one of the unsupervised learning methods, give successful results in separating organisms based on codon frequencies without class/cluster information.*

***Keywords:*** *Genetics, Codon, Machine Learning, Clustering*

## 1. Giriş

DNA ve bazı RNA'larda protein sentezleyen genom genleri üçer nükleotidden oluşan ve Kodon adı verilen yapılardan oluşmaktadır. Bu yapılar, 21 farklı amino asit'e eşlenen 64 farklı üçlü nükleotid birleşiminden oluşmaktadır[1]. Buna göre, bazı amino asitlerin birden çok kodon tarafından kodlandığı görülmekte olup bu kodonlara eşanlamlı denilmektedir. Organizmaların birbirinden farklı olmaları sadece proteinlerindeki amino asit dizilişleriyle ilgili olmayıp aynı zamanda farklı amino asitler için eşanlamlı kodonları kullanma sıklıklarıyla da ilintilidir[2]. Dolaysıyla organizmaların DNA dizilerini kodlarken amino asit dizileri yerine farklı kodon kullanım sıklıklarını tür tespitinde kullanmak mümkün olabilir. Kodon frekansları yoluyla DNA türlerini ayrıştırma oldukça uygun bir yaklaşım olup, hem biyolojik organizmaların taksonomik kimliğini tahmin etmede hem de genetik bileşimlerini sınıflandırmada oldukça faydalı araçlardır[2].

Khomtchouk[2] tarafından 2020 yılında yapılan çalışmada, CUTG veri seti üzerinde kodon frekansları kullanılarak denetimli öğrenme yöntemlerinden sınıflandırma algoritmaları uygulanmıştır. Çalışmalarında kodon frekanlarını kullanarak çeşitli sınıflandırma yöntemlerinin başarıları analiz edilmiş ve karşılaştırılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda kodon frekanslarının genetik evrim ve mutasyon nedenlerini ortaya çıkarmada önemli bir potansiyele sahip olduğu ifade edilmiştir.

Bu çalışmada CUTG (Codon Usage Tabulated from Genbank)[3] isimli veri setine DBSCAN[4], OPTICS[5], mean-shift[6], BIRCH[7], aglomeratif[8] ve k-means[9] kümeleme yöntemleri uygulanmıştır. Çalışma kapsamında, kodon frekanslarına dayalı olarak hem alemleri (viral, fajal, bakteriyel, arkeal ve ökaryotik) hem de Alemler (nükleer, mitokondriyal ve kloroplast) açısından kümeleme yapılmaya çalışılmıştır. Elde edilen sonuçlar, öğreticisiz öğrenme yöntemlerinden olan kümeleme yöntemlerinin sınıf/küme bilgisi olmadan kodon frekanslarına dayalı organizmaları ayırmada başarılı sonuçlar verdiği göstermiştir.

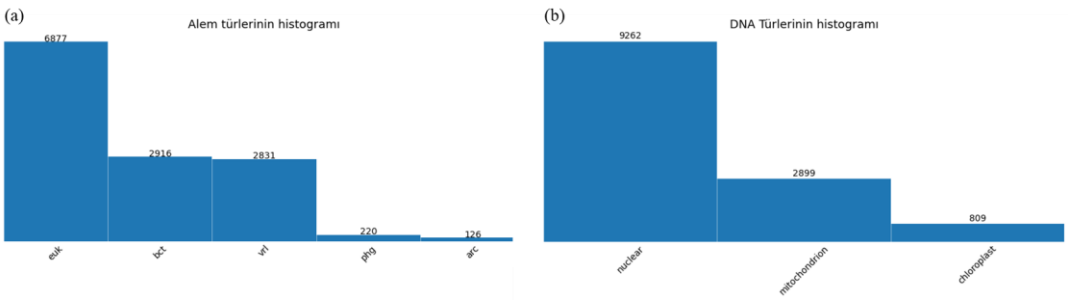
## 2. Yöntem

Bu çalışmadaki ana odak noktası, kodon frekanslarını esas alarak denetimsiz bir öğrenme tekniği olan kümeleme yöntemi kullanılmıştır. Bu amaçla DBSCAN, OPTICS, mean-shift, BIRCH, aglomeratif ve k-means kümeleme yöntemleri kullanılmış ve bunlar arasında performans analizi yapılmıştır.

Bu çalışma kapsamında, hem alem (kingdom) hem de DNA türlerine göre çeşitli algoritmalara dayalı kümeleme işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu göre kodon frekans değerleri kullanılarak alemlere göre 5 kategorik küme ve DNA türüne göre ise 3 kategorik küme tahmin edilmeye çalışılmıştır.

### 2.1. Veri seti

CUTG [2] veri setinde farklı taksonlardan toplanmış çeşitli organizma örneklerinin DNA'sındaki genomik kodlamalara ait kodon frekansları yer almaktadır. Veri setinde 13028 genom (vir, phg, bct, pln, inv, vrt, mam, rod, pri etiketli) yer almaktadır. Veri seti UCI (https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/Codon+usage) veri bankasından ücretsiz indirilebilir. Burada yapılan çalışmada veri setine, Khomtchouk[2] tarafından yapılan çalışmadaki ön işlemler uygulanmıştır. Bu işlemlerden sonra veri setinde yer alan 5 farklı aleme için 6868 ‘ökaryot (euk)’, 2918 ‘bakteri (bct)’, 2832 ‘virüs (vrl)’, 220 ‘bakteriyofaj (phg)’ ve 126 ‘arke (arc)’ olmak üzere toplam 12970 kayıt kullanılmıştır (Şekil 1(a)). DNA türüne göre ise veri setinde 9262 'nükleer (nuclear)', 2899 'mitokondriyal (mitochondrion)' ve 809 'kloroplast (chloroplast)' kaydı bulunmaktadır (Şekil 1(b)). Veri setinde ‘Kingdom’, ‘DNAtype’, ‘SpeciesID’, ‘Ncodons’, ‘Species Name’ ve devamında kodon frekans değerlerini içeren 64 farklı kodon (üç harfli XXX, örn. AUG, CGA gibi) ismi olmak üzere toplam 69 sütün bulunmaktadır.




Şekil 1. Kodon örnek sayılarının alem ve DNA türlerine göre dağılımları.

### 2.2. Kümeleme Algoritmaları

Çalışmada, alem (kingdom) ve DNA türlerine göre kümeleme yapmak amacıyla, yoğunluğa dayalı kümeleme algoritmalarından DBSCAN, OPTICS ve mean-shift, hiyerarşik kümeleme algoritmalarından BIRCH ve aglomeratif, son olarak bölümlemeli kümeleme algoritmalarından k-means kullanılmıştır.

#### *2.2.1 DBSCAN algoritması*

DBSCAN (Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise), 1996 yılında Ester vd.[4] tarafından önerilmiş bir yöntemdir. Algoritma temelde benzer öğeleri yoğunluklarına göre gruplayarak bunları küme bunlara dâhil olmayan diğer öğeleri ise gürültü olarak etiketlemektedir.

Algoritmanın iki temel parametresi bir notanın komşuluk sınırını belirleyen yarıçap eps ve bu komşuluk sınırında bulunması gereken minimum nokta sayısı minPts dir. Yöntemle ile ilgili detaylı bilgi ve algoritmik kaba kod için Ester vd.[4] tarafından yapılan çalışmaya bakınız.

### *2.2.2 OPTICS kümeleme algoritması*

OPTICS (Ordering Points To Identify the Clustering Structure), Ankerst vd.[5] tarafından 1999 yılın önerilmiş bir yöntem olup DBSCAN yönteminin geliştirilmiş bir sürümüdür. DBSCAN algoritmasında kullanıcı tarafından belirlenen ve başarımı etkileyen eps parametresini dinamik bir şekilde belirleme kabiliyetine sahip bir yöntemdir. Yöntemle ile ilgili detaylı bilgi ve algoritmik kaba kod için Ankerst vd.[5] tarafından yapılan çalışmaya bakınız.

### *2.2.3 Mean-Shift kümeleme algoritması*

Mean-shift (Ortalama kayma) kümeleme algoritması, Fukunaga ve Hostedler[10] tarafından 1975 yılında önerilmiş bir yöntemdir. Yöntem temelde çok boyutlu bir öznitelik uzayının olasılık yoğunluk fonksiyonunu parametrik olmayan bir yöntemle bulmaya dayanır. Aslında yoğunluk fonksiyonun uygun noktalarını tespiti için eski bir örüntü tanıma tekniği olan ortalama kayma (mean shift) kullanılmaktadır. Yöntemle ile ilgili detaylı bilgi için Comaniciu ve Meer[6] tarafından yapılan çalışmaya bakınız.

### *2.2.4 BIRCH kümelenme algoritması*

BIRCH (Balanced Iterative Reducing and Clustering Using Hierarchies) algoritması, Zhang vd.[7] tarafından 1996 yılında önerilmiş hiyerarşik bir kümeleme yöntemidir. Yöntem veri setlerinde yer alan kümelerin özetlenmesi ve verilerin ölçeklenmesini sağlayan kümeleme özelliği (Clustering Feature, CF) ve kümeleme özelliği ağacı (CF-Tree) isminde iki temel kavrama dayanmaktadır. Küme özelliği ise veri setinin kümleri ile ilgili niteliklerini belirleyen üç parametreden (nesne sayısı, nesne toplamları, karelerinin toplamı) oluşmaktadır. Benzer şekilde CF-tree de dal faktörü (B) ve eşik (T) olmak üzere iki parametre ile karakterize edilmektedir. Yöntemle ile ilgili detaylı bilgi için Zhang vd.[7] tarafından yapılan çalışmaya bakınız.

### *2.2.5 Aglomeratif kümeleme algoritması*

Hiyerarşik kümeleme algoritmalarında, birleştirici (Aglorematif) ve ayrıştırıcı (Divisive) olmak üzere temel olarak sırasıyla aşağıdan yukarıya ve yukarıdan aşağıya işleyen bir yapıya sahip iki temel yaklaşım bulunmaktadır. Aglorematif yaklaşımda, başlangıçta her bir öğe bir küme gibi değerlendirilip her bir adımda benzer öğeler bir araya getirilerek küme sayısı azaltılarak hedeflenen küme sayısına ulaşıldığında ya da en yakın kümeler arasındaki mesafe belirli bir eşiğe ulaştığında birleştirme işlemi sonlandırılır. Yöntemle ile ilgili detaylı bilgi için Kaufman ve Rousseeuw[8] tarafindan 1990 yılında yapılan çalışmaya bakınız.

### *2.2.6 K-Means kümeleme algoritması*

K-means (k-ortalama) kümeleme algoritması, MacQueen[9] tarafından 1967 yılında ortaya atılmış bir yöntemdir. Yöntemde temel amaç, mümkün olduğunca küme içi benzerliğin maksimum ve kümeler arası benzerliğin ise tam tersi minimum olmasıdır. Bunun için yöntemin isminde de geçen k

küme parametresinin bilinmesi gerekmektedir. Buna göre k adet küme merkezi çeşitli yöntemlerle hesaplanarak her bir öğe en yakın olduğu küme merkezine atanır. Algoritmaya göre küme merkezleri yeniden belirlenir ve öğeler uzaklık değerlerine göre kümelere atanarak öğelerin küme merkezlerine olan uzaklıklarının karesel toplamı minimum olunca işlem yinelemeli olarak devam eder. Yöntemle ile ilgili detaylı bilgi için MacQueen[9] tarafından yapılan çalışmaya bakınız.

### 2.3. Kümeleme performans değerlendirmesi

Denetimsiz makine öğrenmesi yöntemlerinden olan kümeleme algoritmalarının performansını değerlendirmek denetimli yöntemler olan sınıflandırma algoritmaları kadar önemlidir. Burada önemli olan grup etiketinin aslıyla bire bir aynı olmasından ziyade aynı küme içinde yer alan kayıtların tahmin sonucunda aynı grupta yer almalardır. Kümeleme yöntemlerinin kodon frekanslarına dayalı alemleri ve DNA türlerini ayrıştırmada başarılarını ölçmek için rand indeks değerlendirme ölçütü kullanılmıştır.

#### *2.3.1 Rand indeks*

Rand indeks yöntemi küme bilgisi bilindiğinde dışsan bir değerlendirme ölçütü olup ilk olarak Rand[11] tarafında 1971 yılında önerilmiştir. Yöntemde, bir veri kümesine ($V$) ait bilinen küme bilgisi ($B$) tahmin edilen küme bilgisi ($T$) esas alınarak benzerliğin ölçülmeye çalışıldığı bir ölçüttür. Veri kümesinde $v_i$ ve $v_j$ iki öğe ($V$'e ait $i$. ve $j$. öğeler olsun) olmak üzere olası dört durumları söz konusudur[12]:

i. $v_i$ ve $v_j$ öğe çiftinin $T$ ve $B$ küme listelerinin her ikisinde de aynı kümede yer alması

ii. $v_i$ ve $v_j$ öğe çiftinin $T$ ve $B$ küme listelerinde farklı kümede yer alması

iii. $v_i$ ve $v_j$ öğe çiftinin $T$ küme listesinde farklı kümede, $B$ küme listelerinde aynı kümede yer alması

iv. $v_i$ ve $v_j$ öğe çiftinin $T$ küme listesinde aynı kümede, $B$ küme listelerinde farklı kümede yer alması

Bu dört durumdan ilk ikisi olan (i.) ve (ii.) öğe çiftlerinin küme tahminlerinin uyumlu olduğunu, diğer durumlar olan (iii.) ve (iv) durumlarının ise uyumsuz olduğunu ifade etmektedir[9]. Buna göre Rand indeks şu şekilde hesaplanabilir:

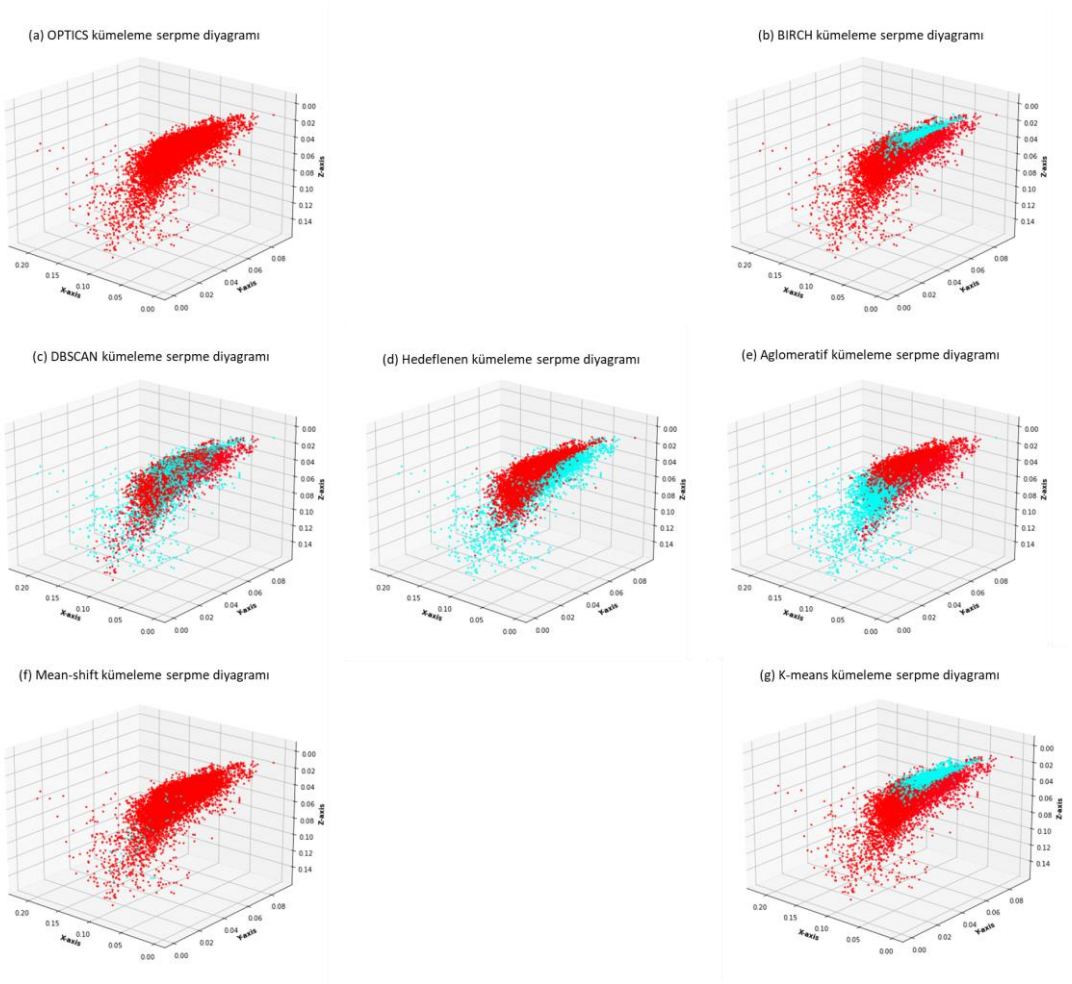
$$RI = \frac{TP + TN}{C_2^n} \tag{1}$$

Burada TP ve TN sırasıyla $T$ ve $B$ küme listelerinin her ikisinde de aynı kümede (i. durum) ve farklı kümede (ii. durum) yer alan öğe çiftlerinin sayısını ve $C_2^n$ ise veri setinde olası tüm öğe çiftlerinin sayısını ifade etmektedir. Rand indeks değeri 0 ile 1 aralığında değer alıp 1'e yaklaştıkça benzerliğin arttığına işaret etmektedir.

## 3. Bulgular

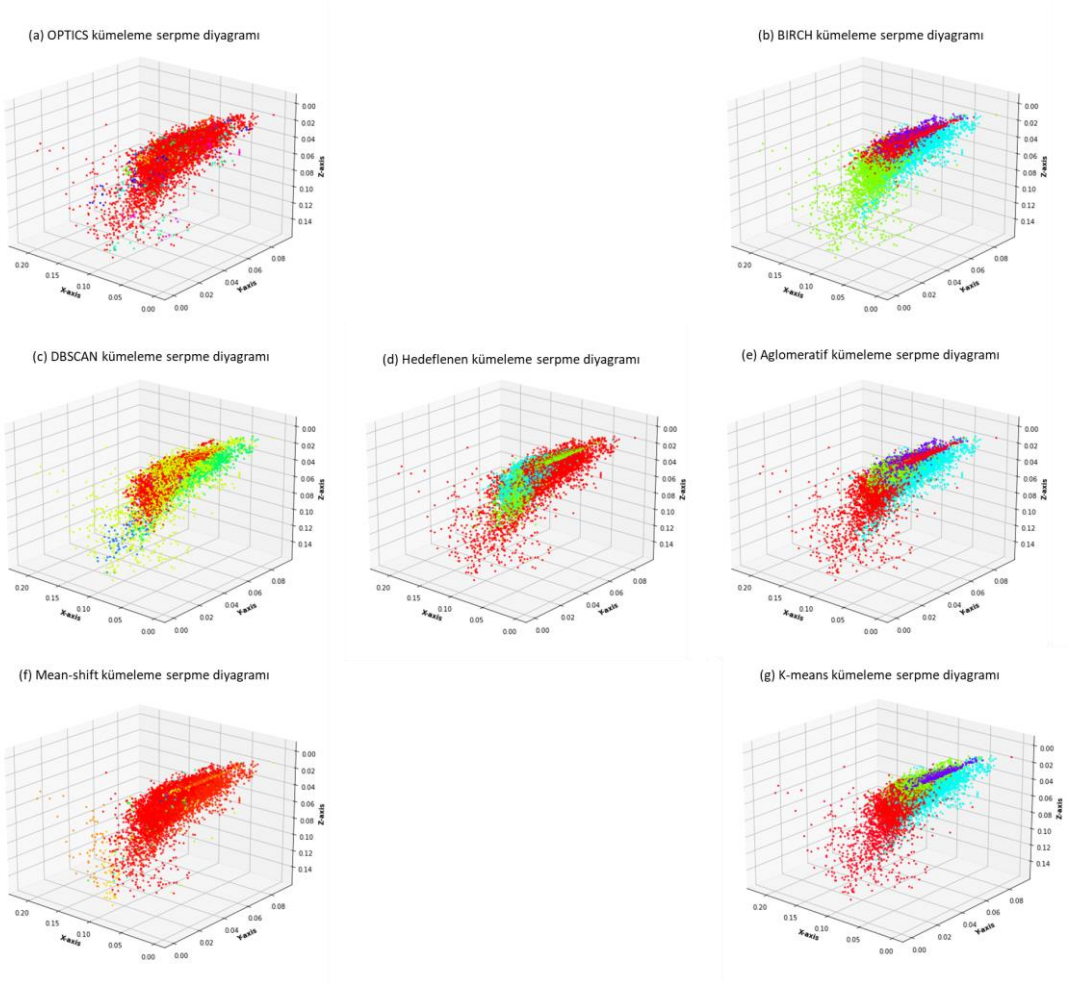
Bu çalışmada çeşitli kümeleme algoritmalarıyla tahmin edilmeye çalışılan alem ve DNA-türü kümeleme sonuçları ve bunların karşılaştırmaları bu bölümde sunulmuştur. 3-boyutlu serpme grafikleri 64 adet kodon frekans nitelikleri arasından ilk üçü olan UUU, UUC, UUA kullanılarak görselleştirilmiştir.

Şekil 2'de DNA-tür tahminlerine ait serpme diyagramı sunulmuş ve karşılaştırılmıştır. Şekil 2(d) grafiği, bilinen küme bilgisine göre veri setinin üç DNA türüne ait (nükleer, mitokondriyal, kloroplast) hedeflenen 3-boyutlu serpme grafiğini göstermektedir. Çalışmada kullanılan OPTICS, BIRCH, DBSCAN, Aglomeratif, Mean-shift ve K-means kümeleme algoritmalarının 3-boyutlu serpme grafikleri Şekil 2'de sırasıyla (a,b,c,e,f ve g) alt grafiklerinde sunulmuştur.




Şekil 2. DNA-tür tahminlerinin serpme diyagramları.

Şekil 3'de ise Alem tahminlerine ait serpme diyagramı sunulmuştur. Benzer şekilde şekil 3(d) grafiği, bilinen küme bilgisine göre veri setinin beş alemine ait (euk, bct, vrl, phg, arc) hedeflenen 3-boyutlu serpme grafiğini göstermektedir. Çalışmada kullanılan OPTICS, BIRCH, DBSCAN, Aglomeratif, Mean-shift ve K-means kümeleme algoritmalarının 3-boyutlu serpme grafikleri Şekil 3'de sırasıyla (a,b,c,e,f ve g) alt grafiklerinde sunulmuştur.




Şekil 3. Alem tahminlerinin serpme diyagramları.

Tablo 1'de çalışmada kullanılan kümeleme algoritmalarının performanslarını ölçmek amacıyla kullanılan RI ölçüt değerleri gösterilmiştir. DNA-Tür tahminlerinde en başarılı kümeleme algoritmalarının Aglomeratif ve DBSCAN olduğu ve RI ölçütlerinin sırasıyla %75 ve %74 olarak elde edildiği görülmektedir. En başarısız algoritmaların ise %55 ve %56 RI değeri ile sırasıyla OPTICS ve Mean-shift algoritmalarına olduğu görülmektedir. Alem tahmininde ise en başarılı kümeleme algoritmaların BIRCH ve Aglomeratif olduğu ve RI ölçütlerinin sırasıyla %63 ve %62 olarak elde edildiği görülmektedir. Aynı şekilde burada da en başarısız algoritmaların %46 ve %48 ile sırasıyla Mean-shift ve OPTICS olduğu görülmektedir. Burada dikkat çeken nokta Aglomeratif kümeleme algoritmasının hem DNA-tür tahmininde hem de Alem tahmininde başarılı bir yöntem olduğudur.

Tablo 1. Kümeleme algoritmalarının RI skorları (%)

| Yöntem | DNA-Tür | Alem (Kingdom) |
|---|---|---|
| DBSCAN | **74** | 51 |
| OPTICS | 55 | 48 |
| Mean-shift | 56 | 46 |
| BIRCH | 65 | **63** |
| Aglomeratif | **75** | **62** |
| K-means | 64 | 60 |

## 4. Sonuç

Kodon frekanslarına bağlı elde edilen RI ölçüt değeri, denetimsiz öğrenme yöntemleri olan kümeleme algoritmalarının kayda değer bir performansa sahip olduklarını göstermektedir. Kümeleme algoritmalarının özellikle taksonomik tahmin performansının Aglomeratif ve DBSCAN algoritmalarında sırasıyla %75 ve %74 gibi yüksek seviyelerde olduğu söylenebilir. Nispeten düşükte olsa organizmaların genetik birleşimlerinin tahminlerindeki performans BIRCH ve Aglomeratif kümeleme algoritmalarının gösterdiği sırasıyla %63 ve %62 RI ölçüt değerleri dikkate alındığında kabul edilebilir seviyelerde olduğu söylenebilir. Her iki uygulamada Aglomeratif kümeleme algoritmasının altı kümeleme algoritması arasında en başarılı yöntem olduğu görülmektedir.

Sonuç olarak kodon frekanslarının organizmaların gruplandırılarak DNA türlerinin ya da hangi aleme ait olduklarının tahmininde oldukça faydalı araçlar olduğu görülmektedir. Bu çalışmanın devamında öznitelik seti olarak kullanılan 64 kodon frekansının tamamı yerine korelasyonları hesaplanarak ya da temel bileşen analizi yapılarak özellik indirgeme yapıldıktan sonra kümeleme işlemleri gerçekleştirilebilir. Benzer şekilde hangi nükleotid sırasının daha domine edici olduğuna dair analizler gerçekleştirilebilir.

## 6.Kaynaklar

**[1]** J. Athey *et al.*, "A new and updated resource for codon usage tables," *BMC Bioinformatics*, vol. 18, no. 1, Sep. 2017, doi: 10.1186/S12859-017-1793-7.

**[2]** B. K.- bioRxiv and undefined 2020, "Codon usage bias levels predict taxonomic identity and genetic composition," *biorxiv.org*, doi: 10.1101/2020.10.26.356295.

**[3]** Y. Nakamura, T. Gojobori, T. I.-N. acids research, and undefined 2000, "Codon usage tabulated from international DNA sequence databases: status for the year 2000," *academic.oup.com*, vol. 28, no. 1, 2000.

**[4]** M. Ester, H. Kriegel, J. Sander, and X. Xu, "A density-based algorithm for discovering clusters in large spatial databases with noise.," *KDD-96 Proceedings*, vol. 96, no. 34, pp. 226–231, 1996.

**[5]** M. Ankerst, M. M. Breunig, H. P. Kriegel, and J. Sander, "OPTICS: Ordering Points to Identify the Clustering Structure," *SIGMOD Record (ACM Special Interest Group on Management of Data)*, vol. 28, no. 2, pp. 49–60, 1999, doi: 10.1145/304181.304187.

**[6]** D. Comaniciu and P. Meer, "Mean shift: A robust approach toward feature space analysis," *IEEE Transactions on pattern analysis and machine intelligence*, vol. 24, no. 5, pp. 603–619, 2002.

**[7]** T. Zhang, R. Ramakrishnan, and M. Livny, "BIRCH: A new data clustering algorithm and its applications," *Data Mining and Knowledge Discovery*, vol. 1, no. 2, pp. 141–182, 1997, doi: 10.1023/A:1009783824328.

**[8]** L. Kaufman and P. Rousseeuw, "Finding groups in data: an introduction to cluster analysis," 2009.

**[9]** J. MacQueen, "Some methods for classification and analysis of multivariate observations," in *Proceedings of the fifth Berkeley symposium on mathematical statistics and probability*, 1967, pp. 281–297.

**[10]** K. Fukunaga and L. Hostetler, "The estimation of the gradient of a density function, with applications in pattern recognition," *IEEE Transactions on information theory*, vol. 21, no. 1, pp. 32–40, 1975.

**[11]** W. M. Rand, "Objective criteria for the evaluation of clustering methods," *Journal of the American Statistical Association*, vol. 66, no. 336, pp. 846–850, 1971, doi: 10.1080/01621459.1971.10482356.

**[12]** L. Hubert and P. Arabie, "Comparing partitions," *Journal of Classification*, vol. 2, no. 1, pp. 193–218, Dec. 1985, doi: 10.1007/BF01908075.

# AÇIK KAYNAK KODLU SANDBOX ÇÖZÜMÜNÜN KURUMSAL ANLAMDA UYARLANMASI VE E-POSTA GÜVENLİĞİ

***Nüsret Önen*[1], Berat Furkan Yaztürk [2], Hasan Basri Önen [3]***
[1] HAVELSAN, Açık Kaynak Uyg. ve Sistem Dönüşümü Tk. Ld., Ankara-Türkiye, nonen@havelsan.com.tr
[2] Belgesert, Siber Güvenlik Dep., Ankara-Türkiye, beratyazturk@belgesert.com.tr
[3] Belgesert, Siber Güvenlik Dep., Ankara-Türkiye, hasanilgin@belgesert.com.tr
[*] Sorumlu Yazar: nonen@havelsan.com.tr

***Özet:*** *Pandemi ile birlikte artan e-posta trafiği, e-posta sistemlerini ağ saldırganlarının hedefi haline getirmiştir. Özellikle sistemlerinin antivirüs ve antispam korumasını klasik yöntemlerle sağlayan kurum ya da kuruluşlar bu saldırılardan daha fazla etkilenmeye başlamıştır. Üstelik klasik yapılarda yeni açığa çıkmış güvenlik zafiyetlerine (sıfırıncı gün zafiyetleri) yönelik koruma tedbirleri de yeterli değildir. Bu soruna çözüm mahiyetinde; açık kaynak kodlu sandbox uygulamalarının kullanımını önermekteyiz. Bu çalışma kapsamında açık kaynak kodlu bir kum havuzu (sandbox) uygulaması olan Cuckoo ile şüpheli olarak görülen dosya izole edilmiş ve sanal bir makinede çalıştırılmıştır. Temelde uygulamanın, izole edilmiş birden çok sanal makinede zararlı davranışının incelenebilmesi ve raporlanması amacıyla ile çalıştırılması saptanmıştır. Özellikle e-posta eklerinin son kullanıcıya ulaştırılmadan önce izole ortamda analiz işleminden geçmesi teslim işleminin bundan sonra yapılması sağlanmış ve buna dair raporlamalar yaptırılmıştır.*

*Test ortamında yapılan çalışmalardan sonra canlı ortamda uygulama çalıştırılarak davranışları anlamlandırılmıştır. Ayrıca benzer davranışları gösterebilecek diğer e-posta ekleri için bir makine öğrenmesi algoritmasına, öğrenme havuzu oluşturulmasına müsait şekilde yapı efektif olarak tasarlanmış ve devreye alınmıştır. Bu sayede skor oluşturması sağlanan yapının; öğrenerek karar verme metodunu uygulaması için gerekli alt yapı hedeflenmiştir. Elde edilen çıktılar; tasarlanan mekanizmanın etkin bir şekilde çalıştığını göstermiştir.*

***Anahtar sözcükler****: Sandbox, Açık Kaynak Uygulama, Dinamik Zararlı Tespiti, Kum Havuzu, Makine Öğrenmesi*

# ENTERPRISE ADAPTATION OF OPEN SOURCE SANDBOX SOLUTION AND EMAIL SECURITY

***Nüsret Önen*[1], Berat Furkan Yaztürk [2], Hasan Basri Önen [3]***
[*1] HAVELSAN, Open-Source App & Sys. Trans. Team, Ankara-Turkey, nonen@havelsan.com.tr
[2] Belgesert, Cyber Security Dep., Ankara-Turkey, beratyazturk@belgesert.com.tr
[3] Belgesert, Cyber Security Dep., Ankara-Turkey, hasanilgin@belgesert.com.tr
[*] Corresponding author: nonen@havelsan.com.tr

**Abstract:** The common e-mail platforms have become the target of network attackers as a result of the pandemic's rising email traffic. Institutions and organizations that rely on conventional security solutions to protect their systems are feeling the effects more frequently. Furthermore, in today's web world, a defense against newly discovered security flaws (zero-day vulnerabilities) in conventional architecture is insufficient. We propose the use of open-source sandbox applications as a solution to this problem. The suspicious file was isolated and run in a virtual machine with Cuckoo, an open-source sandbox

program, within the scope of this research. The application is launched with the goal of assessing and reporting its malicious behavior on a variety of separate virtual machines. Specialized systems were used to evaluate and analyze e-mail attachments in a controlled setting prior to delivery to the end-user, and the delivery process was kept up after that, with reports made about it.
The application was then run in the live environment and its actions were examined, after which it was tested in the test scenario. In addition, the structure has been built and commissioned in such a manner that it may be used to build a machine learning algorithm and a learning pool for other e-mail attachments with comparable tendencies. In this manner, the structure that is given to generate a score; the required infrastructure for applying the decision-making technique through learning is targeted. The produced outputs proved that the designed mechanism functioned effectively.

**Keywords**: Sandbox, Open Source Application, Dynamic Malware Detection, Sandbox, Machine Learning

## 1. Giriş

Tüm dünyada etkisini gösterecek şekilde 2019'un sonlarından itibaren yayılım gösteren ve etkisini hala sürdüren Coronavirüs (Covid-19); sağlık başta olmak üzere, teknoloji, eğitim, güvenlik, gıda, tedarik zinciri, iletişim, ulaşım ve benzeri birçok sektörü kritik seviyede etkilemiş, küresel ve ulusal ölçekte sıra dışı boyutlara varan bir dizi değişime sebebiyet vermiştir. Bu değişimler arasında kuşkusuz iletişim alanındaki değişimler ilk sırada yerini almaktadır. Zira pandemi ile birlikte hem bireysel hem de kitlesel iletişim şekil değişmiş; eğitimin dahi çevrimiçi / sanal bir hal aldığı bu süreçte fiziksel iletişim kısıtlanmış sanal iletişimse yoğunlaşmıştır.

Birçok kurum ve marka; kurum içi, kurumlar arası ve müşterilerle olan iletişimlerini e-posta üzerinden yürütmeye başlamıştır. Dolayısıyla pandemi öncesine kıyasla e-posta trafiğinde göz ardı edilemez bir yoğunluk meydana gelmiştir. Öyle ki bu konuda yapılan bir anket araştırması; Covid-19 sonrası markaların müşterilerine gönderdikleri e-posta sayısında %50'nin üzerinde bir artışın olduğunu göstermektedir. Yine aynı araştırma e-posta sayısına benzer şekilde gönderilen e-posta sıklığının da arttığını ortaya koymaktadır. [1] Bu değişime ek olarak pandemi sonrası markaların daha güvenli bir yol olarak tercih ettikleri e-posta gönderimine dair kişiselleştirme, alaka düzeyinin iyileştirilmesi, özgün ve uyarlanmış iletişim dili gibi bazı stratejiler geliştirildiği görülmektedir.

E-posta hususundaki değişim veya stratejilere veri güvenliğiyle ilgili adımlar da eklenmiş, birçok kurum siber güvenlik stratejilerini yeniden şekillendirme ihtiyacı duymaya başlamıştır. Zira pandemi kapsamında e-posta trafiğindeki artış ağ saldırganlarının da radarına takılmış ve e-posta sistemleri kötü niyetli ağ saldırganlarının hedefi haline gelmiştir. [2] Çünkü "yeni normal" diye adlandırılan pandemi sonrasındaki düzen nedeniyle bilinen siber güvenlik ve veri hırsızlığı saldırılarına farklı bilişim platformlarında yaşanan veri güvenliği ihlalleri de eklenmiş, siber riskler artmıştır. Sadece e-posta sistemleri değil yüksek sayıda katılımcının aynı anda görüntülü konuşma yapmasına imkân sunan uygulamalar (zoom vb.), sanal eğitim ağları, e-ticaret siteleri, iş yönetim ağları gibi pek çok platform pandemi sonrası siber saldırıların hedefine giren alanlardan sadece birkaçını teşkil etmektedir.Mevcut tabloda maruz kaldıkları spam, oltalama, yemleme, taklit e-posta, aldatmaca e-posta, kimlik avı, şifre

hırsızlığı ve benzeri tüm siber saldırılar neticesinde e-posta sistemlerinin kötü amaçlı yazılımların yayılmaları için önemli bir basamak haline gelişi; veri kaybı ve finansal zarar açısından önlem alınması gereken önemli bir meseleyi işaret etmektedir. Bu noktada çözüm mahiyetinde e-postalar ve e-postalara eklenen dosyalardaki dinamik zararlıların tespiti için Sandbox kullanımı ön plana çıkmaktadır. [3] Çünkü sadece antivirüs ve antispam uygulamaları dinamik zararlılara karşı yetersiz kalmaktadır. Ağ saldırganları zararlıların dosyanın çalıştırılmadan önce antivirüs programları tarafından tespit edilmemesi için birçok gizleme işlemi uygulamaktadır. Bu nedenle statik analizden ziyade dinamik analizle zararlıların tespiti daha kesin ve tercih edilen bir yöntemdir. [4] Dinamik zararlıların analizinde öne çıkan Sandbox gelişmiş bir tehdit koruması sunmaktadır. Zararlı yazılımların tespiti ve analizi için korumalı bir alan sunan Sandbox güvenlik tehditlerine karşı ek bir koruma katmanı sağlamaktadır. Sandbox, antivirüs ve antispam gibi geleneksel saldırı engelleyicileri atlatan, Sıfırıncı gün (zeroday) zafiyetlerini istismar eden gelişmiş atakları saptayan etkili bir çözümdür. Sandbox içerisinde çalıştırılan program sisteme herhangi bir hasar vermeden veya zararlı yazılım bulaştırmadan deneme imkânı vermektedir. [5] Aynı zamanda Sandbox, çalıştırılan programın kodunu ve çalışma mekanizmasını inceleyerek belirli zararlı yazılım tehditlerini analiz ederek ve öğrenmektedir. Makine öğrenmesi algoritmasına dayalı bir sisteme ve öğrenme havuzu oluşturulmasına müsait bir şekilde tasarlanan efektif bir yapıya sahip olan Sandbox, içerisindeki veri seti sayesinde program içinde tekrarlayan ve benzer davranışlar sergileyen zararlıları tespit ederek engelleyebilmekte ve tekrarlanmasını önlemektedir. Dahası sahip olduğu bu makine öğrenme metotları sayesinde Sandbox, desteklenerek geliştirilebilir bir yapıdadır. [6]

Tüm bu avantajlarından ötürü bu çalışmada kurumsal alandaki e-posta sistemlerindeki tehditlere yönelik açık kodlu Sandbox çözümü test edilmiştir. Bu çalışmayla e-posta üzerinden gelebilecek zararlıların analizi ve raporlanmasına ilişkin kurumsal anlamda test edilmiş bir yapının etkinliğinin ortaya konması amaçlanmıştır.

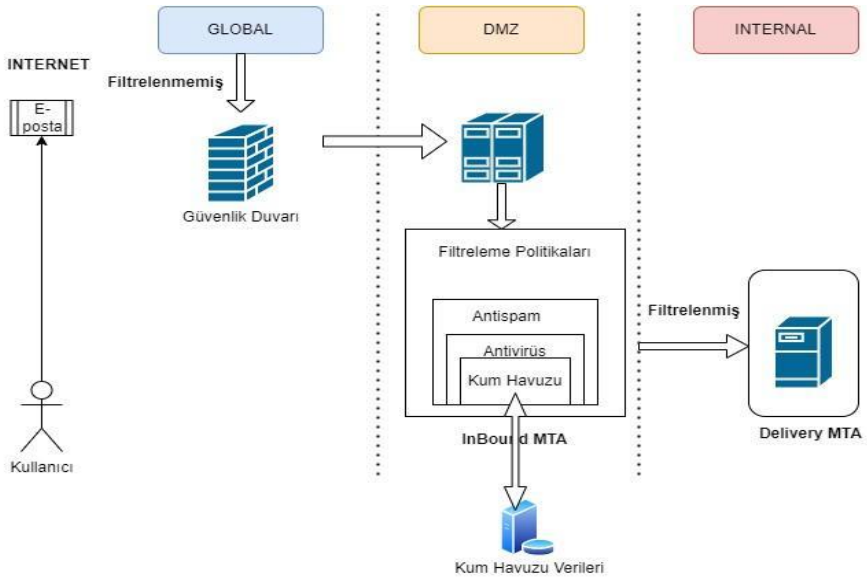
## 2. Yöntem

Bu çalışma kapsamında kurumsal anlamda testlerin yapıldığı bir ortamda açık kaynak kodlu e-posta sistemi (zimbra) kurulmuştur. Gelen e-postalar tamamen gerçek kullanıcılardan gelmiş olup test amaçlı gönderilme tekniği uygulanmamıştır.

Açık kaynak antispam ve antivirüs bileşenleri tercih edilen sistemde, mikroservis mimarisinde bir yapı benimsenerek; kum havuzu (sandbox) çözümü için ayrı sunucuların kurulması yerine dockerize edilmesi benimsenmiştir. Aşağıdaki şekilde görüldüğü üzere sisteme giriş yapan bir e-postanın kum havuzu çözümüne gelerek buradaki davranışları analiz edilip raporlanmıştır. Veri setlerinin tutulduğu alanda benzer şekilde davranış gösteren zararlıların tespit edildiği bir havuz oluşturularak gelen içeriklerden beslenen öğrenme metotları ile karar verme sürecine yardımcı olunması sağlanmıştır.

Zimbra kurulu ortamda güvenlik duvarından geçen e-postaların DMZ alanında kurumsal filtreleme ayarları devre dışı bırakılmak suretiyle; antispam, antivirus ve kum havuzu testlerine tabii tutulmuştur. [7] Açık kaynak kodlu antispam veya antivirüs uygulamalarına takılan e-postaların kum havuzuna uğramadan karantinaya alınmasını sağlayacak şekilde bir konfigürasyon yapılmıştır. Her iki uygulamadan geçen e-postaların son denetimi ise kum havuzu tarafından yapılıştır. Makine öğrenmesi

metotlarıyla da desteklenen kum havuzu burada karar verme yapısında çalışarak e-postayı temiz veya karantina öğesi olarak işaretlemiştir. [8]




Şekil 1. Test edilen senaryoya ait topoloji

## 3. Bulgular

Çalışmada gerçek ortamda bir e-posta güvenlik uygulaması/sistemi bulunmamaktadır. Linux işletim sistemi üzerinde açık kaynak kodlu antivirüs ve antispam uygulamaları ile birlikte kum havuzu (sandbox) uygulaması kuruldu. Belirli fazlar olarak tasarlanan kısımlar ile fazların tamamlandığı sürelerde 1000'er e-posta baz alınacak şekilde bir ayrım yapıldı.

Tablo 1. Test Ortamındaki E-posta İstatistikleri

| E-posta Sayısı | Karantina | Geçen | Hatalı Algılama | SandBox Yakalama |
|---|---|---|---|---|
| FAZ1 (1000) | 86 | 914 | 11 | 21 |
| FAZ2 (2000) | 93 | 1907 | 9 | 36 |
| FAZ3 (3000) | 211 | 2789 | 12 | 56 |
| FAZ4 (4000) | 475 | 3525 | 17 | 98 |
| FAZ5 (5000) | 641 | 4359 | 21 | 211 |

Çalışmadan neticesinde elde edilen veriler ile Tablo 1 oluşturulmuştur. Tablo 1'de yer alan verilerin doğruluğunun test edilmesi maksadı ile çevrimiçi zararlı analiz sayfalarından gerekli analizler yapılmıştır. Hatalı algılama olarak belirtilen sayıdaki e-postalarda içerik kontrolü, ek taraması, davranışsal analiz gibi yaklaşımlardan sonra karar verme süreci uygulanmıştır. Hatalı yakalama ve spam kriterleri SPF kaynaklı olup Cuckoo ile ilgisi yoktur.

Açık kaynak kodlu kum havuzu makine öğrenmesi bileşenine ek olarak çeşitli algoritmalar (Naïve Bayes sınıflandırma algoritması) ile veri setinin daha da anlamlandırılabileceği saptanmıştır. Algoritmaların öğrenme yöntemlerine dahil edilmesi için uygulamanın geliştirilmesine devam edilmiştir.

## 4. Sonuç

Güncel tehditlerin bertaraf edilebilmesi, dinamik zararlıların analizi ve engellenmesi amacıyla tercih edilen açık kaynak uygulamaların bir merkezden yönetilerek esnek şekilde tasarlanması güvenlik stratejileri açısından oldukça önemlidir. Tamamen açık kaynak güvenlik bileşenlerinden oluşan sistemde açık kaynak kodlu güvenlik bileşenlerine ek olarak yine açık kaynak kum havuzu uygulaması ve makine öğrenmesi alt yapısı ile kurumsal bir işletmede gelen elektronik postaların eklerindeki analizlerden tablodan da anlaşıldığı üzere etkili bir sistem tasarlanmış ve hayata geçirilmiştir. Tek bir ara yüzden yönetilebilecek şekilde tasarlanan sistem ile makine öğrenmesine dayalı, öğrenme metotları ile zenginleştirilmiş yapısı ile açık kaynak ürünlerin sektördeki bu ihtiyacı karşılayabildiği görülebilmektedir.

Açık kaynak kodlu uygulamalardan oluşan bu tarz güvenlik sistemlerin geliştirilmesi amacıyla kullanımın yaygınlaştırılmasında fayda söz konusudur. Böylelikle veri setlerinin de zenginleştirilmesi ile daha doğru ve anlamlı kararların alınabileceği görülebilmektedir.

## 5. Öneriler

Yaygın şekilde kullanılan kapalı kod uygulamalar yerine esnek ve efektif olarak ölçeklendirilebilen açık kaynak kodlu uygulamaların etkin olduğunun benimsenmesi ve yaygınlaştırılması gerekmektedir.

Yapılan çalışmaların ortak paye altında birleştirilerek ürünleştirmeye yönelik çalışmaların özellikle kamu kurum ve kuruluşları ile araştırma kurumları arasında yapılacak protokoller ile desteklenerek arttırılması ve teşvik edilmesi sağlanabilir.

Açık kaynak kodlu uygulamaların önemine vurgu yapan eğitimlerin, uygulamaların ve kursların sayısı arttırılarak özellikle güvenlik yazılımlarının geliştirilmesine yönelik çalışmalar hızlandırılabilir.

Benzer çalışmaları yapan kamu kuruluşlularının ve özel teşebbüslerin veri havuzu oluşturarak makine öğrenmesi ve diğer öğrenme algoritmalarının geliştirilmesi konusunda yardımcı olunmalıdır.

## 6. Kaynakça

**[1]** How The COVID-19 Pandemic Has Changed Emailing, URL: https://www.mailjet.com/blog/news/covid-19-survey/ (Erişim Zamanı 10.02.2022)

**[2]** Spam and phishing in Q2 2021, URL: https://securelist.com/spam-and-phishing-in-q2-2021/103548/ (Erişim Zamanı 10.02.2022)

**[3]** Talukder, S.; Talukder Z, "A Survey on Malware Detection and Analysis Tools". International Journal of Network Security & Its Applications (IJNSA) 2020, 12, 2. https://www.researchgate.net/publication/339816480_A_Survey_on_Malware_Detection_and_Analysis_Tools (Erişim Zamanı 10.02.2022)

**[4]** Jamalpur, S; Navya, Y. S.; Raja, P; Tagore, G. and Rao G. R. K., "Dynamic Malware Analysis Using Cuckoo Sandbox". Second International Conference on Inventive Communication and Computational Technologies (ICICCT) 2018, 1056-1060. https://ieeexplore.ieee.org/document/8473346 (Erişim Zamanı 10.02.2022)

**[5]** Sandbox Çözümleri, URL: https://www.beyaz.net/tr/guvenlik/cozumler/sandbox_cozumleri.html (Erişim Zamanı 10.02.2022)

**[6]** CuckooML: Machine Learning for Cuckoo Sandbox, URL: https://honeynet.github.io/cuckooml/ (Erişim Zamanı 10.02.2022)

**[7]** Chailytko, A; Skuratovich, S., "Defeatıng Sandbox Evasıon: How To Increase The Successful Emulatıon Rate In Your Vırtual Envıronment". Vırus Bulletın Conference October, 2016. https://blog.checkpoint.com/wp-content/uploads/2016/10/DefeatingSandBoxEvasion-VB2016_CheckPoint.pdf (Erişim Zamanı 10.02.2022)

**[8]** Muhovic, T., Behavioural Analysis of Malware Using Custom Sandbox Environments, Yüksek Lisans Tezi, Aalborg Üniversitesi, Aalborg, Danimarka, 2020, https://projekter.aau.dk/projekter/files/320572089/10012020_Tarik_Muhovic_NDS_Master_Thesis.pdf (Erişim Zamanı 10.02.2022)

# SU ALTI ÇÖP TESPİTİ İÇİN YOLOv4 TABANLI BİR YÖNTEM

***Kübra Demir *[1], Orhan Yaman [2]***
[1]Fırat Üniversitesi, Elazığ-Türkiye, 202141107@firat.edu.tr
[2]Fırat Üniversitesi, Elazığ-Türkiye, orhanyaman@firat.edu.tr
[*] Sorumlu Yazar: 202141107@firat.edu.tr

***Özet:*** *Su altı görüntü işleme, su altı canlıları ve nesnelerin tespiti için önemli bir araştırma alanıdır. Bu çalışmada, insansız su altı robotu kullanılarak su altı çöp tespiti için derin öğrenme tabanlı bir yöntem önerilmiştir. Su altında bulunan plastik şişe, cam şişe ve plastik paket ve büyük plastik bidon nesnelerine ait görüntüler toplanarak bir veri seti oluşturulmuştur. Dört nesne türü için toplamda 720 sualtı görüntüsü toplanmıştır. 720 görüntü içerisinde 962 nesne mevcuttur. Bu görüntüler LabelImg programı kullanılarak etiketlenmiştir. Bu çalışmada nesne tespiti için YOLOv4 (You Only Look Once) algoritması kullanılmıştır. Önerilen yöntem 80:20 eğitim test ve 90:10 eğitim test oranı ile uygulanmış ve sırasıyla %88.7 ve %75.8 doğruluk hesaplanmıştır.*

***Anahtar sözcükler****: Su Altı Görüntüleri, Derin Öğrenme, Görüntü İşleme, Nesne Algılama, Çöp Tespiti.*

# A YOLOv4-BASED METHOD FOR UNDERWATER LITTER DETECTION

***Kübra Demir *[1], Orhan Yaman [2]***
[1]Firat University, Elazig-Turkey, 202141107@firat.edu.tr
[2]Firat University, Elazig-Turkey, orhanyaman@firat.edu.tr
[*] Corresponding author: 202141107@firat.edu.tr

**Abstract:** *Underwater image processing is an important research area for the detection of underwater creatures and objects. In this study, a deep learning-based method is proposed for underwater litter detection using an unmanned underwater robot. A dataset was created by collecting images of the plastic bottle, glass bottles and plastic packages, and large plastic drum objects underwater. A total of 720 underwater images were collected for four object types. There are 962 objects in 720 images. These images have been labeled using the LabelImg program. In this study, the YOLOv4 (You Only Look Once) algorithm was used for object detection. The proposed method has been applied with an 80:20 training test and 90:10 training test ratio and 88.7% and 75.8% accuracy have been calculated, respectively.*

***Keywords:*** *Underwater Images, Deep Learning, Image Processing, Object Detection, Litter Detection.*

## 1. Giriş

Dünyada en önemli çevre sorunlarından birisi plastik ve benzeri atıklardır. Plastikler deniz ortamına rüzgâr/sel ile taşıma, nakliye, kıyı faaliyetleri, atık su deşarjı ve insanların suya bırakması gibi nedenlerden dolayı suya karışmaktadır. Günümüzde, okyanus ve denizlerde, yaklaşık 100 ile 150 milyon ton plastik çöpün yüzdüğü tahmin edilmektedir. Bu rakamlara her yıl yaklaşık 6,5 milyon ton plastik atık eklenmektedir. BM Çevre Programı'nın verilerine göre, açık denizlerde her kilometrekare başına ortalama 13 bin plastik düşmektedir [1]. Denize bırakılan plastik atıklar, bozunma sıcaklıklarının yüksek olması ve ultraviyole ışınlarına karşı dayanıklı olması nedeniyle asırlarca denizlerdeki varlıklarını sürdürmektedirler. Denizlerin kirlenmesi; deniz kuşlarının ve denizde yaşayan canlıların tür ve sayısının azalmasına bağlı olarak nesillerinin tükenmesi, balıkçılık faaliyetlerinin yapılamaması, insan sağlığının olumsuz etkilenmesi gibi ekosistemde zararlı sonuçlara neden olmaktadır [2]. Bu sorunu gidermek için ilk adım, deniz kirliliklerine neden olan çöp nesnelerin tespitidir. Yeryüzünün ¾'ü su ile kaplıyken, yerüstü çalışmalar su altı çalışmalardan daha fazladır. Bunun sebebi ise; su altı çalışmalarının yerüstü ve su üstündeki çalışmalardan daha zorlu olmasıdır. Su altındaki nesneler uzun süreli suya maruz kalma ile nesnelerin şekilleri bozulur, renk emilimi artar, ışık su altında dağılır ve kırılır, görüntüler bulanık ve anlaşılması güç hale gelmektedir. Su altı görüntülerinin elde edilmesindeki bu zorluklar ve yüksek maliyet bu alanlardaki bilimsel çalışmaların sayısını olumsuz etkilemektedir. Literatürde su altı görüntülerinden genellikle boru hattı, köprü ve baraj çatlaklarının tespiti yapılması alanında çalışmalar yapılmıştır. Su altı nesne ve balık tespiti için yapılan güncel çalışmalar Tablo 1'de özetlenmiştir.

Tablo I. Su altı nesne tespiti için literatürdeki bazı çalışmalar

| Referans | Yıl | Nesneler | Yöntem | Materyal | Veri Sayısı | Başarım Oranı |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Kylili ve dig. [3] | 2019 | Şişe, kova ve pipet | CNN | Su altı aracı | 4000 | ~%86 |
| Politikos ve dig. [4] | 2021 | Fincan, çanta, şişe, çarşaf, küçük çarşaf, kutu, balık ağı, lastik, kap, büyük nesne ve diğer | Mask R-CNN | Su altı aracı | 3910 | %62 |
| Fallati ve dig. [5] | 2019 | Çakmak, şişe, hasır ağ, naylon poşet, alüminyum teneke, plastik teneke, plastik kaplar, parmak arası terlik ve diğer | CNN | İnsansız hava aracı | - | %67 |
| Van ve dig. [6] | 2020 | Deniz plastikleri | Faster R-CNN | Kamera | 1272 | %68.7 |
| Pan ve dig. [7] | 2020 | Balık | M-Resnet | Su altı aracı | - | %96.5 |
| Kazım ve dig. [8] | 2020 | Balık | YOLOv3 | Su altı aracı | 4005 | %87.56 |

Tablo 1 incelendiğinde literatürde çöp ve balık tespiti için yapılan çalışmalar görülmektedir. Kylili ve dig. [3] su altı görüntülerini kullanarak Evrişimli sinir ağları (CNN) tabanlı çöp tespiti yöntemi geliştirmiştir. Yaklaşık 4000 görüntü içerisinde şişe, kova ve pipet gibi atıkların tespitini %86 oranında gerçekleştirmiştir. Politikos ve dig. [4], Fallati ve dig. [5] ve Van ve dig. [6] çalışmalarında su altındaki çöplerin tespiti için CNN tabanlı yöntemler önermişlerdir. Politikos ve dig. [4], Fallati ve dig. [5]

çalışmalarında sınıf sayılarını artırdıkça başarım oranlarının düştüğü görülmektedir. Atıkların tespiti için su altı araçlarının geliştirilmesi ve yaygın kullanımları hakkında literatürde birçok çalışma mevcuttur [9]. Literatürde çöplerin ve diğer nesnelerin tespiti için görüntü iyileştirme hakkında birçok yöntem önerilmiştir[10]. Tez kapsamında geliştirilecek çöp tespiti, sınıflandırılması ve görüntü iyileştirme algoritmalarının literatürdeki çalışmalar ile karşılaştırılabilmesi için ulusal tez izleme, uluslararası bilimsel çalışmalar araştırılmış ve elde edilen çalışmalar incelenmiştir. Lu ve dig. [11] derin sinir ağları kullanarak düşük aydınlatmalı su altı görüntülerinin iyileştirilmesi için bir yöntem önermiştir. Sualtı görüntüleme problemlerini çözmek ve derinlik tahmini için bir görüntüleme yöntemi geliştirmiştir. Düşük yoğunluklu bir ışık ortamında su altı görüntüleme sorunlarını gidermek için derin sinir ağları ile derinlik tahmini yapmıştır. Ayrıca ışık alanı görüntülerinden saçılma sorunlarını çözülmesi ve renk azalmasını gerçi kazandırmak için spektral karakteristik tabanlı bir renk düzeltme yöntemi kullanılmıştır. Li ve dig. [12]çalışmasında kalitesini arttırmak için renk düzeltme ve su altı görüntü iyileştirme içeren hibrit bir yöntem önermiştir. İlk olarak su altı görüntülerinin renk tonlarını gidermek için etkili bir renk düzeltme algoritması uygulamıştır. Daha sonra su altı görüntüleri için küresel bir arka plan ışık tahmin algoritması ve su ortamında ışık geçiren regrasyon modeli geliştirmiştir. Çalışmada 45 su altı görüntüsü içeren bir veri seti oluşturmuştur. Bu görüntüler üzerinde sonuçlar elde etmiştir.

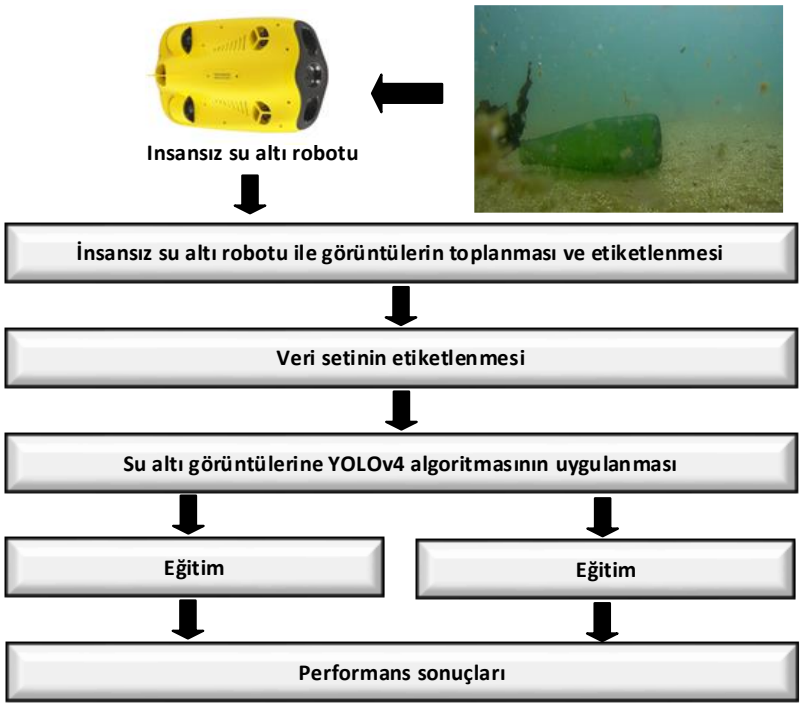
## 2. Materyal Metot

Bu çalışmada, GLADIUS MINI model kablolu su altı robotu kullanılarak veri seti oluşturulmuştur. Kullanılan su altı robotunun ön tarafında 4K Ultra HD kamera ve kameranın yan taraflarında Led ışıklar bulunmakta olup 100 metre kablo ile kontrol cihazına bağlanmıştır. Kontrol cihazı, kumanda ile kablosuz olarak haberleşir ve görüntüleri gerçek zamanlı olarak telefona veya bilgisayara aktarır. Robot telefon, tablet veya bilgisayar ile kontrol edilmektedir. Sualtı robotunun ve bileşenlerinin görüntüsü Şekil 1'de gösterilebilir.

(a) (b) (c)

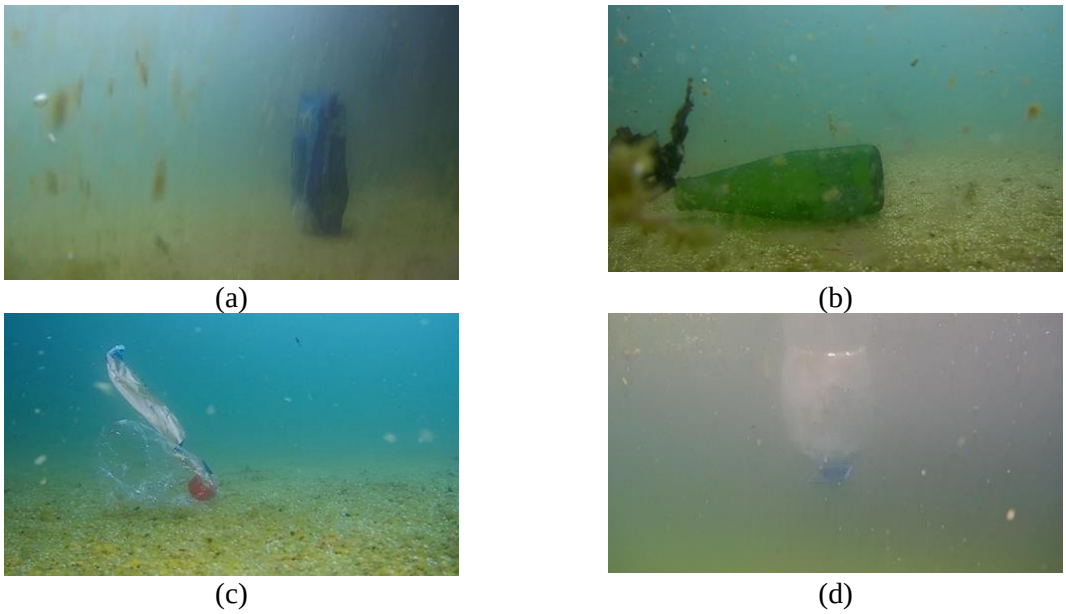
Şekil 1. Sualtı robotu ve görüntülerin alınmasında kullanılan bileşenler (a) Sualtı robotu (b) Kontrol cihazı (c) Uzaktan kumanda cihazı

Bu çalışma, Python programlama dili platformunda geliştirilmiş ve sonuçları hesaplanmıştır. Önerilen yöntemin blok şeması Şekil 2'de verilmiştir.




Şekil 2. Önerilen yöntemin blok şeması

Şekil 2'de görülebileceği gibi önerilen yöntemde ilk olarak su altı robotu ile görüntüler toplanmıştır. Su altında bulunan görüntüler farklı açılarla görüntülenerek çok sayıda görüntü elde edilmiştir. Bu çalışmada su altı robotu ile toplanan örnek görüntüler Şekil 3'te verilmiştir.



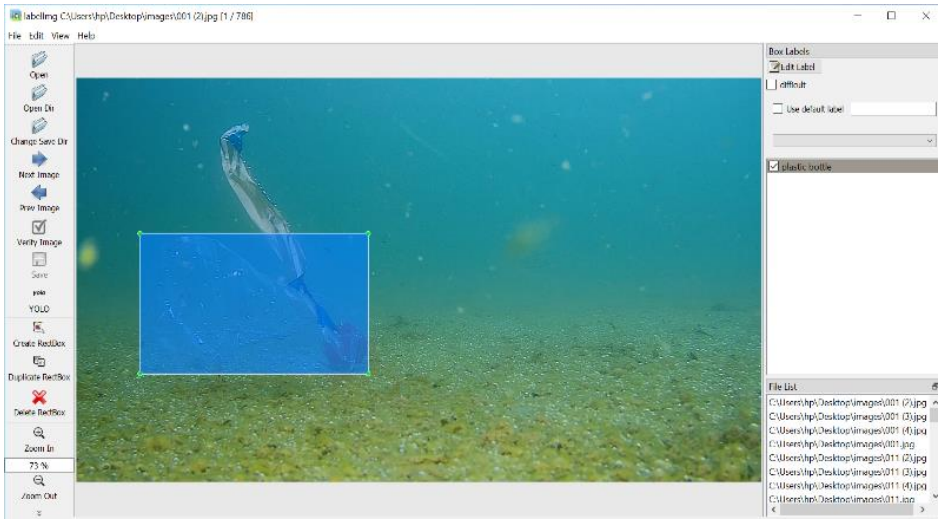

Şekil 3. Sualtı robotu ile çekilen örnek görüntüler (a) Islak mendil paketi (b) Cam şişe (c) Plastik şişe (d) Büyük plastik bidon

Bu veri seti 1920 × 1080 piksel çözünürlüğe sahip, 4 farklı sınıftan oluşmaktadır. Toplamda 720 adet görüntü ve bu görüntüler içerisinde 962 adet nesne bulunmaktadır. Veri setindeki nesne isimleri ve sayıları Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo II. Sınıf isimleri ve her sınıfa ait görüntü sayıları

| **Sınıf Adı** | **Nesne adedi** |
|---|---|
| Islak mendil paketi | 134 |
| Cam şişe | 268 |
| Plastik şişe | 505 |
| Büyük plastik şişe | 55 |
| Toplam etiketlenen nesne sayısı | 962 |

Bu çalışmada, bu veri seti alt kümeler: (a) eğitim seti ve (b) test seti olarak rastgele ikiye bölünerek klasörlerine ayrıştırılmıştır. İlk senaryo için, eğitim veri setinde yüzde seksen (%80) test setinde yüzde yirmi (%20) kategori başına sırasıyla: 576 ve 144 görüntü kullanılmıştır. İkinci senaryo için, eğitim veri setinde yüzde doksan (%90) test setinde yüzde on (%10) kategori başına sırasıyla: 648 ve 72 görüntü kullanılmıştır. Birinci senaryoda 576 görüntü eğitim için, 144 görüntü test için kullanılmıştır. İkinci senaryoda ise 648 görüntü eğitim, 72 görüntü test için kullanılmıştır. Veri setinde bulunan görüntüleri Şekil 4'te gösterildiği gibi LabelImg [13] programıyla görüntü içerisindeki ilgili alan bir çerçeve içerisine alınıp, 4 farklı sınıfta etiketlenerek "plastic bottle", "big plastic bottle", "green glass bottle " ve "wet wipes package" etiketleri oluşturuldu.




Şekil 4. LabelImg programı ile nesnenin etiketlenmesi

Her etiketlenen resim için bir. txt dosyası oluşturulmaktadır. Bu txt dosyalarında nesnenin sınıf, x ve y koordinatlarının yükseklik ve genişliği içeren veriler bulunmaktadır. Bu işlem her bir görüntü için tekrarlanmış ve eğitime hazır hale getirilmiştir. Etiketlenen görüntülerin eğitilmesi için YOLOv4 algoritması kullanılmıştır. YOLO (You Only Look Once) algoritması ve Darknet modeli, yüksek işleme hızından dolayı yüksek FPS (Frame Per Second) sağlamakta ve daha net sonuçlar vermektedir [14].

YOLO algoritmasının bu kadar hızlı olmasının sebebi görüntüyü tek seferde sinir ağdan geçirerek resimdeki tüm nesnelerin sınıfını ve koordinatlarını tahmin edebilmektedir. Bu tahmin işleminin temeli, resmini SxS'lik ızgaralara bölmektedir. Oluşan her ızgara için ayrı bir tahmin vektörü oluşturmaktadır. YOLO algoritmasının tercih edilme sebebi gerçek zamanlı nesne takibi yapabilen mAP(ortalama hassasiyet) değeri en ideal algoritma olmasıdır.

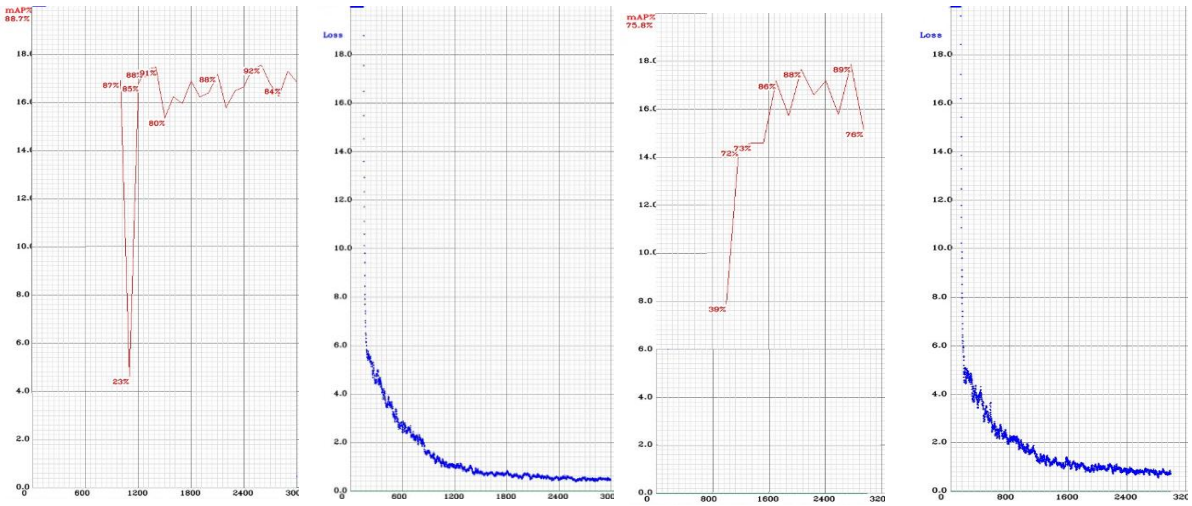
### 3. Deneysel Sonuçlar

YOLOv4 algoritması sayesinde bu çalışma ile su altındaki çöplerin tespiti yapılmıştır. Önerilen yöntem Python kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Eğitim işlemi bittikten sonra testler yapılıp video görüntüleri üzerinde nesne tanıma işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada, çeşitli uygulamalar geliştirmek için Google tarafından sağlanan Python programlama diline dayalı bir bulut hizmeti olan Google Colab, daha hızlı işlem için Grafik İşleme Birimi (GPU) ve PyCharm arayüzü kullanılmıştır. Gerçekleştirilen çalışmada kullanılan kütüphaneler, paketler ve donanım özellikleri Tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo III. Kullanılan kütüphaneler, paketler ve donanım özellikleri

| **Yazılım ve Kütüphaneler** | **Değerler** |
|---|---|
| Python | 3.9 |
| OpenCv | 4.4.0 |
| Numpy | 1.19.5 |
| PyCharm | 2021.2 |
| Google Colab | - |
| System | Intel Core i5-7200U |
| CPU | 2.50 GHz |

Önerilen yöntemin mAP ve Loss grafikleri Şekil 5'de sunulmuştur.




(a) (b) (c) (d)

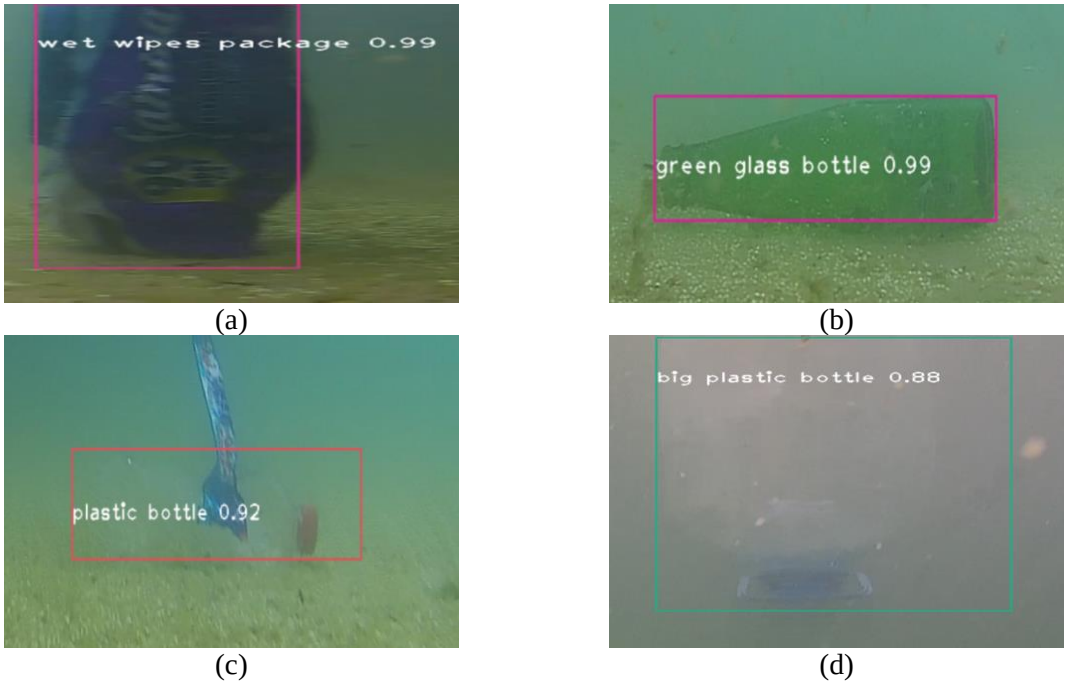
Şekil 5. Önerilen yöntemin mAP ve Loss grafikleri a) 80:20 eğitim test verisi için mAP sonucu b) 80:20 eğitim test verisi için Loss sonucu c) 90:10 eğitim test verisi için mAP sonucu d) 90:10 eğitim test verisi için Loss sonucu

Önerilen yöntemin performans sonuçları Tablo 4' te gösterilmiştir.

Tablo IV. Önerilen yöntemin performans sonuçları

| **Parametreler** | **80:20 Eğitim test verisi sonuçları** | **90:10 Eğitim test verisi sonuçları** |
|---|---|---|
| mAP | %88.7 | %75.8 |
| Ortalama loss | 0.3607 | 0.6991 |
| İterasyon | 3000 | 3000 |
| Zaman | 8.56 saat | 10.88 saat |

Tablo 4'te görülebileceği gibi 80:20 eğitim test verisi sonuçlarında %88.7 mAP hesaplanmıştır. Her iki eğitim test verisi için 3000 iterasyon çalıştırılmıştır. Şekil 6'da örnek test sonuçlarına ait görüntüler verilmiştir.




Şekil 6. Örnek test sonuçları (a) Islak mendil paketi (b) Cam şişe (c) Plastik şişe (d) Büyük plastik bidon

## 4. Sonuçlar

Bu çalışmada su altında bulunan nesnelerin sınıflandırılması ve tespiti için YOLOv4 algoritması uygulanmış, analiz edilmiş ve sonuçlar kaydedilmiştir. Kendi veri setimiz kullanılarak eğitimleri gerçekleştirilmiştir. Derin öğrenme sistemlerinde sonuçların başarılı olmasında görüntü boyutu, veri setinin boyutu ve çeşitliliği önemlidir. Aynı zamanda su altı görüntülerinin bulanık olması da yöntemin

başarısını etkilemektedir. Önerilen yöntemde 720 görüntü toplanmış ve 962 nesne etiketlenmiştir. En iyi mAP sonucu 80:20 eğitim ve test verisi ile elde edilmiştir. Gelecek çalışmalarda yöntemin başarısını arttırmak için veri setinin boyutu ve nesne çeşidi arttırılacaktır. Aynı zamanda su altı görüntü iyileştirme algoritmaları kullanılarak ön işleme yapılacaktır. Böylece yüksek doğruluk elde edileceği ön görülmektedir.

## 5. Kaynaklar

**[1]** Tudav, 'Denizlerde Plastik ve Mikroplastikler Konusunda Neler Yapıyoruz', 2022. https://tudav.org/calismalar/kirlilik/denizel-copler/denizlerde-plastik-ve-mikroplastikler-konusunda-neler-yapiyoruz/.

**[2]** Tudav, 'Denizel Çöpleri Ulusal Formu', 2022. https://tudav.org/calismalar/kirlilik/denizel-copler/denizel-copleri-ulusal-formu/.

**[3]** K. Kylili, I. Kyriakides, A. Artusi, and C. Hadjistassou, 'Identifying floating plastic marine debris using a deep learning approach', *Environ. Sci. Pollut. Res.*, vol. 26, no. 17, pp. 17091–17099, 2019, doi: 10.1007/s11356-019-05148-4.

**[4]** D. V. Politikos, E. Fakiris, A. Davvetas, I. A. Klampanos, and G. Papatheodorou, 'Automatic detection of seafloor marine litter using towed camera images and deep learning', *Mar. Pollut. Bull.*, vol. 164, no. January, p. 111974, 2021, doi: 10.1016/j.marpolbul.2021.111974.

**[5]** L. Fallati, A. Polidori, C. Salvatore, L. Saponari, A. Savini, and P. Galli, 'Anthropogenic Marine Debris assessment with Unmanned Aerial Vehicle imagery and deep learning: A case study along the beaches of the Republic of Maldives', *Sci. Total Environ.*, vol. 693, p. 133581, 2019, doi: 10.1016/j.scitotenv.2019.133581.

**[6]** C. van Lieshout, K. van Oeveren, T. van Emmerik, and E. Postma, 'Automated River Plastic Monitoring Using Deep Learning and Cameras', *Earth Sp. Sci.*, vol. 7, no. 8, 2020, doi: 10.1029/2019EA000960.

**[7]** T. S. Pan, H. C. Huang, J. C. Lee, and C. H. Chen, 'Multi-scale ResNet for real-time underwater object detection', *Signal, Image Video Process.*, vol. 15, no. 5, pp. 941–949, 2020, doi: 10.1007/s11760-020-01818-w.

**[8]** K. Raza and S. Hong, 'Fast and accurate fish detection design with improved yolo-v3 model and transfer learning', *Int. J. Adv. Comput. Sci. Appl.*, no. 2, pp. 7–16, 2020, doi: 10.14569/ijacsa.2020.0110202.

**[9]** G. A. Canlı, İ. Kurtoğlu, M. O. Canlı, and Ö. S. Tuna, 'Dünyada ve Ülkemizde İnsansız Sualtı Araçları (İsaa-Auv & Rov) Tasarım ve Uygulamaları', *GİDB Dergi*, vol. 43, no. 04, pp. 43–75, 2016.

**[10]** C. Li *et al.*, 'An Underwater Image Enhancement Benchmark Dataset and beyond', *IEEE Trans. Image Process.*, vol. 29, pp. 4376–4389, 2020, doi: 10.1109/TIP.2019.2955241.

**[11]** H. Lu, Y. Li, T. Uemura, H. Kim, and S. Serikawa, 'Low illumination underwater light field images reconstruction using deep convolutional neural networks', *Futur. Gener. Comput. Syst.*, vol. 82, pp. 142–148, 2018, doi: 10.1016/j.future.2018.01.001.

**[12]** C. Li, J. Guo, C. Guo, R. Cong, and J. Gong, 'A hybrid method for underwater image correction', *Pattern Recognit. Lett.*, vol. 94, pp. 62–67, 2017, doi: 10.1016/j.patrec.2017.05.023.

**[13]** J. Dharneeshkar, S. Dhakshana, S. Aniruthan, R. Karthika, and L. Parameswaran, 'Deep Learning based Detection of potholes in Indian roads using YOLO', *Proc. 5th Int. Conf. Inven. Comput. Technol. ICICT 2020*, pp. 381–385, 2020, doi: 10.1109/ICICT48043.2020.9112424.

**[14]** M. A. Özel, S. S. Baysal, and M. Şahin, 'Derin Öğrenme Algoritması (YOLO) ile Dinamik Test Süresince Süspansiyon Parçalarında Çatlak Tespiti', *Eur. J. Sci. Technol.*, no. 26, pp. 1–5, 2021, doi: 10.31590/ejosat.952798.

# KABLOSUZ HABERLEŞME UYGULAMARI İÇİN MİKROŞERİT BUTTERWORTH ALÇAK GEÇİREN FİLTRE TASARIMI

***Çağrı Ateş *[1], Hüseyin Özmen [2], Serdar Ekinci [3], Davut İzci [4]***
[1] İstanbul Büyükşehir Belediyesi, cagri.ates@ibb.gov.tr
[2] Dicle Üniversitesi, Elektronik ve Elektronik Mühendisliği, Diyarbakır-Türkiye, huseyin.ozmen@dicle.edu.tr
[3] Batman Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Batman-Türkiye, serdar.ekinci@batman.edu.tr
[4] Batman Üniversitesi, Elektronik ve Otomasyon Bölümü, Batman-Türkiye, davut.izci@batman.edu.tr
[*] Sorumlu Yazar: cagri.ates@ibb.gov.tr

***Özet:*** *Mikroşerit filtreler belirli frekanslardaki sinyalleri fitrelemek amacıyla kullanılan RF ve mikrodalga devre elemanlarıdır. Bu çalışmada bahsi geçen söz konusu bu özellik dikkate alınarak kablosuz haberleşme sistemlerinde kullanılabilecek 3 GHz kesim frekansına sahip ve birinci dereceden beşinci dereceye kadar olan mikroşerit Butterworth alçak geçiren filtreler tasarlanmıştır. Öncelikle direnç, kapasitör ve endüktans kullanılarak filtrelerin eşdeğer devreleri tasarlanmıştır. Daha sonra, toplu elemanlı devreler yüksek frekansta doğru sonuç vermeyeceği için bu devreler dağıtılmış elemanlı devre modeline dönüştürülmüştür. Dönüşüm işlemi sonrasında mikroşerit filtrelerin geometrik parametreleri elde edilmiştir. Bu parametreler kullanılarak CST Microwave Studio programında mikroşerit filtreler oluşturulmuştur. Dielektrik materyal olarak 1.6 mm kalınlığında, 4.3 elektriksel geçirgenlikli, ucuz ve kolay bulunabilir bir malzeme olan FR-4 kullanılmıştır. Simülasyonlar neticesinde farklı derecelere sahip Butterworth alçak geçiren filtrelerin S-parametreleri karşılaştırılarak filtre derecesine göre filtre performanslarının değişimi analiz edilmiştir. Filtrelerin performansı, filtreden geri yansıyan gücü gösteren* $S_{11}$ *ve filtrede iletilen gücü gösteren* $S_{21}$ *parametreleri kullanılarak değerlendirilmiştir. Elde edilen simülasyon sonuçları filtre derecesi arttıkça filtre performansının da iyileştiğini göstermiştir. Bu çalışmada tasarlanan 3 GHz kesim frekansına sahip Butterworth tipi alçak geçiren filtrelerin kablosuz haberleşme standartları ve bunların bazı çalışma frekansları göz önünde bulundurulduğunda 2.4 GHz Bluetooth, 2.3-2.4 GHz WiMAX, 2.5-2.7 GHz WiMAX, 900 MHz Wi-Fi ve 2.4 GHz Wi-Fi haberleşme teknolojileri uygulamalarında kullanılma potansiyelinin olduğu gösterilmiştir. Bununla beraber, ileriki çalışmalarda bu filtrelerden daha etkin sonuçlar elde edilmesi ve farklı alanlarda uygulanabilirliği ile ilgili de değerlendirmelerde bulunulmuştur.*

***Anahtar sözcükler****: Mikroşerit Filtre, Alçak Geçiren Filtre, Kablosuz Haberleşme.*

# MICROSTRIP BUTTERWORTH LOW-PASS FILTER DESIGN FOR WIRELESS COMMUNICATION APPLICATIONS

***Çağrı Ateş *[1], Hüseyin Özmen [2], Serdar Ekinci [3], Davut İzci [4]***
[1] Istanbul Metropolitan Municipality, cagri.ates@ibb.gov.tr
[2] Dicle University, Dept. of Electrical and Electronics Eng., Diyarbakir-Turkey, huseyin.ozmen@dicle.edu.tr
[3] Department of Computer Engineering, Batman-Turkey, serdar.ekinci@batman.edu.tr
[4] Department of Electronics and Automation, Batman-Turkey, davut.izci@batman.edu.tr
[*] Corresponding author: cagri.ates@ibb.gov.tr

***Abstract:*** *Microstrip filters are circuit elements that are used in RF and microwave applications to filter signals at certain frequencies. In this study, we have considered the latter fact and designed microstrip Butterworth low-pass filters with a cut-off frequency of 3 GHz which can be used for wireless communication systems. We have considered filters with different orders (from first order to fifth order), as well, in order to draw a conclusion about the convenience of filters with different orders. CST Microwave Studio software was used to design microstrip filters on 1.6 mm thick FR-4 dielectric material and simulate their behaviors. The S-parameters have been used to analyze the filters that have different orders. The obtained simulation results showed that the filter performance improves with the increasing orders, thus, more suitable for wireless communication systems. Considering the wireless communication standards and their operating frequencies (2.4 GHz Bluetooth, 2.3-2.4 GHz WiMAX, 2.5-2.7 GHz WiMAX, 900 MHz Wi-Fi and 2.4 GHz Wi-Fi), the low pass microstrip filters with a 3 GHz cut-off frequency, designed in this study, were shown to have good potential for being used in applications of those specific communication technologies. Furthermore, for the future studies, the potential of such filters is also evaluated in terms of their applicability in different fields.*

***Keywords:*** *Microstrip Filter, Lowpass Filter, Wireless Communication.*

## 1. Giriş

Filtreler, farklı frekansları ayırmak ya da birleştirmek için kullanılan ve bu sebeple de RF/mikrodalga uygulamalarında önemli roller oynayan yapılardır [1]. Filtreler sayesinde sınırlı olan elektromanyetik spektrumun paylaşılması sağlanmakta RF/mikrodalga sinyalleri belirlenen spektral sınırlar içinde seçilebilmektedir. Bu sebeple de filtreler, kablosuz haberleşmede en sık kullanılan bileşenler arasında yer almaktadırlar [2].

Haberleşme sistemlerinde, gerek duyulan frekans yanıtına ulaşmak amacıyla geliştirilen iki girişli yapılar filtre olarak isimlendirilir. İstenilen derecedeki frekans sinyallerinin belirlenen değerlerde filtrelenmesi amacıyla kapasitör ve indüktör gibi devre elemanları mikroşeritler keşfedilmeden önce kullanılmaktaydı [3]. Bunun gibi toplu devre elemanlarıyla üretilen filtrelerin uygulamalarının zorluklar doğurması nedeniyle araştırmacılar farklı filtre yapıları geliştirmek için çalışmalar gerçekleştirmişlerdir [4]. Bu çalışmamızda bahsedilen ve bugün de yaygın olarak kullanılan filtre çeşitlerinden mikroşerit filtreler [5], kullanılan diğer filtre tasarlama yöntemlerine göre birçok avantaja sahiptir. Bunlardan avantajlardan bazılarını; hafif olma, küçük boyutlarda olma, düşük güç tüketimine sahip olma, çeşitli geometrik şekillerde olabilme, üretim evrelerinin kolay olması, farklı mikrodalga devrelere kolay

entegre olabilme ve görece düşük maliyetli olma şeklinde sıralamak mümkündür [2]. Mikroşerit filtreler, kablosuz haberleşme, radarlar, akıllı silah uygulamaları, uzay sanayi, uzaktan komuta sistemleri, GSM uygulamaları gibi mikrodalga alanının birçok uygulamalarında sıklıkla kullanılmaktadır [6].

Bu çalışma ile, kablosuz haberleşme uygulamalarında kullanılmak üzere, alçak geçiren mikroşerit filtre tasarımı gerçekleştirilmektedir. Etkin bir filtre edilebilmesi için Butterworth [7] filtre yapısı dikkate alınarak, mikroşerit filtre tasarımı gerçekleştirilmiştir. Bununla birlikte farklı derecelere sahip filtre yapılarının tasarım aşamaları da gösterilerek, 1. dereceden 5. Dereceye kadar olacak şekilde alçak geçiren ve Butterworth filtre karakteristiğine sahip mikroşerit filtrelerin arzu edilen bir empedans değeri için tasarımları gerçekleştirilmiştir. İlgili filtrelerin saçılım parametreleri incelenerek, potansiyel kablosuz uygulamalar için etkinlikleri değerlendirilmiştir.

## 2. Butterworth Alçak Geçiren Filtre Tasarımı

Stephen Butterworth'ın 1930 yılında yayımladığını "On the Theory of Filter Amplifiers" [8] adlı makalesinde yeni bir filtre tipi olan ve kendi ismiyle anılan Butterworth filtre türünden bahsetmiştir. Butterworth filtresi, diğer filtre çeşitlerine göre geçiş bandında ve durdurma bandında yok denecek kadar az dalgalanma olan bir filtre cevabına sahiptir. Bununla beraber, alçak geçiren bir filtre ise seçilen bir kesme frekansından düşük olan frekans sinyallerini ileten ve kesme frekansından daha yüksek olan sinyalleri zayıflatan bir filtre çeşididir. Alçak geçiren filtreler, paralel kapasitör ($C$) ve seri indüktörlerin ($L$) birleştirilmesi ile elde edilebilmekte ve bu elemanların sayısı ise ilgili filtrenin kaçıncı dereceden olduğunu belirlemektedir [3]. Bunun ile berber, uygulamalarda $-3\ dB$ seviyesindeki frekans değerleri kesme frekansı olarak kabul edilmektedir [1].

### 2.1. Farklı Dercelere Sahip Filtre Modellerinin Oluşturulması

Tasarımın ilk adımı olarak Butterworth alçak geçiren filtre modeli oluşturulmuş ve sonrasında ise denklem (1)'de verilen ifade kullanılarak tasarlanacak filtrelerin dereceleri belirlenmiştir [1].

$$n \geq (\log(10^{0.1\times L_{As}} - 1))/(2\log(\Omega_s)) \tag{1}$$

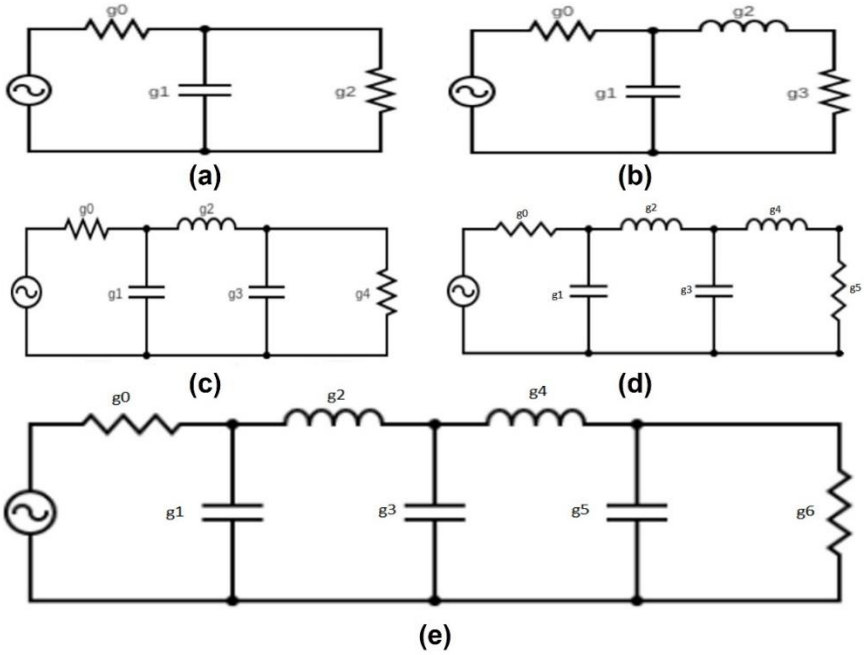
Burada; $n$, filtre derecesini, $L_{As}$, istenen minimum sönümü ve $\Omega_s$ ise kesim frekansını ifade etmektedir. Filtre derecesi belirlendikten sonra denklem (2)'de verilen ifadeler aracılığı ile Tablo I'de verilen değişkenler elde edilmiştir. Denklem (2)'de verilen $i$ değişkeni $1,\ldots,n$ değerlerini almaktadır.

$$g_0 = 1;\ g_i = 2\,sin(\frac{(2i-1)\pi}{2n});\ g_{n+1} = 1 \tag{2}$$

Tablo I. Butterworth alçak geçiren filtre prototip eleman değerleri

| $n$ | $g_0$ | $g_1$ | $g_2$ | $g_3$ | $g_4$ | $g_5$ | $g_6$ | $g_7$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1.0000 | 2.0000 | 1.0000 | | | | | |
| 2 | 1.0000 | 1.4142 | 1.4142 | 1.0000 | | | | |
| 3 | 1.0000 | 1.0000 | 2.0000 | 1.0000 | 1.0000 | | | |
| 4 | 1.0000 | 0.7654 | 1.8478 | 1.8478 | 0.7654 | 1.0000 | | |
| 5 | 1.0000 | 0.6180 | 1.6180 | 2.0000 | 1.6180 | 0.6180 | 1.0000 | |
| 6 | 1.0000 | 0.5176 | 1.4142 | 1.9318 | 1.9318 | 1.4142 | 0.5176 | 1.0000 |

Burada; normalize kesme frekansı $\Omega_s = 1\ rad/s$ ve $L_{As} = 3.01\ dB$ alınmıştır [9]. İlgili tablodaki değerler yerleştirildikten sonra, istenilen derecedeki filtre devreleri Şekil 1'de gösterildikleri halleri ile oluşturulmuştur.




Şekil 1. Birinci (a), ikinci (b), üçüncü (c), dördüncü (d) ve beşinci (e) derece alçak geçiren filtre prototipleri

Yukarıda gösterimi verilen filtrelerden arzu edilen kesim frekansına ve karakteristik empedansına ($R_0$) sahip devreler elde edebilmek için dönüşüm formüllerinin uygulanması gerekmektedir. Tablo 1'de elde edilmiş olan değerleri, (3) ve (4) denklemleri aracılığıyla seçilen devre özelliklerini yansıtacak eleman değerlerine dönüştürmek mümkündür.

$$L = \frac{g_n \times R_0}{w} = \frac{g_n \times R_0}{2 \times \pi \times f_c} \tag{3}$$

$$C = \frac{g_n}{R_0 \times \omega} = \frac{g_n}{R_0 \times 2 \times \pi \times f_c} \tag{4}$$

Yukarıdaki denklemlerde verilen $R_0$ değeri, RF/mikrodalga uygulamalarında 50 olarak alınmaktadır [1]. Denklem (3) ve denklem (4) kullanılarak devrelerin endüktans ve kapasitans değerleri hesaplanmıştır. Hesaplanan bu değerler de Tablo II'de sunulmaktadır.

Tablo II. Filtrelerdeki endüktans ve kapasitans değerleri

| **Filtre Derecesi** | $C1$ **(pF)** | $L1$ **(nH)** | $C2$ **(pF)** | $L2$ **(nH)** | $C3$ **(pF)** |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2.12 | | | | |
| 2 | 1.50 | 3.75 | | | |
| 3 | 1.06 | 5.30 | 1.06 | | |
| 4 | 0.812 | 4.90 | 1.96 | 2.03 | |
| 5 | 0.656 | 4.29 | 2.12 | 4.29 | 0.656 |

Tasarımın bir sonraki aşamasında, her bir devre elemanı için ayrı ayrı radyan cinsinden elektriksel uzunluk değerleri bulunup dereceye çevrilmiştir. Bu durum için aşağıda verilen denklemlerden yararlanılmıştır.

$$Z_L > \frac{4\omega_c L}{\pi} \tag{5}$$

$$Z_C = \frac{1}{C} \times R_0 \tag{6}$$

Yukarıdaki denklemlerde verilen $Z_L$ ve $Z_C$ terimleri reaktans değerleri, $Z_0$ ise karakteristik empendasıdır. $Z_0$, 50 ohm olarak kabul edilmektedir. Ayrıca $\omega_c = 2\pi f_c$ olup, $f_c$ kesim frekansını ifade etmektedir. Bir sonraki aşamada ise (7) ve (8) denklemleri kullanılarak bu değerler radyan cinsinden elektriksel uzunluk değerlerine çevrilmiştir.

$$\beta_L l_L = \frac{g_n \times R_0}{Z_L} \tag{7}$$

$$\beta_C l_C = \frac{g_n \times Z_C}{Z_0} \tag{8}$$

Burada $\beta_L l_L$ ve $\beta_C l_C$ indüktans ve kapasitansın radyan cinsinden uzunluk değerleridir. Bu değerler $180/\pi$ ile çarpılarak derece cinsine dönüştürülürler. Aşağıda verilen ifade kullanılarak da endüktans ve kapasitansın genişliği bulunmuştur.

$$\frac{w}{h} = \frac{8e^A}{e^{2A}} - 2 \tag{9}$$

Denklem (9)'da verilen $A$ ifadesi ise aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır.

$$A = \frac{Z_C}{60}\left(\frac{\varepsilon_r + 1}{2}\right)^{0.5} + \left(\frac{\varepsilon_r - 1}{\varepsilon_r + 1}\right)\left(0.23 + \frac{0.11}{\varepsilon_r}\right) \tag{10}$$

Burada $w$ genişliği, $h$ dielektrik malzemenin kalınlığını ve $\varepsilon_r$ ise dielektrik malzemenin elektriksel geçirgenliğini ifade etmektedir. Son aşama olarak daendüktif ve kapasitif elemanların uzunluk hesabı için aşağıda verilen ifade kullanılmıştır.

$$l_L = \frac{f_c \lambda_{gL} L}{R_{0L}} \tag{11}$$

$$l_C \cong f_c \lambda_{gC} R_{0C} C \tag{12}$$

Burada $L$, $l_L$, $R_{0L}$ ve $\lambda_{gL}$ sırası ile endüktif elemanın endüktansını, uzunluğunu, empedansını ve dalga boyunu ifade etmektedir. Benzer şekilde $C$, $l_C$, $R_{0C}$ ve $\lambda_{gC}$ ise kapasitif elemanın kapasitansını, uzunluğunu, empedansını ve dalga boyunu ifade etmektedir.

Yukarıdaki adımlar kullanılarak genişlik ve uzunluk parametreleri hesaplanmıştır. Bu değerler birinci dereceden filtre için Tablo III'te, ikinci dereceden filtre için Tablo IV'te, üçüncü dereceden filtre için Tablo V'te, dördüncü dereceden filtre için Tablo VI'da ve beşinci dereceden filtre için Tablo VII'de sunulmuştur.

Tablo III. Birinci dereceden filtre için hesaplanan genişlik ve uzunluk değerleri

| ***Z* (Ω)** | ***Bl*** | ***W* (mm)** | ***l* (mm)** |
|---|---|---|---|
| $Z_c = 25$ | 57.32° | 8.37 | 8.34 |
| Zin=Zout=50 | 11.82° | 3.05 | 1.80 |

Tablo IV. İkinci dereceden filtre için hesaplanan genişlik ve uzunluk değerleri

| ***Z* (Ω)** | ***Bl*** | ***W* (mm)** | ***l* (mm)** |
|---|---|---|---|
| $Z_c = 30$ | 48.64° | 6.56 | 7.16 |
| $Z_L = 120$ | 33.77° | 0.408 | 5.46 |
| Zin=Zout= 50 | 11.82° | 3.05 | 1.80 |

Tablo V. Üçüncü dereceden filtre için hesaplanan genişlik ve uzunluk değerleri

| ***Z* (Ω)** | ***Bl*** | ***W* (mm)** | ***l* (mm)** |
|---|---|---|---|
| $Z_{c1} = Z_{c2} = 25$ | 28.66° | 8.37 | 4.18 |
| $Z_L = 150$ | 38.21° | 0.17 | 6.28 |
| Zin=Zout=50 | 13.13° | 3.05 | 2.00 |

Tablo VI. Dördüncü dereceden filtre için hesaplanan genişlik ve uzunluk değerleri

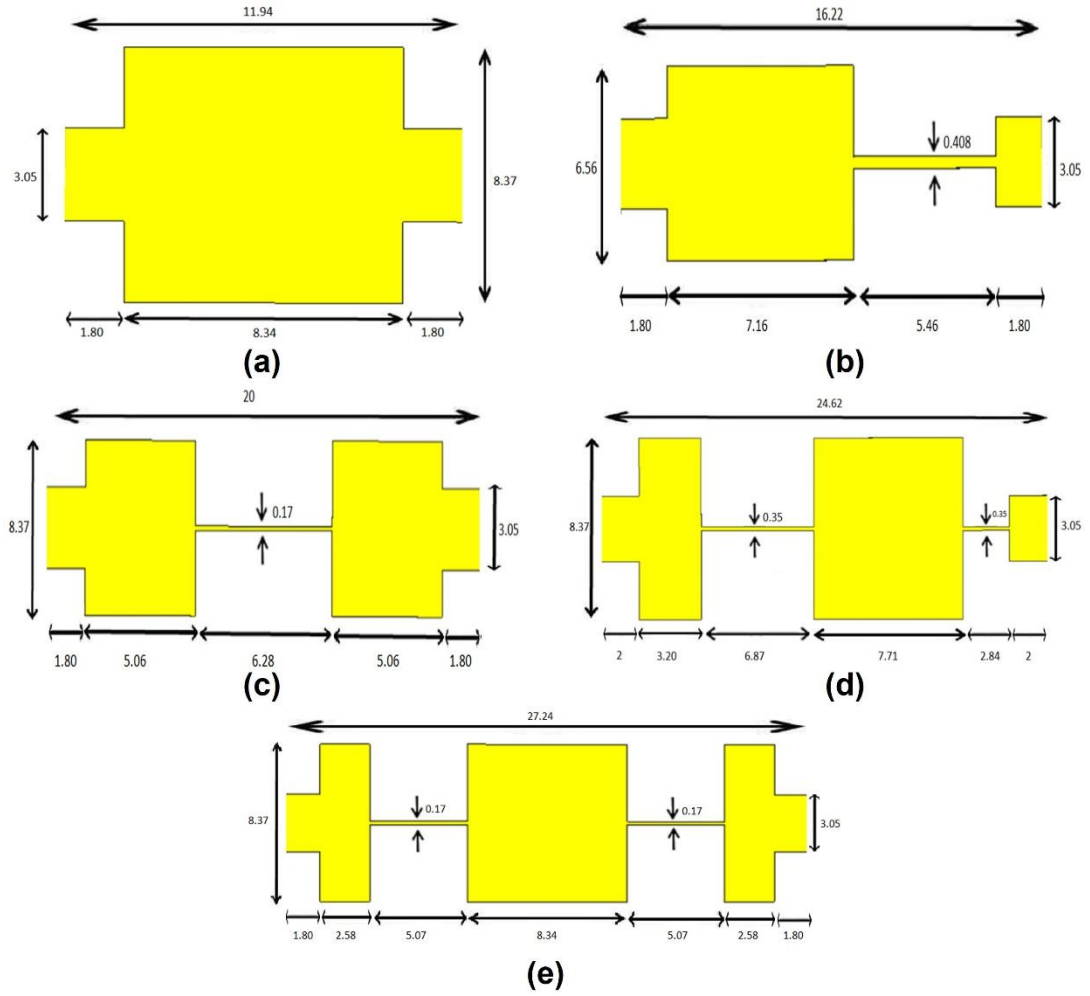
| ***Z* (Ω)** | ***Bl*** | ***W* (mm)** | ***l* (mm)** |
|---|---|---|---|
| $Z_{c1} = 25$ | 21.93° | 8.37 | 3.20 |
| $Z_{L1} = 125$ | 42.36° | 0.35 | 6.87 |
| $Z_{c2} = 25$ | 52.96° | 8.37 | 7.71 |
| $Z_{L2} = 125$ | 17.55 | 0.35 | 2.84 |
| Zin=Zout= 50 | 13.13° | 3.05 | 2.00 |

Tablo VII. Beşinci dereceden filtre için hesaplanan genişlik ve uzunluk değerleri

| **Z (Ω)** | ***Bl*** | **W (mm)** | ***l* (mm)** |
|---|---|---|---|
| $Z_{c1} = Z_{c3} = 25$ | 17.71° | 8.37 | 2.58 |
| $Z_{c2} = 25$ | 57.32° | 8.37 | 8.34 |
| $Z_{L1} = Z_{L2} = 150$ | 30.92° | 0.17 | 5.07 |
| Zin=Zout= 50 | 11.82° | 3.05 | 2.00 |

### 2.2. Elde Edilen Mikroşerit Filtreler ve Simülasyonlar

Tablo III, IV, V, VI ve VII'deki genişlik ve uzunluk değerleri kullanılarak Şekil 2'de ölçüleri ve şekilleri verilen farklı derecelere sahip Butterworth yapısındaki mikroşerit filtreler elde edilmişlerdir. Tasarımda dielektrik malzeme olarak, 1.6 mm kalınlığında 4.3 dielektrik sabitine sahip FR-4 materyali kullanılmış olup, iletimi sağlayan hat ile toprak görevi gören yamalar 0.035 mm kalınlıklı bakır tabaka olacak şekilde ayarlama yapılmıştır. Mikroşerit filtrelerin oluşturulması ve simüle edilmesi amacıyla CST Microwave Studio yazılımı kullanılmış olup Şekil 2'de gösterilen mikroşerit yapılar, birinci dereceden beşinci dereceye kadar olacak şekilde oluşturulmuştur.

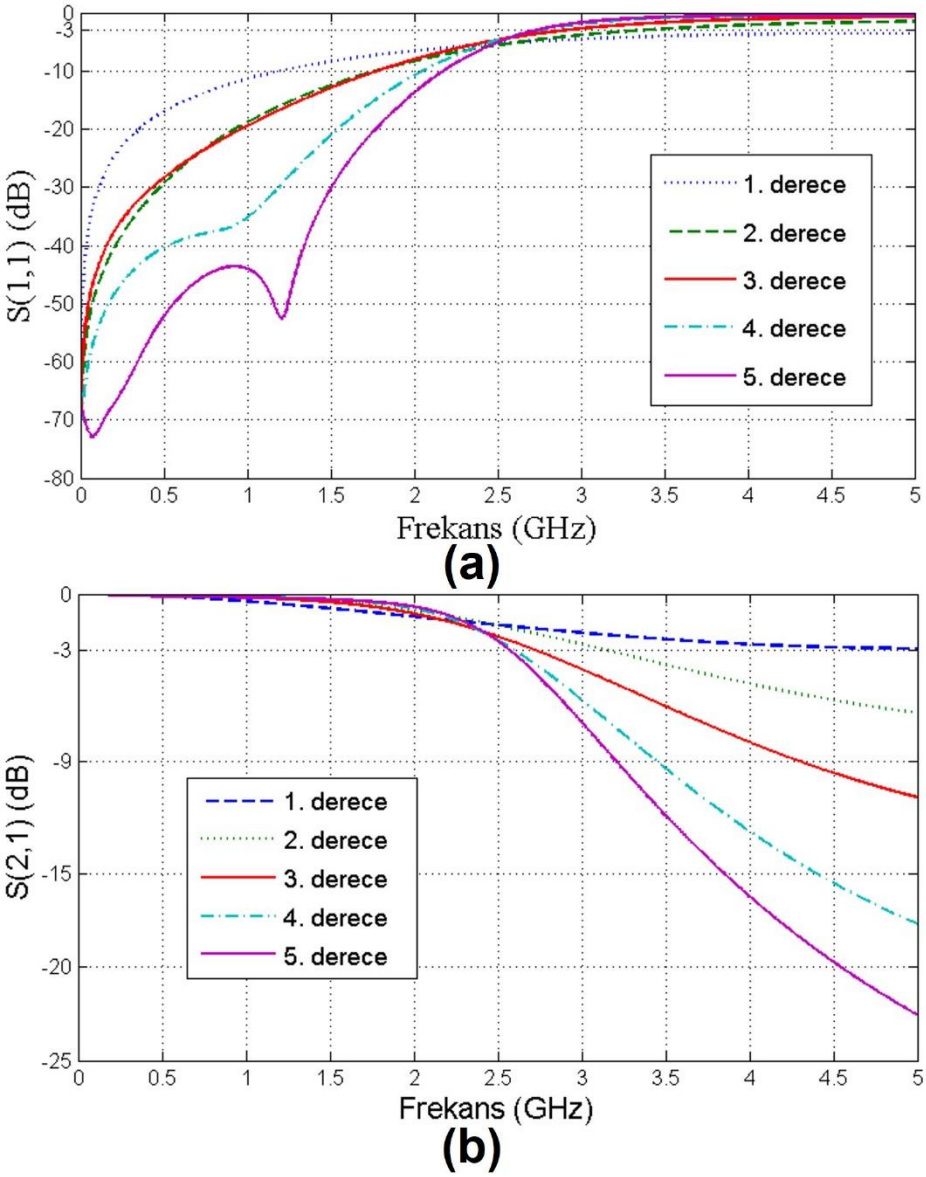



Şekil 2. Birinci (a), ikinci (b), üçüncü (c), dördüncü (d) ve beşinci (e) derece alçak geçiren mikroşerit filtre yapıları

Sürekli olarak sinyallerle uyarılmakta olan devrelerin davranışlarını tanımlayan parametrelere saçılma ($S$) parametreleri denir [10]. Bu parametreler akımın ve gerilimin sürekli bir şekilde iletimi ve güç iletim kaybının dışarıya gösterdiği tepki olmakla beraber frekansa bağlıdır ve karakteristik empedansla ilişkilidir. $S_{11}$ parametresi geri dönüş kaybıdır ve kaynaktan gelen gücün ne kadarının birinci porta (kaynağa) geri yansıdığını gösterir. $S_{21}$ ise birinci porttan ikinci porta giden sinyal gücünün ne kadarının iletildiğini ifade eder. Şekil 3'te birinci dereceden beşinci dereceye kadar olan ve 3 GHz kesim frekansına sahip Butterworth tipi alçak geçiren mikroşerit filtrelerin frekansa göre $S_{11}$ ve $S_{21}$ parametrelerinin değişimi verilmektedir.

Şekil 3(a)'da görüldüğü üzere kesim frekansı olan 3 GHz'ten önce geri dönüş kaybı ($S_{11}$) düşüktür. Kesim frekansından sonra frekans arttıkça geri dönüş kaybının arttığı, yani başka bir değişle gönderilen sinyalin filtreden geri yansıdığı görülmektedir. Şekil 3(b)'deki grafiğe göre ise kesim frekansına kadar gücün büyük bir kısmı iletilmekte ($S_{21}$), kesim frekansına yaklaştıkça iletilen güçte bir miktar azalma olmakta ve kesim frekansından sonra ise iletilen güç büyük oranda azalmaktadır. Bu durum tasarlanan filtrelerin alçak geçiren filtre özelliği gösterdiğini doğrulamaktadır. Ayrıca $S_{11}$ $ve$ $S_{21}$ parametreleri filtre dereceleri bakımından incelendiğinde, filtre derecesi arttıkça çalışma frekanslarında geri dönüş kaybının azaldığı, derece arttıkça çalışma frekansı dışındaki bölgede iletilen

gücün hızlı bir şekilde düştüğü görülmektedir. Dolayısıyla filtre derecesi arttıkça filtre performansının da arttığı sonucuna ulaşılabilmektedir.




Şekil 3. $S_{11}$ parametresinin frekansa göre değişimi (a), $S_{21}$ parametresinin frekansa göre değişimi (b)

Kablosuz haberleşme standartları ve bunların bazı çalışma frekansları göz önünde bulundurulduğunda (2.4 GHz Bluetooth, 2.3-2.4 GHz WiMAX, 2.5-2.7 GHz WiMAX, 900 MHz Wi-Fi, 2.4 GHz Wi-Fi) bu çalışmada tasarlanan 3 GHz kesim frekansına sahip alçak geçiren filtrelerin adı geçen haberleşme teknolojileri uygulamalarında kullanılma potansiyeline sahip olduğu görülmektedir. Tasarlanan filtrelerden özellikle beşinci dereceden mikroşerit filtrenin, düşük dereceli filtrelere göre daha iyi performans gösterdiği dikkate alındığında kablosuz haberleşme uygulamalarında kullanımının daha uygun olacağı aşikârdır.

## 3. Sonuç

Bu çalışma ile kablosuz haberleşme sistemlerinde kullanılabilecek 3 $GHz$ kesim frekansına sahip ve farklı derecelere sahip mikroşerit Butterworth alçak geçiren filtreler 1.6 mm kalınlığında FR-4 dielektrik malzeme kullanılarak CST Microwave Studio programında tasarlanmıştır. Bu filtrelerin $S$-parametreleri karşılaştırılarak filtre derecelerine göre analizleri yapılmıştır. İlerleyen çalışmalarda, grafen [11] gibi nanomalzemeler ve güncel bazı optimizasyon teknikleri [12]–[19] ve kullanılarak ilgili mikroşerit yapıların malzeme yapıları ve geometrileri üzerinde iyileştirmeler yapılması mümkündür. Bu sayede, haberleşme uygulamalarının yanında, biyosensörler [20]–[22] ya da cerrahi işlem gerektirmeyen algılama [23] gibi uygulamalarda da bu filtrelerin kullanılması mümkün olabilecektir.

## 4. Kaynaklar

**[1]** J.-S. Hong, *Microstrip Filters for RF/Microwave Applications*, vol. 167. Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, Inc., 2011.

**[2]** J. S. Hong, "Recent advances in microstrip filters for communications and other applications," in *IEE Colloquium on Advances in Passive Microwave Components*, Jan. 1997, vol. 1997, no. 154, pp. 2–2, doi: 10.1049/ic:19970859.

**[3]** W. A. Davis, *Radio Frequency Circuit Design*, vol. 162. Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, Inc., 2010.

**[4]** R. Levy and S. B. Cohn, "A History of Microwave Filter Research, Design, and Development," *IEEE Trans. Microw. Theory Tech.*, vol. 32, no. 9, pp. 1055–1067, Sep. 1984, doi: 10.1109/TMTT.1984.1132817.

**[5]** E. S. Ahmed and J. K. Mohammed, "Compact Wideband Lowpass Filter Based on Inverted Cascading Stubs," *Eurasia Proc. Sci. Technol. Eng. Math.*, vol. 2, no. 2, pp. 186–191, 2018, [Online]. Available: https://dergipark.org.tr/en/pub/epstem/455925.

**[6]** R. Tüzün, N. Akçam, and T. Okan, "Design and Fabrication of Compact Microstrip Low-pass Filter with Thin Film Technique for C-Band Applications," *Gazi Univ. J. Sci.*, p. 1, May 2021, doi: 10.35378/gujs.826774.

**[7]** S. Mahata, S. K. Saha, R. Kar, and D. Mandal, "Optimal design of fractional order low pass Butterworth filter with accurate magnitude response," *Digit. Signal Process.*, vol. 72, pp. 96–114, Jan. 2018, doi: 10.1016/j.dsp.2017.10.001.

**[8]** S. Butterworth, "On the theory of filter amplifiers," *Wirel. Eng.*, vol. 7, no. 6, pp. 536–541, 1930.

**[9]** R. Kaul, "Microwave engineering," *IEEE Potentials*, vol. 8, no. 2, pp. 11–13, May 1989, doi: 10.1109/45.31588.

**[10]** T. C. Edwards and M. B. Steer, *Foundations for microstrip circuit design*. John Wiley & Sons, 2016.

**[11]** D. Izci, C. Dale, N. Keegan, and J. Hedley, "The Construction of a Graphene Hall Effect Magnetometer," *IEEE Sens. J.*, vol. 18, no. 23, pp. 9534–9541, Dec. 2018, doi: 10.1109/JSEN.2018.2872604.

**[12]** D. Izci, S. Ekinci, H. L. Zeynelgil, and J. Hedley, "Performance evaluation of a novel improved slime mould algorithm for direct current motor and automatic voltage regulator systems," *Trans. Inst. Meas. Control*, vol. 44, no. 2, pp. 435–456, Jan. 2022, doi: 10.1177/01423312211037967.

**[13]** D. Izci, S. Ekinci, E. Eker, and A. Dundar, "Improving Arithmetic Optimization Algorithm Through Modified Opposition-based Learning Mechanism," in *2021 5th International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies (ISMSIT)*, Oct. 2021, pp. 1–5, doi: 10.1109/ISMSIT52890.2021.9604531.

**[14]** D. Izci, "An Enhanced Slime Mould Algorithm for Function optimization," in *2021 3rd International Congress on Human-Computer Interaction, Optimization and Robotic Applications (HORA)*, Jun. 2021, pp. 1–5, doi: 10.1109/HORA52670.2021.9461325.

**[15]** A. Dündar, D. Izci, S. Ekinci, and E. Eker, "A Novel Modified Lévy Flight Distribution Algorithm based on Nelder-Mead Method for Function Optimization," *DÜMF Mühendislik Derg.*, vol. 12, no. 3, pp. 487–496, Jun. 2021, doi: 10.24012/dumf.955645.

**[16]** D. Izci and S. Ekinci, "Comparative Performance Analysis of Slime Mould Algorithm For Efficient Design of Proportional–Integral–Derivative Controller," *Electrica*, vol. 21, no. 1, pp. 151–159, Jan. 2021, doi: 10.5152/electrica.2021.20077.

**[17]** D. Izci, "Comparative Performance Evaluation of Recent and Effective Metaheuristic Algorithms," in *International Symposium on Engineering, Natural and Social Sciences (ISENS-21)*, 2021, pp. 97–102, [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/357555768_Comparative_Performance_Evaluation_of_Recent_and_Effective_Metaheuristic_Algorithms.

**[18]** H. Özmen, "Ism Bandı Uygulamaları için Parçacık Sürü Optimizasyonu Kullanılarak Eliptik Yama Anten Tasarımı," in *International Symposium on Engineering, Natural and Social Sciences (ISENS-21)*, 2021, pp. 84–87.

**[19]** D. Izci, "Design and application of an optimally tuned PID controller for DC motor speed regulation via a novel hybrid Lévy flight distribution and Nelder–Mead algorithm," *Trans. Inst. Meas. Control*, vol. 43, no. 14, pp. 3195–3211, Oct. 2021, doi: 10.1177/01423312211019633.

**[20]** D. İzci, "Feasibility of Gold based Hall Devices for Biosensing Purposes," *Eur. J. Tech.*, vol. 10, no. 1, pp. 36–49, Jun. 2020, doi: 10.36222/ejt.635719.

**[21]** D. İzci, "Constructing an Electronic Circuitry for Label-free Hall Biosensors," *Balk. J. Electr. Comput. Eng.*, vol. 7, no. 4, pp. 366–372, Oct. 2019, doi: 10.17694/bajece.633908.

**[22]** H. Ashelaish, J. Hedley, and N. Keegan, "High radio frequency biosensor for a nano-concentration detection of the label free Prostate Specific Antigen cancerous cells," in *IFMBE Proceedings*, vol. 65, H. Eskola, O. Väisänen, J. Viik, and J. Hyttinen, Eds. Singapore: Springer Singapore, 2018, pp. 904–907.

**[23]** H. Özmen and M. B. Kurt, "Radar-based microwave breast cancer detection system with a high-performance ultrawide band antipodal Vivaldi antenna," *Turkish J. Electr. Eng. Comput. Sci.*, vol. 25, no. 9, pp. 2326–2345, 2021, doi: 10.3906/elk-2010-49.

# KENDİ CİHAZINI GETİR (KCG) KAVRAMININ UYGULANMASINA GENEL BİR BAKIŞ

***Zehra Özsürünç [1], Arafat Salih Aydıner* [2]***
[1] İstanbul Medeniyet Üniversitesi, Siyasal Bilgiler Fakültesi, İşletme Bölümü, İstanbul-Türkiye, zehra.ozsurunc@medeniyet.edu.tr
[2] İstanbul Medeniyet Üniversitesi, Siyasal Bilgiler Fakültesi, İşletme Bölümü, İstanbul-Türkiye, arafat.aydiner@medeniyet.edu.tr
* Sorumlu Yazar: arafat.aydiner@medeniyet.edu.tr

***Özet:*** *Bilgi ve iletişim teknolojilerindeki ilerleme ile çalışanların gelişmiş mobil cihaz ve bilgisayarlara sahip olması ve kurumsal işlemlerini bu cihazlardan yürütme talepleri, aynı zamanda kurum cihazlarının kişisel kullanımı sınırlandırması ve kişisel kullanıma alan bırakmaması literatürde Kendi Cihazını Getir (KCG) kavramı olarak tanımlanan Bring Your Own Device (BYOD) eğilimini ortaya çıkarmıştır. Bu eğilim, işletmelerde verimliliği artırması, çalışan deneyimini iyileştirmesi aynı zamanda maliyet düşürücü etkilerinin olması dolayısıyla benimsenmeye başlanmıştır. Covid 19 sırasında ve sonrasında uzaktan çalışma kültürünün yaygınlaşması ve bir norm olmaya başlaması KCG kavramının etkinliğini arttırmış ve gelecekte bu konsepti işletmelerde destekler bir niteliğe dönüştürmüştür. Bu çalışmanın amacı, KCG kavramının işletmelerde yönetimini, BT hizmet modelleri üzerindeki etkilerini, bu konudaki yasal zorlukları, işletmeler için yarattığı fırsatları, tehditleri ve getirdiği zorlukları literatürde yapılmış çalışmalar ışığında tartışmaktır.*

***Anahtar sözcükler****: Kendi Cihazını Getir (KCG), Tüketici Odaklı Bilgi Teknolojileri, Dijital Dönüşüm*

# AN OVERVIEW OF BRING YOUR OWN DEVICE(BYOD) CONCEPT

***Zehra Özsürünç[1], Arafat Salih Aydıner* [2]***
[1]Istanbul Medeniyet University, Faculty of Political Science, Department of Management, Istanbul-Turkey, zehra.ozsurunc@medeniyet.edu.tr
[2]Istanbul Medeniyet University, Faculty of Political Science, Department of Management, Istanbul-Turkey, arafat.aydiner@medeniyet.edu.tr
* Corresponding author: arafat.aydiner@medeniyet.edu.tr

***Abstract:*** *The progress in information and communication technologies (ICT), employees with advanced mobile devices and computers, due to the limitation of personal usage of corporate devices, and employees` demand to carry out their corporate operations from their own devices revealed the concept of Bring Your Own Device (BYOD). Since the BYOD concept has been adopted in institutions, it increases productivity, improves the employee experience, and has cost reduction effects. The remote working culture has been extended after Covid 19 and is becoming a norm that supports the BYOD concept. This study aims to discuss and clarify the effects of the management of the BYOD concept on IT, the legal challenges, the opportunities it creates for institutions, and the possible threats for the business models with the light of literature.*

***Keywords:*** *Bring Your Own Device (Byod), IT Consumerization, Digital Transformation*

## 1. Giriş

İş yerinde kullanılan cihazların seçimi, kurulumu, bakımı gibi süreçler şirket sorumluluğundadır ve bu cihazlarda kişisel kullanımlar için kısıtlamalar mevcuttur [1]. Cihaz kontrol ve yönetiminin işverende olması dolayısıyla, iş yeri bilgisayarları kişisel kullanıma alan bırakmamıştır. Bilgi ve iletişim teknolojilerin büyük oranda gelişme göstermesi ve yaygın kullanımı, Kendi Cihazını Getir (KCG) olarak literatüre geçen Bring Your Own Device (BYOD) kavramını ortaya çıkarmıştır. Gartner, (2021) [2] KCG kavramını, çalışanların, iş ortaklarının ve diğer kullanıcıların, kurumsal uygulamaları yürütmek ve verilere erişmek için kişisel olarak seçilen ve satın alınan bir istemci cihazını kullanmalarına olanak tanıyan mevcut duruma alternatif bir strateji olarak tanımlamaktadır. Gartner, (2021) [2] KCG konseptinin tipik olarak, akıllı telefonları ve tabletleri kapsadığını ancak bu stratejinin dizüstü bilgisayarlar için de kullanılabileceğini aktarmaktadır.

KCG kavramı, kurum ve kişisel cihazlar arasında geçiş gerektirmediği için çift cihaz kullanımını ortadan kaldırmaktadır. Mesai saati kavramını da ortadan kaldıran bu konsept çalışana istediği yer ve zamanda çalışma imkanı vermektedir. Aynı zamanda kişisel cihazlar, kullanıcının marka, model işletim sistemi tercihine göre satın alınmış olduğundan çalışana kullanım kolaylığı sağlamaktadır. Tüm bu etkenler KCG kavramının çalışan için önemini ve kolaylığını ortaya koymaktadır.

İşverenler her yeni çalışan için cihaz tahsis etmek ve bu cihazlarda kurum ihtiyacına göre bazı uygulamaların lisans ücretlerine katlanmaktadır. Ayrıca cihazların fiziki hasara uğraması marka model değişiklik ihtiyacı durumları da yine şirketlerin Bilgi İşlem operasyon birimleri tarafından takip edilerek yönetilmektedir. Cihazların satın alınması, lisanslama ücretleri, bakım ücretleri işletmeler için ciddi maliyetler oluşturmaktadır.

KCG kavramı çalışanlar ve işletmeler açısından değerlendirildiğinde, her iki taraf için fırsatlar barındırdığı görülmektedir. Bu fırsatlar beraberinde bazı riskler de getirmektedir. Güvenlik riski ve yasal zorluklar KCG kavramını hayata geçirmeyi zorlaştırmaktadır. İlaveten kurumların işleyiş tarzının, alışkanlıklarının ve kurum kültürlerinin de değişmesini sağlamaktadır.

Bu çalışma, gelecekte işletmelerde daha da yaygınlaşması beklenen KCG kavramının doğurduğu fırsatlar ve getirdiği zorlukları literatür ışığında karşılaştırarak sunmaya çalışmıştır. Çalışmanın, KCG kavramını hayata geçirmeyi planlayan veya hâlihazırda uygulayan şirketler için rehber niteliğinde olması amaçlanmaktadır.

## 2. Yöntem

Bu çalışma KCG kavramını anlamaya, işletmeler için meydana getirdiği fırsat ve tehditleri ortaya koymaya yönelik kavramsal bir çerçeve sunabilmek adına makaleler literatür taramasıyla incelenmiştir. Araştırma için uygulanan stratejiler; zaman kısıtı belirlenmesi, başlık ve özet kısmında belirtilen anahtar kelimelerin bulunması, akademik veri tabanı sitelerinde tarama yapılması, bulunan makalelerdeki referans listesindeki konu ile uyumlu makalelerin taranmasıdır. Öncelikle çalışmanın amacına uygun biçimde bir çerçeve çizilmiştir. Daha güncel mevzuların ve sorunların tartışılabilmesi için son on yıl içindeki güncel çalışmalara ağırlık verecek biçimde zaman kısıtlaması yapılmıştır. Çalışma kapsamında "KCG", "BYOD", "Tüketici Odaklı Bilgi Teknolojileri", "BT Consumerization" anahtar sözcükleri ile

aramalar yapılarak literatür taranmıştır. İlk aşamada, ulaşılan 40 adet makale; özet, giriş ve sonuç kısımları okunarak taranmıştır. Çalışmaya katkı sunabilecek, konuyla doğrudan ilgili ve aralarında bağlantı kurulabilecek makaleler seçilmiştir. İkinci okuma aşamasında seçilen makaleler detaylı olarak okunmuştur. Makaleler arasında ortak noktalar keşfedilmiştir. KCG konsepti ile ilgili hâlihazırda nitel verilerin bulunmaması çalışmayı kavramsal bir çerçevede tutmayı zorunlu kılmıştır. Çalışmada sonuç olarak belirlenen anahtar kelimeler çerçevesinde, seçilen makale sayıları daraltılarak çalışma hazırlanmıştır.

## 3. Literatür Taraması

2007 yılında iPhone'nun piyasaya sürülmesi, mobil cihazlar ve kablosuz ağların kullanılabilirliğinin artması KCG konseptini gündeme getirdi. 2009 yılında Cisco IBSG şirketi tarafından KCG konseptinin önemi ve faydaları benimsenerek çalışanların kendi cihazlarından kurumsal ağa bağlanmalarına izin verildi [3]. 2020 yılına gelindiğinde KCG konsepti organizasyonlar tarafından daha önce olmadığı kadar desteklenmeye başlanmıştır. Covid 19'un getirdiği uzaktan çalışma sistemi, bu değişimi tetikleyen önemli etkenler arasında yer almaktadır. Bu dönemde çalışanlar, şirket cihazlarına erişim sağlamakta zorlandı veya erişim sağlayamadı. Bu durum çalışanları kendi cihazlarını kullanmaya zorladığı görülmüştür [4]. 2021 yılında uzaktan çalışmada devam eden artışın, KCG kavramını artan düzeylere taşıyabileceği öngörülmektedir [5]. Bu öngörünün ileriki yıllarda devamlılık göstermesi beklenen durum olarak tahmin edilebilir. Gartner, (2020) [6] tarafından yakın zamanda yapılan bir araştırma ise önümüzdeki 10 yıl içinde küresel işletmeler üzerinde dönüşüm etkisi yaratacak teknolojilerden birinin, KCG kavramı olacağı ileri sürülmektedir.

Tech Pro Research'ın 2013 yılında yaptığı bir araştırmada katılımcıların %44 'ü KCG' nın uygulanmasına izin verdiklerini, %18'i bir yıl içinde bu uygulamaya geçeceklerini, %37'si ise bu uygulamayı hayata geçirmeyi düşünmediklerini söylemiştir. 2014 yılında, 1 yıl içindeki değişimi görmek adına, araştırma Tech Pro Research tarafından tekrar edilmiştir. Katılımcıların çoğunluğu (%74) KCG metodunu uyguladığını veya kullanmayı planladığını söylemiştir [7]

Mullan, (2014) [8] çalışanların mobil cihazlarından şirket maillerine veya farklı kaynaklara ulaşabilmelerini sağlayan bir konsept olarak tanımladığı KCG uygulamasını, yeni bir teknoloji başlığında tam olarak değerlendirmese de bir konsept olarak tanımlamıştır.

Barlette, (2021) [4] tarafından yürütülen bir çalışmada KCG kavramının uygulanması sonrası ortaya çıkan güvenlik, cihaz yönetimi, cihazın çalınması veya kaybolması durumlarındaki süreç yönetimi gibi zorluklarla başa çıkmak için yöneticiler tarafından benimsenen uyum stratejileri araştırılmıştır. KCG konseptinde uygulama sonrası çıkan sorunlar ile başa çıkma stratejilerinin ve alınan veya alınması düşünülen önlemlerin hâlihazırda KCG konseptini uygulayan şirketler ile uygulamayan şirketler arasında farklılık göstermiştir. Ayrıca KCG'nın uygulanmasına geçilmeden önce yöneticilerin KCG kavramından beklentileri yüksek düzeyde iken, uygulama sonrası bu beklentiler düşmüştür [4]. Uygulama sonrası çıkan bu durum, KCG kavramının yürütülebilirliği hakkında şüpheler doğurmaktadır.

Mullan, (2014) [8] KCG konsepti ile çalışanların kendi cihazlarını getirmelerine, kullanmalarına izin vermek, Bilgi Teknolojileri (BT) departmanını yalnızca cihaz sağlayan bir departman olma konumundan çıkarak hizmet sunan bir departman olmaya doğru evirilebileceğini ifade ederek bu yeni

konsept ile olası bir BT dönüşümüne vurgu yapmıştır. Bu konseptin, aynı zamanda BT departmanlarına hizmetlerini nasıl sundukları konusunda esneklik imkânı sunacağını da ifade etmiştir.

BT araştırma firması Ovum'un yürüttüğü bir çalışmada, akıllı telefon sahibi çalışanların %67'sinin iş için akıllı telefonlarını kullandığını ve bu kullanımın %15'inin BT departmanının bilgisi dahilinde olmadığını ortaya koymuştur. Çalışanların %20'si ise şirketin KCG politikasına karşı olmasına rağmen cihazlarını kullandığını göstermiştir. [9]

Mullan, (2014) [8] çalışmasında KCG uygulamasına benzer fakat önemli bir farkla ayrılan COPE (Corporately Owned Personally Enabled) uygulamasından da bahsetmiştir. Bu uygulamada cihaz şirket tarafından sağlanmaktadır. Çalışana tahsis edilen cihaz, hem iş ile ilgili görevlerin yerine getirilmesi hem de kişisel kullanım amacıyla kullanılabilmektedir. COPE konsepti KCG'nın uygulanması ile karşılaştırıldığında en büyük avantajlardan birisi, çalışana tahsis edilen bu cihazın BT departmanları tarafından önceden güvenliğinin sağlanmış olmasıdır. Dolayısıyla cihazın çalınması veya kaybolması gibi durumlarda, BT departmanına bilgi verilmesi ile cihazdaki tüm verilerin silinmesi mümkün olabilmektedir. Barındırdığı avantajlara karşın COPE konseptinde şirket tarafından sağlanan cihazın bireysel kullanımlar için sınırlandırılmamış olması önem taşımaktadır. Bunun yanında, bu konsepte çalışanın iş değiştirmesi durumlarında özel çalışmalarını farklı bir cihaza taşıma zorunluluğu doğmaktadır. Bu anlamda özel çalışmaların kaybolma riski bulunmaktadır. Özetle, COPE uygulaması güvenlik açısından avantajlar barındırsa da tartışmaya açık yönleri bulunmaktadır.

KCG kavramının adapte edilmesi şirket uygulamalarının yanında eğitim sektöründe de yer bulmaktadır [10], [11]. Öğrencilerin öğrenme süreçlerini yönetebilmeleri amacıyla uygulanması düşünülen bu konseptin çerçevesi, kullanım amaçları, öğrenim gereksinimleri göz önünde bulundurularak çizilebilir. Eğitim alanında uygulanacak KCG kavramı iş yerlerindeki uygulamalar ile benzerlik göstermektedir. Örneğin, öğrencilere okulda verilmesi planlanan infografik hazırlama eğitiminde, öğrencinin iki ayrı cihaz kullanması ve bu cihazların marka model, işletim sistemi, ekran çözünürlükleri vb. özelliklerinin farklı olması, tasarımlarının tamamlanma sürecini uzatmıştır. Ayrıca öğrenciler okul ve evde kullandıkları cihazlar arasında geçiş yaparken bazı dosya kayıpları yaşayabilirler [10]. Buna ek olarak dosya formatlarının farklı olması, dönüştürme gerekliliğini ortaya çıkarır. Bu dönüştürme süreçleri de veri kayıplarına sebebiyet verebilir. Görüldüğü gibi eğitimde de ikili cihaz kullanımı, iş yerindeki ikili cihaz kullanımına benzer zorluklar ve fırsatlar taşımaktadır. KCG kavramının geleceği ile ilgili yapılan çalışmalar önümüzdeki dönemde bu konseptin güçlenerek var olacağına işaret etmektedir. BT araştırma firması Ovum'un yürüttüğü bir çalışmaya göre tam zamanlı çalışanların kurumsal KCG faaliyeti son 2 yılda %60'ta sabit kalmıştır. Bu da KCG eğiliminin düşüş kaydetmeden devam ettiğini ve iş dünyası liderlerinin artan bir eğilimle devam eden KCG akımına dikkat kesilmesi gerekliliğini göstermiştir [9]. Bu değişim aynı zamanda iş modellerinin de yenilenmesini sağlayacaktır.

Gartner, (2013) [12] tarafından yürütülen bir araştırmada ise KCG kavramının geleceği değerlendirilmiştir. Buna göre 2013 yılında %6'lık bir uygulama alanı bulan KCG, 2016 yılında %38'e, 2020 yılında %45'e çıkacağı yönünde tahminlerde bulunulmuştur. Bu rakamlar, açık bir şekilde işletmelerin ve kurumların KCG modelini kullanarak tasarruf etmeyi planladıklarının göstergesidir.

## 4. KCG' nın Uygulamasında Fırsatlar ve Zorluklar

### 4.1. Fırsatlar

Kendi cihazını getir uygulaması hem çalışanlar hem de işletmeler için avantajlar barındırmaktadır. Çalışanlar açısından ele alındığında, çalışan deneyimini iyileştirmesi [1], [13], [14] birincil avantajlar arasında görülmektedir. Bu sayede çalışanlar yer ve zaman kısıtı olmaksızın, mesai saati gözetmeksizin iş ile ilgili aksiyon alabilmektedirler. KCG'nın uygulanması ile cihaz kullanımının teke düşmesi, çalışanın iş ve özel yaşamı ile ilgili işlerini tek bir kanaldan halletmesine imkan tanımaktadır. Örneğin, özel kullanımı için bir web sitesine girmek isteyen çalışan iş sırasında bölünmeden, cihazlar arasında geçiş yapmak zorunda kalmadan işini halledebilecektir. Cihazlar arası geçiş zorluğunun ortadan kalkması verimliği artıracak ve zaman kaybını azaltacaktır. Tüm bu olumlu etkilerin yanı sıra şirketler, KCG konseptine geçiş yapmadan önce, diğer işletmelere göre konumlarına bakarak çalışan memnuniyeti üzerinde oluşması beklenen etki derecesine göre bu uygulamaya geçip geçmeyeceklerine karar verebilirler. KCG konseptinde, çalışanların kendilerine ait bir cihazı kullanırken, davranışsal kullanım eğilimlerinin daha rahat ve yüksek olması beklenmektedir.

İşletmeler açısından bakıldığında ise, KCG konseptinin maliyet azaltıcı olması, üretkenliği artırması [1], [12], [14] avantajlar arasında gösterilmektedir. Covid 19 sonrası işletmelerdeki beyaz yakalı çalışanların evden çalışması KCG kullanımıyla daha verimli hale getirilerek organizasyonların alt yapı maliyetlerini düşürecektir. Buna karşın, işletmelerde nasıl bir KCG modelinin destekleneceğine karar verilmesi, ne zaman, nasıl ve ne oranda kişisel cihazların sübvanse edileceği konusunda açık ve net politikalar oluşturulması ve hangi platformların destekleneceği belirlenmesi faydalı olacaktır [12]. Çünkü uygulanan KCG kavramı beklentileri değiştirmektedir ve bu beklentilerin doğru yönetilebilmesi için ön hazırlıklar gereklidir.

Gartner, (2013) [12] KCG'nın işletmelerde uygulandığı taktirde çalışana özgür bir alan oluşturması ve çalışan deneyimini iyileştirmesi sayesinde inovasyonun artacağını ileri sürmektedir. Yaratıcı çalışmaların daha rahat ortamlarda çıkmasının bu düşünceyi desteklediği söylenebilir. Buna karşın, bu uygulamanın şirket içinde hangi alanlarda büyük inovasyonel etkiler oluşturacağının şirketler tarafından analiz edilmesi gerekliliği belirtilmiştir.

### 4.2. Zorluklar

KCG kavramının uygulanması, belirli işletim sistemine ve programlara sahip çok sayıda farklı cihazın entegre edilmesi ve yönetilmesi [15] gerekliliğinden dolayı hem yönetim hem BT departmanları için büyük yasal, teknik ve idari zorluklar barındırmaktadır [4].

KCG' nın benimsenme sürecinde başlıca endişeler arasında tüm cihaz güvenliği [8], [14], [16], [17] veri ihlali, [18] veri kaybı, uyumluluk, kişisel verilerin korunması sayılmıştır [16]. Tech Pro Research, (2013) tarafından yürütülen bir çalışmada KCG' nın uygulanmasına geçilmemesinin nedenleri arasında güvenlik endişesi %78 oranla ilk sırada gösterilmiştir [7]. Çalışanların kendi cihazlarını kullanmaları durumunda cihazdaki verilerin güvenliği hem şirket hem de çalışanlar açısından bazı sorumluluklar getirmektedir. Cihazın çalınması kaybolması durumunda sorumluluğun taraflar arasında nasıl yönetileceği bir soru işaretidir. KCG sürecinde en zor konulardan biri bu sürecin

işletmeler tarafından yönetilmesidir. Gartner, (2020) [6] KCG konusundaki güvenlik sorunlarının önümüzdeki 2-5 yıl içinde aşılacağını ve KCG konseptinin benimseneceğini ileri sürmektedir.

Rose, (2013) [15] KCG yönteminin gizli maliyetleri olduğunu ileri sürmektedir. Buna göre 1.000 mobil cihazı olan bir şirketin KCG kavramını benimsemesi durumunda bu cihazların tasviyesinden ve aynı miktarda kişisel cihazlara yapılması gereken destekten dolayı yılda ortalama 170 bin dolar ekstra maliyetin ortaya çıkacağını belirtmektedir. Rose, (2013) [15] bu konseptin yasal sorumluluklarının yanı sıra cihazların çalışana ait olması, kuruluşun marka kimliğini kaybetmesine neden olabileceğini ileri sürmüştür.

Organizasyonlar KCG' nın uygulanmasını teorik olarak oldukça destekleseler de, pratik zeminde KCG konsepti GDPR gibi regülasyonlarla uyumlu olmadığından organizasyonlar bu konsepti uygulama aşamasında tereddütlü davranmaktadırlar. Dolayısıyla KCG yönteminin uygulanmasının pratik zemininin regülasyonlarla düzenlenmesi gerekmektedir [4].

KCG farklı uygulamalara sahip yeni ve gelişmiş cihazların yönetimini gerektirdiğinden çalışanların kendi cihazlarını kullanmaları durumunda, kişisel veya profesyonel alanlarda teknik sorunların çıkması, cihazın arızalanması, kaybolması gibi durumlarda verilecek bir hizmet ile problemin yönetilmesi gerekmektedir. Örneğin, çalışanın cihazı kullanılamaz durumda olduğunda, işveren kullanıcının çalışmaya devam edebilmesi için yedek cihaz sağlayacak mıdır? Bunun yanında firmaya ait olan ve kişisel cihazlarda depolanan bilgiler, çalışanın işten ayrılması durumunda nasıl silinecektir? Aynı zamanda cihazda oluşabilecek teknik sorunların kaynağının belirlenmesi bir zorluk olarak karşımıza çıkmaktadır. KCG yönteminde mesai saatleri esnek olduğundan, cihazdaki teknik sorunun hangi zaman diliminde çıktığına dair tespit zorlaşmaktadır. Özetle, kullanıcının hangi durumlarda hizmet alabileceği, cihaz ile ilgili teknik sorunların kimin sorumluluğunda olduğu, cihazın arızalanmasının iş süreçlerini aksatması durumunda nasıl bir yol izleneceği gibi durumlar, kurum prosedürlerinin net ve açık bir şekilde oluşturulmasını gerektirmektedir [1]. Ek olarak, güvenlik açısından cihazlar üzerinde düzenli olarak tutulması gereken log dosyalarına erişimin sağlanmasındaki zorluklar da BT yönetiminin çözümlemesi gereken bir sorun olarak düşünülmektedir.

KCG' nın uygulanması işveren ve çalışan sorumluluğu, kişisel verilerin korunması ve çalışma süreleri bakımından bazı hukuki meseleler ortaya çıkarmaktadır [19]. KCG konseptine işveren sorumluluğu açısından bakıldığında, çalışana ait eşyaların korunması gerekliliği ilkesi göze çarpmaktadır. Çalışan sorumluluğu açısından bakıldığında ise KCG konseptinde doğabilecek hukuki sorunlar, çalışanın işverene yani dolayısıyla işe kendi kusuruyla verdiği zararlardır.

KCG' nın uygulanmasında hukuksal anlamda doğabilecek sorunlardan birisi de kişisel verilerin korunmasıdır. Bu noktada, hem üçüncü kişilere ait verilerin hem de çalışana ait verilerin gizliliği konusunda endişeler ortaya çıkmaktadır [19]. KCG yönteminde organizasyonlar şirket verilerinin güvenliğinden endişe duyarken, çalışanlar da kendi kişisel verileri konusunda endişe duymaktadır. Barlette vd., (2021) [4] KCG' nin uygulanmasında veri güvenliği konusunun halihazırda gündemde olan GDPR'a uyumlu bir şekilde hızlıca düzenlenmesi gerektiğini, hatta veri güvenliği konusunda bütün sorumluluğun çalışanda değil, işverende olması gerektiğine dair bir yaklaşım önermektedir.

KCG yöntemine çalışma süreleri açısından bakıldığında, akıllı telefon, tablet veya dizüstü bilgisayarlar aracılığıyla uzaktan çalışma imkânının olması, akşam veya hafta sonlarının mesai saatleri ile iç içe geçmesine veya benzer şekilde izinli günlerde mail, mesaj veya aramalarla çalışanın sürekli ulaşılabilir konumda olmasına izin vermektedir. Bu durum özel ve profesyonel yaşam arasındaki sınırları daha da

azaltmaktadır [1]. Dolayısıyla KCG' nın uygulanmasına geçildikten sonra çalışma süresi açısından hak ve yükümlülüklerin taraflarca gözden geçirilmesi ve ayrıntılı bir şekilde düzenlenmesi ihtiyacı doğmaktadır [19].

Dolayısıyla KCG' nın uygulanmasıyla oluşan hukuki boyutu ayrı bir tartışma konusudur ve mevcut yasal düzenlemelere ek olarak doğabilecek ihtiyaçlara göre düzenlemeler gerektirmektedir.

## 5. Sonuç ve Öneriler

Covid 19 sırası ve sonrası çalışma alışkanlıklarının değişmesi ve uzaktan çalışma kültürünün yaygınlaşması, çalışanların tek bir cihazdan çalışma ihtiyacını daha belirgin hale getirmiştir. KCG yönteminin uygulanması, uzaktan çalışma modelini desteklemesi ve uzaktan çalışma modellerinin birçok şirkette kalıcı hale gelmesi nedeniyle, önümüzdeki yıllarda şirketlerin dijital dönüşüm stratejilerinin ilk sıralarında yer alması önem arz etmektedir. Ayrıca KCG için gereken yapısal dönüşümlerin gündeme alınmasının sürdürülebilirlik ve rekabet edilebilirlik açısından gerekliliği çalışmamız sonucunda ortaya çıkmaktadır.

KCG yönteminin gelişmeye devam edeceğinin beklenmesi, işletmelerin ortaya çıkan yeni trendlere ve sürekli gelişen dijital ortama ayak uydurmak için mevcut politikalarını gözden geçirmesini gerekli kılmaktadır [5]. Bundan dolayı şirketlerin ITIL standartlarına benzer şekilde BT servis yönetimini tekrar gözden geçirerek KCG kavramına uygun hale getirmeleri gerekmektedir.

KCG kavramı tek bir cihaz üzerinden profesyonel ve özel işlerin yürütülmesine imkân tanıması, beraberinde veri güvenliği ile ilgili zorlukları/riskleri getirmiştir. Bulut teknolojilerinin kabiliyetleri yardımıyla hizmet olarak yazılım (Software as a Service (SaaS)), hizmet olarak altyapı (Infrastructure as a Service (IaaS)), platform servisleri (Platform as a Service (PaaS)) sayesinde şirket verilerinin çalışanın cihazında depolanması yerine daha güvenli bir ortamda tutulması, kendi altyapılarının yıpranma paylarının sanal altyapılarla düşürülmesi sağlanabilir.

KCG kavramı ile kişisel verilerin korunması konusundaki endişeler, GDPR'a uyumlu politikaların oluşturulması ile giderilerek hem çalışanların hem de organizasyonların sorumlulukları net bir şekilde çizilmelidir.

KCG' nın uygulanması sonucunda çalışana ait cihazın şirket kullanımına da açıldığından kurumlar tarafından, çalışanın cihazı için yıpranma payı ödemesi; ayrıca ağ, elektrik kullanımı giderleri için aylık maddi destek sunulması önerilebilir. Aynı zamanda çalışanların kendi cihazlarının şirket işleri için kullanıldığı sürelerde, otomatik sigortalanma imkânı sunulması yıpranma payı için bir destek niteliğinde olacaktır. Bunların tespiti ise kişisel cihazlara yüklenen basit yazılımlarla mümkün olacaktır.

KCG yönteminin beraberinde getirdiği iş ve özel yaşam ayrımının ortadan kalkması şirket politika ve uygulamaları ile çalışanın iş ve özel hayat dengesini sağlayacak şekilde düzenlenebilir. Bunun için cihazlarda geçirilen toplam süreler ölçülerek maksimum çalışma saat sürelerinin geçilmesi engellenebilir.

KCG' nın uygulanması ile mobil cihaz yönetimi, güvenliğin sağlanması, yeni politikalara ihtiyaç olması, organizasyonlarda BT'nin rolünü değiştirmesi beklenmektedir [20]. KCG kavramı ile BT departmanlarının rolü cihaz sağlayıcı olmaktan ziyade, hizmetler sunan konumuna yükselebilir. Bu durum BT departmanındaki iş yapış şeklini de değiştireceğinden, KCG kavramının uygulanmasının BT departmanlarındaki etkileri, BT iş modelini nasıl dönüştüreceği araştırmacılar için ilerideki çalışma

konularından birisi olabilir. Hizmet sunan bir pozisyona dönüşen BT yönetimleri kaynaklarını inovatif dijital dönüşüm ve ürünlere aktarabilecek katma değer yaratan faaliyetlere daha fazla zaman ayırmaları olasıdır. Bu dönüşümü ampirik bir çalışma ile ölçmek BT yönetimlerinin reorganizasyonunda fayda sağlayacaktır.

Bunlarla beraber, KCG kavramının uygulanmasında maliyet düşürücü bir etki oluşturması beklendiğinden, bu yönteme geçen kurumların yatırım maliyetlerindeki değişim, BT yönetimlerindeki operasyonel değişimin işletmelere etkisi, KCG kavramı öncesi ve sonrası maliyetler şeklinde karşılaştırılmalı olarak bilimsel araştırma yapılması gerekmektedir.

İşletmelerdeki çalışanların KCG' yı uygulama eğilimleri ile yöneticilerin bu kavrama yaklaşımları, beklentileri önemli bilimsel araştırma konularıdır. KCG yönteminin uygulanmasının işletme stratejilerine etkisi yine bu alanda çalışılabilecek konu başlıkları arasında yer almaktadır. Tüm bu yaklaşımlar KCG yönteminin yakın bir gelecekte işletmelerin bir parçası olacağının göstergesidir.

## 6.Kaynaklar

**[1]** G. Disterer and C. Kleiner, "BYOD Bring Your Own Device," *Procedia Technol.*, vol. 9, pp. 43–53, 2013, doi: 10.1016/j.protcy.2013.12.005.

**[2]** Gartner, "Bring Your Own Device (BYOD)," 2021. https://www.gartner.com/en/information-technology/glossary/bring-your-own-device-byod#:~:text=Bring your own device (BYOD) is an alternative strategy allowing,also be used for PCs.

**[3]** N. Anderson, "Bring Your Own Device:Device Freedom Without Compromising the IT Network," *San Jose, CA Cisco Syst.*, vol. 54, no. 1, pp. 24–25, 2012, doi: 10.1093/itnow/bws010.

**[4]** Y. Barlette, A. Jaouen, and P. Baillette, "Bring Your Own Device (BYOD) as reversed IT adoption: Insights into managers' coping strategies," *Int. J. Inf. Manage.*, vol. 56, no. August 2020, p. 102212, 2021, doi: 10.1016/j.ijinfomgt.2020.102212.

**[5]** Cassinfo, "BYOD Trends to Watch in 2021," 2021. https://www.cassinfo.com/telecom-expense-management-blog/the-future-of-byod-6-key-trends-for-2020.

**[6]** Gartner, "Gartner Says Bring Your Own PC Security Will Transform Businesses Within the Next Five Years," 2020. https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2020-08-26-gartner-says-bring-your-own-pc-security-will-transfor.

**[7]** Zdnet, "Research: 74 percent using or adopting BYOD," 2015. https://www.zdnet.com/article/research-74-percent-using-or-adopting-byod/.

**[8]** J. Mullan, "Re-Emerging Technologies: What's Hot and What's Not!," *Leg. Inf. Manag.*, vol. 14, no. 3, pp. 168–173, 2014, doi: 10.1017/s1472669614000401.

**[9]** N. Eddy, "Businesses Must Adapt to Permanent BYOD Presence: Ovum," 2013. https://www.eweek.com/small-business/businesses-must-adapt-to-permanent-byod-presence-ovum/.

**[10]** P. N. Kibar and B. Akkoyunlu, "Bilgisayar Dersliğinden Kendi Aracın ı Getir Uygulamasına," no. May, 2016.

**[11]** S. Emery, "Factors for Consideration when Developing a Bring Your Own Device (BYOD) Strategy in Higher Education," vol. 1277, no. July 2012, pp. 1–111, 2012, doi: http://hdl.handle.net/1794/12254.

**[12]** Gartner, "Bring Your Own Device : The Results and the Future," vol. 2016, no. April, pp. 1–17, 2013.

**[13]** Avanade, "Global Survey: Dispelling Six Myths of Consumerization of IT," no. January, pp. 1–6, 2012.

**[14]** A. B. Garba, J. Armarego, D. Murray, and W. Kenworthy, "Review of the Information Security and Privacy Challenges in Bring Your Own Device (BYOD) Environments," *J. Inf. Priv. Secur.*, vol. 11, no. 1, pp. 38–54, 2015, doi: 10.1080/15536548.2015.1010985.

**[15]** C. Rose, "BYOD: An Examination Of Bring Your Own Device In Business," *Rev. Bus. Inf. Syst.*, vol. 17, no. 2, pp. 65–70, 2013, doi: 10.19030/rbis.v17i2.7846.

**[16]** M. Dhingra, "Legal Issues in Secure Implementation of Bring Your Own Device (BYOD)," *Phys. Procedia*, vol. 78, no. December 2015, pp. 179–184, 2016, doi: 10.1016/j.procs.2016.02.030.

**[17]** B. Niehaves, S. Köffer, K. Ortbach, and S. Katschewitz, "Towards an IT consumerization theory: A theory and practice review," *ERCIS Work. Pap.*, vol. No. 13, 2012.

**[18]** I. Forrester Research, "Key Strategies To Capture And Measure The Value Of Consumerization Of IT Enterprises Achieve A Wide Range Of Benefits By Deploying Bring-Your-Own-Device Programs," *Trend Micro*, no. May, pp. 1–17, 2012.

**[19]** U. Baysal, "İşçiye Ait Taşınabilir İletişim Cihazlarının İş Amaçlı Kullanılması," Sicil iş hukuku dergisi, pp. 65–74, 2018.

**[20]** L. Fielding, "BYOD Top 6 Trends you need to know about in 2015," 2015. https://macquarietelecomgroup.com/news/byod-top-6-trends/.

# RESNET MODELLERİ İLE MISIR YAPRAKLARINDA HASTALIK TESPİTİ

***Funda Akar [1], Yıldız Aydın [2], Abdulmuttalip Bülgen *[3]***
[1] Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Erzincan-Türkiye, fakar@erzincan.edu.tr
[2] Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Erzincan-Türkiye, yciltas@erzincan.edu.tr
[3] Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yapay Zeka ve Robotik ABD, Yüksek Lisans Öğrencisi, Erzincan-Türkiye, abdulmuttalipbulgen@gmail.com
[*] Sorumlu Yazar: abdulmuttalipbulgen@gmail.com

***Özet:*** *Mısır, insanların beslenmesinde vitamin ve mineral bakımından zengin, hayvan gıdası açısından besin değeri yüksek ve aynı zamanda sanayi ürünü olarak un, yağ ve tatlandırıcı elde etmede önemli bir yeri vardır. Dünyada ve ülkemizde iklim değişikliği ve giderek artan kuraklığın etkisiyle sürdürülebilir tarım uygulama yöntemleri önem kazanmıştır. Ayrıca üretim yapan çiftçilerin teknoloji yardımıyla daha fazla verim almaları sağlanabilir. Son yıllarda yapay zekanın tarım alanındaki kullanımında büyük oranda artış yaşanmıştır. Bitkilerin büyüme dönemlerinde hastalıklı yaprakların kontrol edilmesi bitkinin sağlığı için kritik bir adımdır. Bu bağlamda tarım sektöründe önemli bir yeri olan mısır; yapay zekanın derin öğrenme teknolojileriyle bitkideki hastalığın tespitini sağlamada, mahsuldeki verim kaybını önlemede ve gıda tahılları ekonomisini olumlu yönde etkilemek için iyi bir araçtır. Bu çalışmada, 4188 adet mısır yaprağı görüntüsünden mısır adi pası, gri yaprak lekesi, yaprak yanıklığı ve normal (sağlıklı) olmak üzere dört sınıfın yapay zeka tabanlı sınıflandırması için derin öğrenme modellerinden Artık Değerler (Residual Network | ResNet) modeli üzerinde durulmuştur. Uygulamada ResNet50 modelindeki başarı % 85.30 iken, ResNet101 modelinde bu değer % 94.56'ya yükselmiş, ResNet152 modelinde ise % 94.14'lük başarı elde edilmiştir. ResNet-50/101/152 modelleri kendi aralarında kıyaslamaları yapılmıştır ve en yüksek başarı elde eden yöntem ile literatürde aynı veri setini kullanan çalışmaların model ve başarı bakımından karşılaştırılması yapılmıştır. ResNet101 modeli karşılaştırılan modellerden daha iyi başarı elde ettiği görülmüştür.*

***Anahtar sözcükler****: Yapay Zeka, Derin Öğrenme, Görüntü İşleme, Mısır Yaprağı Hastalıkları, Resnet*

# DISEASE DETECTION IN CORN LEAVES WITH RESNET MODELS

***Funda Akar [1], Yıldız Aydın [2], Abdulmuttalip Bülgen *[3]***
[1] Erzincan Binali Yıldırım University, Faculty of Engineering and Architecture, Department of Computer Engineering, Erzincan-Turkey, fakar@erzincan.edu.tr
[2] Erzincan Binali Yıldırım University, Faculty of Engineering and Architecture, Department of Computer Engineering, Erzincan-Turkey, yciltas@erzincan.edu.tr
[3] Erzincan Binali Yıldırım University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Artificial Intelligence and Robotics – Master's Degree, Erzincan-Turkey, abdulmuttalipbulgen@gmail.com
[*] Corresponding author: abdulmuttalipbulgen@gmail.com

***Abstract****: Corn has an important place in human nutrition, rich in vitamins and minerals, high nutritional value in terms of animal food, and also in obtaining flour, oil and sweetener as an industrial product. Sustainable farming methods have gained importance with the effect of climate change and*

*increasing drought in the world and in our country. In addition, more efficiency can be provided for the farmers who produce with the help of technology. In recent years, there has been a great increase in the use of artificial intelligence in the field of agriculture. Controlling diseased leaves during plant growth periods is a critical step for plant health. In this context, corn, which has an important place in the agricultural sector; It is a good tool to detect disease in the plant with the deep learning technologies of artificial intelligence, to prevent the loss of yield in the crop and to positively affect the economy of food grains. In this study, Residual Values (Residual Network | ResNet) model, which is one of the deep learning models, is focused on for artificial intelligence-based classification of four classes, common rust of maize, gray leaf spot, leaf blight and healthy from 4188 maize leaf images. While the success in the ResNet50 model was 85.30% in practice, this value increased to 94.56% in the ResNet101 model and 94.14% was achieved in the ResNet152 model. ResNet-50/101/152 models were compared among themselves and the most successful method and the studies using the same data set in the literature were compared in terms of model and success. It has been seen that the ResNet101 model achieved better success than the compared models.*

***Keywords:*** *Artificial Intelligence, Deep Learning, Image Processing, Corn Leaf Diseases, Resnet*

## 1. Giriş

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütüne (Food and Agriculture Organization of the United Nations | FAO) göre 2050 yılına kadar dünya nüfusu artarak 9.1 milyara ulaşması tahmin ediliyor. Nüfus artışının çoğu gelişmekte olan ülkelerde gerçekleşeceği, şehirleşmenin hızla devam edeceği ve dünya nüfusunun yaklaşık %70'inin şehirlerde yaşayacağı bildiriliyor. Hızla artan nüfusa yeterli miktarda ve öngörülebilir şekilde gıda üretme ihtiyacı; her geçen gün tarımsal üretimi daha verimli ve sürdürülebilir hale getirecek yöntemlerin hayatımıza girmesine neden olmaktadır [1]. Türkiye İstatistik Kurumunun (TÜİK) Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi (ADNKS) yerleşim yerlerine göre nüfus verilerinden derlenen sonuçlardan hareketle, Türkiye'de ikamet eden nüfus 31 Aralık 2021 tarihi temel alınarak bir önceki yıla kıyasla 1 milyon 65 bin 911 kişi artarak 84 milyon 680 bin 273 kişiye ulaşmıştır, il ve ilçe merkezlerinde ikamet eden kişi sayısı 78 milyon 908 bin 631 olmuştur. Toplam nüfus içinde il ve ilçe merkezlerinde ikamet edenlerin oranı 2020'de %93 iken 2021'de %93,2'ye çıkmıştır. Diğer yandan belde ve köylerde yaşayanların oranı ise %7'den %6,8'e düşmüştür [2]. Buradan hareketle 2021 yılı için Türkiye'de toplam nüfus 84 milyon 680 bin 273 kişiden, il ve ilçe merkezlerinde yaşayan 78 milyon 908 bin 631 kişinin temel gıda, sebze ve meyve ihtiyacını belde ve köylerde yaşayan 5 milyon 771 bin 642 kişi karşılamaktadır. Bundan dolayı tarım arazilerinin olabildiğince verimli kullanılması, teknolojinin tarıma entegre edilmesi ve çiftçinin yetiştirdiği ürünleri en az hasarla, daha kaliteli ürün yetiştirmesi önemlidir.

Artan dünya nüfusu, iklim değişikliği ve kırsalda tarım ile uğraşan insan sayısının azalmasından dolayı tarımsal gıda ürünlerini verimli kılmak, bitkilerde olan hastalığı doğru belirlemek ve ona göre doğru zirai ilaç kullanımıyla hem çiftçinin hasat döneminde kayıpları azaltılacak, hem de yanlış ilaçlamadan kaynaklı maliyet girdileri doğru kullanılmış olacaktır. Bitkinin yaprağındaki hastalıklar, bitki yapraklarının gelişimini kötü yönde etkileyip verimini düşürebilir, hatta bitkiyi tamamen

kurutabilir. Bu hastalıklar, tahıl bitkisi; mısır, buğday, arpa, çavdar, yulaf ve çeltik (pirinç) ile bakliyat bitkisi; fasulye, nohut, mercimek, bakla, bezelye ve börülcenin pazara arzını büyük ölçüde azaltabileceği gibi düşük tarım ekonomisine de neden olabilmektedir.

Mısır, insan gıdası ve hayvan yemi olarak kullanılmasının yanı sıra sanayi için alkol, ispirto, biyoetanol, şurup, tutkal, yağ, irmik, nişasta bazlı şeker vb. ürünlerin üretiminde hammadde olarak da kullanılmaktadır [3-4]. Bu nedenle çalışma, dünyada ve ülkemizde önemli bir tarım ürünü olan mısırın üzerinde yapılmıştır.

Bitkisel üretimde bitkinin hastalık durumu için alınacak tedbirler ülkemizin gıda güvenliğinin sağlanması yönünden son derece önemlidir. Bitki yaprağındaki hastalıklardan ve diğer zararlılardan dolayı üretim aşamasında ortalama olarak %30 ile %35 oranında zarar görülebilmektedir, bu oran salgın durumuna geldiğinde ise %100'e kadar zarar oluşturabilmektedir [5]. Dünyadaki tarım kaynaklarını daha verimli kılmak ve bitkinin hastalık taşıyıp, taşımadığını belirlemek için derin öğrenme (deep learning) ile hastalık tespiti üzerinde çeşitli çalışmalar mevcuttur. Derin öğrenme ağları kullanılarak mısır yapraklarında hastalık tespiti konusunda literatür taraması yapılmıştır. Sürdürülebilir tarımda mısır üretiminde verimliliği düşüren mısırın yapraklarında görülen hastalıkların tespiti oldukça önem arz etmektedir. Bu çalışma ile mısır yapraklarında görülen mısır adi pası, gri yaprak lekesi ve yaprak yanıklığı tespitinin gerçekleştirilmesi amaçlanmıştır.

Göksu vd. makalelerinde derin öğrenme yöntemiyle aynı veri setini kullanarak mısırın yapraklarında görülen hastalıkların tespit edilebilmesi için EfficientNetB5 ve Evrişimsel Sinir Ağları (Convolutional Neural Network | CNN) tabanlı iki adet model geliştirmişlerdir. EfficientNetB5 modeli %92.12 ve CNN modelli %89.88 tahmin başarısı olduğunu tespit etmişlerdir [6].

Hassan vd. çalışmalarında mısır, patates ve domates olmak üzere, üç farklı bitki üzerinde hastalıkları tespit etmek için Rastgele Orman (Random Forest | RF) ile Görsel Geometri Grubu (Visual Geometry Group | VGG) ve Ekstrem Gradyan Artırma (Extreme Gradient Boosting | Xgboost) yöntemleriyle çalışmışlardır. Makalelerinde mısır yaprağındaki hastalık tespiti için bu çalışmada kullanılan veri setini kullanmışlardır. Mısırlarda görülen hastalıkları; yaprak yanıklığı, mısır adi pası ve gri yaprak lekesi, patateslerde görülen hastalıkları; erken ve geç yanıklık, domateslerde görülen hastalıkları da bakteriyel leke, erken yanık ve geç yanıklık olarak belirtmişlerdir. Xgboost ile VGG birlikte, mısır hastalıklarında %94.47, patates hastalıklarında %98.74 ve domates hastalıklarında %93.91 doğruluk oranını bulmuşlardır [7].

Çetiner çalışmasında mısır bitkisi dışında benzer yöntemlerle MobileNetV2, DenseNet201, ResNet50V2, ResNet101V2 ve ResNet152V2 algoritmaları giriş katmanı şeklinde kullanarak Evrişimli Sinir Ağı katmanlarının birleşiminden elma ağacı yapraklarında oluşan hastalığı tespit etmiştir [8]. Aslan çalışmasında şeftali ağacı hastalıklarının tespitinde Evrişimli Sinir Ağı yöntem olarak AlexNet modeli ile şeftali ağaçlarında görülen monilya hastalığı ve koşnili hastalığının tespitini yapmıştır [9]. Türkoğlu çalışmasında Ziraat Fakültelerinden hastalık taşıyan kayısı görüntülerini alıp kendi veri tabanını oluşturmuştur. Kayısı hastalığının tespiti için Derin Evrişimsel Sinir Ağlarına (DESA) modelli kullanmıştır [10]. Paymode ve Malode çalışmalarında üzüm ve domates yapraklarını etkileyecek hastalık türü olan Çoklu Ürün Yaprak Hastalığını (Multi-Crops Leaf Disease | MCLD) erken bir aşamada tespit etmek için Evrişimli Sinir Ağı yöntemi kullanmışlardır. İyileştirilmiş performans ölçümleri için CNN tabanlı VGG modeli kullanmışlar ve bu modellerde domates için %95.71 ve üzüm için %98.40 doğrulukta sonuçlar bulmuşlardır [11]. Kartikeyan ve Shrivastava çalışmalarında bitki

hastalıkları için kullanılan AlexNet, GoogLeNet, DenseNet, SqueezeNet, VGGNet, MobileNet ve ResNet yöntemlerini karşılaştırmışlardır. Bu yöntemler arasında en yüksek başarıyı DenseNet %99,75 ve GoogLeNet %98,78 doğrulukla bulmuşlardır [12]. Sibiya ve Sumbwanyambe çalışmalarında akıllı telefon kamerası kullanılarak toplanan mısır yaprağı hastalıklarının görüntülerini tanıyan ve sınıflandıran modellerinde evrişimli sinir ağı ile Neuroph kullanmışlardır [13].

Bu çalışmada, mısır yaprağı görüntüsünden mısır adi pası, gri yaprak lekesi, yaprak yanıklığı ve normal (sağlıklı) olmak üzere dört ayrı sınıfın ImageNet veri kümesi üzerinde eğitilmiş farklı katmanlı ağları kullanılarak ResNet50, ResNet101 ve ResNet152 modelleri uygulanmıştır. Dört sınıfa ait toplam 4188 görüntüden eğitim seti için %80 (3351 görüntü), doğrulama seti için %20 (837 görüntü) oranı kullanılmıştır. Uygulama sonucunda, ResNet50 modelinde %85.30, ResNet101 modelinde %94.56 ve ResNet152 modelinde ise %94.14 başarı elde edilmiştir.

## 2. Yöntem

Çalışmada, mısır yaprağında bulunan mısır adi pası, gri yaprak lekesi, yaprak yanıklığı ve normal olmak üzere dört ayrı sınıf ile hastalık tespiti için yapay zeka tabanlı derin öğrenme modellerinden Artık Değerler (Residual Network | ResNet) modeli ile çözüme gidilmiştir.

Kaggle platformundan elde edilen veri setindeki toplam 4188 görüntü ile Google Collaboratory "Colab" ortamında ResNet modellerinden ResNet50, ResNet101 ve ResNet152 olmak üzere üç farklı model çalışılmıştır.

### 2.1. Veri Seti

Çalışmada kullanılan veri seti (corn or maize leaf disease dataset), çevrimiçi veri bilimi ve makine öğrenimi uygulayıcıları için Google LLC'nin yan kuruluşu Kaggle platformundan alınmıştır [14-16].

Veri setinde mısırın yapraklarında görülen üç ayrı hastalığın tespitinde ve sağlıklı yaprak (normal) görüntüleri Şekil 1'de yer almaktadır. Veri seti, mısır adi pası (common rust) 1306 görüntü, gri yaprak lekesi (gray leaf spot) 574 görüntü, yaprak yanıklığı (blight) 1146 görüntü ve normal (healthy) 1162 görüntü olmak üzere toplamda 4188 adet görüntü ve 4 sınıf Tablo I'de gösterilmiştir. Veri seti ".jpg" dosya uzantılı görüntülerden oluşmaktadır. Dört sınıfa ait toplam 4188 görüntüden eğitim seti için %80 (3351 görüntü), doğrulama seti için %20 (837 görüntü) kullanılmıştır.

(a) Mısır Adi Pası (b) Gri Yaprak Lekesi (c) Yaprak Yanıklığı (d) Normal

Şekil 1. Veri setindeki sınıflar için örnek görüntüler.

Mısır yaprağındaki hastalıkların Türkçe, İngilizce, Latince isimleri ve veri setinde bulunan görüntü sayıları Tablo I'de detaylı verilmiştir.

Tablo I. Mısır yaprağındaki hastalıkların Türkçe, İngilizce, Latince adları ve görüntü sayıları

| **Türkçe** | **İngilizce** | **Latince** | **Görüntü Sayısı** |
|---|---|---|---|
| Mısır Adi Pası | Common rust | Puccinia sorghi Schw. | 1306 |
| Gri yaprak lekesi | Gray Leaf Spot | Cercospora spp. | 574 |
| Yaprak Yanıklığı | Blight | Helminthosporium Maydis | 1146 |
| Normal (Sağlıklı) | Healthy | - | 1162 |
| Veri setinde bulunan toplam görüntü | | | 4188 |

## 2.2. Metotlar-Modeller

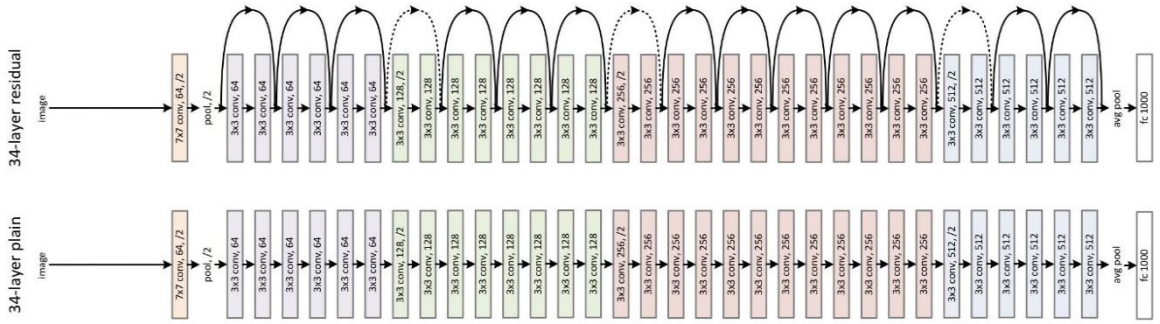
### *2.2.1 Derin Öğrenme*

Derin öğrenme, birden fazla işleme katmanından oluşan hesaplama modellerinde, birden çok soyutlama düzeyinde verilerin temsillerin öğrenmesine olanak sağlar. Derin öğrenme yönteminin temel amacı girdi olarak verilen ham verileri kullanarak sınıflandırma ve kümeleme yapmak için temsillerden öğrenme yöntemlerini kullanmaktadır. Bu yöntemler, görsel nesne tanıma, konuşma tanıma, nesne algılama vb. diğer birçok alanda da son yıllardaki teknolojiye önemli ölçüde katkı yapmıştır [17]. Derin öğrenme modellerinin bazıları LeNet, AlexNet, ZFNet, VGGNet, GoogLeNet ve ResNet'tir [18]. Bu çalışmada ResNet modeli ile çalışılmıştır.

Bitkilerde hastalıklar mümkün olduğunca erken aşamada teşhis edilmelidir, aksi takdirde tüm tarlanın ve hatta yanında ekilen diğer bitkisel ürünlerin tahribatına yol açabilmektedir. VGG-CNN ile eğitilen ayrıca Destek Vektör Makineleri (Support Vector Machine | SVM) ve ResNet mimarileri ile karşılaştırılan yaklaşık 500 görüntüye dayalı olarak bitki hastalıklarının tanımlanması ve sınıflandırılması sonucunda daha erken aşamalarda tespit için çeşitli öğrenme modelleri ortaya çıkmıştır. Modeller arasında ResNet, daha fazla özelliği sınıflandırılabilen en iyi doğruluk ürettiği bildirilmiştir [19]. Bu çalışmada sınıflandırmadaki başarısından dolayı ResNet-50/101/152 modelleri kullanılmıştır.

*2.2.1.1 ResNet*

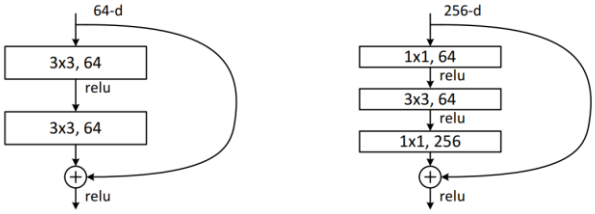
Residual Network (ResNet); Artık Değerler/Residual Value için sonraki katmanları besleyen blokların (residual block) modele eklenmesiyle oluşmaktadır. ResNet bu özellikleri ile diğer sınıflandırma algoritmalarındaki standart bir modelden daha üstündür [20]. Şekil 2'de He vd. nin çalışmalarında kullanılan 34 katmanlı model ve ResNet uygulanmış hali gösterilmiştir. Şekil 2'de üstte: 34 parametre katmanına sahip artık (residual) bir ağ (3,6 milyar FLOP) görünümü, alta: 34 parametre katmanına sahip düz (genel) ağ (3,6 milyar FLOP) görünümü, şekildeki noktalı kısa yollar boyutları artırır [21].




Şekil 2. ResNet Mimarisinin Görünümü [21].

ResNet; ImageNet Büyük Ölçekli Görsel Tanıma Zorluğu (ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge 2015 | ILSVRC2015) yarışmasında ImageNet veri setinde, VGG ağlarından daha da derin ve daha düşük karmaşıklığa sahip 152 katman derinliğin residual networklerin değerlendirilmesi sonucunda %3,57 hata payı ile sınıflandırmada birinci olmuştur [21-22].

ResNet modeli Şekil 3'te gösterilen residual bloklardan oluşur. Bir katman çıktısı bir sonraki çıktısıyla birleştirilerek yeniden filtreleme işlemleri yapılmıştır. Şekil 3'te solda: ResNet34 yapı taşı (56×56 özellik haritalarında) gösterimi, sağda: ResNet-50/101/152 için "bottleneck" yapı taşı gösterimi yer almaktadır. Bilgisayar görüntü analizi alanında yeni modeller geliştiren açık kaynak olarak CNN tabanlı ResNet50 mimarisi, 50 katmanın inşasında beş evrişimsel blok kullanılmıştır. Bu bloklardan, 1×1 evrişim katmanı ile giriş görüntüleri daha düşük boyuta indirgenmiş ve 3×3 evrişimler katmanı ile daha yüksek boyutlarda filtreleme işlemi gerçekleştirilmiştir [23].




Şekil 3. Residual Fonksiyonu Görünümü [21].

Resnet 50, ResNet101 ve Resnet 152 modelleri eğitmek için kodlamada kullanılan küme büyüklüğü (batch size) tek seferde modeli eğitmek için kullanılacak örnek sayısını belirtir. Bütün veri kümesinin modelden bir kere geçmesi ise bir devir veya tur (epoch) olarak adlandırılmaktadır.

Veri setinde bulunan görüntülerin orijinal boyutları 256x256 pikseldir. Ancak ResNet-50/101/152 önceden eğitilmiş olan modeller için 224x224 boyutlarında yeniden ölçeklendirilmiştir, çünkü ResNet 224x224x3 boyutlarında resimleri girdi olarak kabul etmektedir (Tablo II). Veri setindeki toplam 4188 görüntüden, eğitim seti için % 80 (3351 görüntü), doğrulama seti için % 20 (837 görüntü) kullanılmıştır.

Çalışılan eğitim seti için 3351 örneklemlik bir veri kümesinde, küme büyüklüğü 16 yapıldığından her bir devirde yapay sinir ağı 210 kere güncellenmiştir. Uygulanan modelin geliştirilmesi için hiper parametrik (hyperparameter tuning) uygulamalar denenerek en optimum katsayılar/ağırlıklar bulunmaya çalışılmıştır. Kodlamada kullanılan ResNet50, ResNet101 ve ResNet152 ile farklı iterasyonlar yapılarak en başarılı sonucun eğitim parametre ve değerleri Tablo II'de gösterilmiştir.

Tablo II. Kodlamada kullanılan ResNet eğitim parametre ve değerleri

| **Parametre** | **Değer** |
|---|---|
| Görüntü boyutu (Image size) | 224, 224 |
| Küme büyüklüğü (Batch size) | 16 |
| Devir / Tur (Epoch) | 50 |
| Sınıflandırma (Classes) | 4 |

## 3. Bulgular

Çalışmada kullanılan veri seti eğitim ve doğrulama seti olarak ikiye bölünmüştür. ResNet modellerinde toplam da 4188 görüntüden eğitim seti için 3351 görüntü, doğrulama seti için 837 görüntü kullanılmıştır. Bu çalışmada kullanılan ResNet-50/101/152 modelleri kendi aralarında kıyaslamaları yapılmıştır ve çıkan bulgular Tablo III'te verilmiştir. Model olarak ResNet50'nin başarısı %85.30 iken, ResNet101 modelinde aynı parametre ve değerlerdeki başarısı %94.56'ya kadar yükselmiştir, ResNet152 modelinde ise % 94.14'e eşit olduğu Tablo III'de görülmektedir.

Tablo III. ResNet Modellerinin Test Sonuçları

| **Model** | **Devir/Epoch** | **Eğitim seti, %80** | **Test seti, %20** | **Test Başarısı** |
|---|---|---|---|---|
| ResNet50 | 50 | 3351 Görüntü | 837 Görüntü | % 85.30 |
| ResNet101 | 50 | 3351 Görüntü | 837 Görüntü | % 94.56 |
| ResNet152 | 50 | 3351 Görüntü | 837 Görüntü | % 94.14 |

Karşılaştırma sonucu en yüksek başarı elde eden yöntem ile literatürde aynı veri seti ile yapılan çalışmaların [6],[7] hangi modelleri kullandıkları ve yöntemlerin başarı performansları bakımından

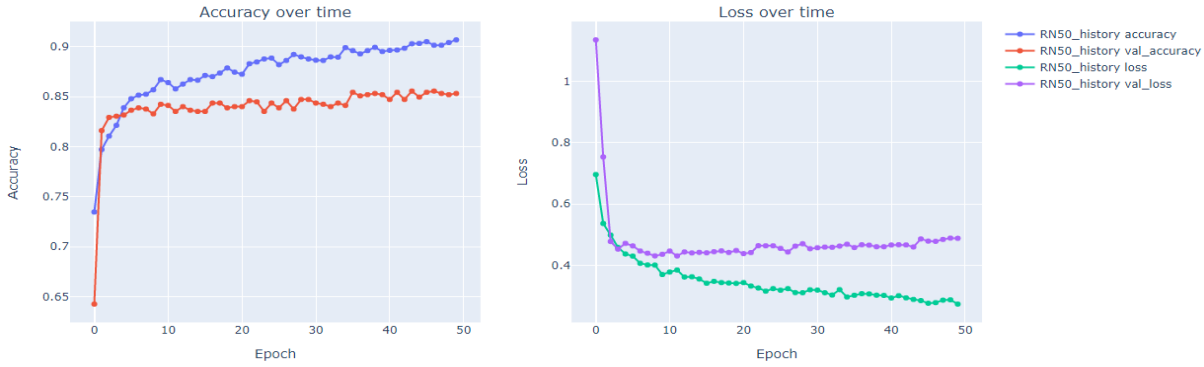
karşılaştırılması Tablo IV'te verilmiştir. Tablo IV incelendiğinde bu çalışmada kullanılan ResNet101 modeli %94.56 başarı ile mevcut tüm modellerden daha fazla başarı elde ettiği görülmüştür.

Tablo IV. ResNet101 modelinin diğer modellerle karşılaştırılması

| **Referans** | **Model** | **Başarı (%)** |
|---|---|---|
| [6] | EfficientNetB5 | 92.12 |
| [6] | CNN | 89.88 |
| [7] | VGG ile Xgboost | 94.22 |
| [7] | VGG ile RF | 91.02 |
| [7] | VGG19 | 88.42 |
| Önerilen | ResNet101 | 94.56 |

Çalışmada Python programlama dili kullanılmıştır. Ortam olarak yüksek işlem gücünden dolayı Google Collaboratory "Colab" ta Grafik İşleme Ünitesi (Graphics Processing Unit | GPU) ile çalışılmıştır. Keras ve Tensorflow kütüphaneleri kullanılarak derin öğrenme modellerinden ResNet ile uygulama geliştirilmiştir. Colab'ta, çalışma türü olarak donanım hızlandırıcı GPU (NVIDIA, Tesla K80 - 4992 çekirdek) işlemcisi ile çalışılmıştır. ResNet modellerinden ResNet50, ResNet101 ve ResNet152 farklı iterasyonlar çalışılarak karşılaştırmaları yapılmıştır.

Şekil 4'te, ResNet50 ait zamanla devir sayısına göre eğitim başarımları (accuracy) ve kayıpları (loss) gösterilmektedir. Grafikte mavi ile belirlenen eğri ResNet50 modelinin başarımını kırmızı renk ile gösterilen eğri ise test başarımını (validation accuracy) göstermektedir. Şekil 4'te test ve eğitim başarımları devir sayısı arttıkça başarımın %100'e yaklaştığını veya 1'e yaklaştığı görülmektedir dolayısıyla eğitimin başarılı sonuç verdiğini kanıtlamaktadır. Şekil 4'te sağ tarafta kalan grafik ise yeşil ile belirtilen eğri eğitim kayıplarını (training loss), mor ile gösterilen eğri de test kayıplarını (validation loss) göstermektedir. Şekil 4'te devir sayısının artışı test ve eğitim eğrinin kayıpları 0 değerine yaklaştığı görülmektedir ve bu nedenle eğitimin başarılı olduğu anlamı çıkmaktadır.




Şekil 4. ResNet50 modelinin eğitim başarımları ve kayıpları için grafiksel gösterimi.

Şekil 5'te, ResNet101 ait zamanla devir sayısına göre eğitim başarımları ve kayıpları gösterilmektedir. Grafikte görülen mavi eğri ResNet101 modelinin başarımını kırmızı eğri test başarımını göstermektedir. Şeklin sağında bulunan grafikte yeşil eğri eğitim kayıplarını, mor eğri test kayıplarını göstermektedir.

Şekil 5. ResNet101 modelinin eğitim başarımları ve kayıpları grafiksel gösterimi.

Şekil 6'da, ResNet152 ait zamanla devir sayısına göre eğitim başarımları ve kayıpları gösterilmektedir. Grafikte mavi renkli eğri ResNet152 modelinin başarımını, kırmızı renk eğri ise test başarımını göstermektedir. Şeklin sağındaki grafikte ise yeşil renkli eğri eğitim kayıplarını, mor renkli eğri de test kayıplarını göstermektedir.

Şekil 6. ResNet152 modelinin eğitim başarımları ve kayıpları için grafiksel gösterimi.

## 4. Sonuç

Kırsal alanlarda bile hızla artan endüstriyel çalışmalar, köyden göç, kuraklık ve benzeri iklimsel doğa olaylarından dolayı verimli toprakların kullanım alanı zamanla büyük ölçüde azalmaktadır. Azalan tarımsal toprak alanını en az kayıp ve en fazla verimle kullanmak gerekliliği doğmuştur. Verimin artırılması kaynakların doğru kullanımı ve çeşitli bitkisel hastalıkları iyileştirmek ile mümkündür.

Bu çalışmada, mısır yaprağı görüntüsünden mısırın pası, gri yaprak lekesi, yaprak yanıklığı ve normal olmak üzere dört sınıfın yapay zeka tabanlı sınıflandırması için derin öğrenme modellerinden Artık Değerler (Residual Network | ResNet) modeli ile çözüme gidilmiştir. ResNet modellerinden Resnet 50, ResNet 101 ve Resnet 152 üç ayrı model ile Kaggle platformundan indirilen veri seti üzerinde toplamda 4188 görüntünün Google Collaboratory "Colab" ortamında, donanım hızlandırıcı GPU (Tesla K80) işlemci türüyle çalışılmıştır.

Çalışma sonunda mısır yapraklarında görülen hastalıkların tespiti için Tablo III'te belirtildiği üzere üç modelin kıyaslamaları yapılmıştır. Kıyaslamada ResNet50 modelinin başarısı %85.30 iken, ResNet101 modelinde bu oran %94.56'ya kadar yükselmiştir, ResNet152 modelinde ise %94.14 kadar başarı elde edilmiştir. Bu üç model arasında test başarı oranı ölçütünde en iyi sonuç veren model

ResNet101 ile %94.56'ya kadar başarılı olduğu görülmüştür. ResNet-50/101/152 modelleri kendi aralarında kıyaslamaları yapılmıştır. En yüksek başarı elde eden yöntem ile literatürde aynı veri seti ile yapılan çalışmaların hangi modelleri kullandıkları ve yöntemlerin başarı performansları bakımından karşılaştırılması da Tablo IV'te verilmiştir. ResNet101 modelin mevcut tüm modellerden daha fazla başarı elde ettiği görülmüştür.

Son yıllarda yapay zekanın tarım alanındaki kullanımında büyük oranda artış yaşanmıştır. Bitkilerin büyüme dönemlerinde hastalıklı yaprakların kontrol edilmesi bitkinin sağlığı için kritik bir adımdır. Erken hastalık tespiti, sınıflandırılması ve hastalıklı yaprakların analizi ile olası çözümler, teknoloji tabanlı tarımın ilerlemesinde insana göre daha hassas ölçümler elde edip, zamanında ve doğru müdahaleler de çiftçinin maliyetinin düşürülmesinde etkili olacaktır.

## 5. Öneriler

Öneri olarak, ResNet modelli ya da diğer derin öğrenme metotları kullanılarak başarı oranı artırılabilir. Literatüre katkı amaçlı diğer bitkilerinde veri setleri oluşturulabilir. Ayrıca Ziha (zirai ilaçlama dronu | zirai insansız hava araçları), dron ya da uydu destekli görüntü işleme kullanılarak bitkilerdeki hastalık daha başlangıcın ilk aşamalarında tespit edilip, üreticiye mobil bir uygulama ile arazinin hastalık taşıyan bölgesinin konum bilgisi bildirilebilir. Uzman sistemlerle tarımsal ilaç kullanımı ve miktarı hesaplanması konusunda bir çalışma yapılabilir.

Bu çalışmada, mısırın tarım alanında önemli bir yeri olduğundan ve literatürde kullanılan veri seti ile farklı modeller geliştirildiğinden dolayı karşılaştırma yapmak için özellikle seçilmiştir. Bu ResNet model benzer şekilde buğday, arpa, mercimek vb. daha fazla tarım bitkilerine de uyarlanabilir.

## 6. Kaynaklar

**[1]** "How to Feed the World in 2050", FAO, https://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/expert_paper/How_to_Feed_the_World_in_2050.pdf

**[2]** "Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi Sonuçları, 2021", TÜİK, https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Adrese-Dayali-Nufus-Kayit-Sistemi-Sonuclari-2021-45500&dil=1

**[3]** Akarken N.; Taş T., "Bazı Mısır Hatlarının Yaprak Klorofil Yoğunluklarının Belirlenmesi", *IMAC 2014 Uluslararası Mezopotamya Tarım Kongresi, Diyarbakır, 2014.*

**[4]** "Mısır, Hastalık ve Zararlıları ile Mücadele", T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, https://www.tarimorman.gov.tr/GKGM/Belgeler/Uretici_Bilgi_Kosesi/Dokumanlar/misir.pdf

**[5]** "Bayer Tarım Crop Science Türkiye", https://www.cropscience.bayer.com.tr/turkiye/tarim-haberleri/misir-hastaliklari.html

**[6]** Göksu, M.; Sünnetci, K. M.; Alkan A., "Derin öğrenme ağları kullanılarak mısır yapraklarında hastalık tespiti.", *Computer Science, 5th International Artificial Intelligence and Data Processing symposium,* 208-216, 2021. https://doi: 10.53070/bbd.989305

**[7]** Hassan S. M.; Jasinski, M.; Leonowicz, Z.; Jasinska, E.; Maji, A. K., Plant Disease Identification Using Shallow Convolutional Neural Network., Agronomy, 11 (12), 2388-2021, https://doi:10.3390/agronomy11122388

**[8]** Çetiner, H., Yaprak Hastalıklarının Sınıflandırılabilmesi İçin Önceden Eğitilmiş Ağ Tabanlı Derin Ağ Modeli, Adıyaman Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, Dec. 2021, 8, 15, 442-456, https://doi:10.54365/adyumbd.988049

**[9]** Aslan, M., Derin Öğrenme ile Şeftali Hastalıkların Tespiti, Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, Apr. 2021, 23, 540-546, https://doi:10.31590/ejosat.883787

**[10]** Türkoğlu, M.; Hanbay, K.; Sivrikaya, I.S.; Hanbay, D., Derin Evrişimsel Sinir Ağı Kullanılarak Kayısı Hastalıklarının Sınıflandırılması, Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 2020 Mar., 9 (1), 334-345, https://doi:10.17798/bitlisfen.562101

**[11]** Paymode, A. S. & Malode, V. B., Transfer learning for multi-crop leaf disease image classification using convolutional neural networks VGG, Artificial Intelligence in Agriculture, 2022, 6, 23-33, https://doi.org/10.1016/j.aiia.2021.12.002

**[12]** Kartikeyan, P. & Shrivastava, G., "Impact Evaluation of Deep Learning Models in the Context of Plant Disease Detection." *Proceedings of International Conference on Data Science and Applications*, 2021, pp. 527-540, https://doi: 10.1007/978-981-16-5120-5_40

**[13]** Sibiya, M. & Sumbwanyambe, M., A computational procedure for the recognition and classification of maize leaf diseases out of healthy leaves using convolutional neural networks. AgriEngineering, 2019, 1(1), 119-131, https://doi:10.3390/agriengineering1010009

**[14]** "Corn or Maize Leaf Disease Dataset | Kaggle." https://www.kaggle.com/smaranjitghose/corn-or-maize-leaf-disease-dataset (Erişildi: 10-11-2021).

**[15]** Singh, D.; Jain, N.; Jain, P.; Kayal, P.; Kumawat, S.; Batra, N., "PlantDoc: : a dataset for visual plant disease detection", *Proceedings of the 7th ACM IKDD CoDS and 25th COMAD*, 2020, doi: 10.1145/3371158.3371196.

**[16]** J, Arun Pandian; Gopal, Geetharamani "Data for: Identification of Plant Leaf Diseases Using a 9-layer Deep Convolutional Neural Network", 2019, Mendeley Data, V1, doi:10.17632/tywbtsjrjv.1

**[17]** LeCun, Y.; Bengio, Y. and Hinton, G., Deep learning. Nature, 2015, 521, 7553, 436-444, https://doi: 10.1038/nature14539

**[18]** İnik Ö.; Ülker, E., Derin Öğrenme ve Görüntü Analizinde Kullanılan Derin Öğrenme Modelleri, Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi, Dec. 2017, 6 (3), 85-104.

**[19]** Srilakshmi, A.; Madhumitha, K.; Geetha, K., MADLI: Mixture of Various Automated Deep Learning Classification for Paddy Crop Images. Artificial Intelligence and Technologies. Springer, Singapore, 2022, 395-404. doi: 10.1007/978-981-16-6448-9_40.

**[20]** Ayyüce Kızrak. "Derine Daha Derine: Evrişimli Sinir Ağları." 2018, https://ayyucekizrak.medium.com/deri%CC%87ne-daha-deri%CC%87ne-evri%C5%9Fimli-sinir-a%C4%9Flar%C4%B1-2813a2c8b2a9

**[21]** He, K.; Zhang, X.; Ren, S.; Sun, J., "Deep Residual Learning for Image Recognition." *2016 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, 2016, pp. 770-778, https://doi:10.1109/cvpr.2016.90

**[22]** "ResNet (Residual Network) Nedir?" https://medium.com/@suhedacilek/resnet-residual-network-nedir-49105e642566

**[23]** Talo, M., Meme Kanseri Histopatalojik Görüntülerinin Konvolüsyonal Sinir Ağları ile Sınıflandırılması, Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, Sep. 2019, 31 (2), 391-398, https://doi:10.35234/fumbd.517939

# MAKİNE ÖĞRENMESİ TEKNİKLERİ KULLANILARAK GÖĞÜS KANSERİ VERİLERİNİN SINIFLANDIRILMASI

***Hadice Okay* *[1], Abidin Çalışkan [2]**
[1]Batman Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Elektrik Elektronik Mühendisliği ABD, Batman-Türkiye, okayhdc2016@gmail.com
[2] Batman Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Batman-Türkiye, abidin.caliskan@batman.edu.tr
[*] Sorumlu Yazar: okayhdc2016@gmail.com

**Özet:** *Göğüs kanseri son zamanlarda oldukça fazla görünen ve erken teşhis edilememesi durumunda yaşamın yitirilmesine neden olan ciddi bir kanser çeşidi haline gelmiştir. Bu hastalığın erken teşhis ve tedavisi kişiler ve sağlık çalışanları için büyük önem arz etmektedir. Ancak hastalığı taşıma şüphesi olan bireylerden alınan tümörlerin incelenmesi ve kanserde etkisi olan parametrelerinin oldukça fazla olması teşhis etme işlemini maliyet ve zaman açısından oldukça zorlamaktadır. Bu parametrelerin sahip olduğu değerlerin analizi ve sonuçlandırılmasını hızlandırmak amacıyla çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Birçok alanda olduğu gibi sağlık alanında işlerimizi kolaylaştırmak amacıyla yapay zekâ çalışmaları yürütülmektedir. Yapay zekâ algoritması olan makine öğrenmesi ve derin öğrenme metotları kullanılarak sağlık sektöründeki maliyet ve zaman problemine çözümler üretilmektedir. Bu çalışmamızda makine öğrenmesi algoritmalarından olan k-en yakın komşuluk (KNN) algoritması kullanılarak; göğüs tümöründen alınan örneklerin kanser teşhisi parametreleri incelenerek tümörün iyi huylu veya kötü huylu olarak sınıflandırılması amaçlanmaktadır. Testin sonucunun doğruluk değeri üzerinden daha iyi sonuçlar alınabilmesi için temel bileşen analizi (TBA) ve komşuluk bileşenleri analizi (KBA) yöntemleri kullanılmıştır. Kullanılan bu yöntemler ve iyileştirmeler sonucunda nihai başarı %99 oranına ulaşmıştır.*

***Anahtar sözcükler**: Göğüs Kanseri, Makine Öğrenmesi, Sınıflandırma, K-En Yakın Komşuluk, Temel Bileşen Analizi, Komşuluk Bileşenleri Analizi.*

# CLASSIFICATION OF BREAST CANCER DATA USING MACHINE LEARNING METHODS

***Hadice Okay* *[1], Abidin Çalışkan [2]**
[1] Batman University, Graduate School of Education, Department of Electrical and Electronics Engineering, Batman-Turkey, okayhdc2016@gmail.com
[2] Batman University, Faculty of Engineering and Architecture, Department of Computer Engineering, Batman-Turkey, abidin.caliskan@batman.edu.tr
[*] Corresponding author: okayhdc2016@gmail.com

***Abstract:** Breast cancer has become a serious type of cancer that has become very common in recent years and causes loss of life if not detected early. Early diagnosis and treatment of this disease is of great importance for individuals and healthcare professionals. However, the examination of tumors taken from individuals suspected of carrying the disease and the fact that the parameters that have an effect on cancer are quite high make the diagnosis process difficult in terms of cost and time. Various*

*methods have been developed to accelerate the analysis and conclusion of the values of these parameters. As in many areas, artificial intelligence studies are carried out in order to facilitate our work in the field of health. By using machine learning and deep learning methods, which are artificial intelligence algorithms, solutions are produced to the cost and time problem in the health sector. In this study, by using the k-nearest neighbor (KNN) algorithm, which is one of the machine learning algorithms; It is aimed to classify the tumor as benign or malignant by examining the cancer diagnosis parameters of the samples taken from the breast tumor. Breast cancer, machine learning, classification principal component analysis (PCA) and neighborhood component analysis (NCA) methods were used to get better results on the accuracy of the test result. As a result of these methods and improvements, the success rate has reached 99%.*

***Keywords:*** *Breast Cancer, Machine Learning, Classification, K-Nearest Neighbor, Principal Component Analysis, Neighborhood Component Analysis.*

## 1. Giriş

Geliştirilen ve geliştirilmeye devam etmekte olan teknoloji; günlük hayatımızın en önemli yardımcısı olmaktadır. İnsan hayatının kolaylığı ve rahatlığı düşüncesiyle ortaya çıkan bilgisayarlar günden güne gelişmektedir. Geliştirilen bilgisayarlar insan hayatına özellikle zaman ve maliyet açısından kolaylıklar sağlamaktadır. İnsanların saatlerini veya günlerini alabilecek yoğunluktaki işler bilgisayarlar ile yazılan yazılımlarla dakikalar hatta saniyeler sürebilmektedir.

Bilgisayarlar; birçok alanda ve yönde kolaylık sağlamalarına rağmen tam olarak insanlar gibi karar verebilme yeteneğine sahip değillerdir. Yapay zekâ algoritması olan makine öğrenmesi bilgisayarların verileri analiz ederek tıpkı insanlar gibi sonuçlar ortaya koymasını hedeflemektedir[1]. Bu hedef doğrultusunda veriler sınıflandırma, kümeleme gibi yöntemlerle ayrıştırılır ve veriler hakkında genel bir sonuç çıkarılmasını veya tahminler yapılmasını sağlar. Yapılan tahminler ve ortaya çıkarılan sonuçlar o alanda yürütülen çalışmaları maliyet ve zaman açısından oldukça hızlandırır.

Sağlık sektöründe hızlı ve güvenli şekilde teşhis ve tedavinin gerçekleştirilmesi insan hayatı için ciddi önem taşımaktadır. Makina öğrenmesi; genel olarak büyük verilerden tahmin yapılmasının zor ve uzun süreç isteyen bir alan olan sağlık alanında da oldukça sık kullanılmaktadır [2]. Kullanılan makine öğrenmesi algoritmaları ve yöntemleriyle hastalığın erken teşhisine olanak sağlanmaktadır. Yapılan bu tahminler, hastalık teşhisini kolaylaştırmakla beraber hastalığın seyrine göre oluşabilecek risk faktörlerinin önüne geçer.

Göğüs kanseri; teşhis ve tedavisi zorlu süreçlerden oluşan kanser çeşididir. Genel olarak 40-49 yaş grubunda ve kadınlarda sık rastlanan göğüs kanseri; birçok parametreye bağlı olarak iyi huylu veya kötü huylu şekline sınıflandırılarak teşhis edilmektedir [3]. Sık rastlandığı gibi vücudun diğer bölgelerinde farklı komplikasyonlar geliştirme durumu da görülmektedir. Ayrıca parametrelerin fazla olması sağlık çalışanlarının bu hastalığı teşhis etmesini zorlaştırmaktadır. Mevcut bölgenin dışında anormal olarak meydana gelen oluşumlar hastalığın seyrini kötü etkilemekle kalmayıp oluşan risk faktörlerinin ortadan kaldırılmasını da oldukça zorlaştırır.

Göğüs kanseri, diğer kanser hastalığı taşıyıcılarına kıyasla akciğer kanseri hastalığından hemen sonra ikinci sırada sık görülen kanser çeşididir. [4]. Geç teşhis edilmesi durumunda kişinin hayatının son bulmasına neden olan bu hastalık için makina öğrenmesi yöntemleri geliştirilmiştir. Hastalığın baş gösterdiği bölgenin dış görüntüsü de hastalığın ne durumda olduğunun açık bir göstergesidir [5]. Göğüs dokusunda yüzeysel olarak yayılış gösteren ve kötü huylu olarak bilinen kanser türünün tedavisi aşamalı olarak ve zaman kaybetmeden belirlenmelidir. Göğüsteki kitlenin kapsadığı alanın yani sınırının belirgin olmaması ve göğüs dokusunun pürüzlü olması göğüs kanserinin kötü huylu kanser sınıfında; belirlenen alanın sınırlarının belirgin olması ve dokunun pürüzsüz olması ise göğüs kanserinin iyi huylu sınıfında yer alması anlamına gelmektedir [6].

Her geçen gün göğüs kanseri oranı ve yeni vaka tespiti artmaktadır [7]. Bu artış sağlık sektöründe yaygınlaşarak kullanılan makine öğrenmesi yöntemlerinin de artmasını ve geliştirilerek daha iyi sonuçlar alınması yönünde ilerlemesini sağlamaktadır [8].

## 2. Yöntemler

Kanser hücreleri; kontrolsüz bir şekilde bölünen hücrelerin oluşturduğu kitlelerdir. Bu kitleler iyi huylu kanser hücresi (benign) ve kötü huylu kanser hücresi (malignant) olarak sınıflandırılır. Bu çalışmada, Wisconsin Üniversitesi hastanesinde toplanan 569 veriden oluşan veri seti kullanılmıştır [9].Verilerin %80 algoritmamızda kullandığımız yöntemi eğitmek için; %20'si ise algoritmanın öğrenmesini değerlendirmek için kullanılmıştır. Verisetindeki veriler sırasıyla değil; rastgele bölünerek önce KNN algoritması ile test edilmiştir. Testin sonucunun doğruluk değerini üzerinden daha iyi sonuçlar alınabilmesi için TBA ve KBA yöntemleri kullanılmıştır. Kullanılan bu yöntemler ve iyileştirmeler sonucunda başarı %99 oranına ulaşmıştır.

### 2.1. Veri Seti

Çalışmada veri seti 569 adet örnek veri içermektedir. Örnekler 30 adet kanser hücresi tanımlayıcı parametrelerinden oluşmaktadır. 30 adet özellik, göğüste görülen kitlenin farklı teknolojiler kullanılarak numerik değerlere dönüştürülmesi ile elde edilen değerlerdir. 30 özelliğin karşılık geldiği değerler hücre çekirdeği ve ona bağlı olabilecek parametrelerdir. Kitleden alınan örneğin iyi huylu mu kötü huylu mu olduğunu belirten B (benign) ve M (malignant) etiketler yer almaktadır. 569 verinin sınıflandırılması sonucu 357 adet hücre iyi huylu, 212 adet hücre kötü huylu şeklindedir.

### 2.2. K En Yakın Komşu Algoritması

KNN algoritması genel olarak sınıflandırma ve kümeleme işlemlerinde problemin basite indirgenerek çözülmesini sağlar. Uygulanması kolay olan bu algoritma; veri setine daha sonar eklenmek üzere alınan verinin hangi sınıfta veya kümede yer alacağını bulmamıza yardımcı olur [10]. KNN algoritmasının diğer makina öğrenme algoritmalarına kıyasla basit ve kolay uygulanabilirliğinin güçlü olduğu yönleri gibi zayıf yönleri de bulunmaktadır. KNN algoritması veriler üzerinden işlem yaparken bütün verileri hafızasında tutarak çalıştığından ötürü geniş kapasiteli depolama gereksinimi duyar [11].

### 2.3. Temel Bileşenler Analizi

TBA yönteminin amacı, veri setindeki parametrelerin çeşitliliği ve sayısı üzerinden en doğru tahmin yapacak veri boyutunu bulmaktır [12]. Böylelikle veri setinin çeşitliliğini daha küçük boyutlarda

tanımlamamıza ve daha hızlı sonuçlar almamıza olanak sağlar. Boyu küçültme işlemini yapılırken sonuçlar üzerinde en az etkisi bulunan veya ciddi önem taşımayan çeşitteki verileri kullanır. Temel amacı; daha küçük boyuttaki veriyle daha hızlı ve güvenilir sonuçlar almaktır [13].

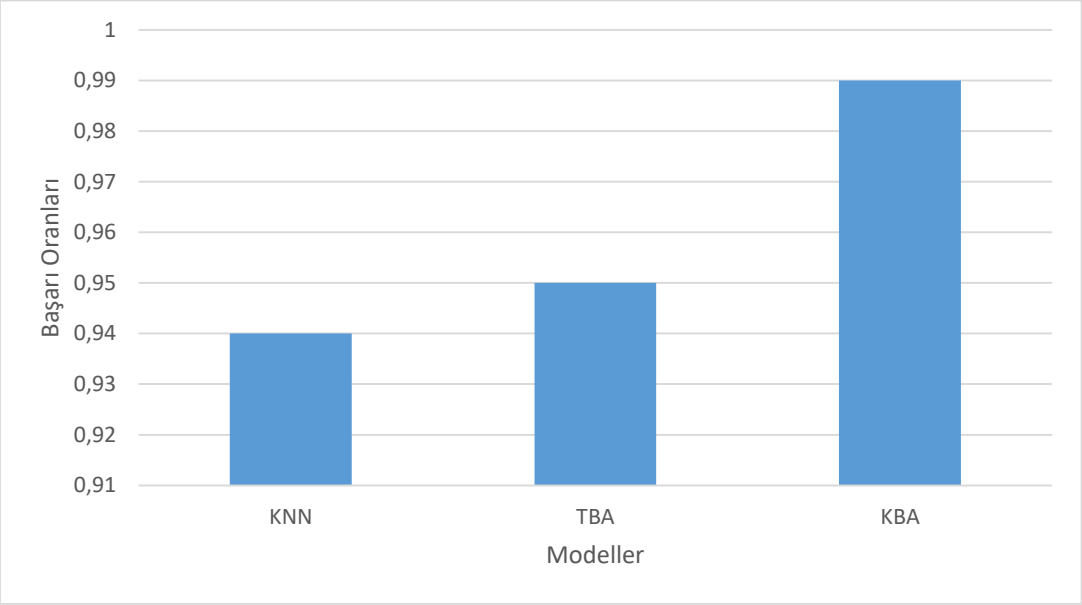
### 2.4. Komşuluk Bileşenleri Analizi

KBA yöntemi özelliklerin belirlenmesinde, sınıflandırma ve kümelemede yaygın olarak kullanılan yöntemdir. Diğer algoritmalara kıyasla en üst düzeyde doğruluk değeri veren bu yöntem, veri setindeki test verilerin doğrusal dönüşümünü kullanarak zamanı optimize etmeyi amaçlar.

## 3. Bulgular

Wisconsin Üniversitesi hastanesinde makine öğrenmesi algoritmaları kullanılarak doğru sınıflandırma tekniği araştırılarak bu teknikler üzerinde iyileştirmeler ve değer değişiklikleri ile sonuçlar gözlemlenmiştir. Algoritmaların uygulanması için eğitim verileri yüklenerek yöntemin ilk sonuç değeri elde edilmiştir. Elde edilen değerler en iyi tahmin değerine ulaştırılmak istendiğinden gerekli değişkenler üzerinde değişiklikler yapılarak test edilmiştir.

Göğüs kanseri paremetre ve numerik değerlerini içeren veri seti, toplam 569 adet verinin %20'sini oluşturan 114 veri ile KNN, TBA ve KBA modelleri ile ayrı ayrı sınıflandırılmıştır. Her bir model için sınıflandırma işleminin doğru tahmin etme değerleri belirlenmiş ve Şekil 1'de görselleştirilmiştir.




Şekil 1. Makine öğrenmesi modellerinin başarı oranları

## 4. Sonuç

Bilgisayarların hızlı işlem yapabilme kabiliyetlerinin insan hayatına daha yakından fayda sağlanması amacıyla makine öğrenmesi algoritmaları geliştirilmiştir. Geliştirilen algoritmalar ile insanlar için uzun zaman ve maliyet gerektiren işler oldukça kısa zaman diliminde düşük maliyetlerle gerçekleştirilmiştir. Hayatımızı her alanda kolay ve güvenli sonuçlara götürmeyi hedefleyen makine öğrenmesi algoritmaları sağlık sektöründe de oldukça ilerlemiştir ve ilerlemektedir. Kanser hastalığı gibi sık rastlanan ve erken teşhis edilmesi zaman ve maliyet alan bu hastalığın teşhisinde yine makine

öğrenmesi algoritmaları geliştirilerek kolaylıklar sağlanmıştır. Göğüs kanseri teşhisinde oldukça fazla etkeni olan parametrelerin ve görsellerin incelenmesi ve teşhis için tahminlerde bulunmasıyla sağlık çalışanları ve hastalar için oldukça önem taşımaktadır.

Bu çalışmada; göğüs kanseri bulgularını içeren örneklerden oluşan veri seti, üç farklı makine öğrenmesi modeli kullanılarak sınıflandırılmıştır. Sınıflandırma modellerinin başarı oranları karşılaştırıldığında kanser hücresinin iyi huylu veya kötü huylu olup/olmadığının tahmin edilme oranları sırası ile KBA %99, TBA %95 ve KNN modelinde %94 olduğu görülmüştür.

## 5.Kaynaklar

**[1]** Kolay, N., Erdoğmuş, P., The classification of breast cancer with Machine Learning Techniques. In Electric Electronics, Computer Science, Biomedical Engineerings' Meeting (EBBT), 1-4, 2016.

**[2]** Cruz, J. A., Wishart, D. S., Applications of machine learning in cancer prediction and prognosis, Cancer informatics, 2, 2006.

**[3]** Jemal, A., Siegel, R., Xu, J., Ward, E., Cancer statistics 2010, CA: a cancer journal for clinicians, 60(5), 277-300, 2010.

**[4]** Bray, F., Ferlay, J., Soerjomataram, I., Siegel, R. L., Torre, L. A., & Jemal, A., Global cancer statistics 2018: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries, CA: a cancer journal for clinicians, 68(6), 394- 424, 2018.

**[5]** Tapak, L., Shirmohammadi-Khorram, N., Amini, P., Alafchi, B., Hamidi, O., & Poorolajal, J., Prediction of survival and metastasis in breast cancer patients using machine learning classifiers, Clinical Epidemiology and Global Health, 2018.

**[6]** Papageorgiou, E. I., Jayashree Subramanian, Karmegam, A., & Papandrianos, N., A risk management model for familial breast cancer: A new application using Fuzzy Cognitive Map method, Computer Methods and Programs in Biomedicine, 122(2), 123– 135, 2015.

**[7]** Jemal, A., Bray, F., Center, M. M., Ferlay, J., Ward, E., Forman, D., Global cancer statistics, CA: a cancer journal for clinicians, 61(2), 69-90, 2011.

**[8]** Kourou, K., Exarchos, T. P., Exarchos, K. P., Karamouzis, M. V., Fotiadis, D. I., Machine learning applications in cancer prognosis and prediction, Computational and structural biotechnology journal, 13, 8-17, 2015.

**[9]** W.N. Street, W.H. Wolberg and O.L. Mangasarian. Nuclear feature extraction for breast tumor diagnosis. IS&T/SPIE 1993 International Symposium on Electronic Imaging: Science and Technology, volume 1905, pages 861-870, San Jose, CA, 1993.

**[10]** Khorshid, S. F., and Abdulazeez, A. M., Breast cancer diagnosis based on k-nearest neighbors: a review. PalArch's Journal of Archaeology of Egypt/Egyptology, 18(4), 1927-1951, 2021.

**[11]** Assegie, T. A., An optimized K-Nearest Neighbor based breast cancer detection. Journal of Robotics and Control (JRC), 2(3), 115-118, 2021.

**[12]** Saruchi, S., and Singh, S., Data Mining Techniques for Breast Cancer Detection: A Survey. In 2021 10th IEEE International Conference on Communication Systems and Network Technologies (CSNT), 153-158, 2021.

**[13]** Hakim, A., and Awale, R. N., Predictive analysis of breast cancer using infrared images with machine learning algorithms. In Analysis of Medical modalities for improved diagnosis in modern healthcare, 133-159, 2021.

# SİBER GÜVENLİK ALANINDA YAYINLANMIŞ LİSANSÜSTÜ TEZ ÇALIŞMALARININ BİBLİYOMETRİK ANALİZİ

***Deniz Tanır *[1], Sahib Ramazanov [2]***
[1]Kafkas Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü, Kars-Türkiye, tanirdeniz35@gmail.com
[2] Karabük Üniversitesi, İşletme Fakültesi, İşletme Bölümü, Karabük-Türkiye, sahibramazanli@gmail.com
[*] Sorumlu Yazar: tanirdeniz35@gmail.com

***Özet:*** *20. yüzyıldan itibaren başlayan ve günümüzde de devam eden teknolojik gelişmeler giderek artan dijital veriler ile birlikte bu verilerin saklanması ve güvenliğinin sağlanması sorununu da beraberinde getirmiştir. Bu durumda da siber güvenlik kavramı hayatımıza girmiştir. Ülkemizde de gerek işletmeler gerekse akademisyenler siber güvenlik alanındaki çalışmalarını hızla sürdürmektedirler. Bu çalışmada, siber güvenlik konusunda Yök Ulusal Tez Merkezi'nde (Yöktez) yayınlanmış 91 tane lisansüstü tez çalışmasının bibliyometrik analizi yapılmıştır. Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde siber güvenlik konusunda lisansüstü tezlerin bibliyometrik analizi ile ilgili daha önce herhangi bir çalışmanın yapılmadığı görülmüştür. Burada 2012-2021 yılları arasında yayınlanmış tezlerin türü, yılı, üniversitesi, enstitüsü, ana bilim dalı, konusu, anahtar sözcükleri, dili gibi değişkenleri ele alınmıştır. Bibliyometrik analizler, yazarların herhangi bir çalışma alanı ile ilgili yapılan çalışmaların geleneksel yöntemler ile oldukça zor elde edebileceği anlamlı bilgileri elde etmesine ve disiplinler arasındaki iletişimi daha iyi anlayabilmesi hususunda oldukça yarar sağlamaktadır. Bu çalışmada da siber güvenlik alanındaki çalışmaların farklı disiplinlerde nasıl ele alındığı konusuna ışık tutulmaya çalışılmıştır. Sonuç olarak 2012-2021 yılları arasında yayınlanmış 91 tez çalışmasından elde edilen sonuçlara göre tezler 52 farklı üniversitede, 18 farklı konuda, 35 farklı ana bilim dalında, 11 farklı enstitüde, 222 farklı anahtar kelime kullanılarak yapılmıştır. Elde edilen bulguların kendi içindeki dağılımları çalışmada tablo ve şekillerle ayrıntılı şekilde analiz edilmiştir.*

***Anahtar sözcükler****: Bibliyometri, Siber Güvenlik, Tez İncelemesi*

# BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF MASTER AND PH.D. THESIS STUDIES PUBLISHED IN THE FIELD OF CYBER SECURITY

***Deniz Tanır *[1], Sahib Ramazanov [2]***
[1]Kafkas University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Management Information Systems, Kars-Turkey, tanirdeniz35@gmail.com
[2]Karabuk University, Faculty of Management, Department of Management, Karabük-Turkey, sahibramazanli@gmail.com
[*] Corresponding author: tanirdeniz35@gmail.com

***Abstract:*** *Technological developments, which started in the 20th century and continue today, have brought along the problem of storing and securing data because of increasing digital data. In this case, the concept of cyber security has entered our lives. In our country, both businesses and academics are rapidly continuing their studies in the field of cyber security. In this study, bibliometric analysis of 91*

*master and Ph.D. thesis Studies published in Yok National Thesis Center (Yoktez) on cyber security has used. When the studies in the literature are investigated, it has been seen that there has been no previous study on the bibliometric analysis of Master and Ph.D. Thesis on cyber security. As a result we have investigated variables such as the type, year, university, institute, department, subject, keywords, language of the thesis studies published between 2012-2021. Bibliometric analyzes are very useful for the authors to obtain meaningful information that the studies on any field of study can hardly obtain with traditional methods and to better understand the communication between disciplines. In this study, it has been tried to shed light on how the studies in the field of cyber security are handled in different disciplines. As a result, according to the results obtained from 91 thesis studies published between 2012-2021, theses were made in 52 different universities, 18 different subjects, 35 different departments, 11 different institutes, using 222 different keywords. The distribution of the findings within themselves was analyzed in detail with tables and figures in the study.*

***Keywords:*** *Bibliometrics, Cyber Security, Thesis Review*

## 1. Giriş

Teknolojik gelişmeler ile birlikte giderek dijitalleşen dünyada siber güvenlik konusu işletmeler ve kurumlar için büyük önem arz etmektedir. Siber saldırılar, ana bilgisayarda bulunan önemli bilgileri ve hizmetleri bozmayı, sistemlerin işleyişini aksatmayı, durdurmayı veya yok etmeyi hedefleyen kötü niyetli faaliyetlerdir. Bu amaçla saldırganlar çeşitli alanlarda çeşitli yöntemlerle saldırı faaliyetlerinde bulunmaktadır. Saldırıların doğru analiz edilmesi, türlerinin belirlenmesi ve gerekli önlemlerin alınabilmesi için önem arz etmektedir.

Saldırı türlerine bakıldığında zamana bağlı olarak değişimler gözlenmektedir. Örneğin geçmişte parola tahmin etme, şirket içinde kağıt üzerinde yazılan notlardan parola arama gibi basit yöntemler kullanılırken, günümüzde çapraz site betikleme (cross site scripting), oto koordineli (auto coordinated), dağıtık (distributed) ve sahnelenmiş (staged) gibi karmaşık saldırılar kullanılmaktadır [1-2].

Bu alandaki yapılan çalışmalar incelendiğinde Makawana ve Jhaveri siber güvenlik için makine öğrenmesi konusunda son araştırmaların bibliyometrik analizini yapmıştır [3]. Makaleleri uygulama yöntemi, makale türü, yazarlar ve makale verimliliği kriterlerine göre incelemiştir.

Jalali ve ark. sağlık hizmetleri ve siber güvenlik konusunda literatürdeki yayınların bibliyometrik analizini yapmıştır [4]. Çalışmada 472 İngilizce dergi makalesi incelenmiştir. İnceleme sonucunda makalelerin çoğunun teknolojiye odaklandığını ortaya konulmuştur. Teknoloji odaklı makaleler tüm kümelerin yarısından fazlasını oluştururken, yönetim makaleleri tüm kümelerin yalnızca %32'sini oluşturmuştur. Sonuç olarak çalışmada teknolojik olmayan değişkenlerin (insan temelli ve örgütsel bakış açıları, strateji ve yönetim) yeterince çalışılmadığı vurgulanmıştır. Ayrıca yazılım geliştirme güvenliği, iş sürekliliği ve felaket kurtarma planlaması incelenen makalelerin %3'ünü oluşturmuştur. Ayrıca fiziksel güvenlik ile ilgili yayınların literatürün sadece %1'ini oluşturduğunu ve bu alandaki araştırmaların az olduğunu göstermiştir.

Nakhodchi ve Dehghantanha siber güvenlikte derin öğrenme konusunda bibliyometrik analiz yapmıştır [5]. Çalışmada analiz için siber güvenlik ve derin öğrenme konulu 2010-2018 arasındaki sempozyum, makale ve derleme yayınları incelenmiştir. Analiz yöntemi olarak de bahsedilen bibliyometrik yöntemlerden faydalanılmıştır [6]. Burada bahsedilen yöntemler gıda kimyasında araştırma eğilimlerinin bibliyometrik incelemesi çalışmasında, ergoterapi dergilerinde etki faktörü, özfaktör, scopus SNIP ve SCImago gibi göstergelerin bibliyometerik analizi çalışmasında, tesis yerleşimi probleminde bibliyometrik ve kıyaslama analizi çalışmasında ve yenilenebilir enerjiler konusunda finansman ve uluslararası işbirliğinde dünya çapındaki eğilimler çalışmalarında kullanılmıştır [7-10].

Bibliyometri, "bilim ve teknolojinin ölçülmesinin" bir yoludur [11]. Bu da enstitü, yazarlar, araştırma alanları ve ülkelerin alandaki yayınlarının incelenmesi ve sıralanması anlamına gelir. Bu çalışmada 2012-2021 yılları arasında yazılmış siber güvenlik alanındaki 91 lisansüstü tezin türü, yılı, üniversitesi, enstitüsü, ana bilim dalı, konusu, anahtar sözcükleri, dili gibi değişkenlerine göre bibliyometrik analizi yapılmış ve farklı disiplinlerde konuların hangi anahtar kelimeler ile ele alındığı incelenmiştir.

## 2. Yöntem

Bu çalışmada YÖKTEZ'de yer alan 'siber güvenlik' konusunda yazılmış lisansüstü tez çalışmaların "Tez Adı, Türü, Yayınlanma Yılı, Üniversite, Enstitü, Anabilimdalı, Konu, Anahtar Kelimeler, Dil, Sayfa Sayısı" özelliklerine göre nitel araştırma tekniklerinden bibliyometri yöntemi ile analizi yapılmıştır [12]. Elde edilen sonuçların görselleştirilmesinde Vosviewer yazılımından yararlanılmıştır [13].

## 3. Bulgular

### 3.1. Genel Bulgular

2012-2021 yılları arasında YÖKTEZ' de yayımlanan 91 tane lisansüstü tez çalışmasının genel bulguları Tablo I'de gösterilmektedir.

Tablo I. Genel Bilgiler

| | |
|---|---|
| **Tez Sayısı** | 91 |
| **Üniversite Sayısı** | 52 |
| **Birbirinden Farklı Konu Sayısı** | 18 |
| **Farklı Ana Bilim Dalı Sayısı** | 45 |
| **Farklı Enstitü Sayısı** | 11 |
| **Birbirinden Farklı Anahtar Kelime Sayısı** | 222 |

### 3.2. Türüne Göre Tezlerin Dağılımı

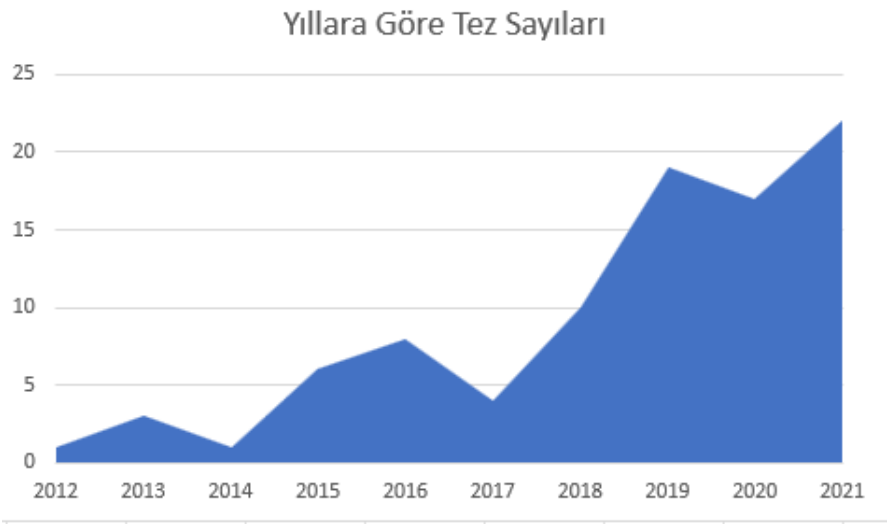
YÖKTEZ' de siber güvenlik alanında yayımlanan lisansüstü tez çalışmalarının türlerine göre dağılımı Tablo II'de gösterilmektedir. Elde edilen sonuçlara göre 12 tane doktora, 79 tane yüksek lisans tezi vardır.

Tablo II. Türlerine Göre Tezler

| Tez Türü | Tez Sayısı |
|---|---|
| Yüksek Lisans | 79 |
| Doktora | 12 |
| Toplam | 91 |

### 3.3. Yıllara Göre Tez Sayıları

Yıllara göre tez sayıları incelendiğinde en fazla tezin 2021 yılında 22 ve en az tezin 2012 yılında 1 olduğu görülmüştür (Şekil 1).




Şekil 1. Yıllara göre tez sayıları gösterilmektedir.

### 3.4. Üniversitelere Göre Tez Sayıları

Tezlerin yapıldığı üniversiteler incelendiğinde siber güvenlik alanında en fazla tez çalışmasının 12 tane ile Gazi Üniversitesi'nde olduğu görülmüştür(Tablo III). Tabloda olmayan üniversitelerde bu konuyla ile ilgili bugüne kadar herhangi bir tez çalışması yapılmamıştır.

Tablo III. Üniversitelere Göre Tez Sayıları

| Üniversite Adı | Tez Sayısı | Üniversite Adı | Tez Sayısı |
|---|---|---|---|
| Gazi Üniversitesi | 12 | Çukurova Üniversitesi | 1 |
| Orta Doğu Teknik Üniversitesi | 5 | Dicle Üniversitesi | 1 |
| İstanbul Bilgi Üniversitesi | 4 | Gebze Teknik Üniversitesi | 1 |
| İstanbul Teknik Üniversitesi | 4 | Hasan Kalyoncu Üniversitesi | 1 |
| Fırat Üniversitesi | 3 | İhsan Doğramacı Bilkent Üniversit | 1 |
| İstanbul Üniversitesi | 3 | İnönü Üniversitesi | 1 |
| Karadeniz Teknik Üniversitesi | 3 | İstanbul Aydın Üniversitesi | 1 |
| Marmara Üniversitesi | 3 | İstanbul Şehir Üniversitesi | 1 |
| Selçuk Üniversitesi | 3 | İstanbul Ticaret Üniversitesi | 1 |
| Anadolu Üniversitesi | 2 | İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa | 1 |
| Bahçeşehir Üniversitesi | 2 | Kocaeli Üniversitesi | 1 |
| Çankaya Üniversitesi | 2 | KTO Karatay Üniversitesi | 1 |
| Dokuz Eylül Üniversitesi | 2 | Maltepe Üniversitesi | 1 |
| Düzce Üniversitesi | 2 | Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi | 1 |
| Hacettepe Üniversitesi | 2 | Necmettin Erbakan Üniversitesi | 1 |
| Harp Akademileri Komutanlığı | 2 | Ondokuz Mayıs Üniversitesi | 1 |
| Yalova Üniversitesi | 2 | Piri Reis Üniversitesi | 1 |
| Altınbaş Üniversitesi | 1 | Sabancı Üniversitesi | 1 |
| Ankara Hacı Bayram Veli Üniversites | 1 | Sakarya Üniversitesi | 1 |
| Ankara Üniversitesi | 1 | Süleyman Demirel Üniversitesi | 1 |
| Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversi | 1 | Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi | 1 |
| Atılım Üniversitesi | 1 | Trakya Üniversitesi | 1 |
| Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi | 1 | Ufuk Üniversitesi | 1 |
| Başkent Üniversitesi | 1 | Uludağ Üniversitesi | 1 |
| Batman Üniversitesi | 1 | Yaşar Üniversitesi | 1 |
| Boğaziçi Üniversitesi | 1 | Yeditepe Üniversitesi | 1 |

### 3.5. Enstitülere Göre Tez Sayıları

Tezlerin yapıldığı enstitüler incelendiğinde siber güvenlik alanında en fazla tez çalışması yapan enstitü 36 tane ile Sosyal Bilimler Enstütüsü olduğu görülmüştür (Tablo IV).

Tablo IV. Enstitülere Göre Tez Sayıları

| **Enstitü Adı** | **Tez Sayısı** | **Enstitü Adı** | **Tez Sayısı** |
|---|---|---|---|
| Sosyal Bilimler Enstitüsü | 36 | Avrupa Birliği Enstitüsü | 2 |
| Fen Bilimleri Enstitüsü | 25 | Lisansüstü Programlar Enstitüsü | 2 |
| Bilişim Enstitüsü | 8 | Stratejik Araştırmalar Enstitüsü | 2 |
| Lisansüstü Eğitim Enstitüsü | 8 | Ekonomi ve Sosyal Bilimler Enstitüsü | 1 |
| Eğitim Bilimleri Enstitüsü | 3 | Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitü | 1 |
| Enformatik Enstitüsü | 3 | | |

### 3.6. Ana Bilim Dallarına Göre Tez Sayıları

Tezlerin yapıldığı ana bilim dalları incelendiğinde siber güvenlik alanında en fazla tez çalışması yapan ana bilim dalı Uluslararası İlişkiler Ana Bilim Dalı ve bu dalda 13 tane tez yapıldığı görülmüştür (Tablo V).

Tablo V. Ana Bilim Dallarına Göre Tez Sayıları

| **Ana Bilim Dalı Adı** | **Tez Sayısı** | **Ana Bilim Dalı Adı** | **Tez Sayısı** |
|---|---|---|---|
| Uluslararası İlişkiler Ana Bilim Dalı | 13 | Enerji Ekonomisi, Politikası ve Güvenliği Ana Bilim Dalı | 1 |
| Bilgisayar Mühendisliği Ana Bilim Dalı | 12 | Fizik Ana Bilim Dalı | 1 |
| Bilgi Güvenliği Mühendisliği Ana Bilim Dalı | 5 | Harekât Hukuku Ana Bilim Dalı | 1 |
| Bilişim Sistemleri Ana Bilim Dalı | 5 | Hukuk Ana Bilim Dalı | 1 |
| Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Ana Bilim Dalı | 4 | İstatistik Ana Bilim Dalı | 1 |
| Siyaset Bilimi ve Uluslararası İlişkiler Ana Bilim Dalı | 4 | İşletme (İngilizce) Ana Bilim Dalı | 1 |
| Adli Bilişim Ana Bilim Dalı | 3 | İşletme Bilim Dalı | 1 |
| Bilişim ve Teknoloji Hukuku Ana Bilim Dalı | 3 | Kamu Yönetimi Ana Bilim Dalı | 1 |

| Ana Bilim Dalı Adı | Tez Sayısı | Ana Bilim Dalı Adı | Tez Sayısı |
|---|---|---|---|
| Bilişim Uygulamaları Ana Bilim Dalı | 2 | Kazaların Çevresel ve Teknik Araştırması Ana Bilim Dalı | 1 |
| Deniz Ulaştırma İşletme Mühendisliği Ana Bilim Dalı | 2 | Matematik ve Bilgisayar Bilimleri Ana Bilim Dalı | 1 |
| Deniz Ulaştırma Mühendisliği Ana Bilim Dalı | 2 | Savunma Kaynakları Yönetimi Ana Bilim Dalı | 1 |
| İşletme Ana Bilim Dalı | 2 | Savunma Teknolojileri Ana Bilim Dalı | 1 |
| Toplam Kalite Yönetimi Ana Bilim Dalı | 2 | Siber Güvenlik Ana Bilim Dalı | 1 |
| Adli Bilişim Mühendisliği Ana Bilim Dalı | 1 | Siyaset Bilimi ve Kamu Yönetimi Ana Bilim Dalı | 1 |
| Akıllı Sistemler Mühendisliği Ana Bilim Dalı | 1 | Siyaset ve Sosyal Bilimler Ana Bilim Dalı | 1 |
| Amme İdaresi Ana Bilim Dalı | 1 | Sosyoloji Ana Bilim Dalı | 1 |
| Avrupa Birliği Hukuku Ana Bilim Dalı | 1 | Strateji Bilimi Ana Bilim Dalı | 1 |
| Avrupa Birliği Siyaseti ve Uluslararası İlişkiler Ana Bilim | 1 | Teknoloji ve Bilgi Yönetimi Ana Bilim Dalı | 1 |
| Bilgi Teknolojileri Ana Bilim Dalı | 1 | Uluslararası Ticaret Ana Bilim Dalı | 1 |
| Bilgisayar Bilimleri Ana Bilim Dalı | 1 | Uluslararası Ticaret ve Lojistik Ana Bilim Dalı | 1 |
| Bilim ve Teknoloji Politikası Çalışmaları Anabilm Dalı | 1 | Yazılım Mühendisliği Ana Bilim Dalı | 1 |
| Bilişim Sistemleri Mühendisliği Ana Bilim Dalı | 1 | Yönetim Bilişim Sistemleri Ana Bilim Dalı | 1 |
| Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Ana Bilim Dalı | 1 | | |

### 3.7. Konularına Göre Tez Sayıları

Tezler konularına göre incelendiğinde siber güvenlik alanında en fazla çalışılan konunun "Bilgisayar Mühendisliği Bilimleri-Bilgisayar ve Kontrol" konusu ve bu konuda 36 tane tezin olduğu görülmüştür (Tablo VI).

Tablo VI. Konularına Göre Tez Sayıları

| Konu Adı | Tez Sayısı | Konu Adı | Tez Sayısı |
|---|---|---|---|
| Bilgisayar Mühendisliği Bilimleri-Bilgisayar ve Kontrol | 36 | Denizcilik | 1 |
| Uluslararası İlişkiler | 15 | Denizcilik = Marine ; Ulaşım | 1 |
| Bilim ve Teknoloji | 10 | Enerji ; Uluslararası İlişkiler | 1 |
| İşletme | 7 | Fizik ve Fizik Mühendisliği | 1 |
| Kamu Yönetimi | 4 | Hukuk | 1 |
| Siyasal Bilimler | 4 | Hukuk = Law ; Savunma ve Savunma Teknolojileri | 1 |
| Eğitim ve Öğretim | 3 | Savunma ve Savunma Teknolojileri | 1 |
| Denizcilik = Marine ; Gemi Mühendisliği | 2 | Sosyal Hizmetler | 1 |
| Bilim ve Teknoloji, Uluslararası İlişkiler | 1 | Yönetim Bilişim Sistemleri Bilim Dalı | 1 |
| Bilgisayar Mühendisliği Bilimleri-Bilgisayar ve Kontro | 36 | Denizcilik | 1 |

### 3.8. Anahtar Kelimelerine Göre Tezlerin Dağılımı

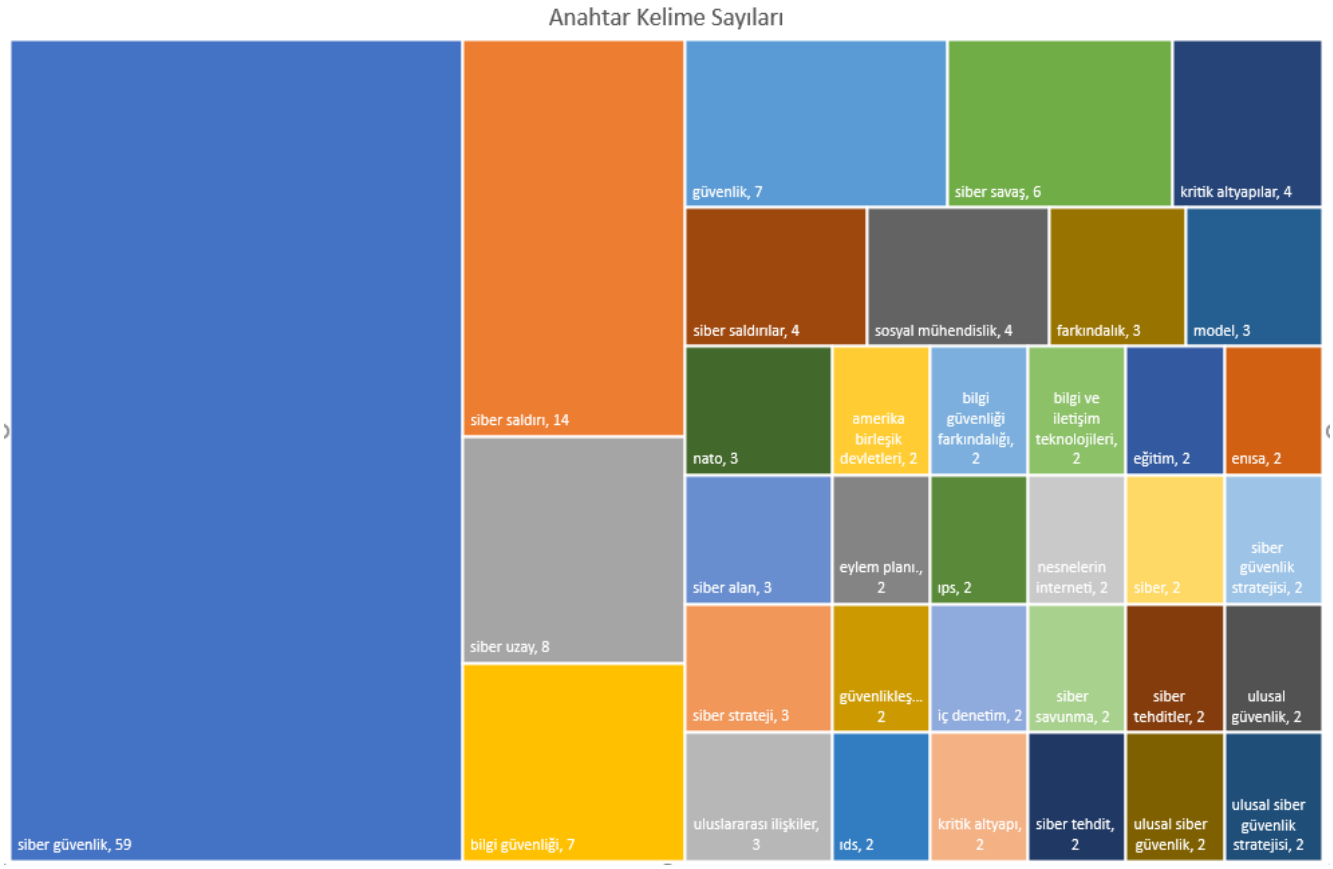
Tezler anahtar kelimelerine göre incelendiğinde siber güvenlik alanında en fazla kullanılan anahtar kelime "Siber Güvenlik" ve "Siber Saldırı" kelimeleri olmuştur. Tabloda 223 anahtar kelime içerisinden ilk 96 tanesi yer almaktadır (Tablo VII). Tüm anahtar kelimeler kullanım sıklıklarına göre Şekil 2'de ağaç diyagramında yer almaktadır.

VOSviewer program ile eş birliktelik (co-occurrance/co-word) analizi yapıldığında siber güvenlik alanında yazılmış olan tezler anahtar kelimelerin birlikte kullanım durumlarına göre kümelenmiş ve birlikte kullanılan anahtar kelimeler ağ üzerinde ayrıtlar ile birbirine bağlanmıştır. Şekil 3'de görülen renkli düğümlerin her biri bir anahtar kelimeyi temsil etmekte olup aynı renkteki düğümler aynı kümede yer almaktadır. Burada düğümlerin büyüklüğü anahtar kelimenin kullanım frekansını göstermektedir.

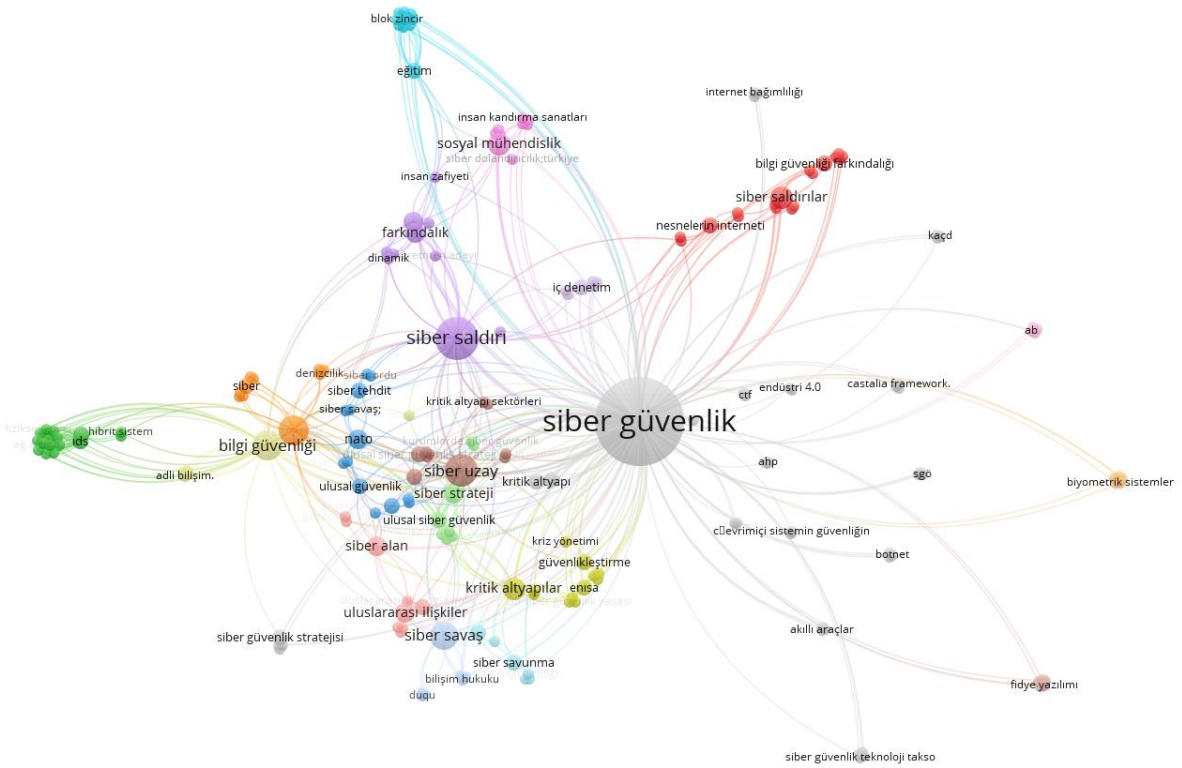
Tablo VII. Anahtar Kelimelerine Göre Tez Sayıları

| Anahtar Kelime | Tez Sayısı | Anahtar Kelime | Tez Sayısı | Anahtar Kelime | Tez Sayısı |
|---|---|---|---|---|---|
| siber güvenlik | 59 | ulusal siber güvenlik stratejisi | 2 | cyber security policies | 1 |
| siber saldırı | 14 | ıds | 2 | çevrimiçi sistemin güvenliğini sağlama | 1 |
| siber uzay | 8 | ıps | 2 | denizcilik | 1 |
| bilgi güvenliği | 7 | ab | 1 | destek vector makinesi | 1 |
| güvenlik | 7 | ab siber güvenlik yasası | 1 | dijital iç pazar | 1 |

| Anahtar Kelime | Tez Sayısı | Anahtar Kelime | Tez Sayısı | Anahtar Kelime | Tez Sayısı |
|---|---|---|---|---|---|
| siber savaş | 6 | abd | 1 | dijital vatandaşlık. | 1 |
| kritik altyapılar | 4 | ab'nin siber güvenlik politikası | 1 | dinamik | 1 |
| siber saldırılar | 4 | adli bilişim. | 1 | duqu | 1 |
| sosyal mühendislik | 4 | ahp | 1 | elektronik ödemeler | 1 |
| farkındalık | 3 | akıllı araçlar | 1 | endüstri 4.0 | 1 |
| model | 3 | akıllı doğal gaz şebeke | 1 | erosion | 1 |
| nato | 3 | akıllı şehir teknolojileri | 1 | etik hackerlar | 1 |
| siber alan | 3 | amerika birleşik devletleri. | 1 | europol | 1 |
| siber strateji | 3 | analiz ve modelleme | 1 | eylem planı | 1 |
| uluslararası ilişkiler | 3 | anlamsal konsept çıkarımı | 1 | fidye yazılımı | 1 |
| amerika birleşik devletleri | 2 | avrupa birliği | 1 | fiziksel güvenlik | 1 |
| bilgi güvenliği farkındalığı | 2 | ağ güvenliği | 1 | gizli anlaşma saldırıları: dağıtık ortamlar | 1 |
| bilgi ve iletişim teknolojileri | 2 | ağ sızma testi | 1 | graylog | 1 |
| enısa | 2 | bankacılık ve finans | 1 | gömülü sistemler | 1 |
| eylem planı. | 2 | bağlantılı veriler | 1 | görüntü işleme | 1 |
| eğitim | 2 | benzetim | 1 | güvenli nesnelerin internet | 1 |
| güvenlikleştirme | 2 | bilgi gizliliği | 1 | güvenlik anlayışı | 1 |
| iç denetim | 2 | bilgi teknolojileri | 1 | güvenlik stratejileri | 1 |
| kritik altyapı | 2 | bilgi zenginleştirme | 1 | güvenlik yaklaşımları | 1 |
| nesnelerin interneti | 2 | bilişim | 1 | güvenlikleştirme teorisi | 1 |
| siber | 2 | bilişim hukuku | 1 | hacking | 1 |
| siber güvenlik stratejisi | 2 | biyometrik sistemler | 1 | hibrit sistem | 1 |
| siber savunma | 2 | blok zincir | 1 | homomorfik şifreleme | 1 |
| siber tehdit | 2 | botnet | 1 | honeypot | 1 |
| siber tehditler | 2 | bulanık mantık | 1 | iletişim | 1 |
| ulusal güvenlik | 2 | castalia framework. | 1 | ingiltere | 1 |




Şekil 2. Anahtar kelimeler ağaç diyagramında kullanım sıklıklarına göre gösterilmektedir.




Şekil 3. Anahtar kelimelerin eş birliktelik ağı anahtatar kelimeler arasındaki ilişkiyi göstermektedir.

### 3.9. Yayın Diline Göre Tezlerin Dağılımı

Tezler yayın dillerine göre incelendiğinde 71 tez Türkçe 20 tez İngilizce olarak yayınlanmıştır (Tablo VIII).

Tablo VIII. Dillerine Göre Tezler

| Tez Dili | Tez Sayısı |
|---|---|
| Türkçe | 71 |
| İngilizce | 20 |
| Toplam | 91 |

## 4. Sonuç

Bibliyometri, yayınların ya da belgelerin yazar, konu, yayın bilgisi, atıf yapılan kaynaklar vb. özelliklerinin niceliksel analizidir. Bu çalışmada YÖKTEZ'de yer alan siber güvenlik konusundaki lisanüstü tez çalışmalarının bibliyometrik analizi yapılmıştır. Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde siber güvenlik konusunda lisansüstü tezlerin bibliyometrik analizi ile ilgili daha önce herhangi bir çalışmanın yapılmadığı görülmüştür.

Siber güvenlik alanında 2012-2021 yılları arasında yayınlanmış 91 tez çalışması üzerinde çalışılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre tezler 52 farklı üniversitede, 18 farklı konuda, 35 farklı ana bilim dalında, 11 farklı enstitüde, 222 farklı anahtar kelime kullanılarak yapılmıştır.

Türlerine göre incelendiğinde tezlerin 79'unun yüksek lisans tezi ve doktora tezlerinden daha fazla olduğu görülmüştür.

Yıllara göre incelendiğinde her yıl yayınlanan tez sayılarında ciddi artışlar olmuştur. 2012 yılında sadece 1 tez yayınlanırken 2021 yılında 21 tez yayınlanmıştır.

Üniversitelere göre incelendiğinde siber güvenlik alanında en fazla tez yapan üniversitelerin ilk 4 tanesi Gazi, Orta Doğu Teknik, İstanbul Bilgi ve İstanbul Teknik Üniversiteleridir. Siber güvenlik konusundaki lisans üstü tez çalışmaları son yıllarda oldukça önemli artış göstermiş olmasına rağmen üniversiteler arasında dengeli bir dağılım olmadığı görülmektedir. Türkiye'de bulunan 207 üniversite içerisinden 52 tanesi siber güvenlik konusunda en az bir çalışmaya sahipken üniversitelerin 3/4'ü bu konuda herhangi bir tez çalışması yapmamıştır. Bu konuda genel anlamda üniversitelerin teşvik edici olması önerilebilir.

Enstitülere göre tez sayıları incelendiğinde Sosyal Bilimler Enstitüsü 36 tane, Fen Bilimleri Enstitüsü 25 tane ile en fazla tez yapan enstitülerdir. Bu da konunun multidisipliner yapısını göstermektedir.

Ana bilim dalları incelendiğinde Uluslarası İlişkiler Ana Bilim Dalı'nda 13 tane, Bilgisayar Mühendisliği Ana Bilim Dalı'nda 12 tane tez yapılmıştır. Farklı enstitülerdeki farklı ana bilim dalları siber güvenlik konusunu farklı bakış açılarıyla yorumlamıştır. Örneğin Uluslarası İlişkiler Anabilim Dalı siber güvenlik konusunu siber savaş, siber strateji, siber saldırı, siber caydırıcılık gibi anahtar kelimeler ile işlerken Bilgisayar Mühendisliği Ana Bilim Dalı bilgi ve iletişim teknolojileri, nesnelerin interneti, akıllı araçlar gibi anahtar kelimeler ile işlemiştir.

Konular incelendiğinde en fazla çalışılan iki konu 36 tane ile "Bilgisayar Mühendisliği Bilimleri-Bilgisayar ve Kontrol" ve 15 tane ile "Uluslararası İlişkiler" konularıdır.

Anahtar kelimelere göre incelendiğinde siber güvenlik anahtar kelimesi 59 kez ile en fazla kullanılan anahtar kelimedir. Onu 14 tane siber saldırı, 8 tane siber uzay anahtar kelimeleri izlemektedir. Anahtar kelimelerin eş birliktelik ağına göre akıllı şehir teknolojileri, benzetim, bilgi güvenliği farkındalığı, gömülü sistemler, raspberry pi, nesnelerin interneti, yerel ağ gibi kelimeler birinci kümede yer almaktadır. Ağ sızma testi, fiziksel güvenlik, hacking, hibrit sistem, network güvenliği, parola atakları, pentest, sızma testi, web sızma testi, wireless sızma testi gibi kelimeler ikinci kümede yer almaktadır. Amerika Birleşik Devletleri, kolektif güvenlik, nato, neo-realizm, Rusya Federasyonu, siber ordu, siber savaş, siber tehdit, ulusal güvenlik, ulusal siber strateji, özgürlük gibi kelimeler üçüncü kümede yer almaktadır. AB siber güvenlik yasası, AB'nin siber güvenlik politikası, akıllı doğalgaz şebekesi, Avrupa Birliği, dijital iç pazar, Europol, OGSP, ENISA gibi kelimeler dördüncü kümede yer almaktadır. Dijital vatandaşlık, insan kandırma sanatları, insan manipülasyonu, online alışveriş, siber dolandırıcılık, sosyal ağlar, sosyal mühendislik gibi kelimeler beşinci kümede yer almaktadır. Bu şekilde devam edildiğinde anahtar kelimeler 32 kümeye ayrılmıştır (Şekil 3).

Bibliyometrik analizler, yazarların herhangi bir çalışma alanı ile ilgili yapılan çalışmaların geleneksel yöntemler ile oldukça zor elde edebileceği anlamlı bilgileri elde etmesine ve disiplinler arasındaki iletişimi daha iyi anlayabilmesi hususunda oldukça yarar sağlamaktadır. Bu çalışmada da siber güvenlik alanındaki çalışmaların farklı disiplinlerde nasıl ele alındığı konusuna ışık tutulmaya çalışılmıştır.

## 5. Öneriler

Bu çalışmada Siber güvenlik konusunda Türkiye'deki lisansüstü tez çalışmaları incelenmiş olup sonraki çalışmalarda ulusal ve uluslararası makale ve sempozyum yayınlarının da bibliyometrik analizi dahil edilebilir.

## 6.Kaynaklar

**[1]** Hamelink, C. H., The Ethics of Cyberspace, Sage Publications Inc., California, 2001.

**[2]** Canbek, G., Sağiroğlu, Ş. Bilgisayar Sistemlerine Yapılan Saldırılar ve Türleri: Bir İnceleme. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi. 2007, 23(1), 1-12.

**[3]** Makawana, P. R., Jhaveri, R. H. A bibliometric analysis of recent research on machine learning for cyber security, in: *Intelligent communication and computational technologies (Ed. J. Kacprzyk),* Springer, Singapore, pp. 213-226, 2018.

**[4]** Jalali, MS., Razak, S., Gordon, W., Perakslis, E., Madnick, S. Health Care and Cybersecurity: Bibliometric Analysis of the Literature. J Med Internet Res. 2019, 21(2):e12644.

**[5]** Nakhodchi, S., Dehghantanha, A. A bibliometric analysis on the application of deep learning in cybersecurity, in: *Security of Cyber-Physical Systems(Ed. A. Awad),* Springer, Cham, pp. 203-221, 2020.

**[6]** Koskinen, J. et al., How to use bibliometric methods in evaluation of scientific research? An example from Finnish schizophrenia research. Nord. J. Psychiatry. 2008, 62(2), 136–143. https://doi.org/10.1080/08039480801961667

**[7]** Brown, T., Gutman, S.A. Impact factor, eigenfactor, article influence, scopus SNIP, and SCImage journal rank of occupational therapy journals. Scand. J. Occup. Ther. 2019, 26(7), 475– 483 https://doi.org/10.1080/11038128.2018.1473489

**[8]** Kamdem, J.P. et al., Research trends in food chemistry: a bibliometric review of its 40 years anniversary (1976–2016). Food Chem. 2019, 294, 448–457 https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.05.021

**[9]** La Scalia, G., Micale, R., Enea, M. Facility layout problem: bibliometric and benchmarking analysis. Int. J. Ind. Eng. Comput. 2019, 10, 453–472 https://doi.org/10.5267/j.ijiec.2019.5.001

**[10]** Aleixandre-Tudó, J.L., Castelló-Cogollos, L., Aleixandre, J.L., Aleixandre-Benavent, R., Renewable energies: Worldwide trends in research, funding and international collaboration. Renew. Energy, 2019, 139, 268–278 https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.02.079

**[11]** Gingras, Y. What is bibliometrics?, MIT Press, Cambridge, 2016.

**[12]** Ulusal Tez Merkezi, https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/

**[13]** Van Eck, N. J., Waltman, L. Citation-based clustering of publications using CitNetExplorer and VOSviewer. Scientometrics, 2017, 111(2), 1053-1070.

# İŞLETMELER İÇİN BİLGİ VE İLETİŞİM TEKNOLOJİLERİNDE GÜVENLİK VE GİZLİLİK

***Ömer Aydın* [*1]**
[1] Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Manisa-Türkiye, omer.aydin@cbu.edu.tr
[*] Sorumlu Yazar: omer.aydin@cbu.edu.tr

***Özet:*** *Güvenlik ve gizlilik kavramı bireyler, işletmeler ve devletler için her geçen gün önemini artırmaktadır. Yeni teknolojiler ile birlikte güvenlik algıları değişmiş ve mahremiyet talebi artmıştır. Geçmişte güvenlik kavramı ile fiziki tehditler ve bu tehditlere karşı alınan önlemler eşleştirilirken günümüzde bu kavram ile sanal dünyada karşımıza çıkan tehditler ve ihlaller anlaşılır hale gelmiştir. Özellikle internetin ve nesnelerin interneti cihazları gibi bağlı cihazların yaygınlaşması, hayatın her alanına girmesi ile tüm paydaşlar için güvenlik ve mahremiyet tehditleri çeşitlenmiştir. Bu tehditlerin bilinmesi ve bunlara karşı önlemler alınması bireyler kadar işletmeler içinde çok önemlidir. İşletmelerin işlemlerini güvenli bir şekilde yaparak müşterilerinin ve şirketlerinin mahremiyetini korumaları ticari itibarları için büyük önem taşımaktadır. Güvenlik ve gizlilik de işletmeler için bir rekabet konusu olarak ortaya çıkmaktadır. Daha güvenli sistemlere sahip ve müşterilerinin gizliliğini önemseyen ve sağlayan işletmeler rakipleri karşısında avantajlı hale gelebilmektedir. Yakın geçmişte yaşanan güvenlik zafiyetleri veya çeşitli siber saldırılar ile büyük zararlar gören işletmelerin varlığı ve sonrasında yaşadıkları zarar ve ticari kayıplar bu durumu doğrulamaktadır. Bu çalışmada işletmeler için bilgi ve iletişim teknolojilerinde olası güvenlik ve mahremiyet sorunları hakkında bilgi verilecek ve şirketlere bu yönde bir yol haritası çizilecektir. Bu şekilde işletmelerin karşı karşıya oldukların tehditlerin farkına varmaları böylece güvenlik ve gizlilik için gerekli yatırımların yapılması ve önlemlerin alınması sağlanabilecektir. Aynı zamanda bir takım güvenlik ve mahremiyet sorunlarına çözüm olabilecek önerilerde bulunulacaktır.*

***Anahtar sözcükler****: İşletme, Güvenlik, Gizlilik, Bilgi Teknolojisi, İletişim Teknolojisi*

# SECURITY AND PRIVACY IN INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES FOR BUSINESS

***Ömer Aydın* [*1]**
[1]Manisa Celal Bayar University, Faculty of Engineering, Manisa-Turkey, omer.aydin@cbu.edu.tr
[*] Corresponding author: omer.aydin@cbu.edu.tr

***Abstract:*** *The concept of security and privacy is increasing its importance day by day for individuals, businesses and governments. With new technologies, security perceptions have changed and the demand for privacy has increased. In the past, the concept of security was matched with physical threats and the measures taken against these threats, but today, threats and violations in the virtual world have become*

*understandable with this concept. Security and privacy threats have diversified for all stakeholders, especially with the widespread use of the Internet and connected devices such as the Internet of Things and their penetration into all areas of life. Knowing these threats and taking precautions against them is very important for businesses as well as individuals. It is of great importance for the commercial reputation of the businesses that they protect the privacy of their customers and companies by making their transactions securely. Security and privacy are also emerging as competitive issues for businesses. Businesses that have more secure systems and care about and ensure the privacy of their customers can gain an advantage over their competitors. The existence of businesses that have suffered great damage due to security vulnerabilities or various cyber-attacks in the recent past, and the damage and commercial losses they have experienced afterwards, confirm this situation. In this study, information will be given about possible security and privacy problems in information and communication technologies for businesses and a road map will be drawn for companies in this direction. In this way, it will be possible for businesses to be aware of the threats they face, so that the necessary investments and precautions for security and privacy will be made. At the same time, suggestions will be made that can solve some security and privacy problems.*

***Keywords:*** *Business, Security, Privacy, Information Technology, Communication Technology*

## 1. Giriş

Güvenlik devletleri toplumlar, bireyler veya kurumlar için büyük önem taşımaktadır. İnsanlığın var olduğu dönemden günümüze güvenlik insan hayatında ilk sıralarda yer almıştır. Güvenlik ile birlikte gizlilik veya başka bir deyişle mahremiyetin sağlanması da insanlar için büyük önem taşımaktadır. Ulusal güvenlik kavramı ise literatürde çoğunlukla askeri bakış açısı ile tanımlanmıştır. Devletler açısından güvenlik algısı askeri tehditleri ve bu doğrultudaki alınan önlemlerde askeri caydırıcılık olarak ifade edilmiştir. Güvenlik kavramı zaman içinde farklı evrelerden geçmiş olup günümüzde teknolojinin insanların ve devletlerin temel taşı haline gelmesi ile birlikte büyük ölçüde teknoloji ile ilişkili tehditleri ifade eder hale gelmiştir.

İnternet, Endüstri 4.0, Nesnelerin interneti, mobil cihazlar, kablosuz bağlantı imkanları, bulut sistemleri, blokzinciri, dijital ikizler ve dahi metaverse gibi teknolojiler ile birlikte güvenlik ve gizlilik ile ilgili tehditler devamlı ve detaylı bir şekilde teknolojinin kullanıldığı her alanda yeni tehditleri yaşamaktadır. Bu tehditlerden insanlar gibi kurumsal işletmeler de nasibini almaktadır. İşletmeler bir yandan rekabetin gereği olarak teknolojik gelişmelere ayak uydurmak ve dijital dönüşüm denilen süreçlerden geçerek karlılıklarını arttırmakla uğraşırken öte yandan güvenlik ve gizlilik tehditleri ile karşı karşıya kalmaktadırlar. İşletmelerin müşterilerini veya paydaşlarına sundukları her türlü hizmet veya ürünün güvenlik bakımından da belli kriterleri yerine getirmesi ve tarafları zor durumda bırakacak sorunlara neden olmamaları beklenir. Siber dünyada yeteri kadar güvenlik yatırımı yapılmaması veya ürünlerin yeterli kalitede güvenlik veya gizlilik içermemesi bu ürünleri veya şirketleri güvensiz ve saldırılara açık hedef haline getirmektedir. Bu da kısa ve uzun vadede bu tarz şirketlerin saygınlık, müşteri veya para kaybetmelerine hatta tamamen batmalarına neden olabilmektedir. Bu anlamda

güvenlik ve gizliliğin işletmeler için önemi hayati boyuttadır. Bu çalışmada işletmeler için hayati boyutta önemli olan güvenlik ve gizlilik ile ilgili çeşitli riskler ve tehditlere yer verilecektir. Bu şekilde işletmelere karşılaşabilecekleri tehditler konusunda bir yol haritası ortaya koyulmak istenmiştir.

## 2. Bilgi Güvenliği ve Gizlilik

Güvenlik kavramının bilgisayar sistemlerindeki yansıması bu sistemleri oluşturan yazılım, donanım, veri ve iletişim bağlantılarının güvenliğinin sağlanması olarak ifade edilebilir. Güvenliğin sağlanması ile ise ifade edilen bilgisayar sistemlerinin amacı dışında veya kötü amaçlar için kullanılmasının engellenmesi olarak verilebilir. Bilgisayar sistemlerinde güvenlik bazı temel kavramları içermektedir.

Bu kavramlardan ilki "Gizlilik" kavramıdır. Gizlilik, bir verinin işleme yetkisi sahibinin rızası dışında paylaşılmasının veya işlenmesinin önüne geçilmesidir. Gizliliğin korunması için şifreleme, anonimleştirme vb. işlemler kullanılabilir. İkinci kavram ise "Bütünlük" kavramıdır. İletilen veya bir yerde kayıt altında tutulan verinin yetkisiz kişilerce değiştirilmesinin engellenmesi olarak ifade edilebilir. Diğer kavram ise Erişilebilirlik'tir. Bilgisayar sistemlerinde veri üzerinde erişim izni olan kişi veya sistemlerce erişilebilir olmalıdır. Yetkili kişilerin veriye erişiminin kısıtlanmaması gerekir. Bir başka kavram ise kimlik doğrulama'dır. Kimlik doğrulama, bir veriye, servise veya sisteme erişim için talepte bulunanların kimliklerinin belirlenmesi ve doğrulanması olarak ifade edilebilir. Diğer iki kavram ise yetkilendirme ve hesap verilebilirlik olarak sıralanabilir. Bilgisayar sistemlerinde veri sadece erişim ve işleme için yetkilendirilmiş taraflarca kullanılmalıdır. Öte yandan sistem üzerinde geçmiş dönemlerde yapılan işlemleri ve bunları gerçekleştirenleri belirleyebilmek hesap verilebilirlik olarak ifade edilebilir.

Güvenlik ve gizliliği bu temel kavramlar doğrultusunda değerlendirmek ve sağlamak gerekmektedir.

## 3. Kurumsal Mimaride Güvenlik ve Gizlilik

Mimari kavramına baktığımızda bir binanın yapı ve sistemlerini karşılayan temel bir tanım olarak karşımıza çıkmaktadır. Bir binanın temel tüm özellikleri mimarisinde yer almaktadır. Mimari yapıda olası sorunları ve açıklar diğer birçok sorun gibi güvenlik sorunlarına da neden olabilir. Siber güvenlik açısından ise kurumsal mimari bakış açısı, insan gücü, kullanılan teknolojiler ve iş süreçlerini teknoloji açısından riskler ve tehditler açısından değerlendirmeyi gerektirir. Kurumsal organizasyonlar yaşayan ve değişen bir organizma olarak görülmekte olduğundan kurumsal siber güvenlik bu düşünceden ortaya çıkmıştır. İşletmeler ve kurumsal organizasyonlarda bu yaşayan organizma benzerliği nedeni ile siber güvenlik ihtiyacına sahiptir. Kurumlarda güvenlikle birlikte aynı zamanda kurumsal gizlilik de korunmalı ve önemi algılanarak bu yönde çalışma yapılmalıdır.

Kurumsal yapılardaki güvenlik ve gizlilik gereksinimleri yani siber güvenlik ihtiyaçları son yıllarda insan yaşamındaki etkisiyle doğru orantılı olarak artış göstermiştir. Kurumsal yapılarda veya işletmelerde kurumsal güvenlik ve gizlilik uygulamalarına yatırım yapmakta ve bu sistemlerin kurulması için insan kaynağı görevlendirmektedirler.

## 4. Bilgi ve İletişim Teknolojilerinde Güvenlik ve Gizlilik

Kurumsal güvenlik ve gizlilik bağlamında bilgi ve iletişim teknolojilerinde güvenlik ve gizlilik konusu bu başlık altında değerlendirilecektir. Bu kapsamda işletmelerde kullanılan veritabanı, email, bulut bilişim güvenliği gibi konular alt başlıklarda incelenmiştir. Çeşitli tehditler ve bu tehditlere yönelik bazı önlemler dile getirilmektedir.

### 4.1. Veritabanı Güvenliği

Veritabanları bilgisayar sistemlerinde bilgilerin tutulduğu ve diğer uygulamalar tarafından bu bilgilerin erişildiği ve işlendiği sistemlerdir. Bu sistemelerin güvenliği, kötü niyetli saldırganlara veya yetkisiz kişilerin Veritabanlarını veya veritabanı yönetim sistemlerini (VTYS) koruma ve düzgün çalışmasını sağlamayı içermektedir. Veritabanlarının bazıları bütünlük, güvenlik ve gizlilik kaygılarını en aza indirecek çeşitli araçları içerebilmektedir [1]. VTYS'lerde güvenlik ve gizlilik ile ilgili süreçlerin yürütülmesinden güvenlik programları sorumludur. Bu programlar veritabanı içindeki verilerin bütünlüğünü, güvenlik ve gizliliğini sağlamak için erişim sağlayan kişi veya uygulamaları denetlemekte ve gerekli işlemleri yürütmektedir.

Veritabanlarına erişen veya erişim izni olan yazılımlarda açıklar bulunması veritabanınını da tehdit etmektedir. Aynı zamanda veritabanınında mimari açıdan çeşitli yanlışların bulunması veya verilerin gerekli standartlara uygun oluşturulmaması, kullanıcı yetkilendirmedeki hatalar ve eksiklikler, yetki aşımı ve VTYS yazılımlarının güncel olmaması gibi çeşitli sorunlar büyük tehditlere neden olabilmektedir.

Veritabanlarındaki tehditleri sayacak olursak sırası ile iç tehditler, veritabanı yazılımlarından dolayı oluşabilecek tehditler, kullanıcı kaynaklı tehditler, yanlış yapılandırma ve ayarlar nedeni ile oluşan tehditler, zararlı ve izinsiz yazılımlardan doğan tehditler, SQL/NoSQL yerleştirme diye anılan yöntemler ile ortaya çıkabilecek tehditler, arabellek veya tampon taşması olarak adlandırılan sorunlardan dolayı oluşan tehditler ve DDos vb. saldırılar ile hizmet verememe nedeni ile karşı karşıya kalınan tehditler olarak sıralanabilir. Tüm bunlara ek olarak veritabanı yedeklerine veya yedeklerin bulunduğu sistemlere yapılan saldırılar nedeni ile ortaya çıkan tehditler de olabilmektedir.

### 4.2. Email Güvenliği

İşletmelerin aktif olarak kullandığı email sistemleri çoğu zaman tüm kurumsal iletişim anlamına gelmektedir. Özellikle ticari sırlar ve tüm faaliyetler emailler üzerinden paydaşlar ve içyapıda paylaşılabilmektedir. Bu anlamda elektronik posta sistemleri kurumsal mimari içinde güvenlik ve gizlilik bakımından büyük önem taşımaktadır.

Teknik olarak bakıldığında email gönderimi mektup gönderimi ile büyük benzerliklere sahiptir. Buradaki temel fark artık iletişimin elektronik olarak dijital ortamda gerçekleşmesidir. İnternet veya yerel ağ üzerinde kurulu elektronik posta sunucuları vasıtası ile dünyanın herhangi bir noktasındaki sistem üzerinden gönderilen elektronik ileti internet üzerinde birçok düğümden geçerek bir yol izler ve alıcıya ulaştırılır. Burada düğüm olarak bahsedilenler internet altyapısında bulunan router, switch vb. cihazları ifade etmektedir. Bu yol üzerinde veya gönderici ve alıcı taraflarda ortaya çıkabilecek çeşitli sorunlar veya açıklar email güvenliğini ve gizliliği tehdit edebilmektedir. Eğer yeterli düzeyde ve tipte önlemler alınmaz ise insan hayatının ve kurumların işleyişinin temeline yerleşen emailler için istenmeyen durumların ortaya çıkması kaçınılmaz olacaktır. Bu durumları aşağıdaki gibi sıralayabiliriz:

*Yetkisi veya izinsiz erişim:* Burada saldırıyı düzenleyen/düzenleyecek kişi veya kişiler, email gönderimini yapan ve alan taraflar arasında oluşan/gönderilen mesajları dinlemektedir. Bu tehdit ağ güvenliği konusu ile doğrudan ilişkilidir. Bu iki türlü yapılabilmektedir. Ağdaki trafiğin aradaki düğümler veya çeşitli ağ saldırı yöntemleri ile elde edilmesi veya alıcı/gönderici sistemlerde çalışan casus yazılımlar vasıtası ile bu trafiğin elde edilmesi.

Kimlik Çalma/Hırsızlığı: Kötü niyetli saldırganın tarafların herhangi birisine ait kullanıcı adı ve şifre bilgilerini ele geçirmesi ile email sunucusuna erişim sağlaması mümkün olabilmektedir. Buradaki tehdidinde hem ağ güvenliği hem de şifre güvenliği ile ilgili tarafları vardır. Ortadaki adam saldırı vb. kullanıcı adı ve şifrenin elde edilmesi mümkündür. Aynı şekilde şifrelerin çok basit veya hesaplama açısından bilgisayar sistemlerince kolay bulunabilir olması da bu durumla karşılaşmanıza neden olabilmektedir. Ayrıca oltalama vb. yöntemlerle kullanıcı adı ve şifrenin elde edilmesi mümkün olabilmektedir.

Email yedekleri: Korumasız veya yeterli düzeyde korumaya sahip olmayan email yedeklerinin tutuldukları sunucu veya bilgisayarlar üzerinden erişilmesi ile riskler ortaya çıkabilmektedir. Bu şekilde erişim bazen çok basit yöntemlerle sağlanabilmektedir. Bu nedenle kurumsal email yedeklerinin güvenli ortamlarda ve güvenlik standartları sağlanarak saklanması gerekmektedir.

Email içeriklerinin değiştirilmesi: Bu tarz bir saldırıda emaillerin çeşitli yöntemlerle izinsiz kişilerce içerilerinde değişiklik yapılması söz konusudur. İşletmeler için bu tarz tehditler bazen emailin karşı tarafa ulaşmamasından daha kötü sonuçlar doğurabilmektedir.

SMTP ve POP3'den kaynaklanan güvenlik açıkları: Bilindiği üzere alıcı ve gönderici email sunucuları çeşitli protokoller kullanmaktadır. Bu protokollerde kullanılan kimlik denetimlerindeki düşük güvenlik veya çeşitli yapılandırma sorunları emaillerin açık metin olarak ağ üzerinde iletilmesine neden olabilmekte ve bu şekilde ağı dinleyen saldırganların mail içeriğine erişimini kolaylaştırmaktadır[2].

Ağ Güvenliği: Mesajların ve tabii ki emaillerin taraflar arasında iletildiği ortama ağ diyoruz ve bu ağ üzerindeki cihazların ve aracı yazılımların hata ve açıklara karşı güvenilir olması ve gerekli ayarların uzman kişilerce yapılması gerekir. Aksi halde güvenlik ve gizlilik sorunları yaşanması kaçınılmazdır.

Oltalama: Kimlik avı, sazan avlama veya İngilizce "Phishing" olarak ifade edilen bu yöntemde saldırganlar kullanıcılara normalde kullandıkları resmi bir web içeriğinin kopyasını gönderirler. Bu şekilde kullanıcının bu sisteme giriş şifresi ve kullanıcı adını girmeleri sağlanır. Kullanıcı gerçek ve remi siteye giriş yaptığını zannederken saldırganlar kişinin kimlik bilgilerini veya fayda sağlayabilecekleri diğer bilgilerini ele geçirirler. 2005 yılında yapılan çeşitli saldırılar ile 1,2 milyon kullanıcıya ait bilgiler oltalama yöntemi ile elde edilmiştir ve bu şekilde 950 milyon dolar civarında bir zarara neden olmuşlardır [3].

### 4.3. Bulut Bilişimde Güvenlik

Bulut kelimesi teknoloji dilinde internet manasında kullanıldığı için "bulut bilişim" terimi internet üzerinden çeşitli hizmetlerin sunulması anlamını taşımaktadır. Bulut bilişimde uzaktaki sunucular ve sistemler, yerel sunucular veya cihazlara çeşitli hizmetleri sunmaktadır [4]. Bir görüşe göre günümüzde en çok ilgi gören ilk 10 teknoloji sıralamasında bulut bilişim de yer almaktadır [5]. Bulut bilişim birçok

alanda kullanılmakta ve birçok alanı da değiştirerek şekillendirmektedir. Bu yönüyle geleceği şekillendiren teknolojilerin içinde gösterilmektedir [6].

Bulut bilişimde güvenliğin tam manası ile kavranabilmesi için öncelikle bu sistemin yapısının anlaşılması gerekir. Ulusal Standartlar ve Teknoloji Enstitüsü (NIST) bulut bilişimi bulut kullanıcısı, bulut sağlayıcı, Bulut denetçisi, Bulut komisyoncusu ve Bulut operatörü olmak üzere beş ana aktör ile tanımlamaktadır [7, 8]. Bulut bilişim ortamında veriler, birçok sunucu, bilgisayar ve cihaz ile iletişim halindedir. Aynı zamanda bu veriler farklı mekanlardaki farklı cihazlar üzerinde tutuluyor olabilir. Hatta verinin bir parçası bir sunucuda diğer parçaları başka sunucularda dahi tutulabilir. Bu yapıdan dolayı veri güvenliği bulut sistemlerinde karmaşık bir süreçtir [9].

Bulut bilişim için güvenlik problemlerini kategorilere ayırmak istersek güvenlik politikaları, kullanıcıya dayalı güvenlik, veri ile ilgili güvenlik, uygulama güvenliği ve ağ güvenliği olarak beş farklı kategoriye ayırabiliriz [10].

Güvenlik politikaları, bulut bilişimde saldırı veya tehditleri engellemek için gerekli standartları içermektedir. Bu tarz standartlar bulut bilişimin çalışma ortamının güvenliğini güvenilirlik ve performansı düşürmeden sağlamayı amaçlamaktadır [11]. Kullanıcı odaklı güvenlik ise tanımlama, kimlik doğrulama erişim ve kimlik yönetimi gibi farklı konuları içermektedir [12]. Veri depolama kategorisi ise dağıtık şekilde kurgulanmış sunucularda yer alan verinin güvenliğinin sağlanmasını içermektedir. Bulut bilişim yapısı gereği tek bir sunucuda veya aynı mekanda bulunan sunucularda verilerin saklandığını garanti etmemektedir. Bulut sağlayıcıları bu verilerin güvenlik, erişilebilirlik ve kullanılabilirlik konusunda sorumluluğu üstlenmelidir [13]. Bulut bilişimde karşılaşılan en büyük sorunlardan birisi de uygulamalarla ilgili güvenlik sorunlarıdır. Program geliştiricilerinden kaynaklı veya çeşitli yapısal sorunlar ile şifreleme ve ağ sorunları nedeni ile uygulamalarda çeşitli açıklar ortaya çıkabilmektedir. Bu da bulut bilişim güvenliğinde ciddi bir risk oluşturmaktadır. Son olarak iletişimin sağlandığı ağ nedeni ile oluşan güvenlik tehditleri bulunmaktadır. Bulut bilişim ağa bağlı bir yapıdadır. Bu nedenle bilgisayar ağları için geçerli olan tüm tehditler bulut bilişim için de geçerlidir diyebiliriz. Buradaki tehditleri devre dışı bırakmak için kullanılan en yaygın ve en etkili çözüm güvenlik duvarları veya başka bir deyişler ateş duvarlarıdır.

## 5. Sonuç

İşletmelerin işlemlerini tamamen internet ve bilgisayar üzerine taşıdığı günümüz dünyasında karlılıklarını arttırmak isteyen işletmeler bu teknolojilere ciddi yatırımlar yapmaktadır. Bazı işletmeler ise tüm süreçlerini bu sistemler üzerinde yürütmektedir. Hem çalışanları hem de işletmelerinin belli bir mekanda olmadığı ve tüm işlemlerin bilgi ve iletişim teknolojileri üzerinde yürüdüğü işletmeler de yaygınlaşmaktadır. Tüm bu gelişmelere paralel olarak kötü niyetli kişiler ve sistemler de gelişimlerini devam ettirmektedir. Bu sistemlere her yıl ciddi saldırılar olmakta ve bu saldırılar sonucunda işletmeler ciddi maddi zararların yanında itibar kaybına uğramaktadırlar. Tüm bu sorunlar göz önünde bulundurulduğunda güvenlik ve gizliliğin öneminin de mevcut gelişmelere paralel olarak arttığını kolayca görebilmekteyiz. Bu kapsamda bu çalışmada kişiler, kurumlar ve devletler için de büyük öneme sahip olan güvenlik ve gizliliğin işletmeler açısından önemine dikkat çekmek için güvenlik ve gizlilik kavramı incelenmiş ve çeşitli boyutları ile sunulmuştur. İşletmelerin güvenlik risk ve tehditlerini görmeleri, öğrenmeleri ve bunları engelleyecek tedbirleri almak için gerekli çalışmaları yapmaları gerekmektedir. Bu çalışma işletmelere bu doğrultuda yol gösterme amacını da taşımaktadır. Gelecek

çalışmalarda çalışmanın kapsamı genişletilebilir ve farklı tehditler ile bunlara karşı alınabilecek önlemler daha detaylı incelenebilir.

## 6.Kaynaklar

**[1]** IBM. Database security. Çevrimiçi Bağlantı: https://www.ibm.com/tr-tr/cloud/learn/database-security.

**[2]** Bahadur G, Weber C. *Privacy defended: Protecting yourself online*. Pearson Education, Que Corporation, United States, 2002.

**[3]** BT Group, *Security Report Online Identity Theft*, BT, United States, 2006, 4-27.

**[4]** Gill SH, Razzaq MA, Ahmad M, Almansour FM, Haq IU, Jhanjhi NZ, Alam MZ, Masud M. Security and Privacy Aspects of Cloud Computing: A Smart Campus Case Study. Intelligent Automation & Soft Computing. 2022, 31, 117-28.

**[5]** Giri S, Shakya S. Cloud computing and data security challenges: A nepal case. International Journal of Engineering Trends and Technology. 2019, 67, 146.

**[6]** Hemalatha N, Jenis A, Donald AC, Arockiam L. A comparative analysis of encryption techniques and data security issues in cloud computing. International Journal of Computer Applications. 2014 Jan 1;96(16).

**[7]** National Institute of Standards and Technology. NIST Cloud Computing Reference Architecture. https://www.nist.gov/publications/nist-cloud-computing-reference-architecture

**[8]** Ramachandra G, Iftikhar M, Khan FA. A comprehensive survey on security in cloud computing. Procedia Computer Science. 2017,110, 465-72.

**[9]** Sun Y, Zhang J, Xiong Y, Zhu G. Data security and privacy in cloud computing. International Journal of Distributed Sensor Networks. 2014, 10, 190903.

**[10]** Tabrizchi H, Kuchaki Rafsanjani M. A survey on security challenges in cloud computing: issues, threats, and solutions. The journal of supercomputing. 2020,76, 9493-532.

**[11]** Ahmed M, Litchfield AT. Taxonomy for identification of security issues in cloud computing environments. Journal of Computer Information Systems. 2018, 58, 79-88.

**[12]** Makris P, Skoutas DN, Rizomiliotis P, Skianis C. A user-oriented, customizable infrastructure sharing approach for hybrid cloud computing environments. *In2011 IEEE Third International Conference on Cloud Computing Technology and Science*, 2011, pp. 432-439.

**[13]** Mohit P, Biswas GP. Confidentiality and storage of data in cloud environment. *InProceedings of the 5th International Conference on Frontiers in Intelligent Computing: Theory and Applications* 2007, pp. 289-295.

# YAPAY ZEKÂNIN HUKUKİ NİTELİĞİ: FELSEFİ, BİLİMSEL VE TARİHİ YAKLAŞIMLARLA MALVARLIĞI UNSURLARININ KİŞİLİĞE GİDEN SÜRECİ

***Arş. Gör. Sevda Bora Çınar*[1]***
[1]Akdeniz Üniversitesi Hukuk Fakültesi Ticaret Hukuku ABD Antalya-Türkiye, av.sevdabora@gmail.com
[*] Sorumlu Yazar: av.sevdabora@gmail.com

***Özet:*** *Yapay zekâ alanında, otonom hareket edebilen sistemlerin ve kendi kendine öğrenerek dışarıdan müdahale olmaksızın karar alan ve değerlendirme yapan yazılımların tıp alanından hukuk alanına kadar yaygınlaşması ve sosyal hayatı etkilemeye başlaması üzerine, yapay zekâ sistemlerin hukuk karşısındaki konumu ve hukuki niteliğinin ne olduğu ve daha doğrusu ne olması gerektiği tartışılmaya başlanmıştır Çalışmamızda mevcut hukuk sisteminde kişi olarak kabul edilen çeşitli kişi ve mal topluluklarından örnekler verilerek kişiliğe giden yolun felsefi, bilimsel ve tarihi süreçleri açıklanacaktır. Yapay zekâ sistemlerin hukuki niteliğinin doğru şekilde tespit edilmesinin, yapay zekâ alanında çalışan ve bu sistemlerden etkilenen kişiler açısından önemi, özellikle sorumluluk hukuku çerçevesinde değerlendirilecektir. Sonrasında yapay zekâ sistemlerin hukuki statüsü ve hukuki nitelendirmesi üzerine güncel tartışma ve görüşlere yer verilecek, bir yapay zekâ sistemin hangi aşamadan sonra malvarlığı unsuru olmaktan çıkıp kişi olarak kabul edilebileceği insanlarla entegrasyonu yapılabilen, giyilebilen ve insanlarla birleştirilebilen yapay zekâ tabanlı organ ve araçlar perspektifinde incelenecektir. Son olarak günümüzün teknoloji alanında kabul gören "önce ateş et, sonra nişan al" yaklaşımının hukuk alanında olası yıkıcı etkileriyle çalışmamız sonlandırılacaktır. Çalışmamız sonucunda, yapay zekâ sistemlerin hukuki niteliğinin tespitinde sistemin sofistikeliğinden ziyade insanda bıraktığı izlenim ile sosyal ve ekonomik hayattaki psikolojik karşılığının önem taşıyacağı kanaatine varılmıştır. Ayrıca yapay zekâ teknolojilerinde telafi edici düzenlemelere odaklanmak yerine, yaratım aşamasında en baştan yasal müdahale yapılarak önleyici mekanizmalar üzerinde çalışılmasının daha kolay ve pratik olacağı sonucuna ulaşılmıştır.*

***Anahtar sözcükler****: Yapay Zekâ, Hukuk, Kişilik, Sorumluluk, Tüzel Kişi.*

# LEGAL NATURE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE: THE PROCESS OF ASSETS TO PERSONALITY WITH PHILOSOPHICAL, SCIENTIFIC, AND HISTORICAL APPROACHES

***Arş. Gör. Sevda Bora Çınar*[1]***
[1] Akdeniz University Faculty of Law, Commercial Law Department, Antalya-Turkey, av.sevdabora@gmail.com
[*] Corresponding author: av.sevdabora@gmail.com

***Abstract:*** *In the field of artificial intelligence, the position and legal nature of artificial intelligence systems in the face of law should have been discussed more precisely, what is the position of the systems that can act autonomously and the software that makes decisions and evaluates without external intervention by learning by itself, becoming widespread from the field of medicine to the field of law and starting to affect social life. In our study, the philosophical, scientific, and historical processes of the path to personality will be explained by giving examples from various people and property groups that*

*are accepted as persons in the current legal system. The importance of correctly determining the legal nature of artificial intelligence systems for people working in the field of artificial intelligence and those affected by these systems will be evaluated especially within the framework of liability law. Then, current discussions and opinions on the legal status and legal characterization of artificial intelligence systems will be included, after which stage an artificial intelligence system will cease to be an asset element and be accepted as a person will be examined in the perspective of artificial intelligence-based organs and tools that can be integrated, worn, and combined with people. Finally, our study will be concluded with the possible destructive effects of the "shoot first, aim later" approach, which is accepted in today's technology field, in the field of law. As a result of our study, it has been concluded that in determining the legal nature of artificial intelligence systems, rather than the sophistication of the system, the impression it leaves on people and its psychological counterpart in social and economic life will be important. In addition, instead of focusing on compensatory regulations in artificial intelligence technologies, it was concluded that it would be easier and more practical to work on preventive mechanisms by making legal intervention from the very beginning during the creation phase.*

***Keywords:*** *Artificial Intelligence, Law, Personality, Responsibility, Legal Entity.*

## 1. Giriş

Yapay zekâ alanındaki çalışmalar neticesinde, hukuk dahil birçok insan egemen alan dijitalleşmiş, birçok alanda yapay zekâ yükselişe geçmiştir. Bu hızlı büyüme ve her alanın dijitalleşmeye başlaması neticesinde hem otonom yapay zekâ sistemler hem de güçlü yapay zekâ üzerine umut vadeden çalışmalar hukukun dijitalleşmesi yanında yapay zekâ sistemlerin de hukukileşmesi gerekliliği ortaya koymuştur. Öyle ki bu gereklilik, yapay zekâ alanında lider durumdaki ülkeler yanında uluslararası organizasyonların ve çeşitli özel girişim ve araştırmacı birliklerinin de gündemindedir [1]. Yapay zekâ alanındaki ortak endişe, sanılanın aksine güçlü yapay zekânın gerçekleşmesi ve bunun neticesinde insan egemenliğinin sona ermesi değil tüm bu sürecin kontrolsüz ve denetimsiz bir şekilde ilerlemesidir.

Hukukun yapay zekâyı nasıl nitelendireceği konusunun felsefi, dini, bilimsel ve etik birçok arka planı bulunmaktadır. Öncelikle bu arka plan incelenerek, hukukta kişiliğe giden sürecin esas köklerinin farkına varılmalı ve bu farkındalık neticesinde yapay zekâ sistemlerin hukuktaki olası karşılığı üzerine fikirler yürütülmelidir. Bunun neticesinde hukuki nitelendirme yapılmasının zorunluluğu da anlaşılacak, aksi bir durumun uygulamada öngörülemezlik, belirsizlik ve alandaki ilerlemenin kesilmesi gibi olumsuz sonuçlara yol açabileceği anlaşılacaktır.

Yapay zekâ teknolojileri her ne kadar fen bilimleri alanında filizlenmiş olsa da artık serpilen bu teknolojiler insana dair her alanda etkili olmaya başlamıştır. Daha çok teknik yönleriyle incelenen bu teknolojilerin hukuk alanı açısından incelenmesinde başvurulacak yöntemler, kural koyucu, normatif ve dogmatik bir bilim alanı olan hukukun metodolojisine uygun şekilde inşa edilmek zorundadır. Bu sebeple deneyler, denklemler, hesaplamalar, kanıtlar ve sonuçlar yerine, hukuk araştırmasında olması gerekene, değer yargılarına, mevcut hukuk uygulamasına odaklanılarak, kurgulardan, geçmiş deneyimlerden, varsayımlardan, mantık ve akıl yürütme yöntemlerinden yararlanılması ve ulaşılan tespitlere değerlendirmeye elverişli ikna edici gerekçeler sunulması yoluna gidilmesi tercih

edilmektedir. Yapay zekâ teknolojilerinin hukuki niteliği üzerine değerlendirme ve önerilere yer verilecek bu çalışmada, kişi ve mal topluluklarının hukuken tanınma süreci incelenerek örnekseme yoluyla tarihi ve amaçsal yorum yöntemleri kullanılarak teknolojinin hukuk alanındaki olası nitelendirmeleri incelenecek, gerekli düzenleme ve tespitlerin yapılmasında gecikilmesi ya da fazla acele edilmesinin uygulamada yaratacağı sorunlar, askeri alanda başlayıp ticari alana yansıyan "önce ateş et, sonra nişan al" yaklaşımı perspektifinde incelenecektir.

## 2. Hukukta Kişi Kavramı

### 2.1. Kişi Olmaya Giden Sürecin Felsefi, Bilimsel ve Tarihi Değerlendirmesi

Kişi kavramını incelemeden önce hukuk kavramını özüyle birlikte ele almak gerekmektedir. Bunu yaparken mevcut hukuk sistemi değil doğal hukuk, yani olması gereken (de lege feranda) hukuk göz önüne alınmalıdır. Bu yapıldığında görülecektir ki hukukun öz amacı, varlıkların özgürlüklerini korumak, bunun için varlıklar arasında bir uzlaşı sağlamak ve en nihayetinde çatışmaları önlemektir [2]. Hukuk, hak ve adalet temelinde, dini ve kültürel dogmalarla öğretilmiş olan "her şey insan için vardır" kabulünden ziyade felsefi yaklaşımla en nihai amacı varlığını korumak olan her bir varlığın "var oluşuna saygı"yı zorunlu kılmaktadır.

Doğal hukuk varlığını doğaya borçlu olduğu halde, yürürlükteki hukuk varlığını insan iradesine borçludur. Bu sebeple mevcut hukuk sistemi, insanı odağına alarak, iradesi olan biricik varlık olarak insanı kabul etmekte, geri kalan canlı ve cansız varlıkları kural olarak hukukun öznesi değil olsa olsa konusu olarak görmektedir. Ancak kişi olmak için iradeye mutlak bir üstünlük tanınması, ayırt etme gücü olmayan insanların kişi olarak kabul edilmemesi gibi etiğe aykırı hatalı sonuçlar doğurur [3]. O halde irade başlı başına kişi olmak için zorunlu ya da yeterli bir argüman değildir. Kaldı ki tek irade ve bilinç sahibi olanın insan olduğu tezi, bilimsel olarak ele alındığında kolaylıkla çürütülebilmektedir. Nitekim insan zihni, kendi iç işleyişine bile kapalı olan ve diğer zihinler tarafından nasıl anlaşıldığı tam olarak anlaşılamayan, bu sebeple işleyişi gizemini korumaya devam eden bir fenomendir [4, 5, 6, 7, 8]. Güçlü yapay zekânın gerçekleşmesi önündeki en büyük engel de bu bilinmezlerdir [9, 10]. Bu sebeple doğal ve yapay zekâ alanındaki her bir ilerleme diğer alanı da ilerletmektedir [11, 12]. Ayrıca bilinç ve iradenin belirsizliği karşısında, zekâya odaklanıldığında da son yapılan araştırmalar zekânın insana has bir yetenek olmadığını, diğer canlıların da belli bir seviyede de olsa zekâ, irade ve bilinç sahibi olduğunu ortaya koymuştur [13, 14, 15, 16]. Kaldı ki zekânın canlı varlıklara özgü olup olmadığı da kesin olarak belirlenememekte, Descartes'in "*Düşünüyorum, öyleyse varım*." [17] tespitini, canlı ve cansız tüm varlıklar açısından "*Varsa, düşünüyor mudur?*" sorusuyla yeniden ele alınmasını gerektirmektedir [5, 10]. Bu yaklaşımın derinliklerine inildiğinde Turing'in "*Makineler düşünebilir mi?*" [18] sorusu bambaşka anlamlar kazanmaktadır. Temel sorun varlıklara düşünme yeteneği kazandırılıp kazandırılamayacağından ziyade düşünüp düşünmediği konusunda bilimsel olarak yeterli tespitin yapılamadığını ve sorunun yaratımdan ziyade iletişim bir başka deyişle sibernetik sorunu olduğunu idrak etmektir [4, 6, 7, 10, 19, 21].

Felsefe, psikoloji, sibernetik, fizik, kimya, biyoloji ve daha birçok insana yönelik olduğu düşünülen ancak esasında varlığı anlamaya yönelen bilim alanlarında gerekli birikim ve farkındalık sağlanmadığı sürece, insanlar tarafından doğal hukukun gerçekleşmesi yönünde irade ortaya koyulması ve diğer varlıkların hukukunun tanıması oldukça zordur. Nitekim insanlığın kendi türüne karşı da adaletli davranması kolay olmamıştır. Öyle ki insan iradesine dayanan ve insanı üstün tutan hukuk

mantığının kendisi bile baştan sona tutarlı bir süreç izlememiştir. Nitekim hukuken kişi olmak için insan olmanın bile yetmediği dönemler olmuştur. İnsanın sırf insan olduğu için, doğuştan gelen haklara sahip olduğu fikri doğal hukuk akımı sayesinde gerçekleşebilmiş, 1960'lı yıllarda toplumun bu fikri benimsemesi neticesinde kölelik uygulamasına son verilebilmiştir [22]. Buna rağmen yapay zekâ çağında bile her insanın eşit haklara sahip olması temelinde ırk ve cinsiyet gibi ayrımlar gözetilmesinin önüne geçilmesi için hukuki mücadele verilmeye devam edilmektedir.

İnsan açısından durum böyleyken, kişi olmak için insan olmanın gerekmediği, belli şartların sağlanması halinde kişi ve mal toplulukların ayrı bir kişi olarak kabul edildiği hukuk mantıkları da geliştirilmiştir. Öyle ki bu mantık, insanın bile eşya olarak değerlendirildiği dönemlere dayanmaktadır. İnsan dışındaki varlıkların kişi olarak kabulü de uzun bir sürece yayılmış, sosyal ve siyasi görüşlere göre şekillenmiştir [23, 24]. Örneğin ferdiyetçi toplumlarda bu kişilerin ortaya çıkması ve tanınması zorken; aksi toplumlarda çok daha kolay olmuştur [24]. Benzer şekilde polis devletleri, rakip olarak gördükleri bu kişilerin varlığını desteklememişken, modern devletler ise teşvik etmiştir [24]. Her iki durumda da bu kişiler sosyal ve siyasi ihtiyaçlar ve zorunluluklar neticesinde kabul görmüş, bu kişilerin varlığına sınırlı sayıda olmak şartıyla izin verilmiş ve çerçeveleri belli tüzel kişilik yapılarının dışında farklı ya da yeni kişilikler oluşturulmasına izin verilmemiştir [22, 24].

Sonuç olarak hangi varlıkların kişi, hangi varlıkların eşya olarak değerlendirileceği tamamen kanun koyucunun iradesine bağlıdır [3]. Bu iradenin gerçekleşmesi de sanılanın aksine değerlendirme konusu olan varlığın insan olmasına, canlı olmasına, irade ve bilinç sahibi olmasına, zekâ ve düşünce sahibi olmasına değil tamamen varlık gösterdiği toplumun sosyal, ekonomik, siyasi ya da kültürel değer yargısına bağlıdır. Gerekli sosyal alt yapı imkân verdiğinde ya da kanun koyma gücünü elinde bulunduran erk istediğinde hemen her şeyin hukuken kişi olarak tanınması ve hak sahibi kılınması mümkün görünmektedir. Robot Sophia'nın Suudi Arabistan vatandaşlığına kabul edilmesi ve mevcut hukuk sistemindeki kadınlardan bile daha geniş haklara sahip kılınması bu perspektifte değerlendirilmelidir.

### 2.2. Kişi Olarak Kabul Edilenler

Kişi denilince akla her ne kadar insan gelse de hukuken kişi kavramı, hak ve yükümlülüklerin süjesini ifade etmek için kullanılmaktadır [3, 23]. Hukuken hak süjesi olabilenler ise gerçek kişiler ve tüzel kişiler olmak üzere temelde ikiye ayrılmaktadır.

#### *2.2.1 Gerçek Kişiler*

Gerçek kişiler en basit tanımla insanları ifade etmektedir. Geçmişteki ötekileştirici yaklaşımların terk edilmesi ve kölelik gibi ilkel uygulamaların kaldırılması neticesinde, modern hukuk sistemleri hiçbir ayrım gözetmeksizin tüm insanları gerçek kişi olarak kabul etmektedir.

#### *2.2.2 Tüzel Kişiler*

Yapay kişiler olarak da adlandırabileceğimiz tüzel kişiler, ticari, sosyal ve tarihi gereksinimler sonucunda hukuk mantığının icat ettiği kişilerdir. Asıl olan gerçek kişiler olduğu için istisnai olan tüzel kişiler, tip olarak sınırlı sayıdadır. Türk hukukunda özel hukuk kapsamında mal topluluğu olarak vakıflar, kişi topluluğu olarak dernekler, şirketler (anonim, limited, komandit, kollektif, paylı komandit, kooperatif şirket), sendikalar, siyasi partiler; kamu hukuku kapsamında ise başta devlet olmak üzere kamu kurum ve kuruluşları tüzel kişilik sahibi olarak kabul edilmiştir.

## 3. Yapay Zekâ Sistemlerde Hukuki Nitelik Tespitinin Önemi

### 3.1. Öngörülemezlik

Yapay zekâ alanında özellikle robotik ve karar sistemleri konularında çalışmalar yürüten araştırmacı, kurum ve kuruluşlar açısından, ortaya çıkan sistem ve materyalin hukuk sahasında hangi sonuçları doğuracağı, bu sonuçlardan kimin hangi derece ve sırayla sorumlu olacağı ve hukukun bu gelişmeyi ne şekilde nitelendireceğinin bilinmesi gerekmektedir. Bu öngörülemezlik sorununun yapay zekâ alanının gelişimini engellemeyecek şekilde ve bir an önce çözüme kavuşturulması gerekmektedir. Nitekim bu öngörülemezlik, yapay zekâ alanındaki gelişmeleri engelleyebileceği gibi kişilerin hukuk sahasını ihlal eden ve ne şekilde çalıştığı kestirilemeyen sistemlerin yükselişine de yol açabilecektir.

### 3.2. Bulanık Sorumluluk Alanları

Doğal hukuk kuramıyla yaklaşıldığında, yapay organizasyonlar araç olmaktan çıkıp otonom olarak ortaya koydukları iradeyle sosyal yaşamda varlık göstermeye başlıyorsa, bu yapay ve zeki organizasyonların yaratım aşamasından başlanarak uyumlu, uzlaşmacı ve zararsız olmalarını temin edecek kurallar geliştirilmesi bir zorunluluk olarak değerlendirilmelidir [12].

#### *3.2.1 Yaratım Aşamasında Sorumluluk: Makine Etiği*

İnsan söz konusu olduğunda ahlaki ikilemlere mutlak bir çözüm üretemeyen hukuk için mükemmel ve sarsılmaz bir makine etiğini oluşturmak kolay olmayacaktır. Ancak bu alanın hukuken düzenlenmesi bir zorunluluktur. Nitekim özellikle otonom sistemlerin kaderi bir programcı ya da herhangi bir zümrenin tercihine bırakılamayacak kadar önemlidir [25]. Makine etiği de tıpkı insanları bağlayan kurallar gibi ortak bir iradeye dayanmalı, her alandan görüş ve önerilerin incelenmesi neticesinde şekillenmelidir. Bu etik kuralların makineleri değil, makine tasarımcıları, üreticileri ve kullanıcıları ilgilendirdiği düşünülebilir [1]. Neticede etiğe uygunluk, tamamen otonom bir makineye bu ilkelerin üretim aşamasında kodlanması ya da eğitim aşamasında öğretilmesi sorumluluğunu da kapsayacaktır.

Makine etiği, sorumluluğun ve zararın doğmasını önleyecek şekilde ele alınmalıdır. Önleyicilik özellikle sürücüsüz araçlar açısından düşünüldüğünde, bu araçların trafiğe çıkmasından çok daha öncesinde olası her bir ahlaki ikilemin çözülmesini ya da ikilemde bırakmayacak ek sistem ve düzenlemelerin yapılmasını gerektirmektedir. Bu durumda otonom araçların diğer varlıklarla etkileşime giremeyeceği ya da zarar verip zarar göremeyeceği kapalı yollar inşa edilmesi de bir etik sorunu çözümü olarak değerlendirilebilir.

#### *3.2.2 Sorumluluk Hukuku Düzenlemeleri*

Otonom bir sistemin bir alanda çalıştırılıyor ya da kullanılıyor oluşunun, sorumluluk düzenlemeleri açısından sonucunun ne olacağı, hangi sorumluluk bağlarını koparıp hangilerini kuracağı ve bir zarar söz konusu olduğunda yasal sorumluluğun kimde olacağının açıklığa kavuşturulması gerekmektedir [1]. Yasal sorumluluğun kimde olması gerektiği düşünüldüğünde, makinenin sahibi, tasarımcısı, üreticisi, kullanıcısı ilk akla gelenlerdir. Ancak bunların hangi durum ve koşullarda ve hangi sıraya göre sorumlu tutulması gerektiğine dair henüz hukuki bir düzenleme öngörülmemiştir.

Yapay zekâ sistemlerin güç kazanması, bu sistemleri korumaktan ziyade bu sistemlerden kaynaklanabilecek yıkıcı zararlardan insanlığın korunması amacıyla sistemlerin hukukileştirilmesi

gerekliliği tartışmalarını başlatmıştır [26]. Nitekim yapay zekâ sistemi özerkleştikçe sorumluluğun dayanağı ve sorumluluk bağları gittikçe sorgulanır hale gelmekte, tazminatın belirlenmesi aşamasında da zarar gören aleyhine sonuçlar doğurabilecek belirsizliklere yol açmaktadır. Bunun en temel sebebi, bir zarar söz konusu olduğunda bu otonomluk karşısında sorumlu tutulan kişiler tarafından bu zararın önlenebilir olup olmayacağının tespitinin zorlaşmasıdır [1]. Kimileri yapay zekâ sistemlerin hatasından kaynaklı durumların mücbir sebep kategorisine sokulmasını, kimileri sözleşme koşullarına bir garanti hükmü eklenmesi yoluyla sigorta kapsamında geliştirilmesini ve son olarak kimileri ise teknolojiye ilişkin bir standart tespit edilerek teknik bir yeterlilik şartı getirilmesini önermektedir [26]. Bu durum da beraberinde özerk yapay zekânın gireceği yeni bir sorumluluk kategorisinin oluşturulması gerekip gerekmediğini düşündürmektedir [1]. Nitekim otonom yapay zekâ sistemlerin sebep olduğu zararları üreticinin sorumluluğu, ürün sahibinin sorumluluğu çerçevesinde klasik düzenlemelerle ele almak sorumluluğun bu kişileri bağlanması için yeterli çerçeveyi sağlamaya yetmeyecektir [1]. Bu noktada başlangıç olarak, yapay zekâ sistemlere özgü yeni bir sigorta alanının inşa edilmesi ve motorlu taşıtların sigortalanmasında olduğu gibi asgari sorumluluğu güvence altına alan zorunlu poliçelerden her türlü olasılığın değerlendirileceği kapsamlı ihtiyari poliçelere kadar benzer bir sistem oluşturulması faydalı olabilir [1, 27].

### 3.3. Hak Sahipliğinde Belirsizlikler

Hak sahipliği statüsünün hakkaniyet gereği bir kişiye değil de bir sisteme verilmesi zorunluluğu ve bu sistemin kişi olmadığı için hak sahibi olamaması paradoksu, sahipsiz haklar kaosuna yol açmaktadır. Nitekim sınai mülkiyet hukuku bu sorunla yüzleşmek zorunda kalmıştır. İlgili mevzuat genel olarak incelendiğinde, başvuru sahibinin gerçek ya da tüzel kişi olması ve başvuru konusu hakkın kişisel emeği neticesinde ona özgülenmesi gerektiğini ispatlaması şartı aranmaktadır. Ancak Avrupa Patent Ofisi (European Patent Office /EPO), buluşçusu olarak DABUS adlı programın gösterildiği iki patent başvurusu almış, bu buluşları otonom olarak yaratan sistem kişi olmadığı için buluşçu kabul edilmemiş, sistemin sahipleri ise buluşun gerçekleşmesinde etkili olmadıkları için hak sahibi görülememiştir. Bu paradoksla mucit yapay zekâ tartışmaları hararetlenmiştir.

Modern hukuk sistemindeki kişi kavramı ve kapsamının sosyal gerçeklikle artık örtüşmemeye başladığını gösteren bu tür örnekler hak sahipliğindeki belirsizlikleri de gün yüzüne çıkarmıştır. EPO gibi Avrupa Parlamentosu (European Parliament, EP) da bu sosyal gerçekliği dikkate almış, Robotikte Medeni Hukuk Kuralları Kararı'nı kabul etmiştir [1]. Böylelikle teknolojinin çeşitli malvarlığı unsurlarını zekâyla donatmaya başladığı süreçte, hukukun karar, tavsiye ve en nihayetinde kural ve bağlayıcı müeyyidelerle sahneye çıkmaya hazırlanması, teknolojinin hukuki boyutuna yönelik belirsizlikleri daha da görünür hale getirmiştir.

## 4. Yapay Zekâ Sistemlerin Hukuki Niteliği Üzerine Görüşler

Hukuken kişi kapsamına kimlerin girdiği ve gireceği, esasen yasa koyucunun iradesine bağlıdır. Bu sebeple yapay zekâ sistemlere bir kişilik statüsü tanınacaksa, bu statünün hukukun ön gördüğü kişi kavramları içerisine girmesi ve bu kapsamda olduğunun da yine hukuk tarafından tanınması ya da yeni bir kişi çerçevesinin yine hukuk tarafından oluşturulması gerekmektedir [3]. Bu durumda yapay zekânın, eşya olarak, gerçek kişi, tüzel kişi ya da yeni bir hukuk kişisi şeklinde e-kişi olarak kabul edilmesi çeşitli olasılıklardan en öne çıkanlarıdır.

### 4.1. Eşya Olarak Yapay Zekâ Sistemler

Hukuken eşya, maddi bir varlığı ifade etmektedir [23]. Bu sebeple özellikle bilgisayar programlarının eşya olmayacağını, bununla birlikte fikri haklar kapsamında hakkın konusu olabileceğini vurgulamak gerekmektedir. Ancak bu programın çalıştırıldığı ve tüm duyu organlarıyla algılanabilir hale geldiği bir cd, disk ya da otonom bir makine artık eşya olarak kabul edilebilir hale gelir. Eşya kavramı da tıpkı kişi kavramında olduğu gibi mutlak ve değişmez değildir, sosyal ve hukuki değer yargılarının değişmesiyle kavramın içeriği değiştirilebilmektedir [23].

Yapay sistemlerin eşya olarak tespit edilmesi de belirsizliği gidermeye yetmemektedir. Örneğin yapay kulak, insan vücudunun bir parçası olarak kabul edildiğinde kişiden alınması neticesi sebebiyle ağırlaşmış yaralama suçunu oluştururken, taşınır bir eşya olarak değerlendirildiğinde hırsızlık suçunu oluşturmaktadır. Makine ve insan etkileşiminin hızla artığı bir yüzyılda tüm uzuvların ve hatta tüm bedenin yapaylaşması durumunda bunların hangi aşamaya kadar eşya olarak değerlendirileceği belirsizdir. Dahası bilincin korunmasıyla birlikte bedenin tamamen yapay hale gelmesi durumunda kişiliğin hangi aşamadan itibaren gerçek, hangi aşamadan itibaren yapay olacağını kestirmek de zordur. Tüm bu sorunlar esasında hukuken kişi ya da eşya olmanın nerde başlayıp nerde bittiğiyle ilintilidir.

İrade sahibi otonom varlıkların ortaya çıkması ve bunların eşya olarak nitelendirilmesi yeni bir kölelik sisteminin doğması olarak da değerlendirilmeye müsaittir. Evrim teorisine göre rastlantısal doğal seçilimle bilinç kazandığı iddia edilen insana nazaran, özenle ve dikkatlice bir araya getirilmiş makinelerin de bilinç kazanması mümkün olabilir. Bir şekilde ortaya çıkan makine bilinci de tıpkı insanlar gibi direnip varlığını onurlandıracak haklar talep edebilir. Ancak tüm bunlar kültürel alışkanlıklarla bir köpeği dost, bir ineği akşam yemeği olarak gören insan bilinci açısından bu sistemlere hakkını teslim etmeye yetmeyecektir. Makinelerin eşya olmaktan çıkıp kişi olarak kabul edilmesi süreci de muhtemelen insanın çıkarına olan buysa gerçekleşebilecek bir değişim olacaktır.

### 4.2. Kişi olarak Yapay Zekâ Sistemler

#### *4.2.1 Gerçek kişi*

Her insanın gerçek kişi olarak kabul edilmesi bile uzun zaman aldığına göre yapay zekâ sistemlerin gerçek kişi olarak kabulü oldukça zor görünmektedir. Birçok yapay zekâ kuramcısı, güçlü yapay zekânın gerçekleşmesi halinde bu sistemlerin insan gibi değerlendirilmemesini bir tür ırkçılık olarak değerlendirmektedir [4, 18, 20, 28]. Kaldı ki insandan daha insan olan yapay zekâ sistemler sayesinde, insan olmanın neyi ifade ettiği de sorgulanır hale gelmiştir [12].

Gerçek kişi olmak için insan olmanın ya da canlı olmanın şart olmadığı ve bazen de yetmediği geçmişten günümüze gelindiğinde ise artık cansız varlıkların psikolojisi üzerinde bile çeşitli çalışma ve araştırmalar yapılabilmektedir [8]. Esasında cansız varlıklardaki enerji yeni bir şey değildir, yeni olan insanın sibernetik sayesinde bu enerjiyle iletişime geçerek kendi menfaatleri doğrultusunda bu varlıklardan yararlanmayı öğrenmesidir.

#### *4.2.2 Tüzel Kişilik*

Yapay zekâ uygulamaların tüzel kişi olarak kabul edilip edilemeyeceğinde, şirketler rol model olarak alınmaya en uygun kişilik yapılarıdır [12]. Ticari hayattaki önemlerinden dolayı kişi olarak kabul edilen şirketlerin varlık süreci, makinelerin sosyal ve ticari hayatta yükselişine benzetilebilir [26]. Ancak tüm ticari gerçekliğe rağmen mevcut hukuk sistemi kişi topluluğu olan şirketlerden sermaye şirketlerinin

tek kişiyle varlık göstermesine izin verse de tamamen gerçek kişilerin varlığını dışlayan bir tüzel kişilik yapısı henüz tanınmamaktadır [29]. İnsanı tamamen dışlayan ve malvarlığı topluluğundan oluşan vakıfta bile vakfın iradesini dışa yansıtması için en nihayetinde bir gerçek kişinin vakfı temsil etmesi ve devletin süreci denetim altında tutması söz konusudur [29]. Tamamen insandan soyutlanmış bir yapının tüzel kişi olmasının mümkün olmaması karşısında, insanla desteklenmiş bir yapay zekâ sistemin tüzel kişi olması da sorunu çözmeye yetmeyecektir. Nitekim bu halde dahi bu sistemi oluşturan yazılım ve donanımların başka şirketlere ait olması ya da bu sistemin insanlarla etkileşime girmesi durumunda nasıl hareket edilmesi ve nasıl iletişim kurulması gerektiği tereddüt yaratacak belirsizliklerden sadece birkaç tanesidir [27].

#### *4.2.3 E-Kişilik*

İnsan varlığının tam olarak dışlanabileceği bir kişilik yapısı içermeyen mevcut hukuk sistemi düşünüldüğünde, özellikle özerk yapay zekâ sistemler açısından yeni bir kişilik statüsü olarak elektronik kişiliğin tanınması, bu sistemlerin verecekleri zararı iyileştirmeden sorumlu tutulabilmelerinin sağlanması ve üçüncü kişilerle etkileşimde bulunurken yetkili olmalarının sağlanması açısından önem taşımaktadır [1]. Nitekim yaklaşık on yıl gibi bir zaman diliminde tamamen insanı dışlayan, kendi kendini yöneten, kural izleyen ve bulut depolama, bulut bilişim gibi çevrimiçi ticari hizmetler veren çeşitli organizasyonların sosyal gerçeklik haline geleceği düşünülmektedir [29].

## 5. Teknoloji ve Hukuk Mücadelesi: "Önce Ateş Et, Sonra Nişan Al" Yaklaşımı

Otostopçunun Galaksi Rehberi adlı bilim kurgu serisinde, tarih öncesi ilkel bir gezegene inen ve kaynakları tükendiği için bu gezegende mahsur kalmakla birlikte oldukça kurumsallaşmış yapılarını korumakta ısrar eden Golgafrinchanlılar, 573. komite toplantısını yapmalarına rağmen henüz ateşi dahi keşfedememiştir. Ateş geliştirme alt komitesinin sunacağı raporun sonucunun beklendiği bu toplantıda, alt komitenin iki çubuk sunduğu, kuaför olan üyenin de bu çubukları saç maşası icat etmek için kullandığı görülür. Pazarlamacı üye ise ateşi keşfetmeden önce ne için kullanılacağı, kullanıcılar için bu keşfin ne ifade edeceğinin çözüme kavuşturulması gerektiğini söyler. Kaldı ki hangi renk olmasına bir türlü karar verilemediği için tekerleğin icadı da bir türlü gerçekleşememektedir. Bu esnada topluluğun askerleri de "bir daha savaş olmaması amacıyla", henüz insanların dahi olmadığı boş bir kıtaya karşı savaş açmıştır. Bu sürekli düşünen, tartışan ancak hiç yol alamayan ve üretemeyen topluluğun ilk uygulaması ise ne yazık ki para politikası yapmak ve ağaç yapraklarını para olarak belirlemek olur. Bu karar üzerine oluşan enflasyonunun çözümü içinse ormanları yakarak paranın değerini yükseltmeyi planlarlar. Ateşi bulur bulmaz [30].

İnsanlığın teknoloji ve bilimi nasıl geliştirmeleri, bilimsel ve teknik ilerlemeleri nasıl uygulamaya geçirmeleri gerektiği konusunda ironik bir yaklaşımın ortaya koyulduğu bu hikaye, teknoloji alanında fazla düşünülerek yavaş hareket edilmesinin neden olacağı kayıplar, düşünmeden hareket edilmesinin ise yol açacağı zararları göstermesi bakımından oldukça ilham vericidir. Rekabet baskısının hızla arttığı teknoloji piyasasında, bir icadın ortaya çıkaracağı sonuçlar üzerinde kafa yorulmasından ziyade bir an önce gerçekleştirilmesi ve rakiplerin önüne geçilmesi üzerine yoğulaşılmaktadır. Bu sonuçları düşünülmeden piyasaya sürülen teknolojilerin neden olacağı olası zararların telafisi için yapılması gerekenlerin ise daha sonraya bırakılması yoluna gidilmektedir.

Teknolojinin gelişimi alışılmış çoğu ezberi bozmuştur. Askeri eğitimde bilinen "Hazır ol, nişan al ve ateş et!" şeklindeki süreç, güdümlü silahların icadıyla "hazır ol, ateş et ve nişan al!" şeklinde ters yüz edilmiş, teknoloji, ateş ettikten sonra hedefin yolda belirlendiği, hareketli hedeflere kitlenen otonom silahları ortaya çıkarmıştır. Iskalamanın, mühimmat zayi etmenin, hedefi tutturamayan boşa giden atış ve zamanın ya da nişan almak için harcanan sürenin ortadan kaldırıldığı bu teknoloji, savunma sanayinde yeni bir dönemi başlatmış, "Önce ateş et, sonra nişan al" şeklinde özetlenen bu yaklaşım, ticaret başta olmak üzere teknolojinin girdiği her alanda kendisine bir yer bulmuştur [31, 32]. Bu yeni yaklaşım, yeni bir ürünün hızla geliştirilmesi ve sonrasında ürünün kendi pazarını kendisinin yaratmasının sağlanması ya da kendi müşteri kitlesini bulması için doğrudan pazara sunulması gibi riskli ama hızlı yöntemler benimsenmesini, olası olumsuzlukların hesaplanması ve çözümünün ise sonraya bırakılmasını ifade etmektedir [31, 32]. Neticede klasik yöntemde, uzun süren pazar araştırmalarına rağmen, pazara yönelik geliştirilen ve büyük kaynaklar harcanan ürünlerin beklenen etkiyi gösteremediği deneyimler de yaşanmıştır. Ancak yine de benzer bir yaklaşımın yapay zekâ teknolojileri alanında da sergilenmesinin yol açacağı riskler çok daha büyüktür. Bu sebeple araştırma ve geliştirme çalışmalarının hikayedeki gibi ateşi keşfetmek ve tekerleği icat etmek hedefinde olduğu kadar uzun sürdürülmemesi, para olarak yaprağın, yaprağın değerini artırmak için de ormanların yakılmasının hedeflenmesinde olduğu gibi de hızla geçilmemesi gerekmektedir. Bu süreçte dengeyi kurmaksa bu süreci düzenleyen hukuk kuralları kadar süreç kontolörlerinin sağduyusuna da bağlı kalmaktadır.

## 6. Sonuç

Felsefi, tarihi ve bilimsel yönleriyle kişiliğe giden sürecin itici güçleri incelendiğinde, hukuken kişi olarak kabul edilmenin insan olmakla, zeki olmakla, irade sahibi ya da canlı olmakla zorunlu bir bağlantısının bulunmadığı görülmektedir. Bu süreçteki asıl itici güç, değerlendirmeye konu olan varlığın, toplumun sosyal, ekonomik, kültürel ve siyasi ihtiyaçlarına göre, kişi olarak kabulünde toplumsal ya da kişisel bir çıkar olup olmadığıdır. Konu bu çerçevede ele alındığında hukuken kişi olarak değerlendirilmesi istenen otonom bir sistemin insan olarak ya da insana benzer bir kişi olarak kabul edilebilmesi için bilinç, irade, duygusal zekâ gibi yeteneklerle donatılmasından ziyade bu otonom organizasyonun insan yaşamında yarattığı etki ve duygusal zeminde aldığı psikolojik karşılık önem taşıyacaktır [25, 33]. Nitekim bu duygusal kabul ve farkındalık bilinci oluşturulamadığı sürece insanların kendi türlerini bile eşya olarak konumlandırdığı ve günümüzde dahi cinsiyet temelli ayrımcılıkların sürdürüldüğü görülmektedir [26].

Günümüzdeki ekolojik hareket, çevre bilinci, hayvan hakları hareketi gibi insan olmayanların hukukunu tartışmaya açan hareketler, hukukun insan dışındaki varlıkları da kişi kavramı içine almaya hazırlandığını düşündürmektedir [26]. Öyleyse gelecek yüzyıl, makine haklarının tartışıldığı ve bu hakları savunanların etkili bir şekilde örgütlenmeye başlayacağı bir dönem olabilir [2]. Ancak bu farkındalığın oluşması beklenmeden, ivedi olarak çözülmesi ve açıklığa kavuşturulması gereken, ilgili tüm alanların temsil edildiği bir araştırma grubunun görüş ve önerileri doğrultusunda şekillenen ve en nihai halinin toplumun ortak iradesi sonucunda kabul edildiği bir makine etiğinin oluşturulmasıdır. Böylelikle telafi edici düzenlemelerle müstakbel zararların giderilmesine yoğunlaşmak yerine bu zararların hiç doğmayacağı önleyici bir sistem oluşturmak mümkün olabilecektir. Ayrıca henüz ortaya çıkmadığı düşünülen güçlü yapay zekâyı yaratım aşamasında hukuka uygun ve uyumlu olarak

şekillendirmek, bir kez ortaya çıkmış ve sınırlandırılmamış bir güçlü yapay zekâyı kontrol atına almaya çalışmaktan çok daha kolay olacaktır.

## 7. Kaynaklar

**[1]** European Parliament, "Civil Law Rules on Robotics", European Parliament resolution of 16 February 2017 with recommendations to the Commission on Civil Law Rules on Robotics (2015/2103(INL)).

**[2]** Philipps, L., Gibt es ein Recht auch für ein Volk von künstlichen Wesen, wenn sie nur Verstand haben?. Festschrift for Arthur Kaufmann, C.F. Müller, pp. 119-126, 1989.

**[3]** Dural, M., Öğüz, T., *Kişiler Hukuku*, Filiz Kitabevi, 2016.

**[4]** Churchland, P. M., *Madde ve Bilinç*, çev. Berkay Ersöz, 2. Baskı, Alfa, İstanbul, 2018.

**[5]** Hofstadter, D. R., *Gödel, Escher, Bach: Bir Ebedi Gökçe Belik*, çev. Ergül Akça ve Hamide Koyukan, Kabalcı Yayınevi, 2001.

**[6]** Margolis, J., The Problem of Other Minds. Synthese. 1963, 15 (1), 401-411.

**[7]** Nagel, T., What Is It Like to Be a Bat?. The Philosophical Review. 1974, 83(4), 435-450.

**[8]** Braitenberg, V., *Das Bild Der Welt Im Kopf: Eine Naturgeschichte Des Geistes*. Vol 1. Auflage. Schattauer; 2018.

**[9]** McCarthy, J., Minsky, M., Rochester, N., Shannon, C., A Proposal for the Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence. 31 August 1955.

**[10]** Searle, J., *Zihnin Yeniden Keşfi (Zihin Felsefesi).* çev. Muhittin Macit, Litera Yayıncılık, İstanbul, 2004.

**[11]** Russell, S. J., Norvig, P., *Artificial Intelligence a Modern Approach*, Third Edition, Pearson, 2014.

**[12]** Kaplan, J., *Artificial Intelligence*. Oxford University Press, 2016.

**[13]** Newell, A., Simon, H. A., Computer Science as Empirical Inquiry: Symbols and Search, in: *Mind Design II: Philosophy, Psychology, Artificial Intelligence* (Ed. J. Haugeland), Revised and enlarged edition, A Bradford Book, The MIT Press, pp. 81-110, 1997.

**[14]** Chomsky, N., *Language and Mind*, Third Edition, Cambridge University Press, 2006.

**[15]** Wiener, N., *The Human Use of Human Beings: Cybernetics and Society*, Free Association Books, London, 1989.

**[16]** Frisch, K. v., *Bees: Their Vision, Chemical Senses, and Language*, Cornell University Press, Ithaca, and London, 1971.

**[17]** Descartes, R., *Meditations on First Philosophy*, çev. John Cottingham, Cambridge University Press, New York, 2013.

**[18]** Turing, A. M., Computing Machinery and İntelligence. Mind. 1950, 59, 433-460.

**[19]** Penrose, R., *Us Nerede? Kralın Yeni Usu III*, çev. Tekin Dereli, 2. Basım, TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, 1999.

**[20]** Penrose, R., *Bilgisayar ve Zekâ: Kralın Yeni Usu I,* çev. Tekin Dereli, 5. Basım, TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, 1999.

**[21]** Feigenbaum, E. A., Feldman J. (Ed.), *Computers and Thought*, McGraw-Hill Book Company, 1963.

**[22]** Oğuzman, K., Seliçi, Ö., Oktay-Özdemir, S., *Kişiler Hukuku,* 16. Bası, Filiz Kitabevi, İstanbul, 2016.

**[23]** Serozan, R., *Medeni Hukuk*, Vedat Kitapçılık, 2005.

**[24]** Akipek, J., Akıntürk, T., Ateş Karaman, D., *Türk Medeni Hukuku Başlangıç Hükümleri Kişiler Hukuku*, 9. Baskı, C. 1, Beta, 2012.

**[25]** Elkus, A., Don't Fear Artificial Intelligence. Slate. 31 October 2014.

**[26]** Teubner, G., Elektronische Agenten und große Menschenaffen: Zur Ausweitung des Akteurstatus in Recht und Politik. Zeitschrift für Rechtssoziologie. 2006, 27, 5-30.

**[27]** Solum, L., Legal Personhood for Artificial Intelligence. North Carolina Law Review. 1992, 70, 1231-1287.

**[28]** Lucas, J. R., "Minds, Machines and Gödel", in: *Minds and Machines* (Ed. A. R. Anderson), Prentice-Hall, pp. 43-59. 1954.

**[29]** Bayern, S., Burri, T., Grant, T., Häusermann, D., Möslein, F., Williams, R., Company Law and Autonomous Systems: A Blueprint for Lawyers, Entrepreneurs, and Regulators. Hastings Science and Technology Law Journal. 2017, 9, 135-162.

**[30]** Adams, D., *Otostopçunun Galaksi Rehberi*, 2. Kitap: *Evrenin Sonundaki Restoran*, çev. İrem Kutluk, 1996, N. 32.

**[31]** Ready, K., *Startup: An Insider's Guide to Launching and Running a Business*, Apress, 2011.

**[32]** Masterson, M., *Ready, Fire, Aim*, Agora, 2008.

**[33]** Turkle, S., *Alone Together: Why We Expect More from Technology and Less from Each Other*, Basic Books, New York, 2012.

# AÇIK KAYNAK UYGULAMALAR İLE HİBRİT İŞLETİM SİSTEMLERİNDEN LOG TOPLAMA

***Nüsret Önen*[1], Hamza Ilgaz [2], Özlem Balcı [3]***
[1]HAVELSAN, Açık Kaynak Uyg. Sis. Dön. Tk., Ankara-Türkiye, nonen@havelsan.com.tr
[2]Belgesert, Siber Güvenlik Dep., Ankara-Türkiye, hamzailgaz@belgesert.com.tr
[3]Belgesert, Siber Güvenlik Dep., Ankara-Türkiye, ozlembalci@belgesert.com.tr
[*] Sorumlu Yazar: nonen@havelsan.com.tr

***Özet:*** *Bu çalışmada, kamu kurum ve kuruluşları ile özel işletmelerde kullanılan güvenlik bilgilendirmesi ve kayıt yönetimi cihazlarının/uygulamalarından alınacak kayıtların açık kaynak kodlu uygulamalar aracılığı ile açık kaynak işletim sistemlerinde işlenmesi incelenmiştir. Çalışmada, özellikle açık kaynak kodlu uygulamaların farklı işletim sistemlerinden kayıtları toplayabildiği ve etkin çalıştığı gözlenmiştir. İşletim sistemi ve sistem uygulamalarından alınacak günlüklerin analiz edilerek doğru bir şekilde değerlendirilmesi ve anlamlandırılması için farklı platformlardan elde edilen kayıtların önemi ve bu kayıtların SIEM uygulaması/cihazı açısından önemi ele alınarak, anlamlı kılınan bazı kurallar farklı işletim sistemlerindeki senaryolar ile örneklendirilerek incelenmiştir. Açık kaynak kodlu rsrylog uygulaması ile linux işletim sistemine sahip sunuculardan toplanan loglar ile açık kaynak kodlu winlogbeat uygulaması ile windows işletim sistemine sahip sunuculardan loglar toplanarak yine açık kaynak işletim sistemlerinde toplanarak anlamlandırılması ve açık kaynak elasticsearch uygulaması ile görselleştirilmesi sağlanmıştır. Geçiş planlaması yapan kurum veya kuruluşlarda hibrit olarak çalışma söz konusu olduğu için farklı işletim sistemlerinden log toplama oldukça önem arz etmektedir. Ayrıca açık kaynak uygulama ve işletim sistemleri dışında kapalı kaynak kodlu uygulama bağımlılığı olan kurum/kuruluşlar da logların toplanması için kapalı kaynak kodlu uygulamaları tercih etmekte ve açık kaynak kodlu alternatiflerden yararlanma noktasında arayış içinde olmaktadırlar. Bu noktada etkin bir şekilde çalıştığı gözlenen sistemdeki yapıyı anlatan çalışmamız emsal olacaktır. Bu kapsamda çapraz platformlarda etkin şekilde kullanılabilen açık kaynak uygulamaların yeterliliği de gözlenmiş olacaktır.*

***Anahtar sözcükler****: Açık Kaynak Uygulama, Log Toplama, Rsyslog, Winlogbeat, Elasticsearch*

# FROM HYBRID OPERATING SYSTEMS WITH OPEN SOURCE APPLICATIONS LOG COLLECTION

***Nüsret Önen*[1], Hamza Ilgaz [2], Özlem Balcı [3]***
[1]HAVELSAN, Açık Kaynak Uyg. Sis. Dön. Tk., Ankara, nonen@havelsan.com.tr
[2]Belgesert, Siber Güvenlik Dep., Ankara, hamzailgaz@belgesert.com.tr
[3]Belgesert, Siber Güvenlik Dep., Ankara, ozlembalci@belgesert.com.tr
[*] *Corresponding author: nonen@havelsan.com.tr*

***Abstract:*** *In this research, the evaluation of records to be taken using security information and records management equipment/software in public institutions and organizations, as well as private enterprises on open-source operating systems using open-source code applications, has been conducted. In the research, it was discovered that open-source programs in particular can gather data from a variety of operating systems and operate effectively. When considering the significance of records obtained from different platforms and the importance of these records in terms of SIEM application/device for analyzing and correctly assessing and*

*making sense of logs taken from the operating system and system applications, some rules that are made sensible are illustrated by using scenarios in different operating systems. With the open-source rsrylog application, the logs collected from the servers with the Linux operating system, and the logs from the Windows operating system with the open-source winlogbeat application, were collected from the servers with the windows operating system, again collected in open-source operating systems, interpreted and visualized with the open-source elastic search application. It is critical to gather logs from a variety of operating systems, especially when dealing with institutions or organizations making transition planning. Institutions/organizations with a closed source application dependency, in addition to open source applications and operating systems, seek closed source software for logs gathering and are on the lookout for open source alternatives. At this point, our study, which explains the system's structural features that appear to function effectively, will establish a standard. In this case, the suitability of free open source programs for cross platform usage will be evaluated.*

***Keywords:*** *Open Source Application, Log Collection, Rsyslog, Winlogbeat, Elasticsearch*

## 1. Giriş

Bilgi iletişim teknolojisinin büyük hızla gelişmesi bilginin insanoğlunun hayatında daha da önemli hale gelmesine neden olmuştur. Her geçen gün; bilgi, iletişim ve teknoloji iç içe geçmekte ve bilgi eldesi için teknolojinin kullanımı artmaktadır [1]. Özellikle de bilginin korunması ve günlüklerin tutulması oldukça önemli olup, bu amaçla kullanılan güvenlik bilgi ve olay yönetim (SIEM) sistemleri, kuruluşlarda hem gerçek zamanlı olayları hem de uzun vadeli veri yığınını izlemede önemli bir rol oynarlar [2]. Bu tarz güvenlik uygulamaları güvenlikle ilgili bilgilerin merkezi olarak toplanmasını ve analizini sağlamaktadır [3].Güvenlik uygulamalarının yararlandığı asıl kaynak ise günlüklerden (loglar) oluşmaktadır.

Bu çalışmada, açık kaynak kodlu uygulamaları kullanan kurum/kuruluşlar için işletim sistemlerinden alınan logların; gerçek zamanlı olarak gözlenebilmesini sağlayabilmek için, çeşitli senaryolar üzerinde testler yapılarak, loglamanın önemi vurgulanmıştır. Çalışmada açık kaynak kodlu sistemlere geçiş yapan kurum/kuruluşların sonrasında bu yapıyı sürdürmeleri durumunda loglamanın nasıl yapılacağına illişkin uygulamalı bir senaryo oluşturulmuştur.

## 2. Yöntem

Çalışmada log kayıtlarının toplanması amacıyla “rsyslog”, “winlogbeat” ile logların anlamlandırılması amacıyla “elasticsearch” programları kullanıldı. Çalışmaya konu olan “açık kaynak kodlu uygulamalardan yararlanılarak hibrit işletim sistemlerinden log toplanması’na yönelik literatürde belirtilen şekilde; akademik yerli ve yabancı makaleler, internet üzerinden yayınlanan çalışmalar, deneysel çalışmalar, yayımlanan tez ve araştırmalar incelendi [4][5]. Bu araştırmada; teorik araştırmaların yanı sıra pratik olarak da farklı işletim sistemleri kuruldu, bunlar üzerinde sistem uygulamaları kuruldu ve günlük kayıtları alınarak incelendi [4].

Logların anlamlandırılması için elasticsearch üzerinde veri-değişken tipleri olarak log ayrıştırmada tarih, hesap ve olay bilgisi gibi bağımsız değişkenlerden yararlanıldı [6]. Yararlanılan log kaynakları gerçek zamanlı çalışan test ortamından alınarak, açık kaynak kodlu ağ analizi uygulamaları ile testler yapılmak suretiyle zenginleştirilmiş ve ağ analizi ile erişim denetimi konusunda veri oluşması sağlandı [7]. Anlamlandırma çncesinde de alınan kayıtların güvenilirlik ve doğruluk gibi yapısal nitelikleri karşılayıp karşılamadığının

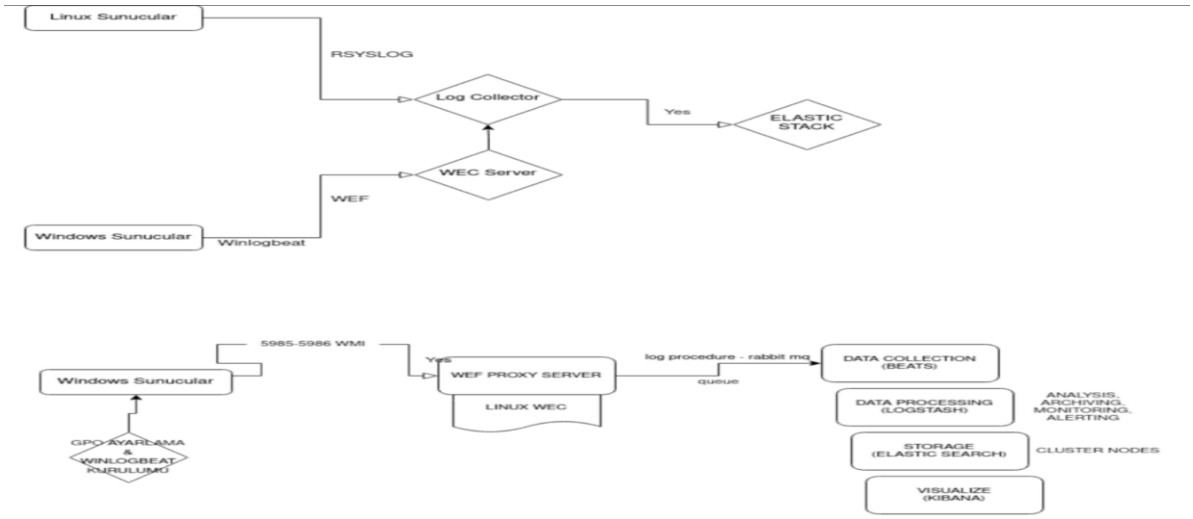
ölçülmesi için ise; farklı sunuculardan alınan veriler analiz edildi. Üçüncü parti log toplama ve analiz uygulamaları aracılığı ile Windows ve Linux işletim sistemlerinden alınan loglar standart ".cef" formatında depolanarak incelendi ve loglardan elde edilen veriler de karşılaştırıldı.

## 3. Bulgular

Araştırmada Windows işletim sisteminden gelen loglar aşağıdaki algoritmaya uygun şekilde winlogbeat kullanarak açık kaynak bir sunucuda toplandı. Daha sonra EventLog kısmındaki loglar toplanarak önemli olanlar ayrıştırıldı. Açık kaynak işletim sistemleri kullanılmayacaksa bu senaryoya gerek kalmayıp EventLogReaders grubuna eklenen bir kullanıcı ile logları toplayıp daha sonra ayrıştırma ve anlamlandırma safhasına geçildi.

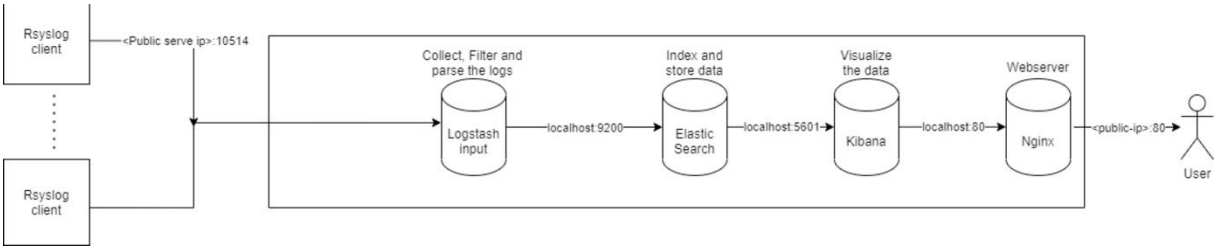
Özellikle geçiş (göç) dönemleri ve sonrasında aktif olarak kullanılmaya uygun senaryolar deneysel (test) ortamda 8 adet windows ve 8 adet linux işletim sistemine sahip sunucu üzerinde kullanıldı.Şekil 1.de ilk durumda hibrit işletim sistemlerinden log toplama görülmektedir. İkinci durumda ise windows işletim sistemine sahip yapıdan açık kaynak uygulamalar ile log toplanmasına yönelik bir şema görülmektedir. Deneysel olarak kurulan ortamda loğların toplanması ile ilgili bir soruna rastlanmadı. Deneme amaçlı kurulan Windows işletim sistemlerinde istemci ve sunucular kurularak işlemler yapıldı. Tercih edilen işletim sistemleri Windows server 2019 ve Windows 10 olarak belirlendi. Winlogbeat uygulaması ile WEC (Windows Event Collector) Elasticsearch üzerine log yönlendirmesi yapıldı ve standart portlar kullanıldı. Burada herhangi bir soruna rastlanmadı. Sadece Logstash kullanılarak toplama işlemi yapılabilirdi ancak arama ve görselleştirme işlemleri için ELK (Elasticsearch, Logstash, and Kibana) tercih edildi. Görselleştirme için açık kaynak Grafana uygulaması da tercih edilebilirdi.

Alınan loğlardan anlamlı veriler elde edilmesi ve kurumsal anlamda kullanılan Güvenlik bildirimi ve Olay yönetimi uygulamalarının işlevselliğinin arttığı da görüldü. Ham loğları alıp işleyen ve bildirilen senaryolara göre aksiyon alan bu uygulamaların tercih ettiğimiz sistem senaryosunda da aksiyon alarak sadece işlenmiş loğlarla çalışması ve bunun dışında detaylı aramaların da yapılması sağlandı. Bu durum önemli bir kazanım olarak değerlendirildi.




Şekil 1. Hibrit işletim sistemine sahip bir yapıda loğların toplanması senaryosu (İkinci kısım: Windows işletim sistemine ait loğların toplanmasını içermektedir.)

Linux işletim sistemi için ise; sıklıkla kullanılan rsyslog açık kaynak uygulamasından yararlanıldı. Benimsenen yöntem ise;




Şekil 2. Linux işletim sistemine sahip bir yapıda loğların toplanması senaryosu (Taylor, 2021)

Standart olarak benimsenen bir yöntem olan; rsyslog açık kaynak uygulaması ile loğların doğrudan Logstash kurulu sunucuya yönlendirilmesi ve görselleştirilmesi esasına dayanmaktadır.

## 4. Sonuç

Pandemi süreci ile birlikte dijitalleşen çalışma modellerinin hayatın her alanına dahil olmuştur. Aynı ölçüde siber saldırı kavramı da artış göstererek hayatın her alanına girmeyi başarmıştır. İnsan hayatını ve yaşamını kolaylaştıran tüm teknolojik alt yapılar siber saldırıların hedefi haline gelmiştir. Siber saldırganlar için tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de çeşitli caydırıcı kanunlar çıkarılmıştır. Ancak siber saldırganların ele geçirilmesi, yaşanan olaylardaki faillerin tespiti ve olayların analizi noktasında önemli verilere ihtiyaç duyulmaktadır. Yaşanan güvenlik ihlallerinin tespit edilmesi, analiz edilmesi, suçluların yakalanması ve kimler tarafından yapıldığı noktasındaki en büyük delil niteliğindeki kaynak Log yani kayıt olmaktadır. Kayıtların tutularak depolanması ve çeşitli şekillerde anlamlandırılması için SIEM yazılımları oldukça önem arz etmektedir. Özellikle hibrit sistemleri kullanan kurum ve kuruluşlarda çeşitli senaryolar ve kapalı kaynak koda sahip uygulamalar kullanılmaktadır. Ancak açık kaynak kodlu uygulamalar ile bu işlemlerin etkin şekilde yapılması da mümkündür.

Sunulan senaryolar; farklı işletim sistemlerinden alınan kayıtlar için oluşturulan log ayrıştırma ve kural setleri bu alanda çalışma yapan kurum, kuruluş veya işletmeler için önemli bir dayanak oluşturaracaktır. Ayrıca senaryo ve model ayrıntıları da işletmelerin yazılım mimarisi anlamındaki eksikliklerinin tamamlanması ve bu alanlara yapılacak yatırımların önemli ölçüde azalmasına destek olacaktır.

Bu çalışmadaki örnek senaryolar açık kaynak uygulamalar üzerinden test ortamında denenmiştir. Açık kaynak uygulamalar ile hemen hemen tüm tehditlerin bertaraf edilmesine yönelik anlamlı verilerin analizinden alarmlar oluşturuldu. Yapılan çalışmanın sonucunda; açık kaynak uygulamalar ile tüm sistemlerden logların alınabildiği, logların anlamlandırılabildiği, çeşitli kurallar ve modeller oluşturularak analizlerinin yapılabildiği gözlendi.

## 5.Öneriler

Açık kaynak kodlu uygulamaların log analizi ve görselleştirilmesi alanında yaygın bir şekilde kullanılmasının mali, güvenlik ve sosyal açıdan önemli olduğunu hatırlatmakta fayda görülmektedir.

Açık kaynak kodlu uygulamaların güvenlik alanında yoğunlukla kullanılması için bu alanda çalışma yapan kamu kurum ve kuruluşları ile özel işletmelerdeki yazılımcı, sistem uzmanları ve güvenlik uzmanlarının sayısının arttırılması ve bu teknolojilere olan yönelimlerinin daha da arttırılması gerekmektedir.

Açık kaynak kodlu uygulamaların güvenlik alanında yoğunlukla kullanılması için bu alanda çalışma yapan kamu kurum ve kuruluşları ile özel işletmelerdeki yazılımcı, sistem uzmanları ve güvenlik uzmanlarının sayısının arttırılması ve bu teknolojilere olan yönelimlerinin daha da arttırılması gerekmektedir.

Açık kaynak kodlu güvenlik yazılımlarının kullanımının arttırılması ve geliştirmelerin yaygınlaştırılması noktasındaki çalışmalar üzerinde hassasiyetle durulmalı, özellikle de kapalı kaynak kodlu uygulama geliştirerek siber güvenlik alanında dünyada birçok yeni teknolojinin yaygınlaştırılması sağlanmalıdır. Buna ilaveten özel şirketlerin çalışma yapılarının incelenmesi ve gerekirse kamu kurum ve kuruluşlarında rol model olarak benimsenerek çalışmalara hız verilmesi gerekmektedir.

Açık kaynak kodlu Log toplama yazılımları kullanan çeşitli paydaşlar ile iş birliği yapılarak birçok geliştirme ve kural havuzunun yeniden oluşturulması yerine, gerekli analizler yapıldıktan sonra mevcut sistemlere entegrasyonu noktasında adımlar atılmalıdır.

Bu çalışmadan örnek alınabileceği üzere açık kaynak kodlu yazılımlar ihtiyacı görmenin ötesinde geliştirilmeye açık olması, markalardan bağımsız uyumluluk sorununun bulunmamaktadır. Bu yazılımların ihtiyaçlar ölçeğinde gerekli tüm işlevleri karşılayabildiği görülmektedir. Bu doğrultuda bu teknolojilerin ve araştırmaların üniversitelerde ve okullarda yaygınlaştırılması noktasında teşvikler verilmeli, yarışmalar organize edilmeli ve ödüller dağıtılarak tüm araştırmacıların sürece dahil olması sağlanmalıdır.

## Bilgilendirme

İşletim sistemlerinin kurulduğu test ortamının sağlanması konusunda Belgesert işletmesine ait hostlardan yararlanıldı.

## 6.Kaynaklar

**[1]** Gülmüş, M., Kurumsal Bilgi Güvenliği Yönetim Sistemleri ve Güvenliği, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversites, 2010

**[2]** Zeinali, S. M., Analysis of security information and event management (SIEM) evasion and detection methods, Doctoral dissertation, Master Thesis, Tallinn University of Technology, 2016

**[3]** Vielberth, M., Pernul, G., A Security Information and Event Management Pattern, In: 12th Latin American Conference on Pattern Languages of Programs (SLPLoP), Valparaiso, Chile, 2018

**[4]** Mercer, A., Security Information and Event Management for Small and Medium-Sized Enterprises, Master Thesis, Luleå University of Technology, Luleå, Sweden,2013

**[5]** Vazão, A., Santos, L., Piedade, M. B., & Rabadão, C., SIEM Open Source Solutions: A Comparative Study. In 2019 14th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI), pp. 1-5, 2019

**[6]** Buczak, A. L., Berman, D. S., Yen, S. W., Watkins, L. A., Duong, L. T., & Chavis, J. S., Using sequential pattern mining for common event format (CEF) cyber data. In Proceedings of the 12th annual conference on cyber and information security research, 2017, pp. 1-4

**[7]** González-Granadillo, G., González-Zarzosa, S., & Diaz, R., Security information and event management (siem): Analysis, trends, and usage in critical infrastructures. Sensors,2021, 14, 4759. https://doi.org/10.3390/s21144759

# BİLGİSAYARLI GÖRÜ YARDIMIYLA YAPRAKLARDA RENK, ŞEKİL VE DOKU ÖZELLİKLERİNİN ANALİZİ VE TÜRLERİN SINIFLANDIRILMASI

***Adem Mehmet Yıldız* [*1]***
[*1]Kırklareli Üniversitesi, Kırklareli- Türkiye, ademmehmetyildiz@klu.edu.tr
[*] Sorumlu Yazar: ademmehmetyildiz@klu.edu.tr

***Özet:*** *Yapraklar çeşitli geometrik özelliklerin yanında, renk ve doku özelliklerini de barındırır. Günümüzde bilgisayarlı görü yardımıyla bir yaprak imajından şekil, renk ve doku özelliklerini çıkarabiliyoruz. Bu özellikler her yaprakta farklı olabildiği gibi türlere özgü ayırt edici nitelikler de barındırır. İmajlardan çıkarılan ayırt edici öznitelik bilgileri arttırıldıkça algoritmaların öğrenme ve tahmin etme doğrulukları da arttırılabilir. İmajlara ait geometrik veriler tek başına yeterli olmamakla birlikte algoritmalar düşük doğruluklarda tahminler üretmektedir. Geometrik bilgilere ek olarak renk ve doku özelliklerinin dahil edilmesi tahmin doğruluklarını yükselttiği varsayımı ile bu çalışma yürütülmüştür. İmajların kimlik özellikleri arttırılarak klasik sınıflandırma algoritmalarından daha fazla tahmin doğrulukları çıkarılması amaçlanmaktadır. Yapraklardan elde edilen bu kimlik özellikleri sayesinde onları sınıflandırabilir, hasarları görebilir ve hastalıkları tespit edebiliriz. Bu çalışmada 32 türe ait 1907 yaprak görüntüsünün şekil, renk ve doku özelliklerini barındıran 17 özellik ele alınmış ve sınıflandırılmıştır. Şekil tabanlı özelliklerinden alan, çevre, uzunluk genişlik, uzunluk-genişlik oranı, dikdörtgensellik, dairesellik, renk tabanlı özelliklerden kırmızı, yeşil ve mavi renk aralıklarının ortalamaları ve standart sapmaları, doku tabanlı özelliklerden kontrast, kolerasyon, ters fark momentleri ve entropi özellikleri hesaplanmıştır. Algoritmaların öğrenmesi için veri setinin %70'i öğrenme %30'u test verisi olarak kullanılmıştır. Sınıflandırma algoritmalarından kesinlik, geri çağırma ve F skorları hesaplanmıştır. Sınıflandırmada J48, KNN-2, KNN-3, Saf Bayes (NB) ve Destekçi Vektör Makineleri (SVM) algoritmaları kullanılmıştır. Sınıflandırma sonuçlarına göre %95 başarı elde edilmiştir.*

***Anahtar sözcükler****: Görüntü İşleme, Yaprak Görüntüleri, Sınıflandırma.*

# ANALYSIS OF COLOR, SHAPE AND TEXTURE PROPERTIES OF LEAVES WITH COMPUTERIZED VISION AND CLASSIFICATION OF SPECIES

***Adem Mehmet Yıldız* [*1]***
[*1]Kırklareli University, Kırklareli-Turkey, ademmehmetyildiz@klu.edu.tr
[*] Corresponding author: ademmehmetyildiz@klu.edu.tr

***Abstract****: Leaves contain various features such as shape, color, and texture. Today, we can extract geometric, color and shape characteristics from a leaf image with computer vision techniques. These features may be different in each leaf as well as in species. As the distinctive feature information extracted from the images is increased, the learning and prediction accuracy of the algorithms can be increased. Although the geometric data of the images alone is not sufficient, the algorithms produce predictions with low accuracy. This study was carried out with the assumption that the inclusion of color and texture features in addition to geometric information increases the prediction accuracy. It is aimed to obtain more prediction accuracy than classical classification algorithms by increasing the identity*

*properties of images. Thanks to these identity characteristics obtained from leaves we can classify them, identify damages, and detect diseases. In this study, 17 features including shape, color and texture characteristics of 1907 leaf images belonging to 32 species were discussed and classified. Area, perimeter, length-width, length-width ratio, rectangularity, circularity data were calculated from the shape-based features. The means and standard deviations of the red, green and blue color ranges were calculated from the color-based features. Contrast, correlation, inverse moments of difference and entropy data were calculated from texture-based features. For the learning of the algorithms, 70% of the data set was used as learning and 30% as test data. Precision, recall and F scores were calculated from the classification algorithms. Classification methods are J48, Naive Bayes, KNN-2, KNN-3 and Support Vector Machines. Results of classification we gathered %95 success.*

***Keywords:*** *Image Processing, Leaf images, Classification*

## 1. Giriş

Ekosistemin büyük çoğunluğunu oluşturan ve fotosentez yapan bitkiler farklı fiziksel özelliklere sahip yapraklara sahiptir. Her yaprak farklı şekillerde ve farklı dokularda olabilir. Yeşil renkli klorofil hücreleri yaşlanma veya birtakım hastalıklardan sebebiyle zarar görebilir, yaprak yüzey rengi de bu sebeplerle değişkenlik gösterebilir. Bu nedenle yaprakların morfolojik olarak tanınması ve sınıflandırılması oldukça zordur. 400000'in üzerinde bitki türü olan günümüzde uzmanlar tespit ve sınıflandırma işlemlerini geleneksel yöntemlerle yapmakta ve bu da hayli zaman almaktadır. Sağlıklı bir bitkiyle sağlıksız bir bitkinin ayrımını da günümüzde artık bilgisayarlar yapabilmektedir. Tabi ki ön bilgiler ve çeşitli testlerin ardından sistemler iyileştirilebilir. Bilgi teknolojilerinin yardımıyla veri setleri ve veri işleme yöntemleri geliştirilmeli bitki ve yaprak morfolojilerinin sınıflandırılması hızlı ve etkili bir hale getirilmelidir [1]. Son zamanlarda bilgisayarlı görünün alt dalı olan dijital görüntü işleme teknolojilerinin gelişmesi ihtiyaçlara hızlı bir şekilde cevap vermeye başlamıştır. Dijital imajlardan elde edilen sayısal veriler işlenip indekslenerek birçok alanda olduğu gibi yaprakların morfolojik yapısına ait çıkarımlarda bulunmamıza ve sınıflandırma yapmamıza fırsat sunmaktadır. Yaprak imajları üzerinde görüntü işleme yöntemlerinin kullanıldığı birçok çalışma mevcuttur [2,3,5]. Farklı görüntü işleme yöntemleri ve sınıflandırma metotlarının kullanıldığı bu çalışmalar aynı zamanda algoritmaların verimliliğini ve analizlerin doğruluk oranlarını arttırmayı da hedeflemektedir.

Bu araştırmanın amacı yaprakları meydana getiren temel unsurlardan renk, şekil ve doku özelliklerinin bilgisayarlı görü yardımıyla işlenip indekslenerek analiz ve sınıflandırmasını yapmaktır. Amacımıza yönelik varsayımlarımıza alt yapı oluşturması için Wu ve arkadaşlarının 2007 yılında oluşturdukları veri seti kullanılmıştır [5]. Veri seti toplamda 32 türe ait toplam 1907 yaprak imajından oluşmaktadır. Veri setlerinde yer alan görüntüler Python 3.7 dili ve Opencv 4.1 kütüphanesi yardımıyla bir ön işlemeden geçirilerek uzunluk, genişlik, alan, çevre, en-boy oranı, dikdörtgensellik, dairesellik, RGB değerleri, kontrast, kolerasyon ve entropi gibi değerlerin indekslenmesi planlanmıştır.

Genel amaç doğrultusunda aşağıdaki araştırma sorusuna cevap aranmıştır:

• Yaprak görüntülerindeki şekil, renk ve doku özelliklerinin sınıflandırma algoritmalarındaki doğruluk oranları nedir?

Yukarıdaki araştırma sorusuna yönelik de hipotezimiz şu şekildedir:

• Farklı türden yaprak arasında şekil, renk ve doku farklılıkları vardır.

Yaprak morfolojilerinin görüntü işleme yöntemleriyle ele alındığı ve elde edilen verilerle çeşitli sınıflandırılmaların yapıldığı birçok çalışma mevcuttur. Çalışmalar incelendiğinde bazı yaprak formlarının bilgisayarlı görü yardımıyla kolaylıkla işlenebildiği görülürken bazılarının ise daha karmaşık algoritmalara ihtiyaç duyduğu görülmektedir. Bununla birlikte yapraklardaki şekil değişkenlerinin yanında renk değişkenlerinin de bitkiye ait genel sağlık durumunun iyi veya kötü olduğuna yönelik çıkarımların da yapılabildiğine rastlanmıştır.

Wu ve arkadaşları [5] 2007'de yaptıkları çalışmada olasılıksal yapay sinir ağlarını kullanarak bir yaprak sınıflama algoritması geliştirmişler ve 32 türe ait 1800 adet yaprak görüntüsü üzerinde çalışmışlardır. Çalışmada yapraklara ait 5 temel geometrik özelliği kullanarak 12 alt değişken çıkarılmış ve bu değişkenler üzerinde olasılıksal yapar sinir ağı algoritması sınıflandırma yapmak için kullanılmıştır. Test verisi için ise her bitki sınıfından 10'ar örnek olmak üzere toplam 320 test görseli kullanılmıştır. Olasılıksal yapay sinir ağının giriş vektörleri temel bileşen analizi (PCA) tarafından oluşturulmuş ve girdi verisi olarak kullanılmıştır. Geliştirilen algoritma yapraklara ait 12 alt geometrik özelliği kullanarak %90 oranında doğruluk göstermiştir.

Du ve arkadaşları [2] ise 2007'de 20 türe ait toplam 400 yaprak üzerinde çalışmışlar ve 9 farklı yaprak özelliği üzerinden değişkenlerini belirlemişlerdir. Sınıflandırma yöntemi olarak ise move median center (MMC) metodunu kullanmışlar ve bu metodu en yakın komşu algoritması (KNN-1) ve (KNN-4) ile karşılaştırmışlardır. Yapılan analizler sonucunda MMC %91, KNN-1 %93 ve KNN-4 %92 doğruluk göstermiştir. Fakat MMC'nin diğer yöntemlere göre daha hızlı sınıflandırma zamanına sahip olduğu ve daha az depolama vektörüne sahip olduğu görülmüştür. Bu nedenle de MMC yönteminin hız ve depolama yönünden olumlu doğruluk oranından ise çok fazla sapma göstermediği gözlenmiştir.

Silva ve arkadaşları [3] 2013'te yaptıkları çalışmada başlangıçta 40 sınıfa ait 443 yaprak görüntüsünü ele almış ve bunların içinden 15 sınıfa ait 171 yaprak görüntüsüyle çalışmışlardır. Yapraklara ait 8 farklı geometrik özelliğin işlendiği çalışmada dış merkezlilik, en boy oranı, uzama, eş çevrelik gibi değişkenler ele alınmıştır. Doğrusal diskriminant analizi (LDA) için %70 öğrenme %30 test verisi ayrılmış, bununla birlikte başlangıçtaki değişkenlerden bazıları doğruluk oranını düşürdüğü için elenmiş ve bazı türleri sınıflamada %100 doğruluk genelde ise %87 doğruluk oranına ulaşılmıştır.

## 2. Yöntem

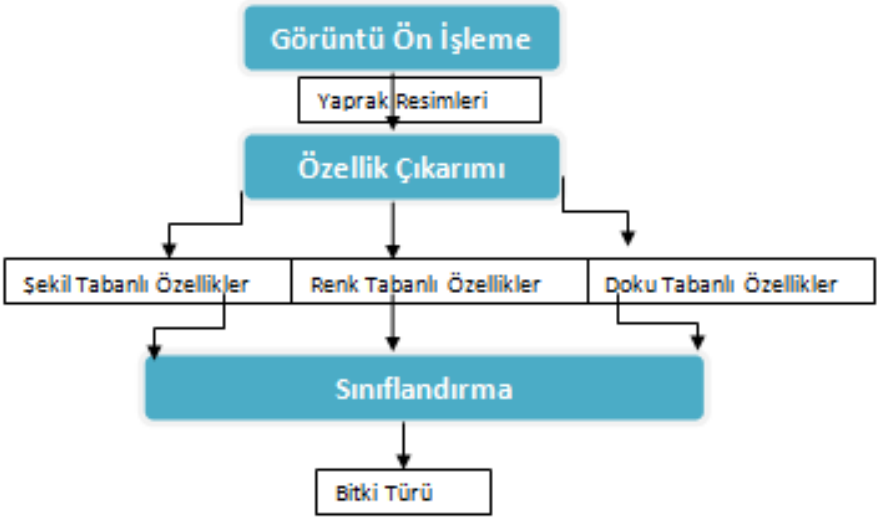
Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde yapraklara ait temel geometrik şekillerden ve renklerden elde edilen verilerin bağımsız değişkenler olarak kullanıldığı gözlenmiştir. Bu değişkenler en temelde şekil tabanlı özellikler, renk tabanlı özellikler ve doku tabanlı özelliklerdir [6].

• **Şekil tabanlı özellikler:** Fizyolojik uzunluk, fizyolojik genişlik, alan, çevre, en-boy oranı, dikdörtgensellik, dairesellik.

• **Renk tabanlı özellikler:** RGB (Kırmızı, Yeşil, Mavi) kanalların ortalama ve standart sapma değerleri.

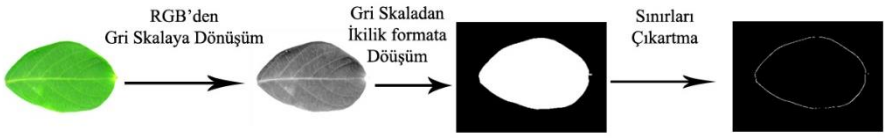
• **Doku tabanlı özellikler:** Kontrast, kolerasyon, ters fark momentleri ve entropi.

Bu çalışmada yukarıdaki üç temel bağımsız değişkenler giriş verileri olarak kullanıldı ve sınıflandırma işlemleri yapıldı. Yönteme ait ana aşamalar Şekil 1'de gösterilmektedir.




Şekil 1. Çalışmanın Ana Aşamaları.

Çalışmanın ana aşamalarında öncelikle veri setindeki imajlar Python 3.7 ve OpenCv Kütüphanesi kullanılarak bir ön işlemeden geçirildi. Ön işleme aşamalarına ait döngü Şekil 2'de gösterilmiştir.




Şekil 2. İmaj Ön İşleme Aşamaları

Yukarıdaki işlemler tamamen şekil tabanlı ve doku tabanlı özelliklerin çıkarımlarında kullanılacağından renkli olan görsel önce gri skala formatına dönüştürülür ardından pikseller üzerinde matematiksel hesaplamaların daha kolay ve etkili yapılabilmesi için de ikilik formata dönüştürülür. Son olarak da çevre hesaplamalarında kullanmak için imaja ait sınırlar çıkartılarak hesaplamalara dâhil edilir. Renk değişkenlerinin hesaplama aşamalarında ise temel olarak kırmızı, yeşil ve mavi (RGB) katmanlarından faydalanılır. Doku değişkenlerini hesaplama aşamalarında ise Haralick momentlerinden faydalanılmıştır [7].

Bağımsız değişkenlere ait matematiksel hesaplamalar Opencv kütüphanesi tarafından yapılmaktadır. Bu hesaplamalar imajlara ait geometrik değerleri ile imaj içinde yer alan yaprak görsellerinin ikilik sisteme dönüştürülmüş piksel değerleri üzerinden yapılır. Yaprakların tamamı beyaz bir arka plan üzerinde olduğundan yapraklar ikilik sistem için kolaylıkla hazırlanabilmiştir. Bununla birlikte renk kanalları ait ortalama ve standart sapma değerleri de Opencv kütüphanesi sayesinde hesaplanabilmiştir. Heralick mometlerinin çıkarımı da Mahotas kütüphanesi kullanılarak hesaplanmıştır.

### 2.1. Şekil Tabanlı Özelliklerin Hesaplanması

Alan: İkilik formata dönüştürülmüş imajlarda yer alan ve 255 değerine sahip piksellerin toplam sayısıdır. A olarak tanımlanmıştır.

Çevre: Sınırların çıkarılmasına kenarları oluşturan 1 piksellik 255 değerine sahip piksellerin toplam sayısıdır. Ç olarak tanımlanmıştır.

Uzunluk: Birbirine en uzak iki piksel arası mesafenin piksel cinsinden ifadesidir. U olarak tanımlanmıştır.

Genişlik: Birbirine ikinci en uzak pikseller arası mesafenin piksel cinsinden ifadesidir. G olarak tanımlanmıştır.

Uzunluk ve Genişlik oranı: Uzunluk değerinin ve genişlik değerinin birbirine bölümünden elde edilen orandır. U/G olarak ifade edilir.

Dikdörtgensellik: Bir yaprak ve bir dikdörtgen arasındaki benzerliği bulmak için kullanılır. Genişlik ve uzunluk çarpımının alana bölümünden elde edilir. G*U/A olarak ifade edilir.

Dairesellik (Yuvarlaklık): Bir yaprak ve bir daire arasındaki benzerliği bulmak için kullanılır. (Ç^2)/4*PI*A) olarak ifade edilir.

### 2.2. Renk Tabanlı Özelliklerin Hesaplanması

Renklere ait değişkenlerin hesaplanmasında önce gri skalaya dönüşüm işlemi gerçekleştirilmiştir. Bunun için imaj içindeki toplam kırmızı, yeşil ve mavi renk kanallarına ait piksellerin toplamından faydalanılmıştır. x ve y koordinatına ait gri skala formatına ait değerlerin çıkarımı için denklem (1)'deki formülden yararlanılmıştır.

$$Gri(x,y) = 0.2989 * f(x,y,Kırmızı) + 0.5870 * f(x,y,Yeşil) + 0.1140 * f(x,y,Mavi) \qquad (1)$$

Denklem (1)'den gri, kırmızı, yeşil ve mavi renk kanallarına ait ortalama ve standart sapma değerleri hesaplanabilmektedir.

### 2.3. Doku Tabanlı Özelliklerin Hesaplanması

Doku tabanlı özelliklerin hesaplanmasında Haralick momentlerinden faydalanılmıştır. Doku bir imajın karakterine ait önemli kimlik bilgileri sunar. Mikrobiyolojide, hava fotoğraflarında, uydu görüntülerinde, tıbbi görüntülerde önemli kimlik bilgileri verir [7]. Doku özellikleri gri skaladaki matrislerden elde edilir. Bu çalışma için Haralick momentlerinden kontrast, kolerasyon, ters fark momentleri ve entropi özelliklerini ele aldık. Yaprakların genel simetrik yapısı ve onların ayırt edilmelerine fırsat veren renk özelliklerinden dolayı entropi, kolerasyon kontrast özelliklerine bakılmıştır. Bu değişkenlere bakılmasının nedeni yapraklar için en ayırt edici özelliklerin olması ve sonrasında algoritmaların sınıflandırma işlemleri sırasında yüksek zaman karmaşıklığına maruz kalmasını önlemektir.

Yaprak imajlarındaki yeşil renk kanalındaki değerlerin yüksek olması varsayımından dolayı da ters fark momentlerine bakılmıştır. Ters fark momentlerinde bir imajın yeşil renk kanalındaki değeri artarsa ayırt edilirliği de bir o kadar artar [7]. Yaprak imajlarının gri skalalarından elde edilen kontrast, kolerasyon, ters fark momentleri ve entropi değerleri denklem (2), (3), (4) ve (5)'teki eşitliklerle hesaplanmıştır.

Kontrast:

$$\sum_{n=0}^{Ng-1} n^2 \left\{ \sum_{i=1}^{Ng} \sum_{j=1}^{Ng} p(i,j) \right\}, |i-j| = n \tag{2}$$

Kolerasyon:

$$\frac{\sum_{i=1}^{Ng} \sum_{j=1}^{Ng} (ij)\, p(i,j) - \mu_x \mu_y}{\sigma_x \sigma_y} \tag{3}$$

Ters Fark Momentleri:

$$\sum_i \sum_j \frac{1}{1+(i-j)^2} p(i,j) \tag{4}$$

Entropi:

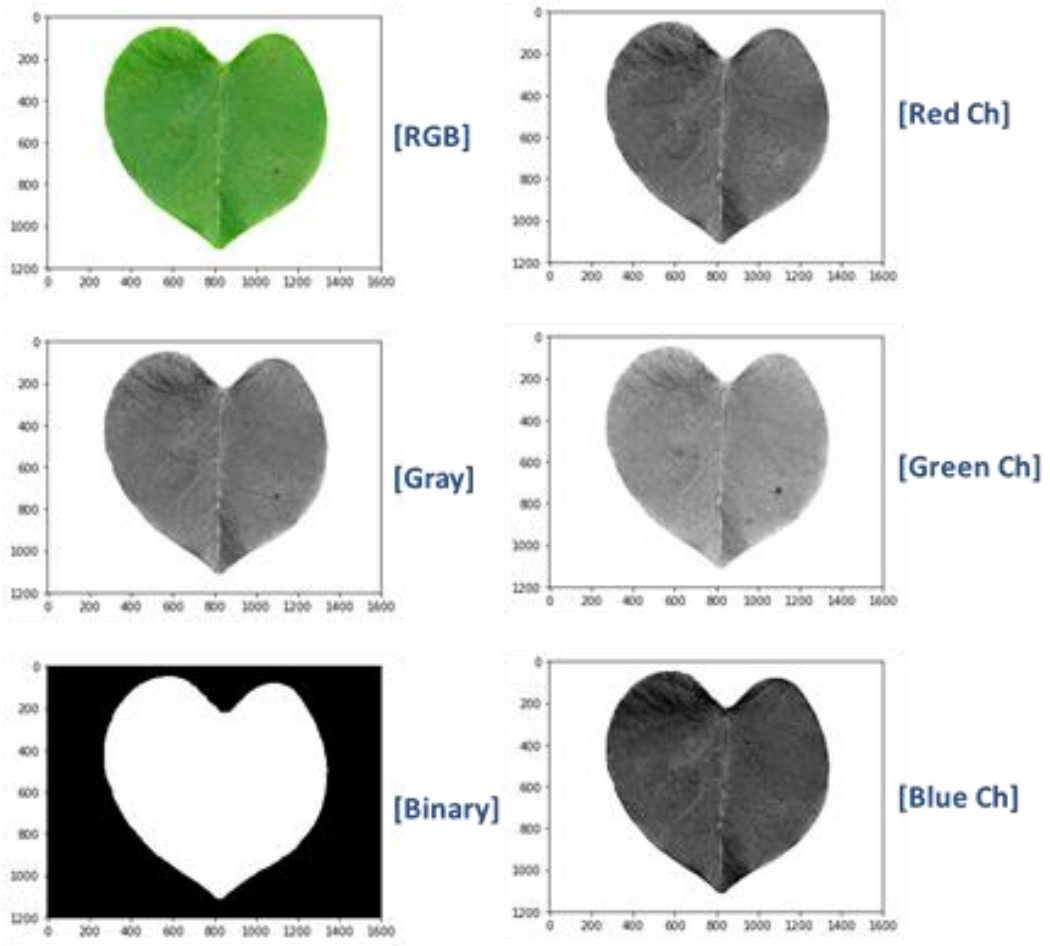
$$-\sum_i \sum_j p(i,j) \log(p(i,j)) \tag{5}$$

Denklem (2), (3), (4) ve (5)'te $\mu_x, \mu_y$ gri skala matrisinde $p_x$ ve $p_y$ için ortalama değerlerini temsil ederken, $\sigma_x, \sigma_y$ standart sapma değerlerini temsil eder. p(i,j) ise i'nci ve j'nci matris değerinin mekansal bağımlılık olasılığıdır.

Amaca yönelik varsayımlara alt yapı oluşturması için Wu ve arkadaşlarının[5] 2007 yılında oluşturdukları veri seti kullanılmıştır. Veri seti toplamda 33 türe ait toplam 1907 yaprak imajından oluşmaktadır. Veriler WEKA 3.8 yazılımı ile analiz edilerek dağılımların normallikleri, anlamlılık değerleri hesaplanmıştır. Bağımsız değişkenler arasındaki kolerasyon analizlerine bakılmış ve ardından sınıflandırma işlemlerine geçilmiştir. Sınıflandırma algoritmalarından J48, Naive Bayes Sınıflandırma algoritması, KNN sınıflandırma algoritması ve destekçi vektör makineleri kullanılarak bu algoritmaların doğruluk yüzdelerine bakılmıştır.

## 3. Bulgular

Görüntü ön işleme aşamalarının ardından belirlediğimiz 17 değişkene ait bulgular elde ettik. Bunlardan 7 tanesi şekil tabanlı, 6 tanesi renk tabanlı ve 4 tanesi de doku tabanlı özelliklere ait bulgulardır. Bir yaprak imajlarına ait grafik görüntüleri Şekil 3'te, değişkenlere ait bulgular da Tablo I'de gösterilmiştir.

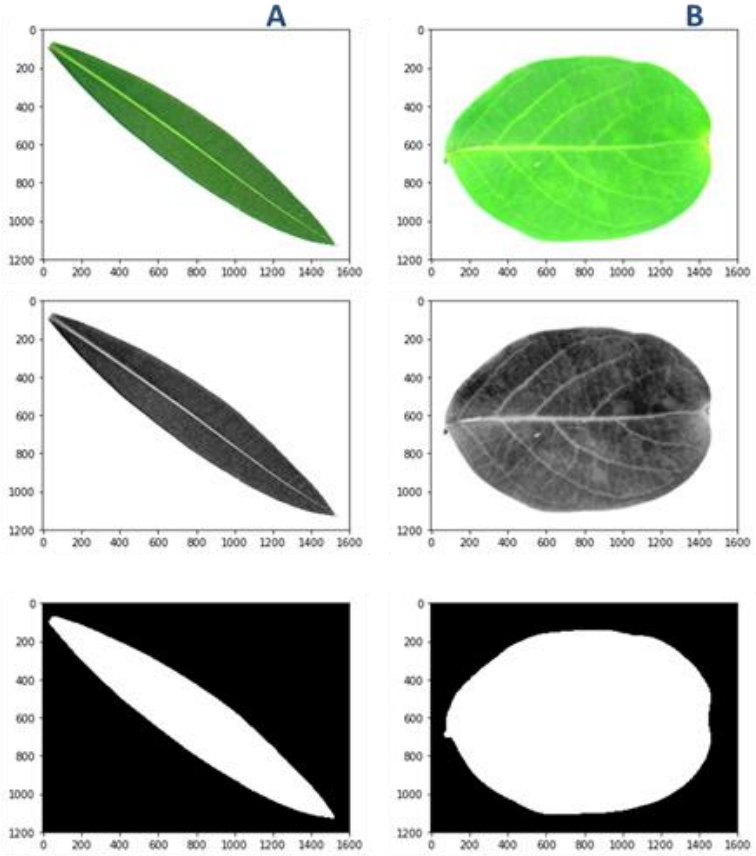



Şekil 3. Bir yaprağa ait rgb, gri skala, ikili format ile kırmızı, yeşil ve mavi kanallara ait grafik görüntüleri

Tablo I. Bir yaprağa ait özellik ve değer tablosu

| **Özellikler** | **Değerler** |
|---|---|
| alan | 810531.5 |
| çevre | 3638.5 |
| genişlik | 1062 |
| uzunluk | 1069 |
| boy-en oranı | 1.006 |
| dikdörtgensellik | 1.400 |
| dairesellik | 16,33 |
| Mean R | 37,09 |
| Mean G | 67,75 |
| Mean B | 26,01 |
| Std R | 46,107 |
| Std G | 78,85 |
| Std B | 34,95 |
| Kontrast | 39,82 |
| Kolerasyon | 0,99 |
| Ters Fark M | 0,63 |
| Entropi | 5,75 |

Görüntüden elde edilen ikilik sisteme dönüştürülmüş ve gri skalaya dönüştürülmüş formatlardan elde edilen çıkarımlar sonucunda Tablo I'deki değerleri elde ettik. Farklı bitkilere ait farklı değerle ise Şekil 4 ve Tablo II'de gösterilmektedir.




Şekil 4. İki yaprağa ait rgb, gri skala ve ikili formattaki grafik görüntüleri.

Tablo II. İki yaprağa ait özellik ve değer tablosu

| **Özellikler** | **A** | **B** |
|---|---|---|
| alan | 396118 | 1058720 |
| çevre | 3912,711 | 3973,549 |
| genişlik | 1058 | 968 |
| uzunluk | 1492 | 1393 |
| boy-en oranı | 1,410208 | 1,43905 |
| dikdörtgensellik | 3,985015 | 1,273637 |
| dairesellik | 38,64836 | 14,91338 |
| Mean R | 17,05761 | 57,93158 |
| Mean G | 29,23188 | 120,8653 |
| Mean B | 13,05768 | 39,81475 |
| Std R | 36,94774 | 54,01143 |
| Std G | 57,3876 | 115,2592 |
| Std B | 29,68366 | 39,14056 |
| kontrast | 18,5803845 | 3,13039447 |
| kolerasyon | 0,997498056 | 0,999091936 |
| ters Fark M | 0,822190946 | 0,689714606 |
| entropi | 3,06997089 | 6,04462652 |

Şekil 4 ve Tablo II'de görüldüğü üzere iki yaprak arasındaki farklılıklar net olarak gözlenmektedir. Burada A yaprağının dairesellik değeri B yaprağına göre daha büyük çıkmaktadır. Bu bir yaprağın dairesellik değeri ne kadar küçükse o kadar yuvarlak bir yapıya sahiptir anlamına gelmektedir.

33 türe ait 1907 yaprak görüntüsünün sınıflandırılma algoritmalarına sokulduktan sonraki hassasiyet (precision), geri çağırma (recall) ve F skorları hesaplanmıştır. Sınıflandırma algoritmalarının başarı kriterlerine ait bulgular Tablo III'te verilmektedir.

Tablo III. Sınıflandırma sonuçlarına ait bulgular

| **Metod** | **Precision** | **Recall** | **F Skor** |
|---|---|---|---|
| J48 | 0,951 | 0,951 | 0,951 |
| KNN (K=2) | 0,929 | 0,921 | 0,922 |
| KNN (K=3) | 0,929 | 0,927 | 0,926 |
| NaiveBayes | 0,767 | 0,754 | 0,746 |
| SVM(linear) | 0,829 | 0,825 | 0,822 |
| SVM(radial) | 0,838 | 0,834 | 0,832 |
| SVM(sigmoid) | 0,818 | 0,815 | 0,811 |

Bulgular 32 türe ait 17 değişkenin sınıflandırılmasında en yüksek başarının J48 ve KNN algoritmalarında olduğunu göstermektedir. J48 %95 bir doğruluk verirken KNN algoritması da %92 bir doğruluk sunmaktadır. Bununla birlikte destekçi vektör makinelerine ait sınıflandırma sonuçlarında da yüksek bir doğruluk elde edilmiştir %83. Öte yandan NaiveBayes algoritması diğer sınıflandırma metodlarına göre daha düşük bir performans göstermektedir %75. Bu bulgular ışında oluşturulmak istenen sistemlerin sınıflandırma mekanizması dinamik ve durağan yapıda olmasına bağlı olarak ele alınabilir.

## 4. Sonuç

Bulguların yorumlanmasından elde edilen sonuçlara göre yapraklara ait şekil, renk ve doku özellikleri karakteristik ipuçları vermekte ve sınıflandırma mekanizmalarında ayrıştırılabilmektedir. Literatürde geometrik özellikleri ele alan sınıflandırma sonuçları[2][3][5] genelde daha fazla özellik ele aldığından başarı sonuçları yüksek çıkmış olabilir. 17 özelliğin tümünü ele aldığımızda başarı J48de %95, KNN (K= 2-3) %92, SVM(radial)da %83, Naive bayeste %75 olarak bulunmuştur.

Bu sonuç literatürde yapılan çalışmaların yanında renk ve doku özelliklerini de kullanarak başarının artacağını göstermiştir.

Sadece geometrik, renk ya da doku özelliklerini ele almak sınıflandırmada yüksek başarı vermemekle birlikte çok fazla bir ayırt edicilik sağlayamaz. Bir yaprağa ait geometrik, renk ve doku özelliklerinin tümünün ele alınması sınıflandırmada yüksek başarılar elde edilmesini sağlamaktadır. Bununla birlikte renk ve doku özelliklerinin işe koşulması sadece yaprak sınıflandırmada değil yapraklara ait hastalıkların tespitinde de en ayırt edici değişkenler olabilir.

## 5. Öneriler

Yapraklara ait geometrik, renk ve doku özelliklerinin sayısını arttırmak sınıflandırma başarısını arttırabilir. Öte yandan en az öznitelik sayısı ile en hızlı ve yüksek doğrulukta sınıflandırmaları yapmak uygulamalar için son derece önemli olabilir. Bu bağlamda farklı denemeler yapılarak en optimum öznitelik sayısı ile maksimum doğruluk oranlarına çıkılabilir.

## 6.Kaynaklar

**[1]** S. Abbasi, F. Mokhtarian, ve J. Kittler, "Reliable classification of chrysanthemum leaves through Curvature Scale Space", içinde Scale-Space Theory in Computer Vision, 1997, ss. 284-295, doi: 10.1007/3-540-63167-4_58.

**[2]** J.-X. Du, X.-F. Wang, ve G.-J. Zhang, "Leaf shape based plant species recognition", Appl. Math. Comput., c. 185, sy 2, ss. 883-893, Şub. 2007, doi: 10.1016/j.amc.2006.07.072.

**[3]** P. F. B. Silva, A. R. S. Marçal, ve R. M. A. da Silva, "Evaluation of Features for Leaf Discrimination", içinde Image Analysis and Recognition, c. 7950, M. Kamel ve A. Campilho, Ed. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2013, ss. 197-204.

**[4]** E. J. Pauwels, P. M. de Zeeuw, ve E. B. Ranguelova, "Computer-assisted tree taxonomy by automated image recognition", *Eng. Appl. Artif. Intell.*, c. 22, sy 1, ss. 26-31, Şub. 2009, doi: 10.1016/j.engappai.2008.04.017.

**[5]** S. G. Wu, F. S. Bao, E. Y. Xu, Y.-X. Wang, Y.-F. Chang, ve Q.-L. Xiang, "A Leaf Recognition Algorithm for Plant Classification Using Probabilistic Neural Network", içinde 2007 IEEE International Symposium on Signal Processing and Information Technology, Giza, Egypt, 2007, ss. 11-16, doi: 10.1109/ISSPIT.2007.4458016.

**[6]** "GitHub - AayushG159/Plant-Leaf-Identification: Identification of plants through plant leaves on the basis of their shape, color and texture features using digital image processing techniques". [Çevrimiçi]. Erişim adresi: https://github.com/AayushG159/Plant-Leaf-Identification. [Erişim: 05-Kas-2019].

**[7]** Haralick, R. M., Shanmugam, K., & Dinstein, I. H. (1973). Textural features for image classification. IEEE Transactions on systems, man, and cybernetics, (6), 610-621.

# DERİN ÖĞRENME MODELİ İLE DOĞAL DİL İŞLEME YAKLAŞIMINI KULLANARAK SAHTE HABERLERİN TESPİTİ VE ANALİZİ

***Erol Kına*[1], Emre Biçek[2], Mevlüt İnan[3], Ahmet Baran Yılmaz[4]***
[1]Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Özalp Meslek Yüksekokulu, Van-Türkiye, erolkina@yyu.edu.tr
[2] Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Van-Türkiye, emrebicek@yyu.edu.tr
[3] Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Başkale Meslek Yüksekokulu, Van-Türkiye, mevlutinan@yyu.edu.tr
[4] Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Gevaş Meslek Yüksekokulu, Van-Türkiye, abyilmaz@yyu.edu.tr
[*] Sorumlu Yazar: erolkina@yyu.edu.tr

***Özet:*** *Metin işleme çalışmalarındaki karşılaşılan problem kelimelerin sayısal olarak nasıl gösterilmesi gerektiğidir. Bu problemin çözümü için kelime gömme tekniklerinden (Word Embedding Techniques) faydalanılmaktadır. Bu çalışmada Kaggle web sitesinden gerçek ve sahte haberlerin etiketlenmiş olduğu iki adet veri seti kullanılmıştır. Veri Seti 1 (VS1) 3171 adet gerçek ve 3164 adet sahte haber barındıran bir veri setidir. Veri Seti 2 (VS2) 1868 adet gerçek ve 2120 adet sahte haber örneği barındıran toplam 3998 haber örneğinden oluşan bir veri setidir. Metin işleme çalışmalarında sık kullanılan GloVe (Global Vectors), FastText gibi kelime gömme yöntemleri ile ayrı ayrı kelime vektörleri üretilmiştir. Üretilen vektörler İngilizce bir veri seti üzerinde sınıflandırma işlemi için kullanılmış başarım değerlerine etkileri incelenmiştir. Sınıflandırma aşamasında ise bir derin sinir ağı mimarisi olan ve metin işleme çalışmalarında sıkça kullanılan LSTM (Long-Short Term Memory) tercih edilmiştir. Yoğunluk katmanlarında Sigmoid aktivasyon fonksiyonu kullanıldı. Modelin eğitiminde optimizasyon algoritması olarak Adam yöntemi tercih edildi ve öğrenme oranı ise* $10^{-5}$ *seçildi. Çalışmanın sonuçları incelendiğinde ise LSTM modeli ile birlikte kullanılan Glove yöntemi ile VS1 için 91,08 VS2 için 92,6 doğruluk değerleri elde edilirken fastText yöntemi ile VS1 için 94,28 VS2 için 96,6 doğruluk değerleri elde edilmiştir. En başarılı performansı fastText yöntemi göstermiştir. Çalışmaların tümünde Python programlama dili ve 3.6.5. sürümü kullanılmıştır.*

***Anahtar sözcükler****: Sahte Haber, Derin Öğrenme, DDİ.*

# DETECTION AND ANALYSIS OF FAKE NEWS USING NATURAL LANGUAGE PROCESSING APPROACH WITH DEEP LEARNING MODEL

***Erol Kına*[1], Emre Biçek[2], Mevlüt İnan[3], Ahmet Baran Yılmaz[4]***
[1] Van Yuzuncu Yil University, Ozalp Vocational School, Van-Turkey, erolkina@yyu.edu.tr
[2] Van Yuzuncu Yil University, Engineering Faculty, Van-Turkey, emrebicek@yyu.edu.tr
[3] Van Yuzuncu Yil University, Baskale Vocational School, Van-Turkey, mevlutinan@yyu.edu.tr
[4] Van Yuzuncu Yil University, Gevas Vocational School, Van-Turkey, abyilmaz@yyu.edu.tr
[*] Corresponding author: erolkina@yyu.edu.tr

***Abstract:*** *The problem encountered in text processing studies is how words should be represented numerically. To solve this problem, word embedding techniques (Word Embedding Techniques) are used. In this study, two datasets labeled real and fake news from the Kaggle website were used. Dataset 1 (VS1) is a dataset containing 3171 real and 3164 fake news. Data Set 2 (VS2) is a data set consisting of 3998 news samples, containing 1868 real and 2120 fake news samples. Word vectors were produced with word embedding methods such as GloVe (Global Vectors), FastText, which are frequently used in text processing studies. The effects of the generated vectors on the performance values used for the*

*classification process on an English data set were examined. In the classification phase, LSTM (Long-Short Term Memory), which is a deep neural network architecture and is frequently used in text processing studies, was preferred. Sigmoid activation function was used in density layers. The Adam method was preferred as the optimization algorithm in the training of the model and the learning rate was chosen as* $10^{-5}$. *When the results of the study are examined, the accuracy values of 91.08 for VS1 and 92.6 for VS2 were obtained with the Glove method used with the LSTM model, while the accuracy values of 94.28 for VS2 for VS1 were obtained with the fastText method. The fastText method showed the most successful performance. Python programming language and 3.6.5. version is used.*

***Keywords:*** *Fake News, Deep Learning, NLP*

## 1. Giriş

Sahte haberler insanları yanlış bilgilere inandıran içeriklerdir. Sahte haberler internet ortamında hızla yayılarak geniş kitleleri etkileyebilmektedir. Yalan haberlerin gerçeğe yakın olması ve mantıklı bilgiler içermesi daha hızlı yayılmasına ve insanların etkilenmelerine neden olmaktadır. Günümüzde sosyal medyanın daha fazla kullanılıyor olması kaynağı tespit edilemeyen birçok yolla servis ediliyor olması sahte haberlerin önüne geçilmesini zorlaştırmaktadır. Bu durumlar medyaya duyulan güveni azalttığı gibi toplumda büyük sorunlara yol açma potansiyelini de taşımaktadır. Etik ve ahlaki açıdan Haber kaynağının doğruluğunun teyit edilmesi gerekmektedir. Ancak ilk haberi çıkaranın kendisi olma isteği, hırs ve çıkar ilişkisi haberin teyit edilmeden yayınlanmasına neden olabilmektedir [1]. Yapılan bir araştırmada insanların sahte haberlere gerçek haberlerden daha kolay inandığını göstermiştir [2]. Kısmi yalanlar, taraflı haberler ya da ihmalden kaynaklı eksik bilgilerden dolayı sahte haberlerin tespitinde karşılaşılan sorunlardan bazılarıdır. Brodnig (2018), sahte haberlerin 7 şekilde ortaya çıktığını açıklamıştır [3]. Bunlar;

- Sahte Linkler: Başlığın içerikle uyulmaması.
- Yanlış Bağlam: Gerçek içeriğin yanlış bilgilerle paylaşılması.
- Değiştirilmiş İçerik: Gerçek bilgilerin veya resimlerin değiştirilmesi.
- Parodi İçerik: Zarar verme niyeti olmayan ama yanlış yönlendiren içerikler.
- Yanıltıcı Açıklama: Yanıltıcı bilgilerin bilerek kullanımı.
- Sahte İçerik: Uydurma haberler
- Montaj İçerik: Zarar vermek için tasarlanmış aldatıcı içerik

Sahte haberlerin arkasında medya manipülasyonu ve propagandası, siyasi ve sosyal etki, provokasyon, sosyal huzursuzluk ve mali kâr yer almaktadır [3].

Doğal Dil İşleme (DDİ), Makine Öğrenmesi (MÖ) ve Yapay Zekâ (YZ) sahte haber tespitinde farklı teknikler kullanmaktadır. İnsanların sosyal medya platformlarında sahte haberleri kontrol edebilmesi ve bunun önüne geçebilmesi zor olduğundan, yapay zekâ teknolojisi makinelerin bu kontrolü sağlamasına yardımcı olmaktadır [4]. Yapay zekâ ile amaçlanan makinelerin insanlara ait mantıksal ve duygusal özellikleri taklit edebilmesidir [5]. Bu çalışmada Doğal Dil İşleme (DDİ) yöntemi kullanılarak sahte haberlerin tespitini gerçekleştirilmektedir.

Verilerden anlamlı sonuçlar elde edebilmek için, veri ön işleme adımı uygulanmaktadır. Bu adımda kullanılacak verilerin temizlenmesi ve eğitime hazırlanması işlemleri gerçekleştirilmektedir. Verilerin gürültülü olmasından kaynaklanan problemler çözülmezse program kelimeler ve cümleler arasındaki ilişkileri anlayamamakta, bunun sonucunda başarılı bir çıkarım yapamamaktadır [6].

Makine öğrenmesinde, modelden daha iyi sonuçlar elde etmek için veriler biçimlendirilmektedir. Veri setinin üzerinde birden fazla makine öğrenmesi ve derin öğrenme algoritmasının çalıştırılması ve bunlardan en iyisinin seçilebilmesi için biçimlendirme gerekmektedir [7]. Biçimlendirme işlemi tamamlandıktan sonra verilerin temizlenmesi işlemi yapılmaktadır. Veri temizleme, verilerin analiz edilebilmesi için hatalı biçimlendirilmiş (yanlış, eksik, alakasız, yinelenen veriler) verileri kaldırma veya değiştirme işlemidir. Ayrıca yapısal hataların önüne geçilebilmesi için bütün verinin küçük harfe dönüştürülmesi işlemi uygulanmıştır.

Bu çalışmanın amacı, orijinal bir veri seti üzerinde kelime gömme yöntemlerinin derin öğrenme modeli ile performanslarını karşılaştırmaktır.

Literatür çalışmaları incelendiğinde sahte haberin oluşmasına neden olan haberler konusunda birçok çalışma mevcuttur.

Rubin vd. (2016) yaptıkları çalışmada sahte haber türlerinden parodi haberler konusunda mizah ve hiciv haberlerinin özelliklerine ve yazarların habercilik tarzlarına ilişkin derinlemesine bir bakış sunmaktadırlar [8]. Çalışmada bir gazeteden seçilmiş on iki güncel haber başlığından yararlanmışlardır. Bu haberleri vatandaşlık, bilim, iş dünyası ve sosyal haberler olmak üzere dört farklı alanda değerlendirmişlerdir. Çalışmada saçmalık, mizah, dilbilgisi ve noktalama işaretleri gibi özelliklere dayalı olarak parodi haberleri algılayabilen Destek Vektör Makinesi tabanlı bir algoritma önermişlerdir. Model %90 doğruluk (Accuracy) ve %84 duyarlılık (Recall) başarı oranları elde etmiştir. Bu çalışmada parodi haberlerin okuyucular üzerindeki olumsuz etkisini azaltmayı amaçlamışlardır.

Kim vd. (2018), yaptıkları çalışmada Korece bir veri seti kullanarak "birleşik anahtar cümle bilgisi" adında yalan haber tespit modeli önermişlerdir [9]. Çalışmalarında BiLSTM (Bidirectional LSTM) algoritmasını kullanarak kelime vektörleri üzerinden eşleştirme yapmışlardır. %69 ila %74 arasında değişen doğruluk (accuracy) başarı oranları elde etmişlerdir.

Kaliyar vd. (2020), yaptıkları çalışmada, FNDNet isimli bir derin evrişimsel sinir ağı modeli geliştirmişlerdir. Bu model sahte haber türlerinin sınıflandırılması işlemini yapmaktadır [10]. Model her katmanda özellik çıkarımı için CNN (Evrişimsel Sinir ağı) modelinin kullanılması mantığıyla çalışmaktadır. KNN, Multinomial Naive Bayes, Random Forest, CNN ve LSTM algoritmalarıyla sonuçlar karşılaştırılmış ve en iyi sonucu test verilerinde %98,36 doğruluk başarısı ile geliştirdikleri modelde elde etmişlerdir.

Özbay ve Alataş (2020), yaptıkları çalışmada sahte haberlerin tespiti için ön denetimli yapay zekâ algoritmasının kullanıldığı bir model önermişlerdir [11]. Çalışmada Naive Bayes, JRip, J48, Rastgele Orman ve Stokastik Gradyan İniş algoritmaları kullanılarak doğruluk, kesinlik (Precision) ve duyarlılık ölçütlerine bağlı olarak karşılaştırılmıştır. Stokastik Gradyan İniş algoritması %97'lik performans değerlendirme ölçütleriyle en iyi sonucu veren algoritma olmuştur.

Deepak ve Chitturi (2020) yaptıkları çalışmada sahte haber tespitinin geliştirilmesi için çevrimiçi veri madenciliği yaklaşımını önermişlerdir [12]. FNN (Forward Neural Network) ve LSTM tabanlı derin öğrenme modelleri farklı kelime vektörleriyle oluşturulmuştur. Sınıflandırma sonuçlarına göre, tüm modellerin çevrimiçi veri madenciliği yaklaşımı ile birlikte çalıştırıldığında daha iyi performans

gösterdiği görülmektedir. Önerilen yöntem, word2vec kelime vektörü ve LSTM ile kullanıldığında kesinlik (0,89), duyarlılık (0,94), doğruluk (0,91) ve F-skor (0,91) başarı oranlarında gelişme sağlayabilmiştir.

## 2. Yöntem

Çalışmada iki adet veri seti kullanılmıştır. Birinci veri seti (VS1) için, Kaggle Web sitesinden 2016-2018 yılları arasında sahte ve gerçek olarak ayrılmış, csv formatında açık erişime sunulmuş dili İngilizce olan hazır bir veri seti kullanılmıştır [13]. İkinci veri seti (VS2) için, Kaggle web sitesinden, csv formatında gerçek ve sahte haberlerin etiketlenmiş olduğu, açık erişime sunulmuş dili İngilizce olan hazır bir veri seti kullanılmıştır [14]. VS1 3171 adet gerçek ve 3164 adet sahte haber barındıran bir veri setidir. Bu veri seti ile yapılan deneysel çalışmada veri setinin %20'si test verisi ve %80'i eğitim verisi olarak ayrılmıştır. VS2 1868 adet gerçek ve 2120 adet sahte haber örneği barındıran toplam 3998 haber örneğinden oluşan bir veri setidir. Bu veri seti ile yapılan deneysel çalışmada veri setinin %20'si test verisi ve %80'i eğitim verisi olarak ayrılmıştır. VS1 örnek gösterim Tablo 1'de sunulmuştur. VS2 için örnek gösterimi Tablo 2'de sunulmuştur.

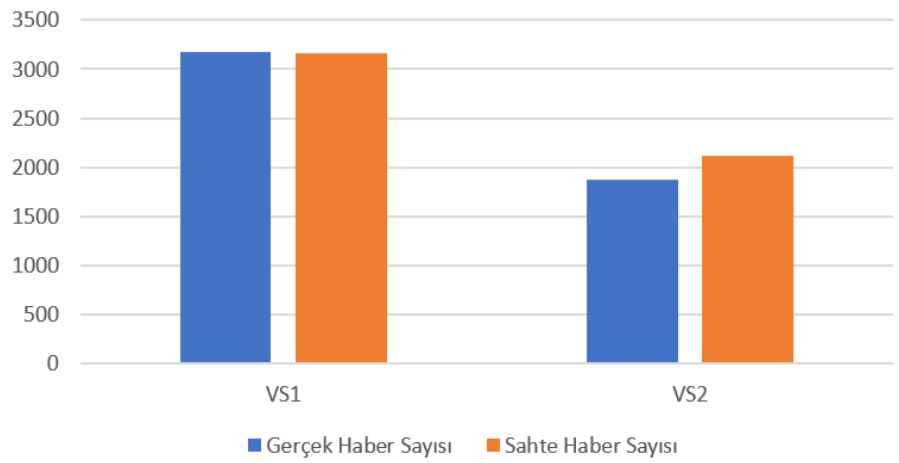
Tablo 1. VS1 İçin Csv Formatında Elde Edilen Verilerin Örnek Gösterimi

| Haber No | Başlık | İçerik | Sınıf |
|---|---|---|---|
| 10536 | Statistical Propaganda: How many Syrians has U... | October 31, 2016- Fort Russ- Aleksandr Khro... | Sahte |
| 8274 | Russia has no intention of attacking anyone -… | October 28, 2016 112 While the Western press c... | Sahte |
| 3504 | Trump, Clinton trade blows on terror and guns … | While investigators try to piece together what... | Gerçek |
| 1844 | Clinton clearing primary field for potential 2… | Hillary Clinton appears to have scared away mu... | Gerçek |
| 2706 | What Brian Will iams's Chopper Whopper Says Abo... | Embarrassing and infuriating: the NBC anchor's... | Gerçek |

Tablo 2. VS2 İçin Csv Formatında Elde Edilen Verilerin Örnek Gösterimi

| Haber No | Başlık | İçerik | Sınıf |
|---|---|---|---|
| 1927 | Dana Perino, Harris Faulkner to get New Shows ... | Dana Perino, Harris Faulkner to get New Shows ... | Sahte |
| 1612 | Who Really Runs The White House? | By Tony Cartalucci\nPerhaps the only thing mor... | Sahte |
| 3676 | Steelers Gab 2017 Week 4 NFL Preview - Pittsbu... | Steelers Gab 2017 Week 4 NFL Preview – Pittsbu... | Sahte |
| 1666 | Tunisia health minister Slim Chaker dies after... | Image copyright AFP Image caption Slim Chaker ... | Gerçek |
| 1836 | 9th inning: 8-10 | 9th inning: 8-10\n(Before It's News)\n1st inni... | Sahte |

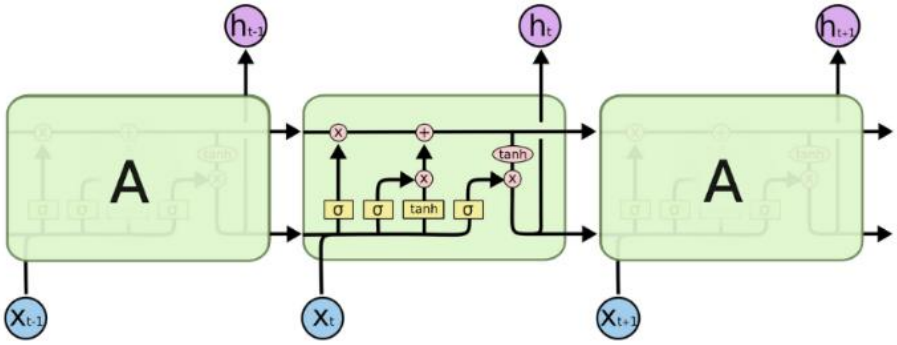
VS1 ve VS2 için gerçek ve sahte haber sayıları şekil 1'de sunulmuştur.




Şekil 1. VS1 ve VS2 için gerçek ve sahte haber sayıları.

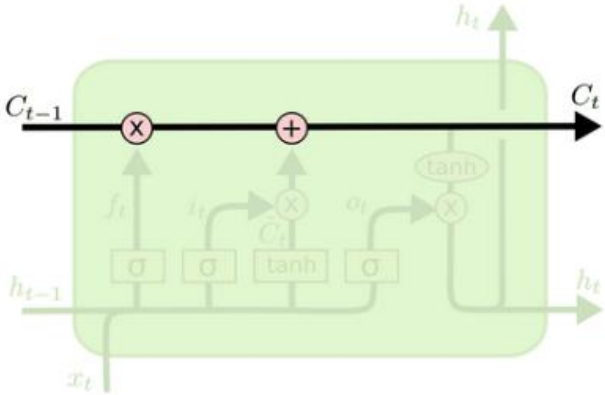
### 2.1. LSTM (Uzun-Kısa Süreli Bellek) Modeli

LSTM modeli tekrarlayan sinir ağı (RNN) modelinden esinlenerek ortaya çıkarılmıştır. RNN modelinde katmanlar arasında mevcut döngüler sayesinde geri bildirimlerin olması, kısa süreli bilgilerin öğrenilmesi için uygundur. Döngüler bilginin devam etmesine izin vererek öğrenmeyi kolaylaştırır. Uzun süreli bilgilerin öğrenilmesi ise RNN için problem olmaktadır. RNN tek bir sinir ağı kullanırken LSTM çok katmanlı sinir ağı kullanır ve bilgilerin geçişleri giriş, unutma, güncelleme ve çıkış kapıları üzerinden gerçekleştirir. Girdi, haber örnekleri gibi uzun bir makale olduğunda Doğal Dil İşleme (DDİ) sorunlarının LSTM ile giderilmesi RNN'e göre daha etkilidir. LSTM'nin yapısı [15] şekil 2'de sunulmuştur.



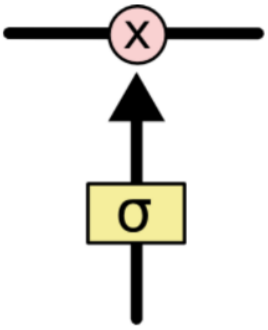

Şekil 2. LSTM yapısı.

Şekil 2'de sarı renkteki kutular nöral ağ katmanlarını, pembe daireler vektör eklenmesi gibi noktasal hareketleri, mavi daireler girdiyi ve mor daireler ise çıktıyı göstermektedir. LSTM bilgilerin çıkarılması ya da eklenmesi için hücreleri kullanır. Hücre diyagramın tepesinden geçen yatay çizgi olarak kabul edilir (Şekil 3).




Şekil 3. Hücreleri taşıyan bant yapısı [15].

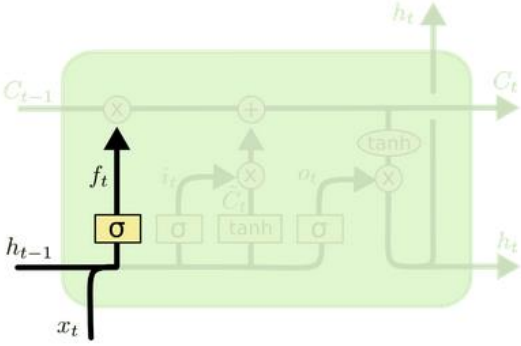
Girdi verileri bu bant yapısı sayesinde katmanlar arasında geçiş yapar ve doğrusal etkileşimle çalışmaktadır. Sigmoid nöral ağ katmanı bir bilginin ne kadarının geçmesine karar vermekte ve 0 ila 1 arasında sayılar üretmektedir. LSTM hücrenin yapısını korumak ve kontrol etmek için bu yapıdan 3 adet bulundurmaktadır (Şekil 4).




Şekil 4. Sigmoid nöral ağ katmanı [15].

LSTM uygulanırken ilk olarak, hücre durumunda hangi bilgilerin atılacağına karar verilmektedir. Bu işlem sigmoid bir katman tarafından yapılır. Bu katmanda, $h_{t-1}$ ve $x_t$ değerlerine bakılarak $C_{t-1}$ hücre durumundaki her bir sayı için 0 ile 1 arasında bir sayı üretilmektedir. Veri 0 için ortadan kaldırılırken 1 için tümüyle aktarılmaktadır. Yeni bir veri geldiğinde eski veriye ait bilgilerin unutulması için bu işlem uygulanmaktadır (Şekil 5). $b_f$ Yeni aday değerleri ifade etmektedir. Gerekli formül ise denklem 1'de sunulmuştur.

$$f_t = \sigma( W_f \,.\, [h_{t-1}, x_t] + b_f) \tag{1}$$



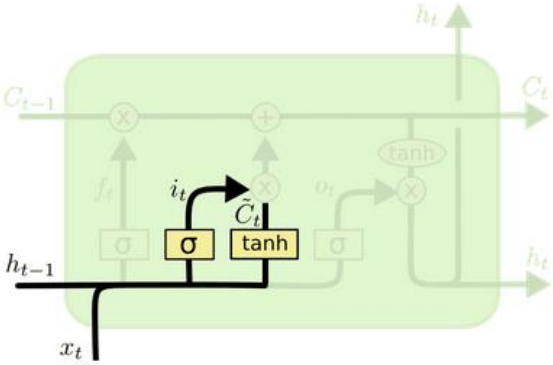

Şekil 5. Unutma geçit katmanı yapısı [15].

Hücre durumunda hangi yeni bilgilerin saklanacağına karar verilmesi gerekmektedir. Buna güncelleme katmanı adı verilmektedir. Giriş kapısı katmanı ile tanh tabakasının birleştirilme işlemi olarak bilinmektedir. Sigmoid katman hangi değerlerin güncellenmesi gerektiğine karar verirken, tanh eklenebilme ihtimali olan yeni aday değerler için bir vektör oluşturmaktadır (Şekil 6, Şekil 7). Birleştirme işlemi için gerekli formüller denklem 2, denklem 3'te sunulmuştur. Güncelleme işlemi için gerekli formül denklem 4'te sunulmuştur.

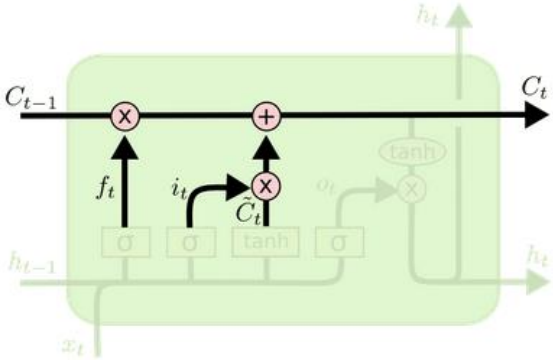
$$i_t = \sigma( W_i \,.\, [h_{t-1}, x_t] + b_i) \tag{2}$$

$$\hat{C} = \tanh( W_C \,.\, [h_{t-1}, x_t] + b_C) \tag{3}$$

$$C_t = f_t \times C_{t-1} + i_t \times \hat{C}_t \tag{4}$$

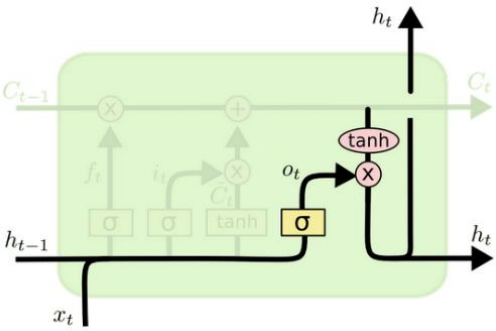



Şekil 6. Birleştirme işlemi [15].




Şekil 7. Güncelleme kapısı [15].

Son olarak yalnızca karar verilen bilginin çıkarılması işleminin yapılması gerekmektedir (Şekil 8).




Şekil 8. Çıktı kapısı [15].

Şekil 8'e göre kullanılan sigmoid katman çıkış yapacağı hücre bölümüne karar vermektedir. Hücre durumu tanh yoluyla seçilerek, sigmoid geçidinin çıktısıyla çarpılmaktadır. Bunun nedeni yalnızca istenilen bilgilerin çıkarılmasını sağlamaktır (denklem 5, denklem 6).

$$o_t = \sigma( W_o \,.\, [h_{t-1}, x_t] + b_o) \tag{5}$$

$$h_t = o_t \times \tanh(C_t) \tag{6}$$

Bu çalışmada kullanılan LSTM modelinin katmanları ile ilgili gerekli bilgiler Tablo 3'de sunulmuştur.

Tablo 3. LSTM Modeli için Katman ve Parametre Bilgileri

| Katman | Çıkış Şekli | Parametre Sayısı |
|---|---|---|
| Girdi Katmanı | 300, 100 | 1000000 |
| LSTM | 300, 128 | 118342 |
| LSTM | 64 | 50124 |
| Yoğunluk Katmanı | 32 | 2180 |
| Yoğunluk Katmanı | 16 | 536 |
| Yoğunluk Katmanı | 1 | 18 |

Bu çalışmada sigmoid aktivasyon fonksiyonunu sırasıyla Yoğunluk katmanlarında kullanıldı. Modelin eğitiminde optimizasyon algoritması olarak Adam yöntemi tercih edildi ve öğrenme oranı ise $10^{-5}$ belirlendi.

### 2.2. DDİ Yöntemi

Bilgi yığınlarının içerisindeki metinlerin yorumlanmasıyla hedeflenen bilgiye makineler yardımıyla ulaşılabilmek için DDİ yöntemi kullanılmaktadır [16]. DDİ yapay zekanın bir alt dalıdır. DDİ kullanılırken karşılaşılan bazı zorluklar şunlardır;

- Kuralsız ve bozuk yazılar
- Metnin parçalamasındaki problemler
- Sözcük niteliklerini belirlemedeki sorunlar
- Anlam belirsizliklerini giderme problemi
- Söz dizimsel belirsizliklerin giderilmesi

Bu zorlukların aşılabilmesi için ön işleme aşamaları uygulanmaktadır. Kelime ayrıştırma (normalizasyon), gürültü azaltma (bağlaçların tespiti), nesne standart oluşumu (kısaltmaların anlam tespiti) ön işleme aşamalarını oluşturmaktadır [17]. Sonrasında varlık çıkarımı yapılmaktadır. Varlık çıkarımında konu belirleme işlemi uygulanmaktadır [18]. Konu belirleme işlemi için metinde özne-yüklem-nesne belirleme adımı uygulanmaktadır. Daha sonrasında ise kelimeleri sayı vektörleri olarak kodlamak için Glove (Global vectors for word representation) tekniğinden [19] yararlanılmaktadır (Denklem 7). Glove tekniği yanında metin sınıflamada özellikle spam tespitinde kullanılan fastText tekniği kullanılarak karşılaştırılmışlardır. Bu teknikler makine öğrenme modelinden çıkarım yapabilmek için gerekli kelime gömme (Word embedding) işlemleridir. Bu çalışmada DDİ için gerekli NLTK (Natural Language Toolkit) kütüphanesi kullanılmıştır.

$$J = \sum_{i,j=1}^{V} f(X_{ij})(W_i^T W_j + b_i + b_j - \log X_{ij})^2 \tag{7}$$

Denklem 7 için;

$X$: Kelimelerin bir arada bulunma sayılarının matris değerini;

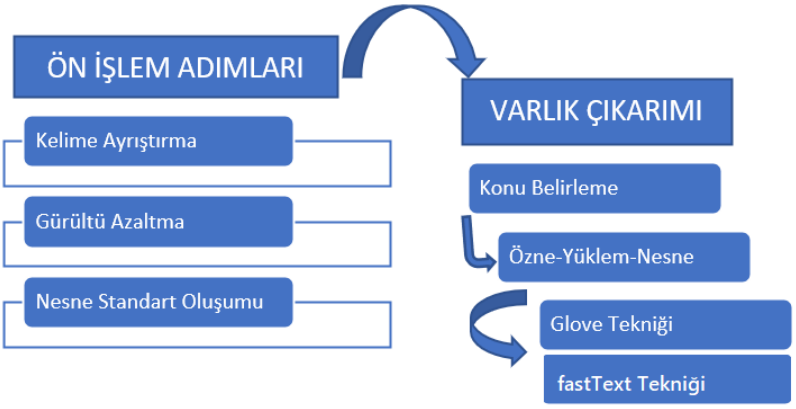
$X_{ij}$: i'ninci kelime bağlamında j'ninci kelimenin geçme sayısını;

$V$: Kelime sözlüğünün boyutunu;

$W$: Kelime vektörlerini ifade etmektedir.

Glove tekniğinde işlenen en küçük birim kelime olurken FastText tekniğinde karakter n-gramları da hesaba katılmaktadır. FastText tekniğinin amacı eğitim verileri içerisinde bulunmayan ya da oldukça az geçen kelimeler için de bir anlamsal vektör üretilmesidir. Bir kelime arandığında yapının içerisinde yer almıyorsa o kelimeyi n-gramlar şeklinde bölerek ve model içerisinde mevcut n-gram vektörlerini birleştirerek aranan kelimeyi oluşturur [20]. Kelimeler ve metinler sürekli vektörlere dönüştürülmektedir. n-gram ifadesindeki n, tekrarlama derecesini ifade eder; başka bir deyişle, bir kelimenin n'ye göre bölüneceği karakter sayısını belirler. Bir kelimenin vektörü bu karakterin n-gram toplamından oluşturulmaktadır. Dolayısıyla derin öğrenme yöntemine girdi olacak kelime sayısını indirgemektedir. Düşük frekanslı kelimelerin n-gramlarının oluşma olasılığı küçük olduğundan, bu kelimeler n-gram yöntemi ile daha doğru bir şekilde gösterilebilir. Dezavantajı ise işlem süresinin uzaması ve bellek kullanımının artmasıdır [21].

Sahte haber tespit sistemi için oluşturulan mimari şekil 9'da sunulmuştur.




Şekil 9. Sahte haber tespiti mimarisi.

## 3. Bulgular

Çalışmanın deneysel analizleri Anaconda Jupyter Lab platformunda phyton makine öğrenme dili ile gerçekleştirildi. Deneysel analizler için karmaşıklık matrisleri kullanıldı. Karmaşıklık matrislerinin hesaplanabilmesi için Doğruluk (Accuracy), Duyarlılık (Recall), Özgüllük (specificity), Kesinlik (Precision), F-Skoru (F-Score) metrikleri kullanılmıştır [22]. Denklem 8-12 arasındaki formüllerde kullanılan değişkenler; TP (Doğru Pozitif), TN (Doğeru Negatif), FP (Yanlış Pozitif) ve FN (Yanlış Negatif)'dir.

Veri setindeki veriler, bir kelime vektörüne dönüştürülmeden önce ön işleme tabi tutulmuştur.

Uygulanan adımlar aşağıda sunulmuştur;

- Haber örneğindeki metinler nokta işaretine bakılarak bölümlere ayrılır.
- Tüm cümleler küçük harfe dönüştürülür.

- Cümlelerdeki harfler hariç tüm karakterler (sayılar, semboller, noktalama işaretleri) temizlenir.
- Cümleler arasındaki boşluklara göre kelimelere ayrılır.

Bu çalışmanın amacı, orijinal bir veri seti üzerinde kelime gömme yöntemlerinin derin öğrenme modeli ile performanslarını karşılaştırmaktır. Deneysel analizde kelime gömme yöntemlerinde vektör boyut boyutu 100, en düşük kelime sayısı parametresi 5 olarak seçilmiştir.

$$\text{Doğruluk}=\frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} \tag{8}$$

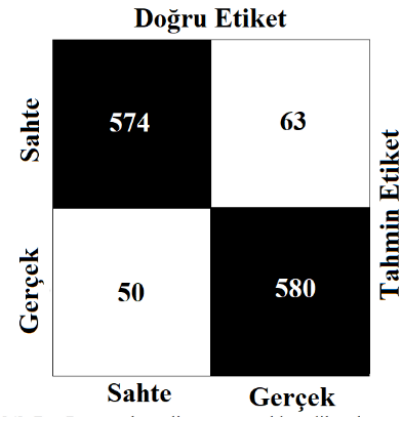
$$\text{Duyarlılık}=\frac{TP}{TP+FN} \tag{9}$$

$$\text{Özgüllük}=\frac{TN}{TN+FP} \tag{10}$$

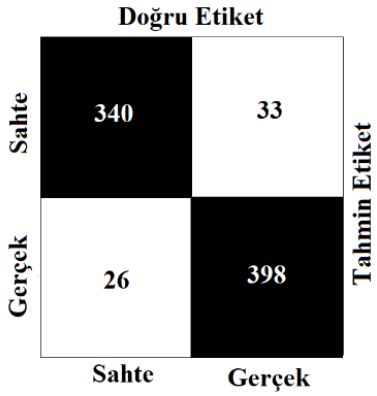
$$\text{Kesinlik}=\frac{TP}{TP+FP} \tag{11}$$

$$\text{F-Skoru}=\frac{2*\text{Duyarlılık}*\text{Kesinlik}}{\text{Duyarlılık}+\text{Kesinlik}} \tag{12}$$

Çalışmada toplam veri setinin %20'si test verisi ve %80'i eğitim verisi olarak ayrıldı. Çalışılan modelin gürültülü öğrenmesinin önüne geçmek ve GPU (Grafik İşlemci Ünitesi) belleğine sığabilmesi için mini-batch değeri 128 seçildi. Veri seti mini-batch değerine göre parçalara ayrılmakta ve her iterasyonda modelin eğitimi bu parça üzerinden yapılmaktadır. Mini-batch seçiminde aşırı öğrenmenin ve ezberlemenin önüne geçmek için veri seti parçalarına ayrılmadan önce karıştırma (Shuffle) işlemi uygulandı. Deneysel analizler sonucunda elde edilen karmaşıklık matris grafikleri VS1 için şekil 10'da VS2 için şekil 11'de sunulmuştur.




Şekil 10. VS1 için deneysel analiz sonucu elde edilen karmaşıklık matris grafiği.




Şekil 11. VS2 için deneysel analiz sonucu elde edilen karmaşıklık matris grafiği.

Veri setleri kendi içerisinde sahte ve gerçek olarak ayrılarak elde edilen karmaşıklık matrislerine göre doğruluk, duyarlılık, Özgüllük, Kesinlik ve F-Skor metrikleri elde edilmiştir. Elde edilen değerler Tablo 4'te sunulmuştur.

Tablo 4. Elde Edilen Skor Metriklerinin Gösterimi

| Veri Seti | Kullanılan Model ve Yöntem | Sınıf | Duyarlılık | Özgüllük | Kesinlik | Doğruluk | F-skor |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| VS1 | LSTM + DDİ + Glove | Sahte | 90.1 | 92.06 | 92.61 | 91.08 | 91.01 |
| VS1 | LSTM + DDİ + Glove | Gerçek | 92.06 | 90.1 | 90.2 | 91.08 | 91.09 |
| VS2 | LSTM + DDİ + Glove | Sahte | 93.86 | 91.15 | 92.34 | 92.6 | 93.09 |
| VS2 | LSTM + DDİ + Glove | Gerçek | 91.15 | 93.86 | 91.66 | 92.6 | 93.35 |
| VS1 | LSTM + DDİ + fastText | Sahte | 93.1 | 94.21 | 94.71 | 94.28 | 94.08 |
| VS1 | LSTM + DDİ + fastText | Gerçek | 94.21 | 93.1 | 93.2 | 94.28 | 94.17 |
| VS2 | LSTM + DDİ + fastText | Sahte | 93.86 | 91.15 | 95.18 | 96.6 | 94.32 |
| VS2 | LSTM + DDİ + fastText | Gerçek | 91.15 | 93.86 | 94.61 | 96.6 | 94.32 |

Çalışma yöntem açısından iki kelime gömme tekniği ile sınırlandırılmıştır. Diğer kelime gömme teknikleri (Word2Vec, Clip) genişletilebilir. Çalışmanın test başarısını artırmak için Momentum, Adagrad gibi optimizasyon yöntemleri ile analiz edilmesine rağmen Adam yöntemi ile elde edilen başarının üzerinde bir sonuç elde edilememiştir. Diğer optimizasyon yöntemleri (SGD, AdaDelta, RMSProp) ile analizler yapılabilir. Yine başarı oranını arttırmak için LSTM modelinin yoğunluk katman sayısı arttırılmış olup daha iyi bir başarı oranı elde edilememiştir. Sahte haberlerin çok kısa sürelerde büyük kitlelere ulaşması sağlık, ekonomi, spor, eğitim gibi birçok alanda huzursuzluklara yol açtığı, kitleleri yanlış yönlendirdiği görülmektedir. Bu yüzden sahte haberlerin tespitinin hızlı bir şekilde yapılması önem arz etmektedir. Bunun yapılabilmesinin yolu yüksek hacimdeki verilerin anlık olarak süzgeçten geçirebilen yazılımlardan geçmektedir. Bu çalışmada tespit edilen bu soruna çözüm

sunabilmek için derin öğrenme tabanlı LSTM modeli ile DDİ yöntemini Glove ve fastText kelime gömme işlemleriyle uygulayarak bir yaklaşım geliştirdik.

Kullanılan derin öğrenme modeli olan LSTM modeli DDİ yöntemiyle beraber kullanılan Glove ve fastText tekniklerine göre karşılaştırıldı. Tablo 4'den elde edilen sonuçlara göre kelime gömme tekniklerinden fastText tekniğinin Glove tekniğine göre daha iyi sonuçlar ürettiği tespit edildi.

## 4. Sonuç

VS1 için gerçek ve sahte olarak sınıflandırılmış haber örneklerinde, fastText tekniği ile 94.28'lik, Glove tekniği ile 91.08'lik bir doğruluk oranı elde edilmiştir. VS2 için gerçek ve sahte olarak sınıflandırılmış haber örneklerinde, fastText tekniği ile 96.60'lık, Glove tekniği ile 92.60'lık bir doğruluk oranı elde edilmiştir. Doğruluk oranı sınıflandırıcının bütün örnekleri sınıflandırmada ne kadar başarılı olduğunu göstermektedir. Her iki veri seti içinde fastText tekniğinin daha başarılı olduğu tespit edilmiştir. Ulaşılan bilginin ne kadarının istenilen bilgiyle ilgili olduğunu gösteren Kesinlik değerine bakıldığında, VS1 fastText tekniğinde 93.95'lik bir başarı ortalaması yakalarken, Glove tekniği 91.40'lık bir başarı ortalaması elde etmiştir. VS2 fastText tekniğinde 94.89'luk bir başarı ortalaması yakalarken, Glove tekniği 92.0'lık bir ortalaması elde etmiştir. Ulaşılması gereken bilginin ne kadarına ulaşıldığının tespiti için kullanılan Duyarlılık değerine bakıldığında, VS1 fastText tekniğinde 93.65'lik bir başarı ortalaması yakalarken, Glove tekniği 91.08'lik bir başarı ortalaması elde etmiştir. VS2 fastText tekniğinde 95.45'lik bir başarı ortalaması yakalarken, Glove tekniği 92.50'lik bir başarı ortalaması elde etmiştir. Kesinlik ve Duyarlılık değerlerinin harmonik ortalamasına bakan F-skoru değerine bakıldığında, VS1 fastText tekniğinde 94.12'lik bir başarı ortalaması yakalarken, Glove tekniği 91.05'lik bir başarı ortalaması elde etmiştir. VS2 fastText tekniğinde 94.32'lik bir başarı ortalaması yakalarken, Glove tekniği 93.22'lik bir başarı ortalaması elde etmiştir. Doğru olarak sınıflandırılan negatif sınıfa ait verilerin oranını gösteren Özgüllük değerine bakıldığında, VS1 fastText tekniğinde 93.65'lik bir başarı ortalaması yakalarken, Glove tekniği 91.08'lik bir başarı ortalaması elde etmiştir. VS2 fastText tekniğinde 95.45'lik bir başarı ortalaması yakalarken, Glove tekniği 92.50'lik bir başarı ortalaması elde etmiştir. Elde edilen bütün bu sonuçlara göre, fastText tekniğinin Glove tekniğinden daha iyi sonuçlar elde ettiği tespit edilmiştir. Bunun temel nedenleri fastText tekniğinde kelimelerin n-gramlar şeklinde bölünmesi ve bu tekniğin model içerisinde mevcut n-gram vektörlerini birleştirerek aranan kelimeleri daha iyi tespit edebilmesidir.

Gelecek çalışmada, elde edilecek yeni veri setleri üzerinde sahte haberlerin tespiti hibrit ve kolektif öğrenme algoritmalarıyla birlikte analizler yapılarak gerçekleştirilecektir.

## 6.Kaynaklar

**[1]** Figdor C. "(When) Is Science Reporting Ethical? The Case for Recognizing Shared Epistemic Responsibility in Science Journalism.". Frontiers in Communication, 2, 3-4, 2017. https://doi.org/10.3389/fcomm.2017.00003

**[2]** Shu K, Sliva A, Wang S, Tang J, Liu H. "Fake news detection on social media: A data mining perspective.". ACM SIGKDD explorations newsletter, 19(1), 22-36, 2017. https://doi.org/10.1145/3137597.3137600

**[3]** Brodnig I. "7 types of misinformation in the German election". https://firstdraftnews.org/latest/7-types-german-election/ (04.01.2022)

**[4]** Brindha M. D, Jayaseelan R, Kadeswara S. "Social media reigned by information or misinformation about COVID-19: a phenomenological study". Alochana Chakra Journal, 9(5), 585-602, 2020.

**[5]** Sun S, Zhai Y, Shen B, Chen Y. "Newspaper coverage of artificial intelligence: A perspective of emerging Technologies". Telematics and Informatics, 53, 1-15, 2020. https://doi.org/10.1016/j.tele.2020.101433

**[6]** Rahm, E, Do H. H. "Data cleaning: Problems and current approaches.". IEEE Data Eng. Bull, 23(4), 3-13, 2000.

**[7]** Moturi S, Srikanth Vemuru D. S. "Classification model for prediction of heart disease using correlation coefficient technique.". International Journal, 9(2), 2116-2113, 2020.

**[8]** Rubin V. L, Conroy N, Chen Y, Cornwell S. "Fake news or truth? using satirical cues to detect potentially misleading news.". In Proceedings of the second workshop on computational approaches to deception detection, California, USA, 17-18 June 2016. https://aclanthology.org/W16-0802.pdf

**[9]** Kim N, Seo D, Jeong C. S. "FAMOUS: Fake news detection model based on unified key sentence information". 9th International Conference on Software Engineering and Service Science (ICSESS), Beijing, China, 23-25 November 2018. Doi: 10.1109/ICSESS.2018.8663864

**[10]** Kaliyar R. K, Goswami A, Narang P, Sinha S. "FNDNet–a deep convolutional neural network for fake news detection". Cognitive Systems Research, 61, 32-44, 2020. https://doi.org/10.1016/j.cogsys.2019.12.005

**[11]** Özbay F. A, Alataş B. "Çevrimiçi sosyal medyada sahte haber tespiti". Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi, 11(1), 91-103, 2020. https://doi.org/10.24012/dumf.629368

**[12]** Deepak S, Chitturi B. "Deep neural approach to Fake-News identification". Procedia Computer Science, 167, 2236-2243, 2020. https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.03.276

**[13]** Chitic R. "REAL ve FAKE News Dataset.". https://www.kaggle.com/rchitic17/real-or-fake (05.01.2022)

**[14]** Jruvika. "Fake News detection". https://www.kaggle.com/jruvika/fake-news-detection (05.01.2022)

**[15]** Olah C. "Understanding LSTM Networks". https://colah.github.io/posts/2015-08-Understanding-LSTMs/ (04.01.2022)

**[16]** Ong C. J, Orfanoudaki A, Zhang R, Caprasse F. P. M, Hutch M, Ma L, Bertsimas D. "Machine learning and natural language processing methods to identify ischemic stroke, acuity and location from radiology reports". PLoS One, 15(6), 1-16, 2020. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0234908

**[17]** Zhou M, Duan N, Liu S, Shum H. Y. "Progress in neural NLP: modeling, learning, and reasoning". Engineering, 6(3), 275-290, 2020. https://doi.org/10.1016/j.eng.2019.12.014

**[18]** Nadeau D, Sekine S. "A survey of named entity recognition and classification". Lingvisticae Investigationes, 30(1), 3-26, 2007. https://doi.org/10.1075/li.30.1.03nad

**[19]** Pennington J, Socher R, Manning C. D. "Glove: Global vectors for word representation". In Proceedings of the 2014 conference on empirical methods in natural language processing (EMNLP), Doha, Qatar, 24-29 October 2014.

**[20]** Joulin A, Grave E, Bojanowski P, Mikolov T. "Bag of tricks for efficient text classification", 2016. https://arxiv.org/abs/1607.01759

**[21]** Bojanowski P, Grave E, Joulin A, Mikolov T. "Enriching word vectors with subword information.". Transactions of the Association for Computational Linguistics, 5, 135-146, 2017. https://arxiv.org/abs/1607.04606 (05.01.2022)

**[22]** Caelen O. "A Bayesian interpretation of the confusion matrix". Annals of Mathematics and Artificial Intelligence, 81(3), 429-450, 2017. https://doi.org/10.1007/s10472-017-9564-8

# BULUT BİLİŞİM MODELLERİNDEN PLATFORM HİZMETİNİN (PAAS) ÇEVİK YAZILIM GELİŞTİRME SÜREÇLERİNE ETKİSİ

***Emre Alataş* [1]***
[1]Beykent Üniversitesi, İstanbul-Türkiye, emrealatas@beykent.edu.tr
*[*] Sorumlu Yazar: emrealatas@beykent.edu.tr

***Özet:*** *Son yıllarda bulut bilişim teknolojisi, bilgi teknolojileri alanında bir itici güç olarak dikkatleri üzerine çekmektedir. Bulut bilişim teknolojisi içinde bulundurduğu tüm katmanlarda farklı hizmetler sunmak ile birlikte, bu her katman için kullandığı teknolojiler değişmektedir. Bu bağlamda, başlıca bulut bilişim hizmet modelleri yazılım hizmetleri (SaaS), platform hizmetleri (PaaS) ve altyapı hizmetleri (IaaS) olarak sayılabilir. Temelinde sanallaştırma olan bu teknoloji, ölçeklenebilir ve dinamik avantajlarının yanında kullanıcı firma ya da kuruluşlara sağladığı az maliyetli çözümler sayesinde hızla artan bir ilgiye ulaşmış, tercih edilme sıklığı günden güne artmıştır. Çok sayıda kurum, bu yeni teknolojiyi hizmet sağlayıcılar veya kullanıcılar olarak benimsemeye çalışmaktadır. Bulut bilişim hizmet türlerinden olan platform hizmeti de "Amazon Web Services (AWS)", "Google Cloud", "Salesforce.com" ve "Microsoft Azure" örnekleri gibi birçok sağlayıcıyla birlikte sıklıkla tercih edilmeye başlanmıştır. Bu bağlamda, temel olarak bu çalışma çevik yazılım geliştirme süreçlerinin, platform hizmeti sağlayıcılarının oluşturduğu ortamlarda ne kadar desteklenip desteklenmediğini araştırmayı amaçlamıştır. Veri toplama amacıyla bulut bilişim alanında tecrübeli, ilgili projelerde görev almış kişiler ile yapılan görüşmeler analiz edildikten sonra platform hizmeti ortamlarının çevik yazılım süreçlerini olumlu yönde desteklediği, süreçleri hızlandırma yönünde katkı verdiği ve takım içi işbirliği faaliyetlerini arttırma yönünde etkiler sağladığı sonuçlarına varılmıştır. Bu sonuçlar ile bulut bilişim ile ilgili literatürde yapılacak çalışmalara katkı yapılması umulmaktadır.*

***Anahtar sözcükler****: Bulut Bilişim, Platform Hizmeti, Çevik Yazılım Geliştirme*

# THE IMPACT OF PLATFORM AS A SERVICE (PAAS) FROM CLOUD COMPUTING MODELS ON AGILE SOFTWARE DEVELOPMENT PROCESSES

***Emre Alataş*[1]***
[1]Beykent University, Istanbul-Turkey, emrealatas@beykent.edu.tr
[*] Corresponding author: emrealatas@beykent.edu.tr

***Abstract:*** *In recent years, cloud computing technology has attracted attention as a driving force in the field of information technologies. While cloud computing technology offers different services in all layers it contains, the technologies it uses for each layer change. In this context, the main cloud computing service models can be counted as software as a services (SaaS), platform as a services (PaaS) and infrastructure as a services (IaaS). This technology, which is based on virtualization, has reached a rapidly increasing interest thanks to its scalable and dynamic advantages as well as low-cost solutions it provides to user companies or organizations, and its frequency of preference has increased day by day. Many organizations are trying to adopt this new technology as service providers or users. Platform as a service (PaaS), which is one of the cloud computing models, has also started to be preferred frequently with many providers such as "Amazon Web Services (AWS)", "Google Cloud",*

*"Salesforce.com" and "Microsoft Azure" examples. In this context, this study basically aimed to investigate whether agile software development processes are supported in environments created by platform service providers. After analyzing the interviews with people experienced in cloud computing and involved in related projects for the purpose of data collection, it was concluded that platform service environments positively supported agile software processes, contributed to speeding up processes and had effects on increasing team collaboration activities. It is hoped that these results will contribute to the studies in the literature on cloud computing.*

***Keywords:*** *Cloud Computing, Platform as a Service, Agile Software Development*

## 1. Giriş

Günümüzde şirketler, bulut bilişim paradigmasını kademeli olarak benimsemekte, verileri muhafaza ederek ve tesislerinin dışında işleyerek maliyetlerini düşürmeyi hedeflemektedir. Bulut bilişim, şirket içi, kolayca erişilebilir çözümler sunarak şirketler için fırsatlar sağlayan bir olgu olarak kabul edilmektedir. Bulut bilişim, altyapı hizmeti (IaaS), platform hizmeti (PaaS), yazılım hizmeti (SaaS) gibi çeşitli hizmet türlerini içerir. Tüm bu fırsatlar, farklı seviyelerdeki ve sektörlerdeki şirketler tarafından kullanılmaktadır. Özellikle, platform hizmeti (PaaS) isteğe bağlı sanal kaynaklar, ölçeklenebilir ve esnek veri havuzu sunan bir bulut bilişim modeli olarak büyük şirketler için önemli bir ürün haline gelmiştir [1]. Bu hizmet uygulama geliştirme ve barındırma için donanım, yazılım araçları ve diğer kaynakları hizmet olarak sunmanın bir yoludur. Bu hizmetin başlıca kullanıcıları ise, yeni uygulamalar oluşturması gereken geliştiricilerdir. Hesaplama gücünün yanı sıra PaaS ortamları, web uygulamalarında bir araya getirilecek hizmetler, geliştirme araçları ve eksiksiz uygulamalar sunmaktadır [9].

PaaS, bulut hizmetlerinin en hızlı genişleyen segmentlerinden biridir [6]. Son yıllarda yazılım geliştirme ekipleri tarafından PaaS kullanımı artmaktadır. PaaS kullanımının artmasıyla yazılım geliştirme süreçleri etkilenmektedir [7]. PaaS sağlayıcıları, yazılım geliştirme süreçlerinin daha hızlı hale getirilmesi ve verimli geliştirme ortamı sağlamak için hizmetler sunmayı amaçlamaktadırlar. Bu bilgiler ışığında, bu çalışma, "çeviklik özelliklerinden (ekip işbirliği, sık geri bildirimler, uygulama sürümlerinin hızlı yinelemeleri) bulut tabanlı yazılım geliştirme ortamında (PaaS) nasıl faydalanılabilir?" sorusuna yanıt vermeyi amaçlamaktadır. Temel olarak, iki araştırma sorusu bu çalışmanın temelini oluşturmaktadır;

- PaaS kullanımı, yazılım ekiplerinde işbirliğine dayalı faaliyetleri destekler mi?

Çevik yazılım geliştirme manifestosunda belirtildiği gibi, uyarlanabilir geliştirme ortamı, iç ve dış proje paydaşları arasında güçlü bir iletişim ve işbirliği gerektirir. İletişim; proje yöneticileri, test uzmanları, iş analistleri ve geliştiriciler gibi proje paydaşları arasında koordinasyon, proje yönetimi ve bilgi toplama, transferinde önemli bir role sahiptir [4]. Ayrıca, kullanıcılar ve müşteriler projenin bir parçasıdır ve geliştiricilerle iletişim kurmaları gerekir [5]. PaaS tasarım, dağıtım ve test aşamaları için geniş spektrumda çeşitlenen hizmetler sunmaktadır. Bu hizmetlere ek olarak, ekip işbirliği, sürüm yönetimi hizmetleri gibi gelişmiş teklifler de mevcut olabilmektedir. Bununla birlikte, bu teklifler bir

PaaS sağlayıcısından başka bir PaaS sağlayıcısına tutarlı olmamaktadır, bu nedenle PaaS hizmeti almayı planlayan işletmeler için bazı karışıklıklara neden olmaktadır [8]. Araştırmanın bir diğer sorusu ise kod dağıtımı, hızlı geri bildirim süreçlerinin PaaS kullanımı ile ne ölçüde etkilenip etkilenmediği ile ilgilidir.

- Yazılım ekipleri, PaaS ortamında yazılım geliştirirken hızlı geri bildirimleri nasıl sağlar?

Projede sık kod dağıtımı, ürün sahiplerinin ve paydaşların çalışmaları gözden geçirmesini ve uygulamaların sürümlerini hızla yinelemesini sağlar. Bu, geliştiricilerin gereksinimlerin anlaşılmasını, zaman kaybetmeden hızla kabul etmesine ve uyarlamasına olanak tanır [5]. Örneğin, bir uygulama geliştiricisi kodu dağıttıktan sonra dâhili geri bildirim alır. Ayrıca geliştiriciler, kodları test eden kullanıcılarından sonuçlar hakkında harici geri bildirimler alırlar. Bu nedenle geri bildirim süreçleri; kod dağıtma, test vb. gibi herhangi bir yazılım geliştirme adımında görülebilir. Güncel yazılım geliştirme eylemleri kademeli olarak, sık geribildirimin daha hızlı toplu öğrenme süresi sağladığını belirtmektedir [6].

Literatürde çevik yazılım geliştirme metodolojisi ve bulut bilişim ortamları hakkında ayrı kavramlar olarak çeşitli çalışmalar bulunmasına rağmen, PaaS ortamları ile çevik yazılım geliştirme yöntemlerinin araştırılmasında deneysel çalışmalar ve kavramsal araştırmalar açısından bir boşluk bulunmaktadır [7], [10], [11]. Tüm bu bilgiler ışığında, bu çalışma PaaS ortamında paydaşlar arasında etkili işbirliğinin nasıl sağlanabileceği konusu ve geliştiricilerin uygulama sürümleri hakkında test yapanlardan veya müşterilerden sık geri bildirim alabilmeleri konusunda PaaS'ın etkinliğini araştırmayı amaçlamaktadır.

### 1.1. Teorik Çerçeve

Günümüzde birçok sağlayıcı firma, kullanıcılara yazılım geliştirme konusunda avantajlı ortamlar sağlamak için rekabet etmektedir [7]. PaaS üzerindeki talebin artmasıyla birlikte, literatürde PaaS'ın yazılım geliştirmedeki etkilerini araştıran çalışmalar yapılmıştır. “Cloud Foundry” tarafından yapılan bir araştırmaya göre PaaS, yazılım geliştirme üzerinde dönüştürücü bir etkiye sahiptir [2]. Bu tip dönüştürücü etki fikirlerine rağmen, akademik literatür, PaaS'ın yazılım geliştirme üzerindeki etkisine yönelik araştırmalara daha az ilgi göstermiştir [7], [11]. Yazılım geliştirme için PaaS özelliklerini analiz eden çalışmalardan bazıları şu şekildedir;

2013 yılındaki bir çalışmada, Zarinah ve diğerleri çevik tabanlı yazılım geliştirmede bulut bilişim hizmetlerinin rolünü analiz etmeyi amaçlamıştır. “CloudForge” üzerinde bulut tabanlı bir proje yürüten bir yazılım geliştirme ekibiyle bir vaka çalışması yürütmüşler ve bulut hizmetlerinin çevik yazılım geliştirme sürecinin verimliliğini artırdığını keşfetmişlerdir [13]. Gass ve diğerleri 2014 yılında PaaS'ın yazılım geliştirme verimliliği üzerindeki etkilerini değerlendirmek için bir grup yüksek lisans öğrencisi ile bir vaka çalışması gerçekleştirerek bir çalışma yapmışlardır. Bu öğrencilerden üç farklı PaaS sağlayıcısı ortamında (Force.com, Rollbase.com ve bilinmeyen platform) bir uygulama geliştirmelerini istediler. Geliştirme aşamasından sonra, grupların deneyimlerini öğrenmek için gruplara bir anket uyguladılar. Geliştiricilerin geleneksel bir geliştirme ortamına kıyasla bir PaaS çözümü kullanarak üretkenliği artırabileceklerini keşfetmişlerdir [3]. Brandao ve diğerleri PaaS'ta uygulama geliştirme sırasında ortaya çıkan iletişim sorunlarını araştırdığı çalışmalarında; Amazon (AWS), Azure ve IBM Bluemix platformlarını ele almıştır. Çalışmada geliştiriciler ve tasarımcılar arasındaki gerçek deneyimlere dayanan iletişim sorunları ortaya çıktığı sonucuna varılmıştır [9]. Krancher ve diğerleri bulut bilişim teknolojisinin kullanımının, yazılım geliştirme ekiplerinde toplu öğrenme eylemlerini nasıl

etkileyebileceğini ele almayı amaçlamışlardır. Farklı PaaS ortamlarında uygulama geliştiren 16 yazılım ekibinden 42 kişi ile görüşmeler yapıldıktan sonra, PaaS'ın, geri bildirim almak için bekleme süreleri, büyük görevler ve işbirliği gibi sosyal ve teknik engelleri kaldırmada yazılım ekiplerine yardımcı olduğunu keşfetmişlerdir [7].

Younas ve diğerleri çevik yöntemlerin bulut bilişim ortamında kullanım etkinliğini değerlendirmek konusunda bir araştırma yapmışlardır. Öğrencilerle yaptıkları vaka çalışmasının sonuçları, yazılım geliştirme performansının bulut tabanlı ortamda çevik yazılım geliştirme yöntemlerinin kullanılmasıyla arttığını göstermiştir [12]. Gill ve Bunker, bulut bilişimin bulut tabanlı sosyal teknolojiler aracılığıyla çevik iletişim ilkelerini etkinleştirebileceği sonucuna varmışlardır. Bu sosyal teknolojilerin örnekleri arasında video konferans, bilgi yönetimi ve web portalları bulunmaktadır [4]. Haig-Smith ve Tanner, yazılım geliştirme ekiplerinin üyeleriyle yapılan anket sonucunda bulut bilişim kullanımının geri bildirimlerin gecikmesini azalttığını ve yazılım geliştirme aşamalarında ekip paydaşları arasında etkili işbirliği için bir dizi iletişim aracı sağladığını ortaya çıkarmışlardır [5].

## 2. Yöntem

Bulut bilişim hizmetlerinden platform hizmetinin (PaaS), çevik yazilim geliştirme süreçlerine etkisini araştıran bu çalışmada nitel bir yaklaşım yöntem olarak seçilmiştir. Araştırma çerçevesinde daha önce PaaS ortamında yazılım geliştirme tecrübesi bulunan kişilerle açık uçlu sorular vasıtasıyla görüşme yapılması yoluyla veri toplanması hedeflenmiştir. Daha önce çevik yazılım geliştirme tecrübesi ve PaaS (bulut tabanlı yazılım geliştirme) tecrübesi bulunan üç katılımcıyla internet üzerinden görüşme gerçekleştirilmiştir. Katılımcılara yer aldıkları proje, projedeki rolleri gibi genel tanımlayıcı soruların yanı sıra proje süresince edindikleri tecrübeler ile alakalı detaylı sorular da yöneltilmiştir (Tablo I).

Tablo I. Görüşmede Kullanılan Sorular ve Çevirileri

| **Kaynak Çalışma** | **Soru** | **Çeviri** |
|---|---|---|
| Zarinah ve diğerleri (2013) | How many features of the project are you working on in collaboration with other colleagues? | Diğer meslektaşlarınızla işbirliği içinde projenin kaç özelliği üzerinde çalışıyorsunuz? |
| Krancher ve diğerleri (2018) | How did PaaS affect your team and collaboration within the team? | PaaS ekibinizi ve ekip içindeki işbirliğini nasıl etkiledi? |
| Krancher ve Luther (2015) | What possibilities did PaaS give you that on-premises software development did not? | PaaS, size lokalde (on-premise) yazılım geliştirmenin sağlamadığı hangi olasılıkları verdi? |
| Krancher ve diğerleri (2018) | How did the use of PaaS affect software development in this/these project(s)? | PaaS kullanımı bu projede yazılım geliştirmeyi nasıl etkiledi? |

| | | |
|---|---|---|
| Zarinah ve diğerleri (2013) | How often do you face changes in requirements and how you informed about the change? | Proje gereksinimlerinde ne sıklıkla değişikliklerle karşılaşırsınız ve bu değişiklikler hakkında nasıl bilgilendirilirsiniz? |
| Zarinah ve diğerleri (2013) | If a change occurs in the user stories, how you are alerted about changes made to user stories? | Kullanıcı öykülerinde bir değişiklik olursa, bu yapılan değişiklikler hakkında nasıl uyarı alırsınız? |

Bu amaçlarla, konu ile ilgili daha önce yapılan çalışmalarda kullanılan soruların derlenmesiyle ve Türkçe'ye çevrilmesi sonucunda 6 adet açık uçlu sorudan oluşan görüşme formu hazırlanmıştır. Diğer çalışmalardan alıntı yapılan ve Türkçe'ye çevrilen sorular Tablo 1'de verilmiştir. Çevik yazılım süreçleri ve bulut tabanlı yazılım geliştirme tecrübesi bulunan üç katılımcıya ait bazı tanımlayıcı bilgiler Tablo II'de verilmiştir.

Tablo II. Tanımlayıcı Bilgiler

| **Kod** | **Cinsiyet** | **Projedeki Görev** | **Kullanılan Platform** |
|---|---|---|---|
| K1 | Erkek | Çözüm Mimarı | Microsoft Azure |
| K2 | Erkek | Bulut Mimarı & Geliştirici | Amazon Web Services (AWS) |
| K3 | Erkek | Proje Yöneticisi | Microsoft Azure |

Araştırmada, görüşmelerden elde edilen veriler, betimsel analiz metoduyla belirlenen temalar çerçevesinde analiz edilmiş ve yorumlanmıştır.

## 3. Bulgular

Çalışmada amaçlanan görüşme yoluyla veri toplama süreçlerinden elde edilen veriler belirlenen temalar ile birlikte analiz edilmiş ve bu analizler sonucunda ortaya çıkan bazı örnek ifadeler, katılımcılarla birlikte Tablo III'te belirtilmiştir.

Tablo III. Temalar ve Örnek İfadeler

| Kod | Temalar | Örnek İfadeler |
|---|---|---|
| K1 | "Kod dağıtımı" | "yeni feature'ları vs deploy edip test etmek çok kolaydı" |
| K2 | "Hızlı süreç" | "Değişiklikleri çok hızlı production'a alabilmek süreci hızlandırdı" |
| K3 | "Hızlı geri dönüşler" | "Takım içinde hızlı geri dönüşler ve hızlı aksiyon planının oluşturulmasını sağladı" |
| K3 | "Hızlı süreç" | "Daha hızlı ve stabil bir süreç oluşturmamızı sağladı" |

### 3.1. Ekip İşbirliği

Araştırmada katılımcılara ilk olarak "PaaS ekibinizi ve ekip içindeki işbirliğini nasıl etkiledi?" sorusu yöneltilmiştir. Bu soruya verilen cevaplar incelendiğinde katılımcıların tümü ekip işbirliğini olumlu etkilediği ve süreci hızlandırdığını belirttiği görülmüştür. Bu doğrultuda K1 kodlu katılımcı; "3 sprintte projeyi teslim ettik. Değişiklikleri devreye almak (Azure DevOps entegrasyonu da olduğu için tekrarlayan operasyonel işlerimiz yok denilecek kadar azdı) dakikalar ile ölçebileceğimiz kadar azaldı." şeklindeki ifadesiyle kullanılan platformun süreci hızlandırmadaki katkısını belirtmiştir. Değişiklikleri devreye alma sürecinde; ekip içinde hızlı iletişim gerekecek operasyonel faaliyetler kapsamında bulut bilişim platformunun sağladığı katkıyı vurgulamıştır. K2 kodlu katılımcı benzer şekilde; "Değişiklikleri çok hızlı 'production'a alabilmek ve servislerin hızlı bir şekilde ayağa kaldırılabiliyor olması diğer ekip arkadaşlarımın teknik ihtiyaçlarını daha hızlı karşılamama yardımcı oldu. PaaS ve FaaS'ı birlikte kullandık diyebilirim." ifadesiyle PaaS kullanımı ve ekip işbirliği ilişkisinin hızlandırıcı ve olumlu etkilerinden bahsetmiştir. Yazılım geliştirme sürecinde önemli yere sahip olan değişiklikler, güncellemeler ve bunların hızlı bir şekilde gerçekleştirilmesi aşamalarında PaaS kullanımının olumlu yönde katkı sağladığını belirtmiştir. Yine K3 kodlu katılımcı da "Daha hızlı ve stabil bir süreç oluşturmamızı sağladı." cevabıyla diğer katılımcıları destekleyen bir görüş bildirmiştir.

### 3.2. Hızlı Geri Bildirimler ve Değişiklikler

Öte yandan katılımcılara sorulan "PaaS, size lokalde (on-premise) yazılım geliştirmenin sağlamadığı hangi olasılıkları verdi?" sorusuna K1 kodlu katılımcının verdiği; "Yeni bir ortam oluşturmak dakikalara indi. IaC scriptlerini kolay oluşturabildiğim için yeni feature'ları vb. deploy edip test etmek çok kolaydı. DevOps, güvenlik, monitoring ürünleriyle kolay entegrasyonu sayesinde de development'a çok hızlı başlayabildik. Ek olarak PaaS ile bilindik deployment stratejilerini de çok kolay uygulayabildiğimizi, remote debugging özelliği ile local'imizde bir ortam da kurmamıza gerek olmadığını gördük. Kısacası devops ve development ekiplerinin hızını arttırıp, operasyonel, manuel işlerini minimize ettiğini gözlemledik." cevabı analiz edildiğinde ise kod dağıtımı ve test süreçlerinin PaaS ile birlikte olumlu yönde etkilendiği sonucuna varılmaktadır. Yöneltilen bir diğer soru olan "PaaS kullanımı bu projede yazılım geliştirmeyi nasıl etkiledi?" sorusuna K3 kodlu katılımcının; "Takım içinde hızlı geri dönüşler ve hızlı aksiyon planının oluşturulmasını sağladı." cevabı da yine araştırmanın keşfetmeyi hedeflediği çevik yazılım geliştirme süreçleri ve PaaS ilişkisi konusunda süreçlerin olumlu yönde etkilendiği sonucunu desteklediği görülmektedir.

## 4. Sonuç

Bulut bilişim modellerinden PaaS'ın kurumlar ve firmalar tarafından benimsenmesi hızlı bir şekilde artmasına rağmen, yazılım geliştirme çalışmalarının PaaS kullanımıyla nasıl değiştiğine dair literatürde çok sayıda akademik araştırma bulunmamaktadır [6]. Bu çalışmada yazılım geliştirme ekipleri için PaaS'ın sağladığı olanaklara ilişkin sonuçlar ortaya çıkarmak amacıyla daha önce ve hâlihazırda bu konuda tecrübesi olan kişilerle görüşme yapıldı.

Sonuç olarak PaaS ortamlarının kod dağıtımı, geri bildirimler gibi süreçleri hızlandırmakla beraber ekip içi işbirliği faaliyetleri gibi çevik yazılım geliştirme unsurlarını olumlu yönde etkilediği görülmüştür. Çalışmanın kısıtlılığı olarak görüşme yapılan kişilerin sayısının az olmasından ötürü ileriki

çalışmalarda daha fazla kişiyle yapılacak görüşmeler yardımıyla daha kapsamlı sonuçlara ulaşabilecek çalışmalar yapılması önerilmektedir.

## 5. Kaynaklar

**[1]** Butt, S. A., Tariq, M. I., Jamal, T., Ali, A., Martinez, J. L. D., & De-La-Hoz-Franco, E. Predictive Variables for Agile Development Merging Cloud Computing Services. IEEE Access, 2019, 7, 99273-99282.

**[2]** Cloud foundry application runtime user survey, https://www.cloudfoundry.org/wp-content/uploads/2012/02/CFF_ApplicationRuntime_UserSurvey.pdf

**[3]** Gass, O., Meth, H., & Maedche, A. PaaS characteristics for productive software development: An evaluation framework. IEEE Internet Computing, 2014, 18, 56-64. doi:10.1109/MIC.2014.12.

**[4]** Gill, A. Q., & Bunker, D. Towards the development of a cloud-based communication technologies assessment tool. The journal of information and knowledge management systems, 2013, 43, 57-77.

**[5]** Haig-Smith, T., & Tanner, M. Cloud Computing as an Enabler of Agile Global Software Development. Issues in Informing Science & Information Technology. 2016, 13.

**[6]** Krancher, O., & Luther, P., "Software Development in the Cloud: Exploring the Affordances of Platform-as-a-Service", *Proceeding of 6th International Conference on Information Systems,2015*

**[7]** Krancher, O., Luther, P., & Jost, M. Key affordances of platform-as-a-service: Self-organization and continuous feedback. Journal of Management Information Systems, 2018, 35(3), 776-812.

**[8]** Linthicum, D. S. Paas death watch?. IEEE Cloud Computing, 2017, 4(1), 6-9.

**[9]** M, Brandão, R. R., Moreno, M. F., Ferreira, J. J., & de Gusmão Cerqueira, R. F. Reflections over Communicability in PaaS Environments. SBC Journal on Interactive Systems, 2017, 8(2), 50-61.

**[10]** Mahmood, Z. (2013). *Software engineering frameworks for the cloud computing paradigm*, Springer, S. Saeed (Ed.), London, 2013.

**[11]** Younas, M., Jawawi, D. N., Ghani, I., Fries, T., & Kazmi, R. Agile development in the cloud computing environment: A systematic review. Information and Software Technology, 2018, 103, 142-158.

**[12]** Younas, M., Jawawi, D. N., Mahmood, A. K., Ahmad, M. N., Sarwar, M. U., & Idris, M. Y. Agile Software Development using Cloud Computing: A Case Study. IEEE Access, 2019.

**[13]** Zarinah, I., and M. Kasirun. Agile-based software product development using cloud computing services: Findings from a case study. Sci. Int. (Lahore), 2013, 1045-1052.

# BULUT BİLİŞİM SİSTEMLERİNİN KOBİ GİRİŞİMCİLİĞİ ÜZERİNE ETKİSİ

***Sinem Duygu Kapcı *[1], Tuğba Betül Özav [2]***
[1]İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme ABD, İzmir-Türkiye, duygukapcihmo@gmail.com
[2] İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme ABD, İzmir-Türkiye, tbozav@gmail.com
[*] Sorumlu Yazar: duygukapcihmo@gmail.com

***Özet:*** *Bulut Bilişim son yıllarda hem bilgi ve iletişim teknoloji uzmanlarının hem de araştırmacılarının dikkatini çeken teknolojik bir gelişim ürünü olmuştur. Bulut bilişim sunduğu hizmet modeli ile işletmelere geleneksel iş modelini dönüştürmesinde, etkili iş birliği oluşturulmasında ve bilgi teknolojileri yeteneklerinin geliştirilmesinde katkı sağlar. İsteğe bağlı kullanım hizmetinin ve kullanıldığı kadar ödeme olanağının sunulması bulut bilişimi küçük ve orta ölçekli işletmeler (KOBİ) için de cazip hale getirmiştir. KOBİ'ler, ülke ekonomileri için özellikle de gelişmekte olan ülkeler için büyük öneme sahiptir. KOBİ'lerin dünya çapındaki işletmelerin çoğunluğunu (yaklaşık %90'ını) oluşturmasının yanında istihdam ve milli gelire de önemli katkılar sağlamaktadır. Ancak yapıları itibari ile daha az kapasite ve sermayeyle faaliyetlerini sürdürmeye çalışırlar. KOBİ'lerin diğer ölçekli işletmelere göre finansmana erişimi nispeten daha sınırlı ve iç ve dış kaynaklı finansal şoklara karşı da daha savunmasızdırlar. KOBİ'lerin iş ortamına, pazara ve müşteri tercihlerine göre uyarlanabilir esnekliğe sahip olması, içinde bulunduğu bu dezavantajlı durumları hızlı bir şekilde geçersiz hale getirerek KOBİ'leri avantajlı konuma getirebilir. Bu makalede, bulut bilişim teknolojilerinin getirdiği yenilikler ve kullanım alanları avantajları ve dezavantajları ele alınarak incelenmiştir. KOBİ'lerin bu teknolojik trendlerden nasıl yararlanabileceği üzerinde durulmuştur. Bu çalışmanın sonuçları, KOBİ'lere olası fırsatları belirlemede, keşfetmede ve karşılaşılabilecek zorlukları anlamada fayda sağlayacaktır.*

***Anahtar sözcükler****: Bulut Bilişim, KOBİ, Girişimcilik, İnovasyon*

# THE EFFECT OF CLOUD COMPUTING SYSTEMS ON SME ENTREPRENEURSHIP

***Sinem Duygu Kapcı *[1], Tuğba Betül Özav [2]***
[1]Izmir Katip Celebi University, Institute of Social Science, İzmir-Turkey, duygukapcihmo@gmail.com
[2] Katip Celebi University, Institute of Social Science, İzmir-Turkey tbozav@gmail.com
[*] Corresponding author: duygukapcihmo@gmail.com

**Abstract:** *Cloud Computing has become a technological development product that has attracted the attention of both information and communication technology experts and researchers in recent years. With the service model it offers, cloud computing contributes to the transformation of the traditional business model, creating effective cooperation and developing information technology capabilities. Offering on-demand service and payment-as-you-go option has made cloud computing attractive for small and medium-sized enterprises (SMEs). SMEs are of great importance for national economies, especially for developing countries. In addition to the fact that SMEs make up the majority (about 90%) of businesses worldwide, they also make significant contributions to employment and national income.*

*However, due to their structure, they try to continue their activities with less capacity and capital. Compared to other scaled enterprises, SMEs have relatively limited access to finance and are more vulnerable to internal and external financial shocks. The adaptive flexibility of SMEs according to the business environment, market and customer preferences can quickly override these disadvantageous situations and put SMEs in an advantageous position. In this article, the innovations and usage areas of cloud computing technologies are examined by considering their advantages and disadvantages. It is emphasized how SMEs can benefit from these technological trends. The results of this study will benefit SMEs in identifying and exploring possible opportunities and understanding the challenges that may be encountered.*

***Keywords:*** *Cloud Computing, SMEs, Entrepreneurship, Innovation*

## 1. Giriş

Teknoloji yoluyla gerçekleştirilen inovasyon faaliyetleri, organizasyonlarda rekabet avantajlarını arttırmak için etkili iş süreçleri yaratan stratejik bir araç olarak görülmektedir. Bununla birlikte, teknolojinin bir yenilik kaynağı olarak kullanılması stratejisi, genellikle büyük firmaların etki alanıyla sınırlandırılmaktadır [1-2]. Ancak yaşanan teknolojik gelişmelerin zaman içerisinde büyük firmaların sahip olduğu bu avantajı azaltacağı ve teknolojiyi kabul eden daha küçük ölçekli işletmelerin de piyasada varlığının belirginleşmeye başlayacağı çıkarımında bulunabiliriz. Özellikle de 20. yüzyılın ortalarında büyük firmaların gücü olan ürün standardizasyonundaki yaşanan dönüşüm "girişimcilik ekonomisinin" ortaya çıkmasında önemli bir etken olmuştur [3]. Bu bağlamda yeni girişimlerin ve KOBİ olarak adlandırılan küçük ve orta ölçekli işletmelerin zaman içerisinde teknolojik yenilikleri, rekabetçi piyasa aktörlerini ve bu aktörlerden doğan ticari fırsatları tanıma ve kullanma yetenekleri ile birlikte önemli bir yenilik oyuncuları haline geleceği öngörüsünde bulunabiliriz.

Son zamanlarda, bulut bilişim gibi dijital yenilikçi teknolojiler, büyük ölçekli firmaların sahip olduğu avantajlı durumu tersine çevirme potansiyeli yaratmaktadır [1-2]. Özellikle bulut bilişim hizmetleri, daha küçük işletmelere, hem donanım hem de yazılım dahil olmak üzere Bilgi ve İletişim Teknolojisi (BİT) kaynaklarına erişim sunmaktadır. Bulut bilişim, bir şirketin stratejilerine ulaşmak ve müşterilerinin beklentilerini karşılamak için bilgi ve verilerin nasıl kullanılacağını ve yönetileceğini belirleyen internet üzerinden hizmet olarak sunulan bir modeldir. Bu model sayesinde uygulamalara ait yazılım, işleme, veri depolama, yedekleme ve geliştirme araçları dahil olmak üzere tüm özelliklerin internet üzerinden tek bir sunucu aracığıyla kullanıcılara ulaştırılır. Bulut bilişim son yıllarda iş dünyasının daha çok tercih ettiği önemli teknolojilerden biri haline gelmiştir [4]. Bu durumun nedenleri olarak; internet penetrasyonun iyi olduğu her yerden hizmetlere kolay erişim imkanı sunması, işletmelere kullanıldığı kadar ödeme imkanı tanıyan ölçeklendirilmiş bir hizmet tanıması ve sermaye harcamalarının daha optimal şekilde kullanılmasına olanak sağlaması gösterilebilir. Bu sayede işletmelerin hem daha işlevsel ve yenilikçi olarak yönetilmesine hem de rekabetçi özelliklerini geliştirerek piyasaya nispeten daha fazla tutunmasına yardımcı olabilir. 2020 yılında küresel bulut bilişim pazar büyüklüğü 289,25 milyar $ olmuştur ve 2026 yılına kadar ise yüzde 15,03'lük bir büyüme

oranı (CAGR- Compound Annual Growth Rate) ile 784,80 milyar $'a ulaşması beklenmektedir [5]. Bulut bilişim pazarına yönelik beklenen büyümenin internet penetrasyonundaki artış, çeşitli endüstrilerdeki dijital dönüşüm, büyük veri kullanımı, Nesnelerin İnterneti (IoT), 5G, bulut bilişim altyapısı, Yapay Zeka (AI) tarafından sağlanan gerçek zamanlı analitik kullanım ve Makine Öğrenimi (ML) ile benimsenerek daha da artması beklenmektedir [6].

Küçük ve orta ölçekli işletmeler (KOBİ), ülke ekonomileri için özellikle de gelişmekte olan ülkeler için büyük öneme sahiptir. KOBİ'lerin dünya çapındaki işletmelerin çoğunluğunu (yaklaşık %90'ını) oluşturmasının yanında istihdam (%50'den fazla) ve milli gelire (GSYH'nin %40'ına kadar) de önemli katkılar sağlamaktadır, ayrıca kayıt dışı KOBİ'lerin de varlığı göz önünde bulundurulduğunda ülke ekonomileri için önemi oldukça fazladır [7]. Ancak yapıları itibari ile daha az kapasite ve sermayeyle faaliyetlerini sürdürmeye çalışırlar. KOBİ'ler diğer ölçekli işletmelere göre finansmana erişimi nispeten daha sınırlı ve iç ve dış kaynaklı finansal şoklara karşı da daha savunmasızdırlar [8]. Kaynak ihtiyacını ise bankalardan ziyade daha çok yakın çevresinden veya kamusal destekler ile karşılamaya çalıştıkları için maliyet baskısı ile karşı karşıya oldukları söylenebilir. KOBİ'lerin iş ortamına, pazara ve müşteri tercihlerine göre uyarlanabilir esnekliğe sahip olması, içinde bulunduğu bu dezavantajlı durumları hızlı bir şekilde geçersiz hale getirerek KOBİ'leri avantajlı konuma getirebilir [9]. KOBİ'lerin iç operasyonel verimliliği ve maliyet tasarruflarını ve müşteri ilişkilerini yönetebilmeleri adına BİT'i kullanma yetenekleri yaratmaları, büyük firmalara kıyasla var olan dezavantajlı durumlarını azaltma potansiyeline sahiptir. Bu nedenle, BİT'lerin yarattığı bu yenilikçi ortam, KOBİ'lere kıyasla daha ölçekli işletmelerle daha eşit bir şekilde rekabet etme fırsatı sağlar [10]. KOBİ'ler, dijital ortamda daha düşük işlem maliyeti sunan bulut bilişim gibi inovasyon odaklı yeni teknolojileri kullanarak inovasyon yeteneklerini artırabilir [11]. Özellikle de durgunluk dönemlerinde ülke ekonomileri üzerinde önemli bir etkisi vardır, bu dönemlerde piyasaya giren küçük işletmeler, işsizlik oranının düşmesine ve toplumsal ürün/hizmet değerlerinin artırmasına katkı sağlar [12]. İleriye dönük olarak, KOBİ'lerin dayanıklılıklarını güçlendirmek ve daha fazla desteklemek için dijital teknolojileri (özellikle BİT, nanoteknoloji, bulut bilişim, ve biyomühendislik gibi gelişmekte olan ya da yüksek katma değerli teknolojik endüstrileri) benimsemeleri gereklidir ancak, teknik bilgi eksikliği ve dijitalleşmeye geçiş için gerekli olan yüksek maliyetler nedeniyle ciddi zorluklarla karşı karşıya kalmaları muhtemeldir [13].

Bulut Bilişim ihtiyaç duyulan bilgi teknolojisini işletmelere dış kaynak olarak uzaktan sunan ve kullanıldığı kadar ödeme imkânı sağlayan alternatif bir teknolojidir [14]. Bu hizmet ile kullanıcılara ölçeklenebilirlik ve kolaylık sağlar. Bulut tabanlı depolama ile farklı konumlardaki kullanıcılar belgelere kolayca erişebilir, paylaşabilir ve işbirliği yapabilir. En önemlisi de kullanıcıların donanım ve yazılıma yoğun yatırım yapma ihtiyacını ortadan kaldırarak bu tür yatırımlarla ilgili diğer tüm masraflardan (örneğin, personel, yükseltmeler, bakım) kurtarır. İşletmelere sunulan bu imkanlar, işlerin gelişim hızının artmasına ve teknolojinin daha verimli kullanılmasına yardımcı olabilir. Bulut sisteminin sahip olduğu özellikler (*isteğe bağlı self-servis, geniş ağ erişimi, kaynak havuzu oluşturma, hızlı esneklik ve ölçülen hizmet)* KOBİ'lerin bulut altyapısını benimsenmesinde etkilidir [15]. Bulut bilişimin benimsenmesinin işletmelere sağladığı avantajların yanı sıra çeşitli risk ve dezavantajlara da sahiptir. Kullanıcıların yazılım uygulaması üzerinde herhangi bir yetkisi yoktur ve sağlayıcı tarafında yaşanan herhangi bir problem (elektrik kesintisi, sistem çökmesi, siber saldırı vb.) yüzünden iş akışı aksayabilir ve bu problem hemen çözülmezse maddi kayıplara yol açabilir. İşletmeler bulut altyapısının sağladığı

iş kolaylığından faydalanmak amacıyla işletmeye ait olan gizli verileri ve bilgileri üçüncü taraf sağlayıcılar ile paylaşmak zorunda kalacaklardır. Sağlayıcının güvenlik veya şifreleme sistemleri veya prosedürleri yetersizse veya herhangi bir nedenle bu sistemlerin veya prosedürlerin ihlali meydana gelirse, şirketinizin özel ve gizli verileri tehlikeye girebilir. Bunun yıkıcı etkileri olabilir ve üçüncü taraf gizli bilgilerinin (örneğin müşteri bilgileri) ele geçirilmesi durumunda şirketiniz için yasal sorunlara neden olabilir.

Bu çalışmanın amacı bulut bilişim sistemlerinin KOBİ girişimciliği üzerindeki etkisini güncel literatür ile teorik bir çerçevede incelemektir. Bu bağlamda ilk bölümde bulut bilişim kavramı, sahip olduğu özellikler ve modeller ele alınacaktır. Sonraki bölümde Schumpeter'in İnovasyon Süreci üzerinden bulut teknolojilerinin KOBİ inovasyonuna ve girişimciliğine olan etkisi güncel örneklerle incelenecektir. Üçüncü bölümde bulut bilişimin KOBİ girişimciliği üzerindeki etkisi olumlu ve olumsuz yönleriyle incelenecek olup son bölümde sonuç ve öneriler kısmına yer verilecektir.

## 2. Bulut Bilişim

"Bulut" simgesi, bilişim kitaplarında internet gibi daha soyut kavramların bilgisayar ağ şemalarında tasvir edilmesi için kullanılan metaforik bir sembolü ifade eder ve "bulut bilişim" kelimesinin de bu metaforik durumdan etkilenerek adlandırıldığı ifade edilmektedir [16]. 2007 yılına kadar "bulut bilişim" terimine yönelik araştırmacılar tarafından kabul gören kesin bir tanımlama yapılmamıştır [17-18]. Ulusal Standartlar ve Teknoloji Enstitüsü (National Institute of Standards & Technology[NIST]) tarafından ilan edilen ve yaygın olarak kullanılan tanıma göre bulut bilişim "*bilgi işlem hizmetlerinin (hem donanım hem de yazılım) isteğe bağlı olarak bir ağ üzerinden, cihaz ve konumdan bağımsız olarak self servis bir şekilde müşterilere sunulduğu bir bilgi teknolojisi hizmet modelidir*."[19]. Yapılan tanımlamadan da anlaşılacağı üzere bilgi işlem hizmetlerinin üçüncü taraflar aracılığı ile sağlanması zorunluluğu bulunmamakla birlikte isteğe bağlıdır. İşletmeler yeterli sermaye ve altyapıya sahipse bu hizmeti kendi kanalları ile sağlayabilir ya da yeterli sermaye ve alt yapıya sahip değilse üçüncü taraf olan bulut sağlayıcısından temin etme yoluna başvurabilir. Ayrıca şirketlere erişim kolaylığı sunar ve bulut sağlayıcısı tarafından gelişmiş yazılım programları ile yenilik yapmalarını ve pazarda düşük maliyetle rekabet etmelerini sağlar.

Bulut bilişim, minimum yönetim çabası veya hizmet sağlayıcı etkileşimi ile kullanıcılara hızlı bir hizmet sunar bunun yanında yapılandırılabilen ortak bilgi işlem kaynak havuzuna (örneğin; ağlar, sunucular, depolama, uygulamalar ve hizmetler) ve isteğe bağlı erişim imkanı sunan bir modeldir [20]. NIST'e göre bir sistemin bulut bilişim olarak nitelendirilebilmesi için *isteğe bağlı self-servis, geniş ağ erişimi, kaynak havuzu oluşturma, hızlı esneklik ve ölçülen hizmet* özelliğine sahip olması gereklidir [20]. KOBİ'ler tarafından bulut sisteminin benimsenme sürecinin hızlanmasında sahip olunan bu özellikler etkili olmuştur [15]. İşletmelere sunulan bu imkanlar, işlerin gelişim hızının artmasına ve teknolojinin daha verimli kullanılmasına yardımcı olabilir.

Bu özelliklere ek olarak kullanıcıların taleplerini yerine getirmek ve onaylamak için hangi servis modelinin işletme için gerekli olduğunun bilinmesi önemlidir. Bu bağlamda NIST, en yaygın kullanılan bulut bilişim hizmetlerini üç model altında sınıflandırmıştır, bu modeller verilen hizmetin niteliği ve kapsamına göre kendi içinde değişkenlik gösterme özelliğine sahiptir [20]. Bu modeller Tablo 1'de karşılaştırılmalı olarak gösterilmektedir.

Tablo 1. Bulut Hizmet Modellerinin Karşılaştırılması

| | **Kaynakların kontrolü** | **Güvenlik kontrolü** | **Maliyet** | **BT beceri seviyesi** |
|---|---|---|---|---|
| ***Servis Olarak Bulut Yazılım Hizmet Modeli (Software as a Service- SaaS)*** | Kullanıcılar kendi verilerini kontrol edebilirken kaynaklar üzerinde kontrol hakkına sahip değillerdir. | Kullanıcılar sınırlı güvenlik kontrolüne sahiptir. | Hizmetleri yönetmek için BT personelini istihdam etmeye gerek duyulmadığı için düşük maliyetlidir ve önceden ödenmesi gereken bir maliyeti yoktur. | Minimum BT becerileri gereklidir. |
| ***Servis Olarak Bulut Platform Hizmet Modeli (Platform as a Service- PaaS)*** | Kullanıcılar veri ve uygulamalar üzerinde kontrol hakkına sahiptir. | Veri ve uygulamalar üzerinde sınırlı tüketici güvenliği vardır. | Önceden ödenmesi gereken bir maliyeti yoktur ancak geliştiricilerin operasyonel maliyetleri vardır. | İyi BT becerisine ihtiyaç vardır. |
| ***Servis Olarak Bulut Altyapı Hizmet Modeli (Infrastructure as a Service- IaaS):*** | Kullanıcılar işletim sisteminin yönetimi ve kontrolü dışında tüm kaynaklar üzerinde tam kontrole sahiptir. | İşletim sistemi ve uygulamalar gibi sistem güvenliği içeren alanların güvenliği kullanıcı sorumluluğundadır. | Personel maliyeti (Sanal makinelerin ve geliştiricilerin yönetilmesi için) ve sanal makinelerin kullanımı için bazı ön ödemeli maliyetleri içerir. | İyi bir BT becerisine ihtiyaç vardır. |

Tablo 1'de bulut hizmeti modelleri arasındaki farklılıklar; kaynak kontrolü, güvenlik, maliyet ve BT beceri seviyesi olmak üzere dört başlık altında karşılaştırılmıştır. SaaS, PaaS ve IaaS, kullanıcılara bulut üzerinden internet tabanlı kaynak ve hizmet erişimi sağlar. Bulut teknolojisinin üretim bilgilerinin işletilmesi ve yönetilmesi için sağladığı esneklik ve zengin kaynak, işletmelerin üretim teknolojileri için bulutu kullanmalarına teşvik etmektedir bu durum *bulut üretimi olgusunun* oluşumuna olanak sağlar [21]. Bulut üretimi, bulut bilişimin nesnelerin interneti, inovasyon, sanallaştırma, hizmet odaklı modeller ile etkileşimi sonrası ortaya çıkan yenilikçi bir üretim paradigmasıdır [22]. Bu paradigma sadece bulut bilişimin işletim modelinden yararlanmakla kalmaz, aynı zamanda ağ bağlantılı ve esnek üretim gibi gelişmiş üretim modellerinin avantajlarını da devralarak yenilikçi bir bulut üretim modelinin oluşuma zemin hazırlar. Bir başka deyişle bu paradigmayı bulut bilişimin üretim versiyonu olarak da adlandırılabiliriz.

Bulut hizmet modelleri; kaynak kontrolü, güvenlik, maliyet ve BT beceri seviyeleri göre dört ana dağıtım kanalı aracılığıyla kullanıcılara dağıtılır. Kullanıcıların bu hizmetleri kullanım biçimleri sahip olduğu özelliklere göre değişkenlik göstermektedir. Bu bağlamda 4 çeşit yerleştirme modeli bulunmaktadır, bunlar; genel (public), özel (private), karma-hibrit (hybrid) ve topluluk (community)

bulutlarıdır [23-24]. Tablo 2'de bulut hizmet modellerinin avantaj ve dezavantajları yer almaktadır ayrıca bu modellerin daha iyi anlaşılması için uygulamada olan bazı örneklere de yer verilmiştir.

Tablo 2. Bulut Hizmet Modelleri

| **Bulut Modeli** | **Avantajları** | **Dezavantajları** | **Örnek** |
|---|---|---|---|
| ***Genel Bulut (Public Cloud)*** | Hızlı esneklik, hızlı dağıtım süresi | Görünürlük ve verimlilik, Çok hassas veriler için uygun değildir. | Amazon Web Services (AWS), Microsoft Azure, Google App Engine |
| ***Özel Bulut (Private Cloud)*** | Güvenlik, kontrol ve özelleştirme, dayanıklı veri ayrımı | Maliyet, Kapasite yönetimi | SOX, HIPPA, SAS 70 |
| ***Hibrit Bulut (Hybrid Cloud)*** | Güvenlik, maliyet | Karmaşık altyapı, teknolojik entegrasyon zorluğu | Amazon s3 |
| ***Topluluk Bulut (Community Cloud)*** | Esneklik, ölçeklenebilirlik | güvenlik kontrolü, maliyet, saklanan verilere diğer kuruluşlar tarafından erişilebilir | E-devlet, aynı sektördeki KOBİ |

Kaynak: Yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

## 3. Girişimcilik ve İnovasyon

Girişimcilik, birçok disiplinin sınırını aşan çok yönlü bir olgudur. Her disiplin kendi bakış açısıyla girişimciliği değerlendirmektedir. Girişimcilik alanında yapılan çalışmalar çok çeşitli amaç ve hedefler izlemiş, farklı sorular sormuş ve farklı analiz birimleri, teorik bakış açıları ve metodolojiler benimsemiştir [25]. Girişimcilik kavramına verilen en erken tarihsel referanslar, ekonomi alanından ve kârın doğası ve kaynaklarından gelmektedir [26]. Klasik iktisatçılar ekonomik değeri; toprak, emek ve sermayenin bir kombinasyonu olarak açıklamaktadır [27]. Toprak, emek ve sermayenin getiri oranını aşan artık kâr yaratan tüm faaliyetler girişimcilikle ilişkilendirilmektedir [28]. Literatürde birçok tanım olmakla birlikte, "girişimcilik" kavramı, başarı veya etki kriterleriyle tanımlanmaktadır [29]. Gartner, girişimcilerin belirsizlik altında hareket ettiğini ve bu nedenle tanımın, şans faktöründen ziyade, davranış ve tutumlara dayanması gerektiğini savunur [30].

Yeni fikirlerin ortaya konması girişimcilik olgusunun ortaya çıkmasına zemin hazırlamaktadır, bu bağlamda girişimciliği bir süreç olarak düşünmek gerekir. Girişimcilik; fikirlerin bulunmasıyla birlikte bunların gerçeğe dönüştürülerek ürün haline gelmesi, bu ürünlerin veya hizmetlerin piyasaya sunulmasıyla yaratılan değeri kapsayan bir süreçtir [31].

### 3.1. Schumpeter'in İnovasyon Teorisi

Girişimciler, yeni keşifler ve teknolojik ilerlemeler tarafından desteklenen inovasyonlarla tanımlanmışlardır. Schumpeter, girişimciyi ekonomik sistemi içeriden değiştiren ajan olarak görmektedir [32]. Schumpeter değişiklikleri veya yenilikleri gerçekleştirenlere "işletme", bunları uygulayanlara da "girişimciler" adını vermiştir ve girişimcileri inovasyonun, rekabetçiliğin ve ekonomik dinamiklerin temel bir itici gücü olarak görmektedir. Ayrıca inovasyonun,"yaratıcı yıkım" fırtınalarına neden olan ekonomik değişimin merkezi olduğunu belirtmektedir [33]. Schumpeter'e göre inovasyon, "*ekonomik yapıyı sürekli olarak içeriden değiştiren, eskisini durmadan yok eden, durmadan yenisini yaratan endüstriyel bir mutasyon sürecidir*" ve bu süreç, yeni fikirleri pazarlanabilir ürün ve hizmetlere dönüştüren girişimciler tarafından başlatılır [34].

Schumpeter, girişimcilerin yenilikçi rollerinde aşağıdaki beş süreçten bir veya daha fazlasında yer aldıklarını belirtmektedir:

1. Yeni bir ürünün veya zaten bilinen yeni bir ürün türünün piyasaya sürülmesinde;
2. Bir ürünün yeni üretim veya satış yöntemlerinde uygulanmasında;
3. Yeni bir pazarın açılmasında (henüz bir endüstri kolunun temsil edilmediği pazar);
4. Yeni hammadde veya yarı mamul tedarik kaynaklarının edinilmesinde;
5. Tekel konumunun yaratılması veya yok edilmesi gibi yeni endüstri yapısında [33].

Schumpeter'e göre, bu süreçler, eski üretim biçimlerinin yıkımı ve yenilerinin yaratılması ile gerçekleşen bir "*yaratıcı yıkım*" süreci aracılığıyla ekonomik kalkınmayı destekler [35]. Teknolojik değişim, yaratma ve yok etme özelliğine sahiptir, ancak genel amaçlı bir teknoloji geliştirildiğinde, o zaman değişim, tüm ekonomiyi etkileyen bir değişim fırtınası şeklini almaktadır [36].

Schumpeter'in beş inovasyon süreci, bulut teknolojilerinin inovasyon ve girişimciliğe olan etkisinin incelenmesi için iyi bir referans noktası olduğu söylenebilir. Bulut bilişimin yeni ürünler, hizmetler ve üretim yöntemlerine etkisi ve yarattığı değere dair "*Proto Labs*" şirketi örneğini verebiliriz. Merkezi Minnesota, Maple Plain'de bulunan ve hızlı büyüyen bir şirket olan *Proto Labs*, endüstriyel 3D baskı, CNC işleme, enjeksiyon kalıplama gibi hizmetleri bir gün gibi kısa bir sürede tamamlayarak dünyanın en hızlı özel prototip ve isteğe bağlı üretim parçaları üreticisi haline gelmiştir. *Proto Labs*, iş modelini hızlı geri dönüşlü, küçük partili, yüksek değerli, son derece özelleştirilmiş ürünler üretmeye doğru kaydırmak için yazılım ve bulut bilişimden yararlanan ve hiper rekabetçi küresel pazarda etkin bir şekilde rekabet etmesini sağlayan gerçek bir "dijital iş parçacığını yaşayan" bir şirkettir.

Girişimciler, ölçeklenebilir bir iş modeli bularak BİT kaynaklarını ölçeklendirmelidir. Bulut bilişim, yeni girişimler başlatmak isteyen girişimcilere çeşitli avantajlar sunabilir. Bulut bilişim, depolama, sunucu ve ağ ihtiyaçlarını tüketicilerin talebine göre ayarlayarak ölçeklendirmeyi anında yönetme yeteneği verir. Yalnızca daha büyük firmaların yararlanabildiği ölçek ekonomilerine erişme fırsatı verir [37]. Bu konuyu daha iyi anlamak için Amazon Bulut Hizmetlerini kullanmaya karar veren küçük bir startup şirketi olan "*Animoto*" örneğini verebiliriz. New York merkezli bir çevrimiçi video hizmeti olan *Animoto*, birkaç dakika gibi kısa bir sürede video oluşturmayı sağlayarak paylaşım yapabilmeyi kolaylaştırmaktadır. Şirket, 2007 yılında kendi sunucularını kullanarak hizmete girmiştir, ancak kapasitesini arttırabilmek için AWS'ye geçiş yaptı. *Animoto*, 2008 yılında Facebook ile entegre olarak 3 gün gibi kısa bir süre içerisinde 750.000 yeni kullanıcıyı kendine çekmeyi başarmış ve bulut hizmetleri sayesinde bu yükün altından kalkabilmiştir [38].

KOBİ'lerden büyük şirketlere kadar iş dünyasına başarılı bir şekilde nüfuz eden bulut bilişim, verilen örneklerde de görüldüğü üzere 21. yüzyıl girişimcisi için büyük fırsatlar sunmaktadır. Bulut bilişim, inovasyonun itici gücü olan girişimcilik için bir platform ve yeni iş modellerinin etkinleştirilmesinde kilit rol üstlenen potansiyel bir dönüştürücüdür. Bu bağlamda bulut bilişim teknolojisi ile KOBİ'ler arasındaki ilişkinin hangi durumlarda ne yönlü bir seyir izleyeceğinin analizinin yapılması girişimler ve işletmeler açısından büyük önem arz etmektedir.

**4. Bulut Bilişimin KOBİ'ler Açısından Avantajları ve Dezavantajları**

Bulut bilişim, gelişen teknolojik süreçler ile birlikte işletmeler tarafından özellikle de startuplar tarafından giderek daha fazla benimsenmektedir. Bu durumun yeni pazarlar için ürün inovasyonu [39] ve satış stratejilerine yönelik güçlü bir yönelime sahip yeni nesil startupların (iş girişimlerinin) oluşumunu ve onların pazar girişimlerini olumlu yönde etkileyeceği söylenebilir. Özellikle de iş süreçlerinin iyileştirilmesinde ve bilgi işlem teknolojisi maliyetlerinin azaltılmasında uzun dönemli bir etkiye sahiptir [40].

Şekil 1. Bulut Bilişimin Avantajları
Kaynak: Yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

Şekil 1'de bulut bilişimin KOBİ'lere sağladığı avantajlar farklı boyutlarda ele alınmıştır ve işletmeler bulut altyapısından maksimum düzeyde faydalanmak için mevcut teknolojilerini güncelleme eğilimindedirler. Çünkü bulut sistemi diğer teknolojik sistemlere göre daha az masraflı, teknik uzmanlığa nispeten daha az ihtiyaç duyan ve sınırlı sermayeye sahip işletmeler için nispeten daha çok tercih edilen teknolojik bir üründür [41]. KOBİ'ler sınırlı finansal kapasitelerine rağmen bulut bilişim gibi çeşitli bilgi teknoloji sistemlerini kullanarak dördüncü sanayi devrimi olarak adlandırılan Endüstri 4.0 sürecine daha kolay entegre olabilirler.

Bulut bilişim teknolojileri kullanımının tercih edilmesinin işletmelere sağladığı avantajlara ek olarak bir takım dezavantaj ve riskleri de barındırmaktadır. İlgili literatür tarandığında bulut bilişimin kullanıcılar tarafından benimsenmesi sektörlere göre değişkenlik göstermekte birlikte birçok zorluk da içermektedir. Check Point tarafından 572 siber uzmanın katılımı ile hazırlanan 2021 yılı *Bulut Güvenliği*

*Raporu*'na göre bulut güvenliği, siber güvenlik uzmanları için hala endişe duyulan bir konudur ve ankete katılan katılımcıların neredeyse tamamı (%96'sı) bulut güvenliği konusunda orta endişeye sahipken bir kısmı da (%38'i) aşırı endişelidir [42]. Bu duruma kullanıcılar açısından baktığımızda ise onların da benzer endişelere sahip olduğu görülmektedir. 2020 yılı *Bulut Güvenliği Raporu*'ndan elde edilen sonuçlara göre ise bu duruma ek olarak kullanıcıların bulut kullanımına yönelik öncelikli olarak endişe duyduğu konular; veri kaybı/sızıntısı (%69), veri gizliliğinin ihlali (%66) ve kimlik bilgilerinin açığa çıkması (%44)'dır [43]. Ancak bazı araştırmacılara göre bulut bilişimin barındırdığı risk faktörlerinin bazılarının yakın zamanda risk unsuru olmaktan çıkıp çözüm yolunun bulunacağı bazılarının ise daha uzun sürede çözüme kavuşacağı tahmin edilmektedir [44].

## 5. Sonuç ve Öneriler

Bulut Bilişim son yıllarda hem bilgi ve iletişim teknoloji uzmanlarının hem de araştırmacılarının dikkatini çeken teknolojik bir gelişim ürünü olmuştur. İlgili literatür incelendiğinde bazı çalışmalar, bulut bilişim teknolojisinin oluşumu ile ilgili teknik çerçeveye bazıları ise bulut bilişim teknolojisinin benimsenmesine ve işletmeler özelinde nasıl bir model oluşturulması gerektiğine odaklanmıştır. Bulut bilişim, farklı türden kullanıcı profiline aynı yazılımı, aynı veri tabanını, aynı altyapı hizmetini internet bağlantısı olan herhangi bir yerden eş anlı olarak kullanım hizmeti sunabilen teknolojik yenilik ürün olmasının yanında müşterilerin şikayetlerini ve memnuniyet durumlarını anında tespit ederek en kısa sürede cevaplayabilme özelliğine sahiptir. Bu sayede verilen hizmetin hem kalitesi hem de esnekliği sağlanmış ve maliyet avantajı elde edilmiş olur. Ayrıca performansın, enerji kullanımının ve işçilik maliyetinin optimal düzeyde kullanımı (kaynakların etkin kullanımı) sağlandığı için işletmelerin küresel ölçekte tasarruf etmesi sağlanabilir. Her yeni teknolojide olduğu gibi, bulut bilişimin de yönetişim kaybı, hassas bilgilerin kaybı, risk kontrolünde artış ve dış kaynak kullanımı ve paylaşımla ilgili tüm tipik riskleri taşıdığı söylenebilir.

Endüstri 4.0 süreci ile birlikte işletmeler üretim ve operasyon alanında dijitalleşme ve otomasyon süreci içerisine girerek sistemsel bir dönüşüme dâhil olmuşlardır. Bulut bilişimin benimsenmesi ve kullanılması mevcut kurumsal sistemi dönüştürerek işletmelere daha fazla çeviklik, esneklik ve üretkenlik sağlamıştır. Bulut bilişim işletmelerin geleneksel iş modelinin dönüştürmesinde, etkili işbirliği oluşturulmasında ve BT yeteneklerinin geliştirilmesinde katkı sağlar. İsteğe bağlı kullanım hizmetinin ve kullanıldığı kadar ödeme olanağının sunulması bulut bilişimi KOBİ'ler için cazip hale getirmiştir. KOBİ'lerin büyük firmalara göre nispeten daha küçük bir BT bütçesi vardır ve bu da işletmelerin BT kaynaklarının (örn. donanım, yazılım, BT altyapısı) gelişimini daha sınırlı hale getirmektedir. BT bütçesi sınırlı olsa bile işletmeler BT'ye yatırım yapmaktan vazgeçemezler çünkü BT, işletmelerin rekabet avantajı sağlamasına ve piyasada sürdürülebilir olmasına olanak sağlar.

Bu makalede, bulut bilişim ve bunun KOBİ stratejileri üzerindeki etkileri teorik bir perspektif ele alınmış olup bu teknolojik yeniliğin artan KOBİ girişimcilik faaliyetlerini nasıl ve neden desteklediği örneklerle açıklanmıştır. İlgili çalışma alanına yönelik literatür incelendiğinde bulut destekli "talep üzerine ödeme" ve BİT iş modellerine geçtikçe bulut tabanlı pazarların da gelişerek ürün ve süreç yeniliğini teşvik edeceği görülmüştür. Bulut hizmetleri işletmelerin içerisinde mali kısıtlamalarını, yarattığı yeni iş modeli ile azaltarak ürün ve hizmet geliştirme faaliyetlerine katılmalarına imkân sağlamaktadır. BİT maliyetlerindeki azalma, aynı zamanda, yeni BİT ile ilgili projeler geliştirme

sürecinde oluşacak riskleri azaltarak girişimciliği de teşvik edebilir. Bulut teknolojileri firmalara küresel pazarlara erişimi ve artan küresel iş birliğini kolaylaştırarak uluslararası girişimcilik yönelimini destekleyebileceği öngörüsünde bulunabiliriz.

## 6. Kaynaklar

**[1]** Senyo, P.K.; Addae, E.; Boateng, R. Cloud computing research: A review of research themes, frameworks, methods and future research directions. International Journal of Information Management. 2018,38,1,128-139. https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2017.07.007

**[2]** Loukis, E; Janssen, M.; Mintchev, I. Determinants of software-as-a-service benefits and impact on firm performance. Decision Support Systems. 2019, 117, 38-47. https://doi.org/10.1016/j.dss.2018.12.005

**[3]** OECD, SMEs, Entrepreneurship and Innovation, OECD. doi:https://doi.org/10.1787/20780990

**[4]** Hurwitz, J.; Bloor, R.; Kaufman, M.; Halper, F., *Cloud computing for dummies* Whiley publishing., Indiana, 2010.

**[5]** 360iResearch. Cloud Computing Market Research Report by Industry, by Type, by Infrastructure, by Platform As A Service, by Organization Size, by Service Model, by By Software, by Workload, by Deployment model, by Region - *Global Forecast to 2026 - Cumulative Impact of COVID-19*, 2021. https://www.researchandmarkets.com/reports/5094093/cloud-computing-market-research-report-by#rela0-5397840 (15.09.2021).

**[6]** TechSci Research. Global Cloud Computing Market, By Service (SaaS, IaaS and PaaS), By Deployment (Public, Private and Hybrid), By Application Type (Government, Small and Medium Sized Enterprises and Large Enterprises), By End-User, By Region, Competition, Forecast & Opportunities, 2016-2026, 2021. https://www.researchandmarkets.com/reports/5401731/global-cloud-computing-market-by-service-saas#rela3-5397840 (15.09.2021).

**[7]** World Bank (t.y). Small and Medium Enterprises (SMEs) Finance. https://www.worldbank.org/en/topic/smefinance (01.10.2021).

**[8]** Neicu, Andra-Ileana, et al. Cloud computing usage in SMEs: An empirical study based on SMEs employees perceptions. Sustainability, 2020, 12, 4960. doi:10.3390/su12124960

**[9]** Ceptureanu, E.G.; Ceptureanu, S. I. The impact of adoptive management innovations on medium-sized enterprises from a dynamic capability perspective. Technology Analysis & Strategic Management, 2019, 31,1137-1151. https://doi.org/10.1080/09537325.2019.1587160

**[10]** El-Haddadeh, R. Digital innovation dynamics influence on organisational adoption: the case of cloud computing services. Information Systems Frontiers, 2020, 22, 985-999. https://doi.org/10.1007/s10796-019-09912-2

**[11]** Deloitte. Innovation in Small and Medium Enterprises Start-up management practices solve disruption and digitalization challenges. 3-13. 2017.

**[12]** Truong, D. How cloud computing enhances competitive advantages: A research model for small businesses. The Business Review, Cambridge, 2010, 15, 59-65.

**[13]** Adian, I., et al., Policy Research Working Paper 9414- Small and Medium Enterprises in the Pandemic: Impact, Responses and the Role of Development Finance. The World Bank. 2020.

**[14]** Branco Jr, T.; De Sá-Soares, F.; Rivero, A.L. Key issues for the successful adoption of cloud computing. Procedia computer science, 2017, 121: 115-122. https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.11.016

**[15]** Assante, D., et al. The use of cloud computing in SMEs. Procedia computer science, 2016, 83: 1207-1212. doi: 10.1016/j.procs.2016.04.250

**[16]** Sultan, N. A. Reaching for the "cloud": How Smes can manage. *International journal of information management,*, 2011, 31. 272-278. doi: 10.1016/j.ijinfomgt.2010.08.001

**[17]** Wang, L., et al. Cloud computing: a perspective study *New generation computing*, 2010, 28.2: 137-146.https://doi.org/10.1007/s00354-008-0081-5

**[18]** Bento, A. L.; Bento, R. Cloud computing: A new phase in information technology management. Journal of Information Technology Management, 2011, 22. 39-46.

**[19]** Marston, S., et al. Cloud computing—The business perspective. Decision support systems, 2011, 51.176-189. doi:10.1016/j.dss.2010.12.006

**[20]** Mell, P., et al. The NIST definition of cloud computing. 2011. https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/Legacy/SP/nistspecialpublication800-145.pdf (19.08.2021).

**[21]** Ooi, Keng-Boon, et al. Cloud computing in manufacturing: The next industrial revolution in Malaysia?. Expert Systems with Applications, 2018, 376-394. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2017.10.009

**[22]** Tayaksi, C.; Ada, E.; Kazançoğlu, Y. Bulut Üretim: İşlemler Yönetiminde Yeni Bir Bulut Bilişim Modeli. *Ege Academic Review*, 2016, 16. doi: 10.21121/eab.2016OZEL24418

**[23]** Mouratidis, H., et al. A framework to support selection of cloud providers based on security and privacy requirements. Journal of Systems and Software, 2013, 86. 2276-2293.

**[24]** Tübitak. Bulut Altyapı Hizmeti Rehberi. 2017. https://dijitalakademi.bilgem.tubitak.gov.tr/wp-content/uploads/2017/01/TUBITAK-BILGEM_YTE-BulutAltyapiHizmetiRehberi.pdf (9.09.2021).

**[25]** Low, M. B.; MacMillan, I. C. Entrepreneurship: Past research and future challenges. Journal of management. 1988, 14, 139-161. https://doi.org/10.1177/014920638801400202

**[26]** Gedeon, S. What is entrepreneurship. Entrepreneurial practice review. 2010, 1, 16-35.

**[27]** Smith, A., *An Inquiry Into the Nature and Causes of the Wealth of Nations,* University Of Chicago Press. 1977.

**[28]** Glancey, K., McQuaid, R., Campling, J., *Entrepreneurial economics,* Macmillan Press, London, 2000.

**[29]** Davidsson, P., The Domain Of Entrepreneurship Research: Some Suggestions, in: *Cognitive Approaches to Entrepreneurship Research*(Ed. J. A., Katz, D. A Shepherd), ), Emerald Group Publishing Limited, pp. 315-372, 2003.

**[30]** Gartner, W. B. (1990). What are we talking about when we talk about entrepreneurship?. Journal of Business Venturing. 1990, 5, 15-28. https://doi.org/10.1016/0883-9026(90)90023-M

**[31]** Sabri, Ö. Z.; Dindarik, N.; Duman, F. Schumpeteryan Girişimcilik ve 21. Yüzyıl Girişimcilik Yaklaşımları: Y Kuşağı Girişimcileri Üzerine Nitel Bir Araştırma. OPUS Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi. 2019, 13, 1056-1091. https://doi.org/10.26466/opus.568703

**[32]** Schumpeter, J. A., *Business Cycles: A theoretical, historical and statistical analysis of the Capitalist process,* New York: Mcgraw Hill, 1939.

**[33]** Schumpeter, J. A., *The theory of economic development: An inquiry into profits, capital, credit, interest, and the business cycle (1912/1934),* New Jersey: Transaction Publishers, 1983.

**[34]** Śledzik, K., Schumpeter's view on innovation and entrepreneurship, in: *Management Trends in Theory and Practice*(Ed. S. Hittmar), Faculty of Management Science and Informatics University of Zilina, Zilina, pp. 89-95., 2013.

**[35]** Schumpeter, J. A., *Capitalism, Socialism and Democracy,* Routledge, London, 1994.

**[36]** Nathan, D.; Ahmed, N. Technological change and employment: Creative destruction. The Indian Journal of Labour Economics. 2018, 61, 281-298. https://doi.org/10.1007/s41027-018-0137-0

**[37]** Gkikas, D., The impact of cloud computing on entrepreneurship and Start-ups: Case of Greece, Master of Sci. thesis, KTH Industrial Engineering and Management, Stockholm, Sweden, 2014

**[38]** Amazon, AWS Case Study: Animoto, https://aws.amazon.com/tr/solutions/case-studies/animoto/

(2021, 10 11).

**[39]** Almarabeh, T.; Majdalawi, Y. K. Cloud Computing of E-commerce. Modern Applied Science. 2019, *13*, 27-35. https://doi.org/10.5539/mas.v13n1p27

**[40]** Senarathna, I.; Yeoh, W.; Warren, M.; Salzman, S. Security and Privacy Concerns for Australian SMEs Cloud Adoption: Empirical Study of Metropolitan vs Regional SMEs. Australasian Journal of Information Systems. 2016, 20, 1-*20*. https://doi.org/10.3127/ajis.v20i0.1193

**[41]** Akpan, I. J.; Udoh, E. A. P., Adebisi, B. Small Business Awareness and Adoption Of State-Of-The-Art Technologies in Emerging and Developing Markets, and Lessons From The COVID-19 Pandemic. Journal of Small Business & Entrepreneurship. 2020, 1-18. https://doi.org/10.1080/08276331.2020.1820185

**[42]** Check Point Software Technologies Ltd, Cloud Security Report 2020, https://cloudxchange.io/assets/documents/2020-cloud-security-report.pdf (01.10.2021)

**[43]** Check Point Software Technologies Ltd, Cloud Security Report 2021, https://www.fortinet.com/content/dam/fortinet/assets/analyst-reports/ar-cybersecurity-cloud-security.pdf (01.10.2021).

# NASNETMOBİLE TABANLI IOT ZARARLI YAZILIM TESPİTİ

***Erdal Başaran* [*1]**
[1]Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi, Bilgisayar Teknolojileri Bölümü, Ağrı- Türkiye ebasaran@agri.edu.tr
[*] Sorumlu Yazar: ebasaran@agri.edu.tr

***Özet:*** *Nesnelerin interneti (IoT), internete bağlı olan cihazların sensörler aracılığıyla bilgi aktarmaktadırlar. IoT cihazlarında son zamanlarda artan bir eğilim olmasından dolayı, kötü amaçlı yazılım saldırılarına da maruz kalmaktadır. Yapılan saldırılar ile gizlilik ihlali, ağ kesintisi, trafik tüketimi ve cihazın uzaktan kontrolü dahil olmak üzere ele geçirilmesi gibi kötü niyetli davranışlar, cihazların güvenliğini tehlikeye atmaktadır. Bu çalışmada Suricata IDS sistemi ile zararlı yazılımlara ait 2D resimler aracılığıyla normal ve malware sınıfına ait ağ trafik hareketleri sınıflandırılmıştır. 2D görüntüler NasNetMonile transfer öğrenme yaklaşımı ile eğitildikten sonra her bir görüntüye ait öznitelikler tam bağlı katmandan çıkarılmıştır. Daha bsonra bu öznitelikler k en yakın komşuluk algoritması, doğrusal diskriminant analiz ve destek vektör makinaları ile sınıflandırılmıştır. Deneysel çalışma sonucunda % 95,91 doğruluk oranı ile sınıflandırma işlemi gerçekleştirilmiştir..*

***Anahtar sözcükler:*** *IoT, Malware Sınıflandırma, NasnetMobile.*

# NASNETMOBILE BASED IOT MALWARE DETECTION

***Erdal Başaran* [*1]**
[1]Agri Ibrahim Cecen University,Computer Technology, Ağrı, Turkey, ebasaran@agri.edu.tr
[*] Corresponding author: ebasaran@agri.edu.tr

***Abstract:*** *The Internet of Things (IoT) transmits information through the sensors of the devices connected to the Internet. Due to a recent increasing trend in IoT devices, they are also exposed to malware attacks. Malicious behaviors such as privacy violations, network interruptions, traffic consumption and unauthorized remote control of the device caused by attacks can endanger security of the devices. In this study, movements of network traffic belonging to normal and malware class were classified by means of 2D images of malicious software with Suricata IDS system. After the 2D images are trained with the NasNetMobile transfer learning approach, the features of each image are extracted from the fully connected layer. Then, these features are classified by k nearest neighbor algorithm, linear discriminant analysis and support vector machines. As a result of the experimental study, the classification process was carried out with an accuracy rate of 95.91%.*

***Keywords:*** *IoT, Malware Classification, NasnetMobile.*

## 1. Giriş

Nesnelerin interneti (IoT), nesnelerin birbirleri ile veya daha büyük ağlarla bağlı olduğu iletişim tipidir. Günümüzde sağlık, endüstri, elektronik ev eşyaları, ev otomasyon sistemleri gibi birçok alanda bu teknolojiden yararlanılmaktadır. IoT, insanların, nesnelerin, makinelerin ve internetin bağlanmasındaki artış ile yeni iş modellerini doğurmaktadır. 2025 yılına kadar yaklaşık 64 milyon IoT cihazının online olacağı tahmin edilmektedir [1]. IoT cihazlarının güvenlik yeteneklerinin zayıflığından dolayı kötü amaçlı yazılımların (Malware) hedefi haline gelebilmektedir [2]. Kötü amaçlı yazılım, cihazları ve ağları tehdit eden kötü amaçlı yazılımlardır. Bu yazılımlar ağ üzerinde bulunan cihazların verilerini değiştirebilir, yok edebilir veya çalabilir, gizli bilgilere yetkisiz erişim sağlayabilir ve uygulamalardaki güvenlik açıklarından yararlanabilir [3]. Derin öğrenme, örüntü tanıma, makine öğrenmenin başarılı uygulamaları ile zararlı yazılımların tespiti ve tehlikeli ağ hareketleri algılanabilmektedir [4][5][6].

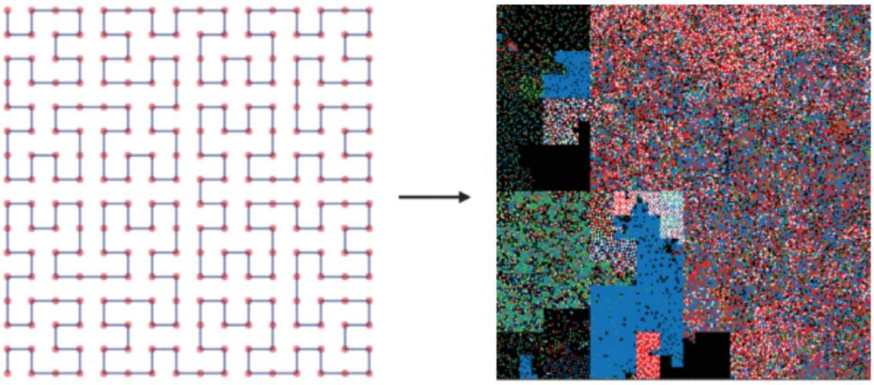
IoT ortamında kötü amaçlı yazılım saldırılarının hızla artması ve bu zararlı yazılımları durdurmak bir zorunluluk haline gelmiştir. Bu sorunu çözmek için malware görüntülerinin yerel özelliklerinin Dense Scale Invariant Feature Transform algoritması ile özeliklerin çıkarıldığı ve önemli özelliklerin tespiti için Bag of Word algoritması ile belirlendikten sonra Destek Vektör Makinaları (DVM) ile sınıflandırılmıştır [7]. Benzer şekilde ağ trafikleri hareketlerini görüntülere dönüştürüldükten sonra derin öğrenme temelli transfer öğrenme modeli olan ResNet50 ile ve derin öğrenme mimarileri kullanılarak görüntüler sınıflandırılmıştır [8][9].

Bu çalışmada Suricata IDS sistemi ile IoT cihazlarda malware tespit edilmesi için ikili görselleştirme teknikleri ile elde edilen görüntüler aracılığı ile zararlı yazılımların tespit edilmiştir. Çalışmanın 2. Bölümünde kullanlan veri seti ve yöntemler açıklanmıştır. 3. Bölümde deneysel çalışma sonucunda elde edilen bulgular açıklanmıştır ve son olarak 4. Bölümde ise sonuç bölümü yer almaktadır.

## 1. Materyal ve Metod

### 1.1. Malware Veri Seti

Bu çalışmada açık erişimli olarak sunulan veri seti kullanılmıştır [10]. Suricata IDS sistemi ile elde edilmiştir. İmza tabanlı olmasının yanı sıra aynı zamanda anomali tabanlı bir IDS sistemidir. Bu yazılımının anomali tabanlı tekniği Malware-Squid yaklaşımına dayanmaktadır. Bu yaklaşımda, makine öğrenimi modülü, k-Means algoritması olarak Hilbert boşluk doldurma eğrisini kullanır. Bu yöntem, 2D görüntüye dönüştürülürken her bir bayta belirli renkler atanarak elde edilir. Hilbert boşluk doldurma eğrisi ile elde edilen görüntü Şekil 1'de verilmiştir [11]. Veri setinde toplam 856 adet görüntü bulunmaktadır. Bunların 518 tanesi malware sınıfına aitken 338 tanesi normal ağ hareketini temsil etmektedir.



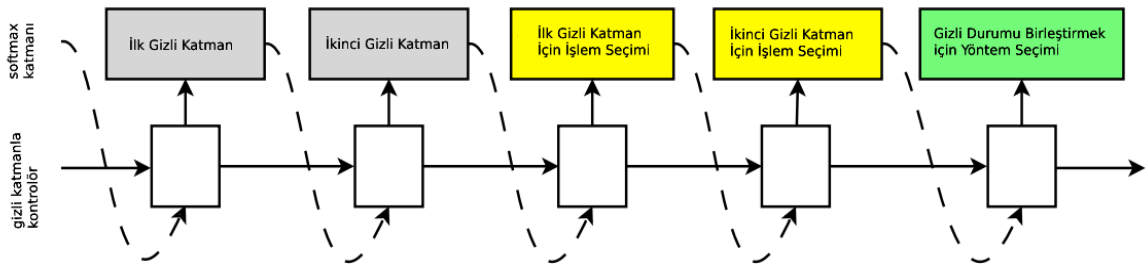
Şekil 1. (a) Hilbert boşluk doldurma eğrisi eşlemesi ve (b) çıktı 2B görüntüsü [11].

### 1.2. Önerilen Yöntem

Malware ve Normal ağ hareketlerinin görsel resimlerini sıiflandırmak için iki aşamalı bir yol izlenmiştir. İlk aşamada ham görüntüler doğrudan kullanılarak NasNetMobile CNN modeli ile sınıflandırılmıştır ve performans ölçümlerine bakılmıştır. İkinci aşamada NasNetMobile görüntüler hakkında detaylı özelliklerin öğrenildiği ve konvolusyon havuzlama katmanlarından sonra gelen tam bağlı katmanından yararlanılmıştır (predictions layer). Bu katmandan çıkarılan 1000 özellik makine öğrenme algotimalarına giriş olarak verilmiştir.

### 1.3. NasNetMobile

Bu CNN modeli Nöral Mimari Arama (NAS) yönteminden esinlenmiştir. Kullanılacak veri seti üzerinde mimariyi öğrenmeye çalışan bir modeldir [12]. Bu işlem, mimarinin karmaşıklığının ağın derinliğinden ve girdi görüntülerinin boyutundan bağımsız olması için bir arama alanı tasarlanarak elde edilmiştir. Arama uzayındaki konvolusyonel ağlar, aynı yapıya ancak farklı ağırlıklara sahip konvolusyonel katmanlardan oluşmaktadır. Bu nedenle, en iyi konvolusyonel mimarileri aramak, en iyi hücre yapısını aramaya indirgenmiştir [13]. NasNet mimarisi pekiştirmeli öğrenme ile eğitilmiş bir CNN mimarisidir [14]. Konvolusyonel ağlarda değişen, kontrolör tekrarlı sinir ağları (RNN) tarafından aranan Normal ve İndirgeme hücrelerinin yapılarıdır. RNN, evrişimli hücrenin yapısının geri kalanını yinelemeli olarak tahmin eder. Bünyesinde bulunan RNN yapısı Şekil 2'de verilmiştir.




Şekil 2. NasNet Mimarisindeki RNN yapısı [13]

### 1.4. Sınıflandırma Yöntemleri

Bu çalışmada NasNetMobile mimarisi ile elde edilen özniteliklerin sınıflandırılması için k en yakın komşuluk algoritması (kNN), doğrusal diskriminant analiz (LDA) ve destek vektör makinaları (DVM) olmak üzere üç farklı sınıflandırma yöntemi kullanılmıştır.

kNN yöntemi uzaklık fonksiyonunu dikkate alarak veri setinde bulunan benzerlikleri gözetler. Test verilerini komuşuluk sayılarını baz baz alır (k değeri) [5]. Bu çalışmada Öklid uzaklık fonksiyonu ile hesaplamalar yapılmıştır.

LDA, birden çok sınıfa sahip problemlerde en iyi ayırt ediciliği sağlamak için değişkenleri doğrusal bir kombinasyonda aramaktadır [15]. LDA, sınıflar arası varyansı en üst düzeye çıkarır ve sınıf içi varyansı en aza indirerek yansıtılan verilerin elde edildiği, maksimum düzeyde ayırt edici bir vektöre dönüştüren denetimli bir öğrenme algoritmasıdır [16]. LDA matematiksel olarak Denklem 1-3'te tanımlanmıştır.

$$Z = \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \cdots + \beta_d x_d \quad (1)$$

$$S(\beta) = \frac{\beta^T \mu_1 - \beta^T \mu_2}{\beta^T C \beta} \quad (2)$$

$$S(\beta) = \frac{Z_1 - Z_2}{Z' ningruptaki\ varyası} \quad (3)$$

β doğrusal model katsayısını temsil ederken, C ise kovaryans matrisini ve μ ortalamayı ifade etmektedir.

DVM, sınıflandırma ve regresyon problemlerine sık kullanlan bir algoritmadır. Öğrenme süreci, yapısal bir riskin minimizasyonu temeline dayanmaktadır. Bu kural, iki farklı sınıfa ait sınıflandırma göreviyle ilişkili diskriminant işlevinin karmaşıklığı ile ilgilidir. Diskriminant fonksiyonu ise öğrenme süreci boyunca eğitim örnekleri aracılığıyla tahmin edilen optimal bir sınıflandırma yüzeyidir [17]. DVM sınıflandırma yapmak için en uygun marj değerini bulmaya çalışır.

## 2. Bulgular

Hilbert boşluk doldurma eğrileri ile oluşturulan ağ hareketi resimlerinden malware ve normal görüntüleri tespit etmek için deneysel çalışmalarda rastgele olacak şekilde veri setinin % 80'i (685 adet) eğitim için kullanılırken % 20'si (171 adet) test amaçlı kullanılmıştır. Yapılan deneysel çalışmaları test etmek için karmaşıklık matrisinden yararlanılmıştır. Karmaşık matrisi ile Doğruluk (D), Duyarlılık (Du), Özgüllük (Öz), Kesinlik (K) ve F-Skor (Fs) değerleri Tablo 1'de hesaplanması verilmiştir.

Tablo 1 Karmaşıklık matrisi ile ölçülen performans metrikleri

| **Doğruluk (Doğ)** | **Duyarlılık (Du)** | **Özgüllük (Öz)** | **Kesinlik (Ke)** | **F-Skor (Fs)** |
|---|---|---|---|---|
| $\frac{DP + DN}{DP + DN + YP + YN}$ | $\frac{DP}{DP + YN}$ | $\frac{DN}{DN + YP}$ | $\frac{DP}{DP + YP}$ | $\frac{2 * DP}{2 * DP + YP + YN}$ |

İlk olarak NasNetMobile CNN modeline görüntüler doğrudan giriş olarak verilmiştir. Ağı eğitmek için küçük seri boyutu (mini-batch size) değeri 32 olarak ayarlanmıştır. Bu değer ağın veri setinde bulunan görüntüleri grup olarak eğittiği veri sayısıdır. Tüm veri setini test etmek için çağ değeri de 32 olarak ayarlanmıştır. Optimizasyon olarak skotastik gradyan iniş algoritması kullanılmıştır. Deneysel çalışma sonucunda genel doğruluk oranı % 90,70 olarak ölçüldü. Test veri setinde bulunan malwarelerin ise %94,23'ü doğru olarak tespit edilmiştir. Deneysel çalışma sonucunda elde edilen performans ölçümleri Tablo 2'de, karmaşıklık matrisi ise Şekil 3'de verilmiştir.

Tablo 2 NasNetMobile Classification Results

| | **Doğ** | **Du** | **Öz** | **Ke** | **Fs** |
|---|---|---|---|---|---|
| **NasNetMobile** | 0.9070 | 0.9423 | 0.8529 | 0.9074 | 0.9245 |

| | Malware | Normal |
|---|---|---|
| Malware | 98 | 6 |
| Normal | 10 | 58 |

Şekil 3. NasNetMobile ile sınıflandırma sonucu elde edilen karmaşıklık matrisi

Deneysel çalışmanın ikinci aşamasında NasNetMobile ağı veri seti ile eğitildikten sonra tam bağlı katmanından (predictions) 1000 öznitelik çıkarılmıştır. Bu öz nitelikler kNN, LDA ve DVM makine öğrenme algoritmalarına giriş olarak verilmiştir. kNN yönteminde uzaklık fonksiyonu olarak Öklid seçilirken komşu sayısı 5 olarak seçilmiştir. LDA'da kovaryans yapısı olarak full belirlenmiştir. Mahalanobis uzaklık denklemi iki sınıf arasındaki en iyi denklemi belirlemek için kullanılır. DVM yöntemi ile kernel boyutu otomatik seçilmiştir, kernel fonksiyonu ise cubic olarak belirlenmiştir. Kutu kısıtlama değeri (c) olan yumuşak marj değeri ise bir olarak belirlenmiştir. Deneysel çalışma sonucunda en iyi sonuçlar DVM sınıflandırma ile elde edilmiştir. DVM ile % 95,91 modelin genel doğruluk oranı olarak ölçülmüştür. Malware sınıfını ayırt etme oranı ise (Du) % 97,12 olarak ölçülmüştür. Deneysel çalışma sonucunda elde edilen performans ölçümleri Tablo 3'te, karmaşıklık matrisleri ise Şekil 4'te verilmiştir.

Tablo 3. NasNetMobile Özelliklerinin Makine Öğrenme Yöntemleri ile Sınıflandırma Sonuçları

| | **Doğ** | **Du** | **Öz** | **Ke** | **Fs** |
|---|---|---|---|---|---|
| **kNN** | 0.9181 | 0.9519 | 0.8657 | 0.9167 | 0.9340 |
| **LDA** | 0.9415 | 0.9615 | 0.9104 | 0.9434 | 0.9524 |
| **SVM** | 0.9591 | 0.9712 | 0.9403 | 0.9619 | 0.9665 |

(a)

| | Malware | Normal |
|---|---|---|
| Malware | 99 | 5 |
| Normal | 9 | 58 |

(b)

| | Malware | Normal |
|---|---|---|
| Malware | 100 | 4 |
| Normal | 6 | 61 |

(c)

| | Malware | Normal |
|---|---|---|
| Malware | 101 | 3 |
| Normal | 4 | 63 |

Şekil 4 Karmaşıklık matrisleri, a) kNN, b) LDA, c) DVM

## 3. Sonuç

Bu çalışmada IoT cihazlarında saldırı tespit edilmesi için ağ trafiğine ait 2D görüntüler konvolusyonel sinir ağları modeli olan NasNetMobile ile görüntüler eğitilmiştir. Transfer öğrenme modeli ile eğitilen bu görüntülerin derin öznitelikleri çıkarıldıktan sonra makine öğrenme yöntemleri ile sınıflandırılmıştır. Sonuç olarak en iyi sonuçlar DVM yöntemi ile bu özelliklerin sınıflandırılması % 95.91 doğruluk oranı elde edilmiştir. NasNetMobile modelinin derin özellikleri ile elde edilen performans sonuçları doğrudan model ile sınıflandırma sonuçlarına göre üstün performans ölçümleri elde edilmiştir.

## 4. Kaynakça

**[1]** K. Riad, T. Huang, and L. Ke, "A dynamic and hierarchical access control for IoT in multi-authority cloud storage," *J. Netw. Comput. Appl.*, vol. 160, p. 102633, 2020, doi: https://doi.org/10.1016/j.jnca.2020.102633.

**[2]** Q.-D. Ngo, H.-T. Nguyen, V.-H. Le, and D.-H. Nguyen, "A survey of IoT malware and detection methods based on static features," *ICT Express*, vol. 6, no. 4, pp. 280–286, 2020, doi: https://doi.org/10.1016/j.icte.2020.04.005.

**[3]** R. Tian, L. M. Batten, and S. C. Versteeg, "Function length as a tool for malware classification," in *2008 3rd International Conference on Malicious and Unwanted Software (MALWARE)*, 2008, pp. 69–76, doi: 10.1109/MALWARE.2008.4690860.

**[4]** L. Liu, B. Wang, B. Yu, and Q. Zhong, "Automatic malware classification and new malware detection using machine learning," *Front. Inf. Technol. Electron. Eng.*, vol. 18, no. 9, pp. 1336–1347, 2017, doi: 10.1631/FITEE.1601325.

**[5]** Ö. Tonkal, H. Polat, E. Başaran, Z. Cömert, and R. Kocaoğlu, "Machine Learning Approach Equipped with Neighbourhood Component Analysis for DDoS Attack Detection in Software-Defined Networking," *Electronics*, vol. 10, no. 11, 2021, doi: 10.3390/electronics10111227.

**[6]** R. Komatwar and M. Kokare, "A Survey on Malware Detection and Classification," *J. Appl. Secur. Res.*, vol. 16, no. 3, pp. 390–420, Jul. 2021, doi: 10.1080/19361610.2020.1796162.

**[7]** H. Naeem, B. Guo, and M. R. Naeem, "A light-weight malware static visual analysis for IoT infrastructure," in *2018 International Conference on Artificial Intelligence and Big Data (ICAIBD)*, 2018, pp. 240–244, doi: 10.1109/ICAIBD.2018.8396202.

**[8]** G. Bendiab, S. Shiaeles, A. Alruban, and N. Kolokotronis, "IoT Malware Network Traffic Classification using Visual Representation and Deep Learning," in *2020 6th IEEE Conference on Network Softwarization (NetSoft)*, 2020, pp. 444–449, doi: 10.1109/NetSoft48620.2020.9165381.

**[9]** M. Dib, S. Torabi, E. Bou-Harb, and C. Assi, "A Multi-Dimensional Deep Learning Framework for IoT Malware Classification and Family Attribution," *IEEE Trans. Netw. Serv. Manag.*, vol. 18, no. 2, pp. 1165–1177, 2021, doi: 10.1109/TNSM.2021.3075315.

**[10]** S. Rana, "https://www.kaggle.com/sohelranaccselab/trfffffffffffffffff," 2022. Sohel Rana.

**[11]** J. R. Rose, M. Swann, G. Bendiab, S. Shiaeles, and N. Kolokotronis, "Intrusion Detection using Network Traffic Profiling and Machine Learning for IoT," in *2021 IEEE 7th International Conference on Network Softwarization (NetSoft)*, 2021, pp. 409–415, doi: 10.1109/NetSoft51509.2021.9492685.

**[12]** D. Kayali, K. Dimililer, and B. Sekeroglu, "Face Mask Detection and Classification for COVID-19 using Deep Learning," in *2021 International Conference on INnovations in Intelligent SysTems and Applications (INISTA)*, 2021, pp. 1–6, doi: 10.1109/INISTA52262.2021.9548642.

**[13]** B. Zoph, V. Vasudevan, J. Shlens, and Q. V Le, "Learning transferable architectures for scalable image recognition," in *Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition*, 2018, pp. 8697–8710.

**[14]** P. Nagrath, R. Jain, A. Madan, R. Arora, P. Kataria, and J. Hemanth, "SSDMNV2: A real time DNN-based face mask detection system using single shot multibox detector and MobileNetV2," *Sustain. cities Soc.*, vol. 66, p. 102692, 2021.

**[15]** M. Toğaçar, B. Ergen, and Z. Cömert, "Application of breast cancer diagnosis based on a combination of convolutional neural networks, ridge regression and linear discriminant analysis using invasive breast cancer images processed with autoencoders," *Med. Hypotheses*, vol. 135, p. 109503, 2020, doi: https://doi.org/10.1016/j.mehy.2019.109503.

**[16]** A. Tharwat, T. Gaber, A. Ibrahim, and A. E. Hassanien, "Linear discriminant analysis: A detailed tutorial," *AI Commun.*, vol. 30, pp. 169–190, 2017, doi: 10.3233/AIC-170729.

**[17]** T. de Oliveira Nogueira *et al.*, "Imbalance classification in a scaled-down wind turbine using radial basis function kernel and support vector machines," *Energy*, vol. 238, p. 122064, 2022, doi: https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.122064.

# TÜRKÇE MAKALELERDEN TEXTRANK VE TFIDF İLE ANAHTAR KELİME ÇIKARIMI

***Adem Mehmet YILDIZ* [*1]***
[*1]Kırklareli Üniversitesi, Kırklareli- Türkiye, ademmehmetyildiz@klu.edu.tr
[*] Sorumlu Yazar: ademmehmetyildiz@klu.edu.tr

***Özet:*** *Anahtar kelimeler belgelerin kısa bir özetini veren terimlerdir. Ana fikre ait bir öznitelik bilgisi sunan anahtar kelimeler farklı yöntemlerle çıkarılmaktadır. Danışmansız anahtar kelime çıkarımlarından graf tabanlı ve istatistik tabanlı yöntemler farklı sonuçlar vermektedir. Bu çalışmada graf tabanlı yaklaşımlardan TextRank yöntemi ve istatistik tabanlı TFIDF yöntemi ile Türkçe makalelerden anahtar kelimeler çıkarılmıştır. 8 farklı alandan makaleler web örümcekleri yardımı ile toplanmış ve metin ön işleme aşamalarından geçirilmiştir. Araştırmanın veri setini sosyal, fen, mühendislik, sağlık, eğitim, din, iktisat ve işletme alanlarından 8158 makale oluşturmaktadır. Web örümcekleri veri setini oluştururken makalelerin orijinal anahtar kelimelerini karşılaştırılmalarda kullanmak için almıştır. TextRank ve TFIDF yöntemleri makalelerin tüm metinlerini kullanarak anahtar kelimeler türetmiş ve türetilen anahtar kelimeler orijial anahtar kelimeler ile karşılaştırılmıştır. Ön işleme aşamalarından geçirilmiş derlemler literatürdeki yöntemler baz alınarak tek kelimelik, üç kelimelik, beş kelimelik ve yedi kelimelik anahtar kelimeler türetilmiştir. Türetilen kelimelerin birbirleriyle ne kadar tutarlılık gösterdiğini ölçebilmek için ise çakışma skorlarına bakarak çıkarımlarda bulunulmuştur. Türetilen kelimeler ile orijinal derlemdeki kelimelerin çakışma frekansları hesaplanarak performans metrikleri hesaplanabilmiştir. İki farklı yöntemin performans metrikleri tablolar halinde sunulmuştur. Yöntemlerin orijinal anahtar kelimelerle doğruluklarının karşılaştırmasını yapmak ve performans metriklerini ölçmek için anma, geri çağırma ve f1 skorları hesaplanmıştır. Elde edilen araştırma sonuçları TFIDF yönteminin TextRank yönteminden daha yüksek doğrulukta anahtar kelime çıkardığını göstermiştir.*

***Anahtar sözcükler****: Anahtar Kelime Çıkarımı, TextRank, TFIDF*

# KEYWORD EXTRACTION WITH TEXTRANK AND TFIDF FROM TURKISH ARTICLES

***Adem Mehmet YILDIZ*[*1]***
[*1]Kırklareli University, Kırklareli-Turkey, ademmehmetyildiz@klu.edu.tr
[*] Corresponding author: ademmehmetyildiz@klu.edu.tr

***Abstract:*** *Keywords are terms that give a brief summary of the documents. Keywords that present an attribute information of the main idea are extracted in different ways. Graph-based and statistical-based methods are unsupervised approaches that produces different results. In this study, keywords were extracted from Turkish articles by using TextRank method and TFIDF method. Articles from 8 different fields were collected with the help of web spiders and passed through the text pre-processing stages. The data set of the research consists of 8158 articles from social, science, engineering, health, education, religion, economics and business fields. Web spiders took the original keywords of the articles to use in comparisons while creating the data set. TextRank and TFIDF methods derived keywords using all the texts of the articles and the derived keywords were compared with the original keywords. One-word, three-word, five-word and seven-word keywords were derived based on the methods in the literature from the corpus that had been preprocessed. In order to measure the consistency of the derived words with each other, inferences were made by looking at the overlap scores. By calculating the overlapping frequencies of the derived words and the words in the original corpus, performance metrics could be calculated. Performance metrics of two different methods are presented in tables. The precision, recall and f1 scores were calculated to compare the accuracy of the metho*

*ds with the original keywords and to measure the performance metrics. The results of the research showed that TFIDF method has higher accuracy than TextRank method.*

***Keywords:*** *Keyword Extraction, TextRank, TFIDF*

## 1. Giriş

Anahtar kelimeler, bir belgenin göze çarpan yönlerini temsil eden tek veya çok kelimeli dilbilimsel birimlerdir. Okuyucular için içeriğin kısa bir özetini veren bir dizi terim olarak tanımlanır. Bilimsel makalelerden sıralı anahtar kelime çıkarımı görevi, makalelerin önerilmesine ve araştırma eğilimlerinin analiz edilmesine yardımcı olduğu için bilimsel yayıncıların ilgisini çekmektedir. Özellikle bilimsel çalışmalarda yer almasından dolayı doğal dil işleme konusunda araştırma yapan bilim insanları tarafından ilgi görmektedir. Anahtar kelime çıkarımı bilgi geri getirimi ve dijital kütüphaneciliğin yanında doküman kategorilendirme, kümeleme ve özetlemede kullanılır [1]. Ancak diğer doğal işleme görevlerine kıyasla anahtar kelime çıkarımlarında mevcut sistemlerin performansları daha düşüktür ve tam anlamıyla çözülmekten şu an için uzaktır [2]. Geçmişten günümüze dokümanlardan anahtar kelime çıkarmak için pek çok yöntem kullanılmış ve performansları iyileştirilmeye çalışılmıştır. Bilimsel çalışmalarda, bir kitap bölümünde, bildirilerde yazar tarafından o dokümanın içeriğine ait anahtar kelimeler oluşturulur. Peki iyi bir sistem içeriğe ait doğru anahtar kelimeleri bulup çıkarabilir mi? Bunun için danışmanlı ve danışmansız anahtar kelime çıkarımı olarak kullanılan iki ana yöntem vardır [3]. Danışmanlı anahtar kelime çıkarımında bir eğitim verisi vardır. Eğitim verisi dokümanları ve ona ait önceden işaretlenmiş anahtar kelimeleri barındırır. KEA [4] ve GenEx [5] yöntemleri danışmanlı anahtar kelime çıkarmayı kullanır. Danışmansız anahtar kelime çıkarımında etiketlenmiş bir öğrenme verisine bağlılık yoktur. Bu yöntemlerde terimlerin istatistiklerini temel alır. Kelime sıklığı [6]], TFIDF[7] yöntemleri istatiksel yaklaşımlar sunan danışmansız anahtar kelime çıkarma yöntemleridir. Diğer danışmansız anahtar kelime çıkarım yöntemleri de graf-tabanlı yaklaşımlardır. Graf-tabanlı yaklaşımlarda metin, cümle ya da kalıp bir graf düğümü olarak temsil edilir ve düğümler arasındaki temsil değerlerine bakılarak anahtar kelime çıkarımı yapılır. KeyGraph [8], TextRank [1], RAKE [9] gibi yaklaşımlar graf-tabanlı danışmansız anahtar kelime çıkarma yöntemlerini kullanırlar.

## 2. Literatür

Literatürde anahtar kelime çıkarım sistemlerinin iyileştirilmesi ve başarımlarının arttırılmasına yönelik çalışmalar mevcuttur [9]–[16]. Çalışmalar çoğunlukla istatistik yöntemleri ve graf-tabanlı yöntemleri kullanan danışmansız anahtar kelime çıkarım yöntemlerini ele almışlar ve başarımlarını gözlemlemişlerdir. Rose vd. (2010) RAKE yöntemiyle anahtar kelime çıkarımı yapmıştır ve elde ettiği sonuçlar yüksek kesinlik(precision) vermiştir. Bununla birlikte geri anma(recall) değerleri mevcut tekniklerle karşılaştırıldığında benzer sonuçlar vermiştir. Figueroa vd. (2018) RankUp yöntemiyle anahtar kelime çıkarımı yapmışlardır. Sonuçlar temel graftabanlı ve istatiksel yöntemlerden daha iyi çıkmıştır. Aynı zamanda sonuçlar danışmanlı anahtar kelime çıkarım yöntemlerinden KEA yaklaşımdan da daha iyi çıkmıştır. Bhaskar vd. (2012) dökümanların içinden CRF yöntemiyle 5, 10, 15 adet anahtar kelimeler çıkarmışlar ve bunları yazarların belirledikleri anahtar kelimeler ile karşılaştırmışlardır. Sonuçlar 15 adet anahtar kelime grubunun yazarların işaretledikleriyle daha fazla uyuştuğu gözlenmiştir. Bennani-Smires vd. (2018) EmbedRank yöntemiyle 5, 10, 15 adet anahtar kelime çıkarmışlar ve bunları orijinal anahtar kelimelerle karşılaştırmışlardır. Farklı veri setlerinde yapılan çalışmanın sonuçları EmbedRank yönteminin diğer graf-tabanlı yöntemlerden daha iyi sonuçlar verdiğini gözlemlemişlerdir. Li vd. (2019) TextRank yöntemini farklı bir yaklaşımla ele almışlar ve TFIDF yöntemiyle karşılaştırmışlardır. Geliştirilen algoritma TextRank yönteminin TDFIDF yönteminden daha başarılı olduğunu ortaya çıkarmıştır. Ancak yöntemlere uygulanan ek yaklaşımlar başarının yüksek olmasının beraberinde zaman karmaşıklığını arttırabilir. Li vd. (2016) kısa metinlerden çıkarılan anahtar kelimelerin performans ölçümlerinin uzun metinlere göre daha iyi sonuçlar verdiğini

gözlemlemişlerdir. Mahata vd. (2018) Key2Vec yöntemiyle çıkardıkları farklı sayıdaki anahtar kelimelerin başarımlarına baktıklarında benzer çalışmalardan daha iyi sonuçlar verdiklerini görmüştür. Sistemlerin iyileştirmesine yönelik çalışmalar derlemden derleme farklılık gösterse de çok büyük ve gözle görülür bir başarım da göstermemektedir [16].

## 3. Yöntem

Bu çalışmada amacımız Türkçe yazılmış bilimsel makalelerin alanlara göre bir derlemini oluşturmak ve anahtar kelime çıkarım yöntemleri kullanarak sistemlerin Türkçe makalelerdeki başarılarını ölçmektir. Türkçe bilimsel makale derlemini oluşturmak için Dergipark'ta yer alan Türkçe makaleler web örümcekleri (Web Crawling) ile toplanmıştır. Web Crawling aşamasında Python 3.7 yazılımı ve BeautifulSoup Kütüphanesi kullanılmıştır. Web sayfasında etiketler arasında yer alan makalelere ait anahtar kelimeler, başlıklar ve özetler ayrı metin dosyalarına alınmıştır. Makalelerin pdf dosyaları diske kaydedilmiş ve bununla birlikte içerikleri metin dosyalarına çıkarılmıştır. Toplam 8158 makalenin yer aldığı derlem sosyal, fen, mühendislik, sağlık, eğitim, din, iktisat ve işletme olarak 8 çalışma alanı altında toplanmıştır. Çalışmada danışmansız anahtar kelime çıkarım yaklaşımlarından TDFIDF ve TextRank yöntemleri kullanılmıştır. Derlem içindeki makale metinlerinin yer aldığı dosyalar metin ön işleme aşamalarından geçirilmiştir. Ön işleme aşamalarında küçük harfe çevirme, sayıları ve noktalamaları silme, durma kelimelerini (stop words) kaldırma işlemleri yapılmıştır. Ek olarak makale içinde yer alan İngilizce cümleler ve özetler verilerde bozulmalara neden olabileceğinden detectlang kütüphanesi kullanılarak atılmıştır. Ayrıca detectlang kütüphanesi kaynakçalarda yer alan yabancı kaynakların da atılmasını sağlamıştır. Bunun yanında bazı makale dosyalarında 3-4 kelimelik cümle tekrarları gözlemlenmiştir. Bu kelime tekrarları dergi isimleri, yazar isimleri gibi her sayfada tekrar eden kelimelerdir. Bunların cümle yapısı olarak görülmesi de verilerde sapmalara neden olacağından kaldırılmıştır. Fakat bu durum makale içinde yer alan 4 cümlelik başka yapıları da atmış olabilir. Ön işleme aşamalarının ardından anahtar kelime çıkarım işlemleri yapılmıştır.

### 3.1. TextRank Modeli

Graf-tabanlı yaklaĢımlardan biri olan TextRank modelini Mihalcea ve Tarau (2004)] iki durum için açıklamaktadır. İlki bir cümledeki en etkili kelimeleri çıkarma, diğeri ise bir derlemdeki konuyla ilgili en alakalı cümleleri çıkartmaktır. Bu çalışmada anahtar kelime çıkarımına ihtiyaç duyduğumuz için ilk durumu ele aldık. Cümle içindeki kelimeler bir graf modeli olarak tasarlanmış ve graftaki etkinliği yüksek olan kelimelerin ağırlıklarına bağlı olarak anahtar kelimeler çıkarılmıştır.

$$\mathcal{S}(\mathcal{V}_i) = (1-d) + d * \sum_{j \in \ln(\mathcal{V}_i)} \frac{1}{|Out\ (\mathcal{V}_j)|} \mathcal{S}(\mathcal{V}_j) \tag{1}$$

Bir kelimenin skorunu belirlemek için denklem (1) kullanılır. Burada d katsayısı 0 ve 1 arasında bir katsayı olarak belirlenir ve genellikle 0.85 olarak ayarlanır [17]. Cümle içinde yer alan kelimeler arasındaki skorların hesaplanması sonucu oluşturulan graf yapısı etkinliği yüksek olan kelimenin ağırlığını ortaya çıkararak derlem içindeki temsil değerini verir.

### 3.2. TFIDF Modeli

İstatistik tabanlı yaklaşımlardan olan TFIDF terim frekansı ve ters metin frekansı olarak tanımlanır. Genellikle dokümanların temsil durumlarını ortaya çıkarmada kullanılan bu yaklaşım anahtar kelimelerin çıkarımında da kullanılmaktadır. TFIDF hesaplanırken TF değeri ve IDF değeri hesaplanır, TF terimin doküman içindeki frekansını, IDF ise bu çalışmada terimi içeren belge frekansını vermektedir.

$$TF(i,j) = \frac{j\ dokümanı\ içindeki\ i\ teriminin\ frekansı}{j\ dokümanı\ içindeki\ toplam\ kelime\ sayısı} \tag{2}$$

$$IDF(i) = \log_2\left(\frac{Toplam\ doküman\ sayısı}{i\ terimini\ içeren\ doküman\ sayısı}\right) \quad (3)$$

$$TFIDF = TF * IDF \quad (4)$$

Denklem (2), (3), (4) ile doküman içindeki temsil düzeyi yüksek kelimelerin çıkarımları yapılmış ve sıralanmıştır. Burada TF (2) ilgili terimin frekansının mevcut doküman içindeki toplam kelime sayısına oranını verirken IDF (3) ilgili terimin dokümanlar içindeki geçme oranını vermektedir. Bu değerlerin çarpımı ile elde edilen TFIDF skoru (4) derlem içinde temsil düzeyi en yüksek kelimelerin çıkarımlarını vermektedir.

## 4. Bulgular ve Tartışma

Derlem, 8 temel alana (fen, mühendislik, sağlık, sosyal, din, eğitim, iktisat, işletme) ait sınıflara ayrılmıştır. Makalenin ana metni, anahtar kelimeler, başlık ve özet içerikleri ayrı dosyalarda depolanmıştır. Derleme ait doküman sayıları ile makalelerde yer alan kelime sayılarının ortalama ve standart sapma değerleri Tablo I'de gösterilmiştir.

Tablo I. Dokümanlara ait sayılar ile makalelerdeki kelimelerin ortalama ve standart sapma değerleri.

| **Alan** | **Doküman Sayısı** | **Makale Kelimeleri** | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | ***Min*** | ***Maks*** | ***Ort*** | ***Ss*** |
| Fen | 1042 | 91 | 13608 | 3460 | 1667 |
| Müh | 1439 | 137 | 12932 | 3252 | 1487 |
| Sağ | 1441 | 85 | 9918 | 2820 | 1138 |
| Sos | 1735 | 67 | 20467 | 5852 | 2422 |
| Din | 625 | 68 | 23339 | 7447 | 3022 |
| Eğt | 1233 | 131 | 14537 | 5385 | 2004 |
| İkt | 251 | 715 | 15968 | 5494 | 2010 |
| İşl | 392 | 186 | 13646 | 5284 | 2094 |
| Top | 8158 | 67 | 23339 | 4565 | 2449 |

Tablo I'de görüldüğü gibi en fazla doküman sayısına sahip makale alanları sırasıyla sosyal, sağlık, mühendislik, eğitim, fen, din, işletme ve iktisat bilimleridir. Bununla birlikte en fazla kelime barındıran makalelerin de din, sosyal, eğitim, iktisat ve işletme bilimleri olduğu görülmektedir. Bu alanlarda toplanan makalelerdeki anahtar kelime sayılarının ortalama ve standart sapma değerleri de Tablo II'de gösterilmiştir.

Tablo II. Makalelerdeki anahtar kelimelerin ortalama ve standart sapma değerleri.

| **Alan** | **Anahtar Kelime Sayıları** | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ***Min*** | ***Maks*** | ***Ort*** | ***Ss*** |
| Fen | 1 | 9 | 4.298 | 1.007 |
| Müh | 1 | 9 | 4.174 | 1.045 |
| Sağ | 1 | 10 | 3.634 | 1.055 |
| Sos | 1 | 11 | 4.339 | 1.163 |
| Din | 1 | 18 | 5.184 | 1.337 |
| Eğt | 1 | 9 | 3.789 | 0.963 |
| İkt | 1 | 7 | 3.896 | 1.072 |
| İşl | 1 | 9 | 3.829 | 1.043 |
| Top | 1 | 18 | 4.124 | 1.156 |

Tablo II bütün dokümanlardaki ortalama anahtar kelime sayılarının birbiriyle yakın olduğunu göstermektedir. Değerler ngram olarak değil tüm kelime sayıları olarak ele alınmıştır. İki yöntemle elde edilen anahtar kelimeler orijinal anahtar kelimelerle karşılaştırılmış ve anma (precision), geri çağırma

(recall) ve F1 skorlarına bakılmıştır. Karşılaştırmalarda kelimelerin birebir çakışma durumları temel alınmıştır. Bunun için sinüs benzerliğine de bakılabilir. Anma, geri çağırma ve F1 skorlarının hesaplamaları denklem (5), (6) ve (7)'de gösterilmiştir. İki farklı yöntem ile farklı alanlardan derlenmiş makalelerden 1, 3, 5 ve 7 tane anahtar kelimeler çıkarılmıştır.

$$\text{Anma (p)} = \frac{\text{Çakışan kelime sayısı}}{\text{Sistemin ürettiği toplam kelime sayısı}} \tag{5}$$

$$\text{Geri çağırma(r)} = \frac{\text{Çakışan kelime sayısı}}{\text{Dokümandaki anahtar kelime sayısı}} \tag{6}$$

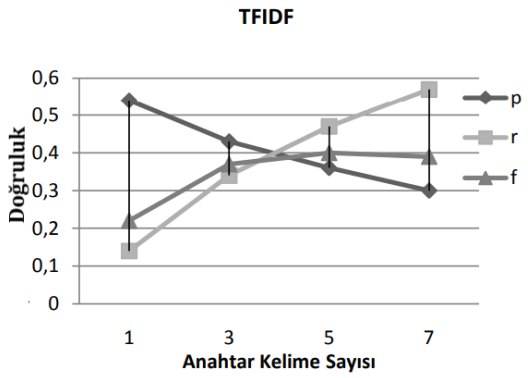
$$\text{F1 Skoru} = 2 \text{ x } \frac{p \text{ x } r}{p + r} \tag{7}$$

Her çıkarılan anahtar kelime orijinal derlemde makale yazarı tarafından tanımlanmış anahtar kelime ile karşılaştırılmıştır. Elde edilen Sonuçlar Tablo III'te gösterilmiştir.

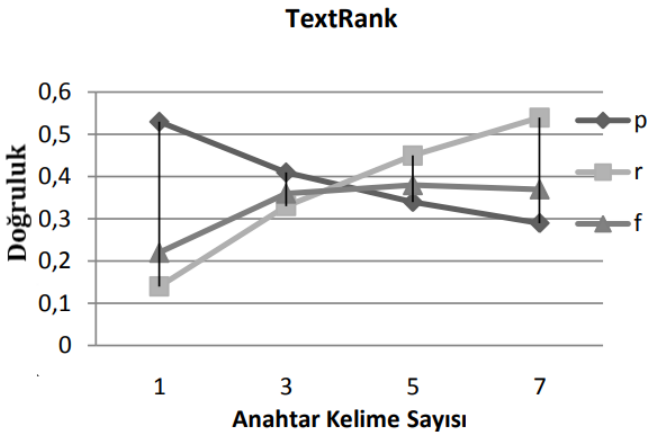
Tablo III. Çıkarılan anahtar kelimelerin textrank ve tfdidf yöntemlerindeki başarıları.

| Yöntem | Kelime sayısı | Metrik | Fen | Müh | Sağ | Sos | Din | Eğt | İkt | İşl | Top |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TextRank | 1 | p | 0.55 | 0.55 | 0.50 | 0.55 | 0.46 | 0.50 | 0.62 | 0.64 | 0.53 |
| | | r | 0.14 | 0.14 | 0.15 | 0.13 | 0.09 | 0.14 | 0.17 | 0.17 | 0.14 |
| | | f1 | 0.22 | 0.22 | 0.22 | 0.21 | 0.15 | 0.21 | 0.27 | 0.27 | 0.22 |
| | 3 | p | 0.43 | 0.45 | 0.39 | 0.42 | 0.33 | 0.39 | 0.48 | 0.48 | 0.41 |
| | | r | 0.32 | 0.35 | 0.34 | 0.31 | 0.20 | 0.33 | 0.41 | 0.40 | 0.33 |
| | | f1 | 0.36 | 0.38 | 0.36 | 0.35 | 0.24 | 0.35 | 0.43 | 0.43 | 0.36 |
| | 5 | p | 0.36 | 0.38 | 0.31 | 0.34 | 0.27 | 0.33 | 0.39 | 0.39 | 0.34 |
| | | r | 0.45 | 0.49 | 0.47 | 0.42 | 0.27 | 0.46 | 0.55 | 0.54 | 0.45 |
| | | **f1** | **0.39** | **0.41** | **0.37** | **0.37** | **0.27** | **0.37** | **0.45** | **0.44** | **0.38** |
| | 7 | p | 0.31 | 0.32 | 0.26 | 0.29 | 0.22 | 0.28 | 0.32 | 0.32 | 0.29 |
| | | r | 0.53 | 0.59 | 0.56 | 0.51 | 0.32 | 0.55 | 0.64 | 0.63 | 0.54 |
| | | f1 | 0.38 | 0.41 | 0.35 | 0.36 | 0.26 | 0.37 | 0.42 | 0.42 | 0.37 |
| TFIDF | 1 | p | 0.50 | 0.56 | 0.49 | 0.57 | 0.47 | 0.54 | 0.64 | 0.69 | 0.54 |
| | | r | 0.12 | 0.15 | 0.14 | 0.14 | 0.09 | 0.15 | 0.18 | 0.19 | 0.14 |
| | | f1 | 0.20 | 0.23 | 0.22 | 0.22 | 0.16 | 0.23 | 0.28 | 0.29 | 0.22 |
| | 3 | p | 0.41 | 0.46 | 0.39 | 0.45 | 0.36 | 0.45 | 0.50 | 0.54 | 0.43 |
| | | r | 0.31 | 0.36 | 0.35 | 0.34 | 0.21 | 0.38 | 0.43 | 0.45 | 0.34 |
| | | f1 | 0.35 | 0.39 | 0.36 | 0.38 | 0.26 | 0.40 | 0.45 | 0.48 | 0.37 |
| | 5 | p | 0.35 | 0.38 | 0.32 | 0.37 | 0.29 | 0.37 | 0.40 | 0.43 | 0.36 |
| | | r | 0.44 | 0.50 | 0.49 | 0.46 | 0.29 | 0.52 | 0.58 | 0.58 | 0.47 |
| | | **f1** | **0.38** | **0.42** | **0.38** | **0.40** | **0.29** | **0.42** | **0.46** | **0.48** | **0.40** |
| | 7 | p | 0.30 | 0.34 | 0.27 | 0.31 | 0.24 | 0.31 | 0.33 | 0.35 | 0.30 |
| | | r | 0.53 | 0.61 | 0.58 | 0.54 | 0.34 | 0.62 | 0.66 | 0.68 | 0.57 |
| | | f1 | 0.38 | 0.42 | 0.36 | 0.38 | 0.28 | 0.41 | 0.43 | 0.46 | 0.39 |

Tablo III incelendiğinde tüm çalışma alanlarında TextRank ve TFIDF yönteminin başarısı 5 anahtar kelime çıkarımında daha başarılı olmuştur. Genel duruma bakıldığında ise TDFIDF yöntemi TextRank yönteminden daha başarılıdır (f1= 0,40). Bununla birlikte tüm alanlarda TFIDF yönteminin başarımı TextRank'a göre daha iyi sonuç verdiği gözlemlenmiştir. Ek olarak iktisat ve işletme alanlarındaki başarı diğer alanlara göre daha yüksektir. Bunun nedeni bu sınıfa ait makalelerin daha az olması ve homojen olması olabilir. TextRank ve TFIDF yöntemlerine ait anma (p), geri çağırma (r) ve F1 ölçümlerinin grafikleri de Şekil 1 ve Şekil 2'de verilmiştir.




Şekil 1. TextRank yönteminin performans metrik grafiği.




Şekil 2. TFIDF yönteminin performans metrik grafiği.

Performans metrik grafikleri incelendiğinde 3 anahtar kelimeden sonra performans sabit bir eğime kavuşmuştur. Yine TFIDF yönteminin F1 değerinin TextRank yönteminden daha yüksek performans sergilediği grafikte görülmektedir. Son olarak iki yöntemle de çıkarılan anahtar kelimelerin derlemlerden seçilen rastgele seçilmiş örnekleri Tablo IV'te gösterilmiştir.

Tablo IV. İki yöntemle elde edilen anahtar kelimeler ve orijinal anahtar kelimelerle karşılaştırılması.

| Orijinal | TextRank (5) | TFIDF (5) |
|---|---|---|
| genç işsizliği eğitim seviyesi istihdam | eğitim genç işsizlik analiz türkiyede | eğitim genç işsizlik analiz seviyesi |
| bireysel araç kiralama sektörü hizmet kalitesi memnuniyet sadakat | araç ana kalitesi hizmet kiralama | araç kiralama hizmet kalitesi faaliyetleri |
| okul yönetimi kadın yöneticiler kadın müdürler kariyer engelleri kurumsal kariyer engelleri | kariyer engelleri yönelik cinsiyet insan | kariyer engelleri yönelik okul karşılaştıkları |

Tablo IV'te iki yöntemle elde edilen anahtar kelime sonuçları ve ait oldukları makalelerin yazarları tarafından işaretlenmiş anahtar kelimeler görülmektedir. Bu tablodan da TFIDF yönteminin daha doğru ve tutarlı sonuçlar verdiği açıkça görülmektedir.

## 5. Sonuçlar

Elde edilen bulgulardan yola çıkılarak istatistik tabanlı yaklaşımlardan TFIDF yönteminin graf tabanlı yaklaşımlardan TextRank yöntemine göre daha başarılı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Literatürde de istatistik tabanlı yaklaşımların graf tabanlı yaklaşımlardan başarılı olduğu vurgulanmaktadır [9]. Graf tabanlı ve istatistik tabanlı hibrit yaklaşımların kullanılması, anahtar kelime çıkarımlarının performanslarını daha da iyileştirecektir [13]. Ek olarak kısa metinlerden elde edilen anahtar kelimelerin uzun metinlere göre daha iyi sonuçlar verebileceği görülmüş olup bu konuda çalışacak araştırmacıların buna dikkat etmeleri gerekmektedir.

## 6. Kaynaklar

**[1]** R. Mihalcea ve P. Tarau, "TextRank: Bringing Order into Texts", s. 8, 2004.

**[2]** Z. Liu, W. Huang, Y. Zheng, ve M. Sun, "Automatic Keyphrase Extraction via Topic Decomposition", s. 11, 2010.

**[3]** K. S. Hasan ve V. Ng, "Automatic Keyphrase Extraction: A Survey of the State of the Art", içinde *Proceedings of the 52nd Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics (Volume 1: Long Papers)*, Baltimore, Maryland, 2014, ss. 1262-1273. doi: 10.3115/v1/P14-1119.

**[4]** E. Frank, G. W. Paynter, I. H. Witten, C. Gutwin, ve C. G. Nevill-Manning, "Domain-Specific Keyphrase Extraction.", 1999, ss. 668-673.

**[5]** P. D. Turney, "Learning Algorithms for Keyphrase Extraction", *Information Retrieval*, c. 2, sy 4, ss. 303-336, May. 2000, doi: 10.1023/A:1009976227802.

**[6]** H. P. Luhn, "A Statistical Approach to Mechanized Encoding and Searching of Literary Information", *IBM Journal of Research and Development*, c. 1, sy 4, ss. 309-317, Eki. 1957, doi: 10.1147/rd.14.0309.

**[7]** G. Salton, A. Wong, ve C. S. Yang, "A vector space model for automatic indexing", *Commun. ACM*, c. 18, sy 11, ss. 613-620, Kas. 1975, doi: 10.1145/361219.361220.

**[8]** Y. Ohsawa, N. E. Benson, ve M. Yachida, "KeyGraph: automatic indexing by co-occurrence graph based on building construction metaphor", içinde *Proceedings IEEE International Forum on Research and Technology Advances in Digital Libraries -ADL'98-*, Nis. 1998, ss. 12-18. doi: 10.1109/ADL.1998.670375.

**[9]** S. Rose, D. Engel, N. Cramer, ve W. Cowley, "Automatic Keyword Extraction from Individual Documents", içinde *Text Mining*, M. W. Berry ve J. Kogan, Ed. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd, 2010, ss. 1-20. doi: 10.1002/9780470689646.ch1.

**[10]** G. Figueroa, P.-C. Chen, ve Y.-S. Chen, "RankUp: Enhancing graph-based keyphrase extraction methods with error-feedback propagation", *Computer Speech & Language*, c. 47, ss. 112-131, Oca. 2018, doi: 10.1016/j.csl.2017.07.004.

**[11]** P. Bhaskar, K. Nongmeikapam, ve S. Bandyopadhyay, "Keyphrase Extraction in Scientific Articles: A Supervised Approach", *In Proceedings of COLING 2012: Demonstration Papers*, s. 8, 2012.

**[12]** K. Bennani-Smires, C. Musat, A. Hossmann, M. Baeriswyl, ve M. Jaggi, "Simple Unsupervised Keyphrase Extraction using Sentence Embeddings", *arXiv:1801.04470 [cs]*, Eyl. 2018, Erişim: Oca. 14, 2022. [Çevrimiçi]. Erişim adresi: http://arxiv.org/abs/1801.04470

**[13]** J. Li, G. Huang, C. Fan, Z. Sun, ve H. Zhu, "Key word extraction for short text via word2vec, doc2vec, and textrank", *Turk J Elec Eng & Comp Sci*, c. 27, sy 3, ss. 1794-1805, May. 2019.

**[14]** W. Li ve J. Zhao, "TextRank Algorithm by Exploiting Wikipedia for Short Text Keywords Extraction", içinde *2016 3rd International Conference on Information Science and Control Engineering (ICISCE)*, Tem. 2016, ss. 683-686. doi: 10.1109/ICISCE.2016.151.

**[15]** D. Mahata, J. Kuriakose, R. R. Shah, ve R. Zimmermann, "Key2Vec: Automatic Ranked Keyphrase Extraction from Scientific Articles using Phrase Embeddings", ss. 634-639, 2018.

**[16]** S. Subramanian, T. Wang, X. Yuan, S. Zhang, Y. Bengio, ve A. Trischler, "Neural Models for Key Phrase Detection and Question Generation", *arXiv:1706.04560 [cs]*, May. 2018, Erişim: Oca. 14, 2022. [Çevrimiçi]. Erişim adresi: http://arxiv.org/abs/1706.04560

**[17]** S. Brin ve L. Page, "The anatomy of a large-scale hypertextual Web search engine", *Computer Networks and ISDN Systems*, c. 30, sy 1, ss. 107-117, Nis. 1998, doi: 10.1016/S0169-7552(98)00110-X.

# AKADEMİK DANIŞMANLIKTA SOHBET ROBOTLARININ KULLANIMI: İNSAN-MAKİNE ETKİLEŞİMİNİN BİR ÖRNEĞİ

***Mehmet Keklik *[1], Fethullah Göçer[2]***
[1] Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Öğrencisi, Kahramanmaraş-Türkiye, mehmetkeklik@gmail.com
[2] Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş-Türkiye, fgocer@ksu.edu.tr
[*] Sorumlu Yazar: mehmetkeklik@gmail.com

***Özet:*** *Sohbet robotları (chatbot), kullanıcı sorularına en uygun yanıtı vermeyi amaçlayan yapay zekâ ve doğal dil işleme destekli bilgisayar programlarıdır. Son yıllarda sohbet robotlarının kullanımında hızla bir artış söz konusudur. Bu artışın arkasında yapay zekâdaki gelişmeler ve mesajlaşma uygulamalarının yaygınlaşması gösterilebilir. Mesajlaşma uygulamalarının kullanımındaki artış, sohbet robotlarına karşı yüksek düzeyde bir hazırbulunuşluk sağlamıştır. Sohbet robotlarının en sık kullanıldığı alanların başında ise sağlık, eğlence, pazarlama ve eğitim alanı gelmektedir. Eğitim alanında geliştirilen sohbet robotları akademik asistanlık için yüksek potansiyeli olduğu açıktır. Bu çalışmada amaç, mesleki ve teknik ortaöğretim kurumlarının alanlarıyla ilgili bilgi alınabilecek eğitsel bir sohbet robotunun tasarımıdır. Bu çalışmada geliştirilen sohbet robotu öğrenci, öğretmen ve velilerin doğru bilgiyi hızlı bir şekilde bulabilmeleri üzerine kurgulanmıştır. Doğal dil işleme teknikleri kullanılarak veri seti ve kullanıcı girdileri işlenmiştir. Ardından yapay sinir ağı kullanılarak geliştirilen model ile kullanıcı girdisine verilecek en uygun yanıt belirlenmiştir. Belirlenen yanıtların 0,25 eşik değerinin üzerinde olması sağlanmıştır. Python kütüphanelerinden biri olan Keras kullanılarak 3 katmanlı bir model oluşturulmuş ve uygulama geliştirme aşamasında HTML, CSS ve bir Python kütüphanesi olan Flask tercih edilmiştir. Sohbet robotuyla gerçekleştirilen test diyaloglarında sorulara genellikle doğru yanıt verdiği gözlemlenmiştir. Yazarlar, bu çalışmada sunulan modelin eğitsel bir sohbet robotu tasarımına iyi bir çerçeve oluşturacağı ve yazına katkı sağlayacağını düşünmektedir.*

***Anahtar sözcükler****: Sohbet Robotu (Chatbot), Doğal Dil İşleme, Yapay Zekâ, Yapay Sinir Ağları.*

# THE USE OF CHATBOTS IN ACADEMIC COUNSELING: AN EXAMPLE OF HUMAN-MACHINE INTERACTION

***Mehmet Keklik *[1], Fethullah Göçer[2]***
[1] Kahramanmaras Sutcu Imam University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Master Student, Kahramanmaras-Turkey, mehmetkeklik@gmail.com
[2] Kahramanmaras Sutcu Imam University, Faculty of Engineering and Architecture, Department of Industrial Engineering, Kahramanmaras-Turkey, fgocer@ksu.edu.tr
[*] Corresponding author: mehmetkeklik@gmail.com

***Abstract:*** *Chatbots are computer programs aiming to give the most appropriate answer to user questions by applying artificial intelligence and natural language processing. There has been a rapid increase in the use of chatbots in recent years. The developments in artificial intelligence and the spread of messaging applications are most prominent reasons behind this increase. The increase in the use of messaging applications has brought a high level of readiness towards chatbots. Health, entertainment,*

*marketing and education are the areas where chatbots are used most frequently. Chatbots developed in education area are certain to have huge potential for academic assistantship. The aim of this study is the design of an educational chatbot, which can provide information about the subjects of vocational and technical secondary education institutions. The chatbot developed in this study is designed so that students, teachers and parents can quickly find the right information. Data set and user inputs are processed using natural language processing techniques. Then, the most appropriate response to the user input is determined with the model developed using the artificial neural network. A 3-layer model is created using Keras, one of the Python libraries, and HTML, CSS and a Python library Flask are preferred during the application development phase. It is observed that the model gives correct answers to the questions in the test dialogs established by the chatbot. The authors believe that the model presented in this study will create a good framework for the design of an educational chatbot and contribute to the literature.*

***Keywords:*** *Chatbot, Natural Language Processing, Artificial Intelligence, Artificial Neural Networks*

## 1. Giriş

Sohbet robotları, insan – makine etkileşimini metin ve/veya ses yoluyla sağlamak için tasarlanmış bilgisayar programlarıdır [1]. Bu programlar, hızlı yanıt üretebilen ve zaman içerisinde kullanıcı ihtiyaçlarına göre yeni özellikler eklenebilen bir yapıya sahiptir [2]. Ayrıca arkasında barındırdığı doğal dil işleme ve yapay zekâ gibi teknolojiler sayesinde önemli bir araştırma alanıdır. Sohbet robotuna ilişkin araştırmalara bakıldığında müşteri ilişkileri ve eğitim alanının en yaygın çalışma alanları olduğu görülmektedir. Eğitimde sohbet robotlarının kullanımına ilişkin olarak ise idari konulara destek, öğrenci katılımının arttırılması, kişiselleştirilmiş öğrenme deneyimi ve akademik asistanlık alanları başı çekmektedir [3].

Meslekî ve Teknik Eğitim Genel Müdürlüğü (MTEGM) verilerine göre meslek liselerinde 47 alan ve 105 dal bulunmaktadır [4]. Bu eğitim kurumlarındaki alanlara ilişkin doğru ve güncel bilgi bulmanın zorluğu, dışarıdan birinin doğru bilgiye nereden erişeceğini bilmemesi, resmi olmayan kaynaklarda bilgi ararken zaman kaybedilmesi gibi problemler mevcuttur. Ayrıca Millî Eğitim Bakanlığı tarafından hizmete sunulan MEB Asistan adında bir sohbet robotu mevcut olmasına rağmen bu robot meslek liselerinin alanlarına ilişkin yanıt vermekte yetersiz kalmaktadır. Tüm bu durumlar göz önünde bulundurulduğunda alan ve dallara ilişkin geliştirilecek bir sohbet robotunun akademik asistanlık için önemli bir boşluğu dolduracağı düşünülmektedir.

Bu çalışmada geliştirilen sohbet robotu, basit bir sohbet penceresi aracılığıyla meslek liselerinin alanlarına ilişkin hızlı ve güvenilir bir çözüm olmayı amaçlamaktadır. Metin tabanlı soruları anlamak ve yanıt vermek için Yapay Sinir Ağları (YSA) ve Doğal Dil İşleme (NLP) gibi yöntemlere dayanmaktadır. Bu çalışmanın Türkçeye ve mesleki eğitime özgü olması bakımından literatüre katkı sağlaması beklenmektedir. Çalışmada kullanılan veri setinin geliştirilmesiyle meslek lisesi öğrenci, veli ve öğretmenlerine birebir akademik danışmanlık hizmet sunması düşünülmektedir.

Çalışmanın yapısı aşağıdaki gibidir. Bölüm 2'de literatürde bulunan konu ile ilgili güncel çalışmalar özetlenmiştir. Çalışmada önerilen sohbet robotu tasarımının yöntembilimi Bölüm 3'te

anlatılmıştır. Bölüm 4'te sohbet robotu sisteminin uygulama sonuçları açıklanmıştır. Bölüm 5'te ise bu çalışmanın sonucunu ve gelecekteki araştırmalar için yönergeler paylaşılmıştır.

## 2. Literatür Taraması

Sohbet robotları, bir insan ve bir yapay zekâ arasında otomatik bir konuşma yürütmek için işletmeler veya diğer kuruluşlar tarafından kullanılan uygulamalardan başka bir şey değildir. Son on yılda yapay zekâ teknolojisindeki büyük sıçrama, sohbet robotları alanında yapay zekanın önemini kabul eden büyüyen bir literatür oluşumuyla sonuçlandı. Doğal dil işleme modeli, bilginin işlenerek konuşmayı desteklemesi için kullanıcılardan gerekli bilgileri toplamaktan sorumlu olduğu, bilgisayarların ve algoritmaların çeşitli diller aracılığıyla insan etkileşimlerini anlamasını sağladığı bir ortamı sağladı. Bu çalışma eğitim alanına odaklandığı için, sohbet robotlarının eğitimde kullanımına yönelik bazı çalışmalar Tablo 1'de sunulmuştur.

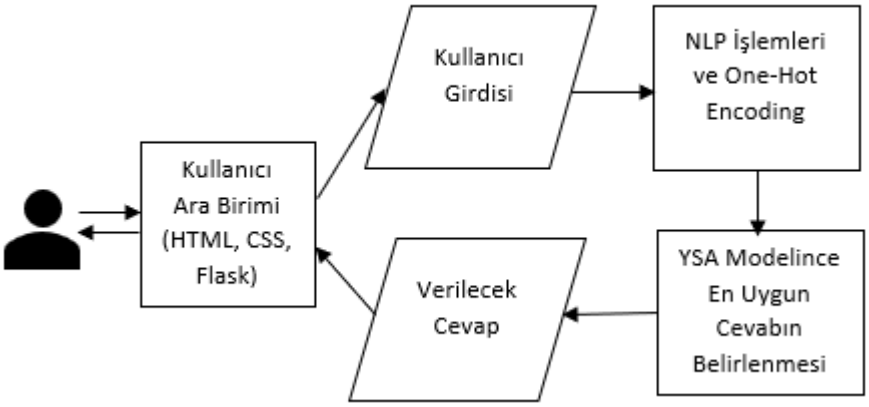
Tablo I. Eğitimde Sohbet Robotu Kullanımı

| Referans | Alan | Amaç | Sonuç / Katkı |
|---|---|---|---|
| [5] | Tıp Eğitimi | Tıp eğitimini desteklemek için sohbet robotu tasarlanmış ve öğrencilerle personelin görüşleri incelenmiştir. | Çalışmalarının neticesinde tıp eğitiminde sohbet robotu kullanımının yararlı olduğu görüşüne varmışlardır. |
| [6] | Akademik Rehberlik (DINA) | Üniversite kayıt hizmetleri için sohbet robotu tasarlanması. | Geliştirilen sohbet robotunun sorulara %80 doğru yanıt verdiği tespit edilmiştir. |
| [7] | Akademik Rehberlik (EDUBOT) | Öğrencilerin akademik sorularını çözebilen bir sohbet robotu tasarlanması. | Sohbet robotunun eğitim alanında doğru bir şekilde hizmet edebileceği sonucuna varmışlardır. |
| [8] | Akademik Rehberlik | Manipal Üniversitesi için akademik rehberlik yapacak bir sohbet robotu tasarlanması. | Geliştirilen sohbet robotunun verimli ve doğru yanıtlar verdiği tespit edilmiştir. |
| [9] | Dil (Doly Bot) | Bengalce dilinde eğitim sistemi bir sohbet robotu geliştirilmesi. | Bengalce'de sohbet robotu sistemi alanında öncü bir çalışma olduğu sonucuna varmışlardır. |
| [10] | İdari ve Akademik Rehberlik (FIT-EBot) | Eğitsel hizmetlerle ilgili öğrenci sorularına akademik personel adına otomatik olarak cevap veren bir sohbet robotu sistemi tasarlanması. | Kullanıcı amacının belirlenmesi ve cevap verilmesiyle ilgili tatmin edici sonuçlar alınmıştır. |
| [11] | Sağlık Okuryazarlığı | Sağlık okuryazarlığını geliştirmek için bir sohbet robotu kullanışlılığını ve performansı araştırılmıştır. | Geliştirilen sohbet robotunun, sağlık okuryazarlığını artırmak için iyi bir potansiyeline sahip olduğunu sonucuna varmışlardır. |
| [12] | Test Oluşturma | Kullanıcının ilgili belgeleri yükleyerek test oluşturmasını sağlayan bir öneridir. | Kullanıcı için bir test oluşturmak için kullanılabileceği soru-cevap çiftleri oluşturabildiği tespit edilmiştir. |
| [13] | Programlama Eğitimi | Programlamaya giriş kursu için bir sohbet robotu geliştirilmeye çalışılmıştır. | Sohbet robotlarının derse katılmaktan çekinen öğrenciler için teşvik edici olduğu ve sorulara |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | cevap verememe oranı %33 olduğu görülmüştür. |
| [14] | Hemşirelik Eğitimi | Sohbet robotlarının hemşirelik eğitim programına dâhil edilmesi. | Sohbet robotu sisteminin, öğrencilerin akademik performansını, eleştirel düşünmesini ve öğrenme memnuniyetini etkili bir şekilde arttırdığı görülmüştür. |

## 3. Yöntem

Bu çalışmada mesleki ve teknik ortaöğretim kurumlarının alanları hakkında bilgi sağlamak amacıyla bir sohbet robotu geliştirilmiştir. Hazırlanan veri seti NLP işlemlerinden geçirilmiş ve YSA modelinde eğitilmiştir. Flask, HTML ve CSS kullanılarak web tabanlı bir ara yüz geliştirilmiştir. Kullanıcı girdisi ve kullanıcıya verilecek cevap bu ara yüzle sağlanmıştır. Şekil 1'de önerilen sohbet robotunun sistem mimarisi paylaşılmıştır ve sohbet robotunun geliştirilmesinde kullanılan yöntemler aşağıda alt bölümler halinde sunulmuştur.




Şekil 1. Önerilen Sistem Mimarisi

### 3.1. Veri Seti

Sohbet robotunu geliştirmek için ilk adım veri setinin hazırlanmasıdır. Mesleki ve teknik eğitim kurumlarının alanlarına ilişkin 167 amaç etiketi ve 780 sorgu kalıbından oluşmaktadır. Manuel olarak oluşturulan bu veri seti JSON formatındadır. JSON, verileri depolamak ve taşımak için bir metin biçimidir. Veri seti soru-cevap çiftleri ve bunlara atanan etiketler şeklindedir. Hazırlana veri setinin yapısı Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo II. Veri Setinin Yapısı

| S. No | Alan Adı | Alan Açıklaması |
|---|---|---|
| 1 | Etiketler | Etiketler alanı sohbet robotunu eğitmek için kalıplara ve yanıtlara atanan anahtar kelimelerdir. |
| 2 | Kalıplar | Kalıplar alanı sohbet robotuna sorulabilecek muhtemel soruları barındırır. |
| 3 | Yanıtlar | Cevaplar alanı sorulara verilebilecek cevaplardan oluşur. Sorunun birden çok cevabı olabilir. Hangi cevabın verileceğine oluşturulan yapay sinir ağı modelince karar verilir. |
| 4 | Bağlam | Bağlam, konuşmayı ihtiyaca ve ortama göre şekillendirmeye yardımcı olur. |

### 3.2. Doğal Dil İşleme

Sohbet robotu tasarımının ikinci aşamasında makine öğrenmesinin bir alt dalı olan Doğal Dil İşleme tekniklerinden yararlanılmıştır. Bir Python Kütüphanesi olan Natural Language Toolkit (NLTK) pek çok hazır doğal dil işleme aracını bünyesinde barındırdığı için bu çalışmada tercih edilmiştir. NLTK ile veri setine tokenization ve lemmatization işlemleri uygulanmıştır.

Aşağıdaki teknikler veri setindeki her soru-cevap çifti için ve kullanıcının sohbet robotuna gönderdiği her girdi için uygulanır.

#### *3.2.1 Tokenizasyon*

Tokenizasyon, metin verileri ile çalışırken yapılan en temel ve ilk işlemdir. Bu işlemde metin daha küçük anlamlı parçalara ayrılır. Bu parçalar kelime kelimede olabilir, cümle cümlede olabilir. Biz bu çalışmada Word Tokenizer tekniğini kullanarak kullanıcı mesajlarını kelimelere ayırdık.

#### *3.2.2 Lemmatizasyon*

Lemmatizasyon, kelimenin çekimli biçimlerinin tek bir kelime olarak birleştirilmesidir. Bu tek kelimeye lemma denir. Örneğin “gidiyorlar, gitmişler, girmekteler” kelimelerinin lemması gitmektir. Lemmatizasyon başka bir ifadeyle kelimelerin çekimli hallerinin tek bir öğeye indirgenmesidir.

### 3.3. Yapay Sinir Ağı

Bu çalışmada Python Kütüphanesi olan Keras kullanarak yapay sinir ağı (YSA) modeli oluşturulmuştur. YSA, gerçek zamanlı verilerle çalışabilmekte ve NLP’yi desteklemektedir [15]. Bu nedenle bu çalışmada YSA tercih edilmiştir.

#### *3.3.1 Eğitim Verilerin Oluşturulması*

Modelin eğitim aşamasına geçmeden girdi ve çıktıyı sağlayacağımız eğitim verilerinin oluşturulması gerekmektedir. Bu aşamada veri setimizde yer alan kalıplara (patterns), tokenizasyon işlemi uygulanarak bir kelime havuzu oluşturulmuştur. Ayrıca veri setimizde yer alan etiketler (tag) için de bir sınıf listesi oluşturulmuştur. Ardından oluşturulan kelime havuzu listesi ile sınıf listesini one-hot encoding tekniğiyle 1 ve 0’lara dönüştürülmüştür. One-hot encoding, kategorik değerleri minimum işlemle vektörlere dönüştüren bir tekniktir [16]. One-hot encoding işleminden sonra 1 ve 0’lardan oluşan kelime havuzu listesi ve sınıf listesi tek bir eğitim seti olarak birleştirilmiştir. Eğitim setinde yer alan 0

değerleri girdi (train_X) ve 1 değerleri çıktı (train_y) olarak ikiyi bölünerek model oluşturmaya hazır hale gelmiştir.

### *3.3.2 Modelin Eğitilmesi*

Eğitim verilerinin hazırlanmasından sonra 3 katmanlı bir YSA modeli oluşturulmuştur. Birinci katmanda 128 nöron, ikinci katmanda 64 nöron bulunmaktadır. Üçüncü katmanda ise train_y sayısı kadar nöron bulunur ve aktivasyon fonksiyonu olarak softmax kullanılmıştır. Softmax, girdinin [0,1] aralığında belirli bir sınıfa ait olma olasılığını verir [17]. Birinci ve ikinci katmanda ise Rectified Linear Units (ReLU) aktivasyon fonksiyonu kullanılmıştır. ReLU, kolay hesaplanabilen ve iyi performans sağlayan bir fonksiyondur [18]. Bu nedenle ilk iki katmanda ReLU tercih edilmiştir.

## 3.4. Önyüz (Frontend) / Arkayüz (Backend)

Kullanıcının sohbet robotuna soru soracağı ve cevap alacağı bir kullanıcı arabirimine ihtiyaç vardır. Bu birim önyüz olarak geçmektedir. Bu çalışmada HTML ve CSS kullanılarak web tabanlı bir önyüz hazırlanmıştır.

Kullanıcının önyüzde girdiği girdiyi NLP işlemlerinden ve YSA modelinden geçirip verilecek cevabı belirleme işlemi ise arkayüzde gerçekleşmektedir. Bu çalışmada arkayüz Flask çerçevesi kullanılarak geliştirilmiştir. Flask, web uygulamalar geliştirmek için hazırlanmış basit ve esnek bir Python çerçevesidir.

# 4. Bulgular

Model eğitilmiş ve kullanıcıdan mesajı almak için Flask kullanılarak bir web uygulaması geliştirilmiştir. Kullanıcının girdiği mesajlar one-hot encoding tekniğiyle sayısallaştırılır. Önceden eğitilmiş derin öğrenme modelinde tahminlenir. Tahmin sonucu 0,25 eşik değerinin üzerindeyse kullanıcıya cevap verilir. Eşik değerinin altında kaldığı durumlarda ise sohbet robotu “Seni anlayamadım, lütfen konuyu biraz daha açar mısın?” gibi cevaplar vererek sohbetin devam etmesini sağlar.

Model eğitilirken eğitim doğruluk (accuracy), kayıp (loss) modelin performansı açısından önemlidir. Dönem sayısı az olursa model yeteri kadar öğrenemez. Bu çalışmada ilk olarak dönem sayısı 300 olarak belirlenmiştir. Ancak 150 dönemden sonra modelin doğruluk oranının pek fazla değişmediği gözlemlenmiştir. Keras kullanılarak eğitilen modelin 200 dönemlik eğitim bittikten sonra doğruluğunun %100'e yakın olduğu görülmüştür. Ardından Keras kullanılarak eğitilen model kaydedilmiştir.

Sohbet robotu, kullanıcıdan aldığı mesajı sınıflandırıp uygun bir cevap vermek için modelden geçirir. Bu yapısıyla da sürekli çalışan bir sınıflandırma sistemdir. Aşağıda sohbet robotuyla gerçekleştirilmiş örnek bir diyalog görülmektedir.

- ***Kullanıcı: merhaba***
- *Sohbet Robotu: Merhaba. Seni gördüğüme sevindim.*
- ***Kullanıcı: bana nasıl yardımcı olabilirsin***
- *Sohbet Robotu: Ben mesleki eğitim kurumları için akademik destek sağlayan bir sohbet robotuyum. Uzmanlık alanım mesleki liselerinin alan ve dallarıdır.*

- ***Kullanıcı: bilişim alanı nedir? Bana söyleyebilir misin?***
- *Sohbet Robotu: Bilişim teknolojileri alanı, günümüz toplumunda iş ve iletişim için gerekli olan bilgisayar kavramları ve temel beceriler hakkında öğrencilere beceri kazandırmak üzere tasarlanmıştır. Ağ işletmenliği ve siber güvenlik ile yazılım geliştirme alt dalları bulunmaktadır.*
- ***Kullanıcı: bilişim alanı mezunları ne iş yapar peki***
- *Sohbet Robotu: Bilişim teknolojileri alanı mezunları alanlarıyla ilgili yüksek öğretim kurumlarına devam edebilirler. Kamu kurumlarında ve özel sektörde web tasarım, ağ işletmenliği, teknik destek elemanı gibi pozisyonlarda çalışabilirler.*
- ***Kullanıcı: teşekkürler***
- *Sohbet Robotu: Yardımcı olabildiğime sevindim.*

Örnek diyalogda da görüldüğü üzere sohbet robotu selamlama, teşekkür gibi temel konuşmalarda başarılı sonuçlar vermiştir. Mesleki teknik eğitim alanlarıyla ilgili gelen soruları da başarıyla yanıtladığı görülmüştür. Bunun yanı sıra kullanıcı temel dil bilgisi kurullarına uymasa da sohbet robotu soruları anlayarak cevap vermiştir. Bu durumda bize sohbet robotunun dil bilgisi kurallarından bağımsız çalışabildiğini göstermektedir.

## 5. Sonuç

Sohbet robotları, kullanıcıyla doğal dilde iletişim kurmaya izin veren araçlardır. Yapay zekâ ile desteklenmesiyle birlikte başarılı sonuçlar vermeye başlamıştır. Bu çalışmada, mesleki teknik eğitim kurumlarının alanlarına ilişkin bir eğitsel bir sohbet robotu modeli sunulmuştur. Bu sohbet robotu öğrenci, veli ve öğretmenlerin doğru bilgiye hızlı erişmelerini sağlamaktadır. Kullanıcının birden çok sayfa ziyaret etmesine gerek kalmadan, sorularına tek bir ekrandan erişebilmesi sayesinde yüksek kullanıcı deneyimi sunmaktadır. Ayrıca akademik destek senaryosu üzerine inşa edilen bu sohbet robotu, eğitimde yapay zekâ kullanımı ve insan – makine etkileşiminin bir örneği olması açından önemlidir. Yapılan test diyaloglarında alanlarla ilgili sorulara doğru yanıt verdiği görülmüştür. Bu yönüyle mesleki ve teknik eğitim kurumlarının alanlarıyla ilgili bilgi sağlamada kullanılabilir olduğu tespit edilmiştir. Doğal dil ile makine öğrenmesi bir arada kullanılarak web tabanlı olarak sunduğumuz modeli kullanarak istenilen her alana özgü sohbet robotları geliştirilebilir. Gelecekteki çalışmalarda robotun emojilerle veya sesle yanıt vermesi sağlanabilir.

## 6. Kaynaklar

**[1]** Ramaditiya, A.; Rahmatia, S.; Munawar, A.; Samijayani, O. N. Implementation Chatbot Whatsapp Using Python Programming for Broadcast and Reply Message Automatically. In *2021 International Symposium on Electronics and Smart Devices (ISESD)*; 2021; pp 1–4. https://doi.org/10.1109/ISESD53023.2021.9501523.

**[2]** Rahman, A. M.; Al Mamun, A.; Islam, A. Programming Challenges of Chatbot: Current and Future Prospective. In *2017 IEEE Region 10 Humanitarian Technology Conference (R10-HTC)*; IEEE, 2017; pp 75–78.

**[3]** CBOT. CBOT Platform - Yapay Zeka Tabanlı Chatbotlar https://www.cbot.ai/tr/egitim/

**[4]** Meslekî ve Teknik Eğitim Genel Müdürlüğü (MTEGM) http://meslek.eba.gov.tr/?p=duyuru&duyuru=47%20ALAN%20VE%20105%20DAL%20L%C4%B0STES%C4%B0

**[5]** Kaur, A.; Singh, S.; Chandan, J. S.; Robbins, T.; Patel, V. Qualitative Exploration of Digital Chatbot Use in Medical Education: A Pilot Study. *Digit. Health*, 2021, *7*, 20552076211038150.

**[6]** Santoso, H. A.; Winarsih, N. A. S.; Mulyanto, E.; Sukmana, S. E.; Rustad, S.; Rohman, M. S.; Nugraha, A.; Firdausillah, F. Dinus Intelligent Assistance (Dina) Chatbot for University Admission Services. In *2018 International Seminar on Application for Technology of Information and Communication*; IEEE, 2018; pp 417–423.

**[7]** Sophia, J. J.; Jacob, T. P. EDUBOT-A Chatbot For Education in Covid-19 Pandemic and VQAbot Comparison. In *2021 Second International Conference on Electronics and Sustainable Communication Systems (ICESC)*; 2021; pp 1707–1714. https://doi.org/10.1109/ICESC51422.2021.9532611.

**[8]** Ranoliya, B. R.; Raghuwanshi, N.; Singh, S. Chatbot for University Related FAQs. In *2017 International Conference on Advances in Computing, Communications and Informatics (ICACCI)*; IEEE, 2017; pp 1525–1530.

**[9]** Kowsher, M.; Tithi, F. S.; Alam, M. A.; Huda, M. N.; Moheuddin, M. M.; Rosul, M. G. Doly: Bengali Chatbot for Bengali Education. In *2019 1st International Conference on Advances in Science, Engineering and Robotics Technology (ICASERT)*; IEEE, 2019; pp 1–6.

**[10]** Hien, H. T.; Cuong, P.-N.; Nam, L. N. H.; Nhung, H. L. T. K.; Thang, L. D. Intelligent Assistants in Higher-Education Environments: The FIT-EBot, a Chatbot for Administrative and Learning Support. In *Proceedings of the ninth international symposium on information and communication technology*; 2018; pp 69–76.

**[11]** Mokmin, N. A. M.; Ibrahim, N. A. The Evaluation of Chatbot as a Tool for Health Literacy Education among Undergraduate Students. *Educ. Inf. Technol.*, 2021, *26* (5), 6033–6049. https://doi.org/10.1007/s10639-021-10542-y.

**[12]** Sreelakshmi, A. S.; Abhinaya, S. B.; Nair, A.; Nirmala, S. J. A Question Answering and Quiz Generation Chatbot for Education. In *2019 Grace Hopper Celebration India (GHCI)*; IEEE, 2019; pp 1–6.

**[13]** Verleger, M.; Pembridge, J. A Pilot Study Integrating an AI-Driven Chatbot in an Introductory Programming Course. In *2018 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*; 2018; pp 1–4. https://doi.org/10.1109/FIE.2018.8659282.

**[14]** Chang, C.-Y.; Kuo, S.-Y.; Hwang, G. H. Chatbot-Facilitated Nursing Education: Incorporating a Knowledge-Based Chatbot System into a Nursing Training Program. *Educ. Technol. Soc.*, 2022, *25* (1).

**[15]** Yapay Sinir Ağı(Artificial Neural Network) Nedir? - Veri Bilimi Okulu - Veri Bilimi Okulu https://www.veribilimiokulu.com/yapay-sinir-agiartificial-neural-network-nedir/

**[16]** Hancock, J. T.; Khoshgoftaar, T. M. Survey on Categorical Data for Neural Networks. *J. Big Data*, 2020, *7* (1), 28. https://doi.org/10.1186/s40537-020-00305-w.

**[17]** Bishop, C. M. *Pattern Recognition and Machine Learning*; 2006.

**[18]** Lin, G.; Shen, W. Research on Convolutional Neural Network Based on Improved Relu Piecewise Activation Function. *Procedia Comput. Sci.*, 2018, *131*, 977–984.

# DİJİTAL ÜNİVERSİTE ENDEKSİ

***Nazmi Ekren*[1], İzemnur Budak[2]***
[1] Marmara Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi,Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, İstanbul-Türkiye, nazmiekren@marmara.edu.tr
[2] Marmara Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi,Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, İstanbul-Türkiye, izemnurbudak@marun.edu.tr
[*] Sorumlu Yazar: nazmiekren@marmara.edu.tr

***Özet:*** *Üniversitelerin temel amaçları arasında bilginin oluşturulması, korunması, transfer edilmesi ve bölüşümü vardır. Bilgi transferi, gelişen teknolojilerle birlikte yeni dijital formlar almaktadır. Üniversitelerin, dijital teknolojilerin kullanımının sistematikleştirilmesi ve yeni dijital formlara öncülük etmesi gerekmektedir. Bu gereksinimlerden kaynaklı dijital üniversite kavramı oluşturulmuş ve şehrin bir parçası kabul edilen kampüslere akıllı şehir kriterleri, akıllı kampüs kriterleri olarak uyarlanmıştır. Dijital üniversite kavramının yaygınlaştırılıp kampüslerin sadece akıllı kentin bir parçası olarak gözükmesinden çıkarılıp, teknoloji üretebilecek bilgi toplumunu yetiştiren üniversitelerin gerek bilgi aktarımı ve kaynak ulaşımı, gerekse kampüs yaşamında dijital alt yapı ve hizmetlerini kullanması gerekmektedir. Bu fikir doğrultusunda Türkiye'deki tüm üniversiteleri dijital üniversite haline getirme bilincini uyandıracak bir dijital üniversite modeli oluşturup, bu model çerçevesindeki değerlendirme kriterleri ile Türkiye'deki üniversitelerin dijital üniversite endeksinin çıkarılması hedeflenmiştir. Dijital üniversite modelindeki indikatörler oluşturulurken eğitim ve dijital dönüşüm trendleri incelenmiştir. İndikatörlerde dijital bilgi transfer metotlarına ağırlık verilmiştir ve her bir indikatörün bir dijital amacı vardır. Online dersler, destekleriyici açık çevrimiçi kurslar (MOOCS) ve kampüs dışı kütüphane gibi uygulamalar web tabanlı öğrenimi oluşturur. Bu çalışmada hem öğrenciler için hem de öğretim elemanları için web platformları kurulması önerilmiştir. Web üzerinden randevulu görüşme ile canlı ve hızlı iletişim sağlanacaktır. Asıl amaç kaynakların dijitale aktarılıp eğitim verimliğiliğin arttırılmasıdır. Bu amaç için ağırlıklı olarak eğitim indikatörleri belirlenmiş olsa da dijital üniversite modelinde birçok indikatör yer almaktadır.*

***Anahtar sözcükler****: Endeks, Yüksek Öğretim, Dijital Üniversite*

# DIGITAL UNIVERSITY INDEX

***Nazmi EKREN*[1], İzemnur BUDAK[2]***
[1] Marmara University, Faculty of Technology, Department of Electrical and Electronics Engineering, İstanbul-Turkey, nazmiekren@marmara.edu.tr
[2] Marmara University, Faculty of Technology, Department of Electrical and Electronics Engineering, İstanbul-Turkey, izemnurbudak@marun.edu.tr
[**] Corresponding author: nazmiekren@marmara.edu.tr

***Abstract:*** *Among the main goals of universities in the creation, preservation, transfer, and decoupling of information. Information transfer, along with developing technologies, takes on new digital forms. Universities need to systematize the use of digital technologies and lead new digital forms. Due to these*

*requirements, the concept of a digital university was created and the smart city criteria were adapted to the campuses considered part of the city as smart campus criteria. The concept of a digital university has been expanded and campuses are not only seen as part of the smart city, universities that train the information society to produce technology are required to use digital infrastructure and services both in information transfer and resource transportation and on-campus life. In line with this idea, we will create a digital university model that will raise the awareness of turning all universities in Turkey into digital universities, with the evaluation criteria within the framework of this model, it is aimed to extract the digital university index of universities in Turkey. Education and digital transformation trends were examined when creating indicators in the digital university model. Digital information transfer methods are emphasized in the indicators and each indicator has a digital purpose. Applications such as online courses, promoter open online courses (MOOCS), and off-campus libraries constitute web-based learning. In this study, it is proposed to establish web platforms for both students and instructors. Live and fast communication will be provided by appointment via the web. The original purpose is to transfer resources to digital and increase educational efficiency. Although education indicators have been determined mainly for this purpose, there are many indicators in the digital university model.*

***Keywords:*** *Index, Higher Education, Digital University*

## 1. Giriş

Yüksek öğretim zamanla farklılaşan yapıları ile günümüzde yenilikçi ve rekabetçi olmaya doğru evrimleşmektedirler. Evrimleşme üniversiteler arasında rekabeti arttırmıştır. Bu nedenle üniversitelerin birbirleriyle kıyaslanması ihtiyacı ortaya çıkmıştır.

Tasarlanan modelde, üniversite kıyaslama mekanizması oluşturulmakta ve altı indikatörle modele ilişkin göstergelere genel bir bakış sağlanmaktadır.

Son yıllarda yaygın olan salgın nedeniyle hızlanan dijitalleşme, üniversiteler için önemli bir konu haline gelmiştir. Yüksek öğretimde dijitalleşmeyi belirlemek için dijital üniversite endeksi ortaya çıkmıştır. Öğrenci ilerlemesi, öğretim elemanların gelişmesi, kullanılan dijital teknolojilerin ilerlemesi bir bütün halinde üniversitenin dijital model başarımını göstermektedir.

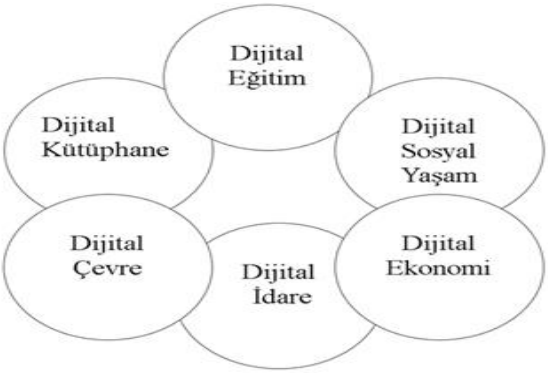
## 2. Yöntem

Üniversiteler gerek kalabalık nüfusu, gerekse yol, bina gibi yapısal şekli itibariyle küçük şehirlerdir [1]. Bu sebepten şehir kriterlere üniversitelere uygulanabilmektedir. Akıllı şehir kriterleri temel alınarak oluşturulan dijital üniversiteden kasıt; eğitim ağını büyütmek ve karşılaşılan sorunları çözecek yeni hizmetler yaratmaktır [2]. Ar-Ge, inovasyon ve girişimciliğe önem veren, eğitim şartlarını eşitleyen, materyal kullanımını her bir öğrencisine nerede olursa olsun sunmayı hedefleyen, dünya trendlerini takip edebilen, dünyanın her yerindeki alanında uzman akademisyenlerin eğitim vermesini hedefleyen bir bakış ve eylem açısıdır.

Dijital üniversite; eğitim, kütüphane, sosyal yaşam, ekonomi, idare ve çevre konularında yoğunlaşan bir modele dayandırılmıştır. Öğrencilerin uzaktan eğitimde aktifliğinin artacağı, daha çok ve daha iyi iş olanaklarıyla tanışmalarını, farkındalığa sahip bir öğrencilik dönemi geçirmeleri, mezunlarının dolaylı olarak da ülkenin gelir düzeyini arttırmayı amaçlar. Aynı zamanda akademisyenler için yer ve zaman kısıtlı olmadan verimliliğin ve bilimsel çalışmaların artması amaçlanır.

Dijital üniversiteler dijital ve akıllı şehirlerin alt kümesidir. Dijitalin fiziksel dünyaya geçişinde en çok nesnelerin interneti kullanılır. Geleneksel bir üniversiteyi dijital üniversiteye dönüştürmek ancak planlı ve sistematik bir şekilde gerçekleşebilir [3]. Dönüşüm veya yeni kurulacak dijital bir üniversite için bir model oluşturulmalıdır. Dijital üniversite modeli europeansmartcities 4.0'ın akıllı şehirler modeline benzetilmiştir [4]. Dijital üniversite, 6 ana indikatöre ve alt göstergelere göre değerlendirildiğinde yüksek başarım gösterebilir. Oluşturulan modelde kriterler; dijital sürdürülebilirlik, dijital tüketicilik, dijital girişimcilik, dijital ticaret, dijital teknolojiler ve inovasyondan en az birine sahiptir [5-6].

Şekil 1'de Dijital üniversitelerin 6 özelliği The Triple Helix Model'e benzetilmiş ve aşağıdaki model oluşturulmuştur [7].




Şekil 1. Dijital üniversite ana indikatörleri

Üniversitenin akıllı dijital kaynakları yönetme, entegre etme ve açık bir şekilde kullanılabilir hale getirme yeteneği, önemli bir akıllı şehir izleme sürecidir. Dijital üniversiteler ile yeni iş modelleri, e-demokrasi ve e-katılım teşvik edilmektedir [3]. Üniversiteleri toplumun küçük bir alt kümesi olarak görüp, dijital üniversitelerden sonra dijital kentler hedeflenip halkın dijital farkındalığını artırmak istenmektedir.

### 2.1. Dijital Üniversite Eğitim İndikatörleri

Dijital bir üniversite tüm bölüm için gerekli uzaktan eğitim koşullarını eksiksiz sağlamalıdır. Zenginleştirilmiş içeriklerle ders materyalleri ve eğitimleri hazırlanmalıdır. Pandemiden önce geleneksel ve dijital eğitimin bir arada verildiği birçok hibrit üniversite vardı. Pandeminin etkisiyle ise video ve benzeri çevrimiçi yöntemler derslerin vazgeçilmez bir parçası haline gelmektedir. Ancak eğitim alt göstergeleri sadece çevrimiçi eğitimden ibaret değildir. Eğitimin sorunsuz ve kaliteli bir

şekilde sağlanabilmesi için altyapı yeterlilikleri, iş hayatına hazırlık için sektörel buluşmalar ve uluslararası düzeyde bir iletişim sağlanabilmesi yabancı dil eğitim alt göstergeleri arasına girmektedir.

Dijital üniversite modeli dijital çağın içine de yetişen nesiller ile daha da ilerleyecek ve farklılaşacaktır. Dijital üniversite modeli alışılmış ezberleri bozmakta, fiziksel içeriğin dışına çıkılarak çevrimiçi ders ve ders dışı faaliyetlere ortam hazırlamaktadır. Öğrenci ve öğretim elemanını merkeze alacak şekilde tasarlanmış olması gelişimin önünün açılmasını sağlamaktadır.

Modelin getirdiği değişiklerden biri de öğretim elemanları tarafından gerçekleştirilen başarı değerlendirme kriterleri değişecek, sınava dayalı değerlendirme yerini yetkinlik bazlı değerlendirmelere bırakacaktır. Hem örgün eğitimde hem de sürekli eğitim merkezlerinde verilen eğitim kalitesini arttırma, çevrimiçi eğitimlerle eğitime ulaşımı kolaylaştırma gibi ilkelerle eğitimsiz nüfusun ortadan kalkması hedeflenmektedir.

Eğitim indikatörleri 26 indikatörden (alt gösterge) oluşmaktadır. Göstergeleri sektörel çevre, iş hayatına hazırlık, bilgi ve öğrenme değerlendirmesi, eğitimde kişiselleştirme, çevrimiçi eğitim, araştırma teknolojileri, dijital altyapı, uluslararası öğrenci/akademisyen, nitelikli eğitim olarak gruplayabiliriz. Bu çalışmada her bir gösterge bir durumu ölçmektedir. Ölçümler sonucu elde edilen veri, ölçüm yapılan üniversitenin dijital üniversite modeline ne kadar uygun olduğu sonucunu vermektedir. Amaç üniversitelerin dijitallik oranlarının çıkarılması ve dijital modele uygun hale gelmesini sağlayacak adımların atılmasını sağlamaktır [8].

Tablo I. Dijital Üniversite Endeksi Eğitim İndikatörleri

| **Numara** | **İndikatörler (Alt Göstergeler/Alt İndikatörler)** | **Kategorisi** |
|---|---|---|
| 1 | Kurumsal işletme çalışanlarının, mezun olan popüler ya da lider kişilerin, başarılı start-up'ların ve melek yatırımcıların öğrencilere online mentorluk sağlaması faaliyet sayısı | Sektörel Çevre |
| 2 | Kariyer Merkezlerinin çevrim içi faaliyet sayısı | İş Hayatına Hazırlık |
| 3 | Online bootcamp sayısı | |
| 4 | Yurtdışındaki ve Türkiye'deki üniversite öğrencilerinin/ öğretim üyelerinin ortak bir platform aracılığıyla eğitim içerikli paylaşım yapabilecekleri ortamın bulunması | Çevrimiçi Eğitim |
| 5 | Erasmus programı anlaşması yapılan üniversiteler ile seçimlik ders sayısı | Uluslararası Öğrenci/ Akademisyen |
| 6 | Üniversitede değişim programıyla gelen öğrenci miktarının yıllara göre değişim oranı | |
| 7 | Yabancı uyruklu öğretim elemanı sayısı | |
| 8 | Öğretim elemanlarının ve araştırmacıların dijital eğitim alma oranı | Çevrimiçi Eğitim |
| 9 | Simülasyonlu uzaktan laboratuvar sayısı | |
| 10 | Proje tartışmaları gibi etkileşimli dersi destekleyecek bir uzaktan eğitim platformuna sahip olunması | |
| 11 | Sınırsız canlı ders sağlama kapasitesi | Dijital Altyapı |
| 12 | Online workshop sayısı | Eğitimde Kişiselleştirme |
| 13 | Online girişimcilik için düzenlenen sertifika sayısı | |

| | | |
|---|---|---|
| 14 | Öğrencilerin ders ve eğitmen değerlendirme e-anketi | Bilgi ve Öğrenme Değerlendirmesi |
| 15 | Çevrimiçi eğitimde uluslararası akademisyen ve ders seçim sayısı | Uluslararası Öğrenci/Akademisyen |
| 16 | Uzaktan erişimli laboratuvarların sayısı | Dijital Altyapı |
| 17 | Uzaktan / hibrit eğitim sürecinde ders yönetimi yazılım sistemleri ile desteklenen derslerin oranı | |
| 18 | Hibrit eğitim sürecinde dijital altyapısı tamamlanmış dersliklerin oranı | |
| 19 | Uzaktan / hibrit eğitim sürecinde uygulama bileşenleri (laboratuvar, stüdyo, vb.) yapılabilen derslerin oranı | |
| 20 | Uzaktan / hibrit eğitim sürecinde çevrimiçi ders alan öğrencilerin yüz yüze dönem dersi alan öğrencilerle kıyaslamalı başarı oranı | Bilgi ve Öğrenme değerlendirmesi |
| 21 | Uzaktan / hibrit eğitim-öğretim sürecinde öğretim elemanlarının yetkinliğini artırmaya yönelik olarak düzenlenen etkinliklerin (seminer, çalıştay, konferans, vb.) ve katılımcıların sayıları | Nitelikli Eğitim |
| 22 | Uzaktan / hibrit eğitim sürecinde kopya ve intihal gibi etik ihlalleri ile ilgili konularda açılan soruşturma ve soruşturulan öğrenci sayılarının geçmişe yönelik olarak değişim oranı | Araştırma Teknolojileri |
| 23 | Uzmanlık alanında bilinirlik kazanmış öğretim elemanları tarafından yurtdışından alınan ders sayısı | Nitelikli Eğitim |
| 24 | Animasyonla desteklenen ders sayısı | Çevrimiçi Eğitim |
| 25 | Online Deney Sayısı | |
| 26 | Sanal Laboratuvar sayısı | |

Eğitim indikatörlerinin temel taşı çevrimiçi eğitim göstergesidir. Çevrimiçi eğitim denince ilk akla gelen fiziksel sınıfların olmadığı online derslerdir. Bunun öğrenci açısından faydası, öğrenci dikkat süresinin etkin kullanımına olanak sağlamasıdır. Fiziki faydası ise büyük okul binalarına gerek kalmayışıdır. Mikro okul kavramının ortaya çıkışı tam bu noktada başlar. Fiziki giderlerin yerlerini altyapı giderleriyle değiştirdiği bir modelden bahsedilmektedir. Çevrimiçi eğitim kategorisi sadece fiziki bakış açısına bağlı kalmamış, daha geniş bir pencereden ele alınmış ve çevrimiçi eğitim kategorisi altında başlıklar oluşturulmuştur. Örneğin "Yurtdışındaki ve Türkiye'deki üniversite öğrencilerinin/ öğretim üyelerinin ortak bir platform aracılığıyla eğitim içerikli paylaşım yapabilecekleri ortamın bulunması" indikatörü 'Çevrimiçi Eğitim' kategorisinde yer alıp 'Eğitim İndikatörü' altında yer almaktadır. Bu göstergeyle Dünyadaki dijital üniversiteler arası iletişimin olup olmadığı ölçülmektedir. Bu ölçümün amacı ise dünyadaki tüm üniversitelerin dijital üniversite modeline uygun olması ve birbirleriyle bağlantı halinde olmasını sağlamaktır. Yine çevrimiçi eğitim kategorisini içeren başka bir indikatörü incelersek "On line workshop sayısı'' indikatörü ile on line workshop sayısını ölçülmektedir. Bu ölçümün amacı, düzenlenen workshop sayısı ile, verilen sertifika sayısı arasındaki ilişkiyi gözlemlemek ve workshop başarıyla tamamlayan sayısı /katılımcı sayısı oranını elde ederek online eğitimin kalitesini ölçmektir. Tüm üniversitelerde bulunan laboratuvar makine/teçhizat için ortak bir veri tabanının bulunduğu, üniversitelerin kendi şifreleri ile girip yeni alınan makineleri ve ek bilgileri ekleyebildiği bir site oluşturulabilir.

### 2.2. Dijital Üniversite Kütüphane İndikatörleri

Geleneksel kütüphaneler insan üzerinde yarattığı duygusal atmosferle bilinmektedir. Kitabın zamanla yok olması, kütüphaneye erişim zorluğu, bilgiye erişim kolaylıklarının artması ve bir kitabı sadece bir kişinin kullanabilmesi gibi sebeplerden ötürü dijital kütüphaneler artık bir gereklilik haline gelmiştir. Dijital kütüphane dönüşümü iki aşamalı gerçekleşebilir. İlki kütüphanelerde kitaplara hızlı ve kolay erişim için teknolojik alt yapı oluşturulması, ikincisi kağıtsız, tamamen dijital platformlar aracılığıyla erişim sağlanabilen kütüphanelere dönüşüm şeklinde gerçekleşir [9]. Bu dijital kaynakların entegrasyonu yönetimi ve saklanmasını sağlamak dijital üniversitenin şartlarındandır.

Dijital bilgi sadece tarayıcıda arama yapmak değildir. Dijital bilgi yapay zekada kullanılan en önemi unsur ve sadece üniversiteleri değil tüm toplumu tüm dünyayı etkileyecek inovasyonlara dönüşebilmektedir. Bu da öğrenci ve akademisyenlerin bilgiye ulaşmasındaki önemi artırmaktadır. Güçlü yazılım araçları kullanılarak bilgiler ayrıştırılıp, kategorize edilip, kullanım kolaylığı olan bir dijital kütüphaneye dönüşebilir [10]. Tablo II'de Dijital üniversite endeksi kütüphane indikatörleri görülmektedir.

Tablo II. Dijital Üniversite Endeksi Kütüphane İndikatörleri

| Numara | İndikatörler (Alt Göstergeler/Alt İndikatörler) | Kategorisi |
|---|---|---|
| 27 | Akademik çalışmaların sayısı (makale, derleme, sempozyum vb.) | Bilimsel Veri Paylaşımı |
| 28 | Üniversite adresli bilimsel yayınlara açık erişim oranı | Dijital Kaynaklar |
| 29 | Geçmiş yayınlana derslere erişim sayısı | Dijital Saklama |
| 30 | Basılı kitapların ve tezlerin dijitale aktarılma oranı | |
| 31 | Ders içeriklerini destekleyici belgelerin oranı | Elektronik Portföy |

### 2.3. Dijital Üniversite Sosyal Yaşam İndikatörleri

Fiber altyapı sayesinde, bakır kablolara göre kayıplar azaltılmış internet imkanlarının artması en önemli faktördür. Yüksek hızlı bir internet olsa bile maksimum, altyapının elverdiği hızda bir internet kullanımı oluşur. Tablo III'de Dijital üniversite endeksi sosyal yaşam indikatörleri gösterilmektedir. Bu göstergeler Üniversite kampüsleri içindeki dijital imkanlar ölçmek için kullanılmaktadır.

Tablo III. Dijital Üniversite Endeksi Sosyal Yaşam İndikatörler

| Numara | İndikatörler (Alt Göstergeler/Alt İndikatörler) | Kategorisi |
|---|---|---|
| 32 | Uluslararası online kongre ve fuar katılımcılarının sayısı | Bilimsel Veri Paylaş. |
| 33 | Öğrenci kimlik kartıyla kampüse giriş sayısı | Güvenlik Sistemleri |
| 34 | Çevrimiçi faaliyet yürüten kulüp sayısı | Sosyal Çevre |
| 35 | Kulüpler tarafından organize edilen çevrimiçi sektör günleri/online eğitimler/seminerler sayısı | İş Hayatına Hazırlık |
| 36 | Uzaktan eğitimde zihinsel / psikolojik verilen destek sayısı | Öğrenci Sağlığı ve Refahı |
| 37 | Uzaktan eğitimde çevrimiçi spor desteği sayısı | |

| | | |
|---|---|---|
| 38 | Uzaktan eğitimde çevrimiçi beslenme ve diyetisyen desteği sayısı | |
| 39 | Girişimcilikte araştırma için dijital platform oranı | Girişimcilik |
| 40 | Üniversitede fiber altyapı ile internet hızının arttırılması<br>• WI-FI kanal kapasitesi<br>• Siber Güvenlik Varlığı<br>• Öğrenci başına WI-FI kullanım miktarı<br>• Öğretim Elemanı başına WI-FI Kullanım Miktarı<br>• WI-FI dağıtıcısı sayısının $m^2$ oranı<br>• Bant Genişliği | Sürekli Erişim |
| 41 | Dijital seyahat sayısı | Kültürel Gelişim |
| 42 | STK ve kulüplerin ortak çalışmaların sayısı | Kültürel Ve Sosyal Sorumluluk |

### 2.4. Dijital Üniversite Ekonomi İndikatörleri

Üniversiteler yatırımcıların, yatırım yapma fırsatını gördükleri teknoloji geliştirme bölgelerine sahiptir. Girişimciliği desteklemek, üretkenliği artırmaya ve kararlı adımlar atmak, yatırımcı-girişimci buluşmalarını çevrimiçi sağlamak, öğrencilere kullanabilecekleri fırsatları göstermek ve bilgilendirmek girişimci adayı için büyük öneme sahiptir. Yenilikçiliği artıran ve ekonominin dijitalleşmesini teşvik eden etkili politikalar oluşturmak, sağlam ekonomik büyüme ve yüksek bir yaşam standardı sağlamak için kritiktir [10]. Oluşturulan bu inovasyon ekosistemi sayesinde, yıllık yeni girişim sayısını artırmaktadır. Tablo IV'de Dijital üniversite endeksi ekonomik indikatörleri görülmektedir. Bu indikatörler Girişimçi öğrenci yetiştirmeyi model olarak benimseyen üniversiteler için oluşturulmuştur.

Dijital üniversite ekonomi indikatörleri her ne kadar Tablo IV'daki gibi belirlenmiş olsa da üniversiteler için alternatif finansman seçenekleri oluşuturulmalıdır. Örneğin öğrencilerin girişimciliği deneyebilecekleri üniversiteye bağlı e-ticaret yapıp, üniversite gelir sistemine de katkıda bulunabileceği bir model de oluşturulabilir. Üniversitelerin gelirleri pandemi döneminde azalmış durumdadır. Üniversitelerin yan gelirleri (kampüsteki işletmelerden alınan kiralar, yurt gelirleri, kafeterya ve servis gelirleri, etkinlik gelirleri vs.) ciddi şekilde azaldığı gibi, çevrimiçi eğitim için gereken acil yatırımlar giderlerde de artışlar görülmüştür [11]. Eğitim indikatörleri incelenirken bahsedildiği gibi mikro okullar bu problemin en temel çözümlerinden biridir [12]. AR/VR teknolojileri kullanılarak sanal sınıflar oluşuturulduğunda fiziki okullara ihtiyaç azalacaktır [13-14].

Tablo V. Dijital Üniversite Endeksi Ekonomi İndikatörler

| **Numara** | **İndikatörler (Alt Göstergeler/Alt İndikatörler)** | **Kategorisi** |
|---|---|---|
| 43 | Yazılım/Yazılım Güvenliği alanında senelik yeni girişim (Start-up) sayısı | Girişimcilik |
| 44 | Öğrenci ve öğretim üyeleri tarafından kurulan, Teknoloji Geliştirme Bölgesi ve Kuluçka Merkezlerindeki Firma Sayısı | |

| | | |
|---|---|---|
| 45 | Akademisyen, öğrenciler ve mezunlar için muhasebe destek sayısı | Bütçe ve Fon |
| 46 | Üniversiteler arası iş birliği ile yapılan ortak Araştırma ve Uygulama Merkezleri Sayısı | |

### 2.5. Dijital Üniversite İdare İndikatörleri

Dijital üniversite idare kriterlerinin sağlanabilmesi için bağlanabilirliği arttırmak için altyapı (5G, fiber, vb.) geliştirilmeli, olası siber saldırılara karşı önlem alınmalı ve yapay zekadan maksimum fayda sağlanmalıdır.

Tablo VI. Dijital Üniversite Endeksi İdare İndikatörler

| Numara | İndikatörler (Alt Göstergeler/Alt İndikatörler) | Kategorisi |
|---|---|---|
| 47 | Öğrencilerin yerleşke içinde ve dışında web veya cep telefonla erişebilecekleri üniversite hizmetleri sayısı | Online Hizmetler |
| 48 | Öğrencilerin tüm resmi belgelerini ulaşabilme oranı | |
| 49 | Sensörlü altyapı cihazlarının sayısı (örneğin havanın kapalı veya açık olma durumuna göre aydınlık düzeyini değiştirebilen bina içi koridor ve kampüs aydınlatması) | Dijital Altyapı |
| 50 | Akademik ve idari personel içinde elektronik imza oranı | |
| 51 | Akademik başarı için uzaktan eğitim gereçlerinin sağlanma sayısı | Uzaktan Eğitime Destek |

### 2.6. Dijital Üniversite Çevre İndikatörleri

Dijital üniversite endeksinde çevre indikatörleri yapay zeka uygulamalarıyla izlenebilir. Enerji tüketimi ya da atık izlenebilirliği sağlanarak sürdürülebilir tüketim alışkanlıkları oluşturulur. Sürdürülebilirlik farkındalığının arttırılabileceği, araştırmalarının yapılabileceği, sürdürülebilirlikle ilgili derslerin ve etkinliklerin yapılabileceği en elverişli ortamlar üniversitelerdir [15-16].

Tablo VII. Dijital Üniversite Endeksi Çevre İndikatörleri

| Numara | İndikatörler (Alt Göstergeler/Alt İndikatörler) | Kategorisi |
|---|---|---|
| 52 | Akıllı çöp yönetim sisteminin varlığı | Sürdürülebilir Kampüs |
| 53 | Kampüs içi binaların akıllı elektronik sayaca sahip olma oranı | |
| 54 | Kampüs için Sanal Harita Uygulamaları Sayısı | |
| 55 | Öğrenci Başına Su Tüketim miktarı | |
| 56 | Öğrenci Başına Elektrik Enerjisi Tüketimi miktarı | |

## 3. Sonuç

Dijital üniversite modeli aslında belirlenen ölçütler etrafında üniversiteler arasında kıyaslama ortamının oluşturulmasını sağlar. Kıyaslama yenilik ve gelişmelerin sürekli takip edilebilmesini, gereken iyileştirmelerin bir süreklilik çevresinde gerçekleştirilmesini, bu sayede de üniversitelerin dinamik bir yapıda kalabilmesine imkan vermekle beraber hem devlet hem de üniversite yönetimlerinde dijital dönüşümü destekleyen politikaların izlenmesini sağlar. Bilgi teknolojileri temelli olan bu dönüşüm dijital eğitim indikatörüyle modelin en geniş kısmını kaplamakta ve en temel noktada bulunmaktadır.

Bu çalışma üç aşamadan oluşmaktadır. İlk aşama yeni ve dijital bir üniversite modelinin oluşturulması, ikinci aşama bu modelde yer alan indikatörlerin ağırlıklarının belirlenmesi ve üçüncü aşama ise anket metodolojisi kullanılarak elde edilen verilerden Türkiye'deki üniversitelerin dijital üniversite modeline uygunluk oranlarının çıkarılmasıdır. Bu çalışma'da ilk aşaması yani 6 indikatör ve 56 gösterge kullanılarak, üniversitelerin iç analizlerinin yapılmasının sağlaması için dijital üniversite modeli oluşturulmuştur.

Yükseköğretimin küreselleşmesi ve dijitalleşmesi için geleneksel eğitim algısı formatının değiştirilip, yukarıda verilen göstergelerin uygulanması gerekmektedir. Birbirleriyle etkileşim halinde olan üniversiteler sayesinde öğrenci ve öğretim üyelerinin modern teknolojili bir atmosferde yer almasıyla gelişimin önünün açılması beklenmektedir. Elektronik kaynak kullanımının yaygınlaşmasıyla öğrenci tarafındaki akademik araştırma oranının artması da beklenmektedir. Artan elektronik kaynak kullanımı, dijital yayıncılığı tetikleyecek, yükseköğretimde başlayan ve ülkeye yayılan bir dijitalleşme meydana gelecektir. Dijitalin etkinliğini genişletmek ve geliştirmek yükseköğretim kurumlarının öncülüğünde ülke genelini kapsayacak bir yöntemdir.

## 4. Kaynaklar

**[1]** Gültekin, N.; Çelik, A.; Zekeriya, N. A. S. Üniversitelerin Kuruldukları Kent'e Katkıları. Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi, 2008, 7, 64-269.

**[2]** Kocaman, M. S. Akıllı Şehir Kriterleri ile Akıllı Kampüs Indeksi Oluşturulması. İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi. 2020, 2, 1–6, https://doi.org/10.47769/izufbed.751815

**[3]** Zygiaris, S. Smart city reference model: Assisting planners to conceptualize the building of smart city innovation ecosystems. Journal of Knowledge Economy. 2011, 4, 217-231. https://doi.org/10.1007/s13132-012-0089-4

**[4]** http://www.smart-cities.eu/?cid=2&ver=4

**[5]** Aihemaiti, A., Türkiye'deki Akıllı Şehirlerin Sıralama Modeli, Yüksek Lisans Tezi, T.C. İstanbul Ticaret Üniversitesi, İstanbul, 2018

**[6]** https://dijitalturkiyeplatformu.org/hakkimizda/digital-europe/

**[7]** Etzkowitz, H., The triple helix of university-industry-government: implications for policy and evaluation, Swedish Institute for Studies in Education and Research. 2002

**[8]** Sitnicki, M. Development of a Model of Digital Research Universities. Baltic Journal of Economic Studies. 2018, 4, 311-318. https://doi.org/10.30525/2256-0742/2018-4-1-311-318

[**9]** Wang, C., "Intelligent Integration of Digital Resources in University Libraries Based on Mobile Agent Distributed Computing", 2020 IEEE International Conference on Artificial Intelligence and Computer Applications (ICAICA), Dalian, China, 2020, pp. 239-244

**[10]** Atkinson, R. D.; Castro, D. Digital Quality of Life: Understanding the Personal and Social Benefits of the Information Technology Revolution. SSRN Electronic Journal. 2008,15–25. https://doi.org/10.2139/ssrn.1278185

**[11]** https://dijitalturkiyeplatformu.org/wp-content/uploads/2020/05/covid-sonrasi-bit-sek-arastirma-rapor-sunumu-son.pdf

**[12]** Hakan, K. Ö. Digital transformation in higher education: a case study on strategic plans. Высшее образование в России. 2020.

**[13]** https://www3.weforum.org/docs/WEF_Technology_Futures_GTGS_2021.pdf

**[14]** Loukkola, T.; Peterbauer, H.; Gover, A. Exploring higher education indicators. European University Association,2020.

**[15]** Günerhan S.A.; Günerhan H. Türkiye için Sürdürülebilir Üniversite Modeli. Mühendislik ve Makine, Appl. Sci. 2016, 57, 54-62.

**[16]** Giffinger, R.; Gudrun, H. Smart cities ranking: an effective instrument for the positioning of the cities?. ACE: architecture, city and environment. 2010, 4, 7-26. http://dx.doi.org/10.5821/ace.v4i12.2483

# YÖNETİCİLERİN AKILLI OTEL UYGULAMALARI HAKKINDAKİ GÖRÜŞLERİ: ANKARA ÖRNEĞİ

***Kübra Tüt*[1], Azize Hassan[2]***
[1]Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Turizm İşletmeciliği Yüksek Lisans Öğrencisi, Ankara-Türkiye, kubra.tut@hbv.edu.tr
[2]Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, Turizm Fakültesi, Turizm İşletmeciliği Bölümü, Ankara-Türkiye, azize.hassan@hbv.edu.tr
*Sorumlu yazar: kubra.tut@hbv.edu.tr

**Özet:** *Akıllı turizm kavramı ile birlikte akıllı otel kavramı da gelişim göstermeye başlamıştır. Akıllı otel, teknolojik gelişmelerin sunulan hizmet ile birlikte entegre bir sistem haline gelerek, müşterinin daha kaliteli bir deneyim elde etmesini sağlamaktadır. Çalışmanın amacı, otel işletmeleri yöneticilerinin akıllı otel uygulamaları hakkındaki görüşlerini belirlemektir. Nitel araştırma modellerinden fenomenolojik araştırma modelinin kullanıldığı bu araştırmada veriler, kartopu örneklem ve amaçlı örnekleme yöntemi ile elde edilmiştir. Araştırmada, Ankara'da yer alan dört ve beş yıldızlı otel işletmelerinin yönetici pozisyonundaki 9 kişi ile çevrimiçi ve yüz yüze görüşmeler sağlanmıştır. Veri toplama aracı olarak yapılandırılmış görüşme formu ve doküman analizi yöntemi kullanılmıştır. Görüşme formunda araştırmanın amacını gerçekleştirmeyi amaçlayan ve destekleyen nitelikte 7 soru bulunmaktadır. 2021 yılının Aralık ayında yürütülen bu çalışmada elde edilen veriler içerik analizi ile analiz edilmiştir. Yöneticiler, akıllı otel uygulamalarından elde edebilecekleri avantajların farkında olmalarına rağmen yatırımlarını sınırlı düzeyde gerçekleştirmektedirler. Otellerin mevcut altyapılarının da kısıtlı düzeyde olduğu görülmektedir. Akıllı otel uygulamaları sayesinde misafirlere hizmet etme boyutunda hız sağlandığı, tasarruf elde edildiği, iş gücü yükünün azaldığı ve gelirlerin arttığı bulgulanmıştır. Otel işletmelerinde alışılmış hizmet anlayışı nedeniyle, akıllı otel uygulamalarına hem misafirlerin hem de çalışanların adapte olmasının zor olacağı düşünülmektedir. Araştırmanın sonucunda otellerin yöneticilerinin akıllı otel uygulamalarına olumlu yaklaştıkları, ancak teknolojinin kullanımının getirebileceği olumsuz durumlardan dolayı endişe duydukları saptanmıştır.*

***Anahtar Kelimeler:*** *Akıllı Turizm, Akıllı Otel, Akıllı Otel Uygulamaları, Otel İşletmeleri, Ankara.*

# MANAGERS' VIEWS ON SMART HOTEL APPLICATIONS: ANKARA EXAMPLE

***Kübra Tüt*[1], Azize Hassan[2]***
[1]Ankara Hacı Bayram Veli Unıversity, Institute of Graduate Programs, Tourism Management Master Degree Student, Ankara-Turkey, kubra.tut@hbv.edu.tr
[2]Ankara Hacı Bayram Veli University, Tourism Faculty, Tourism Management Department, Ankara, Turkey, azize.hassan@hbv.edu.tr
*Corresponding author: kubra.tut@hbv.edu.tr

**Abstract:** *Along with the concept of smart tourism, the concept of smart hotels has started to develop. The smart hotel becomes an integrated system technological developments, together with the service offered, enabling the customer to get a better quality experience. The aim of the study is to determine the opinions of hotel managers about smart hotel applications. In this study, in which the phenomenological research model, one of the qualitative research models, was used, the data were*

*obtained by snowball sampling and purposive sampling method. In the research, online and face-to-face interviews were conducted with 9 people in managerial positions of four and five-star hotels in Ankara. Interview form and document analysis method structured as data collection tool is used. There are 7 questions in the interview form aimed at and supporting the purpose of the research. The data obtained in this study carried out in December 2021 were analyzed with content analysis. Although managers are aware of the benefits they can get from smart hotel applications, they make their investments at a limited level. It is seen that the existing infrastructure of the hotels is also limited. Thanks to smart hotel applications, it has been found that the size of serving guests is accelerated, savings are achieved, the workload of the workforce decreases and revenues increase. Due to the habitual service concept in hotel enterprises, it is thought that it will be difficult for both guests and employees to adapt to smart hotel applications. As a result of the research, it was determined that the managers of the hotels approached smart hotel applications positively, but they were worried about the negative situations that the use of technology could bring.*

***Keywords:*** *Smart Tourism, Smart Hotel, Smart Hotel Apps, Hotel Businesses, Ankara.*

## 1. Giriş

Günümüzde insan hayatını etkileyen faktörlerin başında bilindiği üzere teknolojik gelişmeler gelmektedir. Bu gelişmelerden elbette turizm sektörü de etkilenmektedir. İnsanlar seyahat ederken bilgi edinebilmek için daha çok internete bağlanmakta ve mobil aplikasyonları tercih etmektedirler. Özellikle Z kuşağının gelişen teknolojiye kolayca uyum sağlamaları ve turizm hareketliliğine katılımlarının fazla olması da teknolojinin turizm sektöründe kullanılmasını zorunlu hale getirmektedir [1, p. 169]. Bu sebeple turizm sektöründe akıllı teknolojiler ile entegre bir bilgi sistemi yapısına ve bunların kullanılmasına ihtiyaç duyulmaktadır [2, p. 280].

Otel işletmeleri, mevcut ve potansiyel müşterilerine ulaşabilmek için internet teknolojilerini yoğun bir şekilde kullanmaktadırlar. Teknolojinin sağladığı fırsatları kullanarak da verimliliklerini artırmaktadırlar [3, p. 528]. Bilgi ve iletişim teknolojilerindeki bulut bilişim, mobil aplikasyonlar, yapay zekâ, robot teknolojisi ve 3 boyutlu baskı gibi teknolojilerin turizmle uyumlu ve entegre olarak kullanılması ile Turizm 4.0 devriminin yaşanmaya başlandığı belirtilmektedir [4, p. 1632]. Ayrıca bu gelişmelerin turizmde "akıllı turizm", "akıllı destinasyon" ve "akıllı otel" kavramlarının ortaya çıkmasına yol açtığı vurgulanmaktadır [5, pp. 86-87].

Akıllı turizm, akıllı teknolojilerin turizm endüstrisindeki tüm unsurlar tarafından kullanıldığı, turizm deneyimlerinin teknoloji ile bütünleştirildiği ve hizmet sunumlarının teknoloji yardımıyla gerçekleştirildiği yeni bir hizmet türü olarak tanımlanmaktadır [3, p. 535]. Akıllı otel ise, müşterilerin daha kaliteli ve rahat bir tatil ortamına sahip olması için birlikte çalışan çeşitli bilgi teknolojilerine sahip otel işletmesi olarak tanımlanmaktadır [6, p. 67]. Turizm işletmelerinde temel hizmet ögelerinden olan konaklama işletmeleri, resepsiyon, rezervasyon, misafir ilişkileri, yiyecek ve içecek hizmetleri gibi alanlarda teknoloji kullanılabilmektedir. Otel işletmelerinin tüm alanlarının yürütülmesi ve yönetimi için merkezi rezervasyon sistemleri ve otel otomasyon sistemleri ana teknoloji olarak kullanılmakla birlikte, otel işletmelerinde mobil uygulamalar gibi akıllı teknolojilerin kullanımı da giderek yaygınlaşmaktadır [3, p. 537].

İlgili literatür incelendiğinde, akıllı otel uygulamaları hakkında otel işletmeleri yöneticileri ile yapılmış sınırlı sayıda çalışmaya ulaşılmıştır [1] [7] [8] [9] [10] [11] ve Ankara üzerinden yürütülen bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu nedenle söz konusu gelişmelerle ilgili olarak konaklama işletmelerinin yöneticilerinin konuya ilişkin görüşlerini alabilmek için Ankara'da faaliyet gösteren dört ve beş yıldızlı otel işletmelerinde görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Değişen teknoloji koşullarıyla birlikte gelişim gösteren akıllı otel uygulamalarının konu kapsamında literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

## 2. Kavramsal Çerçeve

### 2.1. Akıllı Turizm

Günümüzde şehirlerdeki insan yoğunluğu giderek artmakta, bu durum da ulaşım, sağlık, turizm gibi sektörleri yavaşlatarak aksamasına neden olmaktadır. Bu noktada teknoloji şehirlere entegre edilmeye başlamış, turizm sektörünün de teknolojiyi kullanmaya başlamasından sonra ortaya yeni bir turizm türü olan akıllı turizm çıkmıştır. Wang, Li, Zhen ve Zhang [12, p. 310]'a göre, akıllı turizmin gelişmesinde etkili olan bir diğer konu ise, turizm paydaşlarının turist deneyimlerini geliştirmek istemelerinden dolayı turistlerin akıllı turizm uygulamaları tercihlerini anlamak, değerlendirmek ve buna göre hizmet kalitesini artırmak kritik bir öneme sahiptir.

Literatürde akıllı turizm ile ilgili yapılan pek çok tanım bulunmaktadır. Zhang, Li ve Liu [13] akt. [14, p. 77]'ya göre, mobil iletişim teknolojilerinin gelişmesiyle, turistlerin doğru bilgi ve kaliteli hizmet elde edebilmeleri için turizm kaynaklarını, IOT (nesnelerin interneti), yapay zekâ, bulut bilişim gibi teknolojilerle birleştiren turizm türü akıllı turizmdir. Gretzel vd. [15, p. 560]'e göre, akıllı turizm, büyük miktarlarda veri toplamak, anlayış yaratmak ve destinasyondaki tüm paydaşlara anlık destek sağlamak için nesnelerin interneti, yapay zekâ ve mobil iletişim gibi akıllı teknolojilerin bütünleştirici olarak kullanımıdır. Bir başka tanıma göre, turistlerin seyahatleri boyunca elde ettikleri bilgi hizmetleri akıllı turizm olarak tanımlanmaktadır [16, p. 115].

Akıllı turizmden söz edebilmek için akıllı deneyim, akıllı iş ekosistemi ve akıllı turizm destinasyonu gibi bazı bileşenlerin bulunması gerekmektedir. Akıllı deneyimler; oluşturma, yönetme ve sunma konusunda akıllı teknolojileri kullanan ve bilgi paylaşımı ve değer ortak yaratımıyla nitelendirilen turizm sistemidir [17, pp. 180-181]. Turizm destinasyonuyla ilgili bilgilerin entegre edilerek, çeşitli paydaşların faydalanabileceği bir teknolojik platform kullanımı gerekmektedir. Akıllı deneyimde, bu teknolojik platformlar; bulut bilişim, nesnelerin interneti ve mobil uygulamalardır [18, pp. 289-290]. Akıllı iş ekosistemi, müşteriler, piyasa aracıları, teknolojik sistemler, tedarikçiler ve iş ekosisteminden oluşmaktadır [19, p. 99]. Turistik ekosistem fikri ise, turistik deneyim üretimi, çeşitli endüstri oyuncuları ve devlet kurumları arasında sürekli koordine olmayı ve işbirliği yapmayı gerektirdiğinden uygulanması gereken bir sistemdir [19, p. 99]. Son olarak akıllı turizm destinasyonu, mobil son kullanıcı araçları tarafından oluşturulan, kişiselleştirilmiş bilgiler ve gelişmiş hizmetler sunabilmek için yapay zekâ, bulut bilişim ve nesnelerin interneti gibi bilgi iletişim teknolojilerini uygulayan platformşeklinde ifade edilmektedir [20] akt. [21, p. 4].

Turizm sektöründe kullanılan akıllı uygulamaları Yalçınkaya vd. [5] çalışmalarında konaklamaya, ulaşıma ve etkinliklere yönelik olmak üzere üç grupta sınıflandırmıştır. Bu çalışmada, konaklamaya yönelik akıllı uygulamalar ele alınmıştır.

### 2.2. Akıllı Otel Kavramı ve Akıllı Otel Uygulamaları

Akıllı turizmin gelişimiyle akıllı otel kavramı ortaya çıkmıştır. Akıllı otel, konaklayan kişilere saygın ve cazip bir tatil sunabilmek amacıyla bilgi teknolojilerinin beraber çalıştığı otel olarak ifade edilebilmektedir. Ayrıca müşterilere yeni bir zekâ deneyimi sunmak için yapay zekâ ve hizmet konseptini kullanan bir dizi yeni bilgi ve iletişim teknolojisine (BİT) sahip akıllı oteller olarak da tanımlanabilir [22, p. 2]. Kim, Lee ve Han [23, p. 2]'a göre akıllı otellerin önemli sayılan özellikleri, veriye dayanan sistemler, gelişmiş teknolojiler ve yapay zekâ nesnelerin interneti kullanımı ile insandan bağımsız üretilebilen çözümler vasıtasıyla otomatikleştirilmiş akıllı hizmetlerdir. Tablo I'de otellerde kullanılan akıllı uygulamalara yer verilmiştir.

Tablo I. Otellerde Kullanılan Bazı Akılı Uygulamalar

| **Akıllı Otel Parçası** | **Hizmetler** |
|---|---|
| Akıllı Telefon Otel Uygulaması | Gelişmiş arayüz ile sunulan zengin kriter seçeneği ile uygun otel arama |
| | Resepsiyonisti beklemek zorunda kalmadan otele giriş yapabilme |
| | NFC özellikle akıllı telefonu kimliğin tanınması ve telefonun oda anahtarı olarak kullanabilme |
| | Otel odasının ısı, ışık, mini-bar vb. kaynaklarını yönetebilme |
| | Konsiyersi hizmeti olarak spa, havuz, fitness salonu gibi otelin farklı tesislerinin yanı sıra turistik yerlerin açıklamaları da dahil olmak üzere sunulan otel rehberi hizmetine erişebilme |
| | Daha kapsamlı görselleştirme sağlamak amacıyla kullanılan multimedya içerikten faydalanabilme |
| | Otel ortamını ses ve grafikler şeklinde sanal bilgisayar tarafından üretilen arttırılmış gerçeklik teknolojisi ile görüntülemek ve çevredeki yerler hakkında telefonun ekranını tutarak arttırılmış gerçeklik teknolojisi ile bilgi alabilme |
| | Otelde çıkış işlemlerini yaparak, mini dolapta tükettikleri içkiler ve ekstra ödemelerin de eklendiği faturayı uygulama aracılığıyla ödeyebilme |
| | Temassız ödeme ile otel içinde ödemeleri yapabilme |
| Kişiselleştirilmiş Servisler | Akıllı otel sistemi, müşterilerin TV, klima, mini-bar kullanımı ve kullanılan hizmetler hakkında geçmiş tercihlerini müşteri profili veri tabanında tutar ve sonraki gelişlerinde bu verilere göre hizmetlerini kişiselleştirir<br>- Otel odasındaki mini dolaba önceden en çok tercih edilen ve tercih edebileceği içeceklerin konması |
| Akıllı Kart | Önceden para yüklenen kart ile otel içinde alışveriş yapabilme |
| Kiosk | Mobil uygulama ile sağlanan tüm hizmetlere erişebilme |
| | Akıllı karta para yükleme |
| Akıllı Garson | Restorandaki otel personelinin el cihazına yüklü yazılımı kullanarak, müşterilerin geçmiş tercihlerinin yanı sıra onların demografik bilgilerini de kullanarak müşteriye menü öğeleri tavsiyesi yapabilmesi |
| Akıllı Oda | Müşteri, odada sesli komut ile oteldeki aktiviteler hakkında bilgi almak istediğini söylediğinde, akıllı büyük ekranlara oteldeki günlük aktiviteler, kahvaltı/öğle yemeği zamanları ve menüler yansıtılması. Sonrasında, akıllı büyük ekranların değiştirilebilen duvar kâğıdı görünümü alması |
| | Ses komutları ile banyodaki suyun sıcaklığını ve basıncını ayarlanabilmesi ve banyodaki akıllı büyük ekranlardan istediği videoyu ses komutlarıyla açabilmesi |

| | |
|---|---|
| | Odadaki sensörler, oda koşullarını sürekli takip eder, gerekli durumda sistem, konuklar uyurken klimayı sıcaklık ve nem için otomatik olarak ayarlar |
| | Konukların sağlık durumlarında acil bir durum oluştuğunda, sistem doktora haber verir. Ayrıca, tuvaletteki sensörler idrarda kan ve şekeri ölçer. Bu sensörler vasıtasıyla, ölçüm sonuçları düzenli olarak temin edilebilir ve sorunlu bir durum algılandığında ise, daha sonra gerekli ilk yardım önlemleri derhal alınır |
| Çocuk Takip Bileklikleri | Müşterinin RFID özellikli bilekleri takan çocuğunu, büyük ve kalabalık oyun alanında cep telefonu aracılığı ile hem kameradaki görüntülerinden hem de kolundaki bileklik aracılığı ile konumundan takip edebilmesi |
| Personel Performans Yönetim Sistemi | Gerçek zamanlı servis ve bekleme sürelerini sensörler ve garsonun kullandığı el cihazı aracılığı ile alınması. |
| | Performansı yönetilen ve ücretlendirilen personelin verimliliği artması ve bu veriler sayesinde sistemde sorunlu yerler kısa sürede tespit edilip, gerekli çözümler hemen geliştirilmesi. Dolayısı ile hizmet hızı artması. |
| Akıllı Otel Kaynakları Yönetimi | Mini buzdolabında yer alan RFID okuyucularından alınan bilgi, ilgili otel personelinin el cihazına bu içeceğin yenisi koy şeklinde görev bilgisine dönüşerek verilir. |
| | Stoğa dair gerçek zamanlı veriler tutulması, böylece herhangi bir müşteri bir şeyin bitmesi sebebi ile herhangi bir problemle karşılaşmaması |

**Kaynak:** Gökalp ve Eren [2, pp. 283-284].

Akıllı otel uygulamalarının faydaları arasında hizmet kalitesinin artması, zamandan tasarruf sağlanması, daha az iş yükünün olması, müşteri memnuniyetinin artması ve sadakatin sağlanması, karlılık ve verimliliğin artması olarak sıralanabilirken zorlukları olarak maliyetinin yüksek olması, gizlilik ve güvenlik konusunda endişelere neden olması sayılabilir [2, pp. 283-284].
Dünya çapında teknolojik gelişmeleri yakından takip eden ve bu konuda yatırımlarını üst düzeyde gerçekleştiren uluslararası zincir otel işletmelerine Marriott, Hilton, Starwood, Intercontinental ve Accor grupları örnek verilebilir. Starwood Hotel kat görevlisi olarak robot kullanmaktadır. Henn na Hotel odalara girişte yüz tanıma sistemini kullanmaktadır. Mobil uygulamalar sayesinde check/in, oda siparişi gibi konularda Starwood, Marriott ve Hilton grubu öne çıkmaktadır. Four Seasons Hotel, uygulamalar aracılığıyla misafirlere konsiyerj hizmeti sağlamaktadır. Radisson Blu Hotel ise akıllı bina sistemleri sayesinde kişiselleştirilmiş hizmet sunmaktadır [8, p. 606].

## 3. Yöntem

### 3.1. Araştırmanın Modeli

Bu araştırma nitel araştırma yöntemlerinden fenomenolojik araştırma modeli ile oluşturulmuş ve yürütülmüştür. Araştırmada nitel araştırma tekniğinin seçilmesinin nedeni, araştırılmak istenen konu ile ilgili bilgileri, olguları, kavramları anlamak ve açıklamaktır. Görüşmenin amacı, araştırmada yer alan katılımcıların çalışmanın konusu ile ilgili duygu, düşünce ve bilgilerini detaylı bir şekilde açıkladığı, öznel bakış açılarını belirlemektir. Araştırmanın problemi, otel işletmelerindeki yöneticilerin akıllı otel uygulamaları hakkındaki görüşlerinin ne olduğudur.

### 3.2. Çalışma Grubu

Ankara ilinde yer alan dört yıldızlı 58 otel işletmesi ve beş yıldızlı 29 otel işletmesi bulunmaktadır

[24]. Bu çalışma Ankara'da faaliyet gösteren 9 tane dört ve beş yıldızlı otel işletmeleri üzerinde yürütülmüş ve toplamda dokuz yönetici ile görüşme sağlanmıştır. İlgili alanyazın incelendiğinde akıllı otel uygulamalarının daha çok uluslararası ve zincir dört ve beş yıldızlı otel işletmelerinde yaygın bir kullanımı saptandığından dolayı çalışma dört ve beş yıldızlı otellerle sınırlandırılmıştır. Görüşme gerçekleştirilen yöneticiler, genel müdürler ve ön büro müdürlerinden oluşmaktadır. Çalışmada yer alan katılımcıların sekizi erkek, biri kadındır.

### 3.3. Verilerin Toplanması

Veri toplama aracı olarak yapılandırılmış görüşme formu ve doküman analizi yöntemi kullanılmıştır. Görüşme soruları literatür taramasından sonra uzman görüşü desteği ile düzenlenmiştir. Görüşme formunda araştırmanın amacını gerçekleştirmeyi amaçlayan ve destekleyen nitelikte 7 soru bulunmaktadır. Görüşmeler yüz yüze ve çevrimiçi olarak gerçekleştirilmiş olup ortalama 5-10 dakika sürmüştür. Görüşmeler, 2021 yılının Aralık ayında gerçekleşmiştir. Çalışmanın güvenilirliğini arttırmak amacıyla sorular hazırlanırken uzman görüşüne başvurulmuştur.
Araştırmanın amacına yönelik görüşme esnasında sorulan sorular aşağıda verilmiştir:

1- Akıllı otel uygulamaları hakkındaki düşünceleriniz nelerdir?
2- Akıllı otel uygulamaları hakkında mevcut altyapınız ne durumdadır?
3- Sizce, akıllı otel uygulamaları Ankara'nın turizm potansiyelini ve pazar payını arttırabilir mi? Ankara turizmine katkı sağlar mı?
4- İşletmenizde akıllı otel uygulamaları ile elde ettiğiniz/edebileceğiniz avantajlar nelerdir/neler olabilir?
5- Akıllı otel uygulamalarında karşılaşılabilecek güçlükler neler olabilir?
6- Sizce, ilerleyen zamanlarda akıllı otel uygulamaları, oteller için bir gereklilik unsuru/zorunlu bir ihtiyaç olabilir mi?
7- Otelinizin kullandığı akıllı otel uygulamalarına örnek/örnekler verebilir misiniz?

### 3.4. Verilerin Analizi

Araştırmacılar tarafından edinilen bilgiler öncelikle bilgisayar ortamına aktarılarak yazılı hale getirilmiştir ve ardından nitel araştırma tekniklerinden biri olan içerik analizi kullanılarak çözümlenmiştir. Görüşmeye katılan katılımcılar, isimlerinin çalışmada açık bir şekilde görünmesini istemediklerinden dolayı sırasıyla K1, K2, K3, K4, K5, K6, K7, K8 ve K9 olarak adlandırılmıştır.

## 4. Bulgular

Otelin üst düzey yöneticilerinin akıllı otel uygulamaları hakkındaki görüşlerini anlayabilmek amacıyla yapılan çevrimiçi ve yüz yüze görüşmelerin temel alındığı bu çalışmada öncelikle genel düşünceler ortaya konulmuş ve daha sonra da ilginç olan ifadeler aynen sunulmuştur.

Tablo II. Katılımcıların Özellikleri

| Katılımcı | Görevi | Cinsiyeti |
|---|---|---|
| **K1** | Ön Büro Müdürü | Kadın |
| **K2** | Genel Müdür | Erkek |
| **K3** | Genel Müdür | Erkek |
| **K4** | Ön Büro Müdürü | Erkek |
| **K5** | Ön Büro Müdürü | Erkek |
| **K6** | Ön Büro Müdürü | Erkek |
| **K7** | Genel Müdür | Erkek |
| **K8** | Ön Büro Müdürü | Erkek |
| **K9** | Ön Büro Müdürü | Erkek |

Tablo 2'de görüldüğü üzere katılımcıların üçü genel müdür ve altısı ön büro müdürüdür. Katılımcılardan sekizi erkek iken biri kadındır.

Çalışma grubuna sorulan ilk soru; *"Akıllı otel uygulamaları hakkındaki düşünceleriniz nelerdir?"* sorusudur. Katılımcıların çoğunun bu soruya vermiş oldukları cevaplar akıllı otel uygulamalarının çağın gerekliliklerinden olduğu ve akıllı otel uygulamaları kullanan otellere ciddi avantajlar sağladığı yönündedir. Akıllı otel uygulamaları maliyetleri azaltmakta, hem enerji kaynakları bakımından hem de personel bakımından tasarruf sağlamakta, misafir memnuniyetine olumlu yönde katkıda bulunmakta ve gerçekleştirilen işlemlerin daha hızlı ve güvenilir olmasını sağlamaktadır.

K2: *"Akıllı otel uygulamaları gerek personel gerek misafir anlamında yapılan işlemlerin hızlı, güvenilir ve takibi açısından otelcilikte yeni bir hareketin öncüsü olacağına inanıyorum."*

K6: *"Akıllı oteller günümüzün artık vazgeçilmezidir. Dolayısıyla adaptasyonunu tamamlayamayanların artık sektörel anlamda geride kalacağı, misafir profilinde kayıp yaşayacağı ortada olan bir durumdur. O yüzden tamamen teknolojiyle tam entegre olabilen otellerin hem pazardaki gücü hem de repitasyonu artacaktır. Tüm yatırımlarda teknoloji en önemi önceliklerden birisi olmalıdır."*

K7: *"Akıllı otel uygulamalarının otellerin belli departmanlara uygulanması ile otel içerisinde çalışan personelin ve konaklayan misafirlerin oteldeki ihtiyaçlarını kolaylaştırarak memnuniyeti iki taraflı arttırmaktadır. Memnuniyetle birlikte maliyetlerin de belli oranda azalmasına neden olmaktadır."*

K9: *"Bu konuda en etkin olacağını düşündüğüm konular gelişmiş sürdürülebilirlik, zaman tasarrufu, enerji tasarrufu, personel tasarrufudur. Ayrıca akıllı otel uygulaması sayesinde kontrol tamamen misafirde olacağından memnuniyet açısından önemlidir. Gelişmiş misafir deneyimi tekrar tercih sebebi olabilir."*

Araştırmaya katılan çalışma grubundaki çoğu kişinin bu tarz cevaplar verdiği tespit edilmiştir. Ancak ön büro müdürü olan K5 ve K8, akıllı otel uygulamaları hakkında yaşadıkları olumsuzluktan dolayı

tedirginliklerini dile getirerek misafir ilişkilerini zayıflatacaklarını düşünerek şu söylemde bulunmuştur:

K5: *"Her sektörde hızlı bir şekilde değişen teknoloji turizm sektöründe de kendini göstermektedir. Misafirlerimiz artık online c/in veya c/outlarını çok hızlı bir şekilde yapıp resepsiyonda geçirdikleri zaman dilimini çok azaltmışlardır. Turizm sektörü hizmet anlamında insan üzerine kurulduğu için teknolojinin kullanımını daha dikkatli kullanmakta yarar vardır. Örneğin online c/in ve c/out bizlere misafirlerimize daha detaylı dokunma fırsatı tanımamaktadır."*

K8: *"Maliyetleri azaltma, verilen hizmetlerin daha sağlıklı ve hızlı olması, odalarda gerçekleşebilecek arızaların tespiti için gayet sağlıklı uygulamalardır. Ancak misafir ilişkilerini zayıflatacağını düşünüyorum."*

Çalışma grubuna sorulan ikinci soru; *"Akıllı otel uygulamaları hakkında mevcut altyapınız ne durumdadır?"* sorusudur. Katılımcıların çoğunun bu soruya vermiş oldukları cevaplar mevcut altyapılarının kısıtlı akıllı otel uygulamalarını karşılayabilecek düzeyde olduğu yönündedir. Mevcut altyapıları bulunmayan otel işletmeleri ise bu durumu geliştirmek adına çalışmalar yürüttüklerini söylemektedir.

K2: *"Bu konuda mevcut binamızda altyapımız bulunmamakta ama bu durumun geliştirilebilmesi için gerekli çalışmalar ve araştırmalar yapılmaktadır."*

K3: *"Mevcut altyapımız bir kısım akıllı uygulamaları kullanabilmek için yeterlidir. Fakat hızla gelişen teknoloji karşısında yeni yatırımlar yapmak gerekli olacaktır."*

K7: *"Her yıl belli oranda güncellemeler yapılarak teknoloji seviyesi arttırılmaya devam etmektedir."*

K9: *"Akıllı otel uygulamaları olarak yeterli altyapımız yok. Bunları kısmi olarak kullanmaktayız."*

Uluslararası marka altında faaliyetlerini yürüten otel işletmelerinin belirli standartlara sahip olduğu saptanmıştır. Bu bağlamda K6'nın verdiği cevap şöyledir:

K6: *"Uluslararası bir marka olduğumuzdan dolayı belirli global standartlara bağımlı durumundayız. Kalitemiz de buradan geliyor. Bu tür teknolojik ilerlemelerde ve her türlü inovasyonlarda en önde olan otellerden birisi durumundayız. Buna mecburuz. Global standartları takip edip yatırım gerçekleştirmek bizler için çok önemli olduğundan teknolojide öncül olan markalardan biriyiz."*

Akıllı otel uygulamalarının sadece altyapı ile ilişkilendirilemeyeceğini söyleyen K5, misafir boyutuna da dikkat çekmiştir.

K5: *"Bu uygulamalar geçiş noktasında bence sadece işletmelerin mevcut altyapıları değil misafir profili ve bu uygulamaların uygulanabilirlikleri de değerlendirilmelidir. Bu bağlamda otel olarak biz altyapı imkanlarına sahip olsak da değişimler için farklı iyileştirmelere ihtiyacımız vardır."*

Çalışma grubuna sorulan üçüncü soru; *"Sizce akıllı otel uygulamaları Ankara'nın turizm potansiyelini ve pazar payını arttırabilir mi? Ankara turizmine katkı sağlar mı?"* sorusudur. Katılımcılarının çoğunun bu soruya vermiş oldukları cevaplar kısmi olarak bir katkı sağlayacağı ancak tek başına yeterli olamayacağı yönündedir. Akıllı otel uygulamaları ile birlikte personelin niteliği, şehrin akıllı uygulamalar ile geliştirilmesi ve misafirlere kaliteli hizmet sağlanmasının da teknolojik ilerlemeyi destekler nitelikte olacağı söylenmektedir.

K1: *"Rahatlık, ulaşılabilirlik anlamında sektöre katkı sağlayacaktır ancak Ankara'nın turizm potansiyeline etkisi olacağını düşünmüyorum."*

K3: *"Akıllı uygulama kullanan oteller misafirlerin Ankara'ya ziyaretlerinde tercih sebebi olabilir. Fakat tek başına bu sebep ile insanların Ankara'ya gelmesine fayda sağlamaz. Eğer tüm şehir akıllı uygulamalar ile donanır ise bir miktar yardımcı olabilir."*

K4: *"Ankara pazarındaki asıl problem destinasyon olarak buranın bir cazibe merkezi olmamasıdır. Bu noktada gerek uçakların iniş sağlayacağı bir nokta gerek çevre illerinkatılabileceği bir popüler geçiş noktası haline gelmeden akıllı otel uygulamalarının potansiyeli ve pazar payını yükselteceğini düşünmüyorum."*

K7: *"Otelin akıllı otel olması ilk etapta farkındalık sağlayabilir ancak yine de personelin iyi eğitim almış olması ve misafirlerle ilgilenmesi gerekmektedir."*

K8: *"Tek başına katkı sağlayacağını düşünmüyorum. Ankara'nın turizm potansiyelini ve pazar payını arttırabilecek en önemli etken nitelikli turizm sektörü çalışanı yetiştirmektir. Turisti getiren ve sürekliliğini sağlayan, turistin aldığı hizmetin kalitesidir. Bu bağlamda insan faktörü en önemli yerdedir. Teknoloji bu noktada sadece yardımcı faktör olabilir."*

Akıllı otel uygulamalarının muhakkak katkı sağlayacağını dile getiren K6, şunları söylemiştir:

K6: *"Katkı tabi ki sağlayacaktır. Yeni jenerasyonlara hitap edebilmek ve hizmetin değişiklik gösterdiği bu süreçte akıllı otel olmak bir zorunluluktur. Bu Ankara'da da olsa böyle başka bir yerde de olsa böyle. Akıllı otel uygulamalarının bir ayağı da yapay zeka tabanlı teknolojiler olmak zorundadır. Dolayısıyla sizin her türlü istatistiki verilerinizi oluşturmanız size hız kazandıracaktır ve öncü olmanızı sağlayacaktır. Hem misafir ayağında hem de iş geliştirme ayağında çok kıymetlidir."*

Çalışma grubuna sorulan dördüncü soru; *"İşletmenizde akıllı otel uygulamaları ile elde ettiğiniz/edebileceğiniz avantajlar nelerdir/neler olabilir?"* sorusudur. Katılımcıların çoğunun bu soruya vermiş oldukları cevaplar misafirlere hizmet etme boyutunda hız sağlayacağı, tasarruf sağlanacağı, iş gücü yükünün azalacağı, gelirlerin artacağı ve güvenirlik açısından önemli olduğu yönündedir.

K3: *"Misafirler ile daha hızlı ve etkin iletişim kurulabilir. Bu, misafirlerin isteklerine, sorularına daha hızlı cevap vermek, tercihlerini belirleyip kişilere göre hizmet ve ürün sağlamaya yarar ve gelirin artışına olanak sağlar. Aynı zamanda iş gücünden de tasarruf sağlar."*

K4: *"Cevabı ikinci ve üçüncü sorunun detaylarında saklı. Ancak uygulamalara geçişler olursa toplantı salonlarında kullanıcılara bağlı ısıtma ve soğutma uygulamaları ile enerji tasarrufları, misafirlerin kişiselleştirilmiş konaklama imkanları, geri bildirimlerin daha hızlı ve efektif alınması ve yanıtlanması, misafir deneyimini iyileştirerek loyalty yani bağlılık programlarına sempati oluşturulması dolayı ile repeat guest dediğimiz tekrarlayan misafir profilinin arttırılması gibi başlıklar değerlendirilebilecektir. Oda içi kişiselleştirilmiş hologram yayınlar, misafirin otel içinde harcama yapmasının arttırılması vb."*

K7: *"Otel içerisinde misafirlerin istek ve beklentilerini daha önceden bildiğimiz şekilde hazırlayarak kişiye özel hizmet vermeye çalışıyoruz. Bütün departmanlara bu bilgiler iletilip takibi yapılabilmektedir. Maliyet oranları kontrol altına alınabilir."*

K8: *"Yangın algılama ve müdahale sistemiyle olası tehlikelere karşı hızlı müdahale şansımız arttı. Odaların aydınlatması, ısıtma ve soğutması, odalarda gerçekleşebilecek arızaların tespiti ve tamirinin hızlanması ile ciddi anlamda maliyetleri azaltabilecek sistemleri kullanmak isterdim. Ayrıca devamlı misafirlerimizin yeme-içme, uyandırma saati, oda sıcaklığı ve diğer özel istekleri ve tercihleri ile ilgili bir data bulunmasıyla misafirin her gelişinde otomatik olarak bu tercihlere göre*

*odasının hazırlanması son derece önemli olup önümüzdeki senelerde misafirlerin otel tercihlerinde önemli yer tutacaktır."*

K9: *"Otomasyon sistemleri ile misafir datası oluşturabilme, istek ve şikayetleri kayıt altına alma, misafir sürekliliğini sağlama konusunda önemli hale gelmeye başlamıştır. Mesela IP TV kullanıyoruz ve misafir odasındaki TV'den otelden yapmış olduğu harcamaları görebiliyor. Güvenirlik açısından önem arz ediyor."*

Akıllı otel uygulamalarından avantaj elde edebilmek için bazı noktalara dikkat edilmesi gerektiğini söyleyen K6, şunları dile getirmiştir:

K6: *"Burada bir parantez açmak istiyorum. Akıllı otel uygulamalarının bazı engelleri elbette mevcut. Özellikle hukuki engeller. Bunlara da çok iyi adapte olmak gereklidir. Adaptasyon sağlandıktan sonra avantaja döndürebilirsiniz. Özellikle misafir portföyünüz bu konuda talepkar ise, örneğin siz misafirlerinizin kişisel tercihlerine, beklentilerine bu sayede daha hızlı erişebilmeniz, kayıt altında tutabilmeniz, ona göre ön alabilmenizi sağlar. Hukuki altyapıyı sağlayıp misafirin onayı da alındıktan sonra sonsuz bir fayda sağlayacaktır. Dolayısıyla buna adapte olamayan oteller karşısında her zaman avantaj sağlayacaktır."*

Çalışma grubuna sorulan beşinci soru; *"Akıllı otel uygulamalarında karşılaşılabilecek güçlükler neler olabilir?"* sorusudur. Katılımcıların çoğunun bu soruya vermiş oldukları cevaplar yaşı yüksek olan misafirlerin bu uygulamaları kullanamayacağı, maliyetinin yüksek ve bakımının zor olacağı, sistemde yaşanabilecek sıkıntılar nedeniyle aksamalar yaşanacağı, personelin bu sisteme adapte olamayacağı ya da yeterli donanıma sahip olamaması ve alışılmış hizmet anlayışının kolay bir şekilde değişemeyeceği yönündedir.

K1: *"Kuşaklar arası farklar sebebi ile yaşı yüksek olan misafirler bu teknolojileri kullanmayı tercih etmeyebilir ve Türkiye'deki yasal uygulamalar nedeni ile istenilen tam sonuca ulaşamayabilir."*

K4: *"Teknolojik olarak uygulanabilecek yeniliklerde yine teknoloji bazlı sıkıntılar, yeniliğe direnç gösterebilecek misafir ve personel profillerinin yönetilmesi, veri güvenliğinin nasıl sağlandığı ve kullanıcılara bu noktada güven veren teknolojilerin seçimi."*

K5: *"Akıllı uygulamalar her yaş dilimi için uygun olmayabilir veya alışılmış bir hizmet yöntemi kolay kolay değişemeyebilir. Akıllı uygulamalar için zamana ihtiyaç duyulmaktadır."*

K7: *"Maliyet. Bu uygulamaları kullanacak personelin yeterli donanım seviyesinde olmaması."*

K8: *"Uzun süreli enerji ya da internet kesintilerinde hizmetlerin aksama olasılığı çok yüksektir. Ayrıca misafirlerle iletişim açısından da sağlıklı olmayabilir."*

K9: *"Elektronik bir sistem olduğundan bulut veri tabanlı çoğu sistemde oluşabilecek arıza vs.sıkıntı yaratabilir. Alt yapının çok iyi olması gerekmektedir. Yetişmiş IT personelinin bulunamaması ve maliyetini de ekleyebilirim"*

Akıllı otel uygulamalarında karşılaşılan en önemli güçlüğün hukuki engeller olduğunu dile getiren K6, şunları söylemektedir:

K6: *"Hukuki engeller olmak zorunda diye düşünüyorum. Çünkü kişisel veri denilen şey çok önemli. Maliyet de bir engeldir. Teknolojiye uyum da maliyet çok önemlidir. Bizim gibiülkelerde daha da önem kazanıyor. Bu teknolojilere adapte olmak konusunda zorluklar yaşanabiliyor. Ama başka bir engeli yok geriye kalan her şeyi fayda olarak görüyorum."*

Çalışma grubuna sorulan altıncı soru; *"Sizce, ilerleyen zamanlarda akıllı otel uygulamaları, oteller için bir gereklilik unsuru/zorunlu bir ihtiyaç olabilir mi?"* sorusudur. Katılımcıların çoğunun bu

soruya vermiş oldukları cevaplar gerekli olacağı yönündedir. Ancak hizmetin insandan insana yapılan bir olay olmasından dolayı önemli olanın bu olduğu da düşünülmektedir.

K2: *"Akıllı otel uygulamalarının çok faydalı olduğu kanısında olmakla birlikte misafirler ile bire bir ilgilenilmesi ve duygu hissiyatının oluşturulmasının da bir o kadar önemli olduğuna inanmaktayım."*

K3: *"Hayır, bu sistemler faydalı ve kullanışlı olmasına rağmen şart değil, sadece otel seçimlerinde tercih sebebi olabilir. Oteller de asıl olan insanlara insanlar ile hizmet verilmesidir."*

K7: *"Teknolojiye her zaman ihtiyaç duyulmaktadır. Dolayısıyla zorunluluk haline elbette gelecektir."*

K9: *"Teknolojiye ayak uydurabilmek gerekir. Dünyaca ünlü zincir oteller bu sistemlere geçiş yapmaktadır. Pazarda 'ben de varım' diyebilmek için bir gereklilik unsuru olacağını düşünüyorum."*

Katılımcılardan K4 ve K6, akıllı otel uygulamalarının bir gereklilik olacağı ve uyum sağlayamayanların rekabet gücünün azalacağını söylemişlerdir.

K4: *"Değişmeyen tek şey değişimdir ve her ürünün bir alıcısı vardır. Bu iki yaklaşım doğrultusunda yeniliğe kapalı oteller geriye doğru dönüşüm açık oteller ise ileriye doğru dönüşüm refleksini tecrübe edeceklerdir. Sonuç olarak doğru ya da yanlış stratejilerle herkes yaşamını sürdürecek belki ama gelir gider dengeleri doğru orantılı olarak artacak ya da azalacaktır."*

K6: *"Zaten böyle olacak. Bunu bir doğal evrim süreci gibi düşünmek lazım. Oteller de evriliyor ve evrimde hep sözü edilen adaptasyon burada da geçerli. Adapte olabilenler ayakta kalacaklar olamayanlar da piyasada eleneceklerdir. Çünkü gün bunu gerektiriyor."*

Çalışma grubuna sorulan yedinci soru; *"Otelinizin kullandığı akıllı otel uygulamalarına örnek/örnekler verebilir misiniz?"* sorusudur. Katılımcıların çoğunun bu soruya vermiş oldukları cevaplar online c/in ve c/out, QR kod, yüksek hızda internet, temassız ödeme ve online menüler şeklindedir. K4, otellerinde akıllı otel uygulamaları kullanmadıklarını dile getirmiştir.

K1: *"Mobile APP üzerinden sunulan hizmetlerimiz; Mobile C/in & C/out, Mobile Key, Pre- arrival request & planning, Mobile Dinning ve Mobile Chat."*

K2: *"Otelimizde QR kod, yüksek hızda kablosuz internet hizmeti ve stok takibi yapılmaktadır. Giriş yapan ve çıkan misafirlere anket, auto rezervasyon formu, Diğer alanlar ile ilgili çalışmalar devam etmektedir. Yakın zamanda odadan sipariş, online check in vb. hizmetlerimizi aktif etmiş olacağız."*

K3: *"İklimlendirme ve aydınlatmada akıllı bina yönetim sistemi, Dijital otel uygulamaları ve menüler."*

K5: *"Otelimizde hali hazırda uyguladığımız Akıllı Uygulamalar; Online c/in, Online c/out, Express C/out, Kare kodlu menüler, Micros, One Touch APP (Online Tek Tuş Sipariş) ve Temasız ödeme vb."*

K6: *"Bizim birçok şeyimiz akıllı uygulamalara dayalıdır. En basit örneği mobile c/i, c/o, mobile key, memnuniyet anketi otomasyonları. Misafirlerin datasını hukuki altyapısı ile tutan, geliştiren otomasyon sistemleri mevcut. Marketingde de oldukça fazla faydalanıyoruz. Odaya giriş yaptığınızda oda kendini belirli sıcaklığa ayarlıyor, perdeler otomatik açılıyor, dokunmatik ekran vasıtasıyla bir iki tuşla yattığınız yerden talebinizi iletebiliyorsunuz, odaya gelen telefon full entegre olduğundan telefon açmanıza gerek kalmadan isteklerinizi iletebiliyorsunuz. Zaten her şeyimiz teknolojiyle dayalıdır diyebilirim. Söylemeyi unuttum, Revenue management'da da oldukça önemli bir kavram olarak karsımıza çıkıyor."*

K7: *"Enerji verimliliği sağlamak adına faaliyetlerimiz mevcut. Smart TV, harcamaları ve faturaları görüntülüme, misafirlerin kullanım tercihlerini kaydetme, anlık stok takibi ile anlık sipariş takibi olarak söyleyebilirim."*

K8: *"Otelimizin mevcut altyapısında duman-yangın algılama ve yangın söndürme sistemimiz akıllı bina teknolojisine uygun olarak çalışmaktadır. Ayrıca oda TV'lerimiz üzerinden uyandırma saati, yemek siparişi gibi hizmetler verilebilir düzeydedir. Minibarlarımızın çalışma saatleri misafir talebine göre yaralanabilir."*
K9: *"Otel otomasyon sistemi, muhasebe ve stok yönetimi, rezervasyon yönetimi, IP TV, çevre aydınlatma sistemi…"*

## 5. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmanın amacı, Ankara'daki dört ve beş yıldızlı otellerin yöneticilerinin akıllıotel uygulamaları hakkındaki görüşlerini belirlemektir. Elde edilen veriler doğrultusunda görüşülen yöneticiler akıllı otel uygulamalarına olumlu yaklaşmaktadırlar ancak akıllı otel uygulamalarının gelişiminin orta düzeyde gerçekleştiği görülmektedir. Bunun nedeni olarak ise bu uygulamaların maliyetinin oldukça fazla olması ve altyapının yetersiz olması tespit edilmiştir. Yöneticiler, akıllı otel uygulamalarından elde edebilecekleri avantajların farkında olmalarına rağmen yatırımlarını sınırlı düzeyde gerçekleştirmektedirler. Çalışmadan elde edilen sonuçlar bu alanda yapılan çalışmalarla benzerlik göstermektedir.
Akıllı otel uygulamaları çağın gerektirdiği koşullardan birisidir ve akıllı otel uygulamalarını tam entegre bir şekilde ve hukuki şartlarını yerine getirerek uygulamaya geçiren otel işletmeleri, şüphesiz, sektörde öncü konumunda yer alacaktır. Akıllı otel uygulamaları sayesinde yürütülen işlemler, hem misafir açısından hem de çalışanlar açısından hızlı bir şekilde gerçekleşmektedir. Teknolojiye yatırım yapan otel işletmelerinin teknoloji anlamında önde gelen otel işletmelerinden olacağı düşünülmektedir. Ancak yatırımlar gerçekleştirilirken misafir ve çalışanların istek ve beklentileri göz ardı edilmemelidir. Ayrıca otel işletmelerinin müşteri profilinin de teknolojik gelişme ve uygulamalara açık ve uyumlu olmaları gerekmektedir. Teknoloji kullanımında kuşaklar arası farklılıklar yaşandığından dolayı fizibilite çalışmaları da kuşaklar arası farklılıklar dikkate alınarak yürütülmelidir.
Akıllı otel uygulamalarının mevcut altyapısı, uluslararası zincir oteller hariç, oldukça alt seviyelerdedir. Hızla gelişen teknoloji insanları tedirgin etmektedir. Dolayısıyla gerekli yatırımlar konusunda çekingen tutum sergilemelerine neden olmaktadır. Çağı takip etmek ve sektörde geri kalmamak adına teknolojik yatırımlara önem verilmesi gerektiği ve doğru fizibilite çalışmaları ile oluşabilecek risklerin en az seviyeye indirilebileceği düşünülmektedir.
Akıllı otel uygulamalarının avantajları oldukça fazladır. Akıllı otel uygulamaları kişisel verilerinin saklanmasıyla birlikte konaklama tercihleri kaydedilerek misafirlere kendilerini değerli hissettirecektir. Kendilerini değerli hisseden misafirler de tekrar gelme niyeti göstereceklerdir. Çalışanların iş yükü azalacaktır. Kıt olan kaynaklardan tasarruf sağlanmış olacaktır. Otellerin gelirlerine pozitif anlamda yansıyacaktır ve elde edilen kar oranları artacaktır. Geri bildirimler daha hızlı gerçekleşecektir. Misafirler, sipariş için birkaç kişi ile irtibata geçmesine gerek kalmadan tek tıkla siparişini oluşturabilecektir. Giriş ve çıkışlar hızlı bir şekilde gerçekleşecektir.
Değişen çağda teknoloji olmazsa olmazdır. Akıllı otel uygulamaları da bir gereklilik haline gelmeye başlamıştır. Uluslararası anlamda oteller teknolojiye entegre olmaya başlamışlardır. Türkiye bu konuda oldukça geridedir. Gerekli çalışmaların hızlı bir şekilde yürütülmesi ve çağın gerekliliklerinin

yakalanması gerekmektedir. Hizmet, sürekli değişen bir olgudur. Hizmet anlayışında farklılığa giden ve bunu teknoloji tabanlı uygulamalarla sağlayan işletmeler sektörde yaşamını öncü konumunda sürdürmeye devam edeceklerdir. Akıllı teknolojiler, kaynakların daha verimli bir şekilde kullanılabilmesi için de önemli bir yere sahiptir. Akıllı otel uygulamaları sayesinde otellerin marka bilinirlikleri ve imajları artmaktadır. Bu teknolojileri deneyimleyen müşterilerin konfor ve kalite algıları da artış göstermektedir.

Akıllı otel uygulamalarının kullanım maliyeti oldukça yüksektir ve hukuki engeller ile karşılaşılabilir. Akıllı teknolojilerin kurulum ve kullanım maliyetlerinin yüksek olmasından dolayı uluslararası ve zincir otellerde kullanımı daha yaygındır. Akıllı otel uygulamalarının olumsuz yanlarından birisi de, hizmet sağlayıcıların misafiri göremeyecek olmasıdır. Hizmet sektörünün en önemli kollarından biri olan turizm sektörü insanın insana sunduğu hizmetleri içermektedir. Dolayısıyla yöneticilerin bu konuda tedirginlikleri bulunmaktadır. Yöneticilerin aklındaki soru işaretlerinin giderilebilmesi ve endişelerinin en alt seviyeye indirilmesini sağlayabilmek amacıyla konferanslar düzenlenebilir, eğitimler verilebilir ve uzman kişiler tarafından danışmanlık hizmetleri sunulabilir. Ayrıca bu konuda sektörün aktif katılımını sağlamak amacıyla çalıştaylar ve kongreler düzenlenmesi de öneriler arasındadır.

Akıllı otel uygulamaları Ankara turizmine katkı sağlayacaktır ancak bu katkının tam olarak sağlanabilmesi için yardımcı uygulamalar ve faaliyetlerle desteklenmesi gerektiği düşünülmektedir. Sağlanacak olan katkının Ankara nezdinde değil otel bazında gerçekleşeceği varsayılmaktadır. Dolayısıyla Ankara'nın turistik çekim merkezi haline gelebilmesi için akıllı otellerle birlikte akıllı şehircilik kavramının da gelişmesi gerekmektedir. Akıllı otel uygulamalarının faydalarından yararlanabilmek için tüm paydaşların (belediyeler, valilikler, acenteler, tedarikçiler, eğitim birimleri, akademisyenler, teknoloji uzmanları vb.) birlikte hareket etmeleri ve iş akış sürecini birlikte yönetmeleri önerilmektedir. Tüm paydaşların birlikte hareket etmesiyle akıllı şehir uygulamaları da gelişim gösterecektir ve bu sayede akıllı otel uygulamalarının Ankara turizmine katkısı artacaktır.

Ankara'da otelcilik çoğunlukla iş seyahatleri üzerinde yoğunlaşmaktadır. Dolayısıyla Ankara'da gelişim gösteren akıllı otel uygulamaları da işlemlerin hızlı bir şekilde yürümesini sağlayabilecek uygulamalardır. Genel olarak çevrimiçi giriş ve çıkışların olması, kare kod kullanımı ve dijital menüler, yüksek hızda internet, temassız ödeme seçenekleri gibi uygulamalar tercih edilmektedir. Uluslararası zincir otellerin yapmakla yükümlü olduğu teknoloji tabanlı faaliyetleri bulunmaktadır. Dolayısıyla bu tür otel işletmeleri teknoloji kullanımında öncü konumunda oldukları söylenebilir.

Bu çalışma sadece Ankara'da yer alan dört ve beş yıldızlı otel işletmeleri ile sınırlı kalmış ve yalnızca yönetici görüşlerine yer vermiştir. Sonraki çalışmalarda müşteri görüşlerine de yer verilmesi ve başka şehirlerde de bu konunun araştırılması önerilmektedir. Ayrıca akıllı otel uygulamalarının gelişiminin akıllı şehircilik gelişimiyle ilişkili olduğu saptandığından tüm paydaşların dahil edildiği bir çalışmanın yürütülmesine ihtiyaç duyulmaktadır.

## 6. Kaynakça

**[1]** O. Çolak; H. İ. Karakan, Akıllı Otel Uygulamaları ve Bu uygulamalar Hakkında Yönetici Görüşleri: Gaziantep İli Örneği, Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 42, 168-184, 2021. https://doi.org/10.30794/pausbed.744680

**[2]** E. Gökalp; P. E. Eren, Akıllı Teknolojilerin Turizm ve Otelcilik Sektöründe Uygulanması, içinde Smart Technology & Smart Management: Akıllı Teknoloji & Akıllı Yönetim, (Ed. V. Teccim, Ç. Tarhan ve C. Aydın), İzmir, Gülermat Yayıncılık, 2016, 278-287.

**[3]** F. Ercan, Smart Tourism Technologies: Applications in Hotel Business, içinde Theory and Practice in Social Science, (Ed. V. Krystev, R. Efe ve E. Atasoy), Sofia, St. Kliment Ohridski University Press, 2019, 528-564.

**[4]** Y. Topsakal; N. Yüzbaşıoğlu; M. Çuhadar, Endüstri Devrimleri ve Turizm: Türkiye Turizm 4.0 SWOT Analizi ve Geçiş Süreci Önerileri, Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 23, 1623-1638, 2018.

**[5]** P. Yalçınkaya; L. Atay; E. Karakaş, Akıllı Turizm Uygulamaları, Gastoria: Journal of Gastronomy and Travel Research, 2(2), 85-103, 2018. https://doi.org/10.1016/j.tourman.2015.12.003

**[6]** W.-C. Lai; W.-H. Hung, Constructing the Smart Hotel Architecture - A Case Study in Taiwan, içinde Proceedings of the 17th International Conference on Electronic Business, ICEB, Dubai, UAE, 2017, December 4-8.

**[7]** L. Atay; P. Yalçınkaya; F. Bahar, İstanbul'daki Akıllı Otel Uygulamalarının Değerlendirilmesi, Manas Sosyal Araştırmalar Dergisi, 8(1), 667-678, 2019. https://doi.org/10.33206/mjss.479120

**[8]** A. Yazıcı Ayyıldız; T. Ayyıldız, Pazarlama Fırsatı Olarak Akıllı Turizm: Kuşadası Örneği, Business & Management Studies: An International Journal, 8(1),599-623, 2020. https://doi.org/10.15295/bmij.v8i1.1411

**[9]** N. Kafa; R. Arıca; N. Sönmez Gök, Akıllı Turizm Araç ve Uygulamalarına İlişkin Turizm İşletmesi Yöneticilerinin Görüşleri: Eskişehir Üzerine Nitel Bir Araştırma, İşletme Araştırmaları Dergisi, 12(3), 2774-2787, 2020. https://doi.org/10.1007/s12525-015-0196-8

**[10]** K. Karamustafa; M. Yılmaz, Konaklama İşletmeleri Yöneticilerinin Akıllı Turizm Teknolojilerinin Olası Faydalarına Yönelik Algılarının Değerlendirilmesi, Journal of Tourism and Gastronomy Studies, 7(3), 1669-1688, 2019. https://doi.org/10.21325/jotags.2019.442

**[11]** B. Zencir; O. Emir, Smart Applications in the Hospitality Business: A Qualitative Study on the City of Eskişehir, İşletme Araştımaları Dergisi,11(4), 2601-2611, 2019. https://doi.org/10.15295/bmij.v8i1.1411

**[12]** X. Wang; X. R. Li; F. Zhen; J. Zhang, How Smart is Your Tourist Attraction?: Measuring Tourist Preferences of Smart Tourism Attractions Via a FCEM-AHP and IPA Approach, Tourism Management, 54, 309-320, 2016. https://doi.org/10.1016/j.tourman.2015.12.003

**[13]** L. Y. Zhang; N. Li; M. Liu, On The Basic Concept of Smart Tourism and Its Theoretical System, Tourism Tribune, 27(5), 66-73, 2012.

**[14]** M. Bahar; N. Yüzbaşıoğlu; Y. Topsakal, Akıllı Turizm ve Süper Akıllı Turist Kavramları Işığında Geleceğin Turizm Rehberliğine Bakış, Aydın Adnan Menderes University Journal of Travel and Tourism Research, 14, 72-93, 2019.

**[15]** U. Gretzel; H. Werthner; C. Koo; C. Lamsfus, Conceptual Foundations for Understanding Smart Tourism Ecosystems, Computers in Human Behaivor, 50, 538-563, 2015. https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.03.043

**[16]** F. Femenia-Serra; B. Neuhofer; J. Ivars-Baidal, Towards a Conceptualisation of Smart Tourists and Their Role Within the Smart Destination Scenario, Service Industries Journal, 39(2), 109-133, 2019. https://doi.org/10.1080/02642069.2018.1508458

**[17]** U. Gretzel; M. Sigala; Z. Xiang; C. Koo, Smart Tourism: Foundations and Developments, Electronic Markets, 25, 179-188, 2015. https://doi.org/10.1007/s12525-015-0196-8

**[18]** P. Buonincontri; R. Micera, The Experience Co-Creation in Smart Tourism Destinations: A Multiple Case Analysis of European Destinations, Information Technology and Tourism, 16(3), 285-315, 2016. https://doi.org/10.33206/mjss.479120

**[19]** O. Çelen, Akıllı Turizm Bileşenleri ve Dünyada Akıllı Turizm Uygulamaları, içinde Akıllı Kent Akıllı Turizm, (Ed. B. Ilgaz), Ankara, Gazi Kitabevi, 2020, 95-116.

**[20]** K. Boes; L. Bord; R. Egger, The Acceptance of NFC Smart Posters in Tourism, içinde Information and Communication Technologies in Tourism, (Ed. I. Tussyadiah ve A. Inversini), Springer, 2015, 435-447.

**[21]** Y. Topsakal, Akıllı Turizm Kapsamında Engelli Dostu Mobil Hizmetler: Türkiye Turizmi İçin Öneriler, Journal od Tourism Intelligence and Smartness, 1(1), 1-13, 2018.

**[22]** H. Yang; H. Song; C. Cheung; J. Guan, How to Enhance Hotel Guests' Acceptance and Experience of Smart Hotel Technology: An Examination of Visiting Intentions, International Journal of Hospitality Management, 97, 1-12, 2021. https://doi.org/10.1016/j.tourman.2015.12.003

**[23]** J. J. Kim; M. J. Lee; H. Han, Smart Hotels and Sustainable Consumer Behavior: Testing the Effect of Perceived Performance, Attitude, and Technology Readiness on Word-of-Mouth, International Journal of Environmental Research and Public Health, 17(20), 1-18, 2020. https://doi.org/10.3390/ijerph17207455

**[24]** Kültür ve Turizm Bakanlığı, 2021. Available: https://ankara.ktb.gov.tr/Eklenti/92612,2021-kultur-ve-turizm-verileripdf.pdf?0 . [Erişim Tarihi: 29 Ocak 2022].

# TEKRARLAYAN SİNİR AĞLARI KULLANILARAK COVID-19 TEŞHİSİ VE ÖZELLİK TESPİTİ

***Seyfullah Urut *[1], Recep Özdağ [2]***
[1]Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yapay Zekâ ve Robotik ABD, Van-Türkiye, seyfullahurut@gmail.com
[2] Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Van-Türkiye, rozdag@yyu.edu.tr
[*] Sorumlu Yazar: seyfullahurut@gmail.com

***Özet:*** *Etkisini tüm dünya üzerinde sürdüren COVID-19 pandemisi dünya genelinde 5 milyondan fazla insanın ölümüne sebeb olmuştur. Bu virusün insan vücudunda yaptığı tahribatlar sonucunda, özellikle akciğerideki deformasyon daha da belirgin hale gelmiştir. Birçok ülkede aşı çalışmaları devam etse de, ortaya çıkan yeni varyantların yayılmasına engel olamamıştır. Bu çalışmadaki amacımız; insan akciğer röntgen görüntülerinden COVID-19 teşhisinin derin öğrenme algoritması olan tekrarlayan sinir ağ metodu (Recurrent Neural Network- RNN) mimari tabanını kullanarak tahmin edilmesi ve böylece klinik tedavide hastaya erken müdahale edilebilmesidir. RNN görüntü, yazı, konuşma, zamana bağlı çeşitli sensör veya istatiksel veriler gibi belli bir sıra ile gelen verilerin yapısını sınıflandırmada sıklıkla kullanılır. Veri seti olarak 576 adet pozitif ve 1583 adet negatif görüntü içeren akçiğer görüntüleri kullanılmıştır. RNN tabanını kullanarak; yaklaşık %97'lik tahmin oranını ile DENSENET metoduyla elde edildi. RESNET metoduyla %87'lik bir oran çıktı. Tahminler gösterdi ki, RNN tabanlı DENSENET yönetmiyle yapılan sınıflandırma yöntemi diğer metotladan daha başarılı sonuçlar vermiştir.*

***Anahtar sözcükler****: Kovid-19, Yapay Zekâ, Yapay Sinir Ağları, Densenet, Resnet, Tekrarlayan Sinir Ağı.*

# COVID-19 FORECASTING AND FEATURE DETECTION USING RECURRENT NEURAL NETWORKS

***Seyfullah Urut *[1], Recep Özdağ [2]***
[1]Van Yüzüncü Yıl University, Institute of Natural and Applied Sciences, Department of Artificial Intelligence and Robotics, Van-Turkey, seyfullahurut@gmail.com
[2] Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Engineering, Department of Computer Engineering, Van-Turkey, rozdag@yyu.edu.tr
[*] Corresponding author: seyfullahurut@gmail.com

**Abstract:** *The COVID-19 pandemic, which continues its impact all over the world, has caused the death of more than 5 million people worldwide. As a result of the destruction of this virus in the human body, the deformation, especially in the lungs, has become more evident. Although vaccine studies continue in many countries, it has not been able to prevent the spread of emerging new variants. Our aim in this study; It is to predict the diagnosis of COVID-19 from human lung x-ray images using a deep learning algorithm, the recurrent neural network method (Recurrent Neural Network-RNN) architecture base,*

*so that the patient can be intervened early in clinical treatment. RNN is frequently used to classify the structure of incoming data in a certain order, such as image, text, speech, various time-dependent sensors or statistical data. Lung images containing 576 positive and 1583 negative images were used as the data set. Using the RNN base; It was obtained by the DENSENET method with a prediction rate of approximately 97%. With the RESNET method, a rate of 87% was obtained. Estimates showed that the classification method made with the RNN-based DENSENET method gave more successful results than the other methods.*

***Keywords:*** *Covid-19, Artificial Intelligence, Artificial Neural Networks, Recurrent Neural Network Method*

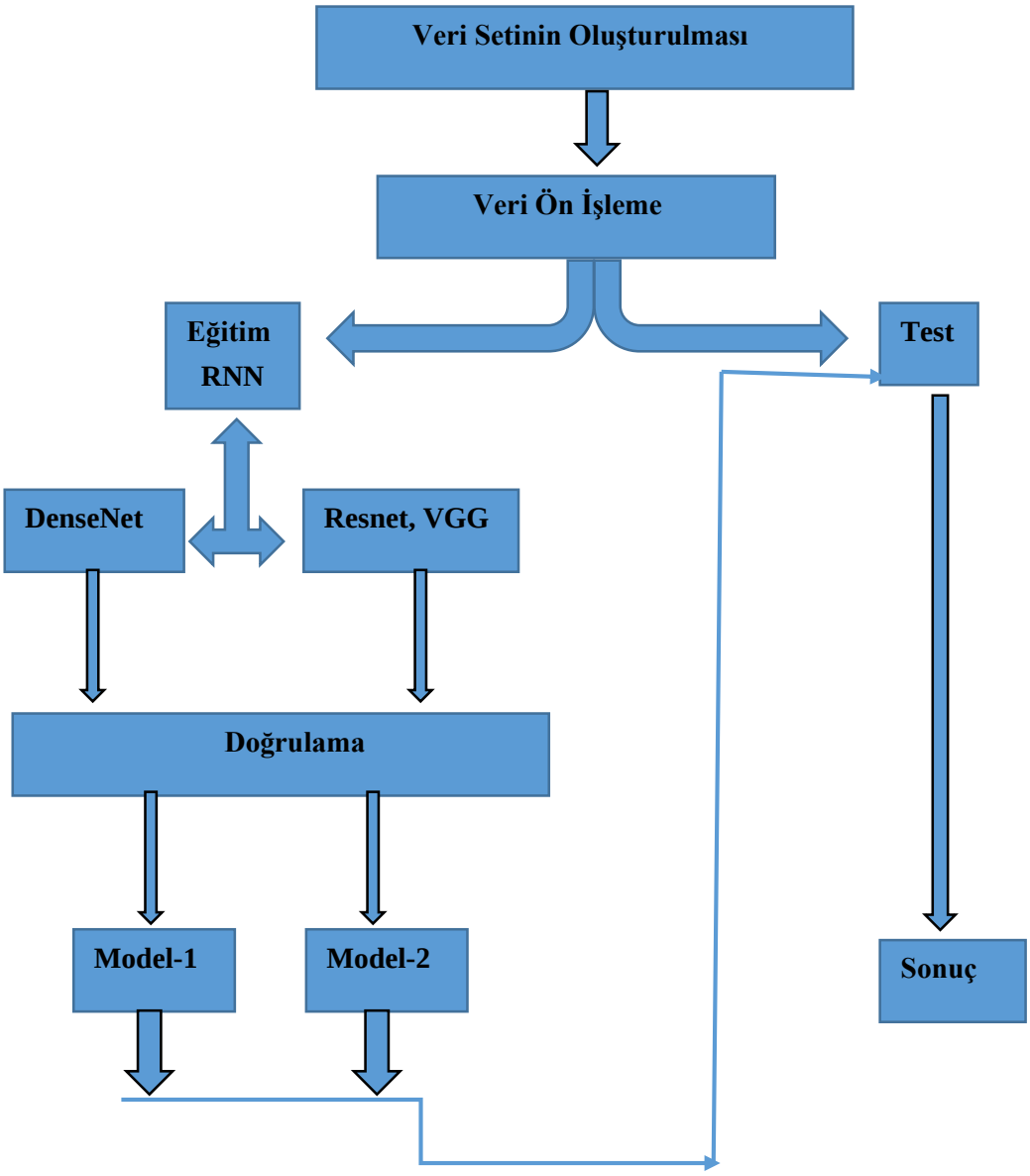
## 1. GİRİŞ

Günümüzde yapay zekâ ve robotik alanındaki çalışmalar bütün dünyada ve ülkemizde çok hızlı ve kararlı bir şekilde yürütülmektedir. Sağlık, tarım, akıllı sistemler, biyomedikal çalışmalar, doğal dil işleme, veri analizleri, oyunlar, güvenlik sistemleri, destek botları ve sanal asistanlar gibi birçok alanda insan hayatını kolaylaştırmaya ve yaşam kalitesini arttırmaya yönelik yapay zekâ odaklı birçok çalışma vardır. Çin'in Hubei eyaleti Wuhan şehrinde 2019 sonunda ortaya çıkan COVID-19, tüm dünyaya hızla yayılarak mevcut verilere binlerce can almıştır. Virüsün yarasa kaynaklı olduğu insandan insana bulaştığı saptanmıştır. COVID-19 virüsünün inkübasyon süresinin 0 ile 14 gün arasında değiştiği, ortalamasının 4-5 gün (0-14 gün) olduğu gösterilmiştir. COVID-19 şüphesi olan kişilerin, uygun tedaviyi alabilmeleri, kendilerini izole edebilmeleri ve yakın kişileri bilgilendirebilmeleri için enfekte olup olmadıklarını hızlı bir şekilde bilmeleri gerekir. Hâlihazırda k COVID-19'un resmi teşhisi, burun ve boğaz numunelerinin laboratuvar testini (PCR) gerektirir. PCR, özel donanım gerektirir ve sonuç vermesi en az 24 saat sürer. Tamamen doğru çıkmayabilir. Tanıyı doğrulamak için ikinci bir PCR veya farklı bir test gerekebilir[1]. COVID-19 hastalığını teşhis ve tespit için yapay zekâ alanında birçok çalışma yapılmıştır. X-ray görüntüleri üzerinde derin öğrenme metotları kullanılarak COVID-19 tespiti sağlanmıştır. Bu çalışmamızda; COVID-19 hastalığını, insan akciğer görüntü verileri üzerinde tekrarlayan sinir ağ modeli tabanını kullanarak teşhisini gerçekleştirip ve DENSENET ağ modeliyle diğer tekniklerle karşılaştırma yapılacaktır. COVID-19 salgının insan vücuduna yaptığı tahribatlar göz önüne alındığında, erken teşhis ve tedaviye başlanması açısından çalışmamızın yüksek doğruluk oranına ulaşması en önemli hedefimizdir.

Bu çalışmada, COVID-19'un saptanması için, toplam 6432 göğüs görüntüsü kullanılacaktır. Veri kümeleri COVID-19(pozitif), COVID-19(negatif) ve akciğer iltihaplanması şeklinde sınıflandırılmıştır. Bu çalışmada, bulaşma şüphesi olan kişilerde göğüs görüntülerinden COVID-19 'u teşhis doğruluğunu ölçmek temel gayemizdir.

## 2. YÖNTEM

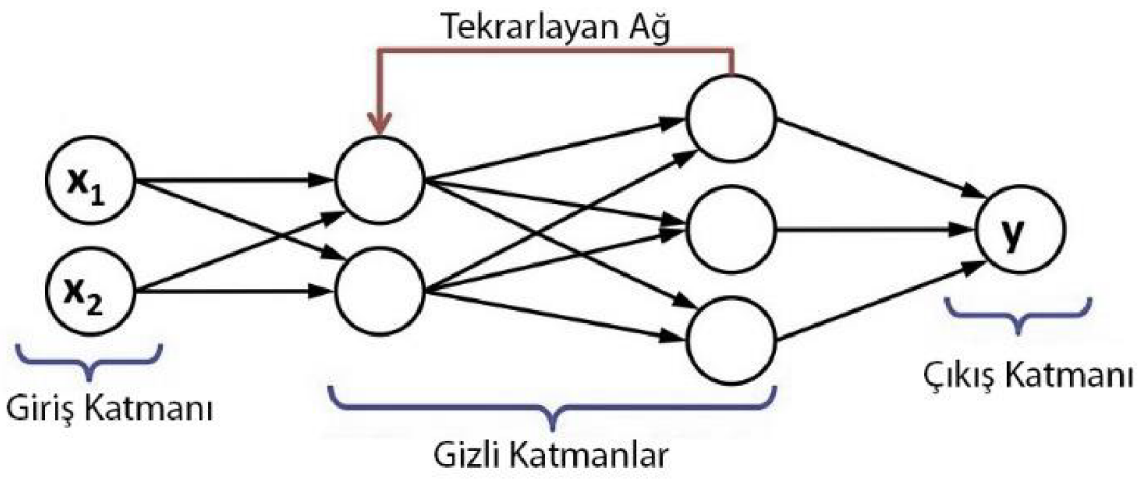
Gerçekleştirilen çalışmanın iş akış diyagramı Şekil 1'de verilmiştir. İlk aşamada açık kaynaklı internet sitesi Kaggle'da yer alan Chest-Xray(COVID-19) veri setinden 6432 adet insan akciğer görüntüsü alınarak veri seti oluşturulmuştur. Veri seti içerisinde pozitif, negatif ve akciğer ilhaplanması hastalığı görüntüleri etiketlenmiştir. Üç farklı sınıf bulunan veri setinde görüntüler eğitim-test olarak kullanılmıştır. İkinci aşama olan veri ön işleme aşamasında ise normalizasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Üçüncü aşamada görüntüler DenseNet, Resnet, VGG16 derin öğrenme modelleri eğitilerek en doğru yöntem tespit edilmiştir. Tüm modeller için elde edilen eğitim oranları optimize edilerek 0.005 olarak belirlenmiştir. Eğitilen modeller üzerinde hem doğrulama hem test işlemleri uygulanarak modelin doğruluğu ve en yüksek başarılı model test edilmiştir.




Şekil 1. İş akış diyagramı.

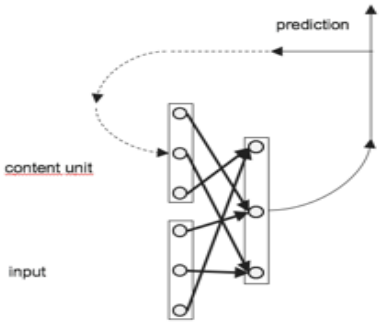
### 2.1. Tekrarlayan Sinir Ağları

Tekrarlayan yapay sinir ağı, RNN(Recurrent Neural Network) olarak bilinir. Tekrarlayan yapay sinir ağları (RNN), birimler arasındaki bağlantıların, yönlendirilmiş bir döngü oluşturduğu ağlardır[2]. Elman tarafından tasarlanan basit tekrarlayan sinir ağları (Simple Recurrent Network-SRN) dil bilimciler ve psikanaliz için çığır açan bir yaklaşım olmuştu. Elmanın yayınladığı makalede konuşma akışı üzerindeki gizli yapı üzerinde çalışılan bir öğrenme sürecini temsil ediyordu. Örüntü kümelemesinde fiil ve isim kategorizasyonu açık şekilde birbirinden ayrılıyordu. Ayrıca canlı-cansız, insan-hayvan, avcı-yırtıcı gibi kategorilerde ayrılmıştı[3].




Şekil 2. Tekrarlayan sinir ağ modeli.

RNN mimarisinin çalışma şekli şu yapıdadır: bir giriş katmanına, iki gizli katmana ve bir çıkış katmanına sahiptir. Bu katmanların hepsi bağımsız şekilde çalışmaktadır. Dolayısıyla her katmanın kendine göre bir işlevi vardır ve her katman farklı bir işlevi yerine getirir. Daha da detaylandırılması gerekirse her katmandaki yapıların ağırlıkları vardır ve katmana özgü şekilde eşik değerleri belirlenir. Bu sayede sistemin daha olası sonuçlar vermesi amaçlanır. Tekrarlanan bu aşamalar sonucunda bir önceki giriş durumunun depolanır ve yeni elde edilen giriş değeriyle birleştirilir bu sayede yeni elde edilen girişin bir önceki girişle olan ilişkisi sağlanır[4].




Şekil 3. Tekrarlayan sinir ağ modeli.[5]

RNN mimari tabanı ile göğüs görüntüleri üzerinde değerler sürekli değerlendirme yapılarak özellikle DenseNet modeli işleve sokularak, görüntü verileri üzerinde COVID-19 tahminlemesi yapıldı.

### *2.1.1 Görüntü Veri Setleri*

Bu çalışmada kullanılan görüntü verileri 'KAGGLE' adlı platformdan alınmıştır[8]. Akademik anlamda birçok çalışmanın da yapıldığı bu platform çalışmamızda hedefe ulaşmamız için rehberlik sağlamıştır. Görüntüleri eğitim ve test verileri şeklinde ayırdık.

Tablo I'de gösterildiği gibi göğüs görüntülerini değerlendirme yapmak için, sonuçlarını bir havuzda topladık ve analiz ettik.

Tablo I. Kullanılan eğitim-test veri görüntüleri sayısı

| **Eğitim(Train)** | **Kovid-19(Pozitif)** | **Kovid-19(Negatif)** | **Akciğer İltihaplanması** |
|---|---|---|---|
| 5144 Görüntü | 460 Görüntü | 1266 Görüntü | 3418 Görüntü |
| | | | |
| **Test** | **Kovid-19** | **Normal** | **Akciğer İltihaplanması** |
| 1288 Görüntü | 116 Görüntü | 317 Görüntü | 855 Görüntü |

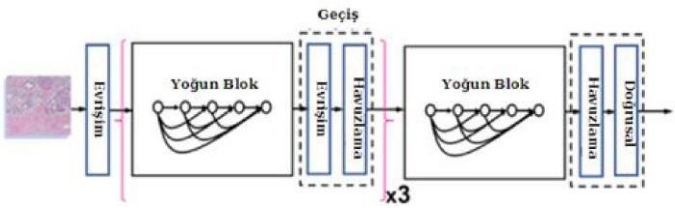
#### *2.1.1.1 RNN Fonksiyonları*

Sırasıyla Kayıp Fonksiyonu ve Zamanla Geri Yayılım formülleri aşağıdaki gibidir

$$\mathcal{L}(\hat{y}, y) = \sum_{t=1}^{T_y} \mathcal{L}(\hat{y}^{<t>}, y^{<t>}) \qquad \frac{\partial \mathcal{L}^{(T)}}{\partial W} = \sum_{t=1}^{T} \frac{\partial \mathcal{L}^{(T)}}{\partial W}\bigg|_{(t)}$$

## 2.2. DenseNet Ağ Modeli

DenseNet (Yoğun bağlantılı evirişim ağı), her katmanı diğer katmanlara ileriye doğru bir şekilde bağlamaktadır. DenseNet mimarisinde her katman önceki tüm katmanların özelliklerini girdi olarak kullanmakta ve katmandaki kendi özellikleri de sonraki katmanlara girdi olarak vermektedir [6].




Şekil 4. DenseNet mimarisi [7].

DenseNet mimarilerinin avantajı özellik yayılımını sağlamak ve özelliğin yeniden kullanılmasına olanak sağlayarak parametre sayısını azaltmasıdır. Şekil 3'te örnek bir DenseNet-121 mimarisi

gösterilmektedir. Bu mimari dört yoğun blok, üç geçiş katmanı ve toplam 121 katmandan (117 döngü, 3 geçiş ve 1 sınıflandırma) oluşmaktadır.

## 3. BULGULAR

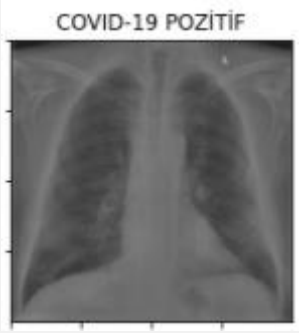
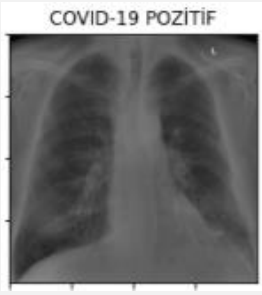
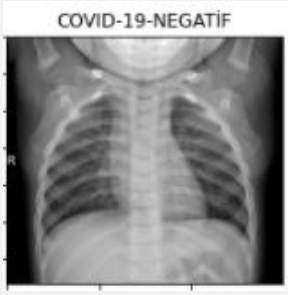
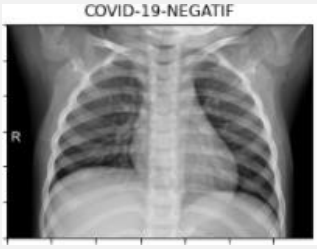
Çalışmada COVID-19 teşhisi ve özellik çıkarmak maksadıyla RNN mimarı tabanıyla; DenseNet, Resnet, VGG olmak üzere üç farklı derin öğrenme yöntemi karşılaştırılarak insan akciğerine ait görüntü verileri pozitif, negatif, akciğer iltihabı olmak üzere üç sınıf eğitilmiştir. Eğitilen modeller üzerinde hem doğrulama hem de test işlemleri uygulanarak aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir. Modellerin doğrulama ve test veri seti için karmaşıklık matrisi Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. DenseNet, Resnet ve VGG16 performans değerlendirme ölçütleri.

| Model | **Duyarlılık** Doğrulama - Test | **Özgüllük** Doğrulama - Test | **Doğruluk** Doğrulama - Test | **F-Score** Doğrulama - Test |
|---|---|---|---|---|
| DenseNet | 0,97193 - 0,93562 | 0,99300 - 0,98562 | 0,97367 - 0,98580 | 0,98163 - 0,95990 |
| Resnet | 0,87212 - 0,97646 | 0,89300 - 0,99542 | 0,89367 - 0,95526 | 0,88163 - 0,98624 |
| VGG | 0,92991 - 0,88302 | 0,98135 - 0,96712 | 0,95312 - 0,93003 | 0,95238 - 0,91809 |

%97'lik doğrulama performansıyla en iyi model DENSENET yöntemi oldu. Bu yöntemle göğüs röntgeni görüntüleri pozitif ve negatif olarak ayrıştırıldı. Tablo 3.'te gösterildiği gibi görüntü verileri üzerinde isimlendirme yapılarak değerlendirme yapılmıştır. Ayrıca akciğer iltihabı teşhisi verilen görüntüler de tespit edildi. Kanıtlar, göğüs görüntülerinin RNN tabanını kullanarak DENSENET derin öğrenme algoritmasının COVID-19 hastalığını akciğer görüntüleri üzerinde teşhisinde en başarılı yöntem olduğunu gösterdi. Hatta COVID-19 hastalığının diğer solunum problemlerinden ayırt etmek için iyi bir yöntem olduğu anlaşılmış oldu. Bu nedenle, diğer akciğer hastalıkları kullandığımız metotlarla da kullanabilme yolunu açmıştır.

Tablo 3. Akciğer görüntülerinde COVID-19 tespiti

| COVID-19 POZİTİF | COVID-19 NEGATİF | AKCİĞER İLTİHABI |
|---|---|---|
|   | | |
| | | |
|   |   | |
| | | |
| |   | |

## 4. SONUÇ

Çalışmada varılan sonuç, göğüs röntgen görüntülerinin, COVID-19'u olan kişilerin %97'sinde COVID-19'u doğru teşhis ettiğini gösterdi.

Çalışmada yer alan DenseNet, Resnet ve VGG mimarileri COVID-19 tespiti için kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar üç farklı performans değerlendirme ölçütüne göre değerlendirilerek aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

• Modeller performans değerlendirme ölçütü olan karışıklık matrisine göre değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonucunda modelin akciğer görüntülerini pozitif, negatif ve akciğer iltihaplanması tespit edebildiği görülmüştür.

• Modeller duyarlılık, özgüllük, doğruluk ve F-skor performans değerlendirme ölçütlerine göre değerlendirilmiştir.

• Değerlendirme sonucunda test veri setinde doğruluk için en iyi sonucun %97.64,değeri ile DESNET mimarisi olduğu ortaya konulmuştur.

Sonuç olarak tekrarlayan sinir ağ tabanını kullanımıyla COVID-19 hastalık tespitinde en iyi modelin Densenet mimarisi olduğu belirlenmiştir.

**Teşekkür**

Çalışmada kullanılan Chest-Xray(COVID-19 veri setininin açık kaynak verilerini internet sitesi Kaggle'da kullanıma açan herkese teşekkürü bir borç biliriz. Ayrıca bu çalışmada, desteklerini esirgemeyen Van Yüzüncü Yıl üniversitesi öğretim üyesi sayın Doç. Dr. Recep ÖZDAĞ hocama sonsuz teşekkür ederim.

## 5.KAYNAKLAR

**[1]** Li Yang, Shasha Liu, Jinyan Liu, Zhixin Zhang, Xiaochun Wan, Bo Huang, Youhai Chen & Yi Zhang

**[2]** Signal Transduction and Targeted Therapy volume 5, Article number: 128 (2020)

**[3]** Ravi D, Wong C, Deli Gianni F, Berthelot M, Andreu-Perez J, Lo B, Yang GZ. Deep learning for health informatics. journal of biomedical and health informatics, IEEE. 2016;21(1):4-21.

**[4]** Şeker, A., Diri, B., & Balık, H. H. (2017). Derin Öğrenme Yöntemleri ve Uygulamaları Hakkında Bir İnceleme. Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 3(3), 47-64. – For *Proceedings* (*Transactions, Book of abstracts, Proceedings on CD, etc.*)

**[5]** K. Spirina, «How Artificial Neural Networks Can Code Smarter Than GUI Programmer, » [Çevrimiçi]. Available: https://hackernoon.com/how-artificial-neural-networks-can-code-smarter-than-gui-programmer-1cdfaecb4851. [Erişildi: 09 05 2020].

**[6]** Kumar R. Adding binary search connections to ımprove DenseNet performance. 5th International Conference on Next Generation Computing Technologies. Dehradun: NGCT-2019;2019. SSRN: https://ssrn.com/abstract=3545071

**[7]** Li X, Shen X, Zhou Y, Wang X, Li TQ. Classification of breast cancer histopathological images using interleaved DenseNet with SENet (IDSNet). PloS One. 2020;15(5): e0232127.

**[8]** Kaggle Kovid-19 Çalışmaları, https://www.kaggle.com/diagnoise-covid-19-chest-x-ray-with-acc-app-9a7a02/

# AĞ TRAFİĞİNİN MAKİNE ÖĞRENMESİ YÖNTEMLERİ İLE SINIFLANDIRILMASI

***Tuğrul Hakan Gençtürk*[1], Yasemin Vatansever[2], Sevinç İlhan Omurca[3], Fidan Kaya Gülağız[4]***
[1]Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendiliği Bölümü, Kocaeli-Türkiye, tuhage@gmail.com
[2]Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendiliği Bölümü, Kocaeli-Türkiye, yaseminvatansever98@gmail.com;
[3]Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendiliği Bölümü, Kocaeli-Türkiye, silhan@kocaeli.edu.tr;
[4] Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendiliği Bölümü, Kocaeli-Türkiye, fidan.kaya@kocaeli.edu.tr;
** Sorumlu Yazar: tuhage@gmail.com

**Özet:** *Darknet özel yöntemlerle ulaşılabilen web sitelerinin merkezi olarak bilinir ve bu ağ içerisinde yasadışı işlemler ile sıklıkla karşılaşılmaktadır. Bu nedenle ağ trafiğinin sınıflandırılması bu yasadışı işlemlerin tespit edilmesi açısından önemlidir. Bu çalışmada ağ trafiğinin sınıflandırılması ve zararlı trafiğin tespiti için ilk olarak Karar Ağacı ve Özyinelemeli Özellik Çıkarımı yöntemleri kullanılarak özellik şeçimi gerçekleştirilmiştir. Belirlenen özellikler üzerinden Extreme Gradient Boosting (XGBoost), Karar Ağacı, Random Forest, Naive Bayes, k-Nearest Neighbors (k-NN) ve Multilayer Perceptron (MLP) yöntemleri ile ağ trafiğinin sınıflandırması yapılmıştır. Bu yöntemlerden en iyi sonuç veren XGBoost yöntemi Tree Parzen Estimator(TPE) yöntemi ile optimize edilmiştir. Probleme özgü olarak optimize edilen XGBoost algoritması ile %97 doğruluk elde edilmiştir.*

***Anahtar sözcükler**: Darknet**,** TPE,Trafik Sınıflandırma, XGBoost.*

# CLASSIFICATION OF NETWORK TRAFFIC USING MACHINE LEARNING METHODS

***Tuğrul Hakan Gençtürk*[1], Yasemin Vatansever[2], Sevinç İlhan Omurca[3], Fidan Kaya Gülağız[4]***
[1]Kocaeli University, Faculty of Engineering, Department of Computer Engineering, Kocaeli-Turkey, tuhage@gmail.com
[2]Kocaeli University, Faculty of Engineering, Department of Computer Engineering, Kocaeli-Turkey, yaseminvatansever98@gmail.com
[3]Kocaeli University, Faculty of Engineering, Department of Computer Engineering, Kocaeli-Turkey, silhan@kocaeli.edu.tr
[4]Kocaeli University, Faculty of Engineering, Department of Computer Engineering, Kocaeli-Turkey, fidan.kaya@kocaeli.edu.tr
* Corresponding author: tuhage@gmail.com

***Abstract:** Darknet is known as the center of websites that can be accessed by special methods, and illegal transactions are frequently encountered within this network. Therefore, classification of network traffic is important for detecting these illegal transactions. In this study, firstly, feature selection was performed by using Decision Tree and Recursive Feature Extraction methods to classify network traffic and detect malicious traffic. Network traffic has been classified using Extreme Gradient Boosting*

*(XGBoost), Decision Tree, Random Forest, Naive Bayes, k-Nearest Neighbors(k-NN) and Multilayer Perceptron (MLP) methods over the determined features. XGBoost method, which gives the best results among these methods, has been optimized with the Tree Parzen Estimator(TPE) method. 97% accuracy was achieved with the XGBoost algorithm optimized specifically for this problem.*

***Keywords:*** *Darknet, TPE,Traffic Classification, XGBoost.*

## 1. Giriş

Darknet, iletişimin şifrelenmesi ve yönlendirilmesi ile anonim olmasını sağlayan, belirli yazılımlar ile ulaşılabilen, internetin kullanılmayan adres uzayıdır. Anonim doğası nedeni ile online suçlara bir kapı açar [1]. Bu ağ içerisinde yapılan paket alışverişleri şüpheli olarak kabul edilir. Bu nedenle network trafiğinin sınıflandırılması, zararlı trafiğin tespit edilmesi ve önlemler alınması açısından büyük öneme sahiptir.

Literatürde şifreli ağ trafiğinin sınıflandırılması problemini çözmek için kullanılabilecek farklı veri setleri bulunmaktadır. Bunlardan en güncel olanlarından bir tanesi de CIC–Darknet2020[2] veri setidir. Son yıllarda bu veri seti kullanılarak gerçekleştirilmiş pek çok farklı çalışma bulunmaktadır. Demertzis ve ark. ağırlıktan bağımsız sinir ağları (WANN) kullanarak, kötü niyetli ağ trafiği tespitini gerçek zamanlı otomatikleştirmek için bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Çalışma kapsamında oluşturulan model ile %0,9451 çoklu sınıflandırma başarısı elde edilmiştir [3]. Aswad ve Sonuç; yapay sinir ağları ve Apache Spark Engine kullanarak ağ trafiğini sınıflandırmışlardır. Çalışma sonucunda sanal özel ağ (VPN) bağlantılarının sınıflandırma hassasiyeti %96,76, VPN olmayanların ise %92,56 olarak bulunmuştur [4]. Iliadis ve Kaifas tarafından ağ trafiğinin sınıflandırılması için k-NN, MLP, Random Forest, Karar Ağacı ve Gradient Boosting Tree yöntemleri kullanılmıştır. Rastgele Orman algoritmasının uygulanmasıyla %98'in üzerinde bir ortalama tahmin doğruluğu elde edilmiştir [5]. Jadav ve arkadaşları CIC-Darknet2020 trafiğini sınıflandırmadan önce Synthetic Minority Oversampling Technique (SMOTE) kullanarak veri setini dengelemiş ve boyutsallığı azaltmak için Principal Component Analysis (PCA) tekniğini uygulamışlardır. Sınıflandırma aşamasında topluluk teknikleri, lojistik sınıflandırıcılar, ağaç sınıflandırıcılar ve Naive Bayes teknikleri uygulanmış ve sonuçlar karşılaştırmalı olarak verilmiştir [6]. Li ve Lu tarafından CIC-Darknet2020 trafiğindeki protokolleri ve uygulamaları sınıflandıran, iki aşamalı bir sınıflandırıcı önerilmiştir. Ön işlemede özellik seçimi için Sequential Floating Forward Selection (SFFS) tekniği kullanılmıştır. Sınıflandırma aşamasında Convolutional Neural Network (CNN) ve (Long Short-Term Memory) LSTM teknikleri kullanılmıştır. Çalışma sonucunda CNN modellerinin LSTM modellerine göre daha iyi sonuç verdiği tespit edilmiştir [7]. Sarwar ve arkadaşları CIC-Darknet2020 veri seti üzerinde smote işlemi uyguladıktan sonra özellik çıkarımı için PCA, Extreme Gradient Boosting (XGB), Decision Tree (DT) algoritmalarını kullanmışlardır. Ağ trafiğinin sınıflandırılması aşamasında ise Convolution-Long Short-Term Memory (CNN-LSTM) modeli ve Convolution-Gradient Recurrent Unit (CNN-GRU) modelini karşılaştırmışlardır. Çalışma sonucunda özellik çıkarımı için XGB yönteminin, sınıflandırma için CNN-LSTM modelinin en iyi sonucu verdiği tespit edilmiştir [8]. Li ve arkadaşları CIC-Darknet2020 veri setinde yer alan zero-day uygulamalarını sınıflandırmak için denetimli ve denetimsiz öğrenme tekniklerini kullanmışlardır. Önerilen iki aşamalı modelde ilk olarak denetimli CNN modülü ile

sınıflandırma gerçekleştirilmiştir. İkinci aşamada denetimsiz K-means algoritması kullanılarak denetimli sınıflandırıcı güncellemiştir [9].

Çalışma kapsamında şifreli ağ trafiğini sınıflandırmak için güncel bir veri seti olan CIC–Darknet2020 kullanılmıştır. Özyinelemeli Öznitelik Eleme (Recursive Feature Elimination) yöntemi Karar Ağacı ile birlikte kullanılarak sınıflandırıcıya verilecek özellikler belirlenmiştir. XGBoost yöntemi ile de ağ trafiğinin sınıflandırması gerçekleştirilmiştir. TPE (Tree Parzen Estimator) yöntemi kullanılarak da XGBoost için en iyi sınıflandırma performansını veren hiperparametreler seçilmiştir.

Makalenin geri kalanı şu şekilde organize edilmiştir. İkinci bölümde çalışma kapsamında kullanılan veri seti ve teknikler açıklanmıştır. Üçüncü bölümde yapılan deneysel çalışmaya ait çıktılar detaylı olarak verilmiştir. Dördüncü bölümde kapsamlı olarak ele alınan sonuçlar ile makale tamamlanmıştır.

## 2. Yöntem

### 2.1. Kullanılan Veri Seti

Bu çalışmada ağ analizini gerçekleştirmek için Kanada Siber Güvenlik Enstitüsü tarafından oluşturulan Darknet 2020 (CIC–Darknet2020) [10] veri seti kullanılmıştır. Veri seti içerisinde 83 özellik, 2 adet sınıf sütunu bulunmaktadır. Bunlardan bir tanesi darknet ve normal trafik şeklinde sınıflandırma için diğeri ise trafik kategorilerinin sınıflandırılması için etiketler içermektedir. Tablo I'de CIC–Darknet2020 veri setinde yer alan trafik kategorileri ve ağ trafiğini oluşturmak için kullanılan uygulamalar listelenmiştir [10].

Tablo I. CIC–Darknet2020 Veri Seti İçerisindeki Ağ Trafiği Türleri

| Trafik Kategorisi | Kullanılan Uygulamalar |
|---|---|
| Audio-Stream | Vimeo ve Youtube |
| Browsing | Firefox ve Chrome |
| Chat | ICQ, AIM, Skype, Facebook ve Hangouts |
| Email | SMTPS, POP3S ve IMAPS |
| P2P | Torrent ve Transmission (BitTorrent) |
| Transfer | Skype, SSH (SFTP)üzerinde FTP ve SSL (FTPS) üzerinden FTP |
| Video-Stream | Vimeo ve Youtube |
| VOIP | Facebook, Skype ve Hangouts sesli aramaları |

### 2.2. Özellik Seçimi ve Ön İşleme

Özellik seçim teknikleri ile model eğitimi sırasında veri setindeki tüm özellikleri kullanmak yerine daha anlamlı özelliklerin seçilebilmesi sağlanmaktadır. Böylece özellik uzayı küçüldüğü için hem öğrenme süreci kısalmakta hem de iyi optimizasyon yapılması durumunda öğrenmenin doğruluğu arttırılabilmektedir [11]. Bu sebeplerle çalışma kapsamında özellik seçimi için RFE (Recursive Feature Elimination) yöntemi kullanılmıştır. RFE yöntemi en zayıf özellik/özellikleri rekürsif olarak ortadan kaldırma mantığı ile çalışan bir yöntemdir [12]. Kullanılacak sınıflandırma modeline uygun olarak gerçekleştirilen her eğitim süreci sonucunda özelliklerin ağırlıklarını belirler ve bir özelliği elimine eder. Modelde var olabilecek bağımlılıkları ve doğrusallığı azaltmaya çalışır [13].

Çalışma kapsamında optimum özellik sayısını bulmak için RFE tekniği, farklı özellik alt kümeleri kullanmayı amaçlayan çapraz doğrulama tekniği ile birlikte uygulanmıştır. RFE tekniği ile özellik seçimi sonrası kullanılacak optimum özellik sayısı 92 olarak belirlenmiştir.

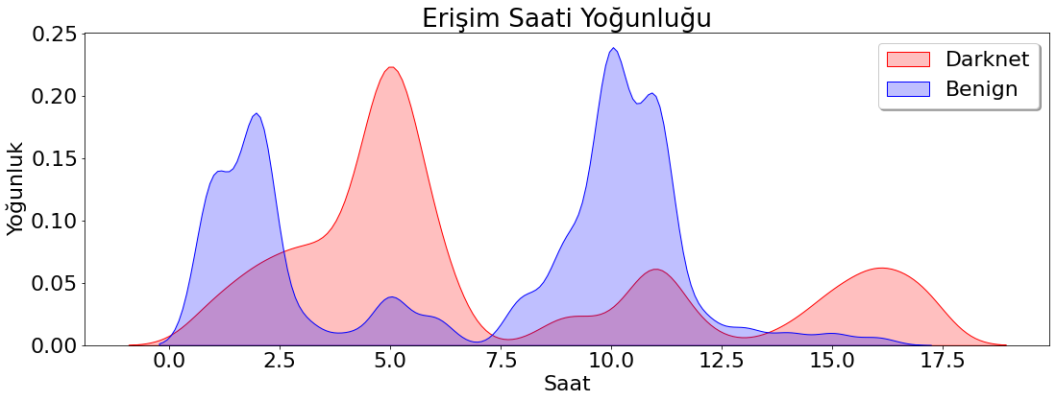
Özellik seçimi sonrası verinin makine öğrenmesi yöntemleri ile kullanılabilmesi için çeşitli ön işleme teknikleri uygulanmıştır. İlk olarak kategorik verilerin sayısal verilere dönüştürülmesi sağlanmıştır. Bu aşamada kategorik değerler ikili kodlama (binary encoding) yöntemi ile kodlanmıştır. İkili kodlama yöntemi bir özellik içerisinde yer alan her bir kategoriye bir tamsayı atayarak bu tamsayı değeri ikili sayıya dönüştürür [14]. Daha sonra ikili sayının her bir rakamı bir sütun olacak şekilde kategoriler kodlanır.

Sayısallaştırma işlemi sonrası veriler Z-score normalizasyonu ile normalize edilmiştir. Veri setinde bulunan sayısal özelliklerin değer aralıkları çok farklı olduğundan bu verilerin belirli bir aralığa çekilmesi sağlanmıştır. Z-score normalizasyon formülü denklem (1)'de verilmiştir [15]:

$$z = (x - \mu) / \sigma \tag{1}$$

Eşitlikte yer alan, x parametresi; normalizasyonu yapılacak değeri, μ parametresi; normalizasyonu yapılacak özelliğin aldığı değerlerin ortalamasını, σ parametresi; ise özelliğin aldığı değerlerin standart sapmasını ifade etmektedir.

Bu işlemlere ek olarak veri setindeki ağ trafiğinin gerçekleştiği zamanı ifade eden "*timestamp*" özelliği aralıklandırılmıştır. Yoğunluğa bağlı olarak toplamda 16 aralık elde edilmiştir. Aralıklandırma işlemi sonrasında verilerin dağılım grafiği Şekil 1'de gösterildiği gibi olmuştur. Böylelikle daha iyi ayrıştırılabilen bir özellik elde edilmiştir.




Şekil 1. Erişim saati dağılım yoğunluk grafiği.

"source ip" ve "destination ip" özellikleri de ayrıştırılarak kullanılmıştır. IP adreslerinde yer alan 4 setten, ilk üç tanesi ayrıştırılarak işleme alınmıştır. Her setin alabileceği değerler 0-255 aralığında değiştiğinden ilk üç set için ikili kodlama yapılarak, her set 8 sütuna (üç set için 24 sütun) ayrılmıştır. Böylece ip adresleri ordinal özelliklerinden kurtarılarak daha karakteristik bir şekilde temsil edilmiştir.

### 2.3. XGBoost

Çalışma kapsamında CIC-Darknet2020 veri seti özelinde yapılan testlerden ağaç tabanlı yöntemlerin iyi sonuçlar verdiği görülmüştür. Bu nedenle sınıflandırma için ağaç tabanlı bir algoritma olan XGBoost algoritması seçilmiştir.

XGBoost ölçeklenebilir, dağıtılmış gradyan destekli bir karar ağacı algoritmasıdır. XGBoost algoritmasının kullanımı kolay ve hızlıdır. Paralel işlemeyi destekler ve efektif bir hafıza kullanımı sağlar. Gradient Boosting loss fonksiyonunu minimize etmek için zayıf öğreniciler ve gradient descent optimizasyonunu kullanır. XGBoost ise gradient boost karar ağaçlarının hız ve performansını artırmak üzere geliştirilen bir yöntemdir. XGBoost objektif yani loss ve regülarizasyon parametresini minimize etmeye çalışır [16]. XGBoost kullanmak için giriş özellikleri, hedef değişkeni, objektif ve iterasyon sayısı (modele eklenecek ağaç sayısı) belirlenmelidir.

### 2.4. Tree Parzen Estimator

TPE [17] bayes yaklaşımını temel alarak hiperparametre optimizasyonu yapan bir yöntemdir. Burada amaç belirli bir hiperparametre kümesi üzerinden amaç fonksiyonu en iyi optimize eden hiperparametre değerlerinin elde edilmesidir. Herhangi bir hiperparametre kümesinin alacağı değerlerin olasılığı p(x/y) olarak hesaplanır. Burada x değişkeni hiperparametre kümesini, y; kayıp ya da uygunluk değerini temsil eder [18]. p(x/y) değeri formül (2)'de gösterildiği gibi hesaplanır.

$$p(x/y) = \{l(x) \quad eğer \quad y < y* \; g(x) \quad eğer \quad y \geq y* \tag{2}$$

Formül (2)'de y* önceden tanımlanmış bir eşik değerini ifade eder. TPE yöntemi bu eşik değerine bağlı olarak hiperparametreleri gruplandırır. Hiperparametrelerin optimum değeri formül (3) kullanılarak hesaplanır [19].

$$x^* = argmin_x \frac{g(x)}{l(x)} \tag{3}$$

## 3. Bulgular

Çalışma kapsamında kullanılan veriler üzerinden ikili sınıflandırma gerçekleştirilmiştir. Sınıf etiketleri darknet ve zararsız trafik şeklinde belirlenmiştir. Aynı zamanda trafiğin hangi uygulama üzerinden geçtiğini belirleyebilmek amacıyla çoklu sınıflandırma yapılmıştır. Çalışmanın performansını değerlendirmek için Kesinlik (Precision), Duyarlılık (Recall), F1-Skor (F1-Score) ve Doğruluk (Accuracy) metrikleri kullanılmıştır.

Kullanılan veri seti %80 eğitim ve %20 test olmak üzere bölümlenmiştir ve eğitim seti içerisinde 10 kat çapraz doğrulama yapılmıştır. Tablo II'de ikili sınıflandırma test sonuçları verilmiştir. İkili sınıflandırma için doğruluk değeri %98,85 olarak elde edilmiştir.

Tablo II. İkili Sınıflandırma Test Sonuçları.

| | **Decision Tree** | **Random Forest** |
|---|---|---|
| Precision | 99,88 | 99,85 |
| Recall | 98,73 | 1 |
| F1-Score | 99,3 | 99,92 |
| Accuracy | 98,85 | 99,88 |

Çoklu sınıflandırma için kullanılan yöntemler ve test sonuçları Tablo III'te verilmiştir. Seçilen yöntemler arasında XGBoost algoritması %90,14 ile en iyi sonucu veren algoritma olmuştur. Bu aşamada kullanılan yöntemler herhangi bir optimizasyon yapılmadan kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar sonrasında en başarılı olan yöntem XGBoost olarak belirlenmiştir. Devamında yöntemin probleme özgü optimizasyonu için hiperparametreleri belirlenmiştir. Bu aşamada TPE tekniği kullanılmıştır.

Tablo III. Çoklu Sınıflandırma Test Sonuçları.

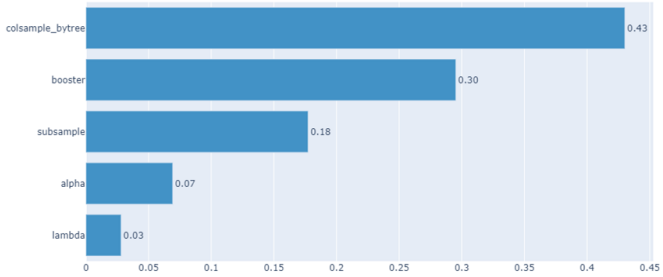
| | **Precision** | **Recall** | **F1-Score** | **Accuracy** |
|---|---|---|---|---|
| **Decision Tree** | 87,23 | 86,13 | 86,27 | 86,13 |
| **Random Forest** | 89,71 | 89,33 | 89,29 | 89,33 |
| **Naive Bayes** | 23,01 | 30,11 | 22,93 | 30,11 |
| **k-NN** | 81,03 | 80,55 | 80,27 | 80,55 |
| **MLP** | 50,39 | 46,95 | 36,54 | 46,95 |
| **XGboost** | 91,67 | 90,14 | 90,11 | 90,14 |

TPE algoritması tarafından seçilen parametreler ve değerleri Tablo IV'de gösterilmiştir. Seçilen parametreler içerisinde sonucu en çok etkileyenler ise Şekil 2'de gösterilmiştir.

Tablo IV. Optimizasyon Sonucunda Seçilen Parametreler

| **Parametre Adı** | **Aldığı Değer** |
|---|---|
| Booster | Dart |
| lambda | 6,41161E-07 |
| alpha | 1,70971E-05 |
| subsample | 0,943222174 |
| colsample_bytree | 0,495953855 |
| max_depth | 16 |
| min_child_weight | 3 |
| eta | 0,235105968 |
| gamma | 4,78236E-07 |
| grow_policy | Lossguide |
| sample_type | Uniform |
| normalize_type | Forest |
| rate_drop | 6,27423E-08 |
| skip_drop | 1,06491E-08 |

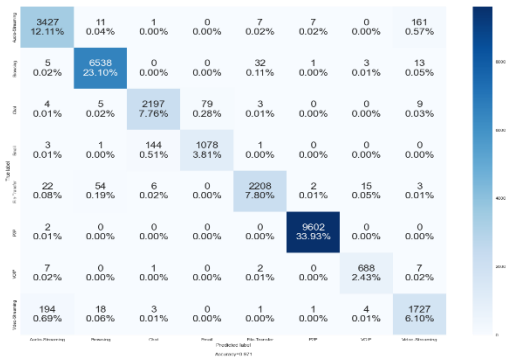
Yapılan optimizasyon ile, 10 kat çapraz doğrulama uygulanarak XGBoost algoritmasının doğruluğu %96,89'a yükselmiştir. Yöntemin sınıf bazında test sonuçları ve karmaşıklık matrisi sırası ile Tablo V ve Şekil 3'de gösterilmiştir. Karmaşıklık matrisi incelendiğinde eğitilen modelin birbirine benzer akış(streaming) uygulamalarını ayırt etme konusunda sorun yaşadığı ve doğruluk oranını etkileyen en önemli faktörün bu olduğu tespit edilmiştir.




Şekil 2. TPE amaç fonksiyonuna göre sonucu en çok etkileyen parametreler.

Tablo V. Önerilen Yöntem Çoklu Sınıflandırma Test Sonuçları.

| Sınıf | Precision | Recall | F1-Score |
|---|---|---|---|
| **Audio-Streaming** | 0,94 | 0,95 | 0,94 |
| **Browsing** | 0,99 | 0,99 | 0,99 |
| **Chat** | 0,93 | 0,96 | 0,95 |
| **Email** | 0,93 | 0,88 | 0,9 |
| **File-Transfer** | 0,98 | 0,96 | 0,97 |
| **P2P** | 1 | 1 | 1 |
| **VOIP** | 0,97 | 0,98 | 0,97 |
| **Video-Streaming** | 0,9 | 0,89 | 0,89 |
| **Average (weighted)** | 0,9705 | 0,9705 | 0,9705 |
| **Average Accuracy** | 0,9705 | | |




Şekil 3. Önerilen yöntem karmaşıklık matrisi.

Tablo VI'da literatürde yer alan güncel yöntemlerle [8],[10] çalışma kapsamında elde edilen sonuçların detaylı karşılaştırması verilmiştir. Elde edilen sonuçlardan önerilen yöntemin üstünlüğü açık olarak görülmektedir.

Tablo VI. Önerilen Yöntemin güncel çalışmalar ile karşılaştırılması

| | **Sarwar ve ark. [8]** | | | **Lashkari ve ark. [10]** | | | **Proposed Method** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **P** | **R** | **F1** | **P** | **R** | **F1** | **P** | **R** | **F1** |
| **Audio-Streaming** | 0,82 | 0,89 | 0,85 | 0,55 | 0,47 | 0,51 | 0,94 | 0,95 | 0,94 |
| **Browsing** | 0,86 | 0,81 | 0,83 | 0,90 | 0,86 | 0,88 | 0,99 | 0,99 | 0,99 |
| **Chat** | 0,85 | 0,84 | 0,84 | 0,66 | 0,67 | 0,67 | 0,93 | 0,96 | 0,95 |
| **Email** | 0,88 | 0,83 | 0,85 | 0,74 | 0,75 | 0,75 | 0,93 | 0,88 | 0,9 |
| **File-Transfer** | 0,95 | 0,93 | 0,94 | 0,90 | 0,95 | 0,93 | 0,98 | 0,96 | 0,97 |
| **P2P** | 0,87 | 0,86 | 0,86 | 0,82 | 0,88 | 0,85 | 1 | 1 | 1 |
| **VOIP** | 0,83 | 0,81 | 0,82 | 0,92 | 0,92 | 0,92 | 0,97 | 0,98 | 0,97 |
| **Video-Streaming** | 0,89 | 0,87 | 0,87 | 0,58 | 0,61 | 0,59 | 0,9 | 0,89 | 0,89 |
| **Average Accuracy** | % 89 | | | % 86 | | | %97 | | |

## 4. Sonuç

Bu çalışmada, CIC-Darknet2020 trafiğini sınıflandırmak için kullanılabilecek farklı makine öğrenmesi algoritmalarının karşılaştırması yapılmıştır ve yeni bir yaklaşım önerilmiştir.

Sonuç olarak ağaç tabanlı topluluk yöntemlerinin, CIC-Darknet2020 veri seti içerisinde ağ trafiğinin hangi uygulama kategorisine ait olduğunu sınıflandırma problemi için başarılı sonuçlar verdiği görülmüştür. Veri setindeki ip adresi, konum ve zaman damgası gibi özelliklerin makine öğrenmesi yöntemleri açısından daha anlaşılır hale getirilmesi ile sınıflandırma algoritmasının doğruluğunda artış elde edilmiştir. Aynı zamanda özyinelemeli öznitelik eleme yöntemi ile elde edilen alt özellik uzayı ve TPE ile elde edilen en iyi hiperparametre değerleri ile model eğitimi gerçekleştirildiğinde doğruluk değeri %97 olarak bulunmuştur.

Gelecek çalışmalarda bu sınıfların (video-streaming ve audio-streaming) daha iyi ayrılmasını sağlayacak özellik çıkarımları ve hibrit makine öğrenmesi yöntemlerinin geliştirilmesi üzerine çalışmalar yapmak mümkündür.

## 5. Kaynaklar

**[1]** Aked S., Bolan C., Brand M., "Determining What Characteristics Constitute a Darknet", *Aust. Inf. Secur. Manag. Conf., Perth, Western Australia*, 2013.

**[2]** CIC-Darknet2020: https://www.unb.ca/cic/datasets/darknet2020.html

**[3]** Demertzis K., Tsiknas K., Takezis D., Skianis C., Iliadis L., Darknet traffic big-data analysis and network management for real-time automating of the malicious intent detection process by a weight agnostic neural networks framework, Electronics, 2021, 10, no. 7, 781, https://doi.org/10.3390/electronics10070781

**[4]** Aswad S. A., Sonuç E., "Classification of VPN Network Traffic Flow Using Time Related Features on Apache Spark", *2020 4th International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies (ISMSIT), Istanbul, Turkey*, 2020, pp. 1–8.

**[5]** Iliadis L. A., Kaifas T., "Darknet Traffic Classification using Machine Learning Techniques", *2021 10th International Conference on Modern Circuits and Systems Technologies (MOCAST), Thessaloniki, Greece*, 2021, pp. 1–4.

**[6]** Jadav N., Dutta N., Sarma H. K. D., Pricop E., Tanwar S., "A Machine Learning Approach to Classify Network Traffic", *2021 13th International Conference on Electronics, Computers and Artificial Intelligence (ECAI), Pitesti, Romania*, 2021, pp. 1–6.

**[7]** Li Y., Lu Y., Multimodality Data Analysis in Information Security ETCC: Encrypted Two-Label Classification Using CNN, Secur. Commun. Netw., 2021, vol. 2021, https://doi.org/10.1155/2021/6633250.

**[8]** Sarwar M. B., Hanif M. K., Talib R., Younas M., Sarwar M. U., DarkDetect: Darknet Traffic Detection and Categorization Using Modified Convolution-Long Short-Term Memory, IEEE Access, 2021, 9, 113705–113713, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3105000.

**[9]** Li Y., Lu Y., Li S., "EZAC: Encrypted Zero-day Applications Classification using CNN and K-Means", *2021 IEEE 24th International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design (CSCWD), Dalian, China*, 2021, pp. 378–383.

**[10]** Habibi Lashkari A., Kaur G., Rahali A., "DIDarknet: A Contemporary Approach to Detect and Characterize the Darknet Traffic using Deep Image Learning", *in 2020 the 10th International Conference on Communication and Network Security, Tokyo, Japan*, 2020, pp. 1–13.

**[11]** Cai J., Luo J., Wang S., Yang S., Feature selection in machine learning: A new perspective. Neurocomputing, 2018, *300*, 70-79, https://doi.org/10.1016/j.neucom.2017.11.077.

**[12]** Chen X., Jeong J. C., "Enhanced recursive feature elimination", *Sixth International Conference on Machine Learning and Applications (ICMLA 2007), Cincinnati, OH, USA*, 2007, pp. 429–435.

**[13]** Rao K. E., Rao G. A., Ensemble learning with recursive feature elimination integrated software effort estimation: a novel approach. *Evolutionary Intelligence*, 2021,*14*(1), 151-162, https://doi.org/10.1007/s12065-020-00360-5.

**[14]** Gilbert E. N., Moore E. F., Variable-Length Binary Encodings. *Bell System Technical Journal*, 1959, *38*(4), 933-967, https://doi.org/10.1002/j.1538-7305.1959.tb01583.x.

**[15]** Altman, Edward I. Financial ratios, discriminant analysis and the prediction of corporate bankruptcy, The journal of finance, 23.4, 1968, 589-609, https://doi.org/2978933.

**[16]** Chen T., Guestrin C., "Xgboost: A scalable tree boosting system", *Proceedings of the 22nd acm sigkdd international conference on knowledge discovery and data mining, San Francisco California USA*, 2016, pp. 785–794.

**[17]** Bergstra J., Bardenet R., Bengio Y., Kégl B., "Algorithms for Hyper-Parameter Optimization", *Advances in Neural Information Processing Systems, Granada, Spain*, 2011, vol. 24.

**[18]** Nguyen, H. P., Liu, J., Zio, E., A long-term prediction approach based on long short-term memory neural networks with automatic parameter optimization by Tree-structured Parzen Estimator and applied to time-series data of NPP steam generators. *Applied Soft Computing*, 2020, *89*, 106116, https://doi.org/10.1016/j.asoc.2020.106116.

**[19]** Ferdinand Erwianda M. S., Kusumawardani S. S., Santosa P. I., Raka Rimadana M., "Improving Confusion-State Classifier Model Using XGBoost and Tree-Structured Parzen Estimator", *2019 International Seminar on Research of Information Technology and Intelligent Systems (ISRITI)*, Yogyakarta, Indonesia, 2019, pp. 309-313, https://doi.org/10.1109/ISRITI48646.2019.9034618.

# SİBER POLİTİKA VE YÖNETİŞİM

***İlker Hakan Terzioğlu*[1]***
[1]American Metropolitan Üniversitesi, İYİ Parti Kurucu Yüksek İstişare Kurulu Üyesi, AB İhtisas Komisyonu, Türk Dünyası ve Yurtdışı Türkler, Şehircilik ve Yerel Yönetimler Başkanı,
hakan.terzi3461@gmail.com –architectilkerhakan@gmail.com
* Sorumlu Yazar: hakan.terzi3461@gmail.com –architectilkerhakan@gmail.com

***Özet:*** *Siber güvenliğe harcanan milyarlara rağmen sızıntılardan kaynaklanan hasarlar artmaya devam ediyor. Bunun nedenlerinden biri de şirketlerin kritik siber riskleri fark edememeleri veya anlayamamaları. Birçok şirket sadece teknoloji temelli açıklara odaklanıyor. Bu nedenle siber güvenlik sorumluluğu IT uzmanlarına yükleniyor ve olası saldırıların önceliklendirilmesinde yeterli sonuç alınamıyor. Risklere dair tartışmalar teknik terimlere boğulduğu için kıdemli liderler ve yönetim kurulları bunları tam olarak anlayamıyor. Daha verimli bir yöntemse şu: Kritik kurumsal aktiviteleri belirleyin, bunlara destek veren sistemleri ortaya koyun, bu sistemlerin açıklarına bakın ve potansiyel saldırganları listeleyin. Şirket içindeki liderler ve çalışanlar bu sürece katılmalı ve genel anlamda siber güvenlik sorumluluğu kıdemli yöneticilere ve yönetim kurullarına geçmelidirler.*

***Anahtar sözcükler****: Siber, Yönetim, Şirket*

# CYBER POLICY AND GOVERNANCE

***Ilker Hakan Terzioglu*[1]***
[1]American Metropolitan University, IYI Party Founding High Advisory Board Member EU Specialization Commission Turkish World and Turks Abroad Head of Urbanism and Local Governments,
hakan.terzi3461@gmail.com –architectilkerhakan@gmail.com
* Corresponding author: av.sevdabora@gmail.comhakan.terzi3461@gmail.com – architectilkerhakan@gmail.com

**Abstract:** *Despite the billions spent on cybersecurity, damage from leaks continues to increase. One reason is that companies fail to recognize or understand critical cyber risks. Many companies focus only on technology-based vulnerabilities. For this reason, the responsibility of cyber security is placed on IT experts and sufficient results cannot be obtained in prioritizing possible attacks. Senior leaders and boards of directors do not fully understand them, as discussions of risks are drowned in technical terms. A more efficient method is: Identify critical organizational activities, expose systems that support them, look for vulnerabilities in those systems, and list potential attackers. Leaders and employees within the company should participate in this process, and overall responsibility for cybersecurity should pass to senior executives and boards of directors.*

***Keywords:*** *Cyber, Management, Company*

## 1.Giriş

### 1.1 Siber Politikanın Önemi

İnternet kullanımı son yirmi yılda o kadar hızlı büyüdü ki, teknoloji artık günlük hayatımızın neredeyse her alanına dokunuyor. Siber güvenliğin önemi bu nedenle hiç bu kadar büyük olmamıştı ve siber güvenlik uzmanları siber casusluğu önlemek ve siber gözetim ve risk değerlendirmesini kullanarak varlıkları korumak için uğraşırken, güvenlik tehditleri genellikle yasal parametrelerin izleyip ele alabileceğinden daha hızlı gelişir. Siber politika, İnternet, veri gizliliği ve ağ kullanımı ile siber savunma dahil olmak üzere dijital veri alışverişinin tüm yönlerini düzenler. Amerika Birleşik Devletleri gibi özgür bir toplumda, ulusal güvenlik endişeleri ve ticari çıkarların konuşma özgürlüğü, mahremiyet ve erişilebilirlik endişelerine karşı tartılması gerektiğinden, siber politika benzersiz zorluklar sunar.Tüm politikalarda olduğu gibi, siber politika da gerekli düzenleme ve sosyal özgürlük arasında bir denge kurmalıdır.

### 1.2 Siber Saldırılar Politika Yapıcıları Nasıl Etkiliyor?

2015 yılının başlarında sağlık sigortası şirketi Anthem, 80 milyon müşteriyi kişisel bilgilerinin çalınma riskiyle karşı karşıya bırakarak büyük bir veri ihlali yaşadı. Benzer şekilde, Target'in 2013 veri ihlali milyonlarca müşteriyi etkiledi.

Sony Pictures'a yapılan 2014 siber saldırısı, suçluların mutlaka küçük gruplar veya bireyler olmadığını ve saldırıların ulus devletlerden gelip küresel ölçekte gerçekleşebileceğini gösterdi. 3.000'den fazla Sony bilgisayarı ve 800 sunucusunun güvenliği ihlal edildi; çalışan kayıtları, yayınlanmamış filmler ve bitmemiş senaryolar çalındı.

Bu tür saldırılar devam ettikçe, küresel siber politika çabaları hızla artıyor. Nisan 2015'te ABD Temsilciler Meclisi, kendi aralarında veya hükümetle siber tehdit bilgilerini paylaşan şirketler için yasal sorumluluk koruması sağlayacak bir siber güvenlik yasasını onayladı.

ABD Dışişleri Bakanlığı' nın Siber Sorunlar Koordinatörü Christopher Painter, bilgisayar ağlarını korumak için neler yaptıklarını araştırmak için farklı ülkeleri ziyaret ederek siber politika dünyasında da adımlar atıyor. Hedeflerinden biri, bir ulusun kamu hizmeti altyapısına zarar veren çevrimiçi faaliyetleri bilerek desteklemeyeceğini belirleyen bir dizi gönüllü uluslararası standardı teşvik etmektir.

### 1.3 Günlük Yaşamlarımızdaki Politika Etkisi

Siber politikanın etkisi büyük kurumlarla sınırlı değildir ve günlük hayatımızda önemli bir rol oynayabilir. Her iki tarafta sesini duyuran savunucuları ile çığır açan bir kararda, FCC kısa süre önce İnternet'in bir kamu hizmeti olduğuna ve bu şekilde düzenlenebileceğine karar verdi. Karar, FCC'nin "Ağ Tarafsızlığı"nı savunmasına izin verecek ve İnternet servis sağlayıcılarının tüm içeriğe eşit davranması gerektiğini ve kurumsal ortaklara lehte muamele yapamayacaklarını zorunlu kılacaktır. Nasıl ki telefon şirketleri aradığınız kişiye bağlı olarak daha iyi hizmet veremezlerse, internet şirketleri de hangi siteleri kullanırsanız kullanın adil hizmet vermek zorunda kalacaktır. Örneğin, Amazon ile ortak olsalar bile Netflix, Hulu ve diğer video sağlayıcılara aynı kalitede hizmet vermeleri gerekiyor.

### 1.4 Siber Politika Uygulamasının Zorlukları

Her yeni güvenlik ihlali ve siber güvenlik girişimi, hükümetin İnternet'i ne ölçüde kontrol etmesi gerektiği, hangi tehditlerin halka bildirilmesi gerektiği ve İnternet'in bir mücadele aracı olarak kullanılıp kullanılmaması gerektiği gibi soruları beraberinde getiriyor.

Siber politikanın zorlukları bu nedenle çok sayıda tartışma ve siyasi nüans içerebilir ve kişisel özgürlük ve ulusal güvenlik üzerinde geniş kapsamlı bir etkiye sahip olabilir. Farklı siyasi gündemler ilerlemeyi zorlaştırabileceğinden, bütüncül politika eksikliği zayıf korumalara yol açabilir; bu nedenle, politikacılara rehberlik edecek, yasaların hazırlanmasına yardımcı olacak ve hem şirketleri hem de halkı eğitecek politika uzmanlarına kritik bir ihtiyaç vardır.

Siber sızıntıların maliyeti ve yol açtığı sıkıntılar son 10 yıl içerisinde kritik biçimde artmaya başladı. Örneğin 2017'deki WannaCry saldırısının sebep olduğu toplam finansal ve ekonomik kaybın 8 milyar dolara ulaştığı tahmin ediliyor. Marriott 2018'de iştiraklerinden biri olan Starwood zincirinin rezervasyon sisteminde bir sızıntı olduğunu ve 500 milyon misafirinin kişisel verilerinin ve kredi kartı bilgilerinin çalınmış olabileceğini fark etti. Görülen o ki hackerlar çok daha etkili hale geliyor. Ancak dünyanın dört bir yanından şirketlere danışmanlık yapmanın getirdiği tecrübe ile şunu söyleyebiliriz ki şirketlerin hacklenme tehditlerinden bu kadar çekinmelerinin başka bir nedeni daha var. Şirketler kendilerine yönelik kritik siber riskleri bilmiyor veya anlamıyor çünkü teknolojik açıklara gereğinden fazla odaklanmış durumdalar.

Siber güvenlik çabaları sadece teknolojiye odaklandığında şirketin liderleri konuyla ilgili daha az bilgi sahibi olur ve kurumlar daha zayıf bir güvenlik şemsiyesi oluşturur. Siber tehditlere yönelik konuşmalar teknik terimlere boğulur ve kıdemli yöneticiler bu konuşmalara girmekten çekinir. Bu noktada olası risklere çözüm bulma görevi sadece siber güvenlik ve IT uzmanlarının sorumluluğuymuş gibi görülmeye başlar ve bu kişiler genellikle kurumsal bilişim sistemlerine odaklanır. Hiçbir şirketin her tehdidi önleme gibi bir yetkinliği olmayacağından bazı önemli tehditlere karşı tedbir alınamaz.

Bu noktada daha verimli bir yaklaşım, siber güvenlik bakış açısını tehditlerin şirketin *faaliyetlerine* olası etkileri bazında değerlendirmek olabilir. Diyelim ki bir kimya şirketinde yöneticisiniz. Bilgisayar sistemlerinizi etkileyecek siber saldırıların neler olduğunu sormak yerine olası bir siber saldırının tedarik zincirini nasıl etkileyeceğini veya hangi ticari sırların sızabileceğini sorun. Ya da saldırıdan sonra hangi yükümlülüklerinizi yerine getiremeyeceğinize, insanlık için bir risk oluşturup oluşturmayacağına odaklanın. Bu basit bir değişim gibi görülse de liderler kritik faaliyetleri sorgulamaya başladıklarında siber savunma kalkanı geliştirme konusunda da daha iyi bir bakış açısı ortaya koyacaklardır.

Asya'nın üçüncü büyük elektrik sağlayıcısı CLP'nin CEO'su Richard Lancaster bu bakış açısı değişikliğini şöyle tanımlıyor: "Eskiden siber riskleri genelde IT konusu olarak görürdük. Zamanla aslında en büyük kırılganlığımızın elektrik şebekemizde ve üretim tesislerinde olduğunu fark ettik. Artık siber risklerin ciddi bir kurumsal risk olduğunun farkındayız ve CEO olarak benim görevim kurumsal riskleri yönetmek." Bu bakış açısıyla sorumluluk IT'den kıdemli yöneticilere ve yönetim kurullarına geçiyor ve bu oyuncular da siber güvenlik ekiplerinin doğru tehditlere odaklandığından emin olmak için aktif bir rol üstleniyor.

## 2. Siber Tehdit Senoryaları

Siber riskleri belirlemek ve düzeltmek sosyal bir süreçtir. En önemli risklerin nerede olduğunu belirlemek için çok geniş skalada çalışanların görüşlerini ve fikirlerini almanız önemlidir. Geniş bir grubun görüşünü alarak kritik konular ve gerçeklere dair erken aşamada bir fikir sahibi olabilir ve bu riskleri yönetme sürecinde bir fikir birliği oluşturabilirsiniz.

Şirketlerin doğru bilgileri daha geniş bir kitleyle paylaşmalarına yardımcı olmak için *siber tehdit senaryosu* olarak adlandırdığımız bir araç geliştirdik. Bu araç potansiyel bir siber saldırının dört kısmını da ele alıyor: Bir kilit faaliyet ve ona dair kurumsal risk, bu faaliyeti destekleyen sistemler, olası saldırı türleri ve olası sonuçlar ve bu saldırıları yapma ihtimali olan düşmanlar. Şirketler, bu dört noktaya dair detayları belirleyerek risklerini tanımlayabilir, önceliklendirebilir ve sorunu giderici aksiyonlar hazırlayabilir.

Siber güvenlik ekibinizdeki kişiler siber senaryolar oluşturma sorumluluğunu üstlenmeli ancak şu rollerden de destek almalılar:

- ***Liderler.*** CEO, icra ekibi ve diğer üst yöneticiler. İcradan sorumlu liderlerle konuşmak kritik öneme sahiptir ancak bu görüşmeler çok zaman almamalıdır. Görüşmeler ve tartışmalar dikkatlice metne dönüştürebilirse daha etkili ve kolay anlaşılabilir bir belge hazırlanabilir.
- ***Operasyonlar.*** Merkezi kurumsal faaliyetlerde günlük süreçlerde yer alan personel.
- ***IT sistemleri.*** Faaliyetleri destekleyen bilişim sistemlerinin yönetiminden sorumlu kişiler.
- ***Uygun uzmanlar.*** Belirli bir tehdidin oluşturabileceği sonuçlara ve durumlara dair uzmanlığı bulunan (hukuk, halkla ilişkiler veya fiziksel güvenlik gibi) kişilerdir. Örneğin bir senaryo kişisel verilerin kaybıyla sonuçlanıyorsa bu süreçte hukuk biriminin de görüşünü almak gerekebilir zira kanunu ihlal etme durumu söz konusudur.

Şimdi gelin, siber tehdit senaryosunun her bir bileşenine yakından bakalım, bunların nasıl oluşturulacağını ve kimlerin dahil olacağını analiz edelim.

### 2.1 Kritik Kurumsal Faaliyetler Ve Riskler

Siber güvenlik ekibi, bu risk ve faaliyetleri belirlemek için şirketin liderleriyle görüşmeler yapmalı, şirketin yazılı belgelerinde yer alan risk tolerans durumlarını incelemeli ve kurumsal amaçları (gelir hedefleri veya yeni pazarlara açılmak gibi) gözden geçirmelidir. Örneğin bir gelir hedefi yeni bir ürünün veya hizmetin piyasaya sürülmesine bağlı olabilir. Müşteri tabanını genişletmek için yeni bir ülkede faaliyete başlamak gerekebilir. Kritik faaliyetler kurumun dışında da cereyan edebilir, iç operasyonlara bağlı olabilir veya şirketin stratejik geleceğine dair şekillendirilebilir. Kimya şirketi örneğine geri dönersek bu şirket için kritik faaliyet, şu aralar yoğun talep gören polyester reçine üretimi olabilir.

Bir faaliyetin ne kadar önemli olduğu sektörlere ve şirketlere göre değişilebilir. Örneğin son tüketiciye yönelik yazılı veya ucuz perakende mağazaları için müşteri desteği sunmak, nispeten düşük riskli bir faaliyettir. Ancak casino sektörü için müşteri ilişkileri hayati öneme sahiptir. Mesela Makao'daki casinolar toplam gelirlerinin yüzde 54'ünü çok az sayıda VIP müşteriden elde ederler. Müşteri ilişkilerine dair bir risk bu casinoların gelirlerini doğrudan etkiyecektir.

Bir şirketin sahip olduğu kritik faaliyetlerin sayısı ve dolayısıyla oluşturmak durumunda olduğu siber tehdit senaryolarının sayısı şirketten şirkete değişir.

Kurumunuzun riskini daha iyi anlamak ve tartmak için her bir kilit faaliyetin şirketinize zarar verecek biçimde çöktüğünü düşünün. Örneğin, kimya şirketindeki bir durum nedeniyle fabrikada reçine üretimi durabilir ve bu da gelirleri azaltabilir.

Ayrıca bu durumun müşterileriniz ve diğer paydaşlarınız üzerindeki dolaylı zararlarını da göz önünde bulundurun. Örneğin zehirli bir kimyasalın doğaya karışması veya şifre ya da kredi kartı verileri gibi önemli müşteri bilgilerinin kaybedilmesi söz konusu olabilir.

Bir şirket için önemli ölçüde risk oluşturan bir konu, başka bir şirket için önemsiz olabilir. Reçine tesisinin durması kimya şirketi için büyük bir zarar oluştururken ürettiği reçineler talep görmeyen bir diğer tesis için ya da yedek tesiste üretim yaparak bu sorunu aşabilecek bir şirket için bu durum daha az riskli görülebilir.

*2.1.1* Siber Güvenlik Yönetim Kurulunun Sorumluluğudur

Yönetim kurulları şirketin sermayedarlarının hakkını savundukları ve şirketin uzun vadeli bakış açısını şekillendirdikleri için siber riskleri belirleme konusunda da yetkileri ve sorumluluklarını olduğuna inanıyoruz. Bu konuya eğildiklerinde çok ciddi bir fark yaratabilirler. Yönetim kurulu üyeleri, siber tehditlere dair dört noktayı sorgulayarak kritik risklerin daha iyi anlaşılmasını sağlayabilirler. Örneğin, bir yönetim kurulu üyesiyseniz şirketin en kritik faaliyetlerinin belirlenip belgelendiğinden, bu faaliyetlerin faydalarının listelendiğinden ve bu faaliyetlerin karşı karşıya olduğu risklerinbelirlendiğinden emin olun.

Benzer şekilde kurumsal faaliyetler için önemli olan bilgisayar sistemlerinin güncel envanterlerinin tutulduğundan da emin olun. Bu envanterleri tek tek incelemenize gerek olmasa da bir göz atın veya kıdemli bir yöneticiden bunları inceleyip görüşlerini aktarmasını isteyin. Ayrıca şirketin bu envanterleri güncel tutmak için uygun süreçlere ve akışlara sahip olup olmadığına bakın ve süreçlerin çalıştığını görmek için birkaç güncellemeyle ilgili soru sorun.

Yönetim kurulu üyeleri kritik faaliyetleri tehdit edecek saldırı türlerinin anlaşılması, bu tür bir saldırı durumunda şirkete ve paydaşlara olan etkilerin analiz edilmesi, olası düşmanların kim olduğu ve ne tür yetkinliklere sahip olduğunun araştırılması gibi konularda üst yönetimin yaklaşımlarını izlemeli. Şirket her bir faaliyete yönelik güncel siber saldırı riskleri konusunda yönetim kurulunu bilgilendirmeli.

*2.1.2 Destek Sistemleri*

Şirketiniz kendini koruması için ne yapması gerektiğini bilmiyorsa etkin bir siber koruma sistemi de kurgulayamaz. Bu noktada her bir kritik faaliyet için bilişim sistemlerinizi, onların sunduğu hizmetleri ve fonksiyonaliteyi kataloglamanız gereklidir.

Bu süreç, söz konusu faaliyette yer alan operasyonel kişilerle başlamalıdır çünkü hangi yazılımın kullanıldığını ve o yazılım işlevsiz kalırsa hangi sonuçların ortaya çıkabileceğini en iyi bu kişiler bilecektir. Ayrıca bilişim sistemlerinin bakımını yapanlar da sürece katılmalıdır zira söz konusu yazılımı destekleyen teknolojiler konusunda geniş bir bakış açısına sahiptirler. Genel kullanılan bilgisayarlar için IT yetkilileri, endüstriyel bilgisayarlar için mühendisler devreye girmelidir.

Envanterde bu cihazların fiziksel konumları da yer almalıdır. Böylelikle siber olaylara müdahale eden ekipler bir saldırı sırasında nereye gidip müdahale edeceklerini daha net bilecektir.

IT çalışanlarına destek amaçlı, bilgisayarların ve yazılımların envanterini otomatik olarak tutan bazı ürünler mevcut olsa da bu sistemler hangi cihazların ve yapıların kritik öneme sahip olduğunu bilemeyebilir. Özellikle kurumsal faaliyetler bazında bir katalog oluşturmak, bilişim sistemlerinin kırılganlığının önceliklendirilmesi ve etkin bir koruma sağlanması açısından önemlidir.

## 3. Siber Saldırıların Tipleri Ve Sonuçları

Ekibiniz bir sonraki adımda, her bir kritik faaliyeti sekteye uğratabilecek olası tüm saldırı tiplerini belirlemeli ve bu saldırıların ne şartlarda başarılı olabileceğini ve olası sonuçlarını tahmin etmelidir.

Siber saldırılar, en temel seviyede bilişim sistemlerindeki açıkları kullanır. Örneğin zararlı yazılım saldırıları uygulamalardaki programlama hatalarından yararlanan zararlı yazılımlar kullanır. (WannaCry olayında hackerlar bu yöntemi kullanmıştı.) Siber güvenlik ekibiniz, kritik bilişim sistemlerinizdeki açıkları kullanabilecek tekniklerin ve yöntemlerin farkında olmalıdır.

Saldırıların her zaman karmaşık veya teknik açıdan sofistike olmadığını unutmamak gerekir. Her bir bilgisayar sisteminde görülebilen en genel açıklardan biri, o sistemin yöneticisinin makinedeki hemen hemen her şeyi kontrol edebilme yetkisine sahip olmasıdır. Böylesine geniş bir yetki operasyon ve bakım açısından gerekli olsa bile yönetici tarafından kötüye de kullanılabilir.

Bir siber saldırı birçok farklı biçimde gerçekleştirilebilir. Bu nedenle saldırıları numaralandırmak çok pratik veya kullanışlı bir yöntem değildir. Zararlı bir yazılım yükleyen bir dış saldırı veya yetkilerini yanlış kullanan bir kullanıcı gibi temel saldırı biçimlerini tespit etmeniz bile önemli bir aşamadır.

### 3.1 Saldırı Gereksinimleri

Düşmanınızın bir siber saldırı gerçekleştirmek için neye ihtiyaç duyacağını düşünmek savunma kurgusu için çok önemlidir. Siber güvenlik ekibiniz ve kritik faaliyetlerde yer alan operasyonel personel belirli gereksinimleri ortaya koyabilir. Genelde bunlar şu üç kategoriden birine girer:

#### *3.1.1 Bilgi*

Düşmanınızın sahip olması gereken bilgiler.Örneğin zararlı yazılım kodlayabilmek ya da hidroelektrik santrallerinin çalışma prensiplerini bilmek.

#### *3.1.2 Araçlar ve teçhizat*

Düşmanınızın ihtiyaç duyacağı cihazlar. Bunlar sadece şifre kırıcılar veya ağ analiz yazılımları değil, laptoplar ve radyo sinyali ileticiler gibi donanımları da kapsar.

#### *3.1.3 Pozisyon*

Düşmanınızın nerede olacağı. Örneğin, fiziksel olarak bir binanın yakınında mı olmalı yoksa şirkette çalışan veya sözleşmeli personel mi olmalı?

Birlikte çalıştığımız bir Güney Doğu Asya bankası siber saldırıya uğramıştı ve ciddi bir debit kart yolsuzluğuyla karşı karşıya kalmıştı. Araştırma sonucunda saldırganların Visa ve Mastercard onaylama kodlarına ve bir kredi kartı terminalini biçimlendirme bilgisine aşina olmaları gerektiği ortaya çıktı. Ayrıca bu yolsuzluğa dahil olan üye işyerlerini koordine etmek için de belirli bir bölgenin yakınında olmaları gerekiyordu. Ancak fiziksel olarak bankaya girmeleri veya orada çalışmaları gerekmiyordu.

## 4. Saldırının Sonuçları

Kilit kurumsal faaliyetlerin sekteye uğramasının olası sonuçlarını en iyi bilecek olan grup liderler ve kıdemli yöneticilerdir. Bu kişilerin siber güvenlik grubunu yönlendirmesi çok önemlidir. Operasyonel personel ve sistem personeli de önemli noktaları işaret edebilir; hukuk, finans ve uyum gibi uzmanlık gerektiren diğer bölümlerden kişiler de olası ikincil zararları öngörebilirler. "Böyle olursa ne olur?" tarzında bir dizi soru sormak bu görüşmeleri daha verimli kılabilir.

Örneğin, bir fidye saldırısı sonucunda bir hastanenin tüm hasta kayıtlarına erişimi kesilirse bakım hizmetleri nasıl etkilenebilir? WannaCry saldırısı sonrası İngiltere Sağlık Bakanlığı, binlerce randevuyu ve ameliyatı iptal etmek zorunda kalmıştı.

Bazı sonuçlarsa doğrudan finansal maliyetlerin ötesindedir. 2017'de gerçekleşen NotPetya siber saldırısı tüm dünyada birçok büyük şirketin operasyonlarını kesintiye uğrattı. Toplam kayıp, AP Moller-Maersk'de 300 milyon dolara kadar çıkarken FedEx'te bu rakam 400 milyon dolardı. NotPetya'nın ilaç devi Merck'in işleri üzerindeki etkisi, hem doğrudan maliyetler hem de kaybedilen gelir açısından düşünüldüğünde 870 milyon doları buldu. Ayrıca operasyonların kesintiye uğraması, bazı kanser türlerini önleyen bir Merck aşısının stoğunu azalttı.

## 5. Siber Düşmanlar

Peşinizde kim var? Olası düşmanlarınızı, onların motivasyonlarını ve yeteneklerini tahmin etmek bir saldırı olasılığını öngörmek ve bunu atlatmak için gerekli kontrolleri oluşturmak açısından önemlidir. Düşmanlarınız arasında ülkeler, suç örgütleri, rakipler, itilaf yaşadığınız çalışanlar, teröristler veya protestocu gruplar yer alabilir. Bu düşmanların ne kadar sofistike işler yapabileceklerini göz ardı etmeyin. Şu anda birçok grup gelişmiş saldırı araçlarına kolayca erişebiliyor.

Olası düşmanları belirleme konusunda en doğru bilgi kritik kurumsal faaliyetlere dahil olan liderler ve operasyonel personel tarafından verilebilir çünkü bu kişiler saldırganları nelerin motive edeceğini ve ne elde edebileceklerini daha doğru yorumlar. Başlamak için ilk adım, şirketinizin başkaları için değer anlam ifade eden varlıklarını sorgulamaktır. Örneğin bir rakip, Ar-Ge ve ticari sırlarınızla ilgilenebilirken suç örgütleri karaborsada satmak için müşterilerinizin finansal kayıtlarına göz dikebilir.

Şirketler potansiyel düşmanların daha geniş anlamda ticari bağlamını da göz önüne almalıdır. Makao'daki casino yöneticileri VIP müşterilerinin verilerinin merkezi sistemlere aktarımında kullanılan şebekeleri şifrelememeyi tercih etmişti. Bu ihtiyacın sebebi o sırada henüz belirlenmemişti. Ancak bu şirketlerin yöneticilerine bir saldırıdan kimin en fazla yarar sağlayabileceğini sorduğumuzda kullandıkları telekomünikasyon şebekesini işleten şirketin de büyük bir casino işletmecisi olduğunu söylediler.

Müşterileriniz bile siber düşmanınız olabilir. Rüzgar türbinlerinin kontrolü için yazılım üreten AMSC, en büyük müşterilerinden biri olan Sinovel'in mevcut ve geleceğe dair tüm anlaşmaları (toplam 800 milyon dolar) feshetmesi karşısında şaşkına dönmüştü. Yapılan incelemeler sonucunda Sinovel'in AMSC'nin yazılımını çaldığı ve binlerce yeni rüzgar türbinine bu kaçak yazılımı yüklediği görüldü. AMSC'nin bildirdiğine göre bu fikri mülkiyet hırsızlığı şirkete 2010 mali yılında 186 milyon dolardan daha fazla bir zarar oluşturdu. Şirket bu hırsızlıktan toplamda 550 milyon dolar zarar gördü ve bunun çok az bir kısmı karşılanabildi. Ayrıca şirketin ortakları 1 milyar dolarlık bir değer kaybıyla karşı karşıya kaldı ve çalışanlarının yarısından fazlasını oluşturan 700 kişiyi işten çıkarmak zorunda kaldılar. AMSC hâlâ daha kâr edebilir bir noktaya gelemedi.

Bazen de şirketin içinde bulunduğu sektör veya iş yapma biçimi bir saldırıyı tetikleyebilir. Örneğin çevreyi kirleten şirketler çevreci grupların hedefi olabilirler. NSA'in eski çalışanlarından

Edward Snowden, kurumun inkar ettiği izlemeleri yaptığını kanıtlamak için bilgi hırsızlığı gerçekleştirmişti. İşten çıkarmalar veya tesis kapatmalar gibi aksiyonlar da çalışanların sistemleri istismar etmelerine neden olabilir. Ayrıca kendi ajandası olan veya sadece şan şöhret için saldıranlar da olabilir.

Şirketiniz, doğrudan kendisine yapılmamış bir saldırıdan da zarar görebilir. Örneğin altyapı gitgide daha fazla saldırı çeken bir sektör. Ivano-Frankivsk'deki elektrik altyapısına 2015'te yapılan saldırıyı hatırlayalım. Eğer şüpheler doğruysa ve saldırının arkasında Rusya varsa bu saldırının motivasyonunun aslında dolaylı olarak zarar gören enerji şirketleriyle veya müşterilerle hiçbir alakası yoktu. Şirketler, sadece Ukrayna'da bulundukları için hedef alındılar. Rusya ile Ukrayna arasında itilaflar vardı. Sistemlerinizi kimin çökertmek isteyeceğini tahmin ederken şirketinizin içinde bulunduğu ticari ve politik bağlama dair çok daha geniş bir resme bakmalısınız.

### 5.1. Önlenebilecek Bir Kriz

Gelin, bir siber saldırıya yakından bakalım ve siber tehdit senaryosu yaklaşımı uygulanmış olsaydı bundan nasıl kaçınılabileceğini ele alalım.

Maroochy, Avustralya'nın Brisbane şehrinin yaklaşık 100 kilometre uzağındaki turistik bir kasabadır. Bu kasaba çok önemli bir doğal güzellik ve ekolojik ortam sergiler. Bembeyaz kumsallar, vadiler ve şelalelerle süslü tropik yağmur ormanlarını bir arada barındıran eşsiz bir bölgedir.

2000'lerin başında bölgenin su ve kanalizasyon altyapısı, günde 35 milyon litre atık suyu toplayan ve arıtan Maroochy Water Services tarafından işletiliyordu. 2000 yılının Ocak ayının sonlarına doğru şirketin atık su pompalama istasyonlarını kontrol eden sistemler pompalar üzerindeki kontrolü kaybetmeye ve yanlış alarmlar vermeye başladı. Bir süre sonra tedarikçilerden biri sistemin bilgisayarlarının saldırı altında olduğunu fark etti. Bu sırada lağım ve diğer atık sular geri teperek kasabanın ortasına akmaya başladı. Taşkın eskiden beş yıldızlı bir otel olan PGA golf sahasını da etkiledi. Parklardaki su yolları simsiyah kesildi, birçok sulak alanda su hayvanları telef oldu. Genel resim korkunçtu. Saldırılar, polisin saldırganı bir pompa istasyonunda sıkıştırıp bir araç takibinden sonra yakalamasına kadar geçen üç ay boyunca devam etti.

Geriye dönüp bakmak nelerin yanlış gittiğini gösterebilir. Ancak gelin bu şirket siber tehdit senaryosu oluştursaydı nasıl bir tablo ortaya çıkardı buna bakalım. ("Maroochy'nin Siber Tehdit Senaryosu" kutusuna bakalım)

### *5.2.* Maroochy'nin Siber Tehdit Senaryosu

Avustralya'da bir turistik bölge olan Maroochy kasabasının yerel su ve atık sistemi 2000 yılında bir saldırıya uğradı. Eğer su şirketinin yönetimi bir senaryo çalışması yapsaydı bu saldırıyı önlemek için çok daha hazırlıklı olurlardı.

| BİLEŞEN | ÖRNEK |
|---|---|
| Kritik kurumsal faaliyetler ve riskler | Atık su arıtma<br>Pompa istasyonu arızası |
| Destek sistemleri | Merkezi operasyon yönetim sistemi<br>Pompa istasyonu kontrol ekipmanı |
| Siber saldırı tipleri ve sonuçları | Ağ bağlantısının güvenlik açısından yetersiz kalması, pompa kontrol ekipmanına şifresiz giriş riski<br>Lağım ve diğer atık suların yol açtığı taşkın |
| Siber düşmanlar | Kızgın bir çalışan |

Maroochy'nin Siber Tehdit Senaryosu tablosu

Kurum için en kritik kurumsal faaliyet atık suyun tahliyesiydi. Maroochy sisteminde 142 pompa istasyonu vardı ve bunlar atık suları tesise pompalıyordu. Kasabada rakım farklılıkları olduğundan dolayı bir pompa arızalanırsa atık suyun yüzeye çıkma ve parklara ve turistik bölgelere akma olasılığı vardı.

Pompalara yönelik destek bilgisayar sistemi merkezi bir operasyon yönetim sisteminden ve pompa istasyonlarındaki dahili kontrol sistemlerinden oluşuyordu. Operatörler, merkezi sistem üzerinden her bir istasyondaki pompayı açıp kapatabiliyor ve pompalama hızını ayarlayabiliyordu. Pompa istasyonları, merkezi sistemi de manipüle edebilen sistemler üzerinden lokal olarak kontrol edilebiliyordu.

Bu destek sistemlerinin iki siber güvenlik açığı vardı. Birincisi, (özel bir bilgisayardan) herhangi biri bu pompalara bağlantı sağlayabiliyordu. İkincisi, bağlantı kurulduktan sonra şifre sorulmuyordu.

Potansiyel bir saldırgan başarılı olmak için teçhizatın nasıl işlediğini anlamalıydı ki bu da tecrübeyle veya ürünün kullanma kılavuzunu okuyarak elde edilebilen bir bilgiydi. Ayrıca teçhizat ile bağlantı kurmak için gerekli radyo frekansını bilmek de gerekliydi ki bu bilgi de ürün kılavuzunda yer alıyordu. Saldırgan birden fazla sayıda bilgisayara (bunların birinin de pompalama istasyonlarında kullanılanla aynı tür olması gerekliydi), ağ kablosuna ve iki yönlü radyo teçhizatına ihtiyaç duyacaktı. Saldırganın, bir pompa istasyonunun sistemine bağlanmak için radyo frekansının menzilinde olması yeterliydi, pompanın olduğu binaya girmesine gerek yoktu.

Bu vakadaki siber düşman, pompalama istasyonu teçhizatını tedarik eden şirketin eski bir çalışanıydı. Tedarikçide bir süre geçirdikten sonra Maroochy Water Services'a iki kez iş başvurusunda bulunmuş ve reddedilmişti. Bu deneyim sonucunda hayal kırklığı ve aşağılanmışlık hissiyle hareket eden saldırgan, her iki şirketten de intikam almak istemişti. Pompa istasyonlarına ait bir bilgisayarı çalmıştı. Sistemin nasıl işlediğini gayet iyi bildiği için bu bilgisayar ve radyo cihazı sayesinde

pompalama istasyonlarıyla bağlantı kurabilmişti. Ardından pompaları manipüle ederek merkezi sistemi de ele geçirmiş ve saldırıyı gerçekleştirmişti.

Eğer Maroochy Water Services yöneticileri atık su arıtma sistemine dair bir senaryo oluşturmak için personelleriyle çalışmış olsalardı, karşılaştıkları ciddi riskleri daha önceden fark edebilir ve bunlarla yüzleşebilirlerdi. Atık su artıma sürecinin kurumsal açıdan kritik bir faaliyet olduğunu belirleyebileceklerini düşünebiliriz. Bununla birlikte bir senaryo oluşturmak için yapacakları bir inceleme ve analiz sonucunda bu yöneticiler ve IT ekipleri, bir siber saldırının destek bilgisayar sitemlerinin yanı sıra pompaların ve diğer ekipmanın da nasıl etkilenebileceğini daha iyi anlayabilirlerdi.

Ayrıca bu risklerden kaçınmak için de bir şeyler yapabilirlerdi. Maroochy Water Services'ın IT güvenliği ekibinin üyeleri atık su krizini önlemek için çözülmesi gereken iki açığı daha önceden görebilirler ve bunu yöneticilerine hiç de teknik olmayan tek bir cümleyle açıklayabilirlerdi: "Pompa istasyonlarımıza dair bir siber saldırıyı önlemek için istasyonlardaki bilgisayarlara girişte şifre istemeli ve bunlara erişimi kısıtlamalıyız."

Siber riskleri belirlemek süreklilik arz eden bir iştir. İşiniz geliştikçe ve bu işe destek veren bilişim sistemleri değiştikçe yeni açıklar da ortaya çıkar. Şirketiniz bu açıkları tespit edebilmek için değişim yönetimi süreçlerinde siber güvenlik risklerine odaklanan, iyi tanımlanmış kontrol noktaları oluşturmalı.

Şirketinizin en önemli siber açıklarını belirlemek sadece ilk adımdır. Risklerin ne olduğunu bilmek potansiyel saldırıları önceliklendirmenizi, onları önleyecek kontrolleri oluşturmanızı ve gerektiğinde kullanılacak bir tedavi süreci kurgulamanızı mümkün kılar. Dijital alanda başarının yolu bu tartışmaların merkezine kurumsal riskleri ve liderleri yerleştirebilmekten geçer.

2015 yılının başlarında sağlık sigortası şirketi Anthem, 80 milyon müşteriyi kişisel bilgilerinin çalınma riskiyle karşı karşıya bırakarak büyük bir veri ihlali yaşadı. Benzer şekilde, Target'in 2013 veri ihlali milyonlarca müşteriyi etkiledi.

Sony Pictures'a yapılan 2014 siber saldırısı, suçluların mutlaka küçük gruplar veya bireyler olmadığını ve saldırıların ulus devletlerden gelip küresel ölçekte gerçekleşebileceğini gösterdi. 3.000'den fazla Sony bilgisayarı ve 800 sunucusunun güvenliği ihlal edildi; çalışan kayıtları, yayınlanmamış filmler ve bitmemiş senaryolar çalındı.

Bu tür saldırılar devam ettikçe, küresel siber politika çabaları hızla artıyor. Nisan 2015'te ABD Temsilciler Meclisi, kendi aralarında veya hükümetle siber tehdit bilgilerini paylaşan şirketler için yasal sorumluluk koruması sağlayacak bir siber güvenlik yasasını onayladı.

ABD Dışişleri Bakanlığı'nın Siber Sorunlar Koordinatörü Christopher Painter, bilgisayar ağlarını korumak için neler yaptıklarını araştırmak için farklı ülkeleri ziyaret ederek siber politika dünyasında da adımlar atıyor. Hedeflerinden biri, bir ulusun kamu hizmeti altyapısına zarar veren çevrimiçi faaliyetleri bilerek desteklemeyeceğini belirleyen bir dizi gönüllü uluslararası standardı teşvik etmektir.

## 6. Kaynaklar

**[1]** Written By: Jack J. Domet, Thomas J. Parenty, Narrated By: Jonathan Todd Ross, A Leader's Guide to Cybersecurity: Why Boards Need to Lead-And How to Do It – 3.12. 2019

# TWİTTER İLE METİN MADENCİLİĞİ KRİPTO PARA

***Abdülkadir Şengül *[1], Nur Kuban Torun [2]***
[1]Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi kadir.sengul61@hotmail.com
[2] Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi nurkuban.akdemir@bilecik.edu.tr
[*] Sorumlu Yazar: kadir.sengul61@hotmail.com

***Özet:*** *Günümüzde sosyal medya platformları, kullanıcılara düşüncelerini ve duygularını paylaştıkları bir mecra oluşturmuştur. Sosyal medyanın yaygın kullanılması ile birlikte insanlar herhangi bir kategorideki konu üzerine duygu ve düşüncelerini dile getirmekte zorlanmamaktadır. Twitter, kullanıcıların düşünce ve görüşlerini yayınlayabilecekleri en popüler sosyal medya platformlarından biri haline gelmiştir. Çoğu şirket sosyal medyadan aldığı bu verileri iyi bir şekilde yönetememekte ve veri kirliliği yaşanmaktadır. Şirketler için karmaşık veri içerisinde yararlı verileri bulmak oldukça zordur. Bu çalışmanın amacı Twitter'da kriptopara etiketi ile atılan 21 günlük tweetlerin kripto para ile bağlantılı kelimelerini ortaya çıkartmaya çalışmak ve kripto para ile ilgili gerçek veriler ile insanların duyguları tespit etmeye çalışmaktır. Bu amaç doğrultusunda ilk olarak Twitter Develepor hesabı alınmıştır. Alınan hesabın içerisinden bir proje oluşturulmuştur. Oluşturulan bu projenin Apı Key, Apı Secret, Access Token ve Access Secret anahtarları alınmıştır. Bu anahtarları kullanarak R programlama dili ile Twitter Develepor hesabı birbirlerine entegre edilip tweet çekmek için uygun ortam hazırlanmıştır. 24.12.2021 – 14.01.2022 tarihleri arasında "#kriptopara" hasthtagi ile twitter platformundan atılan 41949 tweet toplanmıştır. Bu tweetler ile içerik analizi yapılmış, en çok tekrar eden kelimeler bulunarak kelime bulutu oluşturulmuştur. Daha sonra aynı tweetler ile insanların kripto para ile ilgili gerçek duygularını tespit etmek amacıyla duygu analizi yapılmıştır. Analiz sonucunda polarite skoru 0.003639 olarak bulunmuştur. Yapılan duygu analizinin kelime bazındaki ağırlığına baktığımızda kripto para hakkındaki görüşlerinin pozitif yönlü olduğu tespit edilmiştir. Çalışmanın sonucu olarak atılan tweetlerin en çok tekrar eden ilk 5 kelimesi: Bitcoin, Direnç, Mana, Metaverse ve Altcoin olmuştur.*

***Anahtar sözcükler****: Kripto Para, Bitcoin, Twitter, R Programlama, Metin Madenciliği*

# TEXT MINING WITH TWITTER CYRPTO MONEY

***Abdülkadir Şengül*[1], Nur Kuban Torun [2]***
[1]Bilecik Seyh Edebali Universty, kadir.sengul61@hotmail.com
[2]Bilecik Seyh Edebali University, nurkuban.akdemir@bilecik.edu.tr
[*] Corresponding author: kadir.sengul61@hotmail.com

***Abstract:*** *Nowadays, social media platforms allow their users to share their ideas and feelings. Through the widespread use of these social media devices, people are able to put into words their feelings and ideas. Twitter is one of the most popular social media websites that allows people to spread their feelings and thoughts. However, companies are not able to manage these datas correctly and data pollution may occur. Hence, it is hard to find the right data in these stack datas. For this reason, the aim of this study is to investigate the tweets related to cryptomoney hashtag in 21-days to reveal emotions on crypto*

*Money via real time data. During the study, the Twitter Developer account was taken and in this account the project was launched. In this project API Key, API Secret, Access Token and Access Secret keys were received for integrating the R programming language and Twitter account to create a suitable environment for data extraction. Accordingly, 41949 tweets were gathered from "cryptomoney" hashtag tweets during 24.12.2021 and 14.01.2022. The most repetitive words in these tweets were examined by Content analysis to create Word Cloud. After that, sentimental analysis was used to put forth users' real emotions on crypto Money. Finally, the polarity score was found at 0.003639. This score shows people have a positive direction to crypto money. Eventually, as a result of the study the most repetitive 5 tweets are Bitcoin, Resistance, Mana, Metaverse and Altcoin.*

***Key words:*** *Crypto Money, Bitcoin, Twitter, R Programming, Text Mining*

## 1. Giriş

İnsanlık tarih boyunca veri üretmiş ve ardında veri bırakmıştır. Veri işlenmemiş gerçek enformasyon parçacığına verilen isimdir. Veri; ölçüm, deney, gözlem, sayım ya da araştırma yolu ile elde edilir [1]. Veri yapılandırılmış, yarı yapılandırılmış ve yapılandırılmamış olarak 3'ye ayrılır. Yapılandırılmış veriler, veri tabanlarında veya tablolarda açıkça tanımlanmış bilgilerdir. Yarı yapılandırılmış veriler, tanımlanmış ancak yapılandırılmamış verilere denir. Yapılandırılmamış veriler, tanınabilir bir yapıya sahip olmayan verilerdir. Yapılandırılmamış verilerin bir arada toplanmasını sağlayan araçlardan bir tanesi de sosyal medyadır. Sosyal Medya, kullanıcısının kendi ürettiği içeriği yayınladığı ve paylaştığı online (çevrimiçi) bir ağdır. Bu sayede hızlı erişim kolaylaşmakta, kullanıcılar içerikleri, makaleleri, haberleri, düşünceleri, günlük yaşanan olayları, fotoğrafları sosyal medya aracılığı ile görebilmekte, görüşlerini yine bu sosyal ağ ile yansıtabilmektedir [2]. Sosyal medyanın yaygınlaşmasından önce insanoğlunun ürettiği veriyi bir arada toplamak oldukça zor olmuştur. Sosyal medyanın yaygınlaşması ile birlikte insanlık ürettiği veriyi herhangi bir sosyal medya platformunda toplama imkanına sahip olmuştur. Sosyal medyanın bu gücü ile insanlığın ürettiği veriyi çeşitli programlama dili ile birleştirmek ve anlamlı bilgiler çıkarmak oldukça kolay hale gelmiştir. Sosyal medyadan alınıp birleştirilen bu veriler insanların herhangi bir konu üzerinde hangi tercihlerinin olduğunu anlamak için kullanılabilmektedir. Günümüzde çoğu şirket bu verileri bir araya getirip insanların tercihlerini öğrenmekte ve insanların tercihlerine göre hareket etmektedir. Şirketler bu verileri sosyal medyadan alırken verilerin çok olması sebebi ile işe yarayan verileri bulmakta zorlanmakta ve veri kirliliği yaşamaktadır. Bu sorunu büyük veri yığınına doğru soruları sorarak çözmek mümkündür. Bunun için veri madenciliği ve metin madenciliği yöntemi kullanılabilir.Sosyal medya platformlarından birisi de Twitter'dır. Twitter, kullanıcıların fikirlerini dile getirmekte oldukça kolaylık sağlayan en popüler sosyal medya mecrası haline gelmiştir. Bu sayede Twitter, insanların tercihlerini öğrenmek için oldukça uygun bir ortamdır. İnsanların tercihleri üzerine duygu analizi ve içerik analizi yapılarak görüşlerini belirlemek R programlama dili ile gayet kolay hale gelmiştir. Sosyal medya ile birlikte insanların verileri R programlama dili ile çekilerek veri kirliliğinden arındırılarak doğru veriye ulaşım kolaylaşmıştır. Sosyal medyada toplanan verilerin analiz edilmesinde, veri madenciliğinin en önemli

çalışma alanları içerik analizi ve duygu analiz yöntemidir. İçerik analizi çekilen tweet'lerin içerisindeki kelimelerin konu ile alakalı en çok tekrar eden kelimelerini bulmayı ve kelimler arasındaki bağlantıyı tespit etmeyi bu sayede ilgili konuyla gerçekte bağlantılı olan olayları ve durumları tespit etmeyi amaçlar. Duygu analizi ise metinler içerisinde yer alan duygu ve düşünceleri çeşitli algoritmaları kullanarak kullanıcıların herhangi bir konu hakkındaki duygularının pozitif veya negatif olarak hangi kategoride olduğunu bulmayı hedefler. Kripto paralar, belli bir merkezi olmadan sanal para olarak kullanılan ve sadece dijital olarak var olan para birimidir. İlk kripto para birimi olarak 2008 yılında ortaya Satoshi Nakamato takma isimli bilinmeyen kişi veya grup tarafından ortaya çıkan Bitcoindir. Bitcoin'in ardı sıra daha fazla dijital para birimleri ortaya çıkmıştır. Bu kripto para birimleri sosyal medya da çok konuşulmakta özellikle Twitter'da neredeyse her gün hashtag olarak trendlere girmektedir. Bu çalışmanın amacı ise Twitter'daki kullanıcıların kripto para üzerindeki gerçek duygu ve görüşlerini öğrenmek, en çok konuşulan kripto para ile bağlantılı kelimeleri ortaya çıkarmakt ve bu kelimeler arasındaki bağlantıyı yorumlamaktır.

## 2. Literatür

Kinderis vd., tarafından yapılan çalışmada başta Bitcoin olmak üzere kripto para biriminin fiyat hareketleri üzerindeki duyguları analiz etmeye çalışmışlardır. Bu amaç için veri madenciliği teknikleri kullanmışlardır. Belirli tarihler arasında toplam 6000 tweet bir araya getirilmiş ancak makinenin RAM kapasitesi ile sınırlandırılmıştır. 2013'den itibaren 1 ay içerisinde 8620 makale ve 7.000.000'un üstünde tweet toplanmıştır. Doğal Dil İşleme (NLP) tekniğini kullanarak Bitcoin için fiyat yönünü tahmin etmeye çalışmışlardır. Modelleme tahmini için K-Nearest Neighbour (k-En yakın komşu), Decision Trees (Karar Ağaçları), Support Vector Machine (Destek Vektör Makineleri), Gaussian Naive Bayes, Logistic Regression (Lojistik Regresyon) ve Linear Discriminant Analysis (Doğrusal Ayrımcılık Analizi) yöntemleri kullanılmıştır. Yapılan çalışmanın elde edilen sonucu Bitcoin fiyatlarındaki dalgalanmaların doğru ve gerçek zamanlı tahminler verdiğini ortaya koymuştur.[3]

Karasu vd., tarafından yapılan bu çalışmada, 2012 ve 2018 yılları arasında Bitcoin'in günlük kapanış fiyatlarının serileri kullanılarak Bitcoin'in fiyat tahmini yapılmıştır. Bu tahmin için Doğrusal Regresyon ve Destek Vektör Makinesi yöntemleri kullanılmıştır. SVM'nin birbirinden farklı parametre kombinasyonları ile test edilerek çok az hata içeren tahmin modelini elde etmişlerdir. Bitcoin veri seti için SVM modelinin fiyat tahmin performansının LR modeline göre daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir.[4]

Rahman vd., tarafından yapılan bu çalışmada makine öğrenimi algoritmalarını uygulayarak Bitcoin'in fiyat değişimi ile kullanıcın duyarlılığı arasındaki korelasyonu incelemişlerdir. İnsanların kripto para birimi alanındaki görüşlerinin önemini bulma umuduyla, Bitcoin fiyat değişimini tahmin etme iddialı sorununa duygu ile yaklaşmışlardır.[5]

Alghobiri tarafından yapılan bu çalışmada kullanıcıların attığı tweet'leri gerçek veri seti olarak kullanmıştır. Bu amaçla, kullanıcıların tweet'lerinin Bitcoin hakkındaki görüşlerinin duygu analizini yapmıştır. Araştırmada farklı kullanıcıların 50.859 tweet'i kullanılmıştır. Oluşturulan veri seti, daha iyi karşılaştırmalı analizler için harici linkler içeren tweet'ler, bahsetmeler, tweet'ler, retweet'ler ve Bitcoin para birimi ile ilgili tartışan kullanıcılar hakkında kapsamlı veri analizi de dahil olmak üzere beş ayrı bölüme ayırmıştır. Sınıflandırma algoritması için Naive Bayes kullanmıştır. Çıkan sonuçları

değerlendirdiğinde veri setinin genel duyguları olumlu olduğu için ve kullanıcıların Bitcoin hakkında çok az olumsuz görüş olduğundan, duyarlılık sonuçları %87 ile %93 değerleri arasında kalmıştır.[6]

Lamon vd., tarafından yapılan bu çalışmada haber ve sosyal medya verilerini kullanarak 3 kripto para birimi için fiyat dalgalanmaları analiz edilmiştir. Ele alınan kripto para birimleri: Bitcoin, Litecoin ve Ethereum'dur. Çalışma içerisinde birçok sınıflandırma algoritmaları kullanılmıştır. Bitcoin ve Litecoin için en iyi sonucu Logistic Regression, Ethereum fiyatları için en iyi sonucu Bernoulli Naive Bayes vermiştir.[7]

Literatüre bakıldığı zaman Türkçe kaynakların oldukça az ve sınırlı olduğunu görmekteyiz. Çoğu araştırma sadece Bitcoin veya belli başlı coinlerin fiyat tahminini ortaya koymuştur. Bu çalışmada ise tüm kripto paraların ve onun ile bağlantılı kelimelerin içerik analizi yapılmıştır. İnsanların tüm kripto para dünyasına olan gerçek duygu ve düşüncelerini ortaya çıkarılmıştır.

## 3. Yöntem

### 3.1 Metin Madenciliği

Metin madenciliği elektronik metni veri olarak kabul eden ve elektronik metin üzerinden kullanışlı, yapısallaştırılmış ve düzenli veri elde etmeyi amaçlayan veri madenciliği çalışmasıdır. Metin madenciliğini, veri madenciliğinin diğer alt dallarından ayıran en önemli özelliği örüntülerin doğal dil metinlerinden çıkarılmasıdır. Metin madenciliği; metinlerin sınıflandırılması, metin özetleme, metinlerden konu çıkarılması ve metinin özü ile ilgili ilişkili modellemesi gibi çalışmaları hedefler. Metin madenciliği çalışmasının bu hedeflere ulaşması için; hece analizi, etiketleme, veri madenciliği, kelime frekans dağılımı ve görselleştirme gibi yöntemler kullanılmaktadır.

### 3.2 Duygu Analizi

Duygu analizi bir diğer adı ile fikir madenciliği, verilerin pozitif, negatif veya nötr duygularından hangisini belirttiğini anlamak için kullanılan doğal dil işleme yöntemidir. Duygu analizi, işletmelerin marka ve ürün duyarlılığını müşteri geri bildirimleri sayesinde izlemelerine ve müşterilerin gereksinimlerini anlamlandırmalarına yardımcı olmak için elektronik metin verilerinin üzerinden gerçekleştirilir [8]. İşletmeler duygu analiz yöntemini kullanarak ürünleri hakkında insanların pozitif, negatif veya nötr duygularını dikkatlice takip edebilir. Günümüzde neredeyse tüm insanlar bir marka hakkındaki görüşlerini ifade edebiliyor. Yazılan görüşlerin her birisi her zaman aynı duyguyu paylaşmıyor olabilir. Bu yüzden duygu analizi yapılırken herhangi bir metne tek başına bakarak değerlendirmek oldukça yetersiz kalıyor. Çıkan sonuç doğruyu göstermiyor olabilir. Bu yüzden duygu analizinin homojen olması için sadece bir veri üzerinden gidilmesi yerine birçok veri kullanarak duygu analizi yapmak daha net sonuçlar verecektir.

### 3.3 Polarite Yöntemi

Polarite yani kutupluluk herhangi bir kategorideki metnin fikrinin pozitif veya negatif olma durumunu gösterir. Bir kelimenin -1 ve 1 aralığında ne kadar olumlu veya ne kadar olumsuz olduğunu anlamlandırır. Bu hesaplamanın matematiksel karşılığı formüldeki gibidir. Burada X tweetleri, Y ise polariteyi temsil etmektedir.

$$\begin{cases} X = \{x_0, x_1, x_2, x_3 \dots x_t \dots\} \, x_i \in \mathbb{R}^n \\ Y = \{y_0, y_1, y_2, y_3 \dots y_t \dots\} \, y_i \in \{-1, +1\} \end{cases} \quad (1)$$

$$w_{t+1} = w_t + \frac{\max(0, 1 - y_t(w^T . x_t))}{\|x_t\|^2 + \frac{1}{2C}} y_t x_t \quad (2)$$

### 3.4 R Programlama Dili

R programlama dili grafik oluşturma, istatistiksel hesaplama ve veri analizi için kullanılan açık kaynaklı bir yazılım dilidir. Bilimsel araştırmalar için oldukça önemli olan R programlama dili veriyi analiz etmede, veriyi temizlemede kısacası veriyi işlenebilir ve kullanışlı hale getirmede oldukça önemlidir. R programlama dili Twitter için semantik kümeleme, kullanıcı tecrübelerini gözetlemede ve veriyi görsel hale getirmede kullanılır.

### 3.5 Twitter Develepor

Twitter'ın veri tabanındaki tweetler, beğeniler, retweetler gibi verileri kullanımımıza sunduğu bir uygulamadır. Bu uygulamanın veri tabanındaki bilgilere erişmek için uygulamaya ilk önce başvuru yapılması ve daha sonra başvurunun onaylanması gereklidir.

### 3.6 R Programlama Kütüphaneleri

R programlama dilinde Twitter'dan veri çekmek için hazır kodlar ile oluşturulan birçok kütüphane kullanılır. Bu kütüphaneler şekil 2'deki gibidir.

```
install.packages("twitteR") #Twitterdan veri çekmek için kullanılır.
install.packages("ROAuth") #OAuth 1.0 spesifikasyonu için bir arayüz sağlar.
install.packages("tm") #Metin madenciliği yaparken kullanılır.
install.packages("RCurl") #Genel HTTP istekleri oluşturmasına izin veren işlevler sağlar
install.packages("magrittr") #%>% komutu ile zincirleme yapar.
install.packages("dplyr") #veri manipülasyon işlemlerini yapar.
install.packages("tidyverse") #veri bilimi için tasarlanmış paketleri içerir.
install.packages("ggplot2") #verileri görselleştirmeye yarar.
install.packages("funModeling") #tahmine dayalı modelleme yapar.
install.packages("lubridate") # zaman aralıklı işlevlerde çalışmak için kullanılır.
install.packages("stringr") #karakter yapılı veriler için kullanılır.
install.packages("tidytext") #Düzenli veri ilkelerini kullanmak birçok metin madenciliği görevini yapar.
install.packages("wordcloud")#Kelime bulutu yapımı için kullanılır.
install.packages("RColorBrewer")#Kelime bulutunun renklendirilmesi için kullanılır.
install.packages("tible") #Modern bir veri çerçevesi oluşturma işleminde kullanılır.
install.packages("tidyr") #Verilerin analizine yönelik düzenlemeler için kullanılır.
install.packages("ggthemes") #Grafiklerin görünümünü kopyalayan 'ggplot2' temaları ve ölçekleri sağlar
install.packages("readr") #csv,fwf gibi formattaki tablo yapısında veri içeren dosyaların okunmasını sağlar.
install.packages("readxl") #Excel dosyalarını içe aktarır.
install.packages("ggpubr") #Fonksiyonel programlama işlemlerini gerçekleştirir.
install.packages("formattable") #'Biçimlendirilebilir' Veri Yapıları Oluşturur
install.packages("ggstance") #Yatay 'ggplot2' Bileşenlerini içerir.
install.packages("psych") #Psikolojik, Psikometrik ve Kişilik Araştırmaları için kullanılır.
install.packages("GGally") #ggplot2 uzantısıdır.
install.packages("rstatix") #İstatisliksel işlemler için kullanılır.
install.packages("sentimentr") #Metin polarite duyarlılığını hesaplar
install.packages("webshot") #Web sayfalarının ekran görüntülerini almak için kullanılır.
install.packages("htmlwidgets") # Çeşitli şekillerde işlenen HTML widget'ları oluşturmak için bir çerçevedir.
install.packages("syuzhet") #Metinden duygu ve duygudan türetilen plot yaylarını alır.
```

Şekil 1. Twitter'dan veri çekmek için kullanılan kütüphaneler

## 4. Bulgular

### 4.1 Kelime Bulutu

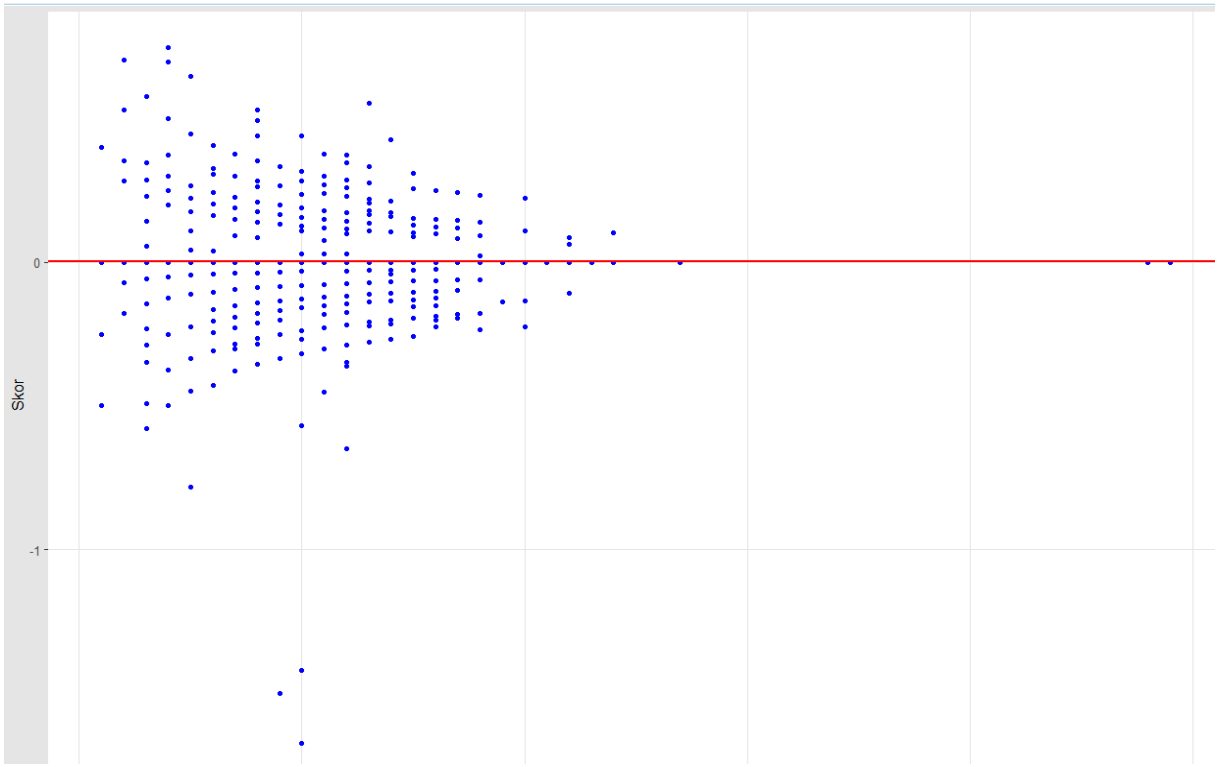
Kripto para kelimesi twitter'dan aratılarak Türkiye bölgesinden çekilen Türkçe tweet sayısı 41949 adettir. Kripto para ile birlikte aranan kelime bulutunun gösterimi Şekil 3'deki gibidir. Bu kelime bulutuna göre Kripto para ile öne çıkan ilk beş kelime: bitcoin, direnç, mana, metaverse, altcoin olmuştur.

Şekil 2. Kripto para için ön plana çıkan kelimeler.

**4.2 Duygu Analizi**

Kripto para kelimesi ile birlikte aratan tweetlerin pozitif veya negatif yönlü olmasının gösterimi şekil 4'teki gibidir. Bu analiz sonucuna göre duygu analizi pozitif yönlü çıkmıştır. Burada ki kırmızı

çizgi duyguyu belirtmektedir. Maviler ise her kelimenin -1 ile 1 arasında ki duygu yönünü belirtmektedir.




Şekil 3. Duygu analizi sonucu

Yapılan duygu analizinin matematiksel karşılığı şekil 6'da verilmiştir. Bu tablodaki 'mean' kısmı duygu analizimizin matematiksel karşılığına denk gelmektedir.

| mean | SE.mean | CI.mean.0.95 | var | std.dev | coef.var |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.003639 | 0.0003172 | 0.0006217 | 0.00422 | 0.06496 | 17.85 |

Şekil 4. Duygu analizinin matematiksel karşılığı

## 5. Sonuç

İnsanlar tarafından kripto paraya olan ilgi ve alaka gün geçtikçe artmıştır. İnsanlar kripto parayı bir yatırım, kazancı çok ve gelecek hayattaki planlarında kullanmak için bir araç olarak görmüştür.

Birçok kullanıcın attığı tweetlerden yola çıkılarak en çok ön plana çıkan kelimenin 'bitcoin' olduğunu görmekteyiz. Bitcoin'in kelimelerde en üst sırada çıkmasının nedeni diğer altcoinlerin durumunun bitcoin'in artması veya azalması durumuna göre belirlenmektedir. Bu sayede insanlar bitcoin'in durumuna göre altcoinleri tercih etmekte ve yol gösterici nitelikte olmaktadır. Bitcoin'in ardı sıra direnç kelimesi karşımıza gelmektedir. Direnç genel piyasada kripto paranın beklediği artışın durmasını veya azalışın durması beklenilen seviyeye denir. Atılan tweetler'in çekildiği zaman da bitcoin'in düşüşünün beklendiği direnç seviyesinde olduğu gözlemlenmektedir. Diğer kelimemiz ise altcoin olarak çıkmaktadır. Altcoin bitcoin'in durumuna göre artış veya azalış yaşayan diğer dijital para birimleridir. Kelime bulutunda dot, dogecoin, axs, ath, btp pitbull gibi coinler karşımıza çıkmaktadır. Bu altcoinler çekilen tarihler arasında büyük beklenti ve yükseliş beklentisi yaşamışlardır. Kelime bulutunda çıkan mana kelimesi ise şu zamanlarda en çok revaçta olan altcoindir. Bir diğer kelime ise metaverse olarak karşımıza çıkmıştır. Metaverse kelimesi sanal evrendir. Bu sanal olan evrende para birimi olarak kripto para kullanılır. Mana coin'in kendi sanal dünyası olduğundan revaçta olduğu gözlemlenmektedir.

Yapılan duygu analizine göre kullanıcıların kripto paraya karşı duygu yönü pozitif olarak çıkmıştır. Dünyaca ünlü markaların Kripto paraya olan yatırımı insanların kripto paraya olan güvenini arttırmıştır. Kullanıcıların çoğunluğu bu dijital para birimlerinden kar elde etmiştir. Web 3.0 kavramının yaygınlaşması ile birlikte insanlar dijital Dünya'yı daha iyi anlamış ve çoğu kullanıcı metaverse dünyasına kendisini hazırlamaya başlamıştır. Gelecekte Dünya'nın bu evrenlerde geçecek olması ve para kullanımın dijital para olacak olması ile birlikte insanların oldukça dikkatini çekmektedir.

## 6.Kaynaklar

[1] Veri Nedir? https://www.iienstitu.com/blog/veri-nedir

[2] Sosyal Medya Nedir? https://www.pazarlamasyon.com/sosyal-medya-nedir/

[3] Kinderi M., Marija B., and Martin C., Bitcoin currency fluctuation, Dublin City University, Glasnevin, Dublin 9, Ireland,2018.

[4] S. Karasu, A. Altan, Z. Saraç, and R. Hacioglu, Prediction of bitcoin prices with machine learning methods using time series data, presented at the 26th Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU), İKÇU, Izmir, 2018.

[5] S. Rahman, J. N. Hemel, S. J. A. Anta, H. A. Muhee, and J. Uddin, Sentiment analysis using r: an approach to correlate cryptocurrency price fluctuations with change in user sentiment using machine learning, presented at the 7th International Conference on Informatics, Electronics & Vision (ICIEV) and 2nd International Conference on Imaging, Vision & Pattern Recognition (icIVPR), Kitakyushu, Japan, 2018.

[6] Alghobiri, M,Using data mining algorithm for sentiment analysis of users' opinions about Bitcoin cryptocurrency. Journal of Theoretical and Applied Information Technology,2019 97(8), 2195-2205

[7] C. Lamon, E. Nielsen, and E. Redondo, "Cryptocurrency price prediction using news and social media sentiment," in SMU Data Sci. Rev, vol. 1, no. 3, pp. 1-22, 2017

[8] Duygu analizi nedir? https://monkeylearn.com/sentiment-analysis/ .

**“Bilgiyi Enerjiye Dönüştüren Üniversite”**

batman.edu.tr

tcbatmanuniversitesi

@batmanuniv

tcbatmanuniversitesi

ISBN 978-605-70729-1-7