



# ACTA INFOLOGICA (ACIN)

DECEMBER, 2021  
Volume: 5 | Issue: 2

ISTANBUL UNIVERSITY, INFORMATICS DEPARTMENT

[acin.istanbul.edu.tr](http://acin.istanbul.edu.tr)  
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/acin>



**Dizinler / Indexing and Abstracting**  
TÜBİTAK-ULAKBİM TR Dizin  
DOAJ  
Bielefeld Academic Search Engine (BASE)  
OpenAIRE  
ResearchBib  
ASOS Index





Acta INFOLOGICA (ACIN) | ISSN: 2602-3563

**Aralık (December) 2021**  
**Cilt (Volume): 5 | Sayı (Issue): 2**

---

**Sahibi / Owner**

Prof. Dr. Sevinç GÜLSEÇEN  
İstanbul Üniversitesi, Enformatik Bölümü, İstanbul, Türkiye  
*Istanbul University, Informatics Department, Istanbul, Turkey*

**Sorumlu Yazı İşleri Müdürü / Responsible Manager**

Prof. Dr. Sevinç GÜLSEÇEN  
İstanbul Üniversitesi, Enformatik Bölümü, İstanbul, Türkiye  
*Istanbul University, Informatics Department, Istanbul, Turkey*

**Yazışma Adresi / Correspondence Address**

İstanbul Üniversitesi Enformatik Bölümü  
Kalenderhane Mahallesi, 16 Mart Şehitleri Caddesi, No: 8  
Vezneciler, Fatih, İstanbul, Türkiye  
Telefon / Phone: +90 212 440 00 00/10037  
E-mail: acin@istanbul.edu.tr  
<http://iupress.istanbul.edu.tr/tr/journal/acin/home>  
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/acin>

**Yayıncı / Publisher**

İstanbul Üniversitesi Yayınevi / Istanbul University Press  
İstanbul Üniversitesi Merkez Kampüsü, 34452 Beyazıt,  
Fatih, İstanbul, Türkiye  
Telefon / Phone: +90 212 440 00 00

---

Dergide yer alan yazılardan ve aktarılan görüşlerden yazarlar sorumludur.  
*Authors bear responsibility for the content of their published articles.*

Yayın dili Türkçe ve İngilizce'dir.  
*The publication languages of the journal are Turkish and English.*

Haziran ve Aralık aylarında, yılda iki sayı olarak yayımlanan uluslararası,  
hakemli, açık erişimli ve bilimsel bir dergidir.  
*This is a scholarly, international, peer-reviewed and open-access journal  
published biannually in June and December.*

**Yayın Türü / Publication Type**  
Yaygın Süreli / Periodical

---

## DERGİ YAZI KURULU / EDITORIAL MANAGEMENT BOARD

---

### **Baş Editör / Editor-in-Chief**

Prof. Dr. Sevinç GÜLSEÇEN - İstanbul Üniversitesi, Enformatik Bölümü, İstanbul, Türkiye - [gulsecen@istanbul.edu.tr](mailto:gulsecen@istanbul.edu.tr)

### **Baş Editör Yardımcısı / Co-Editor-in-Chief**

Doç. Dr. Çiğdem EROL - İstanbul Üniversitesi, Enformatik Bölümü, İstanbul, Türkiye - [cigdem@istanbul.edu.tr](mailto:cigdem@istanbul.edu.tr)

### **Alan Editörleri / Section Editors**

Dr. Serra ÇELİK - İstanbul Üniversitesi, Enformatik Bölümü, İstanbul, Türkiye - [serra.celik@istanbul.edu.tr](mailto:serra.celik@istanbul.edu.tr)

Doç. Dr. Emre AKADAL - İstanbul Üniversitesi, İktisat Fakültesi, Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü,, İstanbul, Türkiye - [emre.akadal@istanbul.edu.tr](mailto:emre.akadal@istanbul.edu.tr)

Dr. Öğr. Üyesi Fatma Önay KOÇOĞLU - Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Yazılım Mühendisliği Bölümü, Muğla, Türkiye - [fonaykocoglu@mu.edu.tr](mailto:fonaykocoglu@mu.edu.tr)

### **Dil Editörleri / Language Editors**

Elizabeth Mary EARL - İstanbul Üniversitesi, Yabancı Diller Yüksek Okulu, İstanbul, Türkiye  
- [elizabeth.earl@istanbul.edu.tr](mailto:elizabeth.earl@istanbul.edu.tr)

Alan James NEWSON - İstanbul Üniversitesi, Yabancı Diller Yüksek Okulu, İstanbul, Türkiye  
- [alan.newson@istanbul.edu.tr](mailto:alan.newson@istanbul.edu.tr)

## YAYIN KURULU / EDITORIAL BOARD

- Prof. Dr. Malgorzata PANKOWSKA - Katowice Ekonomi Üniversitesi, Enformatik Bölümü, Katowice, Polonya  
- [malgorzata.pankowska@ue.katowice.pl](mailto:malgorzata.pankowska@ue.katowice.pl)
- Prof. Dr. Mehpare TİMOR - İstanbul Üniversitesi, İşletme Fakültesi, İşletme Bölümü, İstanbul, Türkiye  
- [timorm@istanbul.edu.tr](mailto:timorm@istanbul.edu.tr)
- Prof. Dr. Meltem ÖZTURAN - Boğaziçi Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu, Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü, İstanbul, Türkiye- [meltem.ozturan@boun.edu.tr](mailto:meltem.ozturan@boun.edu.tr)
- Prof. Dr. Orhan TORKUL - Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Sakarya, Türkiye - [torkul@sakarya.edu.tr](mailto:torkul@sakarya.edu.tr)
- Prof. Dr. Selim YAZICI - İstanbul Üniversitesi, Siyasal Bilgiler Fakültesi, İşletme Bölümü, İstanbul, Türkiye  
- [selim@istanbul.edu.tr](mailto:selim@istanbul.edu.tr)
- Prof. Dr. Sushil K. SHARMA - Ball State Üniversitesi, Miller İşletme Fakültesi, Indiana, ABD - [ssharma@bsu.edu](mailto:ssharma@bsu.edu)
- Prof. Dr. Türksel KAYA BENSGHİR - Hacı Bayram Veli Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, Ankara, Türkiye - [t.bensghir@hbv.edu.tr](mailto:t.bensghir@hbv.edu.tr)
- Prof. Dr. Üstün ÖZEN - Atatürk Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü, Erzurum, Türkiye - [uozen@atauni.edu.tr](mailto:uozen@atauni.edu.tr)
- Prof. Dr. Vesselina NEDEVA - Trakia Üniversitesi, Mühendislik ve Teknoloji Fakültesi, Elektrik Mühendisliği Bölümü, Bulgaristan - [veselina.nedeva@trakia-uni.bg](mailto:veselina.nedeva@trakia-uni.bg)
- Prof. Dr. Yacine LAFİFİ - 8 Mayıs 1945 Guelma Üniversitesi, Matematik Fakültesi, Bilgisayar Bilimi ve Malzeme Bilimi, Bilgisayar Bilimi Bölümü, Cezayir - [lafifi.yacine@univ-guelma.dz](mailto:lafifi.yacine@univ-guelma.dz)
- Prof. Dr. Elzbieta Magdalena WASIK - Mickiewicz Üniversitesi, Eski Cermen Dilleri Bölümü, Poznan, Polonya  
- [elawasik@amu.edu.pl](mailto:elawasik@amu.edu.pl)
- Prof. Dr. Cem SÜTÇÜ - Marmara Üniversitesi, İletişim Fakültesi, Gazetecilik Bölümü, İstanbul, Türkiye  
- [csutcu@marmara.edu.tr](mailto:csutcu@marmara.edu.tr)
- Doç. Dr. Tuncay ÖZCAN - İstanbul Teknik Üniversitesi, İşletme Fakültesi, İşletme Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye - [tozcan@itu.edu.tr](mailto:tozcan@itu.edu.tr)
- Dr. Öğr. Üyesi Enis KARAARSLAN - Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Muğla, Türkiye - [enis.karaarslan@mu.edu.tr](mailto:enis.karaarslan@mu.edu.tr)
- Doç. Dr. Jan GUNCAGA - Bratislava Comenius Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, İlköğretim Düzeyinde Doğa Bilimleri Didaktiği Bölümü, Slovakya - [guncaga@fedu.uniba.sk](mailto:guncaga@fedu.uniba.sk)
- Dr. Öğr. Üyesi Zerrin AYVAZ REİS - İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Hasan Ali Yücel Eğitim Fakültesi, Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Bölümü, İstanbul, Türkiye - [ayvazzer@iuc.edu.tr](mailto:ayvazzer@iuc.edu.tr)
- Dr. Luis Miguel CARDOSO - Lizbon Üniversitesi, Portalegre Politeknik Enstitüsü, Karşılaştırmalı Araştırmalar Merkezi, Portekiz - [lmcardoso@ippportalegre.pt](mailto:lmcardoso@ippportalegre.pt)
- Doç. Dr. Tetiana BONDARENKO - Ukrayna Mühendislik Pedagojisi Akademisi, Bilgi Bilgisayar Teknolojileri ve Matematik Bölümü, Kharkov, Ukrayna - [bondarenko\\_tc@uipa.edu.ua](mailto:bondarenko_tc@uipa.edu.ua)
- Prof. Dr. Jagdish KHUBCHANDANI - New Mexico Eyalet Üniversitesi, Halk Sağlığı Departmanı, New Mexico, ABD - [jagdish@nmsu.edu](mailto:jagdish@nmsu.edu)
- Doç. Dr. Natalija LEPKOVA - Vilnius Gediminas Teknik Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Fakültesi, İnşaat Yönetimi ve Emlak Bölümü, Litvanya - [natalija.lepkova@vilniustech.lt](mailto:natalija.lepkova@vilniustech.lt)

## Önsöz

Son iki yıla damgasını vuran nedir diye sorulduğunda şüphesiz iki şey ön plana çıkacaktır: Covid19 pandemisinin etkileri ve bu konuyla ilgili “bilgi kirliliği”. Genel olarak bilgi kirliliğinin veri fazlalığından mı, “veri kirliliğinden” mi yoksa “gürültülü veri” ve verinin doğru işlenememesinden mi kaynaklı olduğu hep tartışılmaktadır. Buna veri kaynaklarına erişim zorluğu ve veri eksikliği de eklenebilir.

Literatürde çokça yer alan ve farklı farklı tanımlara göre bilgi, bireyin dışındaki dünyaya dayandığı için, değişen ve belirsiz durumlarla karşı karşıya kalındığında etkin eylem üretebilme kapasitesinin kaynağıdır. İşte bu kapasite doğru kullanıldığında bilgi kirliliği en aza indirilebilecektir. Ancak bu kapasitenin beslendiği veri kaynaklarının da iyi belirlenmesi ve doğru kullanılması önem taşımaktadır. Dergimizin bu sayısında da tahmin, karar verme, doğal dil işleme, duygu analizi ana başlıkları altında gruplandırılabilir çalışmalar yer almakta. Yazarlarımızın bu çalışmaları yaparken verilere nasıl eriştiklerini, onları nasıl işlediklerini, karşılaştıkları zorlukları ve elde ettikleri sonuçlarla ilgili önemli ipuçlarını okuyucularımıza sunmaktan mutluluk duyuyoruz.

Yayın kurulumuzun katkıları, yazı kurulumuzun özverili çalışmaları ve değerli hakemlerimizin titiz incelemeleri ile dergimiz kalite çıtasını yükseltmeye devam edecektir.

Bize katılın ve yazarlarımızdan biri olun!

## CONTENTS / İÇİNDEKİLER

### Research Articles / Araştırma Makaleleri

- Forecasting of Turkish Sovereign Sukuk Prices Using Artificial Neural Network Model  
*Türkiye’de Hazine Sukuk Fiyatlarının Yapay Sinir Ağı Modeli ile Tahmini*  
**Dilşad Tülgen Çetin, Sedat Metlek**..... 241
- Türk Tekstil İşletmelerinin Endüstri 4.0’a Adaptasyonunun İncelenmesi  
*An Investigation of the Adaptation of Turkish Textile Enterprises to Industry 4.0*  
**Ahmet Özbek, Aytaç Yıldız, Mehmet Asif Alan** ..... 255
- Sosyal Medya ve Diğer Yatırım Aracı Verilerine Dayalı Hisse Senedi Değeri Tahmini  
*Forecasting Stock Value Based on Data from Social Media and Investment Instruments*  
**Ömer Faruk Uyrun, İbrahim Sabuncu** ..... 267
- Türkiye’deki İslami Hisse Senedi Endeksinin, Endeks Tabanlı Öznitelikler Kullanılarak  
Derin Öğrenme Yöntemi ile Tahmini  
*Forecasting of Islamic Stock Index in Turkey with Deep Learning Using Index-Based Features*  
**Dilşad Tülgen Çetin, Sedat Metlek**..... 287
- Türk Medyasında Yaban Hayatı Kaçakçılığı  
*Wildlife Smuggling in the Turkish Media*  
**Kadriye Gizem Arıkan, Özgün Günen Büyük, Bilge Yeni, Esra Per**..... 299
- COVID-19 Süresince İnsanların Sosyal Ağlar Üzerinde Dışa Vurdukları Duygusal Tepkilerin  
Doğal Dil İşleme Yöntemleriyle Tespit Edilmesi: Ekşi Sözlük Örneği  
*Detecting Emotional Reactions Expressed by People on Social Networks during COVID-19  
by Natural Language Processing Methods: The Ekşi Sözlük Example*  
**Atınç Yılmaz, Âli Yurdun Orbak, Ümit Yılmaz, Erol Özçekiç**..... 319
- Comparison of Kernel Functions in Geographically Weighted Regression Model:  
Suicide Data as an Application  
*Coğrafi Ağırlıklı Regresyon Modelinde Kernel Fonksiyonlarının Karşılaştırılması:  
Bir Uygulama Olarak İntihar Verileri*  
**Tuba Koç, Pelin Akın**..... 333
- Siparişe Göre Üretim Yapan Firmalarda Sipariş Sıralaması ve Teslim Tarihi Problemi  
İçin Bir Karar Modeli  
*A Decision Model for the Order Sequence and Delivery Date Problem in Companies  
Manufacturing According to the Order*  
**Alperen Calapoğlu, Melike Şişeci Çeşmeli, İhsan Pençe, Özlem Çetinkaya Bozkurt**..... 341
- LSTM Derin Öğrenme Yaklaşımı ile Covid-19 Pandemi Sürecinde Twitter Verilerinden Duygu Analizi  
*Sentiment Analysis from Twitter Data during the Covid-19 Pandemic Era with LSTM  
Deep Learning Approach*  
**Mehmet Can Yılmaz, Zeynep Orman**..... 359

Brain Age Estimation from MRI Images using 2D-CNN instead of 3D-CNN <i>MR Görüntülerinden 3D-ESA Yerine 2D-ESA Kullanılarak Beyin Yaşı Tahmini</i> <b>Muazzez Buket Darıcı, Şüheda Yıldırım, Murat Gezer</b> .....	373
Evaluating the Digital Transformation of Cities with Multi-Criteria Decision-Making Techniques <i>Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri ile Kentlerin Dijital Dönüşümünün Değerlendirilmesi</i> <b>Mustafa Çoruh, Halil İbrahim Cebeci</b> .....	387
Investigation of the Behaviors of Users' Who Shop from E-Commerce Sites <i>E-Ticaret Sitelerinden Alışveriş Yapan Kullanıcıların Davranışlarının İncelenmesi</i> <b>Selçuk Kıran, Berkay Alan, İlkim Ecem Emre</b> .....	405
Marka İmajı Üzerine Türkçe Duygu Sözlüğü Geliştirme Çalışması <i>A Study To Develop A Turkish Sentiment Lexicon On Brand Image</i> <b>Emel Özdemir Akcan</b> .....	415
Examining the Social Anxiety of University Students in Synchronous Online Learning Environments <i>Üniversite Öğrencilerinin Senkron Öğrenme Ortamlarındaki Sosyal Kaygılarının İncelenmesi</i> <b>Ekrem Bahçekapılı</b> .....	435
<b>Review Articles / Derleme Makaleleri</b>	
Anlamsal Tabanlı Görüntü Erişimi Üzerine Bir Derleme <i>Semantic Based Image Retrieval-A Survey</i> <b>Akif Gaşi, Tolga Ensari, Mustafa Dağtekin</b> .....	445
Medikal Görüntü İşlemede Derin Öğrenme Uygulamaları <i>Deep Learning Applications in Medical Image Processing</i> <b>Ayşe Gül Eker, Nevcihan Duru</b> .....	459
İşletmelerde İç Denetim Faaliyetlerinde İç Denetim Yazılımının Kullanımının Avantajları ve Dezavantajları <i>Advantages and Disadvantages of Using Internal Audit Software in Internal Audit Activities in Businesses</i> <b>Ali Durdu, Gürbüz Aydın</b> .....	475



# Forecasting of Turkish Sovereign Sukuk Prices Using Artificial Neural Network Model\*

## Türkiye’de Hazine Sukuk Fiyatlarının Yapay Sinir Ağı Modeli ile Tahmini

Dilşad Tülgen Çetin<sup>1</sup> , Sedat Metlek<sup>2</sup> 



\* This study is derived from the doctoral thesis titled “ Sukuk in Islamic financial system: Forecasting sukuk prices in Turkey with artificial neural network model” which written by Dilşad Tülgen Çetin with advisor Assoc. Prof. Dr. Osman Tuğay.

<sup>1</sup> (Lecturer), Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Vocational School of Social Sciences, Department of Transportation Services, Burdur, Turkey

<sup>2</sup> (Assist Prof.), Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Vocational Higher School of Technical Sciences, Department of Electronics and Automation, Burdur, Turkey

ORCID: D.T.Ç. 0000-0001-9321-6991;  
S.M. 0000-0002-0393-9908

### Corresponding author:

Dilşad TÜLGEN ÇETİN  
Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Vocational School of Social Sciences, Department of Transportation Services, Burdur, Turkey  
E-mail address: dtozturk@mehmetakifedu.tr

Submitted: 01.04.2021

Revision Requested: 07.06.2021

Last Revision Received: 10.06.2021

Accepted: 16.06.2021

Published Online: 13.12.2021

Citation: Cetin, D. T., & Metlek, S. (2021). Forecasting of Turkish sovereign sukuk prices using artificial neural network model. *Acta Infologica*, 5(2), 241-254.  
<https://doi.org/10.26650/acin.907990>

### ABSTRACT

Recently, artificial neural networks have been successfully applied in many areas such as forecasting financial time series, predicting financial failure, and classification of ratings. However, it has hardly been applied in forecasting sukuk prices, which is considered the most common Islamic capital market instrument. Since sukuk is a new financial asset, there are not enough studies in this area. Therefore, this study aims to forecast the Turkish sovereign sukuk prices using with artificial neural network model and to reveal the determinants in the forecasting of sukuk prices. For this purpose, a multi-layer feed forward artificial neural network model is designed using dollar-based international sovereign sukuk price data issued by the Turkish Ministry of Treasury and Finance. The dollar index, volatility index, geopolitical risk index, Standard and Poor’s Middle East and North Africa sukuk index, and Eurobond prices constituted as input variables of the designed model and the sovereign sukuk prices formed the output. As a result, the sovereign sukuk prices were forecasted accurately at the success rate of 99.98%. The accurate forecasting of sukuk prices will play a critical role in reducing the risk perception of sukuk investors and increasing their profitability. The findings of the study are important in terms of proving that the artificial neural network model is an effective model for forecasting the sukuk prices and revealing that the dollar index, volatility index, geopolitical risk index, Standard and Poor’s MENA sukuk index, and Eurobond prices are determinants in forecasting sukuk prices.

**Keywords:** Sukuk, Price Forecasting, Artificial Neural Network, Geopolitical Risk, Dollar Index, Volatility Index

### ÖZ

Son yıllarda yapay sinir ağları, finansal zaman serilerinin tahmini, finansal başarısızlığın öngörülmesi ve derecelendirme notlarının sınıflandırılması gibi birçok alanda başarıyla uygulanmaktadır. Bununla birlikte, İslami sermaye piyasalarının en yaygın ürünü olarak nitelendirilen sukuk fiyatlarının tahmininde hemen hemen hiç uygulanmamıştır. Sukuk yeni bir finansal varlık olduğu için bu alanda yeterli çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenle çalışmada, Türkiye’deki hazine sukuk fiyatlarının yapay sinir ağı modeli ile tahmin edilmesi ve sukuk fiyatlarının tahminindeki belirleyicilerin ortaya konulması amaçlanmaktadır. Bu amaç doğrultusunda, Türkiye Hazine ve Maliye Bakanlığı tarafından ihraç edilen dolar bazlı uluslararası hazine sukuk fiyatları kullanılarak çok katmanlı geri beslemeli yapay sinir ağı modeli oluşturulmuştur. Dolar endeksi, volatilité endeksi, jeopolitik risk endeksi, Standard and Poor’s MENA sukuk endeksi ve Eurobond fiyatları geliştirilen modelin giriş değişkenlerini, hazine sukuk fiyatı ise modelin çıkışını oluşturmuştur. Sonuç olarak, hazine sukuk kapanış fiyatları tasarlanan model ile %99,98 başarı oranıyla doğru tahmin edilmiştir. Sukuk fiyatlarının yüksek başarıyla tahmini, sukuk yatırımcılarının risk algılamasının azaltılmasını ve kârlılığının artırılmasını sağlamada etkin bir rol oynayacaktır. Çalışmanın bulguları, yapay sinir ağı modelinin sukuk fiyatlarını tahmin etmede etkin bir model olduğunu kanıtlaması ve dolar endeksi, volatilité endeksi, jeopolitik risk endeksi, Standard and Poor’s MENA sukuk endeksi ve Eurobond fiyatlarının, sukuk fiyatlarını tahmin etmede belirleyici olduğunu ortaya koyması bakımından önem taşımaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Sukuk, Fiyat Tahmini, Yapay Sinir Ağı, Jeopolitik Risk, Dolar Endeksi, Volatilité Endeksi

## 1. INTRODUCTION

The Artificial Neural Network (ANN) is a soft computing model developed mathematically by imitating the learning process of the human brain. Its ability of modelling complex relationships and problems besides its outstanding success in prediction and classification has made ANN a widely used application in every field, including military, health, industrial, and finance applications.

ANN is able to produce very accurate results that cannot be achieved with linear models in predicting financial data, which is one of the most critical requirements of the finance sector (Dhamija & Bhalla, 2010; Hossain et al., 2009; Qian, 2017). This capability causes it to be applied to more topics in finance day-by-day and to be developed through new hybrid models. In recent years, studies in finance show that ANN has produced successful results in loan evaluations, firm failure, and bankruptcy prediction, optimal capital structure estimation, forecasting of financial assets prices, firm valuation, financial planning, and performance (Özbayoglu et al., 2020; Xu et al., 2020a; Zhang et al., 2020).

There is a massive literature on using ANN for forecasting financial data series such as stock index, exchange rate, gold, and oil prices, etc. (Aslam et al., 2020; Singh & Srivastava, 2017; Tealab et al., 2017; Xu et al., 2020b). On the other hand, there are specific topics in finance where limited studies have been conducted with ANN models. Sukuk market, the most common and the newest financial instrument of Islamic capital markets, is one of them. It can be said that very little mathematical and Artificial Intelligence (AI) analyses have been done in sukuk markets, partly due to limited data, but also due to challenges of availability and validity of sukuk data. In previous studies, it is seen that ANN is used to classify sukuk credit risk rating (Arundina et al., 2015, 2016; Ismail & Arundina, 2019), however, interestingly, it is almost never used for forecasting sukuk prices.

Elicited by this research gap, this study primarily aims to forecast sukuk prices using the Multi-Layer Feedforward (MLF) artificial neural network model. The secondary aim of the study is to assign the factors that may affect sukuk prices as input variables and to discover whether these inputs are determinants of sukuk price forecasting.

The originality of the research is that it is the first application of ANN to forecast sukuk prices in Turkey. In addition, it is presumably the first study that reveals the determinants of sukuk price forecasting in the international literature. This paper is important in terms of setting a reference for future studies to be accomplished on the forecasting of sukuk prices.

## 2. LITERATURE

### 2.1. Sukuk Market

Sukuk has recently become one of the most remarkable financial services in Turkey and the world. Sukuk, aims to structure capital market instruments in accordance with Islamic principles. These are certificates issued on the basis of tangible assets that represent undivided ownership rights over them (AAOIFI, 2015). The assets that form the sukuk issuance basis are transferred to an institution called a special purpose vehicle (SPV) that acts as a trustee on behalf of sukuk investors. Since the SPV also has the issuer's title, it issues sukuk based on the underlying assets transferred to it by the obligor. It provides financing by paying the proceeds from the issue to the obligor as the cost of the assets. Compliance with Islamic principles at all stages, from the issuance of sukuk to the transfer of income, is documented with the fatwa's approval (Çetin, 2020).

Sukuk is seen as a more reliable financing instrument than interest-based financial instruments due to its asset-based issuance and profit/income-sharing principles. These principles lead sukuk to be low-risk, low-cost, low-volatile, and thus a stable stance even in economic turbulence. Furthermore, sukuk is a suitable financial instrument for raising funds from Gulf countries, causing it to receive progressively increasing demand in the global financial markets (Çetin, 2021).

Sukuk is divided into two categories according to the type of issuer. Sukuk issued by the treasury to meet the public financing needs of countries are entitled sovereign sukuk, whereas sukuk issued by participation banks and companies are corporate sukuk. Secondary trading of sukuk in Turkey is mostly dominated by sovereign issues. Since the legal regulation on the issuance of sukuk in public financing is made for the Ijara Sukuk (based on rental income) type of sukuk, all sovereign sukuk issues were realized in Ijara Sukuk.

The first sukuk issues in the world were realized in Malaysia in 1990, but there was no significant development in the sukuk markets for 11 years. Sukuk markets grew rapidly after 2001. The global sukuk market, which was 1.1 billion dollars in 2001, reached 145.7 billion dollars, and the amount of outstanding sukuk reached 543.4 billion dollars in 2019 (IFSB, 2020). In Turkey, in 2010, with the first corporate sukuk issuance and in 2012, the first sovereign sukuk issuance, a total of \$ 48 billion worth of sukuk were issued in the period of 2010-2020. The Turkish sukuk market reached a volume of \$ 13.26 billion in 2019, ranking fourth in the global sukuk market with a share of 9% (TKBB, 2020). Considering the geopolitical position, booming economy, and capital market processes, it is incontrovertible that Turkey has great potential in the global sukuk market.

Alongside the increasing interest of sukuk markets, the significance of the risks posed by secondary markets increases for investors. In developing countries, including Turkey, along with geopolitical risk, currency risk, and interest rate risk, the volatility of capital markets is also high. Despite the fact that the sukuk markets are less affected by these risks than interest-based capital market instruments, they are still exposed to all these risks. At this point, price forecasting has critical importance in minimizing the risk of sukuk markets. The forecasting of sukuk prices offers investors significant advantages such as maximizing profits or minimizing losses and hedging risks (Çetin, 2020).

## 2.2. Literature Review

In the literature, it is seen that the number of studies forecasting sukuk prices is quite low and the use of the ANN model in sukuk markets is limited to a few studies. In previous sukuk price prediction studies, it is seen that a binomial decision tree (Wardani et al., 2020), and K nearest neighbourhood (K-NN) algorithms (Yiğiter et al., 2018) are used. On the other hand, only one study was found that specifically forecasts the sukuk prices using the ANN model (Hila et al., 2019). However, it is worth mentioning the studies using the ANN model in the index forecasting of Islamic stock (Siddiqui & Abdullah, 2017) and sukuk rating classification (Arundina et al., 2015, 2016), even if it is not used to directly forecast sukuk prices. These studies are briefly explained in their chronological order as follows:

Wardani et al. (2020), forecasted the sovereign sukuk returns, that the state issued for financing the research and development activities in Indonesia, under different price scenarios (continuity, abandonment, and substitution scenarios) with a binomial decision tree approach. The results stated the consistency in the risk-return balance and revealed that the predictive values closest to current project-based sukuk returns were obtained in a full-continuity scenario.

Hila et al. (2019), used the Moving Average MA (p)'s information parameter as an input layer of the ANN algorithm in order to estimate the sukuk data. The results revealed that the moving average-ANN algorithm provides the best performance in terms of accuracy and it is more reliable to use it in the medium term to forecast sukuk data.

Yiğiter et al. (2018), forecasted Vakıf Portfolio's sukuk prices using the K nearest neighbourhood (K-NN) algorithm. As a result of the analysis, in the forecasting made for one, three and five days ahead with the K-NN models, success was 98%, 96%, 94%, respectively. This study, which is the first using the K nearest neighbourhood method in sukuk prices data, reveals the suitability of the method for financial problems.

Siddiqui and Abdullah (2017), used a multilayer perceptron ANN model to forecast the Islamic and conventional stock index returns of Saudi Arabia, Oman, UAE, GCC, BRICS and the EU Region. The results revealed that the macroeconomic variables used in the forecast model produced more accurate results in predicting Saudi Arabia, Oman and UAE stock prices.

Arundina et al. (2016, 2015), used Multinomial Logistic Regression (MLR) and ANN models to create a sukuk credit rating prediction model from various financial variables. In sukuk rating, it has been determined that ANN obtained a higher accuracy rate (96.18%) than MLR (91.72%).

Considering the very few eligible articles, it is obvious that further studies are needed on this subject. Therefore, the main motivation for this paper has been to fill this gap in the literature.

### 3. MATERIAL

Within the scope of the research, in order to obtain the longest-term data, the dollar-based ten-year international Turkish sovereign sukuk issued on 24.11.2014 was selected as the sample of the study. The data period was limited between the dates of 24.11.2014, which is the first issue date of the sovereign sukuk, and 22.01.2020, the date when the data were analyzed. Data that could not be provided due to missing data and differences in vacation dates were removed from the data set and as a result, 1282 daily data were obtained.

The factors that may affect the dollar-based sovereign sukuk prices, which were selected as the inputs of the ANN model, were determined based on correlation analysis and the previous studies. There are many studies in the literature comparing sukuk and bonds to analyse the relationship between them with several models, such as regression, correlation, and Generalized AutoRegressive Conditional Heteroskedasticity (GARCH) (Alam et al., 2013; Ariff et al., 2017; Godlewski et al., 2013; Keten, 2016; Mohd Saad et al., 2019; Raei & Cakir, 2007). All of the studies reveal a high relationship between sukuk and conventional bonds. Considering the studies investigating the risk factors affecting Islamic capital markets, few studies draw attention. Examining the risk factors that cause price movements in Islamic capital markets, Hatipoğlu and Sekmen (2018) revealed in their studies that the US Dollar Index (DXY), and the Chicago Board Options Exchange (CBOE) Volatility Index (VIX), significantly affects the risk level of the global Islamic capital markets. Çetin (2019) used the Geopolitical Risk (GPR) index to represent the geopolitical risk in investigating the causality relationship between the price movements of Islamic capital markets in Turkey and geopolitical risk. In the light of previous studies, the correlation between sovereign sukuk prices and the factors that can affect its price movements were analysed. The correlation analysis results are displayed in Table 1.

Table 1

*Correlation analysis of sovereign sukuk with the input variables*

	<b>Eurobond</b>	<b>S&amp;P Sukuk</b>	<b>DXY</b>	<b>GPR</b>	<b>VIX</b>
<i>Sovereign Sukuk</i>	0,96	-0,37	-0,22	-0,22	-0,11

Table 1 shows the existence of a 96% same directional and strong correlation between sovereign sukuk and Eurobond prices. Eurobond is an interest based and fixed income debt instrument that represents a loan made by an investor to a borrower, typically international governmental issuances. Due to its high correlation, and its similar characteristics with the sukuk data, the international dollar-based ten-year Eurobond ( $X_1$ ) issued on 29.03.2014 was selected as the input. The second strongest relationship with sovereign sukuk prices was realized at -37% with the S&P MENA sukuk index. Since the sample sukuk data is an international issuance and Turkey is in the MENA region, the S&P MENA sukuk index ( $X_2$ ) can be considered a benchmark of the international sukuk market. There is a 22%, 22% and 11% reverse correlation between the sovereign sukuk prices and the US Dollar Index (DXY), GPR, and the Chicago Board Options Exchange Volatility Index (VIX), indices, respectively.

The DXY index reflects the value of the dollar against the weighted geometric average of a basket of major currencies (Euro, British Pound, Canadian Dollar, Swedish Krona, Swiss Franc, and Japanese Yen). Since Eurobond and sovereign sukuk are issued in dollar currency, DXY index ( $X_3$ ) is used to represent exchange rate risk in the study. To represent the global geopolitical risk, the GPR index ( $X_4$ ), developed by Caldara & Iacoviello (2018), was selected as stated in Çetin's (2019) paper. Finally, the VIX index ( $X_5$ ), which is determined to significantly affect the risk level of Islamic capital markets, is included in the study to represent the market risk (Hatipoğlu & Sekmen, 2018; Naifar, 2016).

Information on the variables used in the designed ANN model (Table 2) and data graphics (Fig. 1) are given below.

Table 2  
Variables used in the designed ANN model

		Data	Explanation
INPUTS	$X_1$	Eurobond	*10-year USD treasury bond closing price
	$X_2$	S&P Sukuk	*S&PMENA sukuk index value
	$X_3$	DXY	*Dollar index value
	$X_4$	GPR	*Geopolitical risk index value
OUTPUT	$X_5$	VIX	*CBOE volatility index value
	Y	Sovereign Sukuk	*10-year USD sovereign sukuk closing price

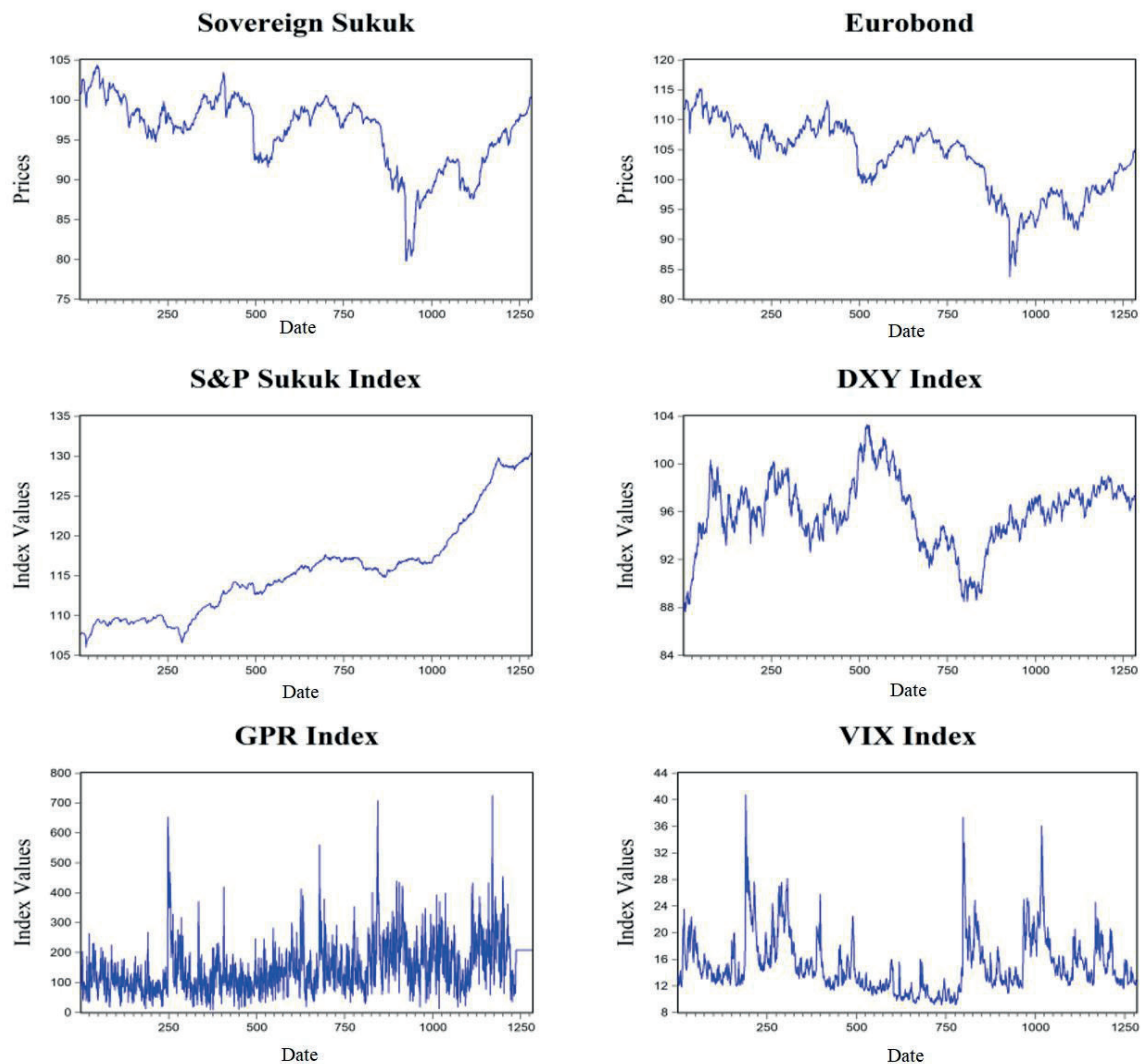


Figure 1. Data graphics for variables

#### 4. MODEL

ANN was developed with inspiration from the human brain. It is a parallel and distributed information processing structure consisting of processing elements with its own memory. These processing elements are connected to each other by weighted connections. ANN can be defined as imitating biological neural networks with computer programs (Livingstone, 2008). Artificial nerve cells connect with each other, layers and layers come together to form a network structure. The structure of an ANN model is displayed in Fig. 2.

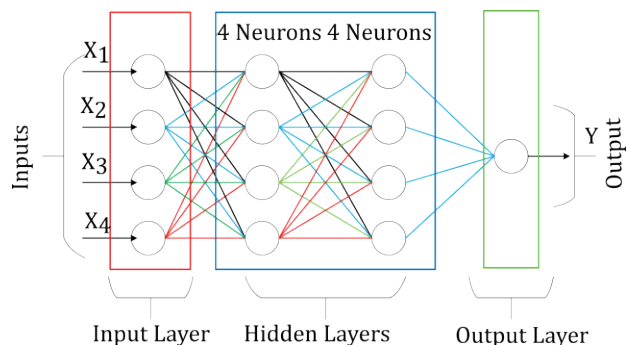


Figure 2. Artificial neural network structure

In Fig. 2, an artificial neural network structure consists of three main layers; input, hidden and output. The input layer consists of neurons that transmit data (inputs) from the external environment to the hidden layer. Input data are divided into training and testing sets, while training data is used for training the network; testing data are processed and used to determine the performance of the network on data that it has never seen (Livingstone, 2008).

### 4.1. Working Principle of an Artificial Neural Network

Data from the input layer is first summed by multiplying it with randomly determined weight values. An activation function is used to reduce the total value obtained at certain intervals. This process is repeated consecutively in the same way in all cells in the structure of the network. The output value of a cell in the hidden layer constitutes the input value of the cell after it. Finally, after repeating the same process, the output value of the system is created through the cells in the output layer (Mengi & Metlek, 2020).

Although the basic principles of ANN are as described above, there are also ANN models created with different connection types such as Adaline / Madaline, LVQ. In the study, the multi-layer feedforward neural network model was used.

### 4.2. Multi-Layer Feedforward Artificial Neural Network

Multi-Layer Feedforward (MLF) neural network is a dynamic model and generates successful results in nonlinear classification, curve fitting and prediction problems. The main logic of the model is that the error value of the network output is propagated backwards (Mengi & Metlek, 2020). Accordingly, it is also known as the back propagation algorithm in the literature.

First of all, the network should be run in the forward direction. In the forward direction of the network, Net function value is calculated by multiplying and summing the information coming from the input layer with the weight coefficients of the network as displayed in Equation 1. Depending on the architecture of the network, the bias value can also be added to the Net value as displayed by Equation 2.

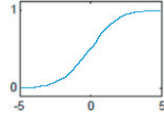
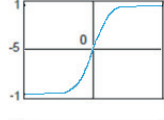

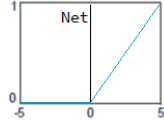
$$Net = \sum_{i=1}^{i=j} X_i W_i \tag{1}$$

$$Net = \sum_{i=1}^{i=j} X_i W_i + \beta w_i \tag{2}$$

The bias value is used to prevent the network from being attached to the global minimum or maximum points. In Equation 1,  $x_i$  denotes the  $i^{th}$  input value and  $w_i$  denotes the weight value of the  $i^{th}$  input. In Equation 2,  $\beta$  is the bias coefficient and  $w_i$  is the weight value of the bias.

Net value calculated with Equation 2 is transferred to one of the activation functions displayed in Table 3. Here, which activation function will be preferred depends on the data used and the researcher who designed the network.

Table 3  
Activation functions

Sigmoid	$y = \frac{1}{1 + e^{-Net}}$		(3)
Hyperbolic Tangent	$y = \frac{e^{Net} - e^{-Net}}{e^{Net} + e^{-Net}}$		(4)
Step Function	$y = \begin{cases} 1 & Net \geq 0 \\ 0 & Net < 0 \end{cases}$		(5)
ReLu	$y = \max(0, Net)$		(6)

Source: Metlek & Kayaalp, (2020).

The values resulting from the activation function of the cell can be a direct output of a network or output of a single cell, as displayed in Fig. 2. However, due to the multi-layered architecture used, the output of each cell in the hidden layer constitutes the input of another cell after it.

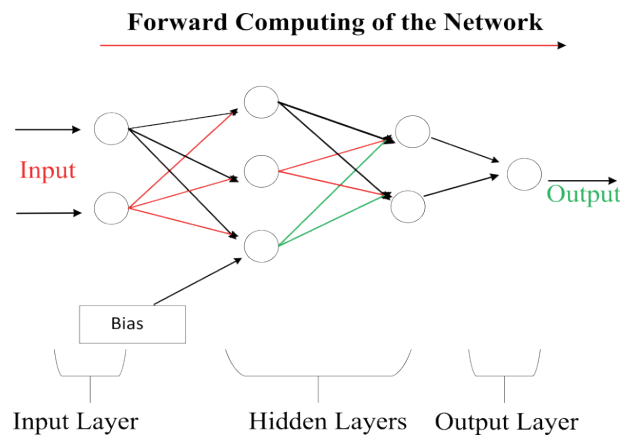


Figure 3. Forward computing of the network

Forward running of the network is continued up to the output layer. The weights of the all layers affect the output value of the system directly or indirectly. The value calculated in the output layer with the same method constitutes the output of the whole network.

#### 4.2.1. Back Propagation Algorithm

The output value is compared with the expected value of the network. This comparison is made with Equation 7. The value obtained as a result of the comparison expresses the error of the system. A remarkable point is that weight values in all layers have an effect on this error value. Therefore, the error value obtained will propagate back step by step from the end to the beginning.

$$E(m) = Ex(m) - Out(m); \quad m = 1, \dots, m \tag{7}$$

$$TE = \frac{1}{m} \sum_1^M \sqrt{E(m)^2} \tag{8}$$

$Ex(m)$  in Equations 7 and 8 indicates the expected value,  $Out(m)$  denotes to the output of the system, and  $E(m)$  denotes the error. If there is more than one output of the system, the total error  $TE$  can be examined with Equation 8.

Back propagation of the error from the output is executed in two stages. In the first step, the weights between the output and the hidden layer and in the second step, the weights between the input and the hidden layer are recalculated.

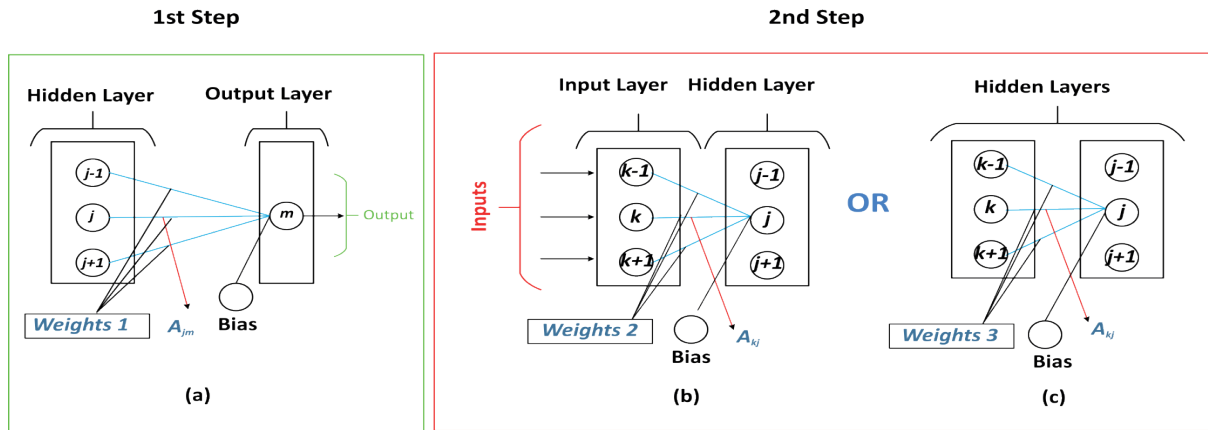


Figure 4. Updating (recalculation) the weights

*Step 1: Updating the weights between the hidden and output layers*

If the error of the output unit  $m^{th}$  produced by the system in the  $t^{th}$  iteration is called  $\delta_m$ , firstly, calculating the value of  $\delta_m$  with Equation 9 is required. Then, weights shown in Figure 4 (a), which connects the process element  $j^{th}$  in the hidden layer to the  $m^{th}$  process elements in the output layer, and the amount of change in  $\Delta A_a$  is calculated by Equation 10 (Mengi & Metlek, 2020).

$$\delta_m = f'(NET) \cdot E(m) \tag{9}$$

In equation 9,  $f'(NET)$  denotes the derivative of the activation function.

$$\Delta A_{jm}^a(t) = \eta \delta_m Out_j^a + \alpha \Delta A_{jm}^a(t-1) \tag{10}$$

Equation 10 is used to calculate the amount of change in weights and it is expressed as  $\Delta A^A$ . Concurrently,  $\eta$  denotes learning coefficient,  $\alpha$  denotes momentum coefficient in Equation 10. The updated weights in  $t^{th}$  iteration are calculated with Equation 11.

$$A_{jm}^a(t) = A_{jm}^a(t-1) + \Delta A_{jm}^a(t) \tag{11}$$

Similar to the weight values in the output layer displayed in Fig. 4(a), the bias value unit must be updated. If the bias value of  $m^{th}$  cells in the output layer in  $t^{th}$  iteration is expressed as  $\beta_m^{out}$ , the change of the bias is calculated by Equation 12.

$$\Delta \beta_m^{out}(t) = \eta \delta_m + \alpha \Delta \beta_m^{out}(t-1) \tag{12}$$

With Equation 13, the new value of the bias is calculated.

$$\beta_m^{out}(t) = \beta_m^{out}(t-1) + \Delta \beta_m^{out}(t) \tag{13}$$

*Step 2: Update of weights between hidden and input layers or intra-hidden layers*

As displayed in Figure 4. (b) and (c), the weights between the hidden and input layers or intra-hidden layers need to be updated in the second step. The reason for the errors in the output layer is the weights between the input and hidden layers as displayed in Fig. 4(b), or the weights of the intra-hidden layers displayed in Fig. 4(c).

The values of the output layer are obtained from the input and the intra-hidden layers. Accordingly, the error of the output layer is distributed to the hidden and input layers' weights (or intra-hidden layers) as shown in Fig. 4 (b) and (c). For this distribution process, the error donated by  $\Delta_j^A$  A in Equation 14 is computed first.



$$\delta_j^a = f'(NET) \cdot \sum_1^m \delta_m A_{kj}^i \quad (14)$$

After calculating the error value, the amount of change in the weights indicated by Equation 15 and  $\Delta A_{kj}^i$  is calculated.

$$\Delta A_{kj}^i(t) = \eta \delta_j^a \text{Out}_k^i + \alpha \Delta A_{kj}^i(t-1) \quad (15)$$

After calculating the amount of change in weights, the new weight values are computed with Equation 16.

$$\begin{aligned} \beta_j^a(t) &= \beta_j^a(t-1) + \Delta \beta_j^a(t) \\ A_{kj}^i(t) &= A_{kj}^i(t-1) + \Delta A_{kj}^i(t) \end{aligned} \quad (16)$$

The bias is indicated with  $\beta^a$ . In Fig. 4. (b) and (c), the change of the bias is calculated with Equation 17.

$$\Delta \beta_j^a(t) = \eta \beta_j^a + \alpha \Delta \beta_j^a(t-1) \quad (17)$$

Finally, the updated bias in the  $t^{\text{th}}$  iteration is computed with Equation 18.

$$\beta_j^a(t) = \beta_j^a(t-1) + \Delta \beta_j^a(t) \quad (18)$$

All the weights will be updated by running the ANN working forward, and also backward. These processes will be repeated until the designed MLF model reaches the minimum error value or the iteration number. The consequence of the iterations of the network will be trained. After this process, the trained system will be tested and validated (Mengi & Metlek, 2020).

### 4.3. Error Functions

In the forecasting models, error functions are used to measure the performance of the model. The most commonly used error functions in the literature are Mean Squared Error (MSE), Mean Absolute Error (MAE), Root Mean Square Error (RMSE), Mean Absolute Percentage Error (MAPE), and Regression Determination Coefficient ( $R^2$ ). MAE is the average of the difference between the estimated values of the model and the actual values, i.e., the absolute value of the error. MSE is the mean value of squares of errors; RMSE is the square root of MSE. MAPE is the mean percentage of the absolute values of the errors and  $R^2$  refers to the regression determination coefficient. Error functions displayed in Equations 19, 20, 21, 22, and 23 were used to measure the success of the forecasted values obtained from the output of the designed model, respectively.

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |Y_{actual\_i} - Y_{forecasted\_i}| \quad (19)$$

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Y_{actual\_i} - Y_{forecasted\_i})^2 \quad (20)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Y_{actual\_i} - Y_{forecasted\_i})^2} = \sqrt{MSE} \quad (21)$$

$$MAPE = \left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|Y_{actual\_i} - Y_{forecasted\_i}|}{|Y_{actual\_i}|} \right) * 100 \quad (22)$$

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (Y_{actual\_i} - Y_{forecasted\_i})^2}{\sum_{i=1}^n (Y_{actual\_i} - Y_{actual\_mean\_i})^2} \quad (23)$$

## 5. EXPERIMENTAL STUDY

The input layer of the designed model consists of Turkish Treasury Eurobond closing prices ( $X_1$ ), S&P MENA sukuk index ( $X_2$ ), DXY index ( $X_3$ ), GPR index ( $X_4$ ), and VIX index ( $X_5$ ), and the output layer consists of Turkish sovereign sukuk closing prices ( $Y$ ). In the model, 1282 daily data were used.

In order to train the model, the input data set is divided into the splits according to the k-fold 5 cross-validations as 80% of data as training, 10% as testing and 10% as verification subsets. Thus, 1025 of 1282 data were used for training, 128 for testing and 128 for verification. Two data were excluded from analysis due to residual split. 0.01 error value or 1000 iteration condition has been determined to end the training process of the system. The ANN model was designed using the Matrix Laboratory (MATLAB) - R2020a program.

Considering the characteristics of the data set, multi-layer feedforward neural network architecture has been chosen. Since there is no general rule in creating the network architecture in ANN model, the best performance network structure was determined by creating ten models with different features. The model with the best performance was chosen according to the least mean square error (MSE) value. The trial test results are displayed in Table 4.

Table 4  
Network architecture trial results

Model	Features	1 <sup>st</sup> Hidden Layer	2 <sup>nd</sup> Hidden Layer	3 <sup>rd</sup> Hidden Layer	4 <sup>th</sup> Hidden Layer	R	MSE
M <sub>1</sub>	Number of Neurons Activation Function	12 Tansig	-	-	-	0,9856	0,4465
M <sub>2</sub>	Number of Neurons Activation Function	6 Purelin	4 Radbas	-	-	0,9835	0,4239
<b>M<sub>3</sub></b>	<b>Number of Neurons</b> <b>Activation Function</b>	<b>10</b> <b>Tansig</b>	<b>8</b> <b>Tansig</b>	-	-	<b>0,9979</b>	<b>0,1292</b>
M <sub>4</sub>	Number of Neurons Activation Function	16 Radbas	14 Radbas	-	-	0,9871	0,4865
M <sub>5</sub>	Number of Neurons Activation Function	4 Logsig	2 Purelin	2 Radbas	-	0,9938	0,2945
M <sub>6</sub>	Number of Neurons Activation Function	14 Purelin	12 Purelin	10 Purelin	-	0,9881	0,4947
M <sub>7</sub>	Number of Neurons Activation Function	16 Radbas	14 Radbas	12 Radbas	-	0,9896	0,3289
M <sub>8</sub>	Number of Neurons Activation Function	6 Purelin	4 Radbas	3 Purelin	2 Logsig	0,9899	0,4348
M <sub>9</sub>	Number of Neurons Activation Function	14 Purelin	12 Purelin	10 Purelin	6 Logsig	0,9864	0,4645
M <sub>10</sub>	Number of Neurons Activation Function	18 Tansig	16 Tansig	14 Logsig	10 Logsig	0,9861	0,4308

The features of the M<sub>3</sub> model, which has the best forecasting performance as a result of the trials, are presented in Table 5.

Table 5  
Features of the designed MLF model

Features	Number of Neurons / Values	Activation Functions
Input Layer	5	
1 <sup>st</sup> Hidden Layer	10	Hyperbolic Tangent and Sigmoid Functions
2 <sup>nd</sup> Hidden Layer	8	Hyperbolic Tangent and Sigmoid Functions
Output Layer	1	
Network Structure	Feedforward - Back Propagation Algorithm	
Number of Iteration	1.000	

ANN performance is measured in terms of error minimization and regression fit of data sets. The regression (R) value is an indicator of the relationship between predicted output values and target values. For R = 1, there is an exact relationship between predicted output and known target values, and almost all sample data points fit the hyper-level obtained by regression.

Fig. 5 shows regression graphs for training, validation, testing, and all data. The dashed line on each graph represents the perfect result where the outputs of the model are equal to the target values (Y = T), that is, the forecasted values to the actual values. A solid line with different colours represents the optimal linear regression fit between outputs and targets. The R values for training, validation, testing and all data sets were 99.84%, 99.67%, 99.59%, and 99.79%, respectively. It is seen that all points are located on the regression line that states strong correlation between the sukuk prices forecasted by the designed MLF model and actual sovereign sukuk prices.

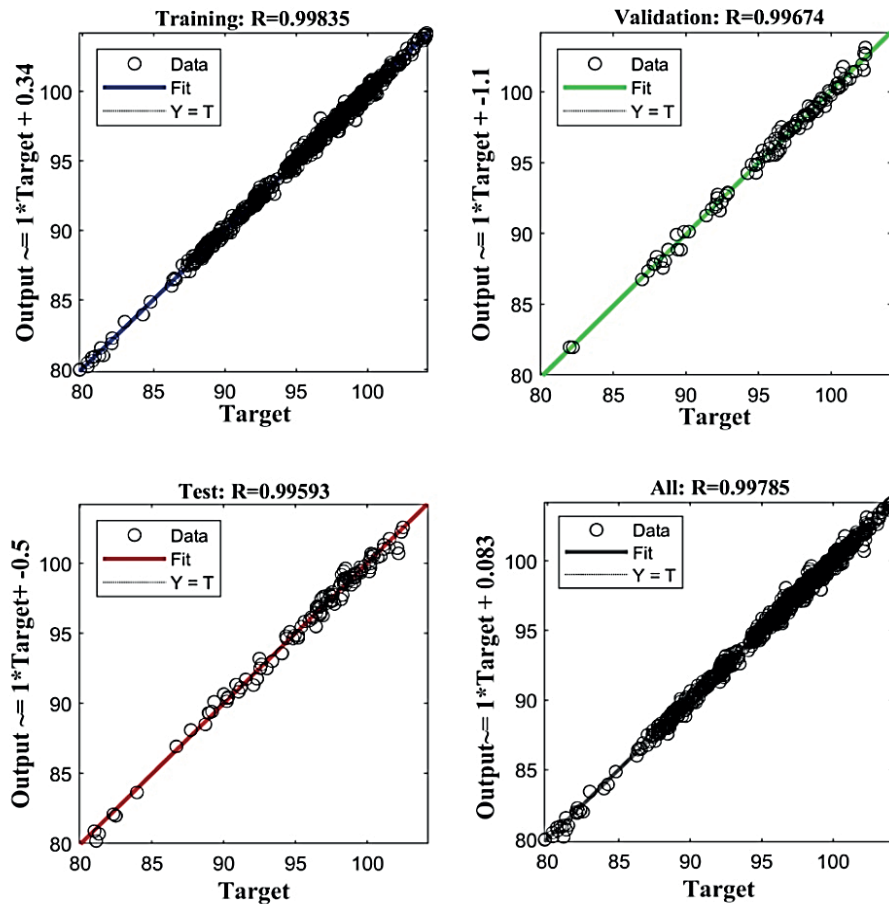


Figure 5. Regression analysis results

In order to validate the forecasting performance of the model, MAE, MSE, RMSE, MAPE, and  $R^2$  values were calculated by applying the error functions given in Equations 19, 20, 21, 22, and 23. Performance results are displayed in Table 6.

Table 6

*Performance results*

Error Function	Error Value / Rate
MAE	0,2661
MSE	0,1292
RMSE	0,3594
MAPE	0,0028
$R^2$	0,9957

In the table, the error values of the model are quite low as the mean absolute percent error (MAPE) is 0.28%. In the literature, the forecasting performance of models with a MAPE value less than 10% is grouped as “very good” (Yakut et al., 2014). Since the MAPE value of the designed model is realized well below 10%, it can be said that the forecasting performance of the model is quite good.

The graph images the forecasted and actual sovereign sukuk closing prices in Fig. 6.

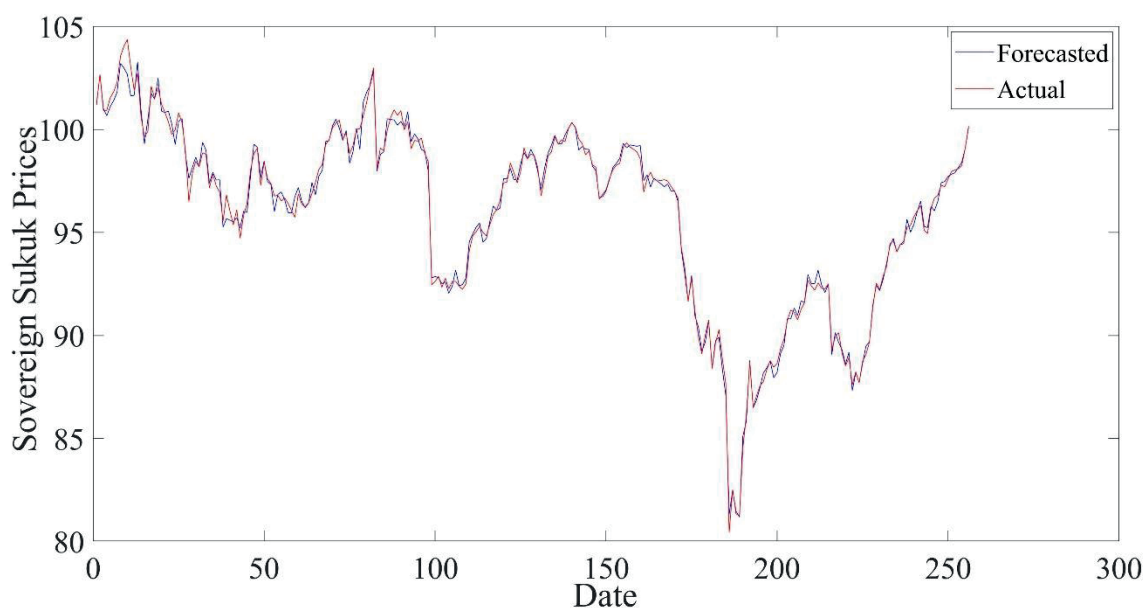


Figure 6. Graph of forecasted and actual sovereign sukuk prices

In the graph, the curve expressed with the red line denotes the actual sukuk prices, whereas the curve expressed with the blue line denotes the forecasted sukuk prices. When the graph is examined, it is observed that the curves are in great harmony with each other. This indicates that the designed MLF model and the selected inputs perform high success in forecasting the sovereign sukuk prices.

## 6. CONCLUSION

Sukuk are securities that entitle the investor to receive a share of the income or profit in order to meet financing needs according to Islamic principles in capital markets. Over the last decade, they have become one of the most attractive Sharia-compliant investment products worldwide. Despite the increasing interest, the fact that the price forecasting studies on sukuk are extremely scarce has been the main motivation of this study. In the study, to forecast the price of sovereign sukuk in Turkey, the ANN model was used and MLF neural network model was designed.

Four of the input variables (DXY, VIX, GPR, S&P MENA sukuk) are data used on an index basis. Index-based data gives the power to represent a large amount of data with a single value. This increases the forecasting power of input variables of the sukuk prices. Besides, the designed network architecture has a significant effect on the forecasting performance. In order to determine the most appropriate network architecture, ten models with different layers, neuron numbers, and activation functions were designed and the model providing the lowest error value was selected. The two-hidden layer feedforward network of ten and eight neurons using tangent hyperbolic activation functions was the model with the best success performance in forecasting sukuk prices.

Findings reveal that the designed model accurately forecasts the dollar-based international sovereign sukuk prices with an error margin of 2.8 per thousand, and with 99.98% success rate, according to the MAPE error function. The success rate of the model is far above the 94% success rate achieved in the study of Yigiter et al., (2018) forecasted corporate sukuk prices with the K-NN model, and the 80% success rate achieved in the study of Wardani et al., (2020) forecasted R&D sukuk returns with binomial decision tree model.

The very high forecasting success rate in ANN models requires an assessment of the probability that the network may have memorized. In the designed model, cross validation was applied by splitting the dataset according to the k-fold 5 value, thus avoiding the possibility of memorizing the network. The high forecasting performance of the network should be attributed to the success in the selection of input variables and the suitability of the designed network architecture to the data.

In sukuk markets, high uncertainty caused by factors such as geopolitical risk, exchange rate and interest rate risk can be minimized through the ANN model. By virtue of the designed model, investors will be able to forecast the sukuk prices they want to invest accurately and make their trading decisions accordingly. Successful price forecasts in economic turbulence terms will reduce the risk perception of sukuk investors and increase their profitability. Thus, it will be possible for more investors to trade in the sukuk market and to gain depth in the sukuk's secondary market.

The result of the study is important in that it proves that the ANN model is an effective model for forecasting sukuk prices and that the DXY, VIX, GPR, S&P MENA sukuk indices and Eurobond bond prices are determinants. Since this paper is the first study in Turkey to forecast sukuk prices with the ANN model, it can serve as a reference for the future works. The designed MLF model and determined input variables can be applied to all dollar-based international sovereign sukuk to be issued in the future. In addition, the ANN model can be used in forecasting sukuk prices indexed to gold, Consumer Price Index, and Turkish Lira issued by the government and corporations.

**Peer-review:** Externally peer-reviewed.

**Conflict of Interest:** The authors have no conflict of interest to declare.

**Author Contributions:** Conception/Design of Study- D.T.Ç., S.M.; Data Acquisition-M.C.Y.; Data Analysis/Interpretation- D.T.Ç., S.M.; Drafting Manuscript- D.T.Ç., S.M.; Critical Revision of Manuscript- D.T.Ç., S.M.; Final Approval and Accountability- D.T.Ç., S.M.

**Grant Support:** The authors declared that this study has received no financial support.

**Hakem Değerlendirmesi:** Dış bağımsız.

**Çıkar Çatışması:** Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir.

**Yazar Katkıları:** Çalışma Konsepti/Tasarım-D.T.Ç., S.M.; Veri Toplama-M.C.Y.; Veri Analizi/Yorumlama- D.T.Ç., S.M.; Yazı Taslağı- D.T.Ç., S.M.; İçeriğin Eleştirel İncelemesi- D.T.Ç., S.M.; Son Onay ve Sorumluluk- D.T.Ç., S.M.

**Finansal Destek:** Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir.

## References/Kaynaklar

- AAOIFI. (2015). *Sharia'a Standards* (No:17 Investment Sukuk). Manama, Bahrain: Accounting and Auditing Organization for Islamic Financial Institutions.
- Alam, N., Hassan, M. K., & Haque, M. A. (2013). Are Islamic bonds different from conventional bonds? International evidence from capital market tests. *Borsa Istanbul Review*, 13, 22–29. <https://doi.org/10.1016/j.bir.2013.10.006>
- Ariff, M., Chazi, A., Safari, M., & Zarei, A. (2017). Significant difference in the yields of sukuk bonds versus conventional bonds. *Journal of Emerging Market Finance*, 16(2), 115–135. <https://doi.org/10.1177/0972652717712352>
- Arundina, T., Azmi Omar, M., & Kartiwi, M. (2015). The predictive accuracy of sukuk ratings; multinomial logistic and neural network inferences. *Pacific Basin Finance Journal*, 34(34), 273–292. <https://doi.org/10.1016/j.pacfin.2015.03.002>
- Arundina, T., Kartiwi, M., & Omar, M. A. (2016). Artificial intelligence for Islamic sukuk rating predictions. In *Artificial Intelligence in Financial Markets* (pp. 211–241). Palgrave Macmillan UK. [https://doi.org/10.1057/978-1-137-48880-0\\_8](https://doi.org/10.1057/978-1-137-48880-0_8)
- Aslam, F., Mughal, K. S., Ali, A., & Mohmand, Y. T. (2020). Forecasting Islamic securities index using artificial neural networks: performance evaluation of technical indicators. *Journal of Economic and Administrative Sciences*, ahead-of-p(ahead-of-print). <https://doi.org/10.1108/jeas-04-2020-0038>
- Caldara, D., & Iacoviello, M. (2018). Measuring geopolitical risk. *International Finance Discussion Paper*, 2018(1222), 1–66. <https://doi.org/10.17016/ifdp.2018.1222>
- Çetin, D. T. (2020). *İslami Finans Sisteminde Sukuk: Türkiye'de Sukuk Fiyatlarının Yapay Sinir Ağları Modeli ile Tahmini* [Sukuk in Islamic financial system: Forecasting sukuk prices in Turkey with artificial neural network model]. (Doctoral dissertation, Burdur Mehmet Akif Ersoy University).
- Çetin, D. T. (2021). *İslami Finans Sisteminde Sukuk* (1<sup>st</sup> Edit). Ankara, Turkey: Gazi Kitabevi.
- Çetin, D. T. (2019). Türkiye'de jeopolitik risk ve İslami hisse senedi endeksi (katılım 30) arasındaki nedensellik ilişkisi: Ampirik bir analiz [The causality relation between geopolitical risk and Islamic stock index (participation 30) in Turkey: An empirical analysis]. In S. Erdoğan, A. Gedikli, & D. Ç. Yıldırım (Eds.), *ISEFE, International Congress of Islamic Economy, Finance and Ethics* (pp. 108–119). Umutepe Yayınları.
- Dhamija, A. K., & Bhalla, V. K. (2010). Financial time series forecasting: Comparison of neural networks and ARCH models. *International Research Journal of Finance and Economics*, 49, 194–212. [https://www.academia.edu/download/33817126/irjfe\\_49\\_15.pdf](https://www.academia.edu/download/33817126/irjfe_49_15.pdf)
- Godlewski, C. J., Turk-Ariss, R., & Weill, L. (2013). Sukuk vs. conventional bonds: A stock market perspective. *Journal of Comparative Economics*, 41, 745–761. <https://doi.org/10.1016/j.jce.2013.02.006>
- Hatipoğlu, M., & Sekmen, T. (2018). Seçilmiş bazı risk faktörlerinin İslami borsalar üzerindeki etkileri [The impacts of some selected risk factors on Islamic stock markets]. *MANAS Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 7(4), 1694–7215.
- Hila, N. Z., Muhamad Safiih, L., & Mohamed, N. A. (2019). Empirical study of sukuk investment forecasting using artificial neural network base algorithm. *International Journal of Innovations in Engineering and Technology*, 13(3), 124–127. <https://doi.org/10.21172/ijiet.133.19>
- Hossain, A., Zaman, F., Nasser, M., & Islam, M. M. (2009). Comparison of GARCH, neural network and support vector machine in financial time series

- prediction. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 5909 LNCS, 597–602. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-11164-8\\_97](https://doi.org/10.1007/978-3-642-11164-8_97)
- IFSB. (2020). *Islamic Financial Services Industry Stability Report 2020*. Kuala Lumpur, Malaysi. <https://www.ifsb.org/sec03.php>
- Ismail, N., & Arundina, T. (2019). Sukuk rating prediction: The case of corporate sukuk in Indonesia. *Pertanika Journal of Social Sciences and Humanities*, 27(S2), 63–77. <https://core.ac.uk/download/pdf/286784180.pdf#page=77>
- Livingstone, D. J. (2008). *Artificial neural networks: methods and applications*. Totowa, NJ, USA: Humana Press.
- Mengi, D. F., & Metlek, S. (2020). Türkiye'nin Akdeniz bölgesine ait rüzgâr ekserjisinin çok katmanlı yapay sinir ağı ile modellenmesi [Modeling belongs to Turkey's Mediterranean coast wind of exergy multilayer neural network]. *International Journal of Engineering and Innovative Research*, 2(2), 102–120. <http://dergipark.gov.tr/ijeir>
- Metlek, S., & Kayaalp, K. (2020). Derin öğrenme ve destek vektör makineleri ile görüntüden cinsiyet tahmini [Image gender prediction with deep learning and support vector machines]. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 8(3), 2208–2228. <https://doi.org/10.29130/dubited.707316>
- Mohd Saad, N., Haniff, M. N., & Ali, N. (2019). Corporate governance mechanisms with convennial bonds and Sukuk' yield spreads. *Pacific Basin Finance Journal*. <https://doi.org/10.1016/j.pacfin.2019.02.001>
- Naifar, N. (2016). Do global risk factors and macroeconomic conditions affect global Islamic index dynamics? A quantile regression approach. *Quarterly Review of Economics and Finance*, 61, 29–39. <https://doi.org/10.1016/j.qref.2015.10.004>
- Özbayoglu, A. M., Gudelek, M. U., & Sezer, Ö. B. (2020). Deep learning for financial applications : A survey. *ArXiv:2002.05786v1*. <http://arxiv.org/abs/2002.05786>
- Qian, X. (2017). Financial series prediction: Comparison between precision of time series models and machine learning methods. In *arXiv*. arXiv.
- Raei, F., & Cakir, S. (2007). Sukuk vs. Eurobonds: Is there a difference in Value-At-Risk? In *IMF Working Papers (WP/07/237)*. <https://doi.org/10.5089/9781451868012.001>
- Siddiqui, T. A., & Abdullah, Y. (2017). Testing for predictive ability of conventional and shariah indices of selected Gulf countries and economic regions using neural network modelling. *Journal of Islamic Economics, Banking and Finance*, 13(1), 171–186. <https://doi.org/10.12816/0051161>
- Singh, R., & Srivastava, S. (2017). Stock prediction using deep learning. *Multimedia Tools and Applications*, 76, 18569–18584. <https://doi.org/10.1007/s11042-016-4159-7>
- Tealab, A., Hefny, H., & Badr, A. (2017). Forecasting of nonlinear time series using ANN. *Future Computing and Informatics Journal*. <https://doi.org/10.1016/j.fcij.2017.05.001>
- TKBB. (2020). *Katılım bankaları sukuk ihraçları (2010-2019)* [Sukuk issues of participation banks (2010-2019)]. <https://tkbb.org.tr/Documents/Yonetmelikler/Katilim-Bankalari-2019.pdf>
- Wardani, L., Viverita, V., Husodo, Z. A., & Sunaryo, S. (2020). Contingent claim approach for pricing of sovereign sukuk for R&D financing in Indonesia. *Emerging Markets Finance and Trade*, 56(2), 338–350. <https://doi.org/10.1080/1540496X.2019.1658067>
- Xu, Z., Zhang, J., Wang, J., & Xu, Z. (2020a). Prediction research of financial time series based on deep learning. *Soft Computing*, 24(11), 8295–8312. <https://doi.org/10.1007/s00500-020-04788-w>
- Yakut, E., Elmas, B., & Selahattin, Y. (2014). Yapay sinir ağları ve destek vektör makineleri yöntemleriyle borsa endeksi tahmini [Predicting stock-exchange index using methods of neural networks and support vector machines]. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 19(1), 139–157.
- Yiğiter, Ş. Y., Sarı, S. S., Karabulut, T., & Başakın, E. E. (2018). Kira sertifikası fiyat değerlerinin makine öğrenmesi metodu ile tahmini [Estimation of lease certificate price evaluation through machine learning method]. *International Journal of Islamic Economics and Finance Studies*, 4(3), 74–82. <https://doi.org/10.25272/ijisef.412760>
- Zhang, Y., Chu, G., & Shen, D. (2021). The role of investor attention in predicting stock prices: The long short-term memory networks perspective. *Finance Research Letters*, 38, 101484, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2020.101484>

# Türk Tekstil İşletmelerinin Endüstri 4.0'a Adaptasyonunun İncelenmesi

## An Investigation of the Adaptation of Turkish Textile Enterprises to Industry 4.0

Ahmet Özbek<sup>1</sup> , Aytaç Yıldız<sup>2</sup> , Mehmet Asif Alan<sup>3</sup> 



### ÖZ

Endüstri 4.0, uzun zamandır hakim olan insan odaklı üretim anlayışını kökten değiştirerek insanı üretimden büyük oranda dışlamak üzerine kurulu yeni bir üretim anlayışıdır. Bu anlayış her geçen gün yaygınlaşmakta olup geleceğin üretim anlayışı olacağı tahmin edilmektedir. Bu nedenle bu anlayışa adaptasyonun, işletmelerin gelecekteki başarılarında belirleyici faktörlerden birisi olacağı öngörülmektedir. Bu çalışmada, Türkiye'de faaliyet gösteren tekstil işletmelerinin Endüstri 4.0'a adaptasyonunun incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında tekstil işletmelerinin endüstri 4.0'a bakış açısını ve kullandıkları endüstri 4.0 teknolojilerinden beklentilerini analiz etmek için bir anket hazırlanmıştır. İlgili anket İstanbul Sanayi Odası'nın (İSO) 500 büyük işletme sıralamasına 2018 yılında girmeyi başarmış 67 tekstil işletmesine uygulanmış ve elde edilen veriler analiz edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre; işletmelerin en fazla kullandıkları teknolojinin ERP olduğu, yatırım maliyetinin yüksekliği nedeniyle işletmelerin sadece yarısının endüstri 4.0 teknolojilerine yatırım yaptığı, endüstri 4.0'ın tekstil sektörüne uygulanabilir olduğu inancının olduğu, verimlilik artışı sağlamak ve maliyetleri düşürmek için bu teknolojilere yatırım yapıldığı ve sonuç olarak da en fazla verimlilikte artışının sağlandığı tespit edilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Endüstri 4.0, Tekstil Sektörü, Endüstri 4.0 Teknolojileri

### ABSTRACT

Industry 4.0 is a new understanding of production and is based (to a great extent) on the removal of people from production by radically changing the understanding of people-oriented production – a concept that has dominated for a long time. This understanding is becoming more widespread day by day and it is predicted that the future will mean a better understanding of production. Therefore, it is anticipated that adaptation to this understanding will be one of the determining factors in the future success of enterprises. In this study, it was aimed to investigate the adaptation of textile companies operating in Turkey to Industry 4.0. Within the scope of the study, a questionnaire was prepared to analyze the perspectives of textile companies towards industry 4.0 and their expectations from the industry 4.0 technologies they use. The questionnaire was applied to 67 textile companies that ranked in the top 500 large enterprises of the Istanbul Chamber of Industry (ISO) in 2017 and 2018 and the data obtained were analyzed. According to the results of the analysis it was determined that the technology that businesses use the most is ERP. Due to the high investment cost, it has been determined that only half of enterprises invest in industry 4.0 technologies, that they believe that industry 4.0 is applicable in the textile industry, that to invest in these technologies will increase productivity and reduce costs, and as a result, the highest increase in efficiency will be achieved.

**Keywords:** Industry 4.0, Textile Industry, Industry 4.0 Technologies

<sup>1</sup> (Doç. Dr.), Marmara Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye

<sup>2</sup> (Doç. Dr.), Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Bursa, Türkiye

<sup>3</sup> (Doktora Öğrencisi), Bayburt Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bayburt, Türkiye

**ORCID:** A.Ö. 0000-0001-5015-8082;  
A.Y. 0000-0002-0729-633X;  
M.A.A. 0000-0002-6947-404X

#### Corresponding author:

Aytaç YILDIZ  
Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Bursa, Türkiye  
E-mail address: aytaç.yildiz@btu.edu.tr

**Submitted:** 06.04.2021

**Revision Requested:** 06.07.2021

**Last Revision Received:** 08.07.2021

**Accepted:** 06.10.2021

**Citation:** Özbek, A., Yıldız, A. ve Alan, M. A. (2021). Türk tekstil işletmelerinin endüstri 4.0'a adaptasyonunun incelenmesi. *Acta Infologica*, 5(2), 255-265.  
<https://doi.org/10.26650/acin.910774>

## 1. GİRİŞ

Gelişmiş ülkeler 2000'lerde, üretimin gelişmekte olan Asya ülkelerine kaymasını önemli bir sorun olduğunun farkına varmışlardır. Bu sorunun çözümünün ise fiziksel ve sanal imalat sistemlerinin küresel anlamda birbirine bağlanarak oluşturulacak olan esnek bir işbirliğinden geçtiğini tespit ederek bu çözüme de Endüstri 4.0 adını vermişlerdir (Schwab, 2017). Endüstri 4.0 en dar anlamıyla, karmaşık fiziksel makine ve cihazların sensörler ile ağa ve birbirine bağlanması şeklinde tanımlanabilir (Mrugalska ve Wyrwicka, 2017). Daha geniş anlamda ise, "akıllı makinelerin, ürünlerin ve üretim kaynaklarının esnek üretim sistemlerine dikey entegrasyonu sağlanarak; farklı ölçütler bazında optimize edilebilecek sektörler arası değer ağlarına yatay entegrasyonu sağlanarak dünya çapındaki işletmelere önemli bir model şeklinde hizmet vermesidir" şeklinde tanımlanmaktadır (Kagermann, Anderl, Gausemeier, Schuh ve Wahlster, 2016). Endüstri 4.0; arz, üretim, bakım, teslimat ve müşteri hizmetlerinin tümünün internet üzerinden birbirine entegrasyonuna odaklanmaktadır (IEC, 2015). Bu entegrasyon, birbirine bağlı akıllı makinelerin, depolama sistemleri ve üretim kaynaklarının bağımsız olarak bilgi alışverişinde bulunabilmesine, eylemleri tetikleyebilmesine ve birbirlerini özerk olarak kontrol edebilmesini sağlamaktadır (Kagermann ve ark., 2016).

Endüstri 4.0'ın temellerini Şekil 1'de gösterilen teknolojiler olan; Eklemeli Üretim (3 Boyutlu -3D- Yazıcılar), Nesnelerin İnterneti (IoT), Sanal Gerçeklik (Virtual Reality - VR), Siber Güvenlik (Cyber Security - CS), Büyük Veri (Big Data - BD), Otonom Robotlar, Bulut Bilişim Sistemi (Cloud Computing - CC) ve Simülasyon teknolojileri oluşturmaktadır (ATSO, 2017; Bulut ve Akçacı, 2017; Schwab, 2017; Xu, Xu, Li, 2018; Yıldız, 2018; Ozbek ve Yıldız, 2020).



Şekil 1. Endüstri 4.0'ın Arkasındaki Teknolojiler (Melanson, 2018)

Almanya'da Endüstri 4.0 için kurulan ilk çalışma ekibinde yer alan Kagermann, Endüstri 4.0'ı uygulayan işletmelerin; verimliliklerinin artacağı (üretimde kaynak verimliliği %30-40 artış), üretimde yüksek düzeyde esneklik kazanacakları, seri ürettikleri ürünlerin fiyata göre bireyselleştirebilme yeteneği kazanacakları böylece de küresel pazarlardaki şoklara dayanma kabiliyetlerinin artacağını ifade etmiştir (Kagermann, 2015). Ayrıca yapılan çalışmalara göre, işletmelerin; inovatif ürün ve hizmetler üretmek ve hızlı bir şekilde uygulamak, üretim maliyetini azaltmak, verimliliğini artırmak, büyümek, işgücü yapısını değiştirmek ve rekabet gücünü geliştirmek için Endüstri 4.0 teknolojilerini kullanmak zorunda kalacakları öngörülmüştür (Chen ve Xing, 2015; Kagermann ve ark., 2016; Hillard, 2017).

Bu çalışmada, Türk Tekstil sektöründe faaliyet gösteren işletmelerin Endüstri 4.0'a olan bakış açıları, yatırım yapma durumları, endüstri 4.0 teknolojilerini kullanım amaçları ve elde ettikleri sonuçların analiz edilmesi amaçlanmıştır. Çalışmanın bundan



sonraki bölümünde tekstil endüstrisinde endüstri 4.0 teknolojilerinin kullanımı, 3. bölümde çalışmanın uygulama kısmına ve son bölümde de sonuç ve değerlendirmelere yer verilmiştir.

## 2. TEKSTİL ENDÜSTRİSİNDE ENDÜSTRİ 4.0 TEKNOLOJİLERİNİN KULLANIMI

Endüstri 4.0 teknolojileri, tekstil endüstrisinde kullanılmaya başlanmış olup tekstil endüstrisini derinden etkilemeye ve değiştirmeye devam etmektedir. İlgili teknolojilerden IoT'un tekstil endüstrisinde kullanılmasıyla birlikte, giysilere sensörler entegre edilmeye başlanmıştır. Sensörler vasıtasıyla hastaların hayati fonksiyonlarını (kalp atış hızı, sıcaklık, nefes alma, stres, hareket, hızlanma ve hatta hormon seviyeleri gibi) ve yürüyüş anormalliklerini gerçek zamanlı olarak ölçülüp verileri akıllı telefon yoluyla doktorlara gönderebilen akıllı giysilerin üretilmesi mümkün hale gelmiştir (Awazade, 2017; Fernández-Caramés ve Fraga-Lamas, 2018; Abtahi ve ark., 2018). Ayrıca yine IoT sayesinde uyumak üzere olan sürücülerini uyandıran araba koltukları, kalp atışlarını dinleyen yatak çarşafı gibi akıllı tekstillerin yaygınlığı her geçen gün artmaktadır (EBSO, 2017).

VR teknolojisinin tekstil endüstrisinde kullanılmasıyla, tekstillerin dokunsal algılanması (haptex) sağlanmıştır. Böylece kullanıcılar sanal tekstillere gerçek zamanlı olarak dokunmalarını sağlayan bir VR sistemi geliştirilmiştir (Magnenat-Thalmann ve Bonanni, 2006). Sanal gerçekçiliğin tekstil endüstrisinde kullanımının daha gelişmiş uygulaması, 3D sanal gerçeklik teknolojisinin dokuma kumaş tasarımı ve analizinde kullanılmaya başlanması olmuştur (Adanur ve Vakalapudi, 2013). Öyle ki 3D baskı teknolojisiyle; kesme, montaj ve dikiş tek bir adımda birleştirilerek üretim süreci kısaltılmış, kitlesel üretimden tasarıma dayalı kişisel üretime geçiş ve model sınırlaması olmadan üretim mümkün hale gelmiştir (Valtas ve Sun, 2016). VR sistemleri, eğitimin gerçek bir ortamda yapılmasının mümkün olmadığı ve hatta tehlikeli olabildiği durumlarda sıklıkla kullanılmaktadır (Allerkamp, 2010). Örneğin, tekstil malzemelerinin etkin şekilde görselleştirilmesi (Mikolanda, Lomov, Kosek ve Verpoest, 2004) tekstil malzemelerinin mekanik davranışını etkileyen iç mimarisini (deforme olabilirlik, drapaj, geçirgenlik vs.) ve tekstil kompozitlerinin özelliklerini (sertlik, mukavemet vb.) göstermek için sanal gerçeklik teknolojilerinden yararlanılmaktadır (Lomov, Mikolanda, Kosek ve Verpoest, 2007). Ayrıca, VR teknolojileri örme makinesinde, ürün veya desen değişikliğinde, üretim hataları meydana geldiğinde müdahale edilmesi gereken durumlarda makine operatörünü destekleyecek sistem olarak kullanılmaktadır (Simonis, Gloy ve Gries, 2016). Diğer taraftan VR, bir tablet veya akıllı telefon aracılığıyla halı, SpinTales kilimi ve yorganlar üzerindeki belirli işaretleri tarayarak karakterleri görüntüleyebilmeye olanak sağlayarak çocukların eğlenceli zaman geçirmelerine imkân sağlamaktadır (Şehgal, 2017).

BD, hacimli verileri analiz ederek değerli bilgileri çıkarma işlemidir (Jain, Bruniaux, Zeng ve Bruniaux, 2017). Büyük verinin tekstil endüstrisinde kullanımına kadar, tekstil endüstrisinde talebini tahmin etmek için; uzmanlar, odak gruplar ve örnek verilerden yararlanmışlardır. Fakat bu yöntemde potansiyel ve gerçek müşterilerden veri toplamak ve analiz etmek için zaman alıcı ve yüksek maliyetliydi (Insights, 2018). Endüstri 4.0 teknolojileri, makineler arasında veri toplanmasını ve analiz edilmesini mümkün kılarak, düşük maliyetle daha kaliteli veriler elde edilmesini sağlamaktadır. Bu verilerin üretimde kullanılmasıyla daha hızlı, daha esnek ve daha verimli üretim mümkün hale gelmiştir. Ayrıca bu veriler aracılığıyla işletmelerin, üretimin gelecekte hangi yöne gideceğini ve müşteri memnuniyeti konusunda ne yaparlarsa başarılı olacaklarını belirlemeleri daha kolaylaşacaktır. Örneğin, moda dünyasında, büyük veriler artan bir şekilde trend tahmininde, tüketici davranışlarını, tercihlerini ve duygularını analiz etmede kullanılmaya başlanmıştır (Jain ve ark., 2017).

Robotik sistemler merkezi bir sunucuya, veri tabanına veya programlanabilir mantık denetleyicisine bağlı olarak bir aktivasyonu herhangi bir insan müdahalesine gerek kalmadan gerçekleştirebilen, koordine edebilen ve otomatik hale getirebilen sistemlerdir (Amoroso ve Tamburrini, 2019). Robotik sistemler kendilerine verilen görevleri akıllıca, en az insan girdisiyle ve düzenli bir şekilde gerçekleştirilebilmektedir. Robotik sistemler malzemeleri taşımakta, engellerden kaçınmakta, diğer robotik sistemlerle koordineli çalışabilmektedir. Ayrıca teslimatların gerçek zamanlı olarak nerede gerekli olduğunu tespit edebilmektedirler (Melanson, 2018). Robotik sistemlerin tekstil endüstrisinde kullanımı işçilik maliyetlerini ve hata oranlarını azaltarak tekstil endüstrisinde önemli değişikliklere neden olacaktır. Örneğin, Akıllı Üretim Yönetim Sistemleri (Intelligent Production Management Systems) makine ve teçhizatların çalışma bilgilerine sahiptir. Böylece makinelerin çalışma durumunda bir sorun olduğunda görüntülü izleme sisteminden aldığı komut sayesinde 3D model ve onarım kılavuzu komutu alıp onarımı

gerçekleştirmekte veya makine üreticisine bakım çağrısı yaparak makine bakım sistemini hayata geçirebilmektedir (Chen ve Xing, 2015).

3D yazıcı teknolojileri, bilgisayar tarafından gönderilen verileri gerçek nesnelere dönüştürmekle kalmayıp tüketicileri de üreticiye dönüştüren teknolojilerdir (EBSO, 2017). Bu teknolojilerden 3D yazıcılar, yazılım komutları ile tasarım dosyasını eşleştirir ve ardından ürünün üretimini parçalar halinde gerçekleştirirler. Daha sonra ise üretilen parçalar, yapıştırma, eritme ve kanca dikiş gibi montajlama yöntemleriyle birleştirilirler. 3D yazıcılarla üretim yönteminde parçaların bağımsız olarak üretilmesi, tekstil ve modadaki geleneksel üretimin esnek olmama dezavantajından kaçınılarak gelişmelere ve/ya değişimi yakalamak kolaylaşmaktadır. Ayrıca kesme, montaj ve dikiş gibi işlem adımları tek bir adımda birleştirilerek üretim süreci kısaltılarak maliyet, zaman ve iş gücü gibi birçok avantaj elde edilmektedir. 3D yazıcılarla üretimin diğer avantajları ise; insan kaynaklı dikiş hataları ortadan kaldırılarak üretim kalitesini artırmak, kumaşların tam ölçülere göre üretilmesini sağlayarak kumaş atıklarını ortadan kaldırarak maliyet ve çevre açısından avantaj sağlamaktadır, kitlesel üretimden tasarıma dayalı kişisel üretime geçişi kolaylaştırarak model sınırlaması olmadan üretim imkânı sağlar (Valtas ve Sun, 2016). 3D yazıcılarının tekstil sektöründeki önemli uygulamalarından birisi de çok katmanlı kumaşların üretilmesinde kullanılmasıdır (Adanur ve Vakalapudi, 2013).

Siber alan ile fiziksel dünyayı internet ile birbirine bağlayan sistemler siber-fiziksel sistemler (CPS-Cyber-Physical System) olarak adlandırılmaktadır (Taş, 2018). CPS; bilgi alışverişi, siber dünyada iletişim, fiziksel süreçleri yönetmek, izleyebilmek ve takip edebilme kabiliyeti ile donatılmış yazılımlar, ağlar ve bilgisayarlar gibi enformasyon teknolojilerinden oluşmaktadır (Tekin ve Karakuş, 2018). İşletmelerin çoğunluğu hala birbirine bağlı olmayan yönetim ve üretim sistemleri kullanmaktadır. İlerleyen zamanla bağlantılılığın artmasıyla kritik endüstriyel sistemler ve üretim hatlarının siber güvenlik tehditlerine karşı korunma ihtiyacı artacaktır (TÜSİAD, 2016). Siber tehditlere karşı güvenlik standartları ve siber teröre karşı güvenceler daha çok önemli olacaktır (Ambastha, 2017). CPS'ler makinelerin kimliklerini belirleme, makinelere erişimin yönetilmesi, verilerin doğrulanması, sağlıklı şekilde veri transferi ve veri güvenliğini sağlayacaklardır (TÜSİAD, 2016; Bulut ve Akçacı, 2017).

CC, bilgi işlem sistemlerini tasarlama, uygulama geliştirme ve yazılım oluşturma için mevcut hizmetlerden yararlanma şekline odaklanan teknolojik bir gelişmedir. Yalnızca hizmetlere değil, aynı zamanda genel olarak yetenek, depolama, ağ ve bilgi teknolojisi altyapısını hesaplamak için de uygulanan internete dayanan dinamik bir kavramı vurgulamaktadır (Buyya, Vecchiola ve Selvi, 2013). CC hizmetleri verimliliği artırmak, iletişimi geliştirmek, hammadde gereksinimlerinin önceliklendirmek, fabrika verimliliğini ve zamanında üretimi artırmak, her aşamada israfın azaltılması, aşırı siparişi durdurma, el yazısı notlarını ve excel hatalarını kaldırma, malzeme envanteri ve devam etmekte olan işlerin kontrol edilmesi ve azaltılması, zamanında teslimatın iyileştirilmesi gibi konularda yardımcı olmaktadır (Dsouza, 2016). Fabrika bölümü ortamının sıcaklık ve nem gibi parametreleri doğrudan kumaş kalitesini etkiler. Bu gibi etmenler, tüm alanları kapsayan bölüme yerleştirilen uygun sensörler ile ölçülebilir ve bu parametre değerlerini internet üzerinden bulut verilerine paylaşılabilir. Toplanan veriler daha sonra görselleştirilebilir ve kontrol amaçlı kullanılabilir. Ekipman bakımı, çalışma saatleri, sıcaklık gibi çalışma verileri, gerçek zamanlı olarak bulut verileriyle senkronize edilebilir. Böylece koşullu bakım ve makineler için koruyucu bakım tetiklenebilir (Fatiya, 2017). Özellikle hazır giyim endüstrisinde özel tasarlanmış internet tabanlı teknoloji sistemleri sayesinde üretim planlama, hammadde yönetimi, maliyetlendirme, siparişlerin işlenmesi, örnekleme, siparişin hazırlanmasının izlenmesi ve ürünün son teslim edilmesi gibi birçok fonksiyonun basit ve kolay çalışmasını sağlayamamaktadır (Fibre2Fashion.com, 2019). Endüstri 4.0 teknolojisi olan CC'nin yeniden yapılandırılması süreçleri işletmenin büyüklüğüne, coğrafi konumuna ve ticari faaliyet sektörüne ve karar vericilerin tercihlerine bağlı olarak değişebilir. Burada, işletmelerin seçebilecekleri çok sayıda bulut bilişim modeli ve mimarisi olduğunun bilinmesi fayda sağlayacaktır (Ionescu, Bendovschi ve Prichici, 2015). CC hizmeti ve dağıtım modellerinin sunduğu teknoloji ve mimariye örnek olarak, tekstil siparişi süreç yönetim sistemi (TPMS) gösterilebilir (Yang, Liu, Wu, Yang ve Meng, 2011).

Simülasyon teknolojileri ürünün tasarımından üretimine kadar olan tüm süreçlerin önceden simüle edilerek ürünün geleceği ile ilgili bilgilerin önceden alınabilmesi (oluşabilecek hatalar gibi) ve projeksiyonlar üzerinden daha doğru kararlar verilebilmesini sağlar (Mentoro Platformu, 2019). Tekstilde giysi simülasyon sistemi, üç boyutlu giysinin, giysiyi oluşturan

panellerden yapılandırılmasına olanak sağlayan, bilgisayar destekli tasarım sistemleri, moda tasarım programları, yeni jenerasyon filmler ve bilgisayar oyunları ile gerçekçi simülasyonlar içeren sistemlerdir. Giysi simülasyonunun eğlence sektörü, CAD/CAM sistemleri tekstil endüstrisi ve e-ticaret gibi uygulama alanları mevcuttur. Giysilerin 3 boyutlu davranışlarını simüle etmek için giysi panelleri 2 boyutlu görünümünden 3 boyutlu hale getirilerek paneller sanal bedene üzerine oturtulur. Kullanıcı canlandırma seçenekleri üzerinde değişiklikler yapabilir ve giysinin nasıl daha güzel görünmesi gerektiği belirlenebilir.

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu araştırmanın amacı, Türkiye'deki tekstil işletmelerinin Endüstri 4.0'a adaptasyonunu incelemektir. Bu amaca ulaşabilmek için İSO'nun ilk 500 büyük işletme sıralamasına 2017 ve 2018 yıllarında girmeyi başarmış 115 Tekstil işletmesi, araştırmanın ana kütlesi olarak belirlenmiştir. Araştırmada veri elde etmek için anket yöntemi seçilmiştir. Anket, literatür taraması ve işletme yöneticileriyle yapılan görüşmelerden elde edilen verilerden yararlanarak tasarlanmıştır. Ankete ait yapılan güvenilirlik analizinde cronbach alfa değeri 0,736 olarak hesaplanmış ve anketin güvenilir olduğuna karar verilmiştir (Literatürde cronbach alfa değeri 0,60 ve üzeri için anketin güvenilir olduğu kabul edilmektedir.) İlgili anket üç kısımdan oluşmaktadır. Birinci kısımda; anketi dolduran kişi ve işletmesi hakkında 8 adet soru bulunmaktadır. İkinci kısımda; Endüstri 4.0'a yatırım yapmayan işletmelerin, Endüstri 4.0'a gelecekte yatırım yapma planlarıyla ilgili 1 adet soru ve işletmelerin Endüstri 4.0'a yatırım yapmama nedenlerini ölçen 13 sorudan oluşan 5'li Likert Ölçek bulunmaktadır. Anketin son kısmında ise; 14 adet sorudan oluşan işletmelerin Endüstri 4.0'a yatırım yapma nedenlerini gösteren 5'li Likert Ölçek ve Endüstri 4.0'ın kullanımının işletme performansına etkisini ölçen 9 adet sorudan oluşan 5'li Likert Ölçek bulunmaktadır.

Anketin işletmelere uygulanması birkaç safhada gerçekleştirilmiştir. Tasarlanan anket, www.surveey.com'da yayınlanmıştır. Öncelikle işletmelerin resmi web sayfaları ziyaret edilmiş ve iletişim bilgilerine ulaşılmıştır. İkinci safhada, işletmelerin resmi web sayfalarından ulaşılan e-postalarına, anketi tanıttıcı bilgi ve anket linki gönderilmiş ve geri dönüşler beklenmiştir. Üçüncü safhada işletmeler telefonla aranarak ilgili kişilere ulaşılmış ve bu kişilere anket linki gönderilmiştir. Sonuç olarak araştırmanın ana kütlelerini oluşturan 115 işletmenin 67'sine (%58,26) anket uygulanmış olup, ilgili anketlerden elde edilen veriler bulgular ve tartışma bölümünde verilmiştir.

### 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmadan elde edilen bulgular kısmının ilk bölümünde anketi cevaplayan kişilerin ve firmalarının demografik özellikleri verilmiştir. Buna göre Tablo 1 anket çalışmasına katılan kişilerin işletmelerindeki pozisyonlarını göstermektedir.

Tablo 1

*Anketi Cevaplayanların İşletmelerindeki Pozisyonu*

Bölüm (Pozisyon)	Frekans	%
Ar-Ge (Müdür, uzman, mühendis, destek personeli)	25	39.06
Üretim (Müdür, şef, sorumlu)	12	18.75
İdari Yönetim (Genel müdür, işletme müdürü, genel müdür yrd, icra kurulu üyesi)	7	10.93
Ür-Ge (Mühendis, sorumlu)	4	6.25
Kalite (Müdür, mühendis)	4	6.25
Terbiye Boya-Apre (Müdür, mühendis)	3	4.68
Bilgi Teknolojileri (Müdür, şef)	2	3.13
Satınalma (Müdür, müdür yrd)	2	3.13
İK (Müdür, şef)	2	3.13
Pazarlama (Müdür, Direktör)	2	3.13
Bakım-onarım (Mühendis)	1	1.56

Tablo 1'deki, cevaplayıcıların işletmedeki pozisyonuyla ilgili soruya 67 cevaplayıcıdan 64'ü cevap vermiştir. Cevaplayanların işletmedeki pozisyonları incelendiğinde; 25 (%39.06) cevaplayıcı Ar-Ge bölümünde; müdür, uzman, mühendis, destek personeli, 12 (%18,75) cevaplayıcı üretim bölümünde; müdür, şef ve sorumlu ve 7 (%10,93) cevaplayıcının ise işletmelerin idari birimlerinde görevli olduğu görülmektedir. Tablo 2'de ise ankete katılan işletmelerin faaliyette buldukları alt sektörler verilmektedir.

Tablo 2

*İşletmelerin Faaliyette Bulunduğu Alt Sektörler*

Alt Sektör	Frekans	%
İplik	44	18.41
Dokuma	41	17.15
Boyama	41	17.15
Apren	37	15.48
Örme	24	10.04
Baskı	21	8.79
Diğer	16	6.69
Ev Tekstili	13	5.44
Nonwoven	2	0.84

Ankete katılan işletmeler Tablo 2'de yer alan alt sektörlerin birkaçında da faaliyet göstermektedir. Buna göre tablo incelendiğinde, işletmelerin %68'inin iplik, dokuma, boyama ve apren alt sektörlerinde faaliyet gösterdiği görülmektedir.

Tablo 3

*İşletmedeki Toplam Çalışan Sayısı*

Çalışan Sayısı	Frekans	%
1-10 kişi	0	0
11-49 kişi	1	1.49
51-249 kişi	4	5.97
250 kişi ve daha fazla	62	92.54

Tablo 3'e göre ankete katılan işletmelerin büyük bir çoğunluğu (%92,54) 250 ve üzerinde çalışana sahiptir. Bu durum, ankete katılan işletmelerin büyük ölçekli olduğunu, belirli bir tecrübe, teknik kabiliyet ve kurumsallığa sahip olduğunu göstermektedir.

Tablo 4

*İşletme Cirosu*

Ciro	Frekans	%
2 Milyon TL'den daha az	2	3.125
2-10 Milyon TL arasında	2	3.125
10-50 Milyon TL arasında	8	12.50
50 Milyon TL'den fazla	52	81.25

Ankete katılan 67 işletmeden ciro bilgisini paylaşan 64 işletmeye ait bilgiler Tablo 4'te verilmiştir. Tablo 4'e göre ankete katılan işletmelerin %81,25'inin (52 işletme) yıllık 50 Milyon TL'den fazla ciroya sahip olduğu görülmektedir.

Tablo 5

*İhracat Yapılan Ülke Sayısı*

Ülke Sayısı	Frekans	%
İhracat yapmamaktadır.	1	1.49
1 Ülke	0	0
2 Ülke	1	1.49
3 Ülke	1	1.49
4 Ülke	2	2.99
5 Ülke	7	10.45
6 Ülke	2	2.99
7 Ülke	3	4.48
8 Ülke	3	4.48
9 Ülke	0	0
10 ve üzeri ülke	47	70.14

İşletmelerin ihracat yapmış oldukları ülke sayıları Tablo 5'te verilmiştir. Buna göre, işletmelerin %70,14'ü 10 ve üzeri ülkeye ihracat yapmaktadır. Sadece bir işletmenin ihracat yapmadığı ve yaklaşık %95'inin en az 4 ülkeye ihracat yaptıkları görülmektedir.

Tablo 6  
*İşletmenin Kullanmakta Olduğu Teknolojiler*

Teknoloji	Frekans	%
Robot ve Teknolojileri	17	6.56
3D Tarayıcılar	2	0.77
Eklmeli Üretim Sistemleri (3D Yazıcı)	2	0.77
Artırılmış Gerçeklik (sanal gözlük vb.)	3	1.16
Lazer Kesici Sistemler	3	1.16
Nesnelerin İnterneti	11	4.25
Büyük Veri	16	6.18
Siber Güvenlik Sistemleri	27	10.42
Simülasyon Sistemleri	5	1.93
Bulut Bilişim	21	8.11
Sistemlerin Entegrasyonu	26	10.04
ERP Programları (Kurumsal Kaynak Planlama)	39	15.06
MRP Programları (Malzeme İhtiyaç Planlaması)	28	10.81
CRM Programları (Müşteri İlişkileri Yönetimi)	21	8.11
SCM Tedarik Zinciri Yönetim Programları	15	5.79
CAD / CAM Sistemleri	23	8.88

Tablo 6’da işletmelerin kullandığı teknolojiler incelendiğinde %15.06’lık oranla en fazla ERP programının, sonrasında ERP ile bağlantılı diğer bir program olan MRP’nin (%10,81), siber güvenlik sistemlerinin (%10.42) ve sistemlerin entegrasyonu teknolojilerinin (%10.04) kullandıkları tespit edilmiştir. Tabloye göre, 3D tarayıcıların ve eklmeli üretim sistemlerinin sadece 2 işletmede kullanıldığı görülmektedir.

Tablo 7  
*Endüstri 4.0 Teknolojilerinin Tekstil Sektörüne Uygulanabilme Durumu*

Durum	Frekans	%
Uygulanabilir değil.	2	2.99
Çok düşük düzeyde uygulanabilir.	3	4.48
Düşük düzeyde uygulanabilir.	4	5.97
Orta düzeyde uygulanabilir.	33	49.25
Yüksek düzeyde uygulanabilir.	25	37.31

Tablo 7 incelendiğinde, ankete katılan işletme çalışanlarının %49,25’inin Endüstri 4.0 teknolojilerinin tekstil sektörüne orta düzeyde uygulanabilir olduğunu beyan etmektedir. Aynı zamanda %37,31’i de bu teknolojilerin tekstil sektörüne yüksek düzeyde uygulanabileceği görüşündeler. Sadece 2 işletme yöneticisinin tekstil sektöründe bu teknolojilerin uygulanabilir olmadığını beyan etmektedir.

Tablo 8  
*İşletmenin Endüstri 4.0 Teknolojilerine Yatırım Yapma Durumu*

Yatırım Yapma Durumu	Frekans	%
Evet	31	46.26 %
Hayır	36	53.74 %

Tablo 8’e göre işletmelerin %53,74’ünün endüstri 4.0’a yatırım yapmadığı, %46,26’sının ise yatırım yaptığı görülmektedir.

Tablo 9  
*İşletmelerin Endüstri 4.0’a Yatırım Yapma Planı*

Yatırım Yapma Planı	Frekans	%
1-3 yıl içinde Endüstri 4.0 yatırımı yapılacaktır.	7	19.44
4-6 yıl içinde Endüstri 4.0 yatırımı yapılacaktır.	4	11.11
7-9 yıl içinde Endüstri 4.0 yatırımı yapılacaktır.	2	5.56
10-12 yıl içinde Endüstri 4.0 yatırımı yapılacaktır.	2	5.56
13-15 yıl içinde Endüstri 4.0 yatırımı yapılacaktır.	0	0.00
16 yıl ve daha sonra Endüstri 4.0 yatırımı yapılacaktır.	1	2.78
İşletmenin yatırım planında Endüstri 4.0 yer almamaktadır.	20	55.56

Tablo 9'da endüstri 4.0 yatırımı yapmayan işletmelerin gelecek yıllardaki yatırım planları yer almaktadır. Bu tabloya göre, işletmelerin %55,56'sının (20 işletme) gelecekte Endüstri 4.0'a yatırım yapmayı planlamadıkları görülmektedir. Bu oran, ankete katılan tüm işletmeler (67 işletme) içerisinde yaklaşık %30'luk bir paya sahiptir. Ayrıca işletmelerin yaklaşık %30'unun da (11 işletme) 1-6 yıl arasında yatırım yapma planlarının olduğu görülmektedir.

Tablo 10  
İşletmelerin Endüstri 4.0 Teknolojilerine Yatırım Yapmama Sebepleri

Yatırım Yapmama Sebebi	Hiç Katılmıyorum		Katılmıyorum		Kararsızım		Katılıyorum		Tamamen Katılıyorum	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
Endüstri 4.0 hakkında bilgi eksikliği	2	6	7	19	12	33	7	19	8	22
İşletmeyi geliştirmeye daha fazla odaklanılması	0	0	6	17	8	22	17	47	5	14
Endüstri 4.0'ın stratejik öneminin henüz anlaşılmağı olması	1	3	3	8	7	19	14	39	11	31
Endüstri 4.0 için insan kaynağının yetersizliği	0	0	2	6	9	25	15	42	10	28
Endüstri 4.0, çalışanların sürekli eğitimini gerektirmesi	3	8	6	17	8	22	11	31	8	22
Endüstri 4.0 ile ilgili standartların olmaması	3	8	6	17	10	28	11	31	6	17
Endüstri 4.0'ın yatırım maliyetinin yüksekliği	1	3	0	0	7	19	15	42	13	36
Endüstri 4.0 için teknolojik alt yapının yetersiz olması	1	3	1	3	11	31	14	39	9	25
Endüstri 4.0 yatırımı için finansal kaynakların yetersiz olması	4	11	4	11	11	31	9	25	8	22
Endüstri 4.0'ın işletme bilgilerinin çalınmasına neden olacağı endişesi	6	17	6	17	13	36	7	19	4	11
Endüstri 4.0 için kalifiye insan kaynağının yetersiz olması	3	8	3	8	9	25	14	39	7	19
Çalışanların Endüstri 4.0 için hazır olmaması	1	3	6	17	6	17	13	36	10	28
Üst yönetimin Endüstri 4.0'ı öncelikli görmemesi	0	0	5	14	7	19	11	31	13	36

Tablo 10'a göre, işletmelerin endüstri 4.0 teknolojilerine yatırım yapmama sebepleri incelendiğinde, "Endüstri 4.0'ın yatırım maliyetinin yüksekliği" (katılıyorum ve kesinlikle katılıyorum yüzdesi beraber ele alındığında-%78-) ilk sırada yer almaktadır. Daha sonra, Endüstri 4.0'ın stratejik öneminin henüz anlaşılmağı olması (%69), Endüstri 4.0 için insan kaynağının yetersizliği (%69) ve üst yönetimin Endüstri 4.0'ı öncelikli görmemesi (%67) gibi nedenler gelmektedir.

Tablo 11  
İşletmelerin Endüstri 4.0 Teknolojilerine Yatırım Yapma Amaçları

Yatırım Yapma Amacı	Hiç Katılmıyorum		Katılmıyorum		Kararsızım		Katılıyorum		Tamamen Katılıyorum	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
Rekabet gücünü artırmak	1	3	3	10	1	3	8	26	18	58
Verimliliği artırmak	0	0	0	0	0	0	9	29	22	71
Ürün çeşitliliği artırmak	3	10	7	23	6	19	9	29	6	19
Yeni pazar fırsatları elde etmek	3	10	3	10	7	23	9	29	9	29
Üretimi tamamen Türkiye de gerçekleştirmek	4	13	5	16	10	32	8	26	4	13
Rakipleri taklit etmek	16	52	9	29	1	3	5	16	0	0
Sürdürülebilirliği sağlamak	0	0	0	0	2	6	10	32	19	61
Müşteri gereksinimini karşılamak	1	3	4	13	4	13	12	39	10	32
Sektör standartlarına adapte olmak	0	0	3	10	3	10	15	48	10	32
Maliyetleri düşürmek	0	0	0	0	2	6	11	35	18	58
Üretimde esneklik kazanmak	0	0	0	0	3	10	12	39	16	52
Ürün farklılaştırmak	3	10	3	10	6	19	11	35	8	26
Kaliteyi geliştirmek	0	0	0	0	2	6	11	35	18	58
İşçilik ihtiyacını azaltmak	0	0	1	3	3	10	12	39	15	48

Tablo 11'de Endüstri 4.0 teknolojilerine yatırım yapan 31 işletmenin yatırım yapma amaçları incelendiğinde (katılıyorum ve kesinlikle katılıyorum yüzdesi beraber ele alındığında); verimliliği artırmak (%100) faktörü ilk sırada gelmektedir. Sürdürülebilirliği sağlamak (%94), maliyetleri düşürmek (%94), kaliteyi geliştirmek (%94) ve işçilik ihtiyacını azaltmak (%87) diğer önemli amaçlar arasında yer almaktadır. Üretimi tamamen Türkiye'de gerçekleştirmek (%39) ve rakipleri taklit etmek (%16) ise yatırım yapma amaçları arasında son sıralarda yer almaktadır.

Tablo 12

*İşletmelerin Endüstri 4.0 Teknolojilerini Kullanım Sonuçları*

Sonuçlar	Çok azaldı	Azaldı	Değişmedi	Arttı	Çok arttı
Yurt içi satışlar			67.7	22.6	9.7
Yurt dışı satışlar		3.2	48.4	41.9	6.5
Üretim miktarı		3.2	22.6	61.3	12.9
Maliyetler	6.5	54.8	12.9	22.6	3.2
Verimlilik		6.5	9.7	74.2	9.7
Karlılık			25.8	71.0	3.2
Personel Sayısı		41.9	51.6	6.5	
İsraf	9.7	64.5	12.9	9.7	3.2

Tablo 12’de, Endüstri 4.0 teknolojilerini kullanan işletmelerin elde ettikleri sonuçlar verilmektedir. Tabloya göre; işletmelerin %83,9’unun (Arttı ve Çok arttı) endüstri 4.0 teknolojilerini kullandıktan sonraki elde ettikleri en önemli sonucun verimliliklerindeki artış olduğu görülmektedir. Bunu, üretim miktarlarındaki artış (%74,2), karlılıkta artış (%74,2) ve israftaki azalmalar (%74,2) izlemektedir. Ayrıca, ankete katılan işletmelerin %67,7’sinde Endüstri 4.0 teknolojileri kullanımının yurt içi satışlarında, %51,6’sinde personel sayısında ve %48,4’ünde yurt dışı satışlarında değişim olmadığı tespit edilmiştir.

## 5. SONUÇ

Geçmişten günümüze kadar teknoloji sürekli olarak ilerlemekte ve gelecekte de hızlı bir şekilde ilerlemeye devam edecektir. Endüstri 4.0 devriminin bir sonucu olarak ortaya çıkan modern teknolojiler de üretim ortamlarını değiştirmektedir. Bunun sonucu olarak da bilgisayarlar, yazılımlar ve büyük veriler ile donatılmış akıllı cihazlar ve sensörler aktif süreçleri daha iyi bilgilendirerek üreticilerin pazar değişikliklerine ve tüketici talebine kolaylıkla ayak uydurmalarını sağlamaktadır. Diğer tüm sektörlerde olduğu gibi, tekstil sektöründe de yapay zekâ, makine öğrenmesi, IoT, büyük veri, simülasyon, otomasyon sistemleri, 3D baskı ve daha fazla akıllı teknolojiler etkilerini göstermeye başlamıştır. Tekstil sektörünün geleceğinin yıllar boyunca nasıl olacağını tahmin etmek neredeyse imkansız olmakla birlikte modern teknolojinin benzersiz, uygun maliyetli ve yüksek kaliteli ürünlerin yolunu açacağı kesindir. Bu yüzden, sektör modern teknolojilerin yardımıyla daha dijital odaklı ve daha akıllı süreçlere yönelik olarak şu anda dijital bir dönüşüme doğru ilerlemektedir. Daha fazla özelleştirme fırsatı ve daha hızlı pazara sunma süresini sağlayan teknolojiler daha yüksek müşteri memnuniyeti oluşturacaktır.

Bu çalışmada, Türkiye’deki tekstil işletmelerinin Endüstri 4.0 teknolojilerine olan bakış açılarını, teknolojileri kullanma potansiyellerini ve amaçlarını incelemek amaçlanmıştır. Bu amaca uygun olarak hazırlanan anket, İSO’nun ilk 500 büyük işletme sıralamasına 2017 ve 2018 yıllarında girmeyi başarmış 67 tekstil işletmesine uygulanmış ve elde edilen veriler analiz edilmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre;

- İşletmelerin en fazla ERP programını kullandıkları tespit edilmiştir. Ancak süreçlerinin verimliliklerini artırarak üretecekleri ürünlerinin daha düşük maliyetli ve daha kaliteli olmalarını sağlamak için ERP ve MRP programlarının yanı sıra daha fazla 3D yazıcı ve tarayıcıları, artırılmış sanal gerçeklik uygulamalarını, IoT ve simülasyon sistemleri gibi teknolojileri kullanmaları gerekmektedir.
- İşletmelerin %87’si Endüstri 4.0 teknolojilerinin tekstil sektöründe orta ve yüksek düzeyde uygulanabilir olduğunu belirtmişlerdir.
- İşletmelerin %54’ü endüstri 4.0 teknolojilerine yatırım yapmamıştır. Yatırım yapmayanların yarısından fazlasının da (%54) gelecekte yatırım planları bulunmamaktadır. Sadece %38’inin 1-9 yıl arasında yatırım yapma planları bulunmaktadır.
- Endüstri 4.0 teknolojilerinin yatırım maliyetlerinin yüksek olması, insan kaynağının yetersizliği, endüstri 4.0’ın stratejik öneminin henüz anlaşılması ve üst yönetimin endüstri 4.0’ı öncelikli görmemesi gibi faktörler, endüstri 4.0 teknolojilerinin tekstil sektöründe uygulanabilir olduğunu savunan işletme yöneticilerinin gelecekte yatırım yapmamalarında etkili olmaktadır.
- İşletmelerin öncelikle verimliliklerini artırmak, maliyetleri düşürmek, sürdürülebilirliği sağlamak, kaliteyi geliştirmek ve işçilik ihtiyacını azaltmak için Endüstri 4.0 teknolojilerine yatırım yaptığı tespit edilmiştir.

- Endüstri 4.0 teknolojilerini kullanan işletmelerin en fazla verimliliklerinde ve üretim miktarlarında artış, maliyetlerde ve israflarda ise azalma sağladıkları ortaya çıkmıştır.

Çalışmadan elde edilen bu sonuçlara göre halihazırda endüstri 4.0 teknolojilerine mesafeli duran ve yatırım yapmayan işletmelerin hızla gelişen teknolojiler karşısında zorluklar yaşayacaklarının farkında olmaları ve üretim maliyetini düşürmek, üretim verimliliğini artırmak, endüstriyel büyümeyi teşvik etmek, işgücü yapısını değiştirmek ve nihayetinde şirketin ve bölgenin rekabet gücünü değiştirmek için daha fazla Endüstri 4.0 teknolojilerini kullanmaları gerekmektedir.

**Hakem Değerlendirmesi:** Dış bağımsız.

**Çıkar Çatışması:** Yazarlar çıkar çatışması etmemişlerdir.

**Finansal Destek:** Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmemişlerdir.

**Yazar Katkıları:** Çalışma Konsepti/Tasarım- A.Ö., A.Y., M.A.A.; Veri Toplama- A.Ö., M.A.A.; Veri Analizi/Yorumlama- A.Ö., A.Y., M.A.A.; Yazı Taslağı- A.Ö., A.Y.; İçeriğin Eleştirel İncelemesi- A.Ö., A.Y., M.A.A.; Son Onay ve Sorumluluk- A.Ö., A.Y., M.A.A.

**Peer-review:** Externally peer-reviewed.

**Conflict of Interest:** The authors have no conflict of interest to declare.

**Grant Support:** The authors declared that this study has received no financial support.

**Author Contributions:** Conception/Design of Study- A.Ö., A.Y., M.A.A.; Data Acquisition- A.Ö., M.A.A.; Data Analysis/Interpretation- A.Ö., A.Y., M.A.A.; Drafting Manuscript- A.Ö., A.Y.; Critical Revision of Manuscript- A.Ö., A.Y., M.A.A.; Final Approval and Accountability- A.Ö., A.Y., M.A.A.

## Kaynaklar/References

- Abtahi, M., Gyllinsky, J. V., Paesang, B., Barlow, S., Constant, M., Gomes, N., & Mankodiya, K. (2018). MagicSox: An E-textile IoT system to quantify gait abnormalities. *Smart Health*, 5, 4-14.
- Adanur, S., & Vakalapudi, J. S. (2013). Woven fabric design and analysis in 3D virtual reality. Part 1: computer aided design and modeling of interlaced structures. *Journal of the Textile Institute*, 104(7), 715-723.
- Allerkamp, D. (2010). Tactile perception of textiles in a virtual-reality system (Vol. 10). Springer Science & Business Media.
- Amoroso, D., & Tamburrini, G. (2019). I sistemi robotici ad autonomia crescente tra etica e diritto: quale ruolo per il controllo umano?, *BioLaw Journal – Rivista di BioDiritto*, 1, 34-51.
- ATSO. (2017). Antalya firmalarına yönelik endüstri 4.0 durum tespiti ölçeğinin geliştirilmesi ve pilot uygulama projesi, Kasım, 20.
- Awazade, S. (2017). IoT in intelligent mobile health monitoring system by smart textile. *Textile Mates: Your All Time Partner*, 11.
- Bulut, E. ve Akçacı, T. (2017). Endüstri 4.0 ve inovasyon göstergeleri kapsamında Türkiye analizi. *ASSAM Uluslararası Hakemli Dergi*, 4(7), 55-77.
- Buyya, R., Vecchiola, C., & Selvi, S. T. (2013). *Mastering cloud computing: foundations and applications programming*. Elsevier, Waltham, USA.
- Chen, Z., & Xing, M. (2015, September). Upgrading of textile manufacturing based on Industry 4.0. In *5th International Conference on Advanced Design and Manufacturing Engineering*. Atlantis Press.
- Dsouza H, (2016). Cloud computing makes fashion scm easier. Erişim adresi: <https://www.textileexcellence.com/news/fashion-and-lifestyle/cloud-computing-makes-fashion-scm-easier>. (Erişim Tarihi: 30.01.2020).
- EBSO, (2017). Sanayi 4.0. Gözden Geçirilmiş İkinci Baskı. İzmir: Araştırma Müdürlüğü.
- Fatiya, A. (2017). Role of IoT and digital technology in textile industry. *CİO Review*, Erişim adresi: <https://www.cioreviewindia.com/magazines/textile-and-apparel-technology-special-july-2017>. (Erişim Tarihi: 15.02.2020).
- Fernández-Caramés, T. M., & Fraga-Lamas, P. (2018). Towards the Internet of smart clothing: A review on IoT wearables and garments for creating intelligent connected e-textiles. *Electronics*, 7(12), 405.
- Fibre2Fashion.com, (2019). Cloud computing in textiles. Erişim adresi: <https://www.fibre2fashion.com/industry-article/6906/cloud-computing-in-textiles>. (Erişim Tarihi: 02.04.2019).
- Hillard, F. (2017). Industrie 4.0 in der deutschen Textilindustrie. Erişim adresi: <https://www.i40-magazin.de/news-und-normen/industrie-4-0-in-der-deutschen-textilindustriearbeit-und-konsumenten-veraendern-sich>. (Erişim Tarihi: 06.02.2019).
- IEC, (2015). *Factory of the future*. Geneva: white paper. Erişim adresi: <https://www.iec.ch/whitepaper/pdf/iecWP-futurefactory-LR-en.pdf>. (Erişim Tarihi: 05.06.2019).
- Insights, V. (2018). Textile industry anticipating big revolution with data visualization & analytics. Erişim adresi: <https://visualrsoftware.com/textile-industry-data-visualization>. (Erişim Tarihi: 12.01.2020).
- Ionescu, B. S., Bendovschi, A. C., & Prichici, C. (2015). Optimising textile industry processes using cloud computing technology/Optimizarea proceselor specifice industriei textile utilizând tehnologia cloud computing. *Industria Textila*, 66(4), 218.
- Jain, S., Bruniaux, J., Zeng, X., & Bruniaux, P. (2017, October). Big data in fashion industry. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 254, No. 15, p. 152005). IOP Publishing.
- Kagermann, H. (2015). Industrie 4.0: Interview with Prof. Henning Kagermann. Erişim adresi: <https://engineered.thyssenkrupp.com/en/industrie-4-0-interview-mit-prof-henning-kagermann>. (Erişim Tarihi:06.02.2019).



- Kagermann, H., Anderl, R., Gausemeier, J., Schuh, G., & Wahlster, W. (Eds.). (2016). *Industrie 4.0 in a Global Context: strategies for cooperating with international partners*. Herbert Utz Verlag.
- Lomov, S. V., Mikolanda, T., Kosek, M., & Verpoest, I. (2007). Model of internal geometry of textile fabrics: Data structure and virtual reality implementation. *Journal of the Textile Institute*, 98(1), 1-13.
- Magnenat-Thalmann, N., & Bonanni, U. (2006). Haptics in virtual reality and multimedia. *IEEE MultiMedia*, 13(3), 6-11.
- Melanson, T. (2018). What industry 4.0 means for manufacturers. Erişim adresi: <https://aethon.com/mobile-robots-and-industry4-0>. (Erişim Tarihi: 01.02.2020).
- Mentoro Platformu. (2019). Türkiye tekstil sektörünün endüstri 4.0 durumu değerlendirmesi ve yol haritası. İstanbul: Türkiye Tekstil Sanayii İşverenleri Sendikası. Erişim adresi: <https://www.mentoroplatform.com/turkiye-tekstil-sektorunun-endustri-4-0-durum-degerlendirmesi-ve-yol-haritasi>. (Erişim Tarihi: 11.12.2019).
- Mikolanda, T., Lomov, S., Kosek, M., & Verpoest, I. (2004, March). Simple use of virtual reality for effective visualization of textile material internal structures. In *CODATA Prague Workshop, Praha* (pp. 23-27).
- Mrugalska, B., & Wyrwicka, M. K. (2017). Towards lean production in industry 4.0. *Procedia engineering*, 182, 466-473.
- Özbek, A., & Yıldız, A. (2020). Digital supplier selection for a garment business using interval type-2 fuzzy topsis. *Textile and Apparel*, 30(1), 61-72.
- Schwab, K. (2017). The fourth industrial revolution. (S. Talay, Dü., Z. Dicleli, Çev.) İstanbul: Optimist.
- Şehgal, K. (2017). SpinTales: These rugs and duvets use augmented reality to keep kids engaged. Erişim adresi: <https://techseen.com/2017/02/16/tata-elxsi-welspun-spintales-augmented-reality>. (Erişim Tarihi: 06.08.2019).
- Simonis, K., Gloy, Y. S., & Gries, T. (2016, July). Industrie 4.0-automation in weft knitting technology. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 141, No. 1, p. 012014). IOP Publishing.
- Tekin, Z. ve Karakuş, K. (2018). Gelenekselden akıllı üretime spor Endüstrisi 4.0. *Itobiad: Journal of the Human & Social Science Researches*, 7(3).
- TÜSİAD, (2016, February 05). Sanayi 4.0. Erişim adresi: <https://www.tusiad.org/indir/2016/sanayi-40.pdf>. (Erişim Tarihi:05.02.2020).
- Valtas, A., & Sun, D. (2016). 3D printing for garments production: An exploratory study. *Journal of Fashion Technology & Textile Engineering*, 4(3), 1-4.
- Xu, L. D., Xu, E. L., & Li, L. (2018). Industry 4.0: state of the art and future trends. *International Journal of Production Research*, 56(8), 2941-2962.
- Yang, C., Liu, S., Wu, L., Yang, C., & Meng, X. (2011). The Application of cloud computing in textile-order service. *International Journal of Digital Content Technology and its Applications*, 5(8).
- Yıldız, A. (2018). Endüstri 4.0 ve akıllı fabrikalar. *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 22(2), 546-556.



# Sosyal Medya ve Diğer Yatırım Aracı Verilerine Dayalı Hisse Senedi Değeri Tahmini

## Forecasting Stock Value Based on Data from Social Media and Investment Instruments

Ömer Faruk Uyrun<sup>1</sup> , İbrahim Sabuncu<sup>2</sup> 



### ÖZ

Bu çalışmada, farklı makine öğrenmesi teknikleriyle yatırım aracı verileri ile birlikte sosyal medya verileri kullanılarak hisse senedi tahminlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında, beş farklı havayolu firmasına ilişkin Ekim 2019 – Şubat 2020 dönemine ait 236 764 adet tweet ve söz konusu şirketlerin hisse senedi değeri ve işlem gördüğü borsanın günlük verileri, dolar kuru ve altın fiyatları ele alınmış olup, tweet'lerin analizinde duygu analizi gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, Gradyan Destekli Ağaçlar (Gradient Boosted Trees) algoritmasının hisse senedi tahminlemesinde en düşük hata payına sahip tahmin modeli olduğu tespit edilmiş olup, şirketler hakkındaki net pozitif (pozitif-negatif) tweet sayılarının hisse senedi değeri tahminindeki en etkili faktörlerden birisi olduğu görülmüştür. Çalışma sonucunda, Gradyan Destekli Ağaçlar algoritmasının çalışma kapsamında kullanılan diğer algoritmalara göre hisse senedi tahminlemesinde etkin olduğu ve Twitter verisinin diğer yatırım verileri ile birlikte hisse senedi değeri tahmininde faydalanılabilecek bir veri kaynağı olduğu düşünülmektedir.

**Anahtar kelimeler:** Sosyal Medya Analitiği, Veri Madenciliği, Tahmin Modeli, Hisse Değeri, Twitter

### ABSTRACT

This study aimed to predict stocks using different machine learning techniques with social media data and investment instrument data. Within the scope of the study, 236,764 tweets related to five different airline companies during the period October 2019 - February 2020, the stock value of those companies, the daily data of the stock market, dollar rate and gold prices were discussed. Additionally, sentiment analysis was carried out in the analysis of the tweets. In the study, it was determined that the Gradient Boosted Trees algorithm was the prediction model with the lowest margin of error in stock prediction, and it was seen that the number of net positives (positive-negative) tweets about companies was one of the most influential factors in forecasting stock value. As a result of the study, it is thought that the Gradient Boosted Trees algorithm is effective in stock prediction compared to the other algorithms used in the study, and that Twitter data is a data source that can be used in forecasting stock value together with other investment data.

**Keywords:** Social Media Analytics, Data Mining, Prediction Model, Stock Value, Twitter

<sup>1</sup>(Öğr. Gör.), Yalova Üniversitesi, Armutlu Meslek Yüksekokulu, Yönetim ve Organizasyon Bölümü, Yalova, Türkiye  
<sup>2</sup>(Dr. Öğr. Üyesi), Yalova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Yalova, Türkiye

**ORCID:** Ö.F.U. 0000-0002-4060-5069;  
İ.S. 0000-0001-8625-9256

### Corresponding author:

Ömer Faruk UYRUN  
Yalova Üniversitesi, Armutlu Meslek Yüksekokulu, Yönetim ve Organizasyon Bölümü, Yalova, Türkiye  
**E-mail address:** omer.uyrun@yalova.edu.tr

**Submitted:** 12.05.2021  
**Revision Requested:** 26.07.2021  
**Last Revision Received:** 15.11.2021  
**Accepted:** 18.11.2021  
**Published Online:** 13.12.2021

**Citation:** Uyrun, O. F. ve Sabuncu, I. (2021). Sosyal medya ve diğer yatırım aracı verilerine dayalı hisse senedi değeri tahmini. *Acta Infologica*, 5(2), 267-285.  
<https://doi.org/10.26650/acin.934130>

## 1. GİRİŞ

İş analitiği, işletmelerin faaliyetlerinin izlemesine yardımcı olan ve gerçekçi kararlar verme süreçlerine katkı sağlanması amacıyla bilgi, istatistik, matematik ve bilgisayar tabanlı yöntemlerin kullanılmasıdır (Evans, 2016). Üretim, ar-ge, kalite, halkla ilişkiler, pazarlama ve finans gibi farklı departmanlarda, iş analitiği yöntemlerinden faydalanmak mümkündür (Charan, 2015). İş analitiği çalışmaları kapsamında, sosyal medyadan veri toplayıp, pazarlama veya finans ile ilgili konularda karar vermeye yardımcı olacak bilgilerin de üretilmesi mümkündür. Sosyal medya verilerinin toplanıp analiz edilmesi, iş analitiği çalışmalarının önemli bir alt dalı olarak sosyal medya analitiği şeklinde tanımlanmıştır (Holsapple, Hsiao, & Pakath, 2018).

Sosyal medya, bireylerin yeni nesil internet teknolojilerinin sağladığı iletişim hızı ve kolaylıkları ile istedikleri içeriği üretip yayınlamalarını sağlayan çevrimiçi bir platform ağıdır (Ulusoy, 2012). Günümüzde sosyal medya, bireylerin, işletmelerin ürün ve hizmetleri hakkında fikir paylaşımı yapabildiği ve diğer tüketicilerin bilgi edinmelerine imkân tanımaktadır (Murugesan, 2007). Bu tür içeriklerin sosyal medya platformlarında paylaşılması kişilere ve işletmelere birçok konuda fikir sahibi olmalarına olanak sağlamaktadır.

Sosyal medya analitiği çalışmaları ile sosyal medyadan elde edilen veriler doğrultusunda işletmeler satış, pazarlama, finansal vb. konularda kullanılmaktadır (Salo, 2017). Sosyal medya verileri, metin madenciliği yöntemleri analiz edilerek, faydalı bilgiler elde etmek mümkündür (Charan, 2015). Örneğin, potansiyel müşterilerin tespit edilmesi (Lee, 2018) (Syam & Sharma, 2018), marka imaj takibi yapılması, markayı destekleyici veya kötüleyici mesaj içeriklerini tespit edip, olumsuz görüşleri azaltmak için yeni stratejiler belirlenmesi (Özüpek & Diker, 2013) çalışmalarında sosyal medyadan yararlanılmaktadır. Finansal çalışmalarda, hisse senedi değeri tahmini gibi kararların verilmesinde de sosyal medyadan faydalanılabileceği iddia edilmektedir (Attigeri, M, Pai, & Nayak, 2015; Chen & Lazer, 2011; Vu, Chang, Quang, & Collier, 2012; Zhang, Fuehres, & Gloor, 2011). Bu kapsamda, hisse senedi değer tahmininin de sosyal medya verilerinin rolü araştırılmıştır. Ayrıca, diğer finansal göstergeler ve yatırım aracı verileri ile birlikte kullanıldığında sosyal medya verileri ile hisse senedi değeri tahminine etkisi analiz edilmiştir. Böyle bir tahminleme çalışması için kullanılabilir en uygun yöntem, en iyi tahmin algoritması sunulmuştur.

Bu çalışmada, öncelikle literatür taraması yapılmıştır. Tarama sonucu, sosyal medya verilerinin işletmelerin geliri ve hisse senedi değeri gibi finansal göstergeleri tahmin etmek amacıyla yapılan çeşitli makaleler tespit edilmiştir. Bu makaleler, literatür kısmında değerlendirilmiştir. Farklı ülkelerdeki çeşitli şirketlerin hisse senedi değerinin sosyal medya verilerine dayalı tahmin edilebileceğini gösteren çalışmaların olduğu görülmüştür (Attigeri vd., 2015; Chen & Lazer, 2011). Ancak, Türk şirketlerin hisse senedi değerleri ile sosyal medya verileri arasında korelasyon olduğunu belirtilen çalışmalara rağmen, hisse senedi değer tahmini yapabilen bir çalışmaya rastlanmamıştır (Eliaçık & Erdogan, 2015; Yıldırım & Yüksel, 2017). Ayrıca, Sosyal medya verileri ile hisse senedi değeri tahmini çalışmaları Telekom, bilişim gibi çeşitli sektörlerde yapılmış olsa da havayolu sektöründe bu tür bir çalışma tespit edilememiştir. Halbuki, hava yolu şirketleri küresel markalar olup, Twitter'ı etkin olarak kullanılmaktadırlar. Bu nedenlerle, çalışma amacı doğrultusunda ve literatürdeki bu boşlukları gidermek için, havayolu sektörü ele alınmıştır. Türkiye'nin milli markası olan Türk Hava Yolları (THY) şirketi için sosyal medya verilerine dayalı hisse senedi değer tahmini çalışması yapılmıştır. Analizlerde karşılaştırmalar yapabilmek için, THY'ye ek olarak, 2019 Dünya Havayolu Firmaları listesinde (Skytrax, 2020) yer alan ilk 30 firma arasında yer alan ve Twitter etkinliği fazla olan dört farklı ülkenin uluslararası hava yolu firmaları da (LHY, QHY, FHY, SHY) çalışmaya dahil edilmiştir.

Belirlenen uluslararası havayolu firmaları hakkında, önemli bir sosyal medya platformu olan Twitter'daki paylaşımlar toplanıp, analizi edilmiştir. Toplanan tweetler ve diğer yatırım araçlarıyla ilgili göstergeler kullanılarak, bir gün sonraki hisse değerini tahmin edebilecek model geliştirmiştir. Çeşitli yatırım araçlarının hisse senedi fiyatları üzerine etkisi olduğu konusunda birçok çalışma yapılmıştır (Aktaş & Akdağ, 2013; Cingöz & Kendirli, 2019; Gençtürk, 2009). Ancak hem sosyal medya hem de farklı yatırım araçları veya finansal göstergeleri birlikte kullanan bir çalışma tespit edilememiştir. Tahminlemede, literatürdeki benzer çalışmalardan farklı olarak, tek bir algoritma değil, altı farklı makine öğrenmesi algoritması kullanılıp, algoritmaların başarı karşılaştırması da yapılmıştır. Böylece hisse senedi değer tahminlemesini en düşük hata oranı ile yapabilecek en uygun algoritmanın belirlenmesi hedeflenmiştir.

Çalışmanın birinci bölümünde konunun kapsamı ve içeriği ile hakkında bilgilere yer verilmiştir. Ardından literatürde yapılan benzer çalışmalardan ve içeriklerinden bahsedilmiştir. Üçüncü bölümde, çalışmada kullanılan veri seti ve yöntem

detaylandırılmıştır. Bu bölümde ayrıca tahmin modelinde kullanılan verilerin nasıl toplandığından, istatistiksel analizlerden ve kurulan tahmin modelinin güvenilirliğinden bahsedilmiştir. Dördüncü bölümde ise analizler sonucunda elde edilen bulgulara yer verilmiştir. Çalışmanın son bölümünde ise, elde edilen bulgulara dayalı olarak havayolu firmalarına ait hisse senetlerine yatırım kararlarıyla ilgili değerlendirme ve önerilerde bulunulmuştur.

## 2. LİTERATÜR

Günümüzde sosyal medya platformlarının kullanımı artması ile birlikte tüketiciler herhangi bir marka için görüşlerini, olumlu ve olumsuz deneyimlerini dile getirebilecekleri platformlardan biri olan Twitter popüler bir uygulama haline gelmiştir. Bu kapsamda Twitter verileri ile hisse senedi değeri arasındaki ilişkiyi araştıran çeşitli çalışmalara rastlanmıştır.

Bu kapsamda incelenen ilk çalışmada, Attigeri et al. (2015), işletmelerin hisse senedi değeri tahmininde sosyal medya verilerinin çok büyük etkisi olduğu tespit edilmiştir. Sosyal medyadan toplanan mesajların duygu analizleri sonucu elde edilen veriler ile işletmelerin hisse senedi değeri arasındaki korelasyon tespit edilmiştir. Bu yöntem ile sosyal medyadan toplanan mesajların duygu durumu ile hisse senedi değerinin tahmin edilebileceği ve sosyal medya verilerinin finansal değerlerin tahmini ile yakından ilişkili olduğu söylenebilmektedir. Asur ve Huberman (2010) ise, Twitter verilerine dayalı sinema sektöründeki gişe gelirleri tahmin edilmiştir. Verileri makine öğrenmesi tekniği ile lojistik regresyon modeli kurulmuştur. Elde edilen model, seçmiş oldukları filmlerle ilgili Twitter platformundaki anılma sayıları ile gişe gelirleri arasında güçlü korelasyon olduğunu tespit edilmiştir. Diğer bir çalışmada Chen ve Lazer (2011), Twitter verileri ile hisse senedi değerinin hareket yönü arasındaki ilişki incelemiştir. Duygu analizi yapılan veriler doğrusal regresyon kullanılarak modelleme yapılmıştır. Hisse senedinin gelecekteki fiyat değişikliklerini tahmin edebilmek için model oluşturmuşlardır. Oluşturdukları modelin başarılı olduğunu ifade edilmiştir.

Sosyal medya verilerine dayalı hisse senedi değer tahminiyle ilgili önemli bir çalışma Vu et al. (2012) tarafından gerçekleştirilmiştir. Tüketicilerin duygu durumları ile hisse değerleri arasındaki ilişki incelenmiştir. Twitter'dan elde edilen veriler makine öğrenmesi metodu ile karar ağacı algoritması kullanılarak tahmin modeli oluşturulmuştur. Bu kapsamda Nasdaq borsasında işlem gören dört teknoloji firmasına ait hisse değerlerini ele alınmıştır. Sosyal medya verilerinin günlük olarak artacağı veya azalacağını tahmin edecek model Apple (AAPL) için %92,93, Google (GOOG) için %80,49, Microsoft (MSFT) için %75,61 ve Amazon (AMZN) için ise %75 korelasyon olduğunu ortaya konulmuştur.

Borsa endeks tahminleri için de sosyal medyadan faydalanılmıştır. Zhang et al. (2011), Twitter platformundaki paylaşımları analiz ederek Dow Jones, Nasdaq, S&P 500 borsa göstergelerini önceden tahmin edebilmiştir. Twitter verilerinin duygu durumları yüzdesinin Dow Jones, Nasdaq ve S&P 500 endeksleri ile negatif yönlü korelasyon, VIX endeksi ile pozitif yönlü korelasyon olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bollen et al. (2011) tarafından, Twitter platformundaki pozitif ve negatif yorumların borsa piyasalarını nasıl etkilediği üzerine çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada Granger nedensellik analizi ve Kendi Kendini Düzenleyen Bulanık Sinir Ağı kullanılarak Twitter'daki paylaşımların duygu durumları ile Dow Jones Industrial Average (DJIA) arasında %87,6 oranında yüksek korelasyon olduğunu saptanmıştır. Benzer bir çalışmada, Mittal ve Goel (2012), Kendi Kendini Düzenleyen Bulanık Sinir Ağı kullanılarak Twitter platformundaki paylaşımların duygu durumları ile bir sonraki günlük DJIA değeri ile %75,56 korelasyon tespit edilmiştir.

Bir diğer çalışmada ise Porshnev et al. (2013), Twitter verilerine dayalı borsa göstergeleri tahminlerinin doğruluğunu artırma olasılığı üzerine çalışma yürütülmüştür. Bu kapsamda 755 milyondan fazla Twitter mesajının duygu analizlerini yapılmıştır. Destek Vektör Makinesi ve Sinir Ağları algoritması kullanılarak DJIA hisse değerini destek vektör makine algoritması modelini kullanarak %64,10 doğruluk oranı ile tahmin edilmiştir. S&P 100 endeksinin tahmini için yapılan bir diğer çalışmada, Si et al. (2013), Twitter platformundan elde ettikleri verileri kullanmışlardır. S&P 100 endeksinin tahmini için kullandıkları Dirichlet Proses Karışım modelinin etkili performans gösterdiği ve faydalı olduğundan bahsedilmiştir.

Literatüre farklı bir yaklaşım sunan Bhardwaj et al. (2015), yatırımcıların hisse senedi piyasasına yatırım yapmadan önce çeşitli yöntemlerle tahminde bulunmalarının öneminden bahsedilmiştir. Bu amaçla Twitter platformundan Python programı ile elde ettikleri verileri Sensex ve Nifty hisse senetlerine ait değerleri tahmin etmek için doğal dil işleme yöntemleriyle duygu analizi yapılmıştır. Sonuç olarak yatırımcılara öngörülerinde yardımcı olacak faydalı bir tahmin modeli sunulmuştur.

Dickinson ve Hu (2015), Twitter platformundan topladıkları verileri duygu analizi yaparak sınıflandırmıştır. Elde ettikleri bu verileri hisse senedi tahmini için istatistiksel analizler yapılmıştır. Elde ettikleri sonuca göre Walmart ve Microsoft firmaları için pozitif yönlü yüksek korelasyon, Goldman Sachs ve Cisco firmaları için negatif yönlü yüksek korelasyon olduğunu tespit edilmiştir.

Yıldırım ve Yüksel (2017), Türkiye’de telekomünikasyon sektöründe hizmet veren bir firma için Twitter platformunda elde ettikleri verileri duygu durumlarına göre sınıflandırılmıştır. Bu verileri ile firmanın hisse senedi değerini tahmin edebilmek için istatistiksel analizler yapılmıştır. Analizler sonucunda Naive Bayes algoritması ile sınıflandırma gerçekleştirilmiştir. Bu yöntem ertesi günkü hisse değerinin hareket yönü tahmini için kullanılmıştır. Sonuç olarak pozitif tweet sayısının hisse senedinin ertesi günkü hareket yönü ile negatif yönlü orta düzeyde korelasyon olduğu saptanmıştır.

Das et al. (2017), hisse senedi tahmini için, Twitter platformundan Twitter API ve Apache Flume yazılımı kullanılarak geçmiş zamanlı verileri elde edilmiştir. Tweetlerin duygu analizi sonuçları ile zaman serisi analizi yapılmıştır. Bununla birlikte Tekrarlayan Sinir Ağı algoritması da kullanılmıştır. Kurdukları hibrit modelde duygu analizlerinin ertesi günkü hisse değerinin artacağı veya azalacağı tahminleri güvenilir sonuçlar verdiği elde edilmiştir.

Son olarak Yadav et al. (2019), anlık haber verilerinin duygu analizlerine dayalı vadeli işlem piyasalarında alış satış davranışları hakkında tahmin edilebilirliği araştırılmıştır. Duygu analizi ve metin sınıflandırma probleminin çözümü için, saf Bayes sınıflandırıcıları ve destek vektör makinesi kullanılmıştır. Piyasanın duygu durumu, alış satış davranışları ve net alım baskısı (NBP: Net Buying Pressure) verileri kullanılarak fiyat oluşumunu arz-talep aşamasında gecikmeli olarak etkilediğini saptanmıştır.

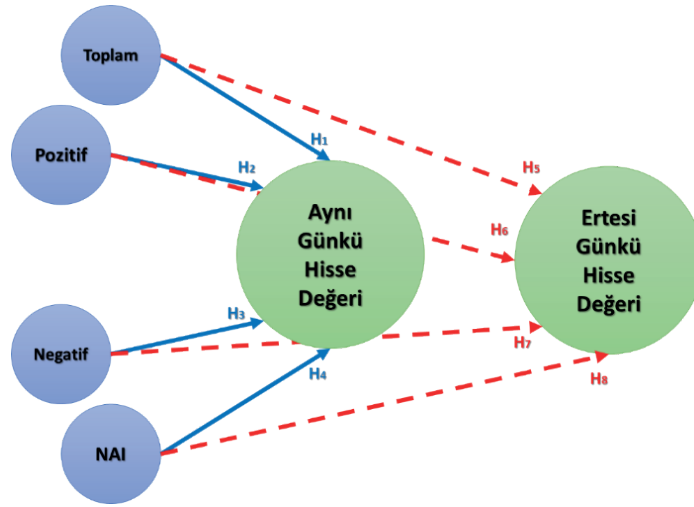
İncelenen literatür kaynaklarına göre sosyal medya verilerine dayalı finansal verilerin tahmini konusunda çeşitli çalışmalara rastlanmıştır. Bu kapsamda Türkiye’de yapılan Eliaçık ve Erdoğan’ ın (2015) çalışmalarında istatistiksel analizler sonucunda sosyal medya paylaşımlarının duygu durumları ile BİST-100 endeks değeri arasında pozitif yönlü orta düzeyde korelasyon tespit edilmiştir. Yine benzer bir çalışmada Yıldırım ve Yüksel’ in (2017) yaptıkları çalışmada telekomünikasyon firması hakkında Twitter platformundan elde edilen verilere dayalı ertesi günkü hisse değerinin hareket yönünü orta düzeyde korelasyon ile tahmin edilmiştir. Ancak, bu çalışmalarda hisse senedi değerinin ertesi günlerde ne olacağı konusunda tahmin modeli oluşturulmamıştır.

Literatürde tespit edilen çalışmalarda, sosyal medya (örneğin Twitter) verilerinin hisse senedi değerini tahmin etmedeki faktörü araştırılmıştır (Bhardwaj vd., 2015; S. Das & Behera, 2018; Dickinson & Hu, 2015; Yıldırım & Yüksel, 2017). Ayrıca, diğer yatırım aracı verilerine dayalı hisse senedi fiyatları üzerine etkisi konusunda da çalışmalar yapılmıştır (Aktaş & Akdağ, 2013; Cingöz & Kendirli, 2019; Gençtürk, 2009). Ancak hem diğer yatırım aracı verileri hem de sosyal medya verilerinin birlikte kullanılmasıyla hisse senedi değerinin tahmin edilebilirliğinin ele alındığı bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışma, literatürdeki bu boşluğu gidermek için, Twitter sosyal medya verileri ile birlikte diğer yatırım aracı verileri hisse senedi değeri tahmininde birlikte kullanılmıştır. Bu faktörlerden hangisinin hisse senedi üzerinde daha etkili olduğu da araştırılmıştır. Bununla birlikte, literatürde genel de tek bir tahmin algoritması ile çalışmalar yapılırken, bu çalışmada altı farklı makine öğrenmesi tabanlı tahmin algoritması kullanılmıştır.

### 3. VERİSETİ VE YÖNTEM

Bu bölümde, çalışma sürecinde uluslararası havayolu firmalarına ait sosyal medya verilerine dayalı hisse senedi değeri tahmini için kullanılan metot ve analizlerden bahsedilmiştir. İlk olarak müşteriler tarafından oylanan ve Skytrax firması tarafından yayımlanan 2019 Dünya Havayolu Firmaları listesinde (Skytrax, 2020) yer alan ilk 30 firma arasından beş firma (THY, LHY, QHY, FHY, SHY) seçilmiştir. Çalışma kapsamında bu firmaların seçilme nedeni, en büyük firmalar arasında yer almaları ve Twitter etkinliği fazla olmasıdır. İncelenen firmalar ile ilgili ertesi hisse senedi değerlerini Twitter verileri ile birlikte diğer yatırım aracı verileri de dahil edilerek tahmin modeli oluşturulmuştur. Diğer yatırım aracı verileri, THY için BİST-100 endeks değeri (investing, 2020b), döviz olarak Dolar/TL endeksi (investing, 2020f) ve Altın(gr-TL) endeksi (investing, 2020a) verileri kullanılmıştır. SHY için ise firmaya ait hisse değeri SIAL’ ın (investing, 2020d) işlem gördüğü Singapur Borsası (SGXL) (investing, 2020e), döviz olarak ise Amerikan dolarının Singapur dolarındaki karşılığı USD/SGD

değeri (investing, 2020g) verileri kullanılmıştır. Bu çalışmada literatürde daha önce rastlanılmamış sosyal medya verileri ile birlikte diğer yatırım aracı verilerine dayalı hisse senedi değeri tahmini için Gradyan Destekli Ağaçlar (Gradient Boosted Trees - GBT) (Dolapçı, 2020) modeli kurulmuştur.



Şekil 1. Hipotez tasarımı

Şekil 1'de gösterildiği gibi araştırma kapsamında kurulan hipotezler:

Twitter verileri ile hisse senedi değerleri arasındaki ilişkinin korelasyon analizleri ile test edilmesi amacıyla, aşağıdaki hipotez oluşturulmuştur:

$H_0$ : (Pozitif/Negatif/Toplam/NAI) Tweet Sayıları ile (Aynı Günkü/Ertesi Günkü) hisse senedi değerleri arasında bir ilişki yoktur.

$H_a$ : (Pozitif/Negatif/Toplam/NAI) Tweet Sayıları ile (Aynı Günkü/Ertesi Günkü) hisse senedi değerleri arasında bir ilişki vardır.

Belirtilen ana hipotezin alt hipotezlerinin ilgili oldukları değişkenler aşağıda listelenmiştir:

- $H_1$ : Toplam tweet sayısı – Aynı günlük hisse senedi değeri,
- $H_2$ : Pozitif tweet sayısı – Aynı günlük hisse senedi değeri,
- $H_3$ : Negatif tweet sayısı – Aynı günlük hisse senedi değeri,
- $H_4$ : Pozitif-Negatif farkı (NAI) tweet sayısı – Aynı günlük hisse senedi değeri,
- $H_5$ : Toplam tweet sayısı – Ertesi günlük hisse senedi değeri,
- $H_6$ : Pozitif tweet sayısı – Ertesi günlük hisse senedi değeri,
- $H_7$ : Negatif tweet sayısı – Ertesi günlük hisse senedi değeri,
- $H_8$ : Pozitif-Negatif farkı (NAI) tweet sayısı – Ertesi günlük hisse senedi değeri

Yukarıda bahsedilen parametreler arasındaki korelasyon IBM SPSS Statistics programı ile analiz edilmiştir. Kurulan hipotezleri test etmek amacıyla çalışma süreci bu bölümde anlatılmıştır.

### 3.1. Veri Toplama

Havayolu firmalarına ait hisse senedi değeri verileri ve diğer yatırım aracı verileri günlük olarak investing.com (2020) sitesinden toplanmıştır. Investing sitesinden ilgili firmalara ait hisse senedi değeri verileri ve diğer diğer yatırım aracına ait

veriler günlük olarak Excel dosyasında kaydedildi. Örnek olarak THY firmasına ait hisse senedi değeri verileri Tablo 1’de paylaşılmıştır.

Tablo 1

*THY’ye ait hisse değeri verileri*

Tarih	Aynı Günkü Hisse Değeri	Ertesi Günkü Hisse Değeri
01.10.2019	11,780	11,840
02.10.2019	11,840	11,750
03.10.2019	11,750	11,870
.	.	.
.	.	.
.	.	.
04.02.2020	14,390	14,610
05.02.2020	14,610	14,740
06.02.2020	14,740	14,740

Hisse senedi verileri elde edildikten sonra, sosyal medyadan veri toplamak amacıyla yaygın olarak kullanılan 3 araç tespit edilmiştir. Bunlar, Python (Pagolu & Majhi, 2016), R Programlama dili (Arun, Srinagesh, & Ramesh, 2017) ve RapidMiner (Gazioğlu & Şeker, 2017) (Tripathi, Vishwakarma, & Lala, 2015) programlarıdır. RapidMiner metin madenciliği, duygu analizi ve makine öğrenmesine dayalı farklı tahmin araçlarını, kolay ve hızlı kullanım imkânı sunan bir veri madenciliği yazılımıdır. Bu nitelikleri nedeniyle, sosyal medya verilerinin toplanıp analiz edilmesi için, RapidMiner yazılımı, genel amaçlı R ve Python programlama dillerine tercih edilmiştir.

Çalışma kapsamında Twitter platformundan veri toplarken kullanılan anahtar kelime listesi ve indirilen tweetlerin dilleri Tablo 2’de gösterilmiştir.

Tablo 2

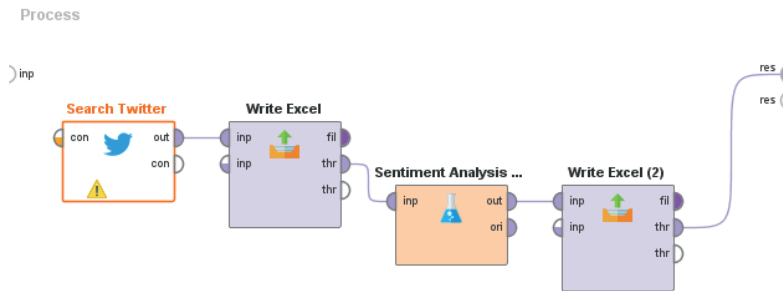
*THY’ye ait hisse değeri verileri*

Firma Adı	Anahtar Kelime	Dil/ler
Türk Hava Yolları	“@TurkishAirlines”	İngilizce
Singapur Hava Yolları	“@SingaporeAir”	İngilizce
Fransız Hava Yolları	“@airfrance”	İngilizce-Fransızca
Qantas Hava Yolları	“@qantas”	İngilizce
Lufthansa Hava Yolları	“@lufthansa”	İngilizce

Twitter’ın 15 dakika’da 10,000 Tweet limiti olmasına rağmen, ele alınan şirketler hakkında günlük tweet sayısı bile çoğu zaman 10,000 adeti geçmediği için ek bir veri toplama yönetimine ihtiyaç duyulmamıştır.

### 3.2. Rapid Miner Veri Toplama ve Analiz Modeli

Rapid Miner programı, veri madenciliği, metin madenciliği, makine öğrenmesi gibi özelliklere sahip olan Java tabanlı bir programdır (Gazioğlu & Şeker, 2017). Program içerisinde eklenti olarak kullanılan Search Twitter operatörü ve Meaning Cloud operatörü yardımıyla Twitter platformunda veriler indirilip duygu analizleri yapıldıktan sonra Excel dosyasına kaydedilmesi için Şekil 2’deki model kurulmuştur.



Şekil 2. RapidMiner veri indirme modeli



Şekil 2’de gösterilen modelde, Search Twitter operatörü ile Twitter platformuna bağlanması için gerekli tanımlamalar yapılmıştır. Ardından indirilmek istenen firmaya ait anahtar kelime, tweetlerin dili, indirilmesi istenilen adet gibi bilgiler tanımlanmıştır. Sentiment Analysis operatöründe ise Meaning Cloud sitesinde üyelik yapıldıktan sonra elde edilecek olan lisans anahtarı tanımlanır ve hangi dilde duygu analizi yapılmak isteniyorsa gerekli parametre ayarları yapılmıştır. Write Excel operatörleri ise yapılan her işlem sonucunda elde edilen verileri Excel dosyasına yazdırmak için kullanılmıştır. Twitter platformundan indirilen verilerin örneği Tablo 3’te gösterilmiştir.

Tweetlerin duygu analizi için Meaning Cloud (2021) metin madenciliği aracı kullanılmıştır. Meaning Cloud Duygu analizi (2021) aracı ile herhangi bir metindeki olumlu, olumsuz, tarafsız duygu kutuplarını tanımlamak mümkündür. Bunu yapmak için, metindeki farklı cümlelerin yerel kutupluluğu belirlenir ve aralarındaki ilişki değerlendirilir, sonuçta tüm metin için küresel bir kutupluluk değeri elde edilir.

Tablo 3

*Excel dosyasına kaydedilen tweetlerin örneği*

Oluşturma Tarihi	Kullanıcı	Dil	Kaynak	Tweet
2019-10-01 00:00:29	गौतम	en	Twitter Web App	RT @DrGPradhan: It is time to go offensive We all, who travel outside India should avoid taking @TurkishAirlines Turkey is a nation whic...
2019-10-01 00:00:46	Aimy	en	Twitter for Android	RT @iamShaniera: I request more people to use @TurkishAirlines as their preferred means of air travel. Not only is Turkey a beautiful count...
2019-10-01 00:00:49	Her.Amy.Dobby 💎	en	Twitter for Android	RT @DrGPradhan: It is time to go offensive We all, who travel outside India should avoid taking @TurkishAirlines Turkey is a nation whic...
.	.	.	.	.
2020-02-06 08:39:48	Harsha Vardhan Achari	en	<a href="http://twitter.com/download/android" rel="nofollow">Twitter for Android</a>	RT @TurkishAirlines: 🌍 Earth is here, waiting to be reached! #StepOnEarth with the airline that flies to the most countries on the planet....
2020-02-06 08:41:52	잠수함	en	<a href="http://twitter.com/download/android" rel="nofollow">Twitter for Android</a>	RT @TurkishAirlines: 🌍 Earth is here, waiting to be reached! #StepOnEarth with the airline that flies to the most countries on the planet....
2020-02-06 08:42:33	CAL??_fans	en	<a href="http://twitter.com/download/android" rel="nofollow">Twitter for Android</a>	Coming soon! @TurkishAirlines First A350XWB is TC-LPA ??? https://t.co/q7IRqeuYLP

Meaning Cloud eklentisi ile her dilde duygu analizi yapılmasına izin verilmediği için tüm firmalar hakkında ortak dil olarak İngilizce, FHY firması için ise ek olarak Fransızca dilinde tweetler analize dahil edilmiştir.

## 4. BULGULAR

### 4.1. Tanımlayıcı İstatistikler

Araştırma kapsamında firmalara ait günlük tweet sayıları, diğer yatırım aracına ait veriler ve hisse senedi değeri verileri aşağıda gösterilmiştir.

**Tablo 4**

THY'ye ait tweet sayıları ve hisse değeri verileri

Tarih	Toplam	Pozitif	Negatif	Nötr	Tanımlanmayan	NAI	Dolar	ALTIN/gr	BİST-100	Aynı Günkü Hisse Değeri	Ertesi Günkü Hisse Değeri
1.10.2019	6152	1904	2232	997	1019	-328	5,7231	272,479	103876,56	11,780	11,840
2.10.2019	475	148	179	79	69	-31	5,7020	275,102	103509,22	11,840	11,750
3.10.2019	962	157	107	46	652	50	5,6947	276,232	102784,33	11,750	11,870
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
4.2.2020	217	106	60	10	41	46	5,9801	298,803	122136,17	14,390	14,610
5.2.2020	364	258	47	13	46	211	5,9827	299,297	122320,77	14,610	14,740
6.2.2020	236	179	21	9	27	158	5,9874	301,471	122283,87	14,740	14,740

Tablo 4'te gösterilen THY'ye ait toplam 56 064 adet tweet Excel tablosunda analiz edilmek üzere düzenlenmiştir.

SHY, QHY, LHY ve FHY firmaları için sırasıyla 32 232, 79 863, 42 837 ve 25 768 adet tweetlerin duygu analizler yapılmış ve EK-1 Tablo 1-4'te gösterilmiştir. Tüm firmalar için bağımlı değişken Ertesi Günkü Hisse Değeri parametresi iken, diğer tüm parametreler ise bağımsız değişken olarak tanımlanmıştır. Tanımlanan parametreler için korelasyon analizleri yapılmıştır.

## 4.2. Korelasyon Analizleri

Bu bölümdeki analizlerde bağımlı değişkenlerin, bağımsız değişken ile arasındaki ilişki incelenecektir. Ayrıca veriler ait istatistiksel analiz sonuçları paylaşılacaktır.

THY, SHY, LHY, QHY ve FHY firmalarına ait normallik testi sonuçlarına göre verilerin normal dağılım göstermediği ve bundan dolayı parametrik olmadığı tespit edilmiştir. Bu yüzden korelasyon analizi değişkenler arasındaki korelasyon incelenirken Spearman's rho değerleri dikkate alınmıştır. Firmalara ait korelasyon analizi sonuçları EK-2 Tablo 1-5'de gösterilmiştir. Bu sonuçlar incelendiğinde korelasyon değerleri yüksek olan SHY ve THY firmaları için tahmin modeli kurulmak istenmiştir.

## 4.3. RapidMiner ile Tahmin Modeli Bulguları

THY ve SHY firmalarına ait sosyal medya ve diğer yatırım aracı (THY için Dolar, Altın, BİST-100 değerleri, SHY için SGXL/SGD, USD/SGD değerleri) verileri hisse senetlerinin değerlerinin tahmini için kullanılmıştır. Tahmin çalışmaları RapidMiner veri madenciliği programıyla, programın bize sunduğu altı farklı tahmin modeli kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Gradyan Destekli Ağaçlar modeli ile tahmin edilen ertesi günkü hisse değeri verilerinin hata analizleri yapılmıştır. Öncelikle, tahmin edilen değerler  $x(t)$ , gerçekleşen değerler  $f(t)$ , arasındaki sapma değeri  $e(t)$  aşağıdaki formülde gösterilmiştir (Karahan, 2011).

$$e(t) = x(t) - f(t)$$

Sonrasında, tahmin edilen değerlerin hata yüzdesi  $p(t)$ , aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$p(t) = \frac{e(t)}{x(t)}$$

Son olarak, tahmin modelinin ertesi günkü hisse değeri tahmin sonuçlarının tutarlılığını ölçmede yaygın olarak kullanılan hata ölçütlerinden (Karahan, 2011); Ortalama Hata Kareleri (Mean Squared Error-MSE) ve Ortalama Mutlak Yüzde Hata (Mean Absolute Percent Error-MAPE) değerleri hesaplanmıştır.

$$MSE = \frac{1}{n} \sum [e(t)]^2$$

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum |p(t)|$$

İki firmaya ait verilerden 100 günlük veri makine öğrenmesinde kullanılmıştır. Öğrenme verileri kullanılarak yapılan analizler sonucunda THY ve SHY firmasına ait tahmin modeli sonuçları Tablo 5'te gösterilmiştir.

Tablo 5

*THY ve SHY için tahmin modeli analiz sonuçları*

Tahmin Modeli	THY		SHY	
	Korelasyon	Mutlak Hata	Korelasyon	Mutlak Hata
<b>Genelleştirilmiş Doğrusal Model</b> (Generalized Linear Model)	0,970	0,219	0,825	0,051
<b>Derin Öğrenme</b> (Deep Learning)	0,929	0,347	0,743	0,077
<b>Karar Ağacı</b> (Decision Tree)	0,970	0,211	0,759	0,059
<b>Rassal Orman</b> (Random Forest)	0,985	0,197	0,810	0,057
<b>Gradyan Destekli Ağaçlar*</b> (Gradient Boosted Trees)	0,985	0,156	0,827	0,057
<b>Destek Vektör Makinesi</b> (Support Vector Machine)	0,957	0,234	0,753	0,077
<b>* En iyi çözüm</b>				

Öğrenme verileri kullanılarak yapılan analizler sonucunda THY ve SHY firmaları için tahmin modellerinden en iyi çözüm Gradyan Destekli Ağaçlar modeli tespit edilmiştir. Gradyan Destekli Ağaçlar Modeli (Rapid Miner, 2019), regresyon veya sınıflandırma ağacı modellerinin bir bütünüdür. Her ikisi de kademeli olarak geliştirilmiş tahminler yolu ile öngörücü sonuçlar elde eden ileri öğrenme yöntemleridir.

Analizler sonucunda kullanılacak olan tahmin modeli tespit edildikten sonra THY ve SHY firmaları için tahmin edilmesi istenilen değişken verileri kullanılarak hisse senedi değerleri tahmin edilmiştir. THY firması için 18 günlük, SHY firması için 14 günlük veri kullanılmıştır.

THY için Gradyan Destekli Ağaçlar tahmin modeli ile elde edilen 18 günlük tahminlerin hata testlerine ait sonuçlar Tablo 6'te gösterilmiştir.

Tablo 6

*THY için tahminin hata testleri sonucu*

Tarih	Tahmin Edilen Ertesi Günlük Hisse Değeri (f)	Gerçekleşen Ertesi Günlük Hisse Değeri (x)	Sapma (e)	Yüzde Hata (p)	Mutlak Yüzde Hata  p
2020-01-15	14,636	15,080	0,444	0,0294	0,029
2020-01-20	14,244	14,880	0,636	0,0428	0,043
2020-01-21	14,286	14,720	0,434	0,0295	0,029
2020-01-22	14,242	14,240	-0,002	-0,0001	0,000
2020-01-23	14,271	14,540	0,269	0,0185	0,019
2020-01-24	14,205	14,540	0,335	0,0230	0,023
2020-01-25	14,379	14,540	0,161	0,0111	0,011
2020-01-26	14,424	14,100	-0,324	-0,0230	0,023
2020-01-27	14,250	14,080	-0,170	-0,0121	0,012
2020-01-29	14,216	13,830	-0,386	-0,0279	0,028
2020-01-30	14,279	13,680	-0,599	-0,0438	0,044
2020-01-31	14,255	13,680	-0,575	-0,0420	0,042
2020-02-01	14,402	13,680	-0,722	-0,0528	0,053
2020-02-02	14,406	13,840	-0,566	-0,0409	0,041
2020-02-03	14,252	14,390	0,138	0,0096	0,010
2020-02-04	14,287	14,610	0,323	0,0221	0,022
2020-02-05	14,285	14,740	0,455	0,0309	0,031
2020-02-06	14,419	14,470	0,051	0,0035	0,004

Tablo 7

*THY için tahmin hata sonuçları*

	MSE	MAPE
<b>Tahmin Modeli</b>	0,175	0,026

Tablo 7’te verilen tabloda tahmin sonuçlarının performansını ölçmede yaygın olarak kullanılan hata ölçütlerinden “Ortalama Hata Kareleri (MSE)” değerine göre iyi performans gösterdiği söylenebilir. Yine tahmin modelinin tutarlılığını ölçmede kullanılan hata ölçütlerinden “Ortalama Mutlak Yüzde Hata (MAPE)” değeri tahmin modelinin %2,6 hata oranı ile başarılı olduğu söylenebilir.

Ayrıca SHY firması için Gradyan Destekli Ağaçlar tahmin modeli tarafından 14 günlük tahminlerin hata analizleri Tablo 8’de gösterilmiştir.

Tablo 8

*SHY için tahminin hata testleri sonucu*

Tarih	Tahmin Edilen Ertesi Günlük Hisse Değeri (f)	Gerçekleşen Ertesi Günlük Hisse Değeri (x)	Sapma (e)	Yüzde Hata (p)	Mutlak Yüzde Hata  p
2020-01-22	9,1116	8,8500	0,2616	0,0287	0,0287
2020-01-23	9,1228	8,8200	0,3028	0,0332	0,0332
2020-01-24	9,0996	8,8200	0,2796	0,0307	0,0307
2020-01-25	9,1030	8,8200	0,2830	0,0311	0,0311
2020-01-26	9,0972	8,8200	0,2772	0,0305	0,0305
2020-01-27	9,1029	8,5700	0,5329	0,0585	0,0585
2020-01-29	9,1071	8,5400	0,5671	0,0623	0,0623
2020-01-30	9,1752	8,5500	0,6252	0,0681	0,0681
2020-01-31	9,1351	8,5500	0,5851	0,0641	0,0641
2020-02-01	9,1330	8,5500	0,5830	0,0638	0,0638
2020-02-02	9,0948	8,4900	0,6048	0,0665	0,0665
2020-02-03	9,1093	8,5500	0,5593	0,0614	0,0614
2020-02-04	9,0745	8,5900	0,4845	0,0534	0,0534
2020-02-05	9,0994	8,5800	0,5194	0,0571	0,0571

Tablo 9

*SHY için tahmin hata sonuçları*

	MSE	MAPE
<b>Tahmin Modeli</b>	0,233	0,051

Tablo 9’da verilen tabloda tahmin sonuçlarının performansı için “Ortalama Hata Kareleri (MSE)” değerine göre iyi performans gösterdiği söylenebilir. Tahmin modelinin tutarlılığını ölçmede kullanılan hata ölçütlerinden “Ortalama Mutlak Yüzde Hata (MAPE)” değeri tahmin modelinin %5,1 hata oranı ile başarılı olduğu söylenebilir.

#### 4.4. Hipotez Testi Bulguları

Firmalar için toplanan verilere ilk olarak korelasyon analizleri yapılmıştır. 5 hava yolu firmasına ait toplam 40 adet korelasyon sonuç tablosu Tablo 10’de gösterilmiştir.

Tablo 10

*Korelasyon analizi sonuçları*

Hipotez No:	Türk Hava Yolları	Singapore Hava Yolları	Lufthansa Hava Yolları	Qantas Hava Yolları	France Hava Yolları
1	-0,267**	0,318**	-0,197*		-0,185*
2	-0,284**	0,546**			-0,339**
3	-0,303**				
4		0,600**			-0,216*
5	-0,280**	0,334**	-0,181*		
6	-0,296**	0,545**			-0,245**
7	-0,296**				
8		0,611**			

\*\* Korelasyon 0,01 düzeyinde anlamlıdır.

\* Korelasyon 0,05 düzeyinde anlamlıdır.

Firmalar için kurulan hipotezler, korelasyon analizi sonuçlarına göre değerlendirilmiştir. Sırasıyla hipotezleri inceleyecek olursak;

1. Hipotez 'de Toplam tweet sayısı ile aynı günlük hisse değeri arasındaki ilişki incelenmiştir. THY, SHY, LHY ve FHY firmaları için anlamlı sonuç elde edilmiştir. THY, LHY ve FHY firmalarında negatif yönlü düşük düzeyde korelasyon tespit edilirken, SHY firmasında pozitif yönlü orta düzeyde korelasyon tespit edilmiştir.

2. Hipotez 'de Pozitif tweet sayısı ile aynı günlük hisse değeri arasındaki ilişki incelenmiştir. THY, SHY ve FHY firmaları için anlamlı sonuç elde edilmiştir. THY firmasında negatif yönlü düşük düzeyde korelasyon, FHY firmasında negatif yönlü orta düzeyde korelasyon tespit edilirken, SHY firmasında pozitif yönlü orta düzeyde korelasyon tespit edilmiştir.

3. Hipotez 'de Negatif tweet sayısı ile aynı günlük hisse değeri arasındaki ilişki incelenmiştir. THY firmasında negatif yönlü orta düzeyde korelasyon tespit edilmiştir.

4. Hipotez 'de NAI (Pozitif-Negatif farkı tweet sayısı) ile aynı günlük hisse değeri arasındaki ilişki incelenmiştir. SHY firmasında pozitif yönlü orta düzeyde korelasyon tespit edilirken, FHY firmasında negatif yönlü orta düzeyde korelasyon tespit edilmiştir.

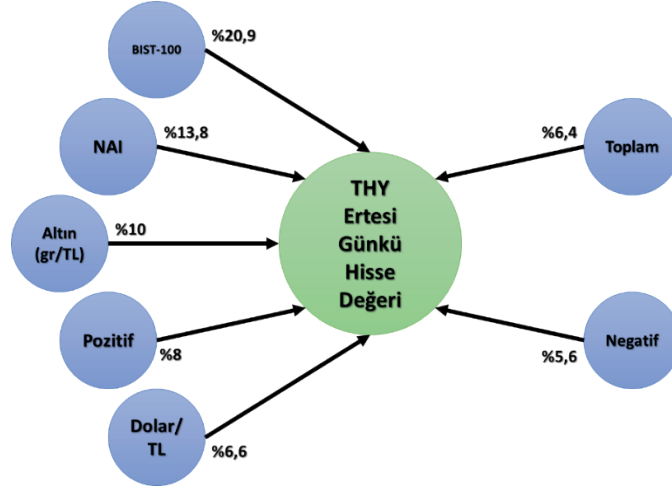
5. Hipotez 'de Toplam tweet sayısı ile ertesi günlük hisse değeri arasındaki ilişki incelenmiştir. THY ve LHY firmaları için negatif yönlü düşük düzeyde korelasyon tespit edilirken, SHY firmasında pozitif yönlü orta düzeyde korelasyon tespit edilmiştir.

6. Hipotez 'de Pozitif tweet sayısı ile ertesi günlük hisse değeri arasındaki ilişki incelenmiştir. THY ve FHY firmaları için negatif yönlü düşük düzeyde korelasyon tespit edilirken, SHY firmasında pozitif yönlü orta düzeyde korelasyon tespit edilmiştir.

7. Hipotez 'de Negatif tweet sayısı ile ertesi günlük hisse değeri arasındaki ilişki incelenmiştir. THY firmasında negatif yönlü orta düzeyde korelasyon tespit edilmiştir.

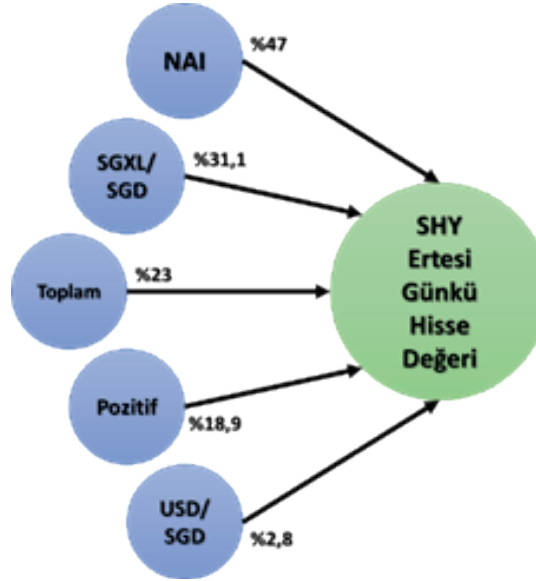
8. Hipotez 'de NAI (Pozitif-Negatif farkı tweet sayısı) ile ertesi günlük hisse değeri arasındaki ilişki incelenmiştir. SHY firmasında pozitif yönlü orta düzeyde korelasyon tespit edilmiştir.

Hipotezler test edilmesi için 40 adet korelasyon analizi incelenmiş ve bunlardan 22 tane anlamlı ilişki tespit edilmiştir. Korelasyon tespit edilemeyen analizler için günler ve haftalara göre tweet sayılarında yüksek farklılıklar olmasından ve duygu analizlerinin kısıtlı diller için yapılabilmesinden kaynaklanmaktadır. Bu sonuçlara dayanarak THY, LHY ve FHY firmalarına ait tweet sayıları azaldığında, hisse senedi değeri artacağı, SHY firmasına ait tweet sayısı arttığında ise hisse senedi değeri artacağı söylenebilir.



Şekil 3. THY değişkenlerinin ağırlık oranları

THY firması için Gradyan Destekli Ağaçlar tahmin modelinde %98,5 korelasyon ve %1,5 mutlak hata olduğu tespit edilmiştir. Tahmin edilecek günlere ait hisse senedi değeri ise %2,6 hata oranı ile tahmin modeli başarılı sonuç üretmiştir. Tahmin modelinde değişkenlerin ağırlıklı olarak hisse değerini ne düzeyde etkilediği Şekil 3'de gösterilmiştir. Görüleceği üzere sosyal medya verilerinden Net Destekçi Skoru(NAI) değişkeni Hisse değerinin tahmin edilmesinde en etkili 2. Faktör olduğu sonucuna varılmıştır.



Şekil 4. SHY değişkenlerinin ağırlık oranları

SHY firması için Gradyan Destekli Ağaçlar tahmin modelinde %82,7 korelasyon ve %5,7 mutlak hata olduğu tespit edilmiştir. Tahmin edilecek günlere ait hisse senedi değeri ise %5,1 hata oranı ile tahmin modeli başarılı sonuç üretmiştir. Tahmin modelinde değişkenlerin ağırlıklı olarak hisse değerini ne düzeyde etkilediği Şekil 4'de gösterilmiştir. Görüleceği üzere sosyal medya verilerinden Net Destekçi Skoru(NAI) değişkeni Hisse değerinin tahmin edilmesinde en etkili faktör olduğu sonucuna varılmıştır.

## 5. SONUÇ VE TARTIŞMA

Çalışmada üç farklı araştırma sorusu ele alınmıştır. Öncelikle sosyal medya verilerinin hava yolu sektöründe de diğer bazı sektörlerde olduğu gibi hisse senedi değerinin tahmin edilmesinde kullanılıp kullanılmayacağını araştırılması yapılmıştır.

Elde edilen bulgular havayolu sektöründe de literatürdeki çalışmalara benzer şekilde sosyal medya verilerinin hisse senedi değerini tahmininde kullanılabilir önemli bir veri kaynağı olduğunu göstermektedir. Ayrıca, hisse senedi değerini tahmin etmede diğer yatırım aracı verileri ile birlikte sosyal medya verilerinin kullanılabilir olduğu tespit edilmiştir. Ve sosyal medya verileri kullanılarak hesaplanan net destekçi skorunun tahminlemede önemli bir rolü olduğu görülmüştür.

Bu çalışmanın bir diğer amacı ise gerek diğer yatırım araçları verileri gerek sosyal medyadan elde edilen verilerle hisse senedi değeri arasında ilişki kurmak için faydalanabilecek makine öğrenmesi algoritmalarından en başarılısının hangisinin olabileceğini tespit etmektir. Bu amaçla çalışmada yapılan karşılaştırmalı analizler sonucunda elde edilen bilgilere göre Gradyan Destekli Ağaçlar algoritması diğer algoritmalara göre daha yüksek bir başarı elde edilmiştir.

Çalışma sonucunda elde edilen bulgular, yatırımcılar için önemli bir konu olan hisse senedi değer tahmininde yeni bir veri kaynağı olarak sosyal medyanın önemini göstermektedir. Bu sosyal medyadan elde edilen bilgilerin kullanımında diğer yatırım aracı verileriyle desteklenerek ve Gradyan Destekli Ağaçlar algoritması kullanarak tahmin çalışmalarının yürütülmesi, tahminin başarısını artırıp ilgili karar vericilere önemli bir bilgi sağlayacağına inanılmaktadır.

Elde edilen olumlu ve başarılı sonuçlara rağmen, bazı hisse senedi verilerinde gerek korelasyon analizlerinde herhangi bir ilişki bulunamaması gerek tahmin algoritmalarında uygun sonuçlar elde edilememesi nedeniyle sosyal medya verilerine dayalı hisse senedi tahminleme yönteminin tüm sektörler veya tüm firmalar için uygun olduğu bilinmemektedir. Örneğin QHY, LHY, FHY hava yolu için korelasyon analizinde bir ilişki tespit edilememiştir. Bu nedenle sadece THY ve SHY havayolu şirketleri için sadece makine öğrenmesiyle hisse değeri tahmin yöntemi kullanılmıştır. Analizlerdeki bu durum bize şu mesajı da verebilmektedir: Sosyal medya verileri firmanın sosyal medyadaki varlıklarına, sosyal medya hesaplarına, aktif kullanımına, firmanın bulunduğu sektöre bağlı olarak değişkenlik göstermesi nedeniyle her firma için sosyal medya verilerine dayalı hisse senedi değer tahmini yapmak mümkün olmayabilir. Yapılacak analizlerde firmaların sektör farklılığı dikkate alınmalıdır.

Yukarıda bahsettiğimiz hususlardan dolayı, ileride de yapılabilecek çalışmalarda, sektörün genişletilmesi, farklı sektörlerden firmaların verilerinin toplanması, hem de veri toplama kaynağı olarak farklı sosyal medya mecralarının ve ek diğer yatırım aracı verilerine ait göstergelerin kullanılması önerilmektedir. Böylelikle, çalışma kapsamı, örneklem sayısı, bağımsız değişken sayısı genişletilerek, tahminleme modellerinin başarısı arttırılabilecektir. Bu alanda yapılacak yeni çalışmalarla, sosyal medyadaki büyük verilerden finans sektöründe de faydalanılması yaygınlaşabilecektir.

**EK-1: Tanımlayıcı İstatistik Sonuçları**

Tablo 1

*SHY'ye ait tweet sayıları ve hisse değeri verileri*

Tarih	Toplam	Pozitif	Negatif	Nötr	Tanımlanmayan	NAI	SGXL/SGD	USD/SGD	Aynı Günkü Hisse Değeri	Ertesi Günkü Hisse Değeri
1.10.2019	116	78	13	6	19	65	8,50	1,3850	9,24	9,08
2.10.2019	101	70	8	3	20	62	8,38	1,3841	9,08	9,02
3.10.2019	147	87	18	3	39	69	8,41	1,3809	9,02	9,01
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
3.2.2020	113	46	30	7	30	16	8,59	1,3689	8,49	8,55
4.2.2020	96	25	26	2	43	-1	8,68	1,3701	8,55	8,59
5.2.2020	93	31	17	11	34	14	8,64	1,3815	8,59	8,58

Tablo 2

*QHY'ye ait tweet sayıları ve hisse değeri verileri*

Tarih	Toplam	Pozitif	Negatif	Nötr	Tanımlanmayan	NAI	Aynı Günkü Hisse Değeri	Ertesi Günkü Hisse Değeri
1.10.2019	366	143	86	20	117	57	6,44	6,40
2.10.2019	253	110	44	11	88	66	6,40	6,30
3.10.2019	279	115	54	11	99	61	6,30	6,37
.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.
4.2.2020	174	75	52	19	28	23	6,51	6,56
5.2.2020	167	63	59	14	31	4	6,56	6,66
6.2.2020	103	33	28	15	27	5	6,66	6,48



Tablo 3

*LHY'ye ait tweet sayıları ve hisse değeri verileri*

Tarih	Toplam	Pozitif	Negatif	Nötr	Tanımlanmayan	NAI	Aynı Günkü Hisse Değeri	Ertesi Günkü Hisse Değeri
1.10.2019	653	170	169	148	166	1	14,680	14,395
2.10.2019	337	74	64	88	111	10	14,395	14,395
3.10.2019	302	78	73	74	77	5	14,395	13,935
.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.
4.2.2020	152	53	43	24	32	10	14,520	15,035
5.2.2020	241	67	61	52	61	6	15,035	15,000
6.2.2020	51	17	18	9	7	-1	15,000	14,690

Tablo 4

*FHY'ye ait tweet sayıları ve hisse değeri verileri*

Tarih	Toplam	Pozitif	Negatif	Nötr	Tanımlanmayan	NAI	Aynı Günkü Hisse Değeri	Ertesi Günkü Hisse Değeri
10.10.2019	200	73	39	13	75	34	9,970	10,010
11.10.2019	124	64	24	2	34	40	10,010	10,010
12.10.2019	109	44	23	9	33	21	10,010	10,010
.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.
4.2.2020	341	260	14	7	60	246	8,79	9,14
5.2.2020	266	138	37	8	83	101	9,14	9,16
6.2.2020	65	34	6	3	22	28	9,16	8,85

## EK-2: Korelasyon Analizi Sonuçları

Tablo 1

THY'ye ait verilerin korelasyon analizi

		Aynı Günkü Hisse Değeri	Ertesi Günkü Hisse Değeri	Toplam	Pozitif	Negatif	NAI	Dolar	Altın/gr	Bist-100	
Spearman's rho	Aynı Günkü Hisse Değeri	Korelasyon Katsayısı	1	,921**	-,267**	-,284**	-,303**	-,034	,474**	,349**	,927**
		Anlamlılık Düzeyi (Sig.)		,000	,003	,002	,001	,711	,000	,000	,000
		Veri Sayısı (N)	118	118	118	118	118	118	118	118	118
	Ertesi Günkü Hisse Değeri	Korelasyon Katsayısı	,921**	1	-,280**	-,296**	-,296**	-,058	,471**	,348**	,906**
		Anlamlılık Düzeyi (Sig.)	,000		,002	,001	,001	,535	,000	,000	,000
		Veri Sayısı (N)	118	118	118	118	118	118	118	118	118

\*\* Korelasyon 0,01 düzeyinde anlamlıdır.

\* Korelasyon 0,05 düzeyinde anlamlıdır.

Tablo 2

SHY'ye ait verilerin korelasyon analizi

		Aynı Günkü Hisse Değeri	Ertesi Günkü Hisse Değeri	Toplam	Pozitif	Negatif	NAI	SGXL/SGD	USD/SGD	
Spearman's rho	Aynı Günkü Hisse Değeri	Korelasyon Katsayısı	1	,912**	,318**	,546**	-,117	,600**	,427**	,159
		Anlamlılık Düzeyi (Sig.)		,000	,001	,000	,215	,000	,000	,091
		Veri Sayısı (N)	114	114	114	114	114	114	114	114
	Ertesi Günkü Hisse Değeri	Korelasyon Katsayısı	,912**	1	,334**	,545**	-,111	,611**	,435**	,152
		Anlamlılık Düzeyi (Sig.)	,000		,000	,000	,241	,000	,000	,106
		Veri Sayısı (N)	114	114	114	114	114	114	114	114

\*\* Korelasyon 0,01 düzeyinde anlamlıdır.

\* Korelasyon 0,05 düzeyinde anlamlıdır.

Tablo 3

LHY'ye ait verilerin korelasyon analizi

		Aynı Günkü Hisse Değeri	Ertesi Günkü Hisse Değeri	Toplam	Pozitif	Negatif	NAI	
Spearman's rho	Aynı Günkü Hisse Değeri	Korelasyon Katsayısı	1	,971**	-,197*	-,146	-,174	,020
		Anlamlılık Düzeyi (Sig.)		,000	,031	,111	,056	,826
		Veri Sayısı (N)	121	121	121	121	121	121
	Ertesi Günkü Hisse Değeri	Korelasyon Katsayısı	,971**	1	-,181*	-,119	-,149	-,044
		Anlamlılık Düzeyi (Sig.)	,000		,047	,195	,104	,631
		Veri Sayısı (N)	121	121	121	121	121	121

\*\* Korelasyon 0,01 düzeyinde anlamlıdır.

\* Korelasyon 0,05 düzeyinde anlamlıdır.

Tablo 4

*QHY'ye ait verilerin korelasyon analizi*

			Aynı Günkü Hisse Değeri	Ertesi Günkü Hisse Değeri	Toplam	Pozitif	Negatif	NAI
Spearman's rho	Aynı Günkü Hisse Değeri	Korelasyon Katsayısı	1	,958**	-,096	-,016	-,100	-,100
		Anlamlılık Düzeyi (Sig.)		,000	,313	,866	,293	,293
		Veri Sayısı (N)	112	112	112	112	112	112
	Ertesi Günkü Hisse Değeri	Korelasyon Katsayısı	,958**	1	-,065	-,002	-,057	-,061
		Anlamlılık Düzeyi (Sig.)	,000		,497	,986	,551	,524
		Veri Sayısı (N)	112	112	112	112	112	112

\*\* Korelasyon 0,01 düzeyinde anlamlıdır.

\* Korelasyon 0,05 düzeyinde anlamlıdır.

Tablo 5

*FHY'ye ait verilerin korelasyon analizi*

			Aynı Günkü Hisse Değeri	Ertesi Günkü Hisse Değeri	Toplam	Pozitif	Negatif	NAI
Spearman's rho	Aynı Günkü Hisse Değeri	Korelasyon Katsayısı	1	,932**	-,185*	-,339**	-,141	-,216*
		Anlamlılık Düzeyi (Sig.)		,000	,050	,000	,137	,022
		Veri Sayısı (N)	113	113	113	113	113	113
	Ertesi Günkü Hisse Değeri	Korelasyon Katsayısı	,932**	1	-,104	-,245**	-,099	-,143
		Anlamlılık Düzeyi (Sig.)	,000		,271	,009	,295	,131
		Veri Sayısı (N)	113	113	113	113	113	113

\*\* Korelasyon 0,01 düzeyinde anlamlıdır.

\* Korelasyon 0,05 düzeyinde anlamlıdır.

**Hakem Değerlendirmesi:** Dış bağımsız.

**Çıkar Çatışması:** Yazarlar çıkar çatışması etmemişlerdir.

**Finansal Destek:** Bu çalışma, Yalova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir. (Proje No: 2019/YL/0001).

**Yazar Katkıları:** Çalışma Konsepti/Tasarım- İ.S.; Veri Toplama-Ö.F.U.; Veri Analizi/Yorumlama- Ö.F.U.; Yazı Taslağı- Ö.F.U.; İçerigin Eleştirel İncelemesi-İ.S.; Son Onay ve Sorumluluk- Ö.F.U., İ.S.

**Peer-review:** Externally peer-reviewed.

**Conflict of Interest:** The authors have no conflict of interest to declare.

**Grant Support:** This study was supported by Yalova University Scientific Research Projects Coordination Unit. (Project No: 2019/YL/0001).

**Author Contributions:** Conception/Design of Study- İ.S.; Data Acquisition- Ö.F.U.; Data Analysis/Interpretation- Ö.F.U.; Drafting Manuscript- Ö.F.U.; Critical Revision of Manuscript-İ.S.; Final Approval and Accountability- Ö.F.U., İ.S.

## Kaynaklar/References

- Aktaş, M., & Akdağ, S. (2013). Türkiye’de Ekonomik Faktörlerin Hisse Senedi Fiyatları İle İlişkilerinin Araştırılması. *International Journal of Social Science Research (Las Vegas, Nev.)*, 2(1), 50–67.
- Arun, K., Srinagesh, A., & Ramesh, M. (2017). Twitter Sentiment Analysis on Demonetization tweets in India Using R language. *International Journal of Computer Engineering In Research Trends*, 4(6), 252–258. Tarihinde adresinden erişildi [www.ijcert.org](http://www.ijcert.org)
- Asur, S., & Huberman, B. A. (2010). Predicting the future with social media. *Proceedings - 2010 IEEE/WIC/ACM International Conference on Web Intelligence, WI 2010, I*(March 2010), 492–499. <https://doi.org/10.1109/WI-IAT.2010.63>
- Attigeri, G. V, M, M. P. M., Pai, R. M., & Nayak, A. (2015). Stock market prediction: A big data approach. *TENCON 2015 - 2015 IEEE Region 10 Conference*, 1–5. <https://doi.org/10.1109/TENCON.2015.7373006>
- Bhardwaj, A., Narayan, Y., & Dutta, M. (2015). *Sentiment Analysis for Indian Stock Market Prediction Using Sensex and Nifty*. 70, 85–91. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.10.043>
- Bollen, J., Mao, H., & Zeng, X. (2011). Twitter mood predicts the stock market. *Journal of Computational Science*, 2(1), 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.jocs.2010.12.007>
- Charan, A. (2015). *Marketing analytics: A Practitioner’s Guide to Marketing Analytics and Research Methods*. World Scientific Publishing Company.
- Chen, R., & Lazer, M. (2011). *Sentiment Analysis of Twitter Feeds for the Prediction of Stock Market Movement*. 1–5.
- Cingöz, F., & Kendirli, S. (2019). Altın Fiyatları, Döviz Kuru ve Borsa İstanbul Arasındaki İlişki. *Finans Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 545–554. <https://doi.org/10.29106/fesa.649254>
- Das, S., & Behera, R. K. (2018). Real-Time Sentiment Analysis of Twitter Streaming data for Stock Prediction. *Procedia Computer Science*, 132(Iccids), 956–964. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.05.111>
- Das, S. R., Kim, S., & Kothari, B. (2017). Zero-Revelation RegTech: Detecting Risk through Linguistic Analysis of Corporate Emails and News. *SSRN Electronic Journal*, 0–32. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2909380>
- Dickinson, B., & Hu, W. (2015). Sentiment Analysis of Investor Opinions on Twitter. *Social Networking*, 04(03), 62–71. <https://doi.org/10.4236/sn.2015.43008>
- Dolapçı, B. (2020). *APACHE SPARK KULLANILARAK BÜYÜK BOYUTLU GÖRÜNTÜLERİN ANALİZİ*. Karabük Üniversitesi.
- Eliacık, A. B., & Erdogan, N. (2015). Mikro Bloglardaki Finans Toplulukları için Kullanıcı Ağırlıklandırılmış Duygu Analizi Yöntemi. *Ulusal Yazılım Mühendisliği Sempozyumu*, 782–793.
- Evans, J. R. (2016). *Business Analytics* (2nd baskı). Boston: Pearson Education.
- Gazioğlu, K., & Şeker, Ş. E. (2017). *Veri Madenciliği Yöntemleri ile Twitter Üzerinden Girişimcilik Analizi*. 3–10.
- Gençtürk, M. (2009). Finansal Kriz Dönemlerinde Makroekonomik Faktörlerin Hisse Senedi Fiyatlarına Etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 14/1, 127–136.
- Holsapple, C. W., Hsiao, S.-H., & Pakath, R. (2018). Business social media analytics: Characterization and conceptual framework. *Decision Support Systems*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.dss.2018.03.004>
- investing. (2020a). Altın-Try. Tarihinde 03 Ocak 2020, adresinden erişildi <https://tr.investing.com/currencies/gau-try>
- investing. (2020b). BİST-100 hisse değeri. Tarihinde 01 Mart 2020, adresinden erişildi <https://tr.investing.com/indices/ise-100>
- investing. (2020c). “investing.com” internet sitesi. Tarihinde 06 Şubat 2020, adresinden erişildi <https://tr.investing.com/>
- investing. (2020d). SIAL hisse değeri. Tarihinde 06 Şubat 2020, adresinden erişildi <https://tr.investing.com/equities/singapore-airlines>
- investing. (2020e). Singapore Exchange(SGXL/SGD). Tarihinde 06 Şubat 2020, adresinden erişildi <https://tr.investing.com/equities/singapore-exchange>
- investing. (2020f). Usd-Try. Tarihinde 01 Mart 2020, adresinden erişildi <https://tr.investing.com/currencies/usd-try-chart>
- investing. (2020g). USD/SGD değeri. Tarihinde 06 Şubat 2020, adresinden erişildi <https://tr.investing.com/currencies/usd-sgd>
- Karahan, M. (2011). İstatistiksel Tahmin Yöntemleri: Yapay Sinir Ağları Metodu ile Ürün Talep Tahmini Uygulaması. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı*, 112–113.
- Lee, I. (2018). Social media analytics for enterprises: Typology, methods, and processes. *Business Horizons*, 61(2), 199–210. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.bushor.2017.11.002>

- Mittal, A., & Goel, A. (2012). Stock Prediction Using Twitter Sentiment Analysis. <http://cs229.stanford.edu/proj2011/GoelMittal-StockMarketPredictionUsingTwitterSentimentAnalysis.pdf>, (December). Tarihinde adresinden erişildi <http://cs229.stanford.edu/proj2011/GoelMittal-StockMarketPredictionUsingTwitterSentimentAnalysis.pdf>
- Murugesan, S. (2007). Understanding Web 2.0. *IT Professional*, 9(4), 34–41. <https://doi.org/10.1109/MITP.2007.78>
- Özüpek, M. N., & Diker, E. (2013). İLETİŞİM FAKÜLTESİ ÖĞRENCİLERİNİN CEP TELEFONU MARKALARINA YÖNELİK İMAJ ALGISI: NOKIA VE SAMSUNG ÖRNEĞİ ÖZET. *New World Sciences Academy*, 369(1), 100–120. Tarihinde adresinden erişildi <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsames.2011.03.003><https://doi.org/10.1016/j.gr.2017.08.001><http://dx.doi.org/10.1016/j.precamres.2014.12.018><http://dx.doi.org/10.1016/j.precamres.2011.08.005><http://dx.doi.org/10.1080/00206814.2014.902757><http://dx.doi.org/10.1016/j.precamres.2011.08.005>
- Pagolu, V. S., & Majhi, B. (2016). Sentiment Analysis of Twitter Data for Predicting Stock Market Movements. *2016 International Conference on Signal Processing, Communication, Power and Embedded System (SCOPE5)*, 1345–1350. <https://doi.org/10.1109/SCOPE5.2016.7955659>
- Porshnev, A., Redkin, I., & Shevchenko, A. (2013). Machine learning in prediction of stock market indicators based on historical data and data from Twitter sentiment analysis. *2013 IEEE 13th International Conference on Data Mining Workshops*, 440–444. <https://doi.org/10.1109/ICDMW.2013.111>
- Rapid Miner. (2019). Gradient Boosted Trees Model. Tarihinde 06 Şubat 2020, adresinden erişildi [https://docs.rapidminer.com/latest/studio/operators/modeling/predictive/trees/gradient\\_boosted\\_trees.html](https://docs.rapidminer.com/latest/studio/operators/modeling/predictive/trees/gradient_boosted_trees.html)
- Salo, J. (2017). Social media research in the industrial marketing field: Review of literature and future research directions. *Industrial Marketing Management*, 66, 115–129. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2017.07.013>
- Si, J., Mukherjee, A., Liu, B., & Li, Q. (2013). *Exploiting Topic based Twitter Sentiment for Stock Prediction*. (2011), 24–29.
- Skytrax. (2020). 2019 World Airline Ranking List. Tarihinde 10 Şubat 2020, adresinden erişildi <https://www.worldairlineawards.com/worlds-top-100-airlines-2019/>
- Syam, N., & Sharma, A. (2018). Waiting for a sales renaissance in the fourth industrial revolution: Machine learning and artificial intelligence in sales research and practice. *Industrial Marketing Management*, 69, 135–146. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2017.12.019>
- Tripathi, P., Vishwakarma, S. K., & Lala, A. (2015). Sentiment Analysis of English Tweets Using Rapid Miner. *2015 International Conference on Computational Intelligence and Communication Networks (CICN)*.
- Ulusoy, N. (2012). Sözlüklerdeki Sinema Sevgisi: New York'ta Beş Minare ve Çoğunluğun İnternet Sözlüklerine Yansıması. *Beta Yayıncılık*, 195–211.
- Vu, T. T., Chang, S., Quang, T. H., & Collier, N. (2012). An Experiment in Integrating Sentiment Features for Tech Stock Prediction in Twitter. *Proceedings of the Workshop on Information Extraction and Entity Analytics on Social Media Data*, 3, 23–38.
- Yadav, R., Kumar, A. V., & Kumar, A. (2019). News-based supervised sentiment analysis for prediction of futures buying behaviour. *IIMB Management Review*, 31(2), 157–166. <https://doi.org/10.1016/j.iimb.2019.03.006>
- Yıldırım, M., & Yüksel, C. A. (2017). Sosyal Medya İle Hisse Senedi Fiyatının Günlük Hareket Yönü Arasında İlişkini İncelenmesi: Duygu Analizi Uygulaması. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*. <https://doi.org/10.18092/ulikidince.352414>
- Zhang, X., Fuehres, H., & Gloor, P. A. (2011). Predicting Stock Market Indicators Through Twitter “ I hope it is not as bad as I fear ”. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 26(2007), 55–62. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.10.562>



# Türkiye'deki İslami Hisse Senedi Endeksinin, Endeks Tabanlı Öznitelikler Kullanılarak Derin Öğrenme Yöntemi ile Tahmini

## Forecasting of Islamic Stock Index in Turkey with Deep Learning Using Index-Based Features

Dilşad Tülgen Çetin<sup>1</sup> , Sedat Metlek<sup>2</sup> 



### ÖZ

İslami hisse senedi piyasası, yatırımcılara İslam hukukuyla uyumlu hisselerle yatırım yapmaları için uygun ortam sağlayan dinamik bir platformdur. Piyasanın gelecekteki fiyat hareketlerini tahmin etmek, yatırımcılar için riski azaltmak ve kârı artırmak gibi önemli avantajlar sağlamaktadır. Yapay zekâ uygulamalarındaki gelişmeler neticesinde derin öğrenme yöntemleri, finansal verilerin tahmininde diğer yöntemlere göre üstün başarı göstermektedir. Finansal zaman serilerinde girdi ve çıktı değişkenleri arasındaki karmaşık ilişkiyi başarılı bir şekilde modelleyebilen Uzun Kısa Süreli Bellek (Long Short Term Memory-LSTM) modeli, derin öğrenme yöntemleri arasında dikkat çekmektedir. Bu nedenle çalışmada, Türkiye'de İslami hisse senedi piyasasını temsil eden Katılım endeksinin yüksek doğruluk oranıyla tahmin edilmesi için LSTM modeli tercih edilmiştir. Modelin başarısını doğrudan etkileyebilecek olan özniteliklerin belirlenmesinde, literatürde yaygın olarak kullanılan makroekonomik faktörler veya borsa teknik indikatörleri kullanılmamıştır. Bunun yerine, endeks tabanlı bir yaklaşım izlenerek, BIST 100 (XU100) endeksi, CBOE oynaklık endeksi (VIX), altın oynaklık endeksi (GVZ) ve dolar endeksi (DXY) tahmin modelinin girdi değişkenleri olarak belirlenmiştir. Bu yaklaşım sayesinde birçok parametre, tek bir endeks değeri ile modele dâhil edilmekte ve daha az girdi değişkeni kullanılmaktadır. Böylece bir yandan model basitleştirilirken, diğer yandan modelin tahmin gücü artırılmış olmaktadır. Tasarlanan model ile Katılım endeksi, MAE, RMSE, MAPE ve R2 hata fonksiyonlarında sırasıyla 0,06, 0,08, 0,02 ve 0,994 değerleri ile tahmin edilmiştir. Çalışmanın literatüre ana katkısı, Türkiye'de İslami hisse senedi endeksinin tahmininde derin öğrenme yöntemi olarak LSTM modelini kullanan ilk çalışma olmasıdır. İkincil katkısı ise, İslami hisse senedi endeksinin tahmininde endeks tabanlı öznitelikler olan XU100, VIX, DXY ve GVZ parametrelerinin kullanılmasıdır.

**Anahtar kelimeler:** Derin öğrenme, Uzun kısa süreli bellek, İslami hisse senedi endeksi, Katılım endeksi tahmini

### ABSTRACT

The Islamic stock market is a dynamic platform that provides a suitable environment for investors to invest in shares that comply with Islamic law. Predicting the future price movements of the market provides significant advantages for investors such as reducing risk and increasing profits. As a consequence of developments in artificial intelligence applications, deep learning methods show superior success compared to other methods in predicting financial data. The Long Short Term Memory (LSTM) model, which can successfully model the complex relationship between input and output variables in a financial time series, attracts attention among deep learning methods. For this reason, the LSTM model was used in this study to forecast the Participation index, which represents the Islamic stock market in Turkey, with high accuracy. Macroeconomic factors or stock market technical indicators, which are widely used in the literature, were not used to determine the features that may directly affect the success of the model. Instead, following an index-based approach, the BIST 100 (XU100) index, CBOE volatility index (VIX), the gold volatility index (GVZ), and dollar index (DXY) were determined as the input variables of the forecast model. Thanks to this approach, many parameters are included in the model with a single index value and fewer input variables are used. Thus, the model is simplified and at the same time the predictive power of the model is increased. With the designed model, the Participation index was forecasted with 0.06, 0.08, 0.02, and 0.994 values in MAE, RMSE, MAPE, and R2 error functions, respectively. The main contribution of the study to the literature is that it is the first study in Turkey to use the LSTM model as a deep learning method in forecasting the Islamic stock index. The secondary contribution is the use of XU100, VIX, DXY, and GVZ parameters, which are index-based features, in the forecasting of the Islamic stock index.

**Keywords:** Deep learning, Long short term memory, Islamic stock index, Participation index prediction

<sup>1</sup> (Dr. Öğr. Gör.), Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu, Ulaştırma Hizmetleri Bölümü, Burdur, Türkiye

<sup>2</sup> (Dr. Öğr. Üyesi), Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Elektronik ve Otomasyon Bölümü, Burdur, Türkiye

ORCID: D.T.Ç. 0000-0001-9321-6991;  
S.M. 0000-0002-0393-9908

#### Corresponding author:

Dilşad TÜLGEN ÇETİN  
Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu, Ulaştırma Hizmetleri Bölümü, Burdur, Türkiye  
E-mail address: dtozturk@mehmetakif.edu.tr

Submitted: 28.07.2021

Revision Requested: 30.11.2021

Last Revision Received: 03.12.2021

Accepted: 03.12.2021

**Citation:** Cetin, D. T. Ve Metlek, S. (2021). Türkiye'deki İslami hisse senedi endeksinin, endeks tabanlı öznitelikler kullanılarak derin öğrenme yöntemi ile tahmini. *Acta Infologica*, 5(2), 287-298.  
<https://doi.org/10.26650/acin.975633>

## 1. GİRİŞ

İslami hisse senetleri, İslami finansın temel ilkelerine uygun olarak faaliyet gösteren şirketlerin ortaklık paylarını temsil eden hisse senetleridir (Usman, Qamar Jibrān, Amir-ud-Din ve Akhter, 2019). Diğer bir deyişle, İslami hisse senetleri;

- (i) Faiz, aşırı belirsizlik (garar) ve spekülasyon, kumar ve şans oyunları (maysir) yasaklarına uygun (Çetin, 2021a),
- (ii) Alkol, domuz eti, kumar, faize dayalı finansal hizmetler gibi yasaklı alanlar dışında faaliyet gösteren,
- (iii) Risk-kâr-zarar paylaşım esasına dayalı şirketlere ait hisse senetleridir (İbrahim, 2015).

Geleneksel hisse senetleri ile aynı pazarı paylaşmalarına karşın performansları, krizlere karşı gösterdikleri tepkileri ve verimlilikleri açısından farklılıklar gösterirler. İslami finans sisteminin; varlığa dayalı olması, spekülatif kazançlar sağlayan türev ürünlere ve aşırı belirsizlikler içeren işlemlere izin vermemesi, yüksek kaldıraçlı firmaları dışlaması ve kaynakların kullanımında reel ekonomiyi destekleyici tutumu, krizlere karşı daha dayanıklı bir yapı sergilemelerine yol açmıştır (Balcılar, Demirel ve Hammoudeh, 2015; Çetin, 2021b). Bunun yanı sıra, İslami hassasiyetleri olan yatırımcıların fonlarını sermaye piyasasına kazandırmak ve çeşitlendirme sağlayarak riski azaltmak veya kârı artırmak gibi önemli fonksiyonları yerine getiren İslami hisse senedi piyasası, tüm dünyada hızla büyümektedir. 2020 yılsonu itibarıyla küresel İslami finansal varlıkların hacmi üç trilyon dolara yaklaşmıştır. Son on yılda ortalama %7 büyüyen İslami finans sektörünün gelecek dönemlerde büyümesini sürdüreceği öngörülmektedir (IFSB, 2020). Özellikle, Müslüman olmayan gelişmiş ülke piyasalarındaki büyümesi ise dikkate değer bir gelişme olarak değerlendirilmektedir.

İslami finansal araçların, İslami olmaları hususunda uymaları gereken önemli kriterler bulunmaktadır. Söz konusu kriterler, borsalara göre bazı farklılıklar gösterse de temel ilkeleri benzerdir. İslami hisse senetleri, iki önemli incelemeden geçirilir. Bunlar; (i) faaliyet alanlarına göre inceleme ve (ii) finansal oranlarına göre incelemedir. Türkiye'de bir hisse senedinin İslami olabilmesi için şirketin ana faaliyet alanı; faize dayalı finansal hizmetler, alkollü içecek, kumar, şans oyunu, domuz eti, reklam, turizm, tütün mamulleri, vadeli altın, gümüş ve döviz ticareti olmamalıdır. Finansal oranlar açısından ise, faiz getirili nakit ve menkul kıymetlerin veya faizli kredilerin şirketin piyasa değerine oranı %30'u ve yasaklı faaliyet alanlarından elde edilen gelirin toplam gelire oranı %5'i geçmemelidir (Katılım, 2021). İslami endeksler ise sektörde kritik bir rol oynamaktadır. Bu endeksler, yatırım yapılabilecek mevcut İslami hisse senetleri evrenini ve İslami yatırımcıların piyasaları ölçme şeklini tanımlamaktadır. Dow Jones (DJ), Financial Times Stock Exchange (FTSE), Morgan Stanley Capital International (MSCI) gibi büyük borsalar İslami hisse senedi endeksleri yayınlamaktadır. Ayrıca, Malezya EMAS İslami endeksi, Pakistan Mezan İslami endeksi ve Türkiye Katılım endeksi gibi ulusal İslami hisse senedi endeksleri bulunmaktadır (Hassan, Aliyu, Saiti ve Abdul Halim, 2020).

Sektörün artan önemi, yatırımcılar açısından İslami endeks tahminini daha önemli hale getirmiştir. Hisse senedi endeksi tahmini, hisse senetlerini ve getirilerini etkileyen çok sayıda sosyal ve ekonomik faktör (örn. makroekonomik faktörler, ekonomik ve politik belirsizlikler vb.) bulunduğundan yatırımcılar ve şirketler için son derece zor, ancak değerlidir. Bu gibi çoklu faktörlerin etkisiyle, hisse senedi endeks verileri çok değişkenli ve doğrusal olmayan bir yapı göstermektedir. Geleneksel borsa endekslerinin tahminine odaklanan birçok çalışma olmasına rağmen, spesifik olarak İslami endeksleri tahmin eden çok az çalışma bulunmaktadır. Literatürdeki boşluğu doldurmak üzere çalışmada, Türkiye'de İslami hisse senedi endeksini temsil eden Katılım endeksinin (KATLM) tahmininde, özellikle zaman serisi verilerindeki başarılarından dolayı, güncel bir makine öğrenme yöntemi olan Uzun Kısa Süreli Bellek (Long Short Term Memory-LSTM) modeli tercih edilmiştir (Sherstinsky, 2020).

Tahmin modelinin girdi değişkenleri belirlenirken, literatürde yaygın olarak tercih edilen teknik indikatörler (Aslam, Mughal, Ali ve Mohmand, 2020; Doaei, Mirzaei ve Rafiqh, 2021) veya makroekonomik göstergeler (Narayan, Phan, Sharma ve Westerlund, 2016; Umam, Ratnasari ve Herianingrum, 2019) kullanılmamıştır. Bunun yerine, endeks tabanlı bir yaklaşım izlenerek, XU100 endeksi (XU100), CBOE oynaklık endeksi (VIX), altın endeksi (GVZ) ve dolar endeksi (DXY) tahmin modelinin girdi değişkenleri olarak belirlenmiştir. Endeks tabanlı veriler, tek bir değer ile çok sayıda veriyi temsil etme gücü vermekte ve böylece girdilerin tahmin gücünü artırmaktadır.



Çalışma, Türkiye’de İslami hisse senedi endeksinin (KATLM) tahmininde derin öğrenme yöntemi olarak LSTM modelini kullanan ilk çalışma olması bakımından önem arz etmektedir. Ayrıca, tahmin modelinde girdi değişkenler olarak endeks tabanlı bir yaklaşım izlenmesi, bu çalışmayı benzerlerinden farklı kılmaktadır. Doğru bir tahmin, İslami hisse senedi piyasasında verimsiz yatırımları engelleme ve gelecekteki Katılım endeksi performans trendini belirlemede hayati bir rol oynamaktadır. Bu çalışmanın bulguları, yatırımcıların yatırım ve portföy stratejilerini tasarlamalarına yardımcı olacaktır.

Çalışma beş bölümden oluşmaktadır: İkinci bölümde mevcut literatürdeki ilgili çalışmalara yer verilmekte, üçüncü bölümde analizde kullanılan veri seti ve yöntem açıklanmakta, dördüncü bölümde tasarlanan LSTM sistemi ve bulgular paylaşmakta ve son bölümde sonuçlar değerlendirilmektedir.

## 2. LİTERATÜR TARAMASI

Artan önemi ile birlikte İslami hisse senedi piyasalarına yönelik yapılan akademik çalışmalar son yıllarda artış göstermektedir. Yapılan çalışmalar, çoğunlukla İslami hisse senedi piyasasını geleneksel hisse senedi piyasası ile risk-getiri (Altın ve Caba, 2016; Bayram ve Othman, 2019; Seçme, Aksoy ve Uysal, 2016; Umar, Shahzad, Ferrer ve Jareño, 2018) ve oynaklık (Gandapur, 2020; Haddad, Mezghani ve Al Dohaiman, 2020; Kahyaoğlu ve Akkuş, 2020) açısından karşılaştırmaktadır. Türkiye’deki İslami hisse senedi piyasasını temsil eden Katılım endeksine ilişkin çalışmalar incelendiğinde, mevcut çalışmaların XU100 endeksi ile aralarındaki ilişkiyi araştırmaya ve karşılaştırmaya odaklandığı görülmektedir. Çalışmalara göre; KATLM ile XU100 endeksi arasında kısa dönemli nedensellik ilişkisi bulunmadığı (Bayram ve Othman, 2019) ancak oynaklık yayılımı bulunduğu (Kahyaoğlu ve Akkuş, 2020) ve Katılım endeksinin daha düşük oynaklık ile daha yüksek getiriye sahip olduğu (Altın ve Caba, 2016; Seçme ve diğerleri, 2016) tespit edilmiştir. Bulgular, riski azaltmak veya kârı artırmak amacıyla Katılım endeksinin yatırımcılar açısından portföy çeşitlendirmesinde kullanılabileceği yönündedir (Çetin, 2019). Bununla birlikte, literatürde Katılım endeksinin yapay zekâ yöntemleri ile tahminine ilişkin çalışmaya rastlanmamıştır.

İslami hisse senedi endekslerinin tahminine ilişkin sınırlı sayıda çalışma, Markov zinciri (Yavuz, 2019), çoklu doğrusal regresyon analizi (Mar’i, Pratiwi, Oktanisa ve Utaminingrum, 2019), Otoregresif Koşullu Değişen Varyans (ARCH) modeli (Narayan ve diğerleri, 2016) ve yapay sinir ağları (YSA) (Aslam ve diğerleri, 2020) modellerini kullanmaktadır. Narayan vd., (2016) İslami hisse senedi getirilerinin tahmin edilebilirliğini, Dow Jones İslami endeksinin bileşenleri olan 2577 İslami hisse senedini içeren geniş bir veri seti üzerinde araştırmıştır. Sonuç olarak; en başarılı tahmin edicinin Amerikan hisse senedi getirileri olduğunu, en kârlı bölgenin gelişmekte olan ülkeler ve en kârlı sektörün ise tüketim malları sektörü olduğunu tespit etmişlerdir. Yavuz, (2019), BIST Katılım 30 ve 50 endekslerini, Markov zinciri analizi ile 0,0065 (artışta), 0,0232 (azalışta) ve 0,0297 (sabitte) mutlak hata ile tahmin ederken, Mar’i, Pratiwi, Oktanisa, & Utaminingrum, (2019) Jakarta İslami endeksini Gauss eliminasyonu, Cramer kuralı ve Gauss-Jordan katsayı belirleme yöntemleriyle sırasıyla, %0,43, %0,44, %0,83 ortalama mutlak yüzdesel hata (MAPE) değeri ile tahmin etmiştir. Aslam et al., (2020), 25 teknik indikatörü kullanarak, Pakistan KMI-30 İslami hisse senedi endeksini 5,29 MAPE değeri ile tahmin etmişlerdir. Bu tahmin yöntemlerinin yanı sıra, literatürde İslami hisse senedi endeksini LSTM ile tahmin eden az sayıda çalışma bulunmaktadır. Fauzi, (2019), Jakarta İslami endeksini, LSTM modeli ile 0,00019 ortalama karesel hata (MSE) ve 0,014 kök ortalama karesel hata (RMSE) ile tahmin etmiştir. Dami & Esterabi, (2021), Tahran borsasında işlem gören on hisse senedinin getirilerini, otomatik kodlayıcı (AutoEncoder-AE) ile öznetelik seçimi yaptıkları AE-LSTM modeli ile 0,0343 ortalama mutlak hata (MAE) ile tahmin etmiştir.

Türkiye’de İslami hisse senedi piyasasında Katılım endeksini tahmin etmek amacıyla LSTM derin öğrenme yönteminin kullanıldığı herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle, bu çalışmanın sonuçları diğer ülkelerdeki İslami endekslerin (Dami ve Esterabi, 2021; Fauzi, 2019) ve XU100 endeksinin (Kilimci, 2020) LSTM ile tahmin sonuçlarıyla karşılaştırılabilir.

## 3. VERİ SETİ VE YÖNTEM

### 3.1 Veri Seti

Bir yapay zekâ yönteminin başarısı, problemin açık bir şekilde ortaya konulmasına ve girdi değişkenlerle çıktı değişken arasındaki doğrusal olmayan karmaşık ilişkinin uygun şekilde modellenmesine bağlıdır. Özellikle finansal zaman serilerinin

yapay zekâ ile tahmininde girdi değişkenlerin belirlenmesi, modelin başarısı üzerinde doğrudan etkili olduğundan büyük önem taşımaktadır. Literatürde İslami hisse senedi piyasası ile makroekonomik değişkenler arasındaki ilişkiyi ortaya koyan (Narayan ve diğerleri, 2016; Umam ve diğerleri, 2019) veya teknik indikatörleri (Aslam ve diğerleri, 2020; Doaei ve diğerleri, 2021) tahmin modellerinde girdi değişken olarak kullanan çalışmalar bulunmasına karşın, bu çalışmada farklı bir öznitelik seçimi yöntemi kullanılmıştır. Endeks tabanlı öznitelik seçimi olarak tanımlanabilecek olan bu yöntemde, endeks değerlerinin tek bir değer ile birçok parametreyi temsil etme gücünden yararlanması amaçlanmaktadır. Tercih edilen yaklaşımın iki önemli avantajı bulunmaktadır:

- i. Girdi parametreleri azaltıldığından model basitleştirilmiş ve gereksiz işlem yükünden kaçınılmış olmaktadır.
- ii. Tüm parametreler endeks verilerine etki edeceğinden, veri kaybı mümkün olduğunca engellenmiş olmaktadır.

Çalışmada girdi parametreleri olarak kullanılan endeksler, ekonomik teorilerden ve literatürdeki ampirik çalışmalardan yola çıkılarak belirlenmiştir. Girdi değişkenler; (i) XU100, (ii) VIX, (iii) GVZ, (iv) DXY endeksleri ve çıktı değişkeni ise KATLM endeksidir. Çalışmada kullanılan değişkenler Tablo 1'de sunulmaktadır.

Tablo 1

*Çalışmada kullanılan değişkenler*

Kısaltma Kodu	Değişken Adı	Veri Türü	Veri Kaynağı
KATLM	Katılım 30 Endeksi	Endeks Kapanış Fiyatı	BIST*
XU100	BIST 100 Endeksi	Endeks Kapanış Fiyatı	BIST*
VIX	CBOE Oynaklık Endeksi	Endeks Kapanış Fiyatı	Investing**
GVZ	Altın Oynaklık Endeksi	Endeks Kapanış Fiyatı	Investing**
DXY	Dolar Endeksi	Endeks Kapanış Fiyatı	Investing**

\*Borsa İstanbul (BIST, 2021).

\*\*Investing (www.investing.com).

Genel olarak, belirlenen değişkenler, hisse senetlerinden beklenen nakit akışlarını ve yatırımcıların beklediği getiri oranını etkilediği için hisse senedi fiyat hareketlerinin öngörüsünde belirleyici olabilir. Belirsizlik göstergelerindeki artışlar, İslami hisse senedi endeksinin düşmesine yol açarken, İslami olmayan endeksteeki artışlar İslami hisse senedi endeksinin yükselmesine yol açacaktır. Çalışmada kullanılan girdi değişkenler ile Katılım endeksi arasındaki ilişki aşağıda açıklanmaktadır.

BIST 100 ile Katılım endeksleri (Katılım 30 ve Katılım 50 Endeksleri) arasında güçlü bir ilişkinin varlığını ortaya koyan çok sayıda çalışma bulunmaktadır (Güçlü, 2020; İçellioğlu, 2018; Kamışlı ve Esen, 2020). Özellikle, BIST 100 endeksinden Katılım endeksine doğru tek yönlü nedensellik ilişkisinin varlığı, Katılım endeks değerlerinin öngörüsünde BIST 100 endeksinin tahmin belirleyicisi olarak kullanılabilmesine işaret etmektedir.

VIX endeksi, S&P 500 endeksi alım ve satım opsiyonlarının içsel oynaklık değerleri baz alınarak hesaplanmaktadır. VIX, beklenen borsa oynaklığını ifade etmekte ve yatırımcıların riskten kaçınma derecesini göstermektedir. Bu nedenle, daha yüksek belirsizliğe işaret eden VIX endeksindeki bir artış, hisse senedi getirileri üzerinde olumsuz bir etkiye sahip olacaktır (Gandapur, 2020; Haddad ve diğerleri, 2020; Umar ve diğerleri, 2018).

Altın ve İslami hisse senedi fiyatları arasındaki ilişki iki açıdan önemlidir. Birincisi, altın İslami yatırımcılar açısından güvenli bir yatırım limanı olarak görülmektedir. Bu durumda, Katılım endeksine alternatif bir yatırım aracı olarak değerlendirilebilir. İkincisi ise altın fiyatlarındaki değişimin ekonominin genel durumunun bir göstergesi olarak değerlendirilebilmesidir. Altın fiyatlarındaki artış, hisse senedi piyasasından altın piyasasına doğru fonların çıkışı nedeniyle olumsuz ekonomik koşulların bir göstergesi olabilir (Alkhalili ve Zoubi, 2020). CBOE altın oynaklık endeksi (GVZ), altın fiyat oynaklığının etkisini ölçmek için yaygın olarak kullanılmaktadır (Rahman, Hedström, Uddin ve Kang, 2021; Saka Ilgın, 2019; Trabelsi, 2019).

DXY endeksi, önemli para birimlerinden (Avro, Japon Yeni, İngiliz Sterlini, Kanada Doları, İsveç Kronu ve İsviçre Frankı) oluşan bir sepetin ağırlıklı geometrik ortalamasına karşı Amerikan dolarının değerini yansıtmaktadır. DXY endeksi, hisse senedi piyasası oynaklığının tahmininde önemli bir belirleyici olup (Dai, Zhou ve Dong, 2020), dolar/TL kurunun seyri açısından da son derece kritik bir öneme sahiptir (Ögel ve Fındık, 2020).

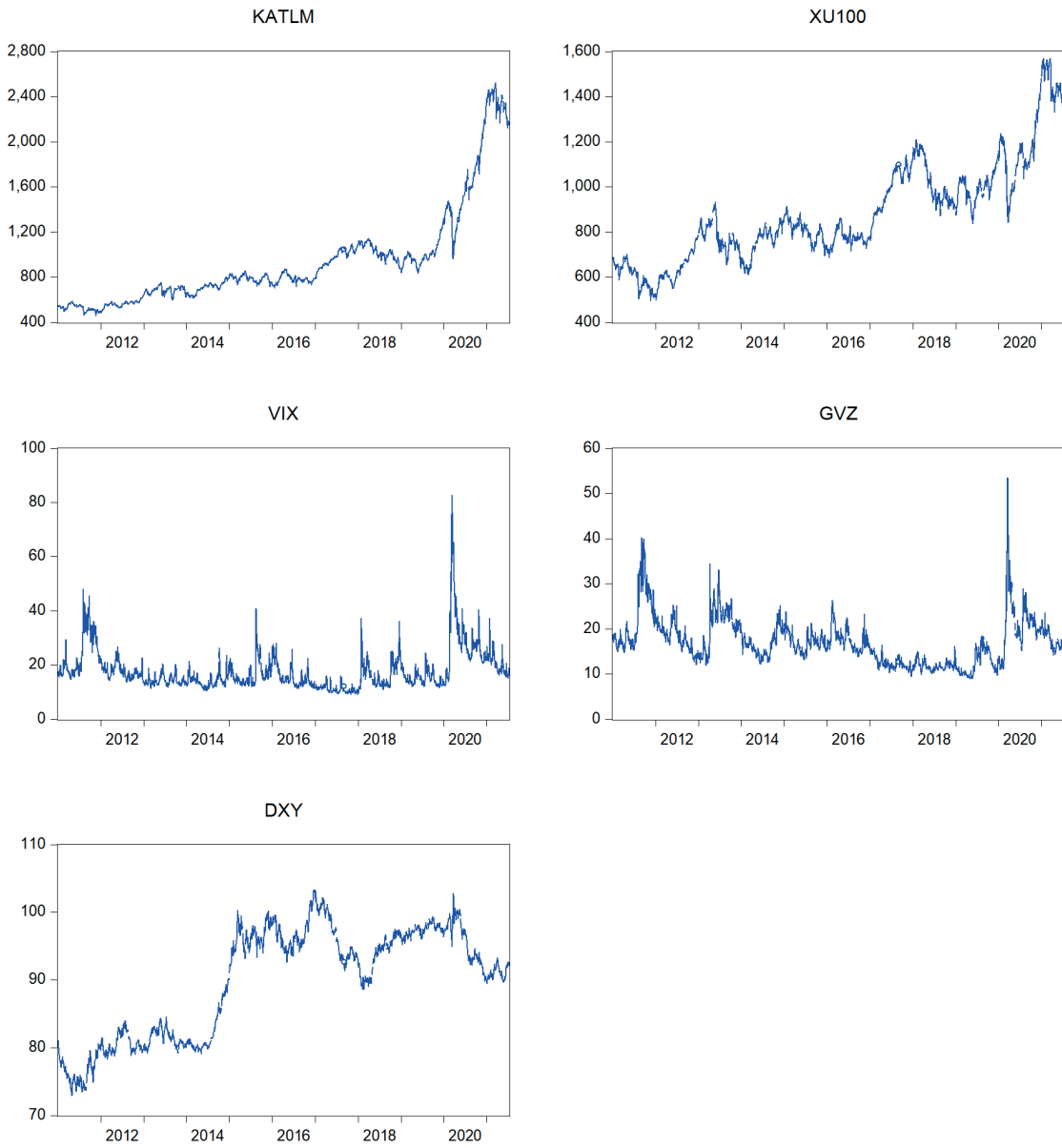
Çalışmada kullanılan XU100, VIX, GVZ, DXY endeks girdi parametreleri ile tahmini hedeflenen KATLM endeksi arasındaki sayısal ilişkiyi ortaya koymak üzere hesaplanan korelasyon katsayıları Tablo 2’de detaylı olarak sunulmaktadır.

Tablo 2

*Girdi Parametrelerinin KATLM Endeksiyle Korelasyon İlişkisi*

	KATLM	BIST 100	GVZ	VIX	DXY
KATLM	1.0000				
BIST 100	0.9300	1.0000			
GVZ	-0.0814	-0.2897	1.0000		
VIX	0.1871	0.0282	0.6270	1.0000	
DXY	0.4033	0.5046	-0.3295	-0.0458	1.0000

Veri setinde yer alan değişkenlere ait zaman serisi grafikleri Şekil 1’de sunulmaktadır.



Şekil 1. Değişkenlere ait veri grafikleri

Şekil 1'de, KATLM ile XU100 endeks hareketleri arasındaki benzerlik dikkat çekmektedir. Ayrıca, VIX ve GVZ endekslerinin de aynı yönde hareket eğiliminde olduğu görülmektedir. Buna karşın DXY endeksi her iki grup ile farklı davranış göstermektedir. Çalışmada, bu beş farklı verinin aynı yöntem içerisinde modellenmesi hedeflenmiştir.

Veri dönemi, KATLM endeksinin hesaplanmaya başlandığı tarih olan 07.01.2011 ile verilerin analize alındığı tarih olan 12.07.2021 tarihleri arasında sınırlandırılmıştır. Elde edilen verilerden, eksik olan ve tatil tarihlerindeki farklılıklardan dolayı sağlanamayan veriler, veri setinden çıkarılmış ve sonuç olarak 2645 adet günlük veri elde edilmiştir.

### 3.2. Yöntem

Günümüzde donanım teknolojisinin gelişmesine paralel olarak yazılım sektöründe de önemli gelişmeler meydana gelmiştir. Yazılım sektöründe yaşanan bu önemli gelişmelerden birisi de yapay zekâ algoritmalarında görülmektedir. Yapay zekâ algoritmaları genel olarak donanım bağımlısı algoritmalar olup, doğrusal olmayan verilerde oldukça yüksek başarımlar sağlanmaktadır (Metlek, Kayaalp, Basyigit, Genc ve Dogan, 2021). Bu algoritmalar günümüzde, finansal, endüstriyel, askeri ve sağlık alanındaki uygulamalar dâhil çok geniş bir kullanım alanına sahiptir. Yapay zekâ algoritmalarının kullanıldığı alanlardaki sınıflandırma ya da regresyon problemine göre uygun modellerin tercih edilmesi tahmin başarısını artmaktadır (Mengi ve Metlek, 2020; Metlek ve Kayaalp, 2021).

Literatürde birçok finansal analiz uygulamasında ileri beslemeli geri yayımlı yapay sinir ağı ve türevleri kullanılmaktadır. Bu algoritmalarda da genellikle Denklem 1 ve 2 de sırasıyla sunulan Sigmoid ve Tanjant Hiperpolik fonksiyonları kullanılmaktadır. Bu fonksiyonların özelliği doğrusal olmayan aktivasyon fonksiyonları olmalarıdır.

$$y = \frac{1}{1 + e^{-Net}} \quad (1)$$

$$y = \frac{e^{Net} - e^{-Net}}{e^{Net} + e^{-Net}} \quad (2)$$

Denklem 1 ve 2 de kullanılan  $Net$  girdi değeri ise ( $s_k^p$ ) Denklem 3 ile hesaplanmaktadır.

$$s_k^p = \sum_j w_{jk} y_j^p + \theta_k \quad (3)$$

Denklem 3'de kullanılan  $w_{jk}$  ifadesi  $k$ . katmandaki bir elemanın, diğer katmandaki  $j$ . eleman ile arasındaki bağlantıyı ifade ederken  $\theta_k$  eşik değerini ifade etmektedir. Yapay zekâ algoritmalarında türevlenebilir aktivasyon fonksiyonları kullanılmaktadır. Bu sayede ağ her ileri geri çalıştığında hata değeri azalarak istenilen sonuca daha da yaklaşması sağlanmaktadır. Genel olarak türevlenebilir aktivasyon fonksiyonu Denklem 4 ile gösterilmektedir ve burada kullanılan  $y_k^p$  değeri, katman elemanın  $p$  örneğindeki aktivasyon fonksiyonunun çıktısını ifade eder.

$$y_k^p = F(s_k^p) \quad (4)$$

Matematiksel olarak bu şekilde ifade edilen bir yapay sinir ağı, bünyesindeki aktivasyon fonksiyonları sayesinde doğrusal olmayan regresyonel olayları modellemek için kullanılmaktadır.

Çalışmada kullanılan veriler, finansal zaman serisi olduğundan regresyonel veriler için kullanılabilen yapay sinir ağı modellerine odaklanılmıştır. Literatürde zaman serilerinde kullanılan modeller incelendiğinde, birçok çalışmada geri dönüşümlü yapay sinir ağı (Recurrent Neural Network, RNN) modelini görmek mümkündür (Chen, Yeo, Lau ve Lee, 2018; Rather, Agarwal ve Sastry, 2015; Saud ve Shakya, 2020). Fakat bu modelin literatürde de belirtildiği üzere gradyan kaybolması veya patlaması sorunları nedeniyle uzun menzilli bağımlılıkları öğrenmesi zordur (Kong ve diğerleri, 2019). RNN'lerdeki bu sorunlarının çözümü için yakın geçmişte LSTM modeli geliştirilmiştir. Gerçekleştirilen çalışmada hem uzun süreli bağımlılıkları modelleyebilmesi hem de zaman serilerinde yüksek tahmin başarısı sağlayabilmesi nedeniyle bu model tercih edilmiştir.

RNN'ler genelde tek katmanlı bir yapıya sahipken, LSTM yapıları ise çok katmanlı yapıya sahiptir. LSTM mimarisinde katmanlar kapı olarak ifade edilmektedir. Bu mimaride temelde giriş, unutma ve çıkış olmak üzere üç adet kapı bulunmaktadır. Bu kapılardan ilki giriş kapısı olup, yeni gelen verilerden hangilerinin saklanacağına karar verir. Bu karar verme işleminde sırasıyla Denklem 5 ve 6'da sunulan sigmoid ve tanh fonksiyonları kullanılmaktadır.

$$i_t = \text{sigmoid}(W_i[h_{t-1}, x_t] + b_i) \quad (5)$$

$$C_{tx} = \text{tanh}(W_c[h_{t-1}, x_t] + b_c) \quad (6)$$

$i_t$  ve  $C_{tx}$  değerleri kullanılarak bir önceki verilerin bir sonraki hücreye ( $C_t$ ) aktarılması sağlanmaktadır. Bu işlem için Denklem 7 kullanılmaktadır.

$$C_t = f_t * C_{t-1} + C_{tx} \quad (7)$$

Denklem 3'te kullanılan  $f_t$ , LSTM yapısındaki bir diğer kapı olan unutma kapısını ifade etmektedir. Unutma kapısı kendisinden önceki çıkış verisi ile o anki giriş verisi arasında bir değerlendirme yaparak, 0 ile 1 arasında bir değer üretir. Unutma kapısında gerçekleştirilen işlem Denklem 8'de sunulmuştur.

$$f_t = \text{sigmoid}(W_f[h_{t-1}, x_t] + b_f) \quad (8)$$

Elde edilen değerler son olarak LSTM yapısındaki çıkış kapısına gönderilerek hücrenin çıkış değeri üretmesi sağlanmaktadır. Bu işlem için Denklem 9 ve 10 kullanılmaktadır. Hesaplanan hücre çıkış değeri kendisinden sonraki hücreye giriş olarak aktarılmaktadır (Deng ve Yu, 2014).

$$o_t = \text{sigmoid}(W_o[h_{t-1}, x_t] + b_o) \quad (9)$$

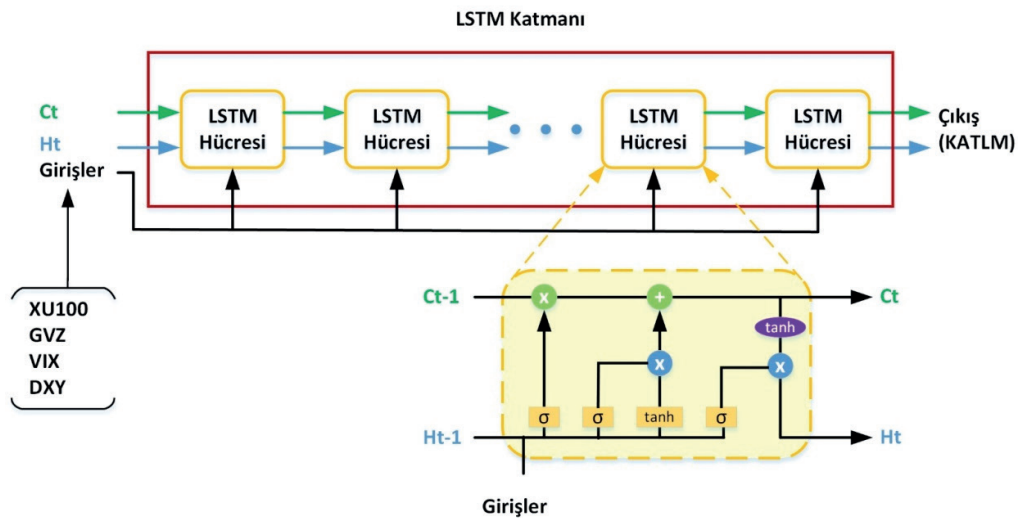
$$h_t = o_t * \text{tanh}(C_t) \quad (10)$$

Denklem 5-10 arasındaki işlemler bir LSTM hücresinde hangi bilgilerin eklenip, hangilerinin çıkarılacağına karar vermektedir.

#### 4. TASARLANAN SİSTEM VE BULGULAR

Çalışmada, finansal zaman serilerinin tahminindeki başarısından dolayı LSTM yöntemi tercih edilmiştir (Song ve diğerleri, 2020). Modelde, giriş parametresi olarak XU100, GVZ, VIX ve DXY endeksleri, çıkış parametresi olarak KATLM endeksi kullanılmıştır. Toplam 2645 adet günlük veri, K-Fold 5 değerine göre eğitim (%80) ve test (%20) verileri olmak üzere ikiye ayrılmıştır.

Tasarlanan sistem MATLAB ortamında geliştirilmiş olup, 2x Intel Xeon Gold 6130 (32 Core, 2.10GHz, 3.70GHz Turbo, 22MB-İşlemci), 64GB DDR4 (2666MHz ECC-Ram), 256 Bit GDDR5 8 GB (Ekran kartı), X99 Huananzhi Double CPU DDR4 (Anakart) ve 500GB SSD (Harddisk) donanıma sahip bir iş istasyonu üzerinde çalıştırılmıştır. Tasarlanan sistemin genel işleyişi ve mimarisi Şekil 2'de gösterilmektedir.



Şekil 2. LSTM mimarisi

LSTM modelinin içyapısı ile ilgili kullanılan hiper-parametreler, belirlenen aralıklarda test edilmiş ve elde edilen en iyi test değerleri ile birlikte Tablo 3'te detaylı olarak sunulmuştur.

Tablo 3

*LSTM modelinde kullanılan parametreler*

Sıra	Hiper-parametreler	Test edilen hiper-parametre aralığı	En iyi test değeri
1	Initial learning rate	$10^{-4}$ - 0	$5 \times 10^{-3}$
2	Dropout rate	0.01-0.9	0.23
3	MiniBatchSize	1-40	25
4	GradientThreshold	0.01-0.99	0.2
5	Learn rate drop factor	0.01-0.9	0.02
6	Max epoch iterations	100-10,000	1100
7	LearnRateDropPeriod	10-1000	500
8	NumHiddenUnits:	10-200	50

Bir yapay zekâ yönteminde kullanılan model kadar, modelin başarısını ölçmek için kullanılan hata fonksiyonları da önemlidir. Tasarlanan LSTM sisteminin tahmin performansını ölçmek için literatürde yaygın olarak kullanılan mutlak hata değeri (*MAE*), ortalama karekök hata (*RMSE*), ortalama mutlak yüzdesel hata (*MAPE*) ve  $R^2$  fonksiyonları kullanılmıştır. Kullanılan fonksiyonlar sırasıyla Denklem 10-13 arasında sunulmuştur.

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_{gercek_i} - y_{tahmin_i}| \quad (11)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_{gercek_i} - y_{tahmin_i})^2}{n}} \quad (12)$$

$$MAPE = \frac{100\%}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|y_{gercek_i} - y_{tahmin_i}|}{|y_{meas_i}|} \quad (13)$$

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (y_{gercek_i} - y_{tahmin_i})^2}{\sum_{i=1}^n (y_{tahmin_i} - \underline{y}_{gercek_ort})^2} \quad (14)$$

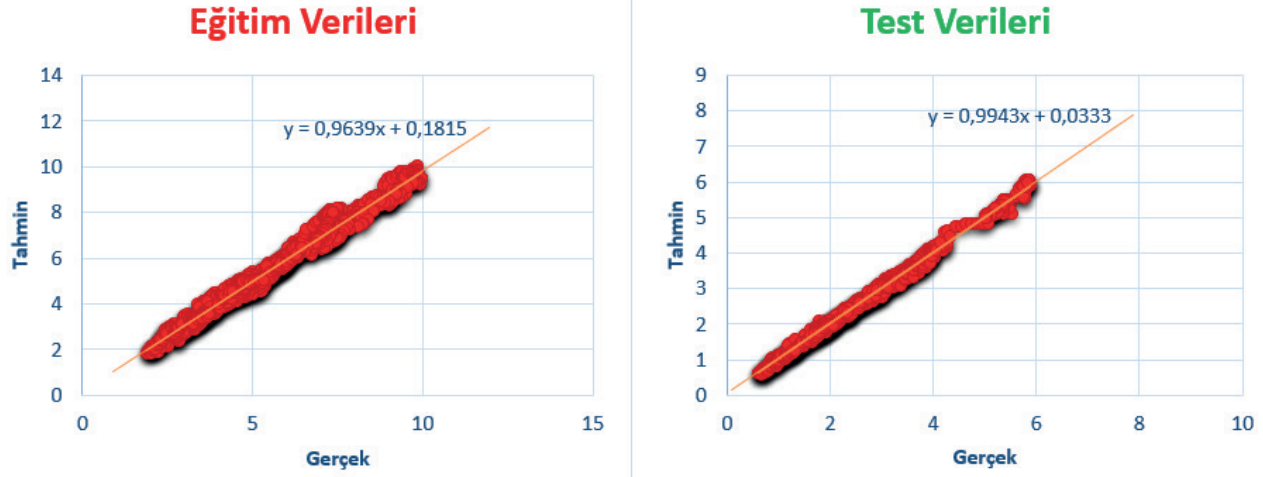
Denklem (11-14)'de kullanılan  $y_{gercek_i}$ , i. gerçek veri değerini,  $y_{tahmin_i}$  i. tahmin değerini,  $\underline{y}_{gercek}$  gerçek verilerin ortalamasını ifade etmektedir. Eğitim ve test verilerinden K-Fold 5'e göre elde edilen hata fonksiyon sonuçları Tablo 4'te sunulmuştur.

Tablo 4

*Modelin performans sonuçları*

Veriler	MAE	RMSE	MAPE	$R^2$
Eğitim	0.09	0.15	0.02	0.9630
Test	0.06	0.08	0.02	0.994

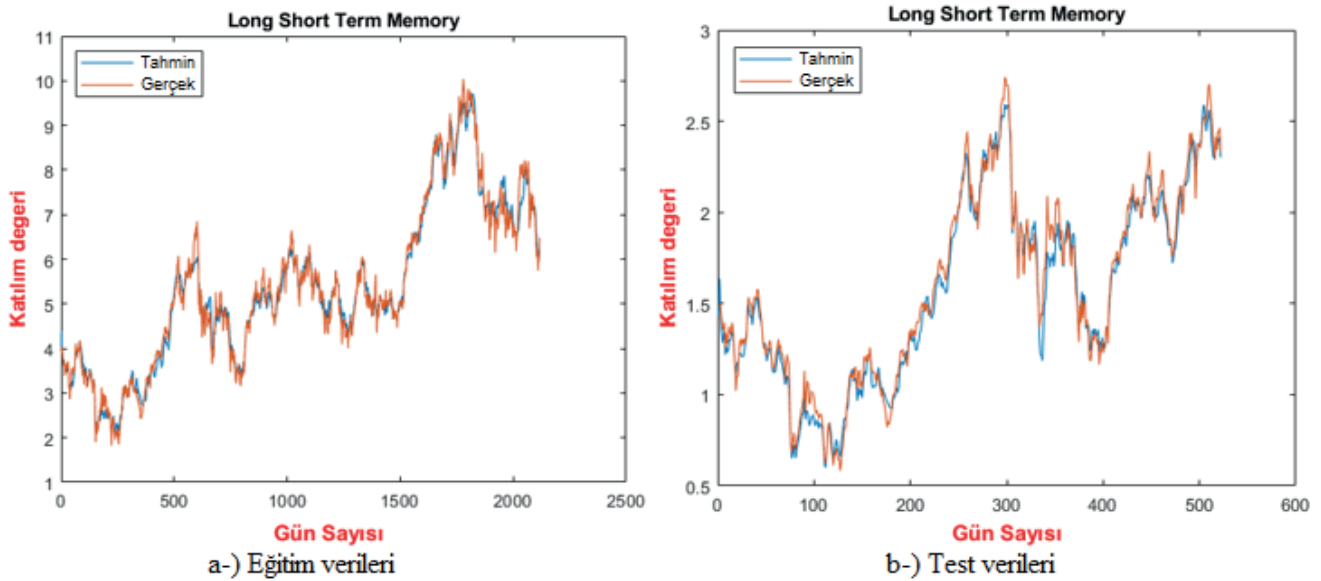
Şekil 3'te eğitim ve test verilerinin LSTM modeli ile elde edilen  $R^2$  değerlerinin grafikleri sunulmuştur.



Şekil 3. Eğitim ve test verilerine ait  $R^2$  grafikleri

Şekil 3'te yer alan grafiklere ve Tablo 3'te sunulan modelin performans değerlerine göre her iki veri tipi ile modelin ürettiği tahminler %95'in üzerinde doğruluktur. Özellikle test verilerinden elde edilen başarı oranı, eğitim verilerine göre daha yüksektir. Bunun da muhtemel nedeni K-fold 5 değerine göre veriler gruplanırken zamansal kırılmaların eğitim setinde daha fazla olmasıdır.

Normalize edilmiş eğitim ve test verileri için Tablo 2'de belirlenen en iyi parametre değerleri ile elde edilen KATLM endeksinin tahmin ve gerçek değerlerine ilişkin grafikler, sırasıyla Şekil 4 (a) ve (b)'de sunulmuştur.



Şekil 4. Eğitim ve test verilerinin sonuçları

Şekil 4'te, KATLM endeksinin gerçek değerlerini temsil eden kırmızı çizgilerle, tasarlanan LSTM sisteminin ürettiği tahmini değerleri temsil eden mavi çizgilerin büyük oranda örtüştüğü, diğer bir deyişle modelin KATLM endeksinin yüksek doğrulukta tahmin edebildiği görülmektedir.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Son yıllarda tüm dünyanın odak noktası haline gelen İslami sermaye piyasalarının önemli bileşenlerinden biri de İslami hisse senedi piyasalarıdır. Artan ilgiye rağmen İslami hisse senedi endeksinin tahminine ilişkin çalışmaların son derece az

olması, bu çalışmanın temel motivasyonunu oluşturmuştur. Çalışmada, Türkiye'deki İslami hisse senedi piyasasını temsil eden KATLM endeksini tahmin etmek üzere en gelişmiş derin öğrenme yöntemlerinden biri olan LSTM modeli kullanılmıştır. Analizde, Ocak 2011-Temmuz 2021 dönemine ait 2645 adet KATLM endeksi günlük kapanış fiyatı kullanılmıştır. Öznitelik seçiminde, ekonomik teoriler ile literatür ışığında endeks tabanlı yaklaşım uygulanmış ve modelin girdi değişkenleri olarak XU100, GVZ, VIX ve DXY endeksleri belirlenmiştir. Veriler, K-fold 5 değerine göre eğitim (%80) ve test (%20) verileri olarak ikiye ayrılmıştır.

Tasarlanan model, Tablo 3'te belirtilen hiper-parametre değerleri kullanılarak optimize edilmiş ve sistemin tahmin performansını ölçmek üzere Denklem 7-10 arasında sunulan hata fonksiyonları kullanılmıştır. K-fold 5 değerine göre, test işleminin sonucunda MAE, RMSE, MAPE ve R<sup>2</sup> hata fonksiyonlarında sırasıyla 0,06, 0,08, 0,02 ve 0,994 değerleri elde edilmiştir. Ağın yüksek tahmin performansı, girdi değişkenlerin seçimindeki başarısına ve tasarlanan ağ mimarisinin verilere uygunluğuna bağlanabilir.

Çalışma, İslami hisse senedi endeksinin tahmininde LSTM modelinin etkinliğini ortaya koyarak, piyasanın taşıdığı belirsizlik ve riskin minimize edilmesine katkı sağlamaktadır. Özellikle ekonomik kriz ortamlarında yapılacak başarılı endeks tahminleri, İslami sermaye piyasası yatırımcılarının risk algısını azaltarak etkin yatırım stratejileri geliştirmelerine ve böylece kârlılıklarını artırmalarına yardımcı olacaktır. Tasarlanan model sayesinde analistler ve portföy yöneticileri piyasanın geleceği hakkında öngörü sahibi olacak, yatırımcılar alım satım kararlarını tahmin sonuçlarına göre verebileceklerdir. Sonuçta daha fazla yatırımcının İslami hisse senedi piyasasında işlem yapması ve piyasanın derinlik kazanması mümkün olacaktır.

Çalışmanın özgünlüğü, LSTM modelinin İslami hisse senedi endeksinin tahmininde etkili bir model olduğunu ve XU100, GVZ, VIX ve DXY endekslerinin tahmin modelinin belirleyicileri olduğunu kanıtlaması açısından önemlidir. Bu makale, Türkiye'de KATLM endeksini LSTM modeli ile tahmin eden ilk çalışma olduğundan, ileride yapılacak çalışmalar için referans teşkil edebilecektir. Tasarlanan LSTM sistemi ve belirlenen hiper-parametreler, diğer ülke borsalarında yer alan İslami hisse senedi endekslerinin tahmininde referans olarak kullanılabilir. Ayrıca, BIST'te yer alan diğer endekslerin tahmininde ve farklı risk faktörlerini temsil eden girdi değişkenleri ile yapılacak analizlerde uygun ağ mimarisi tasarlanarak LSTM modeli kullanılabilir.

**Hakem Değerlendirmesi:** Dış bağımsız.

**Çıkar Çatışması:** Yazarlar çıkar çatışması etmemişlerdir.

**Finansal Destek:** Yazarlar finansal destek beyan etmemişlerdir.

**Yazar Katkıları:** Çalışma Konsepti/Tasarım- D.T.Ç., S.M.; Veri Toplama- D.T.Ç., S.M.; Veri Analizi/Yorumlama- D.T.Ç., S.M.; Yazı Taslağı- D.T.Ç., S.M.; İçeriğin Eleştirel İncelemesi- D.T.Ç., S.M.; Son Onay ve Sorumluluk- D.T.Ç., S.M.

**Peer-review:** Externally peer-reviewed.

**Conflict of Interest:** The authors have no conflict of interest to declare.

**Grant Support:** Authors declared no financial support.

**Author Contributions:** Conception/Design of Study- D.T.Ç., S.M.; Data Acquisition- D.T.Ç., S.M.; Data Analysis/Interpretation- D.T.Ç., S.M.; Drafting Manuscript- D.T.Ç., S.M.; Critical Revision of Manuscript- D.T.Ç., S.M.; Final Approval and Accountability- D.T.Ç., S.M.

## Kaynaklar/References

- Alkhazali, O. M. ve Zoubi, T. A. (2020). Gold and portfolio diversification: A stochastic dominance analysis of the Dow Jones Islamic indices. *Pacific Basin Finance Journal*, 60, 101264.
- Altın, H. ve Caba, N. (2016). Borsa İstanbul'da işlem gören katılım endekslerinin performanslarının değerlendirilmesi. *Finansal Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi*, 8(15), 229–248.
- Aslam, F., Mughal, K. S., Ali, A. ve Mohmand, Y. T. (2020). Forecasting Islamic securities index using artificial neural networks: performance evaluation of technical indicators. *Journal of Economic and Administrative Sciences*, ahead-of-p(ahead-of-print). doi:10.1108/jeas-04-2020-0038
- Balcilar, M., Demirer, R. ve Hammoudeh, S. (2015). Global risk exposures and industry diversification with Shariah-compliant equity sectors. *Pacific Basin Finance Journal*, 35, 499–520. doi: 10.1016/j.pacfin.2015.09.002
- Bayram, K. ve Othman, A. H. A. (2019). Islamic versus conventional stock market indicates performance: Empirical evidence from Turkey. *Iqtishadia: Jurnal Kajian Ekonomi dan Bisnis Islam*, 12(1), 74–86.
- Çetin, D. T. (2019). Türkiye'de jeopolitik risk ve İslami hisse senedi endeksi (Katılım 30) arasındaki nedensellik ilişkisi: Ampirik bir analiz. S. Erdoğan,



- A. Gedikli ve D. Ç. Yıldırım (Ed.), *ISEFE, International Congress of Islamic Economy, Finance and Ethics* içinde (ss. 108–119). İstanbul: Umuttepe Yayınları.
- Çetin, D. T. (2021a). İslami finansın temel ilkesi faiz yasağı: Faizin tarihçesi ve ilahi dinlerde faiz. M. Sarıoğlan ve F. Sansar (Ed.), *Sosyal ve Beşerî Bilimlerde Araştırma ve Değerlendirmeler* içinde (1., ss. 115–142). Lyon, Fransa: Livre De Lyon.
- Çetin, D. T. (2021b). *İslami finans sisteminde Sukuk* (First Edit.). Ankara, Turkey: Gazi Kitabevi.
- Chen, W., Yeo, C. K., Lau, C. T. ve Lee, B. S. (2018). Leveraging social media news to predict stock index movement using RNN-boost. *Data & Knowledge Engineering*, 118, 14–24.
- Dai, Z., Zhou, H. ve Dong, X. (2020). Forecasting stock market volatility: the role of gold and exchange rate. *AIMS Mathematics*, 5(5), 5094–5105.
- Dami, S. ve Esterabi, M. (2021). Predicting stock returns of Tehran exchange using LSTM neural network and feature engineering technique. *Multimedia Tools and Applications*, 80(13), 19947–19970.
- Deng, L. ve Yu, D. (2014). Deep learning: methods and applications. *Foundations and trends in signal processing*, 7(3–4), 197–387.
- Doaei, M., Mirzaei, S. A. ve Rafiqh, M. (2021). Hybrid multilayer perceptron neural network with grey wolf optimization for predicting stock market index. *Advances in Mathematical Finance and Applications*, (In Press).
- Fauzi, A. (2019). Forecasting saham syariah dengan menggunakan LSTM. *Al-Masraf: Jurnal Lembaga Keuangan dan Perbankan*, 4(1), 65–69.
- Gandapur, S. K. (2020). *Spillover from global volatility index to equity markets of selected Islamic countries*. Capital University of Science and Technology, Islamabad, Master of Degree.
- Güçlü, F. (2020). İslami ve konvansiyonel hisse senedi piyasaları arasında ortalama ve varyansta nedensellik ilişkisi: ABD, İngiltere, Malezya ve Türkiye Örneği. *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Elektronik Dergisi*, 11(1), 23–40.
- Haddad, H. Ben, Mezghani, I. ve Al Dohaiman, M. (2020). Common shocks, common transmission mechanisms and time-varying connectedness among Dow Jones Islamic stock market indices and global risk factors. *Economic Systems*, 44(2), 100760.
- Hassan, M. K., Aliyu, S., Saiti, B. ve Abdul Halim, Z. (2020). A review of Islamic stock market, growth and real-estate finance literature. *International Journal of Emerging Markets*, (ahead-of-print). doi:10.1108/IJOEM-11-2019-1001
- Ibrahim, M. H. (2015). Issues in Islamic banking and finance: Islamic banks, Shari'ah-compliant investment and sukuk. *Pacific Basin Finance Journal*, 34, 185–191. doi: 10.1016/j.pacfin.2015.06.002
- İçellioglu, C. Ş. (2018). Sermaye piyasalarında İslami endeksler ve geleneksel endeksler arasındaki ilişkiler: Katılım 30 endeksi ve BİST 100 endeksi. *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 19(2), 132–144.
- IFSB. (2020). *Islamic Financial Services Industry Stability Report 2020*. Kuala Lumpur, Malaysia: Islamic Financial Services Board. <https://www.ifsb.org/sec03.php> adresinden erişildi.
- Kahyaoglu, S. B. ve Akkuş, H. T. (2020). Volatility Spillover Between Conventional Stock Index and Participation Index: The Turkish Case. S. Grima, E. Özen ve H. Boz (Ed.), *Contemporary Issues in Business Economics and Finance (Contemporary Studies in Economic and Financial Analysis, Vol. 104)* içinde (ss. 1–17). Bingley: Emerald Publishing Limited. doi:10.1108/S1569-37592020000104002
- Kamışlı, S. ve Esen, E. (2020). İslami hisse senedi endeksleri arasındaki oynaklık ilişkisi yapısı. *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 18(1), 108–121.
- Katılım, E. (2021). Katılım Endeksi. 25 Temmuz 2021 tarihinde [https://www.katilimendeksi.org/subpage/17/endeks\\_kurallari](https://www.katilimendeksi.org/subpage/17/endeks_kurallari) adresinden erişildi.
- Kilimci, Z. H. (2020). Financial sentiment analysis with Deep Ensemble Models (DEMs) for stock market prediction. *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 35(2), 635–650. doi:10.17341/gazimmfd.501551
- Kong, W., Dong, Z. Y., Jia, Y., Hill, D. J., Xu, Y. ve Zhang, Y. (2019). Short-Term Residential Load Forecasting Based on LSTM Recurrent Neural Network. *IEEE Transactions on Smart Grid*, 10(1), 841–851. doi:10.1109/TSG.2017.2753802
- Mar'i, F., Pratiwi, U., Oktanisa, I. ve Utamingrum, F. (2019). Comparative study of numerical methods in multiple linear regression for stock prediction Jakarta Islamic Index (JII). *2019 International Conference on Sustainable Information Engineering and Technology (SIET)* içinde (ss. 110–115). IEEE.
- Mengi, D. F. ve Metlek, S. (2020). Türkiye'nin Akdeniz Bölgesine ait rüzgâr ekserjisinin çok katmanlı yapay sinir ağı ile modellenmesi. *International Journal of Engineering and Innovative Research*, 2(2), 102–120.
- Metlek, S. ve Kayaalp, K. (2021). Detection of bee diseases with a hybrid deep learning method. *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 36(3), 1715–1732. doi: 10.17341/gazimmfd.749443
- Metlek, S., Kayaalp, K., Basyigit, I. B., Genc, A. ve Dogan, H. (2021). The dielectric properties prediction of the vegetation depending on the moisture content using the deep neural network model. *International Journal of RF and Microwave Computer-Aided Engineering*, 31(1), e22496. doi:10.1002/mmce.22496
- Narayan, P. K., Phan, D. H. B., Sharma, S. S. ve Westerlund, J. (2016). Are Islamic stock returns predictable? A global perspective. *Pacific-Basin Finance Journal*, 40, 210–223.
- Ögel, S. ve Fındık, M. (2020). Farklı kıtalarda yer alan borsa endekslerinin VIX (korku) endeksi ile ilişkisi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 22(1), 127–140.
- Rahman, M. L., Hedström, A., Uddin, G. S. ve Kang, S. H. (2021). Quantile relationship between Islamic and non-Islamic equity markets. *Pacific-Basin Finance Journal*, 68, 101586.
- Rather, A. M., Agarwal, A. ve Sastry, V. N. (2015). Recurrent neural network and a hybrid model for prediction of stock returns. *Expert Systems with Applications*, 42(6), 3234–3241.
- Saka Iğın, K. (2019). *Altın ve petrol fiyatları ile volatilité endekslerinin hisse senedi piyasaları üzerindeki etkisi: Gelişmekte olan ülkeler üzerine bir*

*inceleme.* Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi.

- Saud, A. S. ve Shakya, S. (2020). Analysis of look back period for stock price prediction with RNN variants: A case study on banking sector of NEPSE. *Procedia Computer Science*, 167, 788–798.
- Seçme, O., Aksoy, M. ve Uysal, Ö. (2016). Katılım endeksi getiri, performans ve oynaklığının karşılaştırmalı analizi. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, (72), 107–128.
- Sherstinsky, A. (2020). Fundamentals of Recurrent Neural Network (RNN) and Long Short-Term Memory (LSTM) network. *Physica D: Nonlinear Phenomena*, 404, 132306. doi: 10.1016/j.physd.2019.132306
- Song, X., Liu, Y., Xue, L., Wang, J., Zhang, J., Wang, J., Cheng, Z. (2020). Time-series well performance prediction based on Long Short-Term Memory (LSTM) neural network model. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 186, 106682. doi: 10.1016/j.petrol.2019.106682
- Trabelsi, N. (2019). Dynamic and frequency connectedness across Islamic stock indexes, bonds, crude oil and gold. *International Journal of Islamic and Middle Eastern Finance and Management*.
- Umam, A. K., Ratnasari, R. T. ve Herianingrum, S. (2019). The effect of macroeconomic variables in predicting Indonesian sharia stock index. *JEBIS (Jurnal Ekonomi dan Bisnis Islam) Journal of Islamic Economics and Business*, 5(2), 223–240.
- Umar, Z., Shahzad, S. J. H., Ferrer, R. ve Jareño, F. (2018). Does Shariah compliance make interest rate sensitivity of Islamic equities lower? An industry level analysis under different market states. *Applied Economics*, 50(42), 4500–4521.
- Usman, M., Qamar Jibrán, M. A., Amir-ud-Din, R. ve Akhter, W. (2019). Decoupling hypothesis of Islamic stocks: Evidence from copula CoVaR approach. *Borsa Istanbul Review*, 19, 56–63. doi: 10.1016/j.bir.2018.09.001
- Yavuz, M. (2019). A Markov chain analysis for BIST participation index. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 21(1), 1–8.

# Türk Medyasında Yaban Hayatı Kaçakçılığı

## Wildlife Smuggling in the Turkish Media

Kadriye Gizem Arıkan<sup>1</sup> , Özgün Günen Büyük<sup>2</sup> , Bilge Yeni<sup>3</sup> , Esra Per<sup>4</sup> 



### ÖZ

Türkiye biyoçeşitlilik açısından küçük bir kıta özelliği göstermektedir. Ülkede yerli türlerin yasal ticareti (özel izinler dışında) mümkün olmamakla birlikte, bazı yabancı ve evcil türlerin yasal ticareti yapılmaktadır. Bu nedenle zaman zaman kaçakçılık vakaları görülebilmektedir. Daha önce ülke genelinde medyada biyokaçakçılık ile ilgili bir değerlendirme yapılmamıştır. Bu çalışmada kaçakçılık haberleri Google arama motorunda farklı anahtar kelimeler kullanılarak araştırılmıştır. Bu haberler tarih, materyal türü (fossil, soğan, tohum, deri, tırnak, kürk, boynuz, diş, yumurta, zehir, birey), formu (canlı, ölü), takım, familya, cins, tür, coğrafi bölge ve il verileri kullanılarak analiz edilmiştir. Araştırma sonucunda 1999 – 2020 yılları arasında Türkiye’de bu konuda toplam 517 haber tespit edilmiştir. Yapılan haberlerin % 45’i biyokaçakçılık (yerli tür), % 44’ü egzotik tür, % 7’si çiftlik hayvanı ve %2’si evcil tür kaçakçılığı üzerinedir. Son on yılda özellikle canlı birey yerine bitki soğanı, diş, deri, post, kabuk ve kürk gibi vücut parçalarının kaçakçılığında dikkat çekici bir artış olmuştur. Kaçakçılık haberlerinin %49’u Marmara Bölgesi’nde yapılmıştır. Bu oranda hava limanı üzerinden yapılan kaçakçılık ile İstanbul ve karayolu kaçakçılığı ile Edirne ön plana çıkmaktadır. Bu araştırma ile bitki, mantar ve hayvansal organizmaların kaçakçılığı hakkında Türk Medyası’nda yer bulmuş olan haberlerin tarihçesi ve genel durumu ortaya çıkarılmıştır. Bu haberlerin % 37’si 2020 yılında yapılmıştır. Bu oranda, Covid 19 pandemisi nedeniyle uluslararası yaban hayatı ticaretinin askıya alınması etkili olduğu düşünülmektedir.

**Anahtar kelimeler:** Farkındalık, Biyoçeşitlilik, Covid 19, Kitle İletişim Araçları, Yaban Hayatı Ticareti

### ABSTRACT

In terms of biodiversity, Turkey has the qualities of a small continent. Although it is not possible to legally trade the native species in the country (unless special permits are obtained), certain exotic and domestic species can be legally traded. For this reason, there are occasional cases of smuggling. There has been no assessment of bio-smuggling in the media across the country. In this study, news stories concerning smuggling were searched using different keywords in the Google search engine. These news items were analyzed in terms of the date, material type (fossil, bulb, seed, skin, nail, fur, horn, tooth, egg, poison, and individual), form (alive, dead), order, family, genus, species, geographical region, and province data. Of the news items analyzed, 45% were about bio-smuggling (native species), 44% exotic species, 7% farm animals and 2% pet smuggling. In the last ten years, there has been a remarkable increase in the trade of plant bulbs, teeth, skin, hides, shell and fur as opposed to live specimens. The Marmara Region was the source of 49% of the news items on smuggling. Within this region, Istanbul stands out in terms of the trade carried out through the airport, and Edirne with its land route trade. The history and current situation of news in Turkish media regarding the smuggling of wildlife species have been discovered as a result of this study. Of the news items analyzed, 37% were reported in 2020. The suspension of international wildlife trafficking due to the Covid 19 pandemic is thought to have an effect on this rate.

**Keywords:** Awareness, Biodiversity, Covid 19, Mass Media, Wildlife Trade

<sup>1</sup> (Doktora Öğrencisi), Gazi Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Ankara, Türkiye  
<sup>2</sup> (Yüksek Lisans Öğrencisi), Gazi Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Ankara, Türkiye  
<sup>3</sup> (Arş. Gör.), Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Nevşehir, Türkiye  
<sup>4</sup> (Doç. Dr.), Gazi Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Ankara, Türkiye

ORCID: K.G.A.0000-0002-2461-9620;  
Ö.G.B. 0000-0001-7063-1447;  
B.Y. 0000-0002-4543-4844;  
E.P. 0000-0002-7764-1215

#### Corresponding author:

Esra PER  
Gazi Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Ankara, Türkiye  
E-mail address: esra.per@gazi.edu.tr

Submitted: 04.08.2021

Revision Requested: 28.10.2021

Last Revision Received: 27.11.2021

Accepted: 30.11.2021

Citation: Arıkan, K. G., Büyük, O. G., Yeni, B. ve Per, E. (2021). Türk mediasında yaban hayatı kaçakçılığı. *Acta Infologica*, 5(2), 299-317. publication. <https://doi.org/10.26650/acin.978812>

## 1. GİRİŞ

Rachel Carson, *Sessiz Bahar* adlı eserinde “doğadaki canlı cansız her öge; durgun bir suya atılan taşın oluşturduğu halkalar gibi sorunlardan etkilenir” demiştir (Carson, 1962). Dolayısıyla insan kaynaklı her faaliyet sadece insanların yaşadıkları yerdeki canlıları değil dünya genelindeki biyoçeşitliliği de etkilemektedir. Çünkü biyoçeşitlilik birbirine bağımlı üç farklı katmandan (genetik çeşitlilik, tür çeşitliliği ve ekosistem çeşitliliği) oluşur (Reece vd., 2020). Bu katmanlarda oluşacak en ufak bir değişim, özellikle ekolojik toleransı düşük türler için yok oluş anlamına gelir (Mayr, 2008) ve bu değişim hem türlerin doğal yayılış gösterdiği alanlarda hem de türlerin başka yerlere taşınması sürecinde gerçekleşebilir.

Bioçeşitlilik ekolojik açıdan önemli olduğu gibi ekonomi, etik ve estetik açıdan da önemlidir (Aruoba, 2005). Zengin biyoçeşitliliğe sahip bölgelerdeki ekosistemler fakir ekosistemlere göre daha dengelidir. Bu bölgelerde doğal dengenin tahrip edilmesi zordur ve kendini yenileme özelliğini daha kolay gösterir (Yıldız vd., 2005). Doğal kaynakların oluşturduğu canlı-cansız biyoçeşitlilik değerleri, endüstri, tarım, turizm ve sağlık sektörleri açısından kalkınma potansiyelinin de bir göstergesidir. Gelecekte yenilenemeyen enerji kaynaklarının tükenmesi, insanlığın geleceği açısından biyoçeşitliliğin önemini göstermektedir (Kence, 1991). Biyolojik çeşitliliğin korunması, biyolojik kaynakların sürdürülebilir kullanımı ve genetik kaynakların kullanımından kaynaklanan faydaların adil paylaşımı amacıyla Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi; Hayvan ve Bitki Türlerinin Canlı-Cansız Örneklerinin Uluslararası Ticaretini Düzenleyen (nesli tükenme tehlikesi ile karşı karşıya kalan bitki ve hayvan türlerinin neslini devam ettirmek amacıyla) Sözleşme olan CITES, Gıda ve Tarım için Bitki Genetik Kaynakları Uluslararası Anlaşması (FAO), Avrupa'nın Yaban Hayatı ve Yaşama Ortamlarını Koruma Sözleşmesi olan BERN Sözleşmesi önemlidir (Çakmak, 2008; Keçeli vd., 2013).

Bioçeşitliliğin korunması için Dünya Doğayı ve Doğal Kaynakları Koruma Birliği (IUCN)'nin öncülüğünde, Birleşmiş Milletler tarafından da kabul edilen CITES Sözleşmesi 3 Mart 1973 tarihinde 88 ülke tarafından imzalanarak yürürlüğe girmiştir (CITES, 2020). Türkiye bu sözleşmeye 1996 yılında imza atmıştır. Ulusal mevzuatı sözleşmeye uygun hale getirmek için ilgili kurumlar 2001 yılına kadar ortak çalışmış, 2004 yılında bu sözleşme kapsamında uygulanacak hükümlerle ilgili bir yönetmelik yayınlanmıştır (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2020). Bu sözleşme ile yabancı türlerin, buldukları ülke sınırlarından ilgili kamu kurumlarının izni olmadan çıkarılmasının önüne geçilmesi, yani biyokaçakçılığın engellenmesi amaçlanmıştır (Keçeli vd., 2013). Biyokaçakçılığa karşı uluslararası hukuki dayanaklara göre, ülkelerin kendi sınırları içerisinde bulunan canlı veya cansız (madenler, su, tarihi eserler, vb.) doğal kaynaklarla ilgili yasal düzenlemeler yapma hakkı vardır (Keçeli vd., 2013).

Flora ve fauna açısından Türkiye yüksek endemizm oranıyla zengin bir biyolojik çeşitliliğe sahiptir (Dayıoğlu vd., 2019). Biyolojik çeşitlilik alanında mevcut olan veri eksikliğine rağmen, yaklaşık 4.000'i endemik olan 19.000 omurgasız türüne, 70'ini balık türlerinin oluşturduğu 100'den fazla endemik taksona sahip 1500 omurgalı türüne ve ayrıca 3.000'den fazlası endemik olan yaklaşık 11.700 bitki türüne ev sahipliği yapmaktadır. Tüm Avrupa kıtasında 12.500 bitki türü varken, Anadolu'nun tek başına bu sayıya yakın bir değere sahip olması Türkiye'nin biyolojik zenginliğinin önemli bir göstergesidir. Bunun yanı sıra süzülen kuşlar açısından önemli olan iki büyük kuş göç rotasının Türkiye üzerinden geçmesi söz konusu bu türlerin göçü, üremesi, konaklaması ve beslenmesi açısından önem arz etmektedir (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2019; Güner vd., 2012). Türkiye'de 171 memeli (Tramem, 2020), 485 kuş (Trakuş, 2020), 120 sürüngen (Budak & Göçmen, 2008), 30 iki yaşamlı (Budak & Göçmen, 2008), 716 balık ve yaklaşık 30.000 böcek türü (UBSEP, 2007) doğal yayılış göstermektedir.

Türkiye'nin biyoçeşitlilik açısından zengin olmasının başlıca sebepleri; Akdeniz, Avrupa-Sibirya ve İran-Turan fitocoğrafik bölgelerine sahip olması ve bu üç bölgenin kesişim noktasında Anadolu Çaprazı'nın olması, üç kıta arasındaki konumu, yıl boyunca dört farklı mevsimin görülmesi ve topografya farklılığıdır (Akman vd., 2005).

Ulusal düzenlemeler gereğince Türkiye'deki yabancı türlerin doğadan toplanması, birey ya da türe ait parçaların yurt dışına çıkarılması kurallara bağlı izne tabiidir. Belgesiz olarak hiçbir tür veya parçası yurt dışına taşınamaz. Bu bağlamda kontrol belgeleri, sağlık sertifikası, CITES belgesi ve materyal taşıma anlaşması belgelerine sahip olmak gerekir (Keçeli vd., 2013). Bu durum bilimsel araştırma amacıyla yurt dışına gönderilmek istenen örnekleri de kapsamaktadır. Bu konudaki yasal düzenlemeler Resmî Gazete'de (RG) yayınlanmaktadır.

“Doğadan yabancı canlıların ve onlara ait parçaların yetkili makamların izni olmadan toplanması ve yurt dışına çıkartılması

“biyokaçakçılık” olarak adlandırılmaktadır.”(Keçeli vd., 2013). Türkiye’de biyokaçakçılığın önlenmesi amacıyla yapılan yasal düzenlemeler, Av ve Yaban Hayvanlarının ve Yaşam Alanlarının Korunması, Zararlılarıyla Mücadele Usul ve Esasları Hakkında Yönetmelik (24 Aralık 2005 tarih ve 25976 sayılı RG), Bitki Genetik Kaynaklarının Toplanması, Muhafazası ve Kullanılması Hakkında Yönetmelik (5 Ağustos 1992 tarih ve 21316 sayılı RG), Nesli Tehlike Altında Olan Yabani Hayvan ve Bitki Türlerinin Uluslararası Ticaretine İlişkin Sözleşmenin Uygulanmasına Yönelik Yönetmelik (27.12.2001 tarih ve 24623 sayılı RG), Doğal Çiçek Soğanlarının Üretimi, Doğadan Toplanması ve İhracatına İlişkin Yönetmelik (19 Temmuz 2012 Tarih ve 28358 Sayı RG), Evcil Hayvan Genetik Kaynaklarının Korunması ve Sürdürülebilir Kullanımı Hakkında Yönetmelik (22 Aralık 2011 tarih ve 28150 sayılı RG), Su Ürünleri Yönetmeliği (10 Mart 1995 tarih ve 22223 sayılı RG), Türkiye’de İlmî Araştırma, İnceleme Yapmak ve Film Çekmek İsteyen Yabancılar veya Yabancılar Adına Müracaat Edenler ile Yabancı Basın-Yayın Mensuplarının Tabi Olacakları Esaslar (Bakanlar Kurulu Karar Sayısı: 88/12839 Kabul Tarihi : 4/4/1988) olarak sıralanabilir (Keçeli vd., 2013).

Türkiye’de biyokaçakçılığın tespitinde uygulanacak işlemler, 2872 sayılı Çevre Kanunu 20/k bendine göre yapılmakta ve para cezası uygulanmaktadır (Keçeli vd., 2013). Yurt dışından belgesiz/kayıt dışı olarak yurda getirilme durumu ise yasadışı yollarla elde edilen canlı av ve yaban hayvanları olarak değerlendirildiğinden, Kara Avcılığı Kanunu’na muhalefet ve Ticaret Esaslarına uymamak olarak tarif edilir ve işlemler 4915 Sayılı Kara Avcılığı Kanuna göre devam ettirilerek para cezası uygulanmaktadır (Resmî Gazete, 2005). Günümüzde dünyada yabani tür kaçakçılığı, uyuşturucu ve silah kaçakçılığından sonra gelmekte olan 10 milyar dolar değerindeki en büyük üçüncü yasa dışı ticari faaliyettir. Özellikle Latin Amerika ülkeleri sahip oldukları zengin canlı çeşitliliği ile dünyada en çok yaban hayvanı kaçakçılığına maruz kalan ülkelerdir (Bergman, 2009). Biyolojik çeşitlilik açısından zengin olan Türkiye de tıpkı Latin Amerika ülkeleri gibi biyokaçakçılık için ilgi odağı haline gelmektedir.

Türkiye’de, bilimsel çalışmalar, koleksiyonlar ve ticari amaçlar için biyokaçakçılık yapıldığı (Budak & Göçmen, 2008) ve yabancı araştırmacıların Türkiye’nin doğal türlerini kaçırdıklarına dair bir çok çalışma bilinmektedir (Özbek, 2016). Kaçakçılığa maruz kalan canlı grupları; endemik ve/veya sınırlı alanlarda yayılış gösteren türler, kültür bitkilerinin yabani akrabaları, sağlık sektöründe kullanılan türler, çiftlik hayvanları ve bu hayvanların yabani akrabaları ile yerel ırkları olarak sıralanabilir. Biyokaçakçılık sonucunda ortaya çıkan ekolojik bozulmalar ise; birey sayısında azalma, popülasyon sayı ve dağılımında azalma ve ekosistem bileşenlerinin dengesinin bozulması ile ekosistem tahribatı olarak özetlenebilir (Kurt vd., 2019).

Türkiye; tıbbi, kozmetik vb. alanlarda yürütülen çalışmalardan dolayı biyokaçakçılık vakalarına maruz kalmaktadır (Yorulmaz, 2014). Ülkemizde biyoçeşitlilik ve biyokaçakçılık konusunda bilinç oluşturmak amacıyla Tarım ve Orman Bakanlığı bünyesinde görev yapan Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü (DKMP) tarafından 2013 yılında “Biyokaçakçılıkla Mücadele Rehberi” yayınlanmıştır (Güler & Mutlu, 2018). Türkiye’de DKMP’ye bağlı bölge müdürlüklerindeki şube müdürlüklerinde ekipler kurulmuş olsa da bu ekiplere emniyet güçleri de yardımcı olmaktadır. Bu ekiplerin dışında doğrudan biyokaçakçılıkla ilgilenen devlet idarelerine bağlı özel bir ekip bulunmamaktadır.

Yasadışı hayvan ticaretine karşı Dünya Gümrük Örgütü (WCO) büyük önem arz etmektedir (Tempier, 2014). Biyokaçakçılık konusunda uluslararası düzeyde yayınlanmış en önemli sözleşme CITES’dir. CITES uygulama yönetmeliğine göre DKMP yönetim mercii konumundadır (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2020). Bilimsel mercii ise TÜBİTAK’tır (Resmî Gazete, 2001). Tarım ve Orman Bakanlığı’nın biyokaçakçılık üzerine yaptığı çalışmalar ile vatandaşların farkındalığının artmasına paralel olarak bu konuda ihbarlar artmaya başlamıştır. Vatandaşlar biyokaçakçılık vakaları ile karşılaştığında Emniyet Genel Müdürlüğü (EGM) ve Ticaret Bakanlığı’na online ihbar formu ile veya ALO 136 ihbar hattını arayarak durumu bildirebilmektedir (Keçeli vd., 2013). Biyokaçakçılık konusunda yapılan farkındalık çalışmaları araştırmacılar ve karar verici kurumların daha fazla vatandaşa ulaşmasına katkı sağlamaktadır.

Türkiye’de biyolojik çeşitliliğin genel durumu, riskler, olası tehditler ve tedbirlere dair araştırmalar bulunmaktadır (Karagöz vd., 2010). Devletin karar verici kurumları bu konuyla ilgili uzman ekipleri oluşturmaya çalışmakta, eksik kalınan noktalarda Sivil Toplum Kuruluşları (STK)’nda görev yapan uzmanlardan ve ilgili üniversite bölümlerindeki akademisyen kadrolarından katkı istemektedir (Özbek, 2016). İnsanın yeryüzünü tarım, sanayi ve teknolojik gelişmelerle değiştirmesi, nüfus artışı sebebiyle insan-doğa etkileşimi ve biyoçeşitliliği korumaya yönelik sorunlar son yıllarda dikkat çekici biçimde artış

göstermektedir (Koç & Soykan, 2020). Türkiye'nin zengin biyoçeşitliliği farklı etmenlerden olumsuz etkilenmektedir. Bu olumsuz etmenlerden biri de İstilacı Yabancı Türlerin (İYT) Türkiye'ye çeşitli şekillerde girmiş olmasıdır (Özdemir & Ceylan, 2007). Evcil hayvan yetiştiriciliği ve bazı peyzaj çalışmaları için egzotik türlere olan ilgi de yabancı türlerin Türkiye'ye girişine sebep olmakta ve bu türlerin bir kısmının istilacı özellik göstermesiyle de dolaylı yoldan biyoçeşitliliğe zarar verilebilmektedir. İstilacı yabancı tür girişlerinin bir kısmı yasal ticari yollardan, bir kısmı kaçakçılık ve diğer bir kısmı da insanın doğaya olan müdahaleleri ile gerçekleşmektedir.

Türkiye'de çevre ve doğa eğitiminde medyanın önemli bir yeri vardır. Bu kapsamda 2006 yılında çıkarılmış olan Çevre Kanunu'nda medyaya önemli görevler yüklenmiştir. Türkiye Radyo Televizyon Kurumu (TRT) ile Özel Televizyon (TV) kanalları ve Özel Radyo kanallarının yayın akışlarında çevre ve doğa üzerine eğitici yayınlar olması zorunludur. Çevre ve doğa üzerine olan yayınların %20'sinin vatandaşların en çok TV izlediği ve radyo dinlediği saat aralıklarında olması gereklidir (Gürcüoğlu, 2013). Türkiye'de ilk olarak Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK)'nın popüler bilim yayıncılığı yapması ve sonrasında gazetelerin yayın politikalarına göre bilim haberleri yapmaları söz konusu olmuştur. Ancak Türkiye'de yayınlanan gazeteler arasında okuyucuya ulaşmada önde olan ilk dört gazete bilim haberleri konusunda zayıf kalmıştır. Bu da gazetelerin bilim haberlerine önem vermediklerini ve bilimin gazeteler için haber değeri taşımadığını göstermektedir (Öztekın ve Şahin, 2020). Türkiye'de gazete okuma oranı nüfusun yaklaşık %30'luk bir kısmına denk gelmektedir (Güçlü & Kökmen, 2014). Türkiye'de halkın biyoçeşitlilik konusunda farkındalığının artmasında yazılı ve görsel basının önemli bir misyonu vardır.

Yaban hayatı kaçakçılık vakaları Tarım ve Orman Bakanlığı, İçişleri Bakanlığı (Kaçakçılık Suçlarıyla Mücadele Şube Müdürlüğü) ve Adalet Bakanlığı tarafından basın kuruluşları ile paylaşılmaktadır, ancak ülke genelinde medyada yaban hayatı kaçakçılığı ile ilgili bir değerlendirme yapılmamıştır. Bu araştırmanın amacı, Türkiye'de yaban hayatı kaçakçılığı ile ilgili internet temelli haberler üzerine çok boyutlu bibliyometrik bir değerlendirme yaparak, hem yerli hem de yabancı türler açısından Türkiye'deki kaçakçılığın boyutlarını ortaya çıkarmaktır.

## 2. YÖNTEM

Google arama motoru, internet temelli ve halkın erişimine açık olan bir araştırma aracıdır. Google'da bulunan yaban hayatı kaçakçılığı temelli haberler bilgisayar destekli tarama yöntemi ile farklı anahtar kelimeler kullanılarak araştırılmıştır. Farklı medya kuruluşlarının web sitelerinde kaçakçılık haberlerinin arşivlenmiş olması bu değerlendirmeye olanak sağlamıştır.

Google arama motorunda sorgulamalar 22.10.2020-15.12.2020 tarihleri arasında şu anahtar kelimelere göre yapılmıştır; arı kaçakçılık, balık kaçakçılık, bitki kaçakçılık, biyokaçakçılık bitki, biyokaçakçılık hayvan, böcek kaçakçılık, büyükbaş hayvan kaçakçılık, CITES kaçakçılık, egzotik bitki kaçakçılık, egzotik hayvan kaçakçılık, gümrük bitki, gümrük hayvan, haşhaş kaçakçılık, hayvan boynuzu kaçakçılık, hayvan kaçakçılık, kaçakçılık mücadele şube müdürlüğü bitki, kaçakçılık mücadele şube müdürlüğü hayvan, kedi kaçakçılık, kelebek kaçakçılık, kenevir kaçakçılık, köpek kaçakçılık, kurbağa kaçakçılık, kuş kaçakçılık, kuş yumurtası kaçakçılık, küçükbaş hayvan kaçakçılık, mantar kaçakçılık, sahlep kaçakçılık, tohum kaçakçılık, yasa dışı bitki ticaret, yasa dışı hayvan ticareti ve yılan kaçakçılık.

Google arama motoru aracılığı ile tespit edilmiş olan bütün haberlerin bibliyografik künyeleri referans gösterilebilecek şekilde düzenlenmiştir. Elde edilen veriler Microsoft Excel programında bir veri tabanı hâline getirilmiştir. Tespit edilen haberlerin; tarih, materyal türü (boynuz, deri, diş, fosil, kabuk, kürk, post, pul, soğan, tahnit, tırnak, tohum, tüy, yumurta, zehir), formu (canlı, ölü), takım, familya, cins, tür, coğrafi bölge ve il verileri üzerine bir değerlendirme ve analiz yapılmıştır. Bu çalışmada biyokaçakçılık alanında yerli türlerin yasa dışı olarak taşınmasına dair vakalar dışında yabancı/egzotik, evcil türler ve çiftlik hayvanlarının yasa dışı ticaretine dair vakalar da değerlendirmeye alınmıştır.

Bu bibliyometrik veri tabanının kapsamını ve sınırlarını 22.10.2020-15.12.2020 tarihleri arasında Google arama motorunda yapılan sorgulamalarda kayıtlı olan yayınlar belirlemiştir. Sorgulamalarda tespit edilmiş olan bütün haberler pdf biçiminde arşivlenmiştir. Tekrar eden haberlerde eleme yapılmıştır. Elde edilen verilerden özet tablo ve frekans analizleri yapılmıştır.

Anahtar kelimeleri değerlendirmek için internet üzerinden Wordart kelime bulutu analizi kullanılmıştır (Wordart, 2021).

### 3. BULGULAR

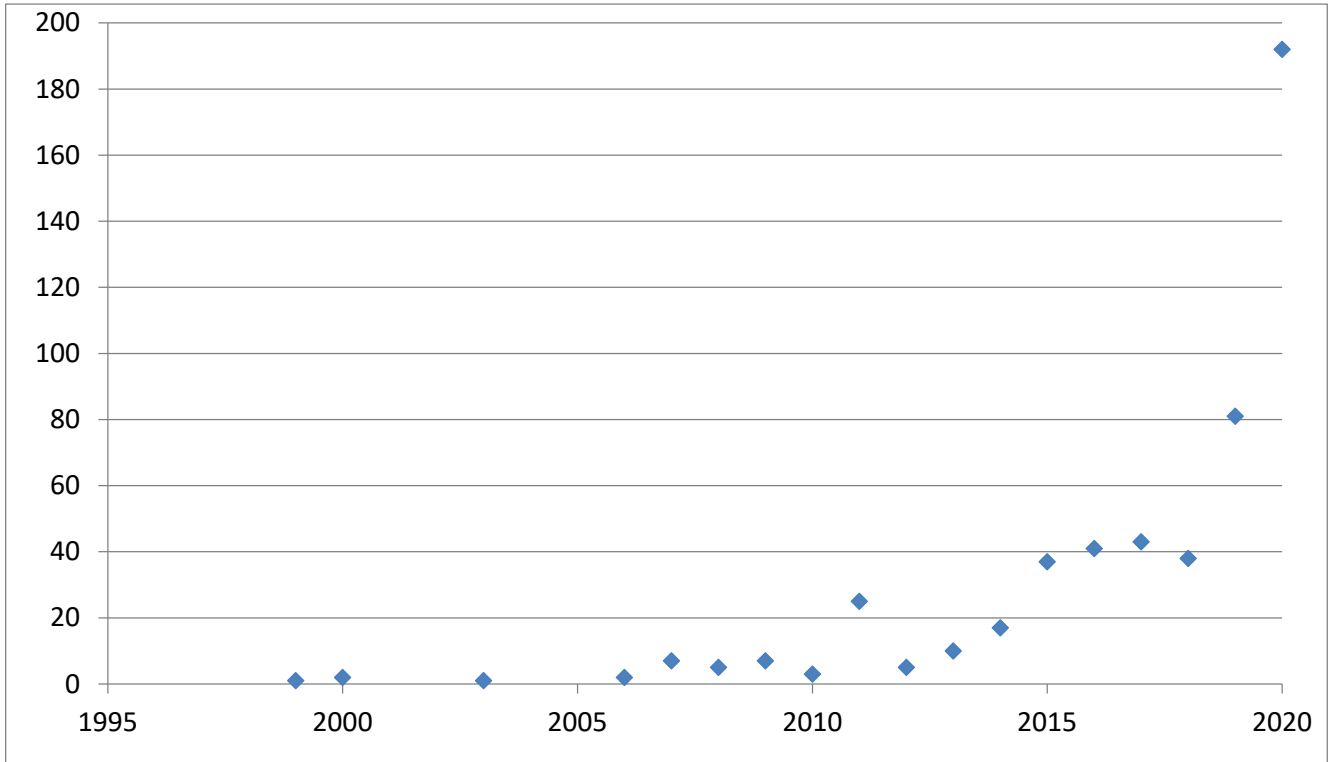
Türkiye’de 1999-2020 yılları arasında bitki hayvan ve mantar kaçakçılığı üzerine toplam 517 haber tespit edilmiştir. Bu haberlerin %24’ü bitkiler, %75’i hayvanlar ve %1’i mantarlar üzerinedir. Genel olarak bu konuda yapılmış haberlerin %67’si görsel belgeler ile desteklenmişken, %33’ü görsel belgeler ile desteklenmemiştir. Görsel belgeler ile desteklenmiş olan haberlerin %31’i bitkiler, %68’i hayvanlar ve %1’i mantarlar üzerine olup, görsel belgeler ile desteklenmeyen haberlerin %9’u bitkiler, %90’ı hayvanlar ve %1’i mantarlar üzerinedir. Genel olarak bu konuda yapılmış haberlerin %35’i yerel ölçekli, %65’i ulusal ölçekli haberlerdir. Yerel haber kaynaklarından temin edilmiş olan vakaların %44’ü bitkiler, %55’i hayvanlar ve %2’si mantarlar üzerinedir. Ulusal haber kaynaklarından temin edilmiş olan vakaların %17’si bitkiler, %82’si hayvanlar ve %1’i mantarlar üzerinedir (Tablo 1).

Tablo 1

*Kaçakçılık haberlerinin organizma kökeni, görsel belgelerle desteklenmesi ve haber ölçeğine göre %’lik değişimi*

	Canlının kökeni	%	Haberlerde görsel var	%	Haberlerde görsel yok	%	Yerel haber	%	Ulusal haber	%
Bitki	123	24	108	31	15	9	58	44	65	17
Hayvan	389	75	233	68	156	90	73	55	316	82
Mantar	5	1	3	1	2	1	2	2	3	1
Toplam	517	100	344	100	173	100	133	100	384	100

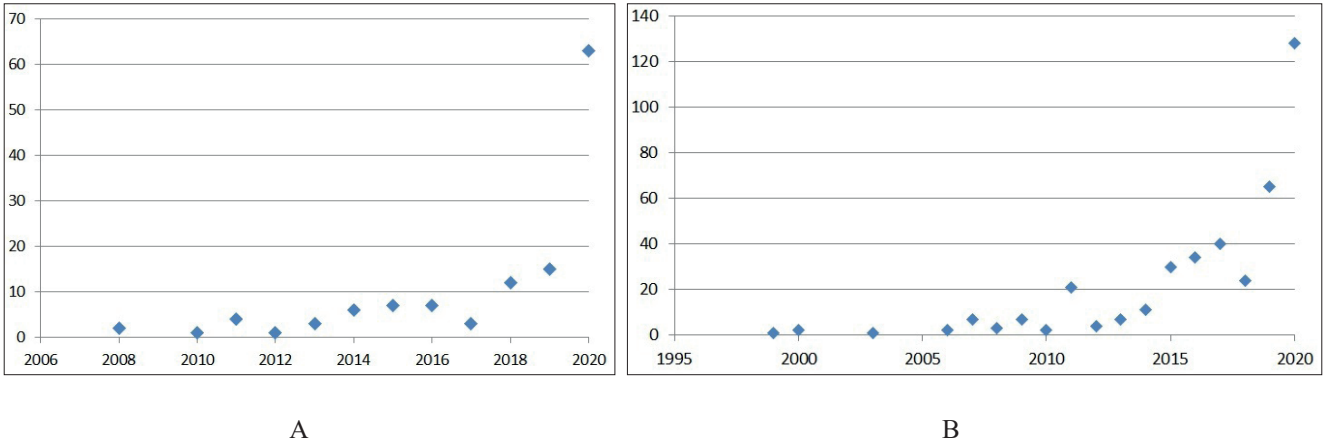
Yapılan haberlerin dönemsel olarak yıllara göre değişimi Şekil 1’de gösterilmiştir. Bu haberlerin 2010’a kadar çok sınırlı sayıda olduğu 2015 yılında bir ivme kazanmaya başladığı, en büyük artışın ise 2020 yılında gerçekleştiği görülmektedir. 21 yıllık süreçte kaçakçılık vakaları üzerine yıllık ortalama 25 haber tespit edilmiştir. Bu haberlerin %37’sinin (192 haber) 2020 yılında yapılmış olması dikkat çekicidir.



Şekil 1. Kaçakçılık haberlerinin yıllara göre dağılımı

Bu haberler yıllara göre karşılaştırmalı olarak incelendiğinde hayvan kaçakçılığı haberlerinin başlangıcı 1999 yılına, bitki haberlerinin başlangıcı ise 2008 yılına dayanmaktadır. Ayrıca bitki temelli haber sayısının hayvan temelli haberlere göre daha düşük sayıda olduğu tespit edilmiştir. Hayvan kaçakçılığı haberleri 2005-2010 yılları arasında dalgalı bir dağılım

gösterirken hem bitki hem de hayvan kaçakçılığı 2010 yılından itibaren haberlerde daha çok yer bulmaya başlamıştır. Her iki grup için de en fazla haber 2020 yılında yapılmıştır (Şekil 2). Mantar kaçakçılığına dair haberler 2018-2020 yılları arasında yapılmıştır.



Şekil 2. Yıllara göre bitki (A) ve hayvan (B) temelli kaçakçılık haberlerinin değişimi

Kaçakçılık haberlerinin coğrafi bölgelere göre dağılımı Şekil 3'te verilmiştir. Bu haberlerin coğrafi bölgelere göre yüzdelik oranı karşılaştırıldığında ilk sırayı %49'luk oran ile Marmara Bölgesi almaktadır. Diğer bölgeler ise sırasıyla; Akdeniz Bölgesi (%13), Doğu Anadolu Bölgesi (%10), Güneydoğu Anadolu Bölgesi (%9), Karadeniz Bölgesi (%7), Ege Bölgesi (%6) ve İç Anadolu Bölgesi (%6) şeklindedir.



Şekil 3. Coğrafi bölgelere göre kaçakçılık haberlerinin yüzdelik dağılımı

Türkiye'de toplam 61 ilde yaban hayatı kaçakçılığı vakaları üzerine haber yapılmıştır. En fazla vaka İstanbul (%34), Edirne (%7,7) ve Diyarbakır (%4,4) illerinde tespit edilmiştir. Takip eden iller ise, Antalya, Adana, Ankara, Hatay, Kırklareli, Kütahya ve Elâzığ'dır (Tablo 2).

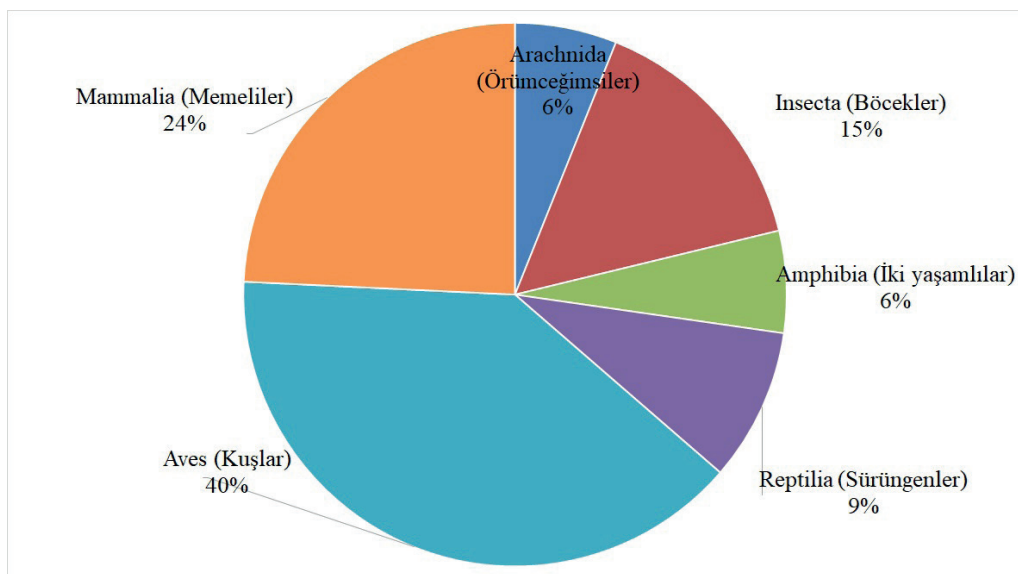


Tablo 2

Kaçakçılık haberlerinin illere göre dağılımı

Sıra	İl	Sıklık (f)	% Dağılımı	Sıra	İl	Sıklık (f)	% Dağılımı
1	<b>Adana</b>	<b>14</b>	<b>2,7</b>	32	<b>İstanbul</b>	<b>176</b>	<b>34,0</b>
2	Adıyaman	2	0,4	33	İzmir	4	0,8
3	Ağrı	4	0,8	34	Kahramanmaraş	4	0,8
4	Aksaray	2	0,4	35	Kars	6	1,2
5	Amasya	3	0,6	36	<b>Kırklareli</b>	<b>13</b>	<b>2,5</b>
6	<b>Ankara</b>	<b>14</b>	<b>2,7</b>	37	Kilis	6	1,2
7	<b>Antalya</b>	<b>16</b>	<b>3,1</b>	38	Kocaeli	9	1,7
8	Ardahan	6	1,2	39	Konya	3	0,6
9	Artvin	8	1,5	40	<b>Kütahya</b>	<b>10</b>	<b>1,9</b>
10	Aydın	5	1,0	41	Malatya	8	1,5
11	Balıkesir	2	0,4	42	Manisa	3	0,6
12	Bartın	1	0,2	43	Mardin	2	0,4
13	Batman	1	0,2	44	Mersin	7	1,4
14	Bilecik	3	0,6	45	Muğla	4	0,8
15	Bingöl	3	0,6	46	Nevşehir	6	1,2
16	Bolu	1	0,2	47	Niğde	2	0,4
17	Burdur	3	0,6	48	Osmaniye	1	0,2
18	Bursa	4	0,8	49	Rize	2	0,4
19	Çorum	3	0,6	50	Sakarya	5	1,0
20	Denizli	2	0,4	51	Samsun	1	0,2
21	<b>Diyarbakır</b>	<b>23</b>	<b>4,4</b>	52	Siirt	3	0,6
22	<b>Edirne</b>	<b>40</b>	<b>7,7</b>	53	Sinop	1	0,2
23	<b>Elâzığ</b>	<b>10</b>	<b>1,9</b>	54	Sivas	1	0,2
24	Erzincan	1	0,2	55	Şanlıurfa	2	0,4
25	Erzurum	4	0,8	56	Şırnak	2	0,4
26	Eskişehir	2	0,4	57	Tekirdağ	9	1,7
27	Gaziantep	5	1,0	58	Tokat	5	1,0
28	Gümüşhane	9	1,7	59	Tunceli	1	0,2
29	Hakkâri	5	1,0	60	Van	4	0,8
30	<b>Hatay</b>	<b>14</b>	<b>2,7</b>	61	Zonguldak	6	1,2
31	Iğdır	1	0,2	-	Toplam	211	100

Türkiye’de kaçakçılığa en çok maruz kalan hayvan sınıfı; kuşlar (%40) olup, bunu sırasıyla, memeliler (%24), böcekler (%15), sürüngenler (%9), iki yaşamlılar (%6) ve örümceğimsiler (%6) takip etmektedir (Şekil 4).



Şekil 4. Türkiye’de kaçakçılık vakalarının hayvan sınıflarına göre dağılımı

Haberlere konu olan hayvanların dâhil oldukları şubeler ve oranları; Arthropoda (Eklembacaklılar) %18 ve Chordata (Omurgalılar) %82'dir. Bu şube ve sınıflara ait 33 takım tespit edilebilmiştir. Kaçakçılık haberlerinde en çok taksonla temsil edilen takımlar sırasıyla, Squamata (Pullular) %22,9; Artiodactyla (Çift toynaklılar) %10,3; Psittaciformes (Papağanlar) %9; Carnivora (Etçiller) %8,2; Passeriformes (Ötücüler) %6,9; Anura (Kuyruksuz kurbağalar) %4,4; Lepidoptera (Pul kanatlılar) %3,6 ve Proboscidea (Hortumlular) %3,1'dir (Tablo 3).

Tablo 3

*Kaçakçılık haberlerine konu olan hayvanların takım temelli %'lik dağılımları*

Sıra	Şube	Sınıf	Takım	Sıklık (f)	% Dağılımı
1	Arthropoda (Eklembacaklılar)	Arachnida (Örümceğimsiler)	Araneae (Örümcekler)	8	2,1
2	Arthropoda (Eklembacaklılar)	Arachnida (Örümceğimsiler)	Scorpiones (Akrepçiler)	2	0,5
3	Arthropoda (Eklembacaklılar)	Insecta (Böcekler)	Coleoptera (Kın kanatlılar)	4	1,0
4	Arthropoda (Eklembacaklılar)	Insecta (Böcekler)	Diptera (Sinekler)	2	0,5
5	Arthropoda (Eklembacaklılar)	Insecta (Böcekler)	Hemiptera (Yarım kanatlılar)	3	0,8
6	Arthropoda (Eklembacaklılar)	Insecta (Böcekler)	Hymenoptera (Zar kanatlılar)	2	0,5
7	<b>Arthropoda (Eklembacaklılar)</b>	<b>Insecta (Böcekler)</b>	<b>Lepidoptera (Pul kanatlılar)</b>	<b>14</b>	<b>3,6</b>
8	<b>Chordata (Omurgalılar)</b>	<b>Amphibia (İki yaşamlılar)</b>	<b>Anura (Kuyruksuz kurbağalar)</b>	<b>17</b>	<b>4,4</b>
9	Chordata (Omurgalılar)	Amphibia (İki yaşamlılar)	Caudata (Semenderler)	1	0,3
10	Chordata (Omurgalılar)	Aves (Kuşlar)	Accipitriformes (Gündüz yırtıcıları)	7	1,8
11	Chordata (Omurgalılar)	Aves (Kuşlar)	Anseriformes (Kazsular)	9	2,3
12	Chordata (Omurgalılar)	Aves (Kuşlar)	Columbiformes (Güvercinler)	5	1,3
13	Chordata (Omurgalılar)	Aves (Kuşlar)	Falconiformes (Doğangiller)	4	1,0
14	Chordata (Omurgalılar)	Aves (Kuşlar)	Galliformes (Tavuksular)	7	1,8
15	<b>Chordata (Omurgalılar)</b>	<b>Aves (Kuşlar)</b>	<b>Passeriformes (Ötücüler)</b>	<b>27</b>	<b>6,9</b>
16	Chordata (Omurgalılar)	Aves (Kuşlar)	Phoenicopteriformes (Flamingolar)	2	0,5
17	Chordata (Omurgalılar)	Aves (Kuşlar)	Piciformes (Ağaçkakansılar)	1	0,3
18	<b>Chordata (Omurgalılar)</b>	<b>Aves (Kuşlar)</b>	<b>Psittaciformes (Papağanlar)</b>	<b>35</b>	<b>9,0</b>
19	Chordata (Omurgalılar)	Aves (Kuşlar)	Pteroclidiformes (Bağırtlakgiller)	2	0,5
20	Chordata (Omurgalılar)	Aves (Kuşlar)	Rheiformes (Amerikan devekuşları)	1	0,3
21	Chordata (Omurgalılar)	Aves (Kuşlar)	Strigiformes (Baykuşgiller)	3	0,8
22	Chordata (Omurgalılar)	Aves (Kuşlar)	Struthioniformes (Devekuşları)	2	0,5
23	<b>Chordata (Omurgalılar)</b>	<b>Mammalia (Memeliler)</b>	<b>Artiodactyla (Çift toynaklılar)</b>	<b>40</b>	<b>10,3</b>
24	<b>Chordata (Omurgalılar)</b>	<b>Mammalia (Memeliler)</b>	<b>Carnivora (Etçiller)</b>	<b>32</b>	<b>8,2</b>
25	Chordata (Omurgalılar)	Mammalia (Memeliler)	Lagomorpha (Tavşanımsular)	2	0,5
26	Chordata (Omurgalılar)	Mammalia (Memeliler)	Perissodactyla (Tek toynaklılar)	7	1,8
27	Chordata (Omurgalılar)	Mammalia (Memeliler)	Pholidota (Pangolinler)	3	0,8
28	Chordata (Omurgalılar)	Mammalia (Memeliler)	Primates (Primatlar)	8	2,1
29	<b>Chordata (Omurgalılar)</b>	<b>Mammalia (Memeliler)</b>	<b>Proboscidea (Hortumlular)</b>	<b>12</b>	<b>3,1</b>
30	Chordata (Omurgalılar)	Mammalia (Memeliler)	Rodentia (Kemirgenler)	5	1,3
31	Chordata (Omurgalılar)	Reptilia (Sürüngenler)	Crocodylia (Timsahlar)	5	1,3
32	<b>Chordata (Omurgalılar)</b>	<b>Reptilia (Sürüngenler)</b>	<b>Squamata (Pullular)</b>	<b>89</b>	<b>22,9</b>
33	Chordata (Omurgalılar)	Reptilia (Sürüngenler)	Testudines (Kaplumbağalar)	3	0,8
34	-	-	Bilinmiyor	25	6,4
35	-	-	Toplam	364	100

Kaçakçılık haberlerine konu olan bitkilerin %50'si Monocotyledoneae (Tek çenekliler), %50'si Dicotyledoneae (Çift çenekli bitkiler)'dir. Bu bitkilerin dâhil oldukları takımlardan altısı bilinmektedir. Kaçakçılık haberlerinde en çok taksonla temsil edilen bitki takımları sırasıyla, Rosales (Güller) %46,8; Ranunculales (Düğünççekleri) %26,6; Asparagales (Kuşkonmazlar) %16,9'dur (Tablo 4). Bu araştırmada ekonomik açıdan değerli olan Pezizales takımında yer alan, Tubercaceae familyasından olan trüf mantarlarının biyokaçakçılığa maruz kaldığı tespit edilmiştir.

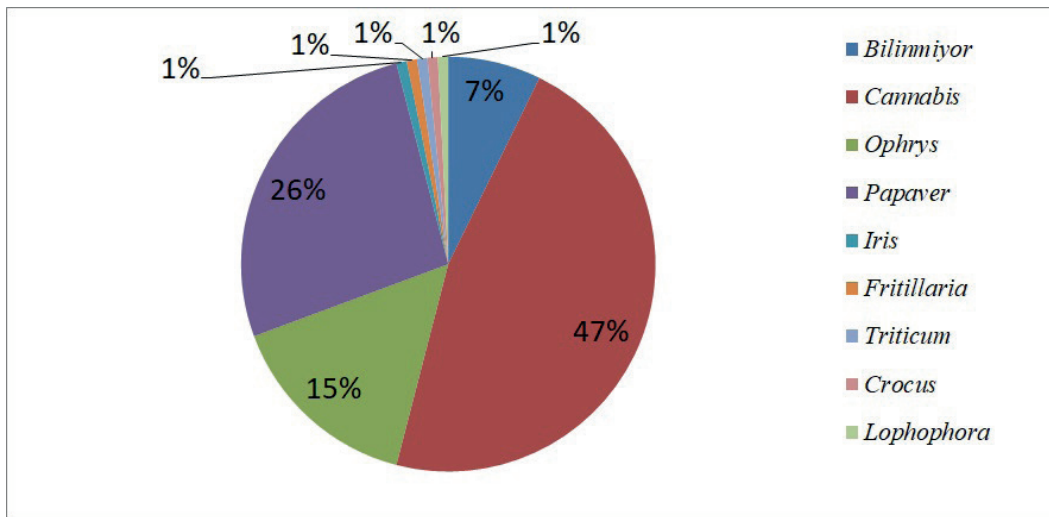
Tablo 4

Kaçakçılık haberlerine konu olan bitkilerin takım temelli %'lik dağılımları

Sıra	Sınıf	Takım	Sıklık (f)	Yüzde (%) Dağılımı
1	Monocotyledoneae (Tek çenekliler)	Asparagales	21	16,9
2	Monocotyledoneae (Tek çenekliler)	Liliales	1	0,8
3	Monocotyledoneae (Tek çenekliler)	Ranunculales	33	26,6
4	Dicotyledoneae (Çift çenekli bitkiler)	Rosales	58	46,8
5	Dicotyledoneae (Çift çenekli bitkiler)	Caryophyllales	1	0,8
6	Dicotyledoneae (Çift çenekli bitkiler)	Poales	1	0,8
-	-	Bilinmiyor	9	7,3
-	-	Toplam	124	100

Kaçakçılık vakalarında tespit edilen bitkilerin cinsleri Şekil 5'te gösterilmiştir. Vakalar bitki cinsleri açısından gruplandırıldığında, %47 *Cannabis* (Kenevir), %26 *Papaver* (Haşhaş) ve %15 *Ophrys* (Orkide) cinsleri bitki kaçakçılığı haberlerinde ön plana çıkmıştır (Şekil 5). *Ophrys* cinsi yabancı bitki türlerini temsil etmektedir. *Cannabis* ve *Papaver* cinslerinin kaçak olarak ekimi yapılmaktadır. Uyuşturucu-halüsinojen madde içerikli bitkilerin kaçakçılığı 2010-2020 yılları arasında bir artış göstermiştir.

Bu araştırmada biyokaçakçılığa maruz kaldığı tespit edilen ve Türkiye'de doğal yayılış gösteren bitki türleri; Safran (*Crocus sativus*), Sarıdudak (*Fritillaria michailovskyi*), Likya Kaş orkidesi (*Ophrys lycia*) ve yabancı Gernik buğdayı (*Triticum dicoccoides*)'dir.



Şekil 5. Tespit edilen bitki cinslerinin % dağılımı

Vakalar hayvan cinsleri açısından gruplandırıldığında 517 vakanın 251 (%65)'inin cins adı tespit edilmiş olmakla birlikte veri eksikliğinden dolayı 138 vakanın (%35) cins bilgisi tespit edilememiştir. Tespit edilebilmiş olan 43 cins Tablo 5'te sınıflandırılmıştır. Bu değerlendirmede en yüksek oranlara sahip cinsler ve temsil ettikleri canlılar; *Bos* (büyükbaş çiftlik hayvanı) (%5), *Carduelis* (saka) (%6), *Nymphicus* (sultan papağanı) (%1), *Pogona* (sakallı ejder) (%2), *Psittacula* (papağan) (%4), *Python* (piton yılanı) (%1) ve *Ovis* (evcil koyun) (%3)'dir. Bu cinslerden *Carduelis* yerli türleri kapsamaktadır. Diğer cinsler egzotik ve çiftlik hayvanlarını temsil etmektedir.

Medyada yayınlanan haberlerde biyokaçakçılığa maruz kaldığı tespit edilen ve Türkiye'de doğal yayılış göstermekte olan hayvan türleri; akyanaklı kaz (*Branta leucopsis*), angıt (*Tadorna ferruginea*), atmaca (*Accipiter nisus*), bağırtlak (*Pterocles orientalis*), bildircin (*Coturnix coturnix*), boz kaz (*Anser anser*), delice doğan (*Falco subbuteo*), flamingo (*Phoenicopterus roseus*), geyik böceği (*Lucanus cervus*), gökdoğan (*Falco peregrinus*), kafkas burunlu engereği (*Vipera transcaucasiana*), kınalı keklik (*Alectoris chukar*), kızıl şahin (*Buteo rufinus*), kurt (*Canis lupus*), saka (*Carduelis carduelis*) şahin (*Buteo buteo*) ve yeşilbaş (*Anas platyrhynchos*)'tır.

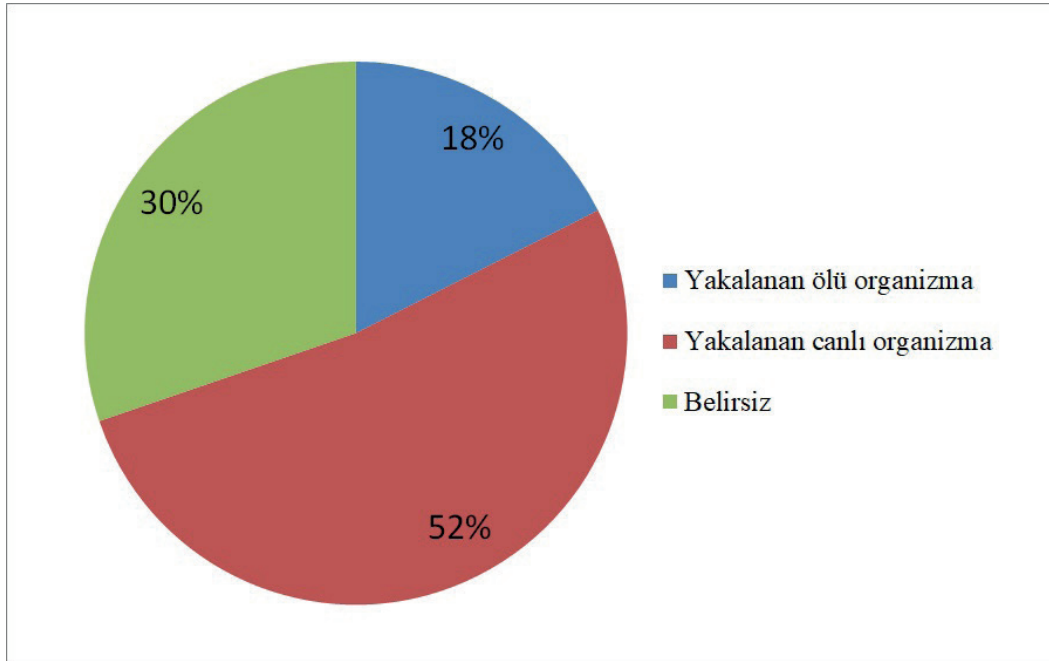
Egzotik tür olarak; Afrika boğa kurbağası (*Pyxicephalus adspersus*), Afrika devekuşu (*Struthio camelus*), beyazgerdanlı tukan (*Ramphastos tucanus*), boğa yılanı (*Boa constrictor*), büyük rea (*Rhea americana*), çiğdeci (*Acridotheres tristis*), çöl varanı (*Varanus griseus*), gri papağan (*Psittacus erithacus*), hint bülbülü (*Taeniopygia guttata*), iguana (*Iguana iguana*), Java ispinozu (*Lonchura oryzivora*), Kalifornia kral yılanı (*Lampropeltis californiae*), kara kuğu (*Cygnus atratus*), kızıl palmiye böceği (*Rhynchophorus ferrugineus*), lama (*Lama glama*), mandarin ördeği (*Aix galericulata*), mavi dilli kertenkele (*Tiliqua scincoides scincoides*), mavi sarı ara (*Ara ararauna*), Meksika siyah kral yılanı (*Lampropeltis getula nigrita*), mısır yılanı (*Pantherophis guttatus*), muhabbet kuşu (*Melopsittacus undulates*), Nil varanı (*Varanus niloticus*), puma (*Puma concolor*), rakun (*Procyon lotor*), serval (*Leptailurus serval*), sultan papağanı (*Nymphicus hollandicus*), tavuskuşu (*Pavo cristatus*) ve yeşil papağan (*Psittacula krameri*) tespit edilmiştir.

Tablo 5

Kaçakçılık haberlerine konu olan hayvanların cins temelli sistematik olarak %'lik dağılımları

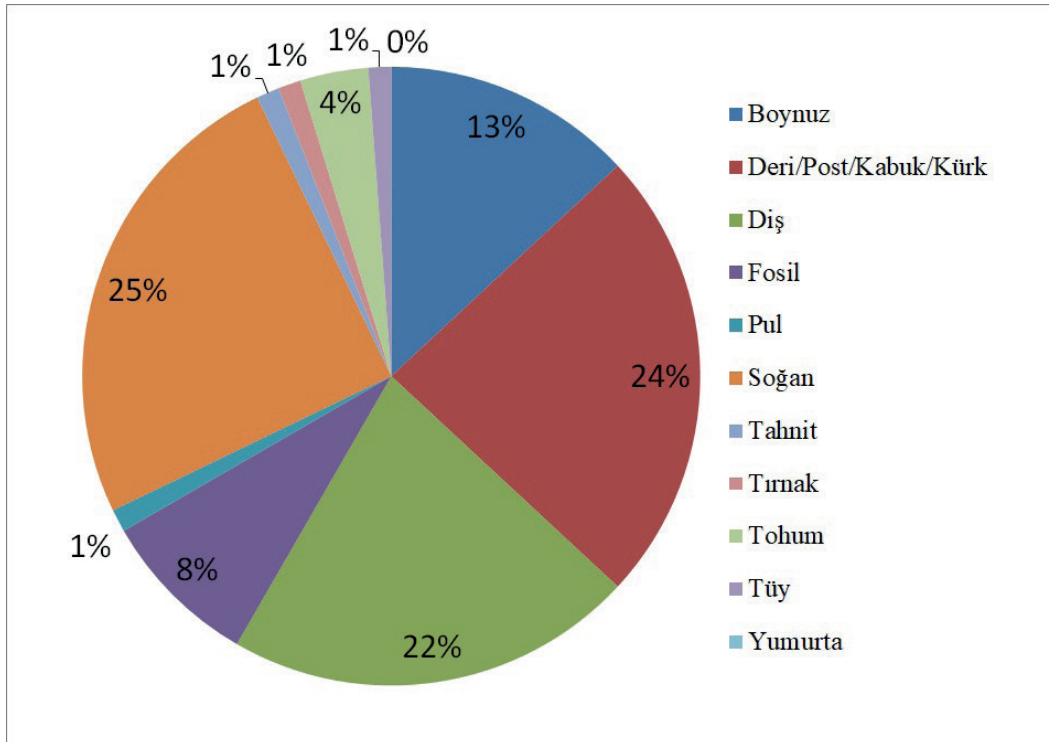
Sıra	Cins	Sıklık (f)	% Dağılımı	Sıra	Cins	Sıklık (f)	% Dağılımı
1	<i>Acanthopelma</i>	4	1	24	<i>Leptailurus</i>	2	1
2	<i>Accipiter</i>	3	1	25	<i>Lithobates</i>	2	1
3	<i>Acrantophis</i>	1	1	26	<i>Macaca</i>	4	1
4	<i>Acridotheres</i>	1	1	27	<i>Mammuthus</i>	2	1
5	<i>Alectoris</i>	3	1	28	<i>Manis</i>	2	1
6	<i>Anser</i>	3	1	29	<i>Melopsittacus</i>	4	1
7	<i>Antaresia</i>	7	2	30	<i>Nymphicus</i>	5	1
8	<i>Ara</i>	6	2	31	<i>Odobenus</i>	2	1
9	<i>Bison</i>	2	1	32	<i>Ovis</i>	11	3
10	<i>Bos</i>	21	5	33	<i>Panthera</i>	2	1
11	<i>Bubo</i>	2	1	34	<i>Pantherophis</i>	2	1
12	<i>Buteo</i>	4	1	35	<i>Pavo</i>	2	1
13	<i>Canis</i>	8	2	36	<i>Phoenicopterus</i>	2	1
14	<i>Carduelis</i>	24	6	37	<i>Pogona</i>	6	2
15	<i>Castor</i>	2	1	38	<i>Psittacula</i>	17	4
16	<i>Columba</i>	4	1	39	<i>Pterocles</i>	2	1
17	<i>Crocodylus</i>	2	1	40	<i>Python</i>	15	4
18	<i>Cygnus</i>	3	1	41	<i>Struthio</i>	2	1
19	<i>Falco</i>	4	1	42	<i>Tiliqua</i>	2	1
20	<i>Felis</i>	8	2	43	<i>Varanus</i>	6	2
21	<i>Gekko</i>	3	1	44	<i>Diğer Cins</i>	40	10
22	<i>Iguana</i>	2	1	45	<i>Bilinmiyor</i>	138	35
23	<i>Lampropeltis</i>	2	1	46	<i>Toplam</i>	389	100

Haberlere konu olan organizmaların (bitki, hayvan ve mantar) canlı veya ölü olma durumlarına göre dağılımı Şekil 6'da verilmiştir. Yakalanan organizmaların %52'si canlı, %18'i ölü olarak ele geçirilmiştir. Yakalanan organizmaların %30'unun ise durumu bilinmemektedir.



Şekil 6. Kaçakçılık haberlerine konu olan organizmaların canlı/ölü olma durumuna göre % dağılımları

Kaçakçılığa konu olan canlı grupları her zaman bir bütün halinde olmayıp boynuz, yumurta, post, soğan, tohum gibi kısımlar da kaçakçılığa maruz kalabilmektedir. Kaçakçılığı yapılan organizmaların vücut parçalarına ait dağılım Şekil 7’de verilmiştir. Bitkisel kökenli parçalarda; soğanlar %25’lik oran ile birinci sırayı alırken, hayvansal kökenli parçalarda; %24 oranıyla deri/post/kürk/kabuk kısımları ikinci sırada ve %22’lik oran ile diş örnekleri üçüncü sırada yer almaktadır. Bunları boynuz (%13), fosil (%8) ve tohum (%4) parçaları takip etmektedir. Kaçakçılığa konu olan diğer materyaller ise pul, tahnit, tırnak, tüy ve yumurtadır. Özellikle 2010-2020 yılları arasında organizmaların vücut parçalarına ait kaçakçılık vakalarında artış olmuştur.



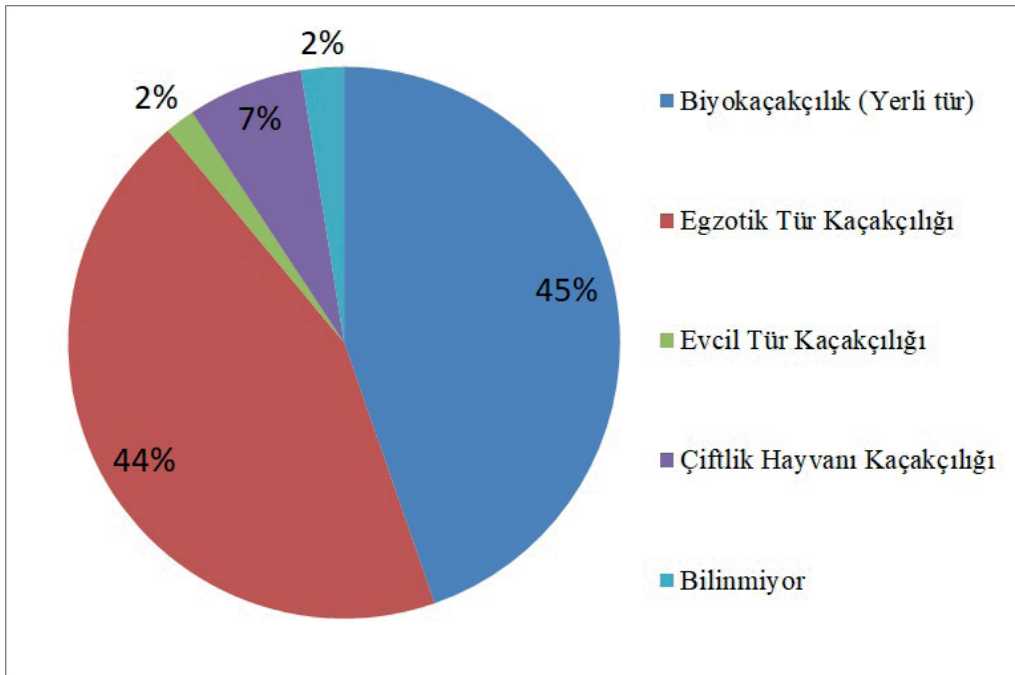
Şekil 7. Kaçakçılığı yapılan organizma parçalarının % dağılımları

Araştırmada kullanılmış olan anahtar kelimeler üzerine yapılmış olan bulut analizinde 517 vaka arasında en çok kullanılan anahtar kelimeler sırasıyla; Hin keneviri kaçakçılık, kuş kaçakçılık, egzotik hayvan kaçakçılık, hayvan boynuzu kaçakçılık, kaçakçılık mücadele şube müdürlüğü, haşhaş kaçakçılık ve CITES kaçakçılık'tır (Şekil 8). Organizmaların vücut parçalarına ait kaçakçılık vakalarında %22'lik bir orana sahip olan hayvan dişlerine (Şekil 7) dikkat çekmek için kelime bulutu simgesi olarak fil seçilmiştir.



Şekil 8. Araştırmada kullanılan anahtar kelimelerin kelime bulutu analizi

Farklı statülerden canlı gruplarının maruz kaldığı kaçakçılığı gösteren oranlar karşılaştırıldığında tespit edilen en yüksek kaçakçılık oranları sırasıyla biyokaçakçılık (yerli tür) %45, egzotik/yabancı tür kaçakçılığı %44, çiftlik hayvanı kaçakçılığı %7 ve evcil hayvanı kaçakçılığı %2'dir (Şekil 9).



Şekil 9. Farklı statülerden canlı gruplarının maruz kaldığı kaçakçılık oranları

### 3. SONUÇ ve TARTIŞMA

Biyokaçakçılık; art niyetli kişilerin bir coğrafyanın zengin biyoçeşitliliğinin farkında olmaları sonucu bu zenginlikten maddi kazanç sağlamak için seçmiş oldukları yasa dışı bir yoldur (Dayıoğlu vd., 2019). Türkiye’de biyokaçakçılık yaban hayatına ait türleri kapsıyor olsa da başka ülkelere özgü egzotik türler ile evcil, büyükbaş ve küçükbaş hayvanların Türkiye’deki karar verici kurumlardan izinsiz bir biçimde taşınması ve ticaretinin yapılması da yasaktır ve bu konuda cezai yaptırımlar mevcuttur. Bu gibi vakalar kitle iletişim araçlarına haber olarak yansımaktadır. Bu haberler bilimsel araştırmalar için veri alt yapısı sağlayabilmektedir. Bu araştırmada 1999-2020 yılları arasında Türk medyasına yansımış olan bitki, hayvan ve mantar temelli 517 kaçakçılık haberi bir veri tabanı haline getirilerek değerlendirilmiştir. Bu veri tabanına göre; Türkiye’de mantar kaçakçılığı haberleri çok düşük düzeydedir. Kaçakçılıkta hayvanlar ile ilgili haberlerin, bitkiler ile ilgili haberlerin üç katı olmasında egzotik, evcil ve çiftlik hayvanları kaçakçılığının önemli bir etkisi vardır. Ayrıca hayvan kaçakçılığı vakalarındaki egzotik türlerin varlığı gelecekte bu türlerin ekolojik, ekonomik ve sosyal etkileri değerlendirilirken önemli olacaktır. İstilacı yabancı türlerin biyolojik çeşitlilik üzerindeki baskısı nedeniyle egzotik türlerin izlenmesi gereklidir. Özellikle küresel iklim değişikliğinin etkilerinin belirginleşmesinden sonra en büyük küresel sorunun istilacı türler olduğu göz önüne alınırsa, biyokaçakçılık ile mücadelenin istilacı türlerle mücadele ile koordinasyon içinde yürütülmesi zorunludur.

İki kıtayı birbirine bağlayan ve jeopolitik konumu nedeniyle ticari açıdan bir cazibe merkezi olan Anadolu, kaçakçılık için de cazibe merkezi olmuştur. Türkiye Cumhuriyeti’nin ilk dönemlerinde, Gümrük Muhafaza Müdürlüğü aldığı tedbirlere rağmen İskenderun Körfezi’nden İran sınırına kadar olan güney sınırında kaçakçılığı engellememiştir (Gözcü & Çakmak, 2019). Kaçakçılığın artmasında coğrafi etmenler ile sosyo-psikolojik nedenler de etkilidir. Ayrıca Türkiye’nin güney sınırında güvenlik yıllarca basit tel örgü ve sınır karakolları ile sağlanmıştır (Özgen, 2011).

Türkiye’de ilk biyokaçakçılık vakası Osmanlı İmparatorluğu döneminde lale soğanlarının Hollanda’ya kaçırılması ile ortaya çıkmıştır (Şimşek, 2011). Türkiye’de yılan zehri, kelebek, bombus arısı, şahin, atmaca gibi canlıların ya da bu canlılara ait yumurtaların turist görünümü biyologlar tarafından kaçırıldığı bilinmektedir (Bacak, 2014). Türkiye’de DKMP 2013 yılında biyokaçakçılık üzerine “Biyokaçakçılıkla Mücadele Rehberi” yayınlamış ve 81 ilde halkı bilinçlendirme ve farkındalık oluşturma çalışmalarına başlamıştır (Yorulmaz, 2014). Biyolojik çeşitliliği etkileyen etmenler içerisinde biyolojik kaçakçılığın önemli bir yeri vardır (Çakır Sümer, 2016). Bu sebeple biyokaçakçılıkla ilgili yapılması gereken hukuki düzenlemeler bulunmaktadır (Başaran, 2017). Biyokaçakçılık vakaları resmi kayıtlara geçenlerden çok daha fazladır, hukuki süreç iyi işlememekte ve ilgili kamu personellerinin konu ile ilgili bilgi düzeyi yetersiz kalmaktadır (Güler & Mutlu 2018). Türkiye’de biyokaçakçılığın durumu birkaç örnekle bakanlık raporları doğrultusunda incelenmiştir (Kurt vd., 2019). Türkiye’de evcil ve egzotik kökenli hayvanların ithalatı yasal olarak 2020 yılının şubat ayına kadar yapılabilmektedir. Ancak 2020 yılının şubat ayında baş gösteren küresel Covid 19 salgını sebebiyle evcil ve egzotik kökenli hayvanların ithalatı Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından bir yıl süre ile askıya alınmıştır (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2021). Türkiye’de biyokaçakçılık üzerine şimdiye kadar yapılmış olan araştırmalar başlangıç düzeyindedir, Türkiye’nin biyoçeşitliliğinin korunması ve halkın farkındalığının artırılmasına dair her araştırma önemlidir. Özellikle kitle iletişim araçlarının bu konuda önemli bir misyonu vardır. Bu konunun sadece biyokaçakçılık özelinde değil, çiftlik, evcil ve egzotik türleri de kapsayacak biçimde değerlendirilmesi ile daha bütüncül yaklaşımlar geliştirilebilir.

Türkiye’de dijital habercilik 2000 yılından itibaren hız kazanmış ve medya kuruluşlarının internet sitelerini kamuoyuna açmasında bir artış olmuştur (Aydoğan, 2013). CITES sözleşmesine göre yapılan yasal düzenlemeler 2004 yılında resmî gazetede yayınlanmış ve denetimler artırılmaya başlamıştır. Araştırma konusu olan kaçakçılık haberlerinin artışı da bu gelişmelerle paralellik göstermektedir (Şekil 1). Toplumda oluşan farkındalık ile vakaların haber değeri kazanması ve internet temelli haberciliğin yaygınlaşması, yerel haberlerin ülke genelinde erişilebilir hale gelmesi, ulaşılan verilerin artışında bir diğer etken olarak değerlendirilebilir. 2010 yılından itibaren kaçakçılığı yapılan bitki türleri arasında dikkat çekici bir biçimde uyuşturucu-halüsinojen madde içerikli türlerin yer alması günümüzde artan madde bağımlılığı ve buna paralel olarak artan kaçak bitki yetiştiriciliği vakaları ile de doğru orantılı olabilir. Yerel ve ulusal haberlerde bitki, hayvan ve mantar kaçakçılığı vakalarının oransal değişimi farklıdır. Ulusal haberlerin %82’si, yerel haberlerin %55’i hayvanlar üzerindedir (Şekil 2). Bu farklılık; yerel düzeyde her vakanın haber değeri taşınması, ulusal düzeyde ise en dikkat çekici olanların haber değeri

taşımasından kaynaklanıyor olabilir. Genel olarak medyada yanlış ya da hatalı haber yapılma durumu söz konusudur, ancak bu çalışmada kullanılmış haberler genellikle resmi kurumlar tarafından basınla paylaşılmış olan vakalardır. Bulut analizinde en fazla haber kaynağına ulaşılan anahtar kelimelerden birinin *kaçakçılık mücadele şube müdürlüğü* olması (Şekil 8) da bu durumun bir göstergesidir.

Bu araştırmada Marmara Bölgesi'ne ait verilerin diğer bölgelerin neredeyse tamamının toplamına yakın bir orana sahip olmasının (Şekil 3) başlıca sebepleri; İstanbul Havalimanı, Edirne ve Kırklareli sınır kapılarında ele geçirilen örneklere dair haberlerdir. Akdeniz Bölgesi ile Doğu Anadolu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinin oranları ise bu bölgelerde yoğun şekilde meydana gelen sahlepe soğanı toplayıcılığı ve ilgili bölgelerin endemik türler açısından zengin habitatlar barındırıyor olması ile ilişkilendirilebilir. Ayrıca Doğu Anadolu ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri büyükbaş-küçükbaş hayvan kaçakçılığı ile kaçak kenevir yetiştiriciliğinde de dikkat çeken bölgelerdir. Gümüşhane ili ise, dünyadaki üç biyoçeşitlilik sıcak noktasının kesiştiği yer olan Anadolu Çaprazı üzerinde bulunması ve sahip olduğu zengin biyoçeşitlilik değerleri ile kaçakçılık açısından dikkat çekmektedir.

İstanbul, Edirne, Kırklareli ve Tekirdağ'da yapılan haberler (Tablo 2) havalimanı ve sınır kapısında yakalanmalar üzerine olup, haber içerikleri çoğunlukla ihbar temelli olan vakalar üzerinedir. Diyarbakır'daki yüksek oran ise temelde kaçak hint keneviri yetiştiriciliği sebebiyledir. Kütahya ve çevresi haşhaşın izne tabi yasal yetiştiriciliğinin yapıldığı ve aynı zamanda haşhaş tohumunun gıda maddesi olarak tüketiminin yüksek olduğu bir bölgedir. Bu nedenle, haşhaş kaçakçılığı haberlerinin dağılımında Kütahya'nın ön planda olduğu düşünülmüştür. Gümüşhane ili ise dünyadaki üç biyoçeşitlilik sıcak noktasının kesiştiği yer olan Anadolu diyagonalı üzerinde bulunmaktadır. Bu nedenle sahip olduğu zengin biyoçeşitlilik değerleri ile kaçakçılık açısından dikkat çekmektedir.

Haber içerikleri, toplumsal bilincin sağlanmasında önemlidir. Haberlerde görsel verinin olması, haberin güvenilirliğini artırmakla birlikte, hitap ettiği kitlede yaratılacak farkındalık açısından dikkat çekici bir öge niteliği taşımaktadır. Tespit edilen haberlerin yarısından fazlası görsel veri bulundurmasına karşın (Tablo 1), ilgili görsellerin çoğu düşük çözünürlüğe sahip ve tür tanımlama açısından yetersizdir.

Türkiye'de sadece Amanos Dağları'nda yaşayan altı antenli Akbez geyik böceği (*Lucanus cervus akbesianus*), özellikle Japonya'da, yaygın olan "Böceklerin Kralı" (*Mushiking-King of the Beetles*) adlı çizgi film, roman ve kart oyunları nedeniyle çocukların ve koleksiyoncuların ilgisini çeken, ekonomik değerinden ötürü kaçakçıların en çok aradığı türlerden biridir (Dayıoğlu vd., 2019). Türkiye'deki kaçakçılık haberlerine konu olan organizmalar sistematik açıdan incelendiğinde (Tablo 3), bazı vakalarda tür adlarının olmaması bu araştırmanın yer yer takım ve cins temelli bir kıyaslama ile sınırlı kalmasına neden olmuştur. Bu bilgi eksikliğinin farklı nedenleri olabilir. İlgili tür teşhis edilememiş olabilir ya da geyik böceği örneğindeki gibi bir durum olmaması ve ilgili türün doğadaki geleceği için anonim bırakılmış olabilir. Yerli türler ile ilgili yapılmış olan haberlerde hem tür hem de yer bilgisi olması kaçakçılara doğrudan adres gösteriyor olabilir. Hatta ilgili türü tanımayanlar yanlışlıkla alandan farklı canlı türlerini de toplayabilirler. Bu nedenle haber içerikleri hakkında ayrı bir değerlendirme yapılabilir.

Elde edilen veriler doğrultusunda, Squamata (Pullular) takımı; evcil hayvan olarak tercih edilen kertenkele, kaplumbağa gibi canlı gruplarına ilaveten deri ve pul ticareti ile en yüksek orana sahiptir. Carnivora (Etçiller) takımının oranı evcil kedi ve köpekler nedeniyle yüksektir. Carnivora'dan sonra kuşlara ait takımlar olan; Psittaciformes (Papağanlar), Passeriformes (Ötücüler) ve Anseriformes (Kazsılar) gelmektedir. Artiodactyla (Çift toynaklılar) takımındaki yüksek oran (Tablo 3) ise çoğunlukla büyükbaş ve küçükbaş hayvan kaçakçılığından kaynaklanmaktadır. Kaçakçılık haberleri toplam 61 ilde yapılmıştır ve ele geçirilen canlıların çeşitliliği her ilde aynı değildir. Bu farklılık illerin coğrafik, ekolojik, sosyo-ekonomik özelliklerinden kaynaklanıyor olabilir. Dolayısıyla kaçakçılığı engellemek için yapılacak çalışmalarda bunların da göz önünde bulundurulması önemlidir.

Yeşil papağan (*Psittacula krameri*) insan etkisiyle Türkiye'de doğada üreyen popülasyonlar kurmuş olmasına rağmen ülkede ticareti yapılmaya devam eden bir türdür (Per, 2018). Büyük şehirlerde bu türe ait bireylerin yasa dışı biçimde doğadan toplandığı bilinmektedir (Per, 2019). Bu türün Türkiye'ye ithalatı 2021 yılında Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından



yasaklanmıştır, ancak daha önceki yıllar getirilmiş olan bireyler nedeniyle ülke içindeki ticareti hala devam etmektedir (Per, 2021). Bu araştırmada hayvan kaçakçılığında en çok etkilenen hayvan sınıfı kuşlardır (Şekil 4), kuşlar arasında da papağanlar ön plana çıkmıştır (Tablo 1). Tür temelli olarak da yeşil papağan'ın yasa dışı olarak kaçakçılığı yapılan bir tür olduğu tespit edilmiştir. Türe yönelik ithalat yasağı gelmiş olmasına rağmen, ülke içinde yasa dışı olarak doğadan toplama vakaları ve kaçakçılığı da devam ettiği için bu türün iç piyasadaki ticaretinin uzun yıllar devam edeceği düşünülmektedir. İthalat yasağının ülke içinde başarıya ulaşması için Tarım ve Orman Bakanlığı'nın bu konuda farklı ilgi grupları ile kamu, STK ve üniversite işbirliğinde yeni yaklaşımlar geliştirmesi faydalı olacaktır.

Eğer bir tür ticareti yapılamayacak kadar nadir hale gelirse, bir yasak gelinceye kadar yasal satışları artar, yasak gelince de yasa dışı satış fiyatları yükselir (Coulon & Nouet, 2018). Nesli tehlike altında olan Gri papağan (*Psittacula erithacus*) Türkiye'de 1982-2016 yılları arasında yasal olarak en çok ticareti yapılan papağan türü olmuştur. Gri papağan'ın doğal popülasyonları çok azaldığı için 2017 yılında dünya genelinde ticareti yasaklanmıştır (Per, 2018), ancak Türkiye'deki yaban hayatı kaçakçılığı vakalarında bu türe ait bireylere rastlanılmıştır.

Afrika Boğa Kurbağası (*Pyxicephalus adspersus*) ve kızıl palmye böceği (*Rhynchophorus ferrugineus*) dünyadaki istilacı yabancı türler arasında yer almaktadır (GISD, 2021). CITES'e göre Türkiye yasal olarak bu türlerin ticaretini yapmamaktadır (CITES, 2021). Ancak bu araştırmada Türkiye'deki kaçakçılık vakalarında bu türler tespit edilmiştir. İstilacılık özelliği olan egzotik türler ile ilgili karar verici kurumların toplumu bilinçlendirmesi ve geleceğe dönük önlemler alması gereklidir.

Türkiye'de ilk kez 2005 yılında Mersin'de tespit edilen kızıl palmye böceği (*Rhynchophorus ferrugineus*) peyzaj amaçlı dikilmekte olan palmye ve hurma ağaçları aracılığıyla ülkeye girdirilmiştir (Karut & Kazak, 2005). Kaçakçılığa konu olan haber ise 2011 yılında Antalya'da yaşanmıştır. Yabancı bir akademisyen doğadan topladığı kızıl palmye böceklerini ülkesine göndermek isterken kargo şirketinin dikkati ve ihbarı ile tespit edilmiştir (AA, 2011). İYT ile mücadelede başarılı olmak için toplumun bütün kesimlerini kapsayacak şekilde bir farkındalık çalışması ve veri tabanı alt yapısına ihtiyaç vardır (Uludağ & Ertürk, 2012).

Haberlere konu olan bitkiler sistematik açıdan incelendiğinde ise, hayvanlarda olduğu gibi bazı tür adlarına ilişkin yeterli düzeyde yazılı ve görsel verinin sağlanamaması bu incelemenin takım ve cins düzeyinde sınırlı kalmasına neden olmuştur (Tablo 4). Endemik tür kaçakçılığında; bitki soğanları ve tohumları ön plandadır. Elde edilen veriler doğrultusunda, Rosales (güller) %46.8 ve Ranunculales (dügünççekleri)'in %26,6 ile en yüksek orana sahip olmasının sebebi, ilgili bitkilerin Türkiye'de; kaçak olarak ekimi yapılan hint keneviri ve haşhaş yetiştiriciliği olabilir. Bu araştırmada tespit edilen bitki kaçakçılığı vakalarının yarısından çoğu (hint keneviri %45 ve haşhaş %25), uyuşturucu-halojen etki yaratan türlere yönelik kaçakçılık vakalarıdır. Bu sıralamada üçüncü sıradaki Asparagales (kuşkonmazlar) takımının yüksek %'lik dilimi sahlep soğanı kaçakçılığına ilişkin haberler nedeniyle (Tablo 4). Cins bilgisine ulaşılan vakalar içerisinde, *Cannabis* (kenevir) ilk sırayı alırken bunu *Papaver* (haşhaş) ve *Ophrys* (sahlep) takip etmektedir (Şekil 5). Mantarlarda ise Pezizales takımı yer almaktadır.

Türkiye'deki yabancı bitki soğanlarının yabancı araştırmacılar ve bahçe sahipleri tarafından izinsiz olarak toplanıp farklı ülkelere taşındığı bilinmektedir. Özellikle dar yayılışlı, nadir ve endemik türler bu durumdan olumsuz etkilenmektedir. *Ophrys* türlerinin 1974 yılından beri ihracatı yasaktır (Ekim & Koyuncu, 1993). Macar araştırmacılar tarafından 2015 yılında yurt dışına kaçırılmak istenirken el konulan Likya Kaş orkidesi'ne ait yumrular doğaya kazandırılmak amacıyla Likya Kaş Orkidesi Özel Koruma Alanı'na yeniden dikilmiştir (Ulusal, 2015). *Ophrys* türlerinin bu araştırmadaki bitki cinsleri arasındaki vaka oranı %1'dir (Şekil 5). Tür seviyesinde sadece Likya Kaş orkidesi'ne ait vaka tespit edilmiştir.

Son yıllarda organizmanın bir bütün olarak kaçırılması yerine herhangi bir doku örneğinin kaçırılması moleküler çalışmaları gerçekleştirmek için yeterli olmaktadır. Taşımaya uygun tüp vb. kaplarda uygun çözeltiler (örneğin, formaldehit, alkol) içinde korunarak taşınabilen bu doku, parça ve sıvılar kolaylıkla yurt dışına çıkarılabilmektedir (Yorulmaz, 2014). Boynuz, diş, deri, post, tırnak, tüy, kıl, yumurta, dışkı, zehir, tohum, yumru gibi örnekler de benzer yöntemlerle kaçırılabilir (Akın, 2019). Biyolojik ve ekolojik araştırma yöntemleri ile teknolojiye gelişim ile birlikte Türkiye'de biyokaçakçılık bir değişim göstermiştir. Son on yılda kaçırılması daha zor olan bitki ve hayvan bireyleri yerine spesifik olarak belirli organizma parçaları özellikle de bitki soğanı, hayvan postu, kabuğu ve diş örneklerinin kaçakçılığında dikkat çekici bir artış olmuştur

(Şekil 7). Bu araştırma ile özellikle Covid 19 pandemisi ile gündeme gelmiş olan *Pangolin* (Pholidota) pulunun yanı sıra fil ve mors dişlerinin de Türkiye’de kaçakçılığının yapıldığı tespit edilmiştir.

Kaçakçılık vakaları arasında çiftlik hayvanı kaçakçılığı %7 ile düşük bir orana sahiptir (Şekil 9). Bu durumun ortaya çıkmasında Tarım ve Orman Bakanlığı’nın yürütmekte olduğu hayvan kayıt, kimliklendirme ve küpeleme çalışmalarının etkili olduğu düşünülmektedir.

Kaçakçılık vakaları arasında evcil hayvan kaçakçılığı %2’lik bir orana sahiptir (Şekil 9). Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından evcil kedi & köpeklerin kayıt altına alınması ve kimliklendirilmesi için 01.01.2021 tarihinden itibaren evcil hayvanlara mikroçip takılması zorunlu hale getirilmiştir (Resmî Gazete, 2018). Böyle bir kararın alınmasının bu hayvanların başıboş hayvan statüsünde doğada var olma durumunun azaltılmasında yararlı olacağı düşünülebilir, ancak bu kararın evcil hayvan kaçakçılığı üzerindeki etkileri gelecek yıllarda tespit edilebilecektir.

Yaban hayatı kaçakçılığı Türkiye’ye sosyo-ekonomik olarak zarar vermektedir; yasa dışı yollar ile getirilen canlıların orjini (doğadan toplanan veya kafeste yetiştirilen bireyler), yetiştirildiği ülke, yetiştirilme yöntemi (gruplar halinde veya çift olarak) beslenme rejimi, bağırsak florası, ve taşıdığı genetik mutasyonları bilinmemektedir. Bu bireyler karantinaya alınmadan ticaret döngüsüne girdirildiği için biyogüvenlik, hayvan refahı ve halk sağlığı açısından risk oluşturmaktadır. Aynı zamanda yasal olarak ticaret yapan firmalar da bu durumdan olumsuz etkilenmektedir; ülkeye kontrolsüz olarak birey sayısı ve tür çeşitliliği belirsiz canlılar girdirildiğinde ülke içindeki piyasa değerleri değişebilmektedir. İç piyasaya yayılması durumunda kontrolü yapılamadığı için haksız rekabet ortaya ortaya çıkabilmektedir.

Japonya 1979-2015 yılları arasında 92 ülkeden 603 kuş türü ithal etmiştir, en çok ithalat yaptığı ülkeler; Belçika, Hollanda ve Singapur’dur (Vall-Llosera & Su, 2018). Türkiye 1982-2016 yılları arasında 60 ülkeden 135 papağan türü ithal etmiştir. Ticari amaçla ithal edilen bu papağanların %64’ü insan elinde kafes kuşu olarak yetiştirilmiştir ve bu dönemde en çok ithalat yapılan ülkeler; Çek Cumhuriyeti, Hollanda, Guyana, İsviçre, Belçika ve Mali’dir (Per, 2018). Dünya’da farklı ülkeler arasında kafeslerde yetiştirilmiş kuşların ithalatı ve ihracatı yapılmaya devam edilmektedir. Türkiye’de yaban hayatı kaçakçılığından en fazla etkilenen hayvan sınıfı kuşlar olup bu durum uluslararası ticaret yapmaya çalışan yerli firmaları da olumsuz etkilemektedir.

Türkiye’de kamusal alanda biyokaçakçılıkla mücadele için oluşturulmuş bir yönetim birimi, teşkilat veya bir organizasyona rastlanılmamıştır. Biyokaçakçılığı önleme konusunda kamuda yeterli personel bulunmamaktadır. Türkiye’den yurtdışına yerel tür kaçakçılığı yapan yabancı uyruklu kişiler olabildiği için bu konuda sıkı tedbirlere ihtiyaç vardır (Güler & Mutlu, 2018). Bunun yanı sıra doğa turizmi adı altında biyoçeşitlilik hakkında nitelikli kişilerin yurt dışından gelerek yaptığı geziler de sıkı takip altında tutulmalıdır. Son yıllarda alternatif turizm seçeneklerinden biri olan doğa turizmini artırmaya yönelik çalışmalar hız kazanmaktadır. Nitelikli biyokaçakçılığa zemin hazırlayacak ortamların oluşmasını engellemek amacıyla, ilgili aktiviteleri düzenleyenler ile ziyaretçilere rehberlik edecek kişilerin biyokaçakçılık üzerine eğitilmesi büyük önem arz etmektedir. Yine bu kapsamda, biyokaçakçılık ile mücadele birimlerinin devlet otoriteleri tarafından kurulması ve bu yönde çalışmalar yapacak personelin bitki ve hayvan taksonomisi ile ekoloji üzerine yeterli bilgi ve donanımına sahip kişiler arasından seçilmesi yahut bu konuda eğitilmesi elzemdir.

19. Yüzyıldan beri devam eden yaban hayatı tahribatı, aşırı tüketim, kirlilik, epizootik ve epidemik hastalıkların ortaya çıkışı insanın doğaya saygı göstermemesi ile daha da artmıştır. Dünya’da 1.000’e yakın canlı türünün yok olduğu bilinmektedir, yakın gelecekte 17.000 türün de neslinin tükeneceği tahmin edilmektedir. Hayvan hakları kavramının kabul edilmesi uzun yıllar almıştır, ancak hayvan hakları ve çevre sorunları üzerine çalışmakta olan uluslararası kurumlar sayesinde günümüzde hayvana saygı kavramında önemli bir ilerleme kaydedilmiştir (Coulon & Nouet, 2018). Hayvan ticareti konusunda Avrupa’da çok fazla yönerge ve tavsiye çıkarılmış olmasına rağmen hâlâ hayvanlar uygun olmayan koşullarda uzun mesafelere taşınmaktadır. Ayrıca CITES hakkında eğitilmiş ve koruma altındaki türleri tanıyabilen personel sayısı azdır (Coulon & Nouet, 2018). Türkiye’de de yerelde çalışanların tür tanımaya yönelik bilgi düzeyi bilinmemektedir. Bu konuda yapılmış olan haberlerde kaçakçıların sadece gümrüklerde değil, arazide canlıları toplarken ve yol üzerinde yapılan denetlemlerde canlıları taşıma sırasında da yakalandığı tespit edilmiştir.

Sürdürülebilir kalkınmada uzun vadeli kalkınma hedeflerinin doğa koruma ve çevresel değerler gözetilerek planlanması gereklidir. Doğa koruma için halkın bu konudaki fikirleri benimsemesi ve sürece dahil olması gereklidir (Kışlalıoğlu ve Berkes, 2019). Bilim toplumdan ayrı bir faaliyet değildir, hatta her şeyden çok toplumsaldır (Saygın Ögüt vd., 2019). Yaban

hayatını korumak ve hızlı hareket etmek için iletişim ve bilgilendirme gereklidir, bu bağlamda medya önemli bir araçtır (Blewitt, 2011). Televizyonda evcil hayvanlar ve yabani hayvanlar üzerine hazırlanmış programlar daha çok ilgi çekerken hayvan ticareti ve esaret altındaki canlılara dair programlar daha az ilgi görmektedir. Bu açıdan günümüzde internet halkın farkındalığının artırılmasında önemli bir yere sahiptir (Coulon & Nouet, 2018). Türkiye’de karar verici kurumların hem kurumsal internet sayfalarında hem de medya kuruluşları ile paylaştıkları haberlerde bu konuya yer vermeleri toplumda biyokaçakçılık ile ilgili farkındalık oluşmasına önem verdiklerini göstermektedir. Karar verici kurumlarda yeterli sayıda biyolog bulunmayışı biyokaçakçılığın etkisini kolluk kuvvetleri ve halka ifade ederken sınırlayıcı olabilir. Bu konuda özellikle yerel halkın ihbarları kaçakçıların yakalanması açısından büyük önem arz etmektedir. Ayrıca bilimsel çalışmalardan elde edilen bulguların halka anlaşılır biçimde sunulması gereklidir.

Türkiye’de 2013 yılından itibaren biyokaçakçılık konusunda karar verici kurum olan Tarım ve Orman Bakanlığı’nın yaptığı farkındalık çalışmaları ile biyokaçakçılık sorunu dikkat çekmeye başlamıştır, ancak bu çalışmalar, vatandaşlara Türkiye’de biyokaçakçılığın boyutları hakkında yeterli veri sunmamaktadır. Toplumun biyokaçakçılık konusunda bilinç düzeyini artırmada en etkili kaynaklar; kitle iletişim araçlarıdır. Bu araştırma ile ülke genelinde ilk kez medyada biyokaçakçılık ve yaban hayatı kaçakçılığı ile ilgili bir değerlendirme yapılmıştır. Değerlendirmede vakalar kaçakçılığın yapıldığı coğrafi bölge, il, kaçakçılığa maruz kalan canlı grubu ve bu organizmalara ait parçalar, haberin yapıldığı tarih, haberin ölçeği ve görselleştirme teknikleri gibi çeşitli kategoriler açısından sınıflandırılmıştır. Haber içeriklerinde görsel verinin bulunması haberin güvenilirliğini artırmakla birlikte, hitap ettiği kitlede yaratılacak farkındalık açısından önemlidir. Türkiye’de 21 yıllık süreçte kaçakçılık vakaları üzerine yapılmış olan 517 haberin dörtte biri bitkiler üzerinedir. Kaçakçılığın en çok yapıldığı coğrafi bölge hava ve karayolu kaçakçılığının yoğun olarak görüldüğü Marmara Bölgesi’dir. Covid 19 kısıtlamaları ile birlikte 2020 yılında Türkiye’de yaban hayatı kaçakçılık vakaları artmıştır. Bir yıl süre ile uluslararası yaban hayatı ticaretinin askıya alınmış olmasının bu durumun ortaya çıkmasında etkili olduğu düşünülmektedir. Ayrıca bu durum pandeminin halk üzerinde yarattığı ekonomik krizin bir etkisi sonucu da olabilir. Halkın biyokaçakçılık konusundaki bilinç düzeyi bilinmemektedir. Gelecekte bu alanda vatandaş bilimi ve sosyal medya temelli araştırmalara ihtiyaç vardır.

**Hakem Değerlendirmesi:** Dış bağımsız.

**Çıkar Çatışması:** Yazarlar çıkar çatışması etmemişlerdir.

**Finansal Destek:** Yazarlar finansal destek beyan etmemişlerdir.

**Yazar Katkıları:** Çalışma Konsepti/Tasarım- E.P.; Veri Toplama- K.G.A., Ö.G.B.,B.Y.,E.P.; Veri Analizi/Yorumlama- K.G.A., Ö.G.B.,B.Y.,E.P.; Yazı Taslağı- K.G.A., Ö.G.B.,B.Y.,E.P.; İçeriğin Eleştirel İncelemesi- K.G.A., Ö.G.B.,B.Y.,E.P.; Son Onay ve Sorumluluk- K.G.A., Ö.G.B.,B.Y.,E.P.

**Teşekkür:** Türkiye’de biyokaçakçılık ve yasal mevzuat hakkında verdikleri bilgiler için Fatma Danişman ve Sühendan Karauz’a, yasal olarak yapılmakta olan hayvan ticareti konusunda verdikleri bilgiler için Ceyhun Güler ve Orhan Dağcı’ya ve önerileri ile makaleye değerli katkılar sağlamış olan Zafer Karaer, Ayşe Yazlık ve Gökçe Coşkun’a teşekkür ederiz.

**Peer-review:** Externally peer-reviewed.

**Conflict of Interest:** The authors have no conflict of interest to declare.

**Grant Support:** Authors declared no conflict of interest.

**Author Contributions:** Conception/Design of Study- E.P.; Data Acquisition- K.G.A., Ö.G.B.,B.Y.,E.P.; Data Analysis/Interpretation- K.G.A., Ö.G.B.,B.Y.,E.P.; Drafting Manuscript- K.G.A., Ö.G.B.,B.Y.,E.P.; Critical Revision of Manuscript- K.G.A., Ö.G.B.,B.Y.,E.P.; Final Approval and Accountability- K.G.A., Ö.G.B.,B.Y.,E.P.

**Acknowledgement:** We would like to thank Fatma Danişman and Sühendan Karauz for providing information on biosmuggling and legal legislation in Turkey, Ceyhun Güler and Orhan Dağcı for informing us about legal animal trade, and Zafer Karaer, Ayşe Yazlık, Gökçe Coskun for their valuable contributions to the article with their suggestions.

## Kaynaklar/References

- AA. (2011). Anadolu Ajansı, Antalya’da tatil yaptığı otelin çevresinde yakaladığı böcekleri Almanya’ya göndermek isteyen profesör gözaltına alındı, 27.08.2011, Antalya, , Türkiye.
- Akman, Y., Düzenli, A., & Güney, K. (2005). *Biyocoğrafya*. Palme Yayıncılık. Ankara, Türkiye.
- Akın, H. Y. (2019). *Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Biyolojik Kaçakçılık Kavramına Yönelik Görüşleri*, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, (Yüksek Lisans Tezi). Retrieved from <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>.
- Aruoba, Ç. (2005). *Biyolojik Çesitlilik Sözleşmesi’nin 11. Maddesi: Ekonomik Tesvikler*. Biyogüvenlik Protokolü ve Biyolojik Çesitlilik Sözleşmesi’nde Tesvikler, Tartışma Toplantısı 17-18 Subat 2005, Mayıs 2005, Türkiye Çevre Vakfı Yayını, ss. 31-40.
- Aydoğan, D. (2013). Türkiye’de dijital gazetecilik: Habertürk ve Hürriyet gazeteleri örneği. *The Turkish Online Journal of Design Art and Communication*, 3(3), 26-40.
- Bacak, E. (2014). *Türkiye’nin Fauna Zenginliği*, İ.Ü. OMYO Avcılık ve Yaban Hayatı Programı. İstanbul Üniversitesi Kongre Merkezi, İstanbul, 26

Haziran 2014.

- Başaran, G. (2017). *Türkiye’de Biyokaçakçılık*, Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Yüksek Lisans Tezi). Retrieved from <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>.
- Bergman, C. (2009). Stolen Wildlife: The Illicit Animal Trade Is Exceeded Only by Drugs and Weapons Trafficking. *Smithsonian*, 40: 34-42.
- Blewitt, J. (2011). The media, animal conservation and environmental education, *Environmental Education Research*, 17(6), 711-718
- Budak, A., & Göçmen, B. (2008). *Herpetoloji*. Ege Üniversitesi Yayınları Fen Fakültesi, Yayın No. 194.
- Carson, R. (1962). *Silent Spring*. Houghton Mifflin, Boston.
- CITES Sekretariat. (2021). CITES (The Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora), Retrieved from <https://www.cites.org>.
- Coulon, J. M., & Nouet, J. C. (2018). *Hayvan Hakları*, Kırmızı Kedi Yayınevi, İstanbul.
- Çakmak, M. (2008). Biyolojik Çeşitliliğin Hukuken Korunması ve Kamu Yararı. *Ankara Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi*, 57(1), 133-166.
- Dayıoğlu, H., Yılmaz, A., & Başaran, G. (2019). Türkiye’de Biyokaçakçılık, *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 43: 74-90.
- Ekim, T., & Koyuncu, M. (1993). *Türkiye’den İhraç Edilen Çiçek Soğanları ve Koruma Önlemleri*, 2. Uluslararası Ekoloji ve Çevre Sorunları Sempozyumu (Ed. Kızıroğlu, İ), Türk-Alman Kültür İşleri Kurulu Yayın Dizisi No:3, Ankara, 42-47.
- GISD. (2021). Global Invasive Species Database. Retrieved from <http://www.iucngisd.org/gisd>.
- Gözcü, A., & Çakmak, F. (2019). Cumhuriyet’in ilk yıllarında Türkiye’nin güney sınırında gerçekleştirilen kaçakçılık faaliyetleri. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 21(3), 683-714.
- Güçlü, B., & Kökmen, M. B. (2014). Sosyal Medya Perspektifinde Gazete Okuma Alışkanlığı, Retrieved from <https://www.academia.edu>.
- Güler, E., & Mutlu, A. (2018). *Türkiye’de Biyokaçakçılık Sorunu: Küre Dağları Milli Parkı Örneği*. 12.Uluslararası Kamu Yönetimi Sempozyumu Bildiriler e-kitabı, 978-605-84963-1-6, 500.
- Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M., & Babaç, M.T. (2012). *Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler)*, İstanbul: Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği, 1-1290.
- Gürçüoğlu, S. (2013). Türkiye’de Çevre Eğitiminde Kamu Örgütleri, Sivil Toplum Örgütleri ve Medyanın Rolü. *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 15(3), 154-170.
- Karut, K., & Kazak, C. (2005). Akdeniz Bölgesi’nde yeni bir hurma ağacı (Phoenix dactylifera L.) zararlısı: *Rynchophorus ferrugineus* (Olivier, 1790) (Coleoptera: Curculionidae). *Turkish Journal of Entomology*, 29(4), 295-300.
- Karagöz, A., Zencirci, N., Tan, A., Taşkın, T., Köksel, H., Sürek, M., Tokar, C., & Özbek, K. (2010). *Bitki Genetik Kaynaklarının Korunması ve Kullanımı*. Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi. Bildiriler (I): 11-15 Ocak, Ankara, s. 155-177.
- Keçeli, T., Yaprak, E., Allı, H., Danişman, T., Yorulmaz, T., Kılınçarslan, H., Demircan, A., Kocuklu, B., & Erdoğan, S. (2013). *Biyokaçakçılıkla Mücadele Rehberi*, T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Yayınları, Ankara.
- Kence, A. (1991). *Biyolojik Çeşitlilik ve Kalkınma*, Sürdürülebilir Kalkınma El Kitabı, Türkiye Çevre Sorunları Vakfı Yayını, ss. 57-66.
- Kışlalıoğlu, M., & Berkes, F. 2019. *Çevre ve Ekoloji*, Remzi Kitabevi, 17. Baskı, İstanbul.
- Koç, Y., & Soykan A. (2020). Dünya’da ve Türkiye’de Doğa Korumanın Kuramsal Temelleri. *IBAD Sosyal Bilimler Dergisi*, 7: 86-99.
- Kurt, O., Çelik, N., Göre, M., & Kurt, H. (2019). Threats to Biodiversity Bio-Trafficking in Turkey. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 7: 2, 46-51. Mayr, E., & İzbırak, A. (2008). *Biyoloji budur: canlı dünyanın bilimi*. TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları.
- Özbek, K. 2016. Biyokaçakçılık. *Türkiye Tohumcular Birliği Dergisi*, 5(18), 62-68.
- Özdemir, G., & Ceylan, B. (2007). Biyolojik İstila ve Karadeniz’deki İstilacı Türler. Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Yunus Araştırma Bülteni.
- Özgen, H. N. (2011). Sınırdaki Kaçakçı Olmanın Antropolojik Tarihi. *NTV Tarih*, Aralık 2011, 24-27.
- Öztekin, H., & Şahin, M. (2020). Medyanın Bilimle İmtihanı: Türkiye’de Gazetelerde Yer Alan Bilim Haberleri Üzerine Bir İnceleme. *Akdeniz Üniversitesi İletişim Fakültesi Dergisi*, 33: 178-197.
- Per, E. (2018). Tropikal ormanlardan Türkiye’ye papağan ticaretinin durumu. *Turkish Journal of Forestry*, 19(3), 275-283.
- Per, E. (2019). İnternet temelli araçların egzotik papağanların izlenmesine katkısı. *Turkish Journal of Forestry*, 20 (4), 466-473.
- Per, E. (2021). Understanding the Possible Impact of Exotic Parrots on Human Health. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, 6(3), 288-293.
- Reece, J. B., Urry, L. A., Cain, M. L., Wasserman, S. A., Minorsky, P. V., & Orr, R. B. (2020). *Campbell Biology*, twelfth Edition (Pearson).
- Resmî Gazete. (2018). Kedi, Köpek ve Gelinciklerin Kimliklendirilmesi ve Kayıt Altına Alınmasına Dair Yönetmelik, Resmî Gazete Sayısı: 30344, Resmî Gazete Tarihi: 28.02.2018.
- Resmî Gazete. (2005). Av ve Yaban Hayvanları ile Bunlardan Elde Edilen Ürünlerin Bulundurulması, Üretimi ve Ticareti Hakkında Yönetmelik, Resmî Gazete, Gazete Sayısı: 25847, Resmî Gazete Tarihi: 16.06.2005.
- Resmî Gazete. (2001). Nesli Tehlike Altında Olan Yabani Hayvan ve Bitki Türlerinin Uluslararası Ticaretine İlişkin Sözleşmenin Uygulanmasına Dair Yönetmelik, Resmî Gazete, Gazete Sayısı: 24623, Resmî Gazete Tarihi: 27.12.2001.
- Saygın Ögütte, V., Açık-Turğüter, E., & Banguoğlu, T. 2019. Biyoloji Biliminden Toplumsal Dünyaya Bakmak: Bir Bilim Sosyolojisi Çalışması, Doğu-Batı Yayınları, Ankara. Sümer Çakır, G. (2016). Çevresel ve Milli Güvenlik Boyutları Açısından Biyolojik Çeşitlilik ve Tehlikeler. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi*, 11(1), 207-30.
- Şimşek, Ö. (2011). Doğa Casusluğu ve Türkiye’nin Genetik Zenginliği, Nature and liverworts, Retrieved from <http://natureandliverworts.blogspot.com/2011/12/doga-casuslugu-ve-turkiyenin-genetik.html>
- Tarım ve Orman Bakanlığı. (2021). COVID-19 Tedbirleri, Retrieved from <https://www.tarimorman.gov.tr/>, Erişim: 25.01.(2021).

- Tarım ve Orman Bakanlığı. (2020). Yabani Hayvan ve Bitki Türlerinin Uluslararası Ticaret Konvansiyonu (CITES), CITES Türkiye, Tarım ve Orman Bakanlığı, Retrieved from <https://www.tarimorman.gov.tr>
- Tarım ve Orman Bakanlığı. (2019). Biyolojik Çeşitlilik (2019) yılı Envanter Raporu. Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Tarım ve Orman Bakanlığı. (2007). *Ulusal Biyolojik Çeşitlilik Stratejisi ve Eylem Planı (UBSEP)*. Tarım ve Orman Bakanlığı Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü Doğa Koruma Dairesi Başkanlığı, s. 22.
- Tempier, L. (2014). Building worldwide expertise to detect and seize illegally traded wildlife. In UN chronicle. *Illegal wildlife trade*, 51: 25–28.
- Trakuş. (2020). Türkiye'nin anonim kuşları. Retrieved from <http://www.trakus.org>.
- Tramem. (2020). Türkiye'nin anonim memelileri. Retrieved from <http://www.tramem.org>.
- Uludağ, A., & Ertürk, Y. E. (2012). İthâl Ev Hayvanları ve Süs Bitkilerinin Çevreye Etkileri. *Environment. Journal of History Culture and Art Research*, 1(4), 428-444.
- Ulusal. (2015). Macar Profesörün çaldığı orkideler geri dikildi! <https://www.ulusal.com.tr/yurt/macar-profesorun-caldigi-orkideler-geri-dikildi-h56326.html>.
- Vall-Llosera, M., & Su, S. (2019). Trends and characteristics of imports of live CITES-listed bird species into Japan. *Ibis*, 161 (3), 590-604.
- Wordart, Kelime Bulutu Analizi, Retrieved from <http://wordart.com>.
- Yıldız, K., & Sipahioğlu S. & Yılmaz M. (2005). *Çevre Bilimi*, Genisletilmiş 2. Baskı, Ankara, 1-295.
- Yorulmaz, T. (2014). Biyolojik Kaçakçılık ve Omurgalı Hayvanlarımız. *Tabiat ve İnsan*, 187: 3-12.



# COVID-19 Süresince İnsanların Sosyal Ağlar Üzerinde Dışa Vurdukları Duygusal Tepkilerin Doğal Dil İşleme Yöntemleriyle Tespit Edilmesi: Ekşi Sözlük Örneği

## Detecting Emotional Reactions Expressed by People on Social Networks during COVID-19 by Natural Language Processing Methods: The Ekşi Sözlük Example

Atınç Yılmaz<sup>1</sup>, Âli Yurdun Orbak<sup>2</sup>, Ümit Yılmaz<sup>3</sup>, Erol Özcekiç<sup>4</sup>



<sup>1</sup> (Dr. Öğr. Üyesi), Beykent Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye

<sup>2</sup> (Doç. Dr.), Bursa Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Bursa, Türkiye

<sup>3</sup> (Öğr. Gör.), Balıkesir Üniversitesi, Bigadiç Meslek Yüksekokulu, Yönetim ve Organizasyon Bölümü, Balıkesir, Türkiye

<sup>4</sup> (Öğr. Gör.), Balıkesir Üniversitesi, Bigadiç Meslek Yüksekokulu, Elektrik ve Enerji Bölümü, Balıkesir, Türkiye

ORCID: A.Y. 0000-0003-0038-7519;  
A.Y.O. 0000-0002-4921-4275;  
Ü.Y. 0000-0003-4268-8598;  
E.Ö. 0000-0002-1896-6853

### Corresponding author:

Ümit YILMAZ

Balıkesir Üniversitesi, Bigadiç Meslek Yüksekokulu, Yönetim ve Organizasyon Bölümü, Balıkesir

E-mail address: umityilmaz@balikesir.edu.tr

Submitted: 05.10.2021

Revision Requested: 05.12.2021

Last Revision Received: 10.12.2021

Accepted: 10.12.2021

Published Online: 20.12.2021

**Citation:** Yılmaz, A., Orbak, A.Y., Yılmaz, U. ve Özcekiç, E. (2021). COVID-19 süresince insanların sosyal ağlar üzerinde dışa vurdukları duygusal tepkilerin doğal dil işleme yöntemleriyle tespit edilmesi: Ekşi Sözlük örneği. *Acta Infologica*, 5(2), 319-331.  
<https://doi.org/10.26650/acin.1004680>

### ÖZ

Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından pandemisi ilan edilen ve küresel ölçekte ciddi bir halk sağlığı tehdidi oluşturan COVID-19, tüm dünyayı etkisi altına almıştır. İnsanlık tarihi geçmişte birçok salgına şahit olsa da 21. yüzyıl dikkate alındığında hiçbir salgın COVID-19 kadar etkili olmamıştır. COVID-19'un küresel ölçekte hızlı yayılımı politika yapıcıları ve hükümetleri kısıtlama ve yer yer yasak kararları alma yoluna itmiştir. Bu kararlar neticesinde insanların sosyal, siyasal, kültürel ve ekonomik hayatlarında önemli değişimler gözlemlenmektedir. Kısıtlamalar ve yasaklar, insanları evlerinde daha fazla vakit geçirmeye itmiş ve insanların evde daha çok zaman geçirmeleri ile internette geçirmiş oldukları süre ciddi derecede artmıştır. Özellikle COVID-19'un insanlar üzerinde yaratmış olduğu hapis durumu, insanların inkâr, korku, öfke, kaygı, kabullenme, güvensizlik, güven şeklinde kategorilendirilebilecek duyguları yoğun bir şekilde yaşamasına ve bu duygularını sosyal medya platformları üzerinden dış çevreleriyle paylaşmalarına yol açmıştır. Bu çalışmada, Türk vatandaşlarının COVID-19 pandemisine has yaşanan olaylara verdikleri duygusal tepkileri değerlendirebilmek adına, Ekşi Sözlük platformunda COVID-19 salgını süreci hakkında açılmış olan çeşitli konu başlıklarından 7500 yorum toplanmış ve Doğal Dil İşleme Teknikleri kullanılarak bir değerlendirme yapılmıştır. Bu değerlendirme aşamasında kelime gömme tekniklerinden olan Word2Vec ve Doc2Vec mimarisinden faydalanılmıştır. Bu teknikler ile Türk vatandaşların verdikleri ortak duygusal tepkiler inceleme altına alınmıştır. Oluşturulan modelin başarısı Word2Vec mimarisinde %97, Doc2Vec mimarisinde ise %97,5'lara kadar elde edilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** COVID-19, Doğal Dil İşleme, Duygu Analizi, Ekşi Sözlük

### ABSTRACT

COVID-19, which has been declared a pandemic by the World Health Organization (WHO) and poses a serious public health threat on a global scale, has affected the whole world. Although human history has witnessed many epidemics in the past, if we consider just the 21st century, no epidemic has been as effective as COVID-19. The rapid global spread of COVID-19 has pushed policy makers and governments to implement restrictions and prohibitions. As a result of these actions, important changes were observed in people's social, political, cultural and economic lives. Restrictions and prohibitions forced people to spend more time at home, and as a consequence, the time people spent on the Internet increased significantly. In particular, the forced lockdowns resulting from COVID-19 led people to experience intense emotions such as denial, fear, anger, anxiety, acceptance, insecurity, and trust, and share these feelings with their external environment through social media platforms. In this study, in order to evaluate the emotional responses of Turkish citizens to the events specific to the COVID-19 pandemic, 7500 comments were collected from various topics on the COVID-19 epidemic process on the Ekşi Sözlük platform, and an evaluation was made using Natural Language Processing Techniques. In this evaluation phase, Word2Vec and Doc2Vec architectures, which are word embedding techniques, were used. With these techniques, the common emotional responses of Turkish citizens were examined. The success of the model created achieved up to 97% in Word2Vec architecture and up to 97.5% in Doc2Vec architecture.

**Keywords:** COVID-19, Natural Language Processing, Sentiment Analysis, Ekşi Sözlük

## 1. GİRİŞ

İnsanlık tarihinin başından bu yana insanlar dil yardımı ile iletişim kurmuşlardır. İnsanların iletişim kurarken kullandıkları bu diller doğal diller olarak tanımlanmakta ve dünya üzerinde birçok farklı doğal dil konuşulmaktadır. Makinelerin doğal dilleri anlaması için geliştirilmiş olan yapay zekâ çalışmaları ise Doğal Dil İşleme (DDİ) olarak adlandırılmaktadır (Adalı, 2012). DDİ, doğal dili kullanarak insanlar ve makineler arasındaki etkileşimi geliştirmeye yardımcı olmak için oluşturulmuştur (Phung ve Mimura, 2021). DDİ, klasik dilbilimini geleneksel bilgisayar bilimi ve modern yapay zekâ yöntemleriyle birleştiren çok disiplinli bir alandır. DDİ'nin amacı, makinelerin anlamlı amaçlar için insan dillerini okumasını ve anlamasını sağlamaktır (Luo ve Chong, 2020).

DDİ alanının bir alt dalı olan ve fikir madenciliği olarak da adlandırılan duygu analizi, insanların varlıklara ve yazılı metinde ifade edilen niteliklere yönelik fikirlerini, duygularını, değerlendirmelerini, tutumlarını ve duygularını analiz eden çalışma alanıdır (Liu, 2015: 1). Duygu analizi, öznellik tespiti gibi birçok alt görevi içeren ve metni olumlu, olumsuz ve nötr olarak sınıflandırmayı amaçlayan bir doğal dil işleme ve duygusal hesaplama alanıdır. Duygu analizi, son yıllarda çevrimiçi topluluklar, bloglar, wiki'ler, mikroblog platformları ve diğer çevrimiçi iş birliği ortamlarından elde edilen sosyal medya verilerini işleme konusunda giderek daha popüler hale gelmektedir (Peng vd., 2021). Bundan dolayı duygu analizi çalışmalarında sosyal medya platformlarından toplanan veriler önemli veri kaynakları arasındadır. COVID pandemisi, dünyayı etkisi altına aldığı günden itibaren sosyal medya platformlarında en çok konuşulan konuların başında gelmiş, insanlar bu konu ile ilgili fikir ve değerlendirmelerini farklı sosyal medya platformlarında dile getirmişlerdir.

2019 yılının son günlerinde Çin'de patlak veren ve ardından tüm dünya vatandaşlarının yaşantılarını sekteye uğratan COVID-19, 2020 yılının mart ayında WHO tarafından pandemisi duyurulan bir salgın hastalıktır (Özen vd., 2021). Türkiye'de ise COVID-19 kaynaklı ilk tanı 11 Mart 2020 tarihinde koyulmuş, ilk ölüm ise 17 Mart 2020 tarihinde gerçekleşmiştir. WHO tarafından COVID-19 pandemisi duyurulduktan sonra hastalıktan yoğun bir şekilde etkilenen ülkelerde yaşamın eskisi gibi sağlıklı bir şekilde sürdürülebilmesi için çeşitli tedbirler alınmış ve çeşitli kısıtlamalara gidilmiştir (Yetiz, 2021). Covid-19'un çok hızlı bir şekilde insandan insana bulaşması sebebiyle alınan önlemler büyük ölçüde sosyal izolasyonu sağlamaya yönelik olmuştur. Bu sebeple Türkiye'de 12 Mart 2020 tarihinde okullar tatil edilmiş, kamu görevlilerinin yurtdışına çıkışı izne bağlanmış, spor müsabakalarının seyircisiz oynanması gibi kararlar alınmıştır. İlerleyen süreçte toplu aktiviteler sonlandırılmış, uçuşlar durdurulmuş, yurt dışından gelenler iki hafta süreyle karantinaya alınmış, bazı illerde hafta sonları sokağa çıkma yasakları uygulanmaya başlanmıştır. COVID-19 salgını ve salgının yayılmasını önlemek için alınan tüm bu tedbirler insanların hayatını büyük ölçüde etkilemiştir. Alınan tedbirler sosyal izolasyonu sağlamaya yönelik olduğu için insanlar evlerinde çok zaman geçirmiş ve bu durum onların internet ortamında daha fazla zaman geçirip çeşitli platformlarda paylaşımlar yapmasına yol açmıştır. İnsanların hayatlarındaki bu büyük değişiklik hakkında yaptıkları paylaşımlar, büyük bir veri kaynağı oluşturmaktadır.

COVID-19, insanların vücut bütünlüğü üzerinde yarattığı etkilere ek olarak bireyleri psikolojik yönden de etkilemiştir. Hastalığın psikolojik etkilerinin incelenmesi için bilgisayar teknolojilerinden faydalanılabilir. Doğal dil işleme teknikleri bu analizlerin yapılabilmesi için uygun olan tekniklerdendir.

İçinde bulunduğumuz süreçte insanların pandemiyle ilgili duygusal tepkilerinin belirlenmesi amacıyla doğal dil işleme yöntemleri uygulanabilmektedir. Lopez vd. (2020) yaptıkları çalışmada pandemiye verilen ortak tepkileri ve bu tepkilerin zaman, ülke ve politikalara göre nasıl farklılık gösterdiğini belirlemek için doğal dil işleme uygulamalarının kullanılabileceğini belirtmişlerdir. Bu amaçla COVID-19 ile ilgili en fazla konuşulan konuları ve bu konularla ilgili politikaları ele aldıkları çalışmada, Twitter uygulaması üzerinden toplanan ve 22 Ocak- 26 Şubat 2020 tarihlerini kapsayan 6.468.526 tweetten oluşan çok dilli bir veri seti oluşturulmuştur. Araştırmacılar gelecek çalışmalarında topladıkları ve güncellemeye devam ettikleri veri setini NLP, metin madenciliği ve ağ analizi yöntemlerini kullanarak analiz ederek insanların ortak tepkilerini ve bu tepkilerin aradan süre geçtikçe gösterdiği farklılıkları belirlemeyi planlamaktadır.

L. Li vd. (2020) Çin'de oldukça fazla kullanıcısı olan Weibo isimli sosyal medya uygulamasında yer alan COVID-19 içerikli verileri toplayarak sınıflandırma algoritmaları yardımı ile elde ettikleri verileri analiz etmişlerdir. Sınıflandırmada toplanan



veriler yedi ayrı sınıfa ayrılmış; fakat öğrenme aşamasında sınıf sayısı beşe düşürülmüştür. Öğrenmede yer alan sınıflar duygusal faktörler, algı ile ilgili faktörler, üyelikle ilgili faktörler, kullanıcı ile ilgili özellikler ve içerik ile ilgili faktörler olarak belirlenmiştir. Çalışma sonucunda, etkili sosyal medya temelli acil müdahale programları ve kriz bilgi sistemleri oluşturmayı amaçlayan araştırmacılar veya uygulayıcılar için faydalı olabilecek sonuçlara ulaşıldığı belirtilmiştir.

S. Li vd. (2020), COVID-19'un insanların akıl sağlığı üzerindeki etkilerini araştırdıkları çalışmada; yöneticilere, politikalar geliştirme ve klinik pratisyenlere, süreçten etkilenen topluluklara zamanında hizmet sağlama konusunda yardımcı olabilmeyi amaçlamışlardır. Bu kapsamda 17.865 aktif Weibo kullanıcısının gönderileri makine öğrenmesi yöntemleri ile analiz edilmiştir. Toplanan veriler duygusal (kaygı, öfke vs.) ve bilişsel (sosyal risk yargısı, yaşam doyumu, vs.) göstergelerine göre sınıflandırılmıştır. Araştırmada aynı grubun COVID-19 ilanının öncesi ve sonrasında yaşadıkları farklılıkları incelemek için duygusal analiz ve t-testi yöntemleri kullanılmıştır. Bu analiz sonucunda grupta yer alan kişilerin olumsuz duyguları (kaygı, korku, vs.) ve sosyal risklere karşı duyarlılığı artarken, olumlu duygu puanlarının ve yaşam doyumunun azaldığı tespit edilmiştir. Bunun yanında insanların sağlıkları ve aileleriyle daha çok ilgilendiği, ev dışındaki sosyal hayatlarını ise daha az önemsedikleri gözlemlenmiştir.

Zhu vd. (2020) ele aldıkları çalışmada, COVID-19 salgınının patlak vermesi neticesinde 24 Ocak 2020 ile 25 Şubat 2020 tarihleri arasında Weibo sosyal medya uygulaması kullanıcılarının paylaşımlarında ifade ettikleri fikir ve duyguların mekânsal-zamansal bir bakış açısıyla duygu analizini gerçekleştirerek duygusal değişimlerin analizine göre, duygu değişimleri sırasında hangi konuların duygular üzerinde olumlu ve olumsuz etki yarattığını tespit etmişlerdir.

Gulati vd. (2021) çalışmalarında, COVID-19 salgını ile ilgili 72000'den fazla tweetten oluşan veri seti yardımıyla duyguların sınıflandırılması amacıyla Pasif Agresif Sınıflandırıcılar, Doğrusal Destek Vektör Sınıflandırması, Çok Terimli Naïve Bayes, Bernoulli Naïve Bayes, Lojistik Regresyon, Ada Boost Sınıflandırıcı ve Perceptron Sınıflandırıcı olmak üzere yedi popüler makine öğrenmesi tekniğinden faydalanmıştır. Daha sonrasında ise kullanılan yöntemler yardımıyla elde ettikleri çıktıları kapsamlı bir şekilde karşılaştırmışlardır. Çalışmanın neticesinde, Ada Boost Sınıflandırıcı dışında uygulanan her sınıflandırıcının duyguların sınıflandırılmasında iyi bir doğruluk puanı elde ettiği görülmektedir. Yazarlar ayrıca, COVID-19 gibi salgın hastalıklarla ilgili duyguların incelenmesinin, salgın ve yayılma modelleri hakkındaki önemli bilgilerin tahmin edilmesinde yardımcı olacağı anafikrinde birleşmişlerdir.

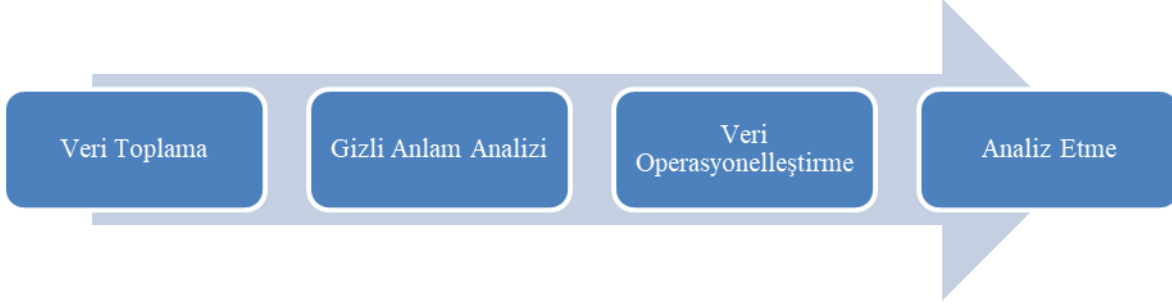
Melton vd. (2021), popüler bir sosyal medya platformu olan Reddit'ten 13 alt dizinden toplanan ve analiz edilen metinsel verileri kullanarak COVID-19 aşısı ile ilgili topluluğun duygu ve düşüncesini incelemeyi ve bu duygu ve düşüncelerin aşılara yönelik kamuoyu duyarlılığını yansıtıp yansıtmadığını incelemeyi amaçlamışlardır. Bu amaç doğrultusunda 9013 yazar tarafından girilmiş 1401 başlık ve 10240 yorumdan oluşan veri setini temizleyip düzenlemişlerdir. Bu veriler kullanılarak çalışmada duygu analizi ve Latent Dirichlet Allocation (LDA) konu modellemesi uygulanmıştır. Gerçekleştirilen konu modellemesi, topluluk üyelerinin tuhaf kompto teorilerinden ziyade çoğunlukla yan etkilere odaklandığını ortaya çıkarmıştır. Ay bazında gerçekleştirilen duygu analizine göre ise topluluklarda ifade edilen duyguların genel olarak zamanla olumsuzdan daha olumluya doğru olduğu ve sonrasında stabil hale geldiği tespit edilmiştir.

Obembe vd. (2021), çalışmalarında turist kamuoyunun COVID-19 olayına tepkisini ve bu tepkilerin turizm endüstrisi üzerindeki etkisini tespit etmek amacıyla 142491 turist ile ilgili tweet ve 539 ilgili haber makalesi incelemiş; sosyal aracılı kriz iletişim modelini kullanmışlardır. Çalışmanın metodolojisinde, kriz sırasında meydana gelen iletişimlerin kamu algıları üzerindeki etkisine ilişkin fikir edinmek için duygu analizinden faydalanılmıştır.

Bu çalışma kapsamında insanların hayatlarında meydana gelen büyük değişim ve COVID-19 pandemisi hakkındaki duygularını analiz etmek adına Ekşi Sözlük platformundan pandemi ile ilgili olan farklı konu başlıklarına ait kullanıcı yorumları toplanmıştır. Bu yorumlar DDİ yöntemleri kullanılarak değerlendirilmiş ve pandemi sürecinin duygusal etkileri analiz edilmiştir. Bu çalışmadan yola çıkılarak belirlenen duygular ışığında toplumsal olaylarla ilgili insanların duyguları ve verdikleri ortak tepkiler tespit edilebilir. Elde edilen sonuçlar süreç içerisinde karar vericiler tarafından izlenecek politikaların tespitinde yol gösterici bir faktör olabileceği düşünülmektedir. Bunun yanı sıra Türkçe dilinde oluşturulan model ve sınıflandırma otomatik duygu tespiti için alt yapı oluşturabilecek niteliktedir.

## 2. MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada benimsenen araştırma metodolojisi, Şekil 1'deki akış şemasında gösterilen dört ana adımı izlemektedir.



Şekil 1. Araştırma metodolojisi adımları.

### 2.1. Veri Setinin Tanıtılması

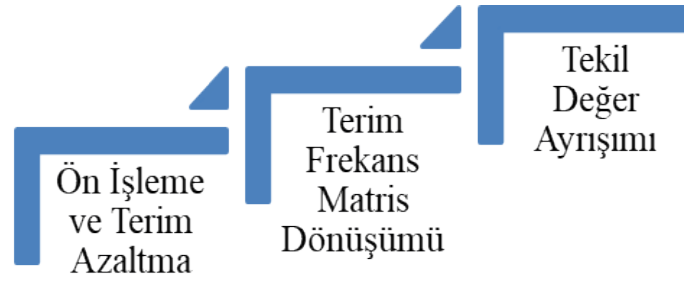
Sözlük, alfabetik sıralaması yapılarak bir dil ile ilgili tüm veya belirli zamanlar içerisinde kullanılan sözcüklerin ve deyimlerin tanımlarının yapıldığı, açıklandığı ve başka dillerdeki karşılıklarını verildiği eserlerdir. Zaman içerisinde ilk çağlardan başlayarak tablet sözlük, sözlü sözlük, basılı sözlük ve dijital sözlük olarak çeşitli aşamalardan geçmiştir (TDK, 2021; Kaya, 2020). Dijital sözlüklerden biri olan katılımcı sözlük, yazar olarak adlandırılan katılımcı bireylerin çeşitli konular hakkında etkileşime girerek yorumlarda buldukları internet sitesidir (İşleyen, 2019). Türkiye’de hayata geçen ilk katılımcı sözlük olan Ekşi Sözlük, oldukça geniş bir yazar grubuna sahip olan, bu yazarların her tip kavram hakkında yorumlarını içeren ve Türkiye’de en çok tanımlama yapılan bir internet platformudur (Altıntaş vd., 2019). Ekşi sözlük, alışlagelmiş sözlükler gibi bir konu başlığı hakkında tanımlamalar yapılmış bir yapıdan ziyade, yazarların açtığı konu başlığının altında birçok yazarın fikirlerini beyan ettiği dinamik bir yapıdadır. Ekşi sözlük yönetimi, aynı kapsamda olan ve birbirine benzer başlıkların açılmasına ve bu başlıklar altına yorumlar girilmesine imkan tanımaktadır (Porsuk ve Cerit, 2021).

Bu çalışmada, Türkiye’de ilk COVID-19 tanısının bildirildiği 11 Mart 2020’den 31 Mart 2020’ye kadarki süreçte toplumun pandemi ile ilgili duygu ve düşüncelerin incelenmesi için Ekşi Sözlük platformundan pandemi ile ilgili farklı konu başlıkları belirlenmiş ve bu başlıklar altındaki kullanıcı yorumları toplanmıştır. Bu konu başlıklarından bazıları “corona virüsü sayesinde fark edilen gerçekler (EkşiSözlük, 2020a)”, “covid-19 (EkşiSözlük, 2020b)”, “covid-19 salgınına hafife alanlar (EkşiSözlük, 2020c)”, “çocuk kişisiyle karantina günleri (EkşiSözlük, 2020d)”, “koronavirüs (EkşiSözlük, 2020e)”, “sars-cov-2 (EkşiSözlük, 2020f)” ve “sokağa çıkma yasağı (EkşiSözlük, 2020g)” şeklinde sıralanabilir. Tespit edilen konu başlıklarına ait kullanıcı yorumları, Python dilinde yazılmış bir web örümceği olan Scrapy ile edinilmiş ve virgülle ayrılmış değer dosyası formatında kaydedilmiştir. Veri toplanırken kullanıcıların kişisel verileri hariç tutulmuştur.

### 2.2. Gizli Anlam Analizi

Gizli anlam analizi, cümle veya paragraf başına bir kelime sayısı matrisi doldurarak başlar. Her sütun bir cümleyi veya paragrafı temsil eder ve her satır benzersiz bir kelimeyi temsil eder. Bu analizde, sıralar arasındaki benzerlik yapısını koruyarak sütun sayısını azaltmak için iyi bilinen bir boyut azaltma yöntemi olan Tekil Değer Ayrıştırma (Singular Value Decomposition – SVD) kullanılmaktadır. Kelimeler, sıfır ile bir arasında değişen iki vektör arasındaki kosinüs benzerliği hesaplanarak eşleştirilir (Suleman ve Korkontzelos, 2021: 2).

Gizli anlam analizinin işlem adımları Şekil 2’de gösterilmiştir:



Şekil 2. Gizli anlam analizi işlem adımları.

Önişleme ve terim azaltma olarak adlandırılan ilk adımda, neredeyse tüm yorumlarda (makaleler ve yardımcı fiiller) kullanılan, ayırt edici gücü olmayan ve dolayısıyla indeksleme sürecinde çıkarılması gereken terimler silinmiştir. Veri seti üzerinde ön işleme ve terim azaltma aşamaları Python programlama dili kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın veri ön işleme ve terim azaltmaları aşamaları aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- RegEx modülü kullanılarak noktalama işaretleri ile veri içinde çokça karşılaşılan “@”, “#” ve “&” gibi karakterler temizlenmiş, kelimeler küçük harfe dönüştürülmüş ve yorumlar boşluklar temel alınarak kelimelere bölünmüştür.
- Türkçe dilinde yaygın olarak kullanılan bağlaçlar ile tek başına bir anlam ifade etmeyen ve literatürde durak kelimeleri (stop words) olarak adlandırılan 292 adet kelimedenden oluşan bir liste kullanılarak durak kelimeleri veri setinden ayıklanmıştır. Bu kelimelerin veri setinden çıkarılmasının temel amacı konu ile ilgili olan daha değerli kelimeleri bulabilmektir. Durak kelimeleri çıkarıldıktan sonra tüm kelimeler birleştirilerek bir derlem (corpus) elde edilmiştir.

İkinci adım, terim frekans matrisi dönüşümüdür. Terim frekans matrisi, frekansları normalleştirmek için ters doküman matrisi ile çarpılmaktadır. Bahsi geçen çarpım sonucunda elde edilen matris TF-IDF matrisi olarak bilinmektedir (Kundu vd., 2015). TF-IDF, kelimelerin ağırlıklarının ayarlanmasında yardımcı olmaktadır. TF-IDF, herhangi bir terimin ağırlığını belgedeki oluşumlarının sayısına ve derlemdeki terim sıklığı ile dengelemeye bağlı olarak orantılı olarak artırmak için bir ağırlık faktörü olarak kullanılır. Bu sayede dokümanlarda sık tekrarlanan kelimeler yerine, daha az tekrarlanmakla birlikte dokümanları daha başarılı temsil edebilecek kelimelerin ve kelime gruplarının belirlenmesi sağlanmaktadır. TD-IDF’de izlenen yaklaşım Denklem (1)’de gösterilmiştir. Denklemde  $TF - IDF_{ij}$  elde edilen ağırlığı,  $tf_{ij}$  terim frekansını,  $df_i$  derlemdeki doküman sayısını, N toplam doküman sayısını ve  $\log\left(\frac{N}{df_{i+1}}\right)$  ters doküman matrisinin logaritmasını temsil etmektedir (Singh ve Modi, 2019).

$$TF - IDF_{ij} = tf_{ij} \times \log\left(\frac{N}{df_{i+1}}\right) \quad (1)$$

Üçüncü adımda, TF-IDF matrisinin boyutluluğunu azaltmak için bir Tekil Değer Ayırıştırma (SVD) tekniği uygulanır. Bu çalışma kapsamında Python dilindeki Sklearn Kütüphanesi içerisinde bulunan ve gizli anlam analizi metotlarından biri olan TruncatedSVD yöntemi kullanılmıştır. TruncatedSVD, tekil değer ayrıştırması (TDA) ile doğrusal boyut indirgeme gerçekleştirmektedir. Kullanılan algoritmanın parametre değerleri denemekle belirlenmiştir. Veri seti için optimum sonuç veren küme ve iterasyon sayısı 10 olarak seçilmiş ve algoritma parametresi randomized-rassal olarak belirlenmiştir. Üçlü kelime gruplarının belirlenebilmesi için TF-IDF ngram parametresi 3 olarak kullanılmıştır.

Veri üzerinde TruncatedSVD yöntemi uygulandıktan sonra ortaya çıkan bazı konu başlıkları “virüsü ciddiye almıyorum”, “panik yapmayın”, “sokağa çıkma yasağı gelmeli”, “geçmiş olsun”, “maalesef geldi korkuyorum”, “erzak depolamak gerizekalılık yapmayın”, “ahlaksızlara gün doğuyor”, “büyük yüzdesine bulaşacak”, “umudum kalmadı elveda dünya”, “açıklanmıştır allah yardımcımız”, “sokağa çıkma yasağı gelmezse sonumuz vahim”, “artıyor kötüsü alıyoruz”, “güven veren bakandır”, “inandırıcı gelmeyen açıklamadır verilere güvenmiyorum” ve “lütfen sokağa çıkma yasağı gelsin” şeklinde sıralanabilir.

### 2.3. Veri Operasyonelleştirme

TruncatedSVD yöntemi uygulandıktan sonra ortaya konu başlıkları incelendiğinde yorumların inkâr, korku, öfke, kaygı, kabullenme, güvensizlik, güven gibi duyguları barındırdığı görülmektedir. Kullanıcı yorumlarının bu duygulara karşılık gelen kelimelerle etiketlenme işlemi yapılırken ilgili duyguların literatürdeki tanımlarına sadık kalınmıştır (Bekaroğlu, 2019; Dan-Glauser ve Gross, 2015; Gençöz, 1998; Soykan, 2003; Ünal Karagüvan, 1999). Örneğin “virüsü ciddiye almıyorum” konu başlığı inkâr duygusunu barındırırken “maalesef geldi korkuyorum” konu başlığı korku duygusunu, “sokağa çıkma yasağı gelmezse sonumuz vahim” konu başlığı kaygı duygusunu içermektedir. Veri setindeki yorumlar incelenirken korku, kaygı, beklenti, inkâr gibi duyguları içeren yorumların yanı sıra sürecin gidişatının iyi olacağı, uygulanan politikaların yerindeliği, tedavi süreçlerine ilişkin iyimser yaklaşımlar gibi görüşleri içeren yorumlara da rastlanmış ve bu yorumlar “olumlu duygular” etiketi altında modele dâhil edilmiştir.

Belirlenen duygular doğrultusunda kullanıcı yorumları etiketlenmiştir. Bu etiketleme işleminin yapılmasındaki temel amaç, dinamik olan bu süreç içerisinde daha sonraki dönemlere ait verilerin elde edilen sınıflara otomatik olarak atanmasını sağlamak ve pandemi ile ilgili otomatik bir duygu tespiti yapmak için alt yapı oluşturmaktır.

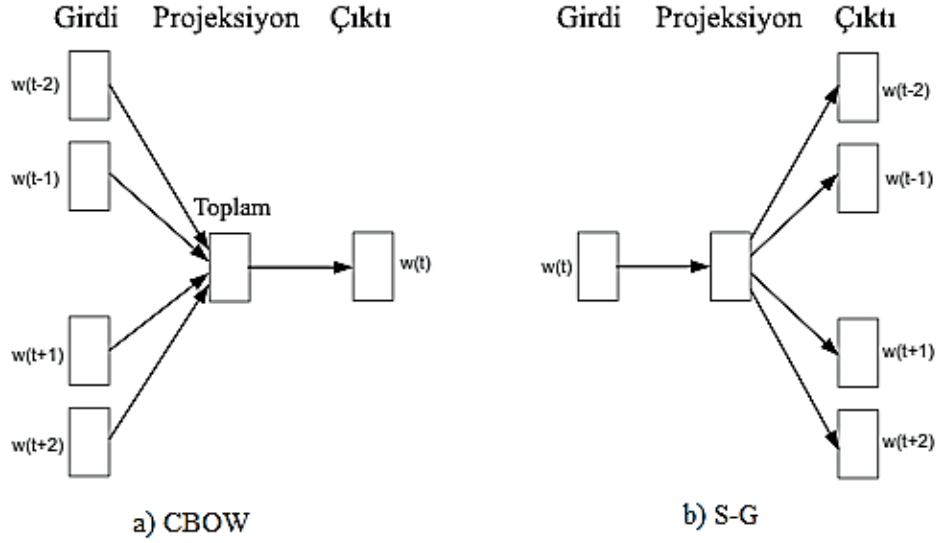
### 2.4. Analiz Etme

Makine öğrenmesi algoritmaları, metin madenciliği için dizgi biçimindeki ham metni işleyemez. Bu sınırlama, sınıflandırma, regresyon analizi, bilgi çıkarma, duygu analizi gibi çeşitli metin işlemlerini gerçekleştirmek için ham metinleri sayısal temsillere dönüştürerek ele alınabilir (Khatua vd., 2019). Kelime gömme, bir kelime dağarcığındaki kelimeyi veya kelime öbeklerini gerçek sayı vektörleriyle eşleştiren bir dizi tekniktir. Buradaki fikir, anlamsal olarak benzer kelimelerin yakın vektörlere atanacağıdır, böylece model bazı kelimeler hakkında öğrenilen bilgileri diğer benzer kelimelere aktarabilir. Bu durum kelime başına bir boyutlu ayrı bir atomik semboller uzayını daha düşük boyutlu sürekli bir vektör uzayına dönüştürmeye eşdeğerdir. Bu, metnin çok daha kullanışlı ve izlenebilir bir temsilidir. Kelime gömme işlemleri tipik olarak sözdizimsel ayrıştırma, dil modelleme ve anlamsal olarak ilişkili kelimeleri tahmin etme gibi görevlerde doğal dil işleme bağlamında metinlere uygulanır (López vd., 2020). Çalışmada kelime gömme için Word2Vec ve Doc2Vec mimarisinden faydalanılmıştır.

#### 2.4.1. Word2Vec Mimarisi

Mikolov vd. (2013) bir kelimeyi belirli bir pencere boyutunda çevreleyen kelimelere göre analiz etmek için Word2Vec modelini tasarlamıştır. Pencere boyutu, çevreleyen kelimelerin uzunluğudur ve kullanıcı tarafından seçilir. Word2vec, iki kelimenin bir arada bulunma olasılığının daha yüksek olması, kelimeler arasında daha yüksek benzerlik olduğu varsayımına dayanmaktadır. Word2vec, çevreleyen sözcükler göz önüne alındığında merkezi sözcüğün oluşma olasılığını en üst düzeye çıkarır (H. J. Kim vd., 2020).

Word2vec, kelime vektörleri oluşturan en iyi bilinen kelime gömme algoritmalarından biridir. Word2Vec modeli, belgedeki her kelimenin vektör temsilini oluşturur. Böylece benzer anlama sahip kelimeler bir vektör uzayında yakın noktalara adreslenir. Dağılım hipotezlerine dayanarak, Word2Vec modeli, benzer bir bağlamda ortaya çıkan kelimenin benzer anlama sahip olduğunu varsayar. Word2Vec, sinir ağının girdisine ve hedefine göre Continuous Bag of Words (CBOW) ve Skip-Gram (S-G) olmak üzere iki türe ayrılabilir. CBOW tekniği, her bir kelimenin bağlamını bilgi olarak alır ve belirli bağlamla ilgili kelimeyi öngörmeye çalışır. Bağlam, tek bir kelime veya bir kelime toplamı olabilir. Bağlam kelimeleri, tek sıcak kodlama kullanılarak bir vektöre dönüştürülür. S-G ise istatistiksel dil modellemesi için basit sinir ağı mimarisini kullanarak kelime temsillerini öğrenmektedir. S-G’de eğitim amacı, aynı cümledeki kelimenin bağlamını tahmin ederek bir kelimenin temsilini öğrenmektir. CBOW modelinde, girdi bağlam kelimelerinin ortalamasıdır ve hedef merkez kelimedir. S-G’de ise girdi merkez sözcüktür ve hedef her bağlamsal sözcüktür. CBOW, sık kelimelerin modellenmesinde daha iyi kabul edilirken, S-G ise seyrek kelimeleri modellemek için daha iyi kabul edilir. Her iki modelde de önceden tanımlanmış uzunlukta bir pencere derlem boyunca hareket ettirilir ve her adımda ağ, pencerenin içindeki sözcüklerle eğitilir (Altszyler vd., 2017; Choi ve Lee, 2020; Hu vd., 2019; Jha vd., 2020; Shobana ve Murali, 2021; Yen vd., 2019). CBOW ve S-G modeli mimarisi Şekil 3’te gösterilmiştir (Mikolov vd.,2013). Çalışmada CBOW model mimarisinden faydalanılmıştır.



Şekil 3. CBOW ve S-G modeli mimarileri.

Bir cümle içinde eğitilmiş  $w_1, w_2, w_3, \dots, w_T$  kelimeleri göz önüne alındığında, kelime vektör modelinin amacı, logaritmik olasılıkların maksimum ortalamasını türetmektir. İlgili durum Denklem (2)'de gösterilmiştir.

$$\frac{1}{T} \sum_{t=k}^{T-k} \log p(w_t | w_{t-k}, \dots, w_{t+k}) \quad (2)$$

Öngörücü görevler, softmax gibi çok sınıflı bir sınıflandırıcı kullanılarak yapılır. İlgili durum Denklem (3)'te gösterilmiştir.

$$p(w_t | w_{t-k}, \dots, w_{t+k}) = \frac{e^{y w_t}}{\sum_i e^{y_i}} \quad (3)$$

Her  $y_i$ , kelime vektörü çıktısı için yapılandırılmamış bir olasılıktır. İleri beslemeli bir sinir ağının  $y$  çıktı değeri Denklem (4) yardımıyla belirlenmektedir. Denklemde  $b$ , gizli katman için bias ifadesini,  $U$  gizli katmandan çıkış katmanına olan bağlantılardan oluşan ağırlık matrisini,  $h$   $W$  matrisindeki ortalama kelime vektörünü ve  $W$  kelime gömme matrisini ifade etmektedir. Ayrıca denklemde  $U$  ve  $b$  softmaxin parametreleri olarak fonksiyon görmektedir (Chang vd., 2018: 657).

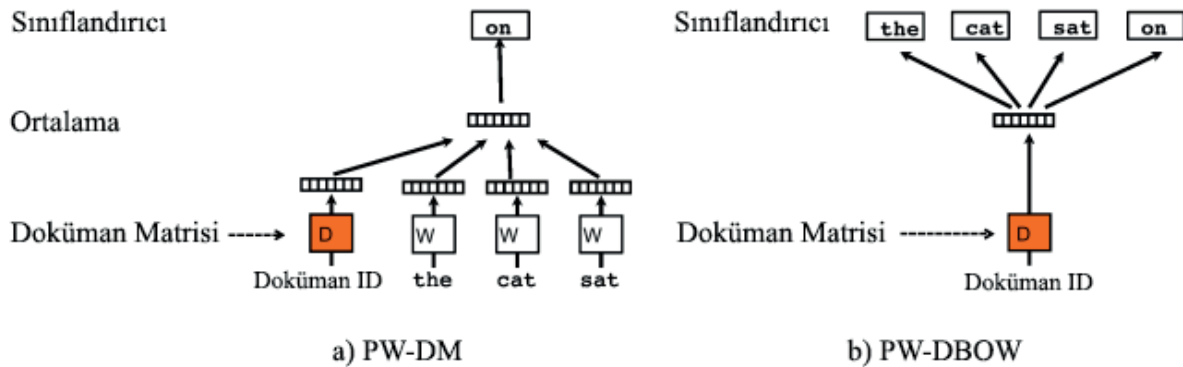
$$y = b + Uh(w_{t-k}, \dots, w_{t+k}; W) \quad (4)$$

#### 2.4.2. Doc2Vec Mimarisi

Word2Vec mimarisinin başarısından esinlenen Le ve Mikolov (2014), Word2Vec mimarisini her bir doküman için paragraf vektörü veya doküman gömme olarak bilinen bir vektör gösterimi üreten Doc2Vec mimarisine genişletmiştir. Yazarlar, ele aldıkları çalışmalarında Doc2Vec mimarisini bir dokümanın yoğunluk vektörünü çıkarmak için kullanmayı önermişlerdir. Doc2Vec, mükemmel ölçeklenebilirliğe sahiptir ve kelimelerin anlamlarının göz ardı edildiği önceki yaklaşımların boşluklarını doldurmuştur. Bu yaklaşımın amacı, uzunluğuna bakılmaksızın bir dokümanın sabit uzunlukta sayısal bir temsili oluşturmaktır. Doc2Vec, her bir doküman için, her boyutun bir özellik olarak yorumlanabileceği  $n$  boyutlu bir vektör sağlar. Doc2Vec, sabit olmayan uzunluktaki bir dokümanı bir vektöre dönüştürür ve bu dokümanın her kelimesini birleştirir (Tahvili vd., 2020).

Doc2Vec modeli iki farklı öğrenme mimarisine sahiptir. Paragraf Vektörünün Dağıtılmış Bellek Sürümü (Distributed Memory version of Paragraph Vector – PV-DM) öğrenme modeli Word2Vec modelindeki CBOW model mimarisine, Paragraf Vektörünün Dağıtılmış Kelime Çantası Modeli (Distributed Bag of Words-Paragraph Vector – PV-DBOW) de Word2Vec modelindeki S-G model mimarisine karşılık gelmektedir (Kınık ve Güran, 2021). PV-DM'de model, küçük bir pencerede bağlam kelimelerini ve paragraf vektörünü kullanarak merkez kelimeyi tahmin etmek üzere eğitilir. Öte yandan, PV-DBOW mimarisinde paragraf vektörü, bağlam sözcüklerini doğrudan tahmin etmek için eğitilir (Sanz, 2020: 4). Her iki model mimarisinin kavramsal çerçevesi Şekil 4'te gösterilmiştir (Le ve Mikolov, 2014). PV-DM modeli çoğunlukla, daha zayıf

genellemeye yol açan çok yüksek boyutlu bir temsil oluşturan PV-BOW modellerinden daha iyi performans gösterir (Sanz, 2020). Bundan dolayı bu çalışmada, sınıflandırma performansını iyileştirmek için Doc2Vec modelinin birincil yapısı olan PV-DM eğitilmiştir.



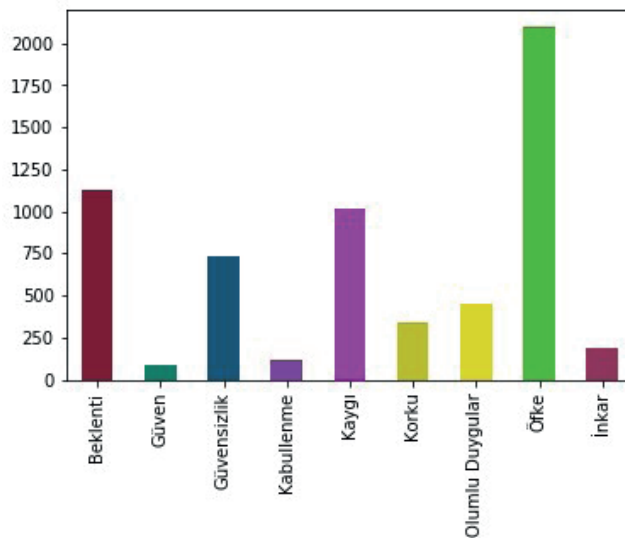
Şekil 4. PV-DM ve PV-DBOW'un kavramsal çerçevesi.

Doc2Vec'de her doküman, eşsiz bir vektör olan D matrisindeki bir sütunla; her kelime ise W matrisinde bulunan bir sütun olan eşsiz bir vektör ile eşleşmektedir. İleri beslemeli bir sinir ağının y çıktı değeri Denklem (5) yardımıyla belirlenmektedir. Denklemde b, gizli katman için bias ifadesini, U gizli katmandan çıkış katmanına olan bağlantılardan oluşan ağırlık matrisini, h bağlam sözcükleri için ortalama veya birleştirme, W kelime gömme matrisini ve D doküman matrisini ifade etmektedir (D. Kim vd., 2019).

$$y = b + Uh(w_{t-k}, \dots, w_{t+k}; W, D) \quad (5)$$

### 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Veri setinde yer alan tüm yorumlar etiklendikten sonra etiketlerin yorum sayılarına ait sayısal dağılım grafiği Şekil 5'te gösterilmiştir. Şekil 5, 2020 Mart ayı içerisinde insanların yaptıkları yorumların hangi duygulara ait olduğunu sayısal olarak ifade edilmektedir. Şekil incelendiğinde en ağır basan duygunun öfke olduğu ve bunu takip eden duyguların sırasıyla beklenti, kaygı ve güvensizlik olduğu görülmektedir.



Şekil 5. Duygu etiketlerinin sayısal dağılım grafiği.

Veri setinden elde edilen derlem üzerinde yapılan analiz çerçevesinden bakıldığında insanların belli dönemlerde medyada yer bulan haberlere benzer yorumlar yaptığı gözlenmiştir. Bu gözlem veri setinde irdelenmiş ve dağılım grafiğinde en çok görülen duygu olan öfke etiketindeki örneklerine Şekil 6 ve Tablo 1 yardımı ile yer verilmiştir. Öfke duygusuna ait kelime

bulutuna bakıldığında “sokağa”, “çıkma”, “yasağı”, “kktc”, “sivil”, “havacılık” vb. kelimeler göze çarpmaktadır. Bu kelimelerin belirginleşmesi süreç içinde yaşanan “sokağa çıkma yasağı ilan edilmemesi” ve “Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti Sivil Havacılık Dairesi’nde çalışan bir bürokratin kızının diğer vatandaşlardan farklı bir muamele görmesi” olaylarına insanların ortak duygusal tepki olarak öfkeyi verdikleri ve medyada yer bulan bu haberlere benzer yorumlar yaptığı şeklinde yorumlanabilir.



Şekil 6. Öfke etiketine ait kelime bulutu.

Tablo 1

“Güzide Sofi” hakkındaki haber ile ilgili yorumlar ve bunların benzerlik oranları.

Cümle	Benzerlik Oranı
görünümler yanıltıcıdır sadece sesli düşünüyorum; alanlar maskeli polisler içeri gitmedikleri tedavi alınmış olabilir mi? kkte sivil havacılık dairesi müdürü mustafa sofi'nin kızı güzide sofi açıklama bekleyen hakkına hukukuna girebilecek olaydır	0.966
kkte sivil havacılık dairesi müdürü mustafa sofi'nin kızı güzide sofi lanet olsun insanlığa köpek insan	0.943
kkte sivil havacılık dairesi müdürü mustafa sofi'nin kızı güzide sofi açıklanmazsa bugüne sağlık bakanının takdir gördüğü emekler çöpe gidecektir gözümde derhal rezillige bi açıklama yapılıns kılıf uydurulmasın açıklama yapılıns ihmali herkes cezasını çeksin.	0.933

Öfke duygusundan sonra veri setinde en fazla veriye sahip etiket beklenti etiketi olmuştur. Etiket incelendiğinde “Sokağa çıkma yasağı uygulanması” ile ilgili beklenti duygusuna çokça rastlanmıştır. Konu ile ilgili benzer cümlelere Tablo 2’de yer verilmiştir.

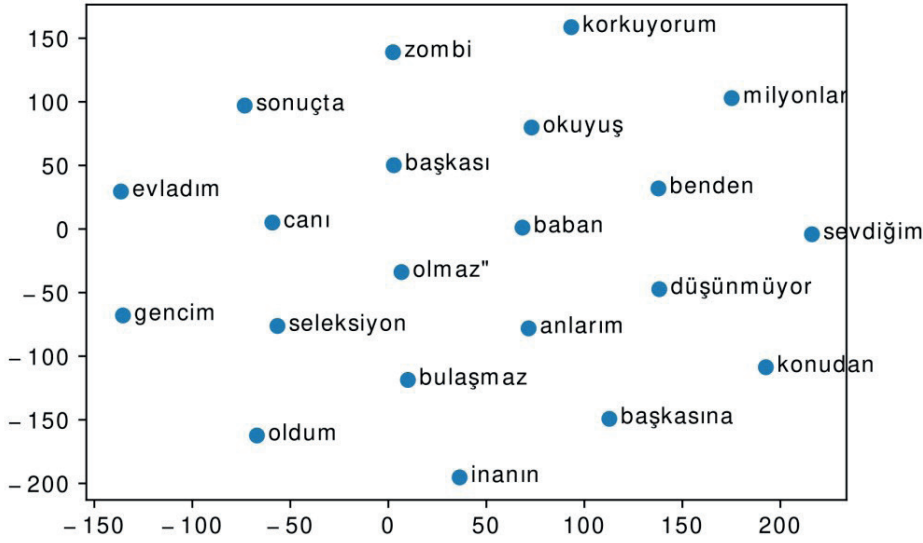
Örneklerde incelendiğinde benzerlik oranı en yüksek üç yorum için bu oranlar %93 ve üzeri olarak gerçekleşmiştir. Bu oranlar yorumcuların “sokağa çıkma yasağı” ile ilgili öfkenin yanı sıra bir beklenti duygusu içinde de olduklarını göstermektedir. Sokağa çıkma yasağı özelinde veri seti dikkate alındığında, yorumcuların bir kısmının bu yasağın ilan edilmemesine öfkelendikleri, bir kısmının ise bu konu hakkında beklenti içinde oldukları görülmüştür.

Doküman benzerliklerinin yanı sıra kelime benzerlikleri de ortak duyguların tespitinde kullanılabilecek yöntemlerdendir. Çalışmada kelime benzerlikleri de ortak duygu tespiti için word2vec yöntemi yardımı ile gerçekleştirilmiştir. Bu yöntem ile elde edilen sonuçlara örnek olarak “korkuyorum” kelimesine benzer kelimeler Şekil 7’de verilmiştir. Tablo 3’te ise Şekil 7’de yer alan “babam, evladım, başkası, sevdiğim” kelimelerinin benzerlik oranları yer almaktadır. Tablo 3 ve Şekil 7 birlikte değerlendirildiğinde yorumcuların yakınları, sevdikleri ve diğer insanlar için korktukları söylenebilir.

Tablo 2

Sokağa çıkma yasağı hakkındaki yorumlar ve bunların benzerlik oranları.

Cümle	Benzerlik Oranı
kontrollü bir şekilde gelmesi gerektiğini düşünüyorum yukarıdaki arkadaş 2 3 hafta yazmış ama o zamana kadar çığından çıkar market alışverişi dışında sokağa çıkılmamalı alışveriş için çıkılacağı zaman da belli bir limit olmalı ve maske eldiven kombini ile markete çıkılmalı alışveriş yaptıktan sonra hem eldiven hem maske imha edilmeli ilk aşamada 2 hafta ile sınırlı kalmalı corona semptomlarını gösteren kişiler için ayrı bir telefon hattı açılmalı 112 gibi bu kişilere evinde test yapıp pozitif çıkması halinde karantina hastanesine sevk edilmeli burada yazan çoğu kişi 50 yaş altında olduğu için tuzumuz kuru bu önlemler bizlerden çok annelerimiz babalarımız yaşlı akrabalarımız için alınmalı yoksa maalesef türkiye'yi büyük bir trajedi bekliyor	0.975
en az 2 hafta kemiksiz amasız sokağa çıkma yasağı olmadan ülkenin süreci toparlayabileceğini düşünmüyorum	0.974
60 yaş üzerine sokağa çıkma yasağı gelmeli ihtiyaçları devletçe karşılanmalı bugün oransal olarak sokaklarda eskisinden daha fazla yaşlı insan vardı 60 yaş üstü sokağa çıkma yasağı ilanı gerekliliği sars cov 2 pandemisi türkiye istatistikleri ayrıca vaka sayısı 19 00'da açıklansın kampanyası	0.933



Şekil 7. Korkuyorum kelimesine benzer kelimeler.

Tablo 3

Korkuyorum kelimesi için benzerlik oranları.

Kelime Çifti	Benzerlik Oranı
Korkuyorum – Evladım	0.970
Korkuyorum – Sevdiğim	0.968
Korkuyorum – Başkası	0.969
Korkuyorum – Babam	0.836
Korkuyorum – Annem	0.794

#### 4. SONUÇLAR

Bu çalışma kapsamında ülkemizi ve tüm dünyayı etkileyen COVID-19 salgınının insanlar üzerindeki duygusal etkileri incelenmiştir. İnceleme için 11 Mart 2020 ile 31 Mart 2020 tarihleri arasında Ekşi Sözlük'te yer alan COVID-19 ile ilgili konu başlıklarından 7500 yorum toplanmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda insanların COVID-19 süreci ve yaşamlarında oluşan büyük değişiklikler karşısında hissettikleri duygu ve düşünceler tespit edilmeye çalışılmıştır. Bu tespit için veri setine gizli anlam analizi yöntemi uygulanmıştır. Bulgular ışığında insanların öfke, kaygı, beklenti, güvensizlik gibi ortak duygusal tepkiler sergiledikleri sonucuna varılmıştır. Bu sonuç bize insanların beklemedikleri bu olay karşısında benzer tepkiler verebildiklerini göstermiştir.

Ayrıca çalışma kapsamında Doc2Vec ve Word2Vec yöntemleri kullanılarak duygu etiketlerindeki yorumların ayrıntıları da araştırılmıştır. Araştırma sonucunda pandemi sürecinde meydana gelen olaylara benzer duygusal tepkiler gösterildiği görülmüştür. Bu olaylara ilişkin verilecek örnekler, duygu etiketlerinin kelime bulutlarında yer alan en baskın kelimeler referans alınarak belirlenmiştir. Doc2Vec yöntemi yardımıyla öfke etiketine sahip "güzide sofi" olayını konu alan yorumların



benzerlik oranları en yüksek 0.966, en düşük 0.296 olarak gerçekleşmiştir. Beklenti etiketine sahip verilerde ise kelime bulutuna göre “Sokağa çıkma yasağı” konusu örnek verilmiştir. Bu konun en yüksek benzerlik oranı 0.975 olarak gerçekleşmiştir. Yorumlar ve bunların benzerlik oranları incelendiğinde modelin başarılı sonuçlar verdiği gözlenmiştir. Ayrıca kelime benzerliklerini temsil eden Word2Vec yönteminin sonuçlarına ilişkin örnekler de paylaşılmıştır. “korkuyorum” kelimesi özelinde verilen örnek incelenmiştir. İnceleme sonucunda “korkuyorum özneliğinin “evladım”, “sevdiğim”, “başkası”, “baban”, “annem” öznelikleri ile sırasıyla 0.970, 0.968, 0.969, 0.836, 0.794 oranlarında benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir. Bu tespitten yola çıkarak kullanıcıların yakınları, sevdikleri ve diğer insanlar için korktukları sonucuna ulaşılmıştır.

COVID-19 pandemisi süreci halen yaşanmakta olan dinamik bir süreç olduğundan dolayı çalışmanın devamında Nisan 2020 ve sonrasındaki verileri kapsayacak şekilde bir analiz gerçekleştirilerek aradaki farklar tespit edilebilir. Bunun yanı sıra, mevcut veri seti diğer algoritmalar yardımıyla sınıflandırılarak gelişmeler sağlanabilir. Ele alınan çalışma insanların Türkçe bir platform üzerindeki ifadeleri neticesinde doğal dil işleme yöntemleri ile yapılacak otomatik bir psikolojik durum tespiti çalışması için alt yapı oluşturabilecek niteliktedir ve bu kapsamda değerlendirildiğinde umut verici sonuçlara gebe dir. Bunun yanı sıra çalışmanın Türkçe dilinde yayınlanan Türkçe bir platformdan elde edilen veriler yardımıyla yapılması çalışmanın özgünlüğünü ortaya koymaktadır.

**Hakem Değerlendirmesi:** Dış bağımsız.

**Çıkar Çatışması:** Yazarlar çıkar çatışması etmemişlerdir.

**Finansal Destek:** Yazarlar finansal destek beyan etmemişlerdir.

**Yazar Katkıları:** Çalışma Konsepti/Tasarım- A.Y., A.Y.O., Ü.Y., E.Ö.; Veri Toplama- A.Y., A.Y.O., Ü.Y., E.Ö.; Veri Analizi/Yorumlama- A.Y., A.Y.O., Ü.Y., E.Ö.; Yazı Taslağı- A.Y., A.Y.O., Ü.Y., E.Ö.; İçeriğin Eleştirel İncelemesi- A.Y., A.Y.O., Ü.Y., E.Ö.; Son Onay ve Sorumluluk- A.Y., A.Y.O., Ü.Y., E.Ö.

**Peer-review:** Externally peer-reviewed.

**Conflict of Interest:** The authors have no conflict of interest to declare.

**Grant Support:** Authors declared no financial support.

**Author Contributions:** Conception/Design of Study- A.Y., A.Y.O., Ü.Y., E.Ö.; Data Acquisition- A.Y., A.Y.O., Ü.Y., E.Ö.; Data Analysis/Interpretation- A.Y., A.Y.O., Ü.Y., E.Ö.; Drafting Manuscript- A.Y., A.Y.O., Ü.Y., E.Ö.; Critical Revision of Manuscript- A.Y., A.Y.O., Ü.Y., E.Ö.; Final Approval and Accountability- A.Y., A.Y.O., Ü.Y., E.Ö.

## Kaynaklar/References

- Adalı, E. (2012). Doğal Dil İşleme. *Türkiye Bilişim Vakfı Bilgisayar Bilimleri ve Mühendisliği Dergisi*, 5(2).
- Altıntaş, V., Topal, K., ve Albayrak, M. (2019). Sosyal Medya Platformu Üzerinde Gizli Anlam Analizi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (16), 863-869. doi:10.31590/ejosat.590521
- Altszyler, E., Ribeiro, S., Sigman, M., ve Fernández Slezak, D. (2017). The interpretation of dream meaning: Resolving ambiguity using Latent Semantic Analysis in a small corpus of text. *Consciousness and Cognition*, 56, 178-187. doi:https://doi.org/10.1016/j.concog.2017.09.004
- Bekaroglu, E. (2019). Ölüm ve Hayatın Anlamı Üzerine Psikolojik Bir İnceleme: İvan İlyiç'in Ölümü. *Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Dergisi*, 1(1), 33-37.
- Chang, W., Xu, Z., Zhou, S., ve Cao, W. (2018). Research on detection methods based on Doc2vec abnormal comments. *Future Generation Computer Systems*, 86, 656-662. doi:https://doi.org/10.1016/j.future.2018.04.059
- Choi, J., ve Lee, S.-W. (2020). Improving FastText with inverse document frequency of subwords. *Pattern Recognition Letters*, 133, 165-172. doi:https://doi.org/10.1016/j.patrec.2020.03.003
- Dan-Glauser, E. S., ve Gross, J. J. (2015). The temporal dynamics of emotional acceptance: Experience, expression, and physiology. *Biological Psychology*, 108, 1-12. doi:https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2015.03.005
- EkşiSözlük. (2020a). corona virüsü sayesinde fark edilen gerçekler, https://eksisozluk.com/corona-virusu-sayesinde-fark-edilen-gercekler--6435737, (Erişim Tarihi: 15.05.2020).
- EkşiSözlük. (2020b). covid-19, https://eksisozluk.com/covid-19--6362411, (Erişim Tarihi: 15.05.2020).
- EkşiSözlük. (2020c). covid-19 salgını hafife alan gerizekalılar, https://eksisozluk.com/covid-19-salginini-hafife-alan-gerizekalilar--6406633, (Erişim Tarihi: 15.05.2020).
- EkşiSözlük. (2020d). çocuk kişisiyle karantina günleri, https://eksisozluk.com/cocuk-kisisiyle-karantina-gunleri--6442390, (Erişim Tarihi: 15.05.2020).
- EkşiSözlük. (2020e). koronavirüs, https://eksisozluk.com/koronavirus--6335395, (Erişim Tarihi: 15.05.2020).
- EkşiSözlük. (2020f). sars-cov-2, https://eksisozluk.com/sars-cov-2--6371913, (Erişim Tarihi: 15.05.2020).
- EkşiSözlük. (2020g). sokağa çıkma yasağı, https://eksisozluk.com/sokaga-cikma-yasagi--45968, (Erişim Tarihi: 15.05.2020).
- Gençöz, T. (1998). Korku: Sebepleri, sonuçları ve baştme yolları. *Kriz Dergisi*, 6(2), 9-16. doi:https://doi.org/10.1501/Kriz\_0000000068
- Gulati, K., Kumar, S. S., Boddu, R. S. K., Sarvakar, K., Sharma, D. K., ve Nomani, M. Z. M. (2021). Comparative analysis of machine learning-based

- classification models using sentiment classification of tweets related to COVID-19 pandemic. *Materials Today: Proceedings*, In Press. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.04.364>
- Hu, F., Xu, X., ve Li, L. (2019). Identifying word evolution by incorporating PoS and avoiding alignment of temporal words. *Applied Soft Computing*, 85, 105738. doi:<https://doi.org/10.1016/j.asoc.2019.105738>
- İşleyen, A. (2019). İnternet, kamusal alan ve demokrasi: Ekşi Sözlük'te bedelli askerlik tartışmaları örneği. *Nosyon: Uluslararası Toplum ve Kültür Çalışmaları Dergisi*, 2, 50-63.
- Jha, S., Prashar, D., Long, H. V., ve Taniar, D. (2020). Recurrent neural network for detecting malware. *Computers & Security*, 99, 102037. doi:<https://doi.org/10.1016/j.cose.2020.102037>
- Kaya, M. (2020). Okul Müdürü Kavramına Yönelik Algıların Analizi: Bir Katılımcı Sözlük Fenomeni Ekşi Sözlük Örneği. *Eurasian Journal of Teacher Education*, 1 (1) , 70-81 .
- Khatua, A., Khatua, A., ve Cambria, E. (2019). A tale of two epidemics: Contextual Word2Vec for classifying twitter streams during outbreaks. *Information Processing & Management*, 56(1), 247-257. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ipm.2018.10.010>
- Kim, D., Seo, D., Cho, S., ve Kang, P. (2019). Multi-co-training for document classification using various document representations: TF-IDF, LDA, and Doc2Vec. *Information Sciences*, 477, 15-29. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ins.2018.10.006>
- Kim, H. J., Kim, T. S., ve Sohn, S. Y. (2020). Recommendation of startups as technology cooperation candidates from the perspectives of similarity and potential: A deep learning approach. *Decision Support Systems*, 130, 113229. doi:<https://doi.org/10.1016/j.dss.2019.113229>
- Kınık, D., ve Güran, A. (2021). TF-IDF ve Doc2Vec Tabanlı Türkçe Metin Sınıflandırma Sisteminin Başarım Değerinin Ardışık Kelime Grubu Tespiti ile Arttırılması. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (21), 323-332. doi:<https://doi.org/10.31590/ejosat.774144>
- Kundu, A., Jain, V., Kumar, S., ve Chandra, C. (2015). A journey from normative to behavioral operations in supply chain management: A review using Latent Semantic Analysis. *Expert Systems with Applications*, 42(2), 796-809. doi:<https://doi.org/10.1016/j.eswa.2014.08.035>
- Le, Q. V., ve Mikolov, T. (2014). Distributed Representations of Sentences and Documents. arXiv:1405.4053. <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2014arXiv1405.4053L>
- Li, L., Zhang, Q., Wang, X., Zhang, J., Wang, T., Gao, T., . . . Wang, F. (2020). Characterizing the Propagation of Situational Information in Social Media During COVID-19 Epidemic: A Case Study on Weibo. *IEEE Transactions on Computational Social Systems*, 7(2), 556-562. doi:10.1109/TCSS.2020.2980007
- Li, S., Wang, Y., Xue, J., Zhao, N., ve Zhu, T. (2020). The Impact of COVID-19 Epidemic Declaration on Psychological Consequences: A Study on Active Weibo Users. *Int J Environ Res Public Health*, 17(6). doi:10.3390/ijerph17062032
- Liu, B. (2015). *Sentiment analysis: Mining opinions, sentiments, and emotions*. New York: Cambridge University Press.
- Lopez, C. E., Vasu, M., ve Gallemore, C. (2020). Understanding the perception of COVID-19 policies by mining a multilanguage Twitter dataset. arXiv:2003.10359. <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2020arXiv200310359L>
- López, W., Merlino, J., ve Rodríguez-Bocca, P. (2020). Learning semantic information from Internet Domain Names using word embeddings. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 94, 103823. doi:<https://doi.org/10.1016/j.engappai.2020.103823>
- Luo, J. W., ve Chong, J. J. R. (2020). Review of Natural Language Processing in Radiology. *Neuroimaging Clinics of North America*, 30(4), 447-458. doi:<https://doi.org/10.1016/j.nic.2020.08.001>
- Melton, C. A., Olusanya, O. A., Ammar, N., Shaban-Nejad, A. (2021). Public sentiment analysis and topic modeling regarding COVID-19 vaccines on the Reddit social media platform: A call to action for strengthening vaccine confidence. *Journal of Infection and Public Health*, 14(10), 1505-1512. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jiph.2021.08.010>
- Mikolov, T., Chen, K., Corrado, G., ve Dean, J. (2013). Efficient Estimation of Word Representations in Vector Space. arXiv:1301.3781. <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2013arXiv1301.3781M>
- Obembe, D., Kolade, O., Obembe, F., Owoseni, A., Mafimisebi, O. (2021). Covid-19 and the tourism industry: An early stage sentiment analysis of the impact of social media and stakeholder communication. *International Journal of Information Management Data Insights*, 1(2), 100040. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijmei.2021.100040>
- Özen, N. S., Saraç, S., ve Koyuncu, M. (2021). COVID-19 Vakalarının Makine Öğrenmesi Algoritmaları ile Tahmini: Amerika Birleşik Devletleri Örneği. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (22), 134-139. doi:<https://doi.org/10.31590/ejosat.855113>
- Peng, H., Ma, Y., Poria, S., Li, Y., ve Cambria, E. (2021). Phonetic-enriched text representation for Chinese sentiment analysis with reinforcement learning. *Information Fusion*, 70, 88-99. doi:<https://doi.org/10.1016/j.inffus.2021.01.005>
- Phung, N. M., ve Mimura, M. (2021). Detection of malicious javascript on an imbalanced dataset. *Internet of Things*, 13, 100357. doi:<https://doi.org/10.1016/j.iot.2021.100357>
- Porsuk, A. Ö., ve Cerit, Ç. (2021). Sosyal Medyada Covid-19 Aşısı Tartışmaları: Ekşi Sözlük Örneği. *Hacettepe Sağlık İdaresi Dergisi*, 24(2): 347-360.
- Sanz, I. P. (2020). Using the European Commission country recommendations to predict sovereign ratings: A topic modeling approach. *Expert Systems with Applications*, 5, 100026. doi:<https://doi.org/10.1016/j.eswa.2020.100026>
- Shobana, J., ve Murali, M. (2021). Improving feature engineering by fine tuning the parameters of Skip gram model. *Materials Today: Proceedings*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.01.536>
- Singh, J., ve Modi, N. (2019). Use of information modelling techniques to understand research trends in eye gaze estimation methods: An automated review. *Heliyon*, 5(12), e03033. doi:<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e03033>
- Soykan, Ç. (2003). Öfke ve öfke yönetimi. *Kriz Dergisi*, 11(2), 19-27. doi:[https://doi.org/10.1501/Kriz\\_0000000192](https://doi.org/10.1501/Kriz_0000000192)
- Suleman, R. M., ve Korkontzelos, I. (2021). Extending latent semantic analysis to manage its syntactic blindness. *Expert Systems with Applications*, 165, 114130. doi:<https://doi.org/10.1016/j.eswa.2020.114130>

- Tahvili, S., Hatvani, L., Ramentol, E., Pimentel, R., Afzal, W., ve Herrera, F. (2020). A novel methodology to classify test cases using natural language processing and imbalanced learning. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 95, 103878. doi:<https://doi.org/10.1016/j.engappai.2020.103878>
- TDK. (2021). sözlük, -ğü, <https://sozluk.gov.tr>, (Erişim Tarihi: 06.12.2021).
- Ünal Karagüvan, M. H. (1999). Açık kaygı ölçeğinin geçerlik ve güvenilirliği ile ilgili bir çalışma. *Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 11(11), 203-218.
- Yen, A.-Z., Huang, H.-H., ve Chen, H.-H. (2019). Learning English–Chinese bilingual word representations from sentence-aligned parallel corpus. *Computer Speech & Language*, 56, 52-72. doi:<https://doi.org/10.1016/j.csl.2019.01.002>
- Yetiz, F. (2021). COVID-19 Pandemi Sürecinin Türk Bankacılık Sektörü Çalışanlarına ve Müşterilerine Etkileri: Swot Analizi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (22), 109-117. doi:<https://doi.org/10.31590/ejosat.835792>
- Zhu, B., Zheng, X., Liu, H., Li, J., and Wang P. (2020). Analysis of spatiotemporal characteristics of big data on social media sentiment with COVID-19 epidemic topics. *Chaos, Solitons & Fractals*, 140(2020), 110123. doi: <https://doi.org/10.1016/j.chaos.2020.110123>



# Comparison of Kernel Functions in Geographically Weighted Regression Model: Suicide Data as an Application

## Coğrafi Ağırlıklı Regresyon Modelinde Kernel Fonksiyonlarının Karşılaştırılması: Bir Uygulama Olarak İntihar Verileri

Tuba Koç<sup>1</sup> , Pelin Akın<sup>2</sup> 



### ABSTRACT

The traumatic traces of suicide in a society and the emotional devastation due to these losses make it very important to determine the causes of suicide. In this study, the number of suicides data was used for Turkey's 81 provinces in 2019. The effects of factors affecting suicide and spatial differences on suicide were analyzed and predicted with geographically weighted regression models (GWR). GWR models were applied with different kernel functions, and the best GWR model was found with the bisquare kernel function. Factors affecting suicide numbers were established as human development index, proportion of internet users, and numbers of unemployment. When the results were examined, it was seen that the number of suicides in the provinces was affected by different factors. In addition, the 2019 suicide numbers and predicted values were mapped, and the results were found to be quite similar. The province with the highest number of suicides across the country was Istanbul.

**Keywords:** Geographically Weighted Regression, Kernel Function, Suicide, Spatial

### ÖZ

İntiharın toplumda bıraktığı travmatik izler, kayıplara bağlı yaşanan duygusal yıkımlar intihar nedenlerinin belirlenmesini oldukça önemli kılmaktadır. Bu çalışmada 2019 yılına ait Türkiye'nin 81 ili için intihar sayısı verisi kullanılmıştır. İntiharı etkileyen faktörler ve mekansal farklılıkların intihar üzerindeki etkileri coğrafi ağırlıklı regresyon modeller (GWR) ile analiz edilmiş ve tahmin yapılmıştır. Farklı kernel fonksiyonları ile birlikte GWR modelleri uygulanmış ve en iyi GWR modeli bisquare kernel fonksiyonu ile bulunmuştur. İntihar sayılarını etkileyen faktörler insani gelişim endeksi, internet kullanıcı oranı ve işsizlik sayısı olarak elde edilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde illerin yerleşim yerlerine göre intihar sayılarının farklı faktörlerden etkilendiği görülmektedir. Ayrıca 2019 yılı intihar sayıları ve tahmin değerlerinin haritalandırılması yapılmış ve sonuçlar oldukça benzer bulunmuştur. Ülke genelinde intihar sayısının en yüksek olduğu il İstanbul'dur.

**Anahtar kelimeler:** Coğrafi Ağırlıklı Regresyon, Kernel fonksiyon, İntihar, Mekansal

<sup>1</sup>(Assist. Prof.), Cankiri Karatekin University, Faculty of Science, Department of Statistics, Cankiri, Turkey

<sup>2</sup>(Res. Asst.), Cankiri Karatekin University, Faculty of Science, Department of Statistics, Cankiri, Turkey

**ORCID:** T.K. 0000-0001-5204-0846;  
P.A. 0000-0003-3798-4827

### Corresponding author:

Pelin AKIN  
Faculty of Science, Department of Statistics,  
Cankiri, Turkey

**E-mail address:** pelinakin@karatekin.edu.tr

**Submitted:** 13.04.2021

**Revision Requested:** 23.06.2021

**Last Revision Received:** 28.06.2021

**Accepted:** 23.08.2021

**Published Online:** 13.10.2021

**Citation:** Koc, T., & Akin, P. (2021). Comparison of kernel functions in geographically weighted regression model: Suicide data as an application.

*Acta Infologica*, 5(2), 333-340.  
<https://doi.org/10.26650/acin.914952>

## 1. INTRODUCTION

Although suicide is the result of individual action, it has become a social issue with its results. Every occurrence of suicide is a loss not only for the suicidal person but also for society. Although suicide creates different emotions in people, it is a concept that people generally avoid, are frightened by, and stay away from. Suicide, which has enormous effects on the individual and social level, has been a research subject through different thoughts and theories. The World Health Organization (WHO) and many similar global organizations keep global statistics on suicides. Suicide cases, which increase every year compared to the previous year, can be based on different reasons in terms of regional and socio-cultural conditions. When the suicide rates in our country are examined, it is seen that it is below the world average. Also, when we compare the results with other European research centers, it has been found that the growth rate of suicide is higher than the comparison of Western countries in Turkey (Devrimci-Ozguven and Sayil, 2003). In suicide statistics, which is one of society's social and economic structure indicators, it is essential to know the number, reason, and form of suicide at the country level (TUIK, 2018). Official data on suicides in our country are compiled and published by the Turkey Statistical Institute (TUIK). According to TUIK data, the reasons for suicide occurring in the country are illness, family incompatibility, financial difficulties, emotional feelings, business failure, educational failure, unknown, and other causes. These reasons may differ according to regional conditions and social lifestyles.

For this reason, it is essential to investigate the factors affecting suicide rates by region, which is also the subject of our study. There are many studies about suicide in the literature. Tunalı and Özkaya (2016) analyzed the VAR model that looked into the effect of unemployment on the rate of suicide in Turkey. According to the results, a bidirectional causality relationship was found between these two cases between 1980 and 2014. Kyonne (2019) applied a multiple regression analysis to examine whether the government's social service expenditures affect the suicide rate in Asian countries. Bulut and Aydın (2020) determined the factors affecting suicide rates through beta regression analysis and multiple linear regression analyses. They found that per capita alcohol consumption, the unemployment rate, and labor force participation rate affected suicide. Ha and Tu (2018) examined the relationship between suicide rates and the altitude of provinces using the Geographically Weighted Regression (GWR) method. They found in their study that there was an overall positive relationship varying between altitude and suicide. Bektas (2015) published a study named "why suicide occurred between the years 2002-2012 in Turkey," which used spatial analysis. Frutos et al. (2018) modeled atmospheric pressure on suicide rates in the USA using the Geographically Weighted Regression method. Tran and Morrison (2020) found that the effects of income inequality on suicide rates differ between districts in the United States via the GWR model. The GWR model identified two statistically significant country groups, and a negative relationship was found between income inequality and suicide rates in both groups. Vaz et al. (2020) examined the spatial distribution of suicide rates between 2004-2011 in Toronto using the conditional autoregressive (CAR) method. In the study, the landscape mosaic was found to have a tremendous effect on suicide (it has been observed that women are particularly affected). Iyanda et al. (2021) examined the link between HIV and suicide in 186 countries using spatial autoregressive and multiscale geographically weighted regression methods.

In this study, factors affecting suicide numbers were investigated. Whether the spatial effects on suicide numbers are significant was determined by the GWR model. GWR model structures with different kernel selections were compared according to information criteria. The article is divided as follows: In section 2, the Geographically Weighted Regression and kernel function form are defined. Section 3 explains the application of the Geographically Weighted Regression with suicide data. Finally, a brief discussion is given in Section 4.

## 2. MATERIALS AND METHODS

### 2.1. Geographically Weighted Regression Model

Geographically weighted regression (GWR) is a nearby form of spatial analysis introduced in 1996 in the geographical literature drawing from statistical techniques for curve-fitting and smoothing applications (Stojanova et al., 2012). Although the GWR is based on the multiple linear regression model, the GWR model's coefficients are not constant. The coefficients of each spatial point are created (Lu et al. 2018). The GWR model is given as

$$y_i = \beta_0(u_i, v_i) + \sum_{k=1}^m \beta_k(u_i, v_i)x_{ik} + \varepsilon_i \quad i = 1, 2, \dots, n$$

In equation (2),  $(u_i, v_i)$  are the latitude and longitude coordinates of the location in space  $i$ th.  $y_i$  is the dependent variable.  $x_i(k = 1, 2, \dots, m)$  is the independent variable.  $\beta_k$  is the coefficient of the GWR regression model, and  $\varepsilon_i$  is the error of  $i$ th location, which is assumed to be an independent and identically distributed normal random variable with mean zero and constant variance  $\sigma^2$ .

The weighted least square methods provide a basis for estimating the GWR parameters. Parameter estimation of the GWR model are obtained as follows:

$$\hat{\beta}(u_i, v_i) = [X^T W(u_i, v_i) X]^{-1} X^T W(u_i, v_i) Y$$

where  $X$  is the matrix of independent variables and consists of  $m+1$  column.  $Y = (Y_1, Y_2, \dots, Y_n)^T$  is the dependent variable matrix, and  $W(i)$  is a diagonal matrix of  $w_{ij}$  values and is as shown below (Fotheringham et al., 2003).

$$W(i) = \begin{bmatrix} w_{i1} & \dots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \dots & w_{in} \end{bmatrix}$$

$w_{ij}$  is the neighborhood ratio between the regression point and the reference point.  $w_{ij}$  is determined by a kernel function.

$w_{ij}$  is calculated using Box-Car, Exponential, Gaussian, Bi-Square, and Tri-Cube (Gollini et al. 2013). The main kernel function equations are given in Table 1.

Tablo1.

*Kernel functions*

Kernels	$w_{ij}$
Gaussian	$w_{ij} = \exp \left[ -\frac{1}{2} \left( \frac{d_{ij}}{bw} \right)^2 \right]$
Exponential	$w_{ij} = \exp \left[ -\frac{1}{2} \left( \frac{d_{ij}}{bw} \right) \right]$
Bisquare	$w_{ij} = \left[ 1 - \left( \frac{d_{ij}}{bw} \right)^2 \right]^2$ if $ d_{ij}  < bw$ , 0 otherwise
Tricube	$w_{ij} = \left[ 1 - \left( \frac{d_{ij}}{bw} \right)^3 \right]^3$ if $ d_{ij}  < bw$ , 0 otherwise
Boxcar	$w_{ij} = 1$ if $ d_{ij}  < bw$ , 0 otherwise

Where  $bw$  is bandwidth value,  $d_{ij}$  is the distance between regression point  $i$  and reference point  $j$ .  $d_{ij}$  the Euclidean distance is usually calculated as shown below, where  $u$  and  $v$  are point coordinates.

$$d_{ij} = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2}$$

The value of the  $bw$  bandwidth parameter can be constant for a whole model in the GWR model, or it can be variable according to the point density in the location. The optimal value of bandwidth can be determined by Cross-validation (CV), Generalized cross-validation (GCV), Akaike Information Criteria (AIC), and Bayesian Information Criteria (BIC) methods (Taşyürek and Çelik,2020). In this study, the optimal bandwidth value is determined by obtaining the minimum value of the cross-validation criterion given below (Bowman, 1984).

$$CV = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_{\neq i}(bw))^2$$

where  $\hat{y}_{\neq i}(bw)$  is the fitted value of  $y_i$  by omitting the  $i$ th point from the process (Fotheringham et al., 2003).

### 3. APPLICATION

In this study, the number of suicides data was used for Turkey’s 81 provinces in 2019. The data obtained is available from TUIK. A set of 8 continuous variables were used in this paper and described as a dependent variable: number of suicides (Y) or independent variables: the number of illiteracy (x1), number of higher education population (x2), divorce rate (%) (x3),

human development index (x4), the proportion of internet users (%) (x5), number of unemployment (x6), and expenditures of alcoholic beverages, cigarette, and tobacco (%) (x7). Independent variables affecting suicide numbers were selected from the literature (Sueki, 2013; Sedgwick et al. 2019; Harmancı, 2015; Tunalı, 2016).

Geographical weighted regression (GWR) models were used to obtain the importance of spatial effects in determining the factors affecting the number of suicides. Different models are defined by selecting gaussian, exponential, bisquare, tricube, and boxcar kernel functions in the GWR method, and the most suitable model was determined. Analyses used the “spgwr” and “GWmodel” package in R software packages.

Table 2  
Comparisons of model criteria in GWR methods

Models	AIC	BIC	R <sup>2</sup>
Model1 (Gaussian)	774.119	803.294	0.783
Model2 (Exponential)	770.048	796.345	0.801
Model3 (Bisquare)	763.235	782.132	0.833
Model4 (tricube)	766.864	786.962	0.823
Model5 (boxcar)	771.116	797.889	0.797

In table 1, GWR with bisquare kernel (Model3) gives the lowest AIC and BIC information criteria. The highest R<sup>2</sup> values were found as R<sup>2</sup>=0.8328 in Model 3, and the fit is quite good. Model 3 is established with the value of CV criterion= 86807.52 and the bandwidth = 7.59 with the variables. The coefficients of Model 3 are as given in Table 3.

Table 3  
Coefficients for the Model 3

Coefficient	F statistic	Numerator d.f.	Denominator d.f.	p-value
(Intercept)	1.764	30.239	61.481	0.030
x1	0.091	32.352	61.481	1.000
x2	0.192	32.689	61.481	1.000
x3	0.852	30.909	61.481	0.681
x4	7.064	23.350	61.481	0.000
x5	2.169	25.912	61.481	0.007
x6	4.822	28.951	61.481	0.000
x7	0.363	19.032	61.481	0.992

According to Model 3, the factors affecting the suicide numbers were found to be the variables of x4, x5, and x6. The spatial differences of significant variables are given in table 4.

Table 4  
Parameter estimates of the Model 3 by province

Provinces	Human Development Index	The proportion of internet users	Number of unemployment	Provinces	Human Development Index	The proportion of internet users	Number of unemployment
Adana	201.29	-203.89	0.20	İzmir	-701.82	-335.90	0.33
Adıyaman	-365.41	-446.66	0.12	Kahramanmaraş	-108.28	-341.10	0.18
Afyonkarahisar	-87.47	-108.02	0.29	Karabük	189.62	23.24	0.27
Ağrı	-283.81	-669.06	-0.02	Karaman	271.95	-176.80	0.23
Aksaray	253.00	-135.02	0.25	Kars	-312.59	-683.15	-0.02
Amasya	10.08	-181.13	0.25	Kastamonu	188.99	-44.00	0.27
Ankara	208.24	-39.31	0.27	Kayseri	131.77	-180.43	0.24
Antalya	-135.23	-304.47	0.27	Kırkkale	224.96	-72.44	0.27
Ardahan	-312.21	-662.76	-0.02	Kırklareli	-543.18	2.62	0.34
Artvin	-282.90	-597.30	-0.01	Kırşehir	220.90	-123.77	0.26
Aydın	-623.32	-350.00	0.32	Kilis	-147.54	-378.88	0.16
Balıkesir	-486.62	-140.38	0.32	Kocaeli	-113.94	56.06	0.30
Bartın	181.39	50.32	0.27	Konya	186.25	-130.60	0.25
Batman	-272.99	-578.49	0.01	Kütahya	-156.71	-70.90	0.30
Bayburt	-296.58	-497.99	0.02	Malatya	-365.61	-439.86	0.13
Bilecik	-119.14	-13.51	0.30	Manisa	-631.55	-289.65	0.33



Bingöl	-276.35	-550.34	0.02	Mardin	-291.46	-584.66	0.02
Bitlis	-262.32	-608.66	0.00	Mersin	315.23	-170.16	0.21
Bolu	91.93	24.31	0.28	Muğla	-594.96	-405.89	0.31
Burdur	-233.71	-272.50	0.28	Muş	-263.99	-589.55	0.00
Bursa	-262.45	-17.29	0.31	Nevşehir	255.38	-110.54	0.27
<b>Çanakkale</b>	-715.13	-227.48	0.35	Niğde	279.26	-127.43	0.25
<b>Çankırı</b>	211.93	-55.80	0.27	Ordu	-339.72	-392.40	0.18
<b>Çorum</b>	150.96	-99.52	0.28	Osmaniye	42.20	-267.94	0.20
Denizli	-398.21	-285.60	0.30	Rize	-288.85	-527.95	0.01
Diyarbakır	-303.69	-555.51	0.02	Sakarya	-44.97	41.66	0.30
Düzce	49.63	47.20	0.29	Samsun	-97.96	-227.10	0.24
Edirne	-663.42	-102.79	0.35	Siirt	-262.36	-602.86	0.00
Elazığ	-389.33	-471.52	0.07	Sinop	65.88	-64.35	0.29
Erzincan	-354.82	-467.52	0.06	Sivas	-162.76	-322.18	0.20
Erzurum	-267.89	-562.30	0.01	Şanlıurfa	-459.73	-482.29	0.07
Eskişehir	-63.97	-28.77	0.29	Şırnak	-258.02	-634.96	-0.01
Gaziantep	-197.47	-395.54	0.15	Tekirdağ	-499.41	-37.67	0.34
Giresun	-419.92	-426.05	0.15	Tokat	-100.55	-265.97	0.22
Gümüşhane	-351.80	-461.86	0.06	Trabzon	-331.54	-463.87	0.04
Hakkari	-242.82	-737.28	-0.03	Tunceli	-362.56	-470.46	0.06
Hatay	14.45	-306.62	0.18	Uşak	-282.45	-165.80	0.30
Iğdır	-313.21	-748.42	-0.04	Van	-266.01	-701.79	-0.02
Isparta	-122.07	-201.99	0.28	Yalova	-213.32	26.90	0.31
İstanbul	-245.35	56.39	0.32	Yozgat	185.05	-114.56	0.27
				Zonguldak	132.09	72.59	0.28

Table 4 presents estimates of the Model 3 parameters for each province in Turkey. The formula “abs (coefficient estimate) -2standard error” was used to calculate the values in Table 4. If this value is greater than zero, it is statistically significant (Dennet, 2014). Provinces where human development index values affected suicide numbers were Amasya, Ankara, Bartın, Bolu, Çankırı, Düzce, Hatay, Karabük, Karaman, Kastamonu, Kayseri, Kırşehir, Konya, Mersin, Nevşehir, Niğde, Osmaniye, Yozgat, and Zonguldak while provinces affected by the variable of the proportion of internet users were Bartın, Bolu, Düzce, İstanbul Yozgat, Zonguldak, Sakarya, Kocaeli and Kırıkkale. Unemployment affects suicide numbers in all provinces except for Ağrı, Artvin, Hakkari, Iğdır, Van, and Şırnak. On the maps, the places where the effect is darkest, meaning the highest value coefficients, are shown in red. Lighter colors show less effect. In other words, the blue-colored provinces are impacted least.

In Figure 1, the effects of the human development index variable on the number of suicides are presented on the map.

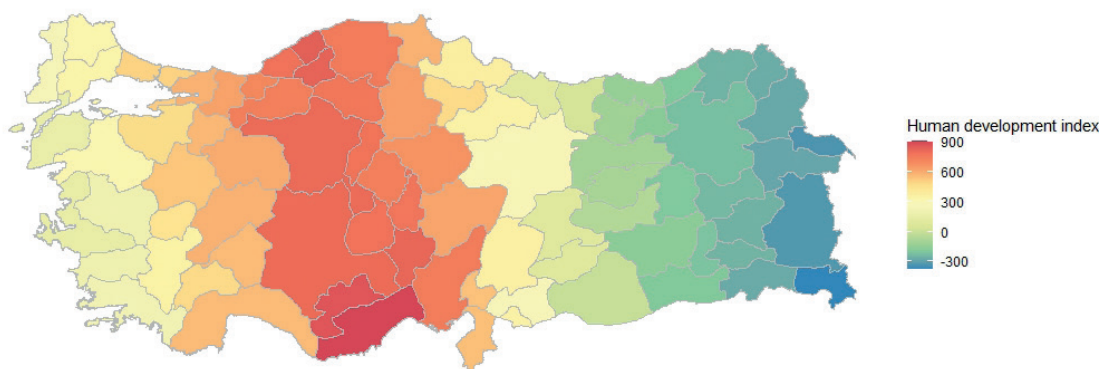


Figure 1. Spatial distribution of the human development index variable

The basic principle underlying the geographically weighted analysis is that provinces that are close to each other are more related than those that are far away. In Figure 1, Mersin, Karaman, Bartın, and Karabük are the provinces where the human

development index (HDI) has the most significant effect on the number of suicides. In eastern Turkey, there is a negative correlation between the HDI value and the number of suicides. The lower the HDI is, the higher the suicide rate is. The middle region of Turkey has a positive relationship between the HDI value and the number of suicides. The higher the HDI is, the higher the suicide rate is. As a result, the effect of provinces close to each other on the number of suicides is similar.

Figure 2 shows the spatial distribution of internet users by province.

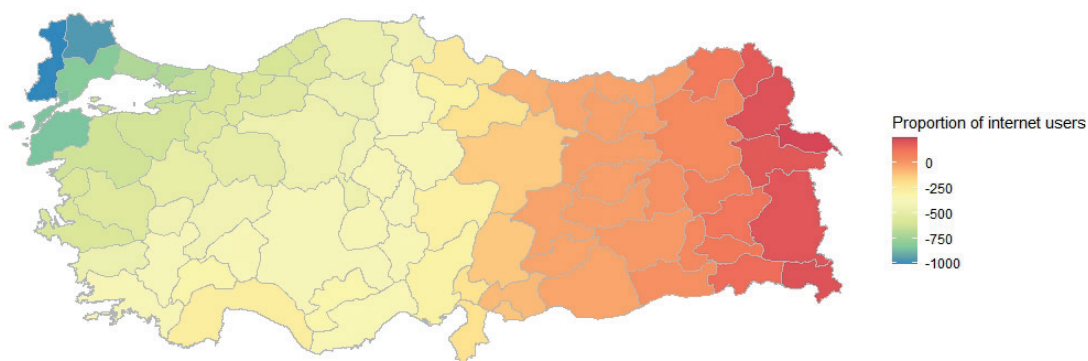


Figure 2. Spatial distribution of the internet users

In Figure 2, there is a negative relationship between the rate of internet users and the number of suicides. This relationship is highest in Edirne and Kırklareli provinces. Therefore, the number of suicides affected the most by internet user rate is Edirne and Kırklareli. It can be interpreted that the number of suicides is higher in these provinces, where the number of internet users is low. The region where suicide numbers are least affected by internet usage rates is the eastern region of Turkey. In other words, it can be said that the number of suicides is lower in the eastern region, where internet use is high.

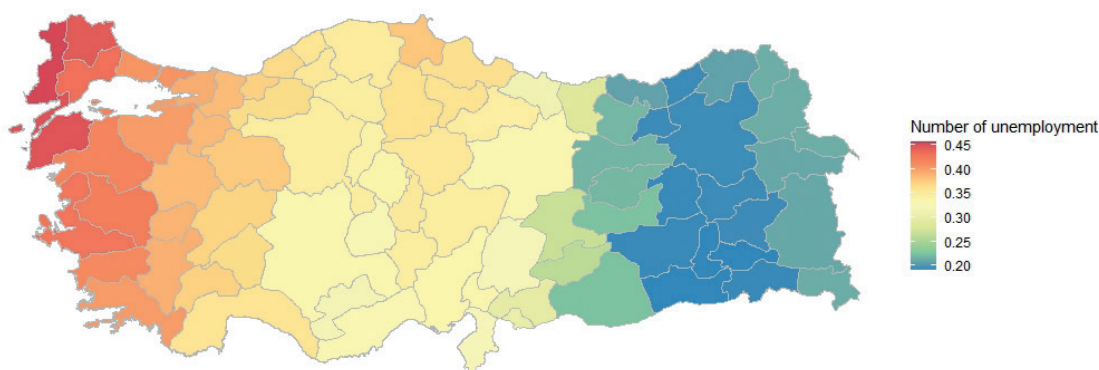


Figure 3. Spatial distribution of the unemployment numbers

According to Figure 3, unemployment has a positive relationship with the number of suicides. The provinces that have the most significant impact on the number of suicides from unemployment are located in western Turkey. Therefore, it is the region where the number of suicides is most affected by the number of unemployment. However, the number of suicides in the eastern region of Turkey is less affected by unemployment than in the western region of Turkey.

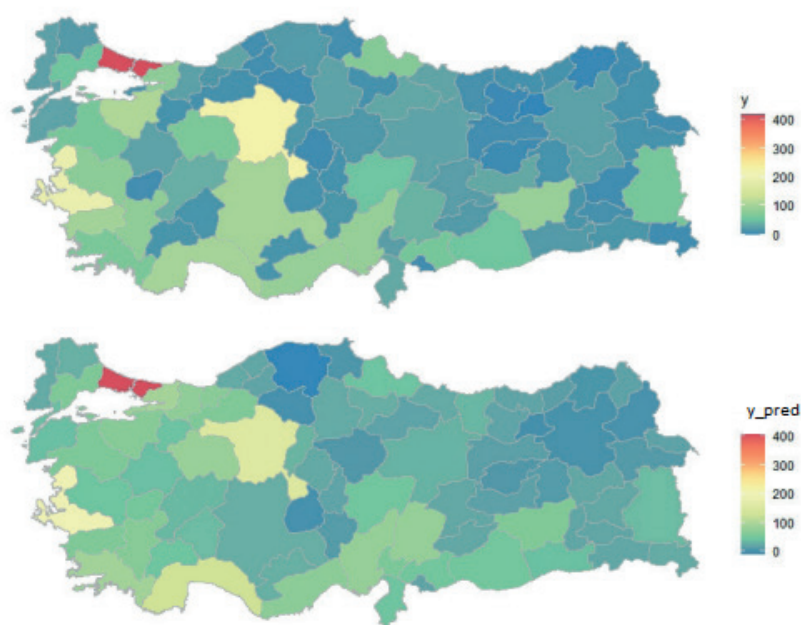


Figure 4. Spatial distribution of suicide numbers and estimates

Figure 4 shows the number of suicides in 2019 and the estimated values of the map. When the GWR model with the Bisquare kernel function is established, it is seen from the maps that it is a suitable model for estimating the number of suicides in the provinces, and it performs well. Also, Istanbul is the city with the most suicides.

#### 4. CONCLUSION AND DISCUSSION

In this study, factors affecting suicide and spatial effects on suicide were analyzed and estimated with GWR models. GWR models were applied with different kernel functions, and the best GWR model was found with the bisquare kernel function. Factors affecting suicide numbers were found to be the human development index, the proportion of internet users, and unemployment numbers. There was a negative relationship between the number of suicides and the human development index value in eastern Turkey and a positive relationship in the middle region. The human development index is a value that measures health, education, and income levels, and a low value is a high risk factor for suicide attempts (Harmancı, 2015). A negative correlation was found between the proportion of internet users and suicide. This relationship was highest in provinces of Edirne and Kırklareli. It can be interpreted that the number of suicides is higher in these provinces, where the number of internet users is low. The region where suicide numbers are least affected by internet usage rates is the eastern region of Turkey. The unemployment variable has a positive effect on suicide numbers across the country. Unemployed individuals are highly prone to suicide because they cannot meet their needs and feel inadequate (Tunalı, 2016). The provinces where unemployment has the greatest impact on suicide were located in western Turkey. 2019's suicide numbers and forecast values were mapped, and the results were found to be quite similar. Istanbul was the province with the highest number of suicides in the country. Briefly, the GWR model is suitable for estimating the number of suicides in the provinces. This study contributes to the literature in estimating the number of suicides for future studies.

**Peer-review:** Externally peer-reviewed.

**Conflict of Interest:** The authors have no conflict of interest to declare.

**Author Contributions:** Conception/Design of Study- T.K., P.A.; Data Acquisition- T.K., P.A.; Data Analysis/Interpretation- T.K., P.A.; Drafting Manuscript- T.K., P.A.; Critical Revision of Manuscript- T.K., P.A.; Final Approval and Accountability- T.K., P.A.

**Grant Support:** The authors declared that this study has received no financial support.

**Hakem Değerlendirmesi:** Dış bağımsız.

**Çıkar Çatışması:** Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir.

**Yazar Katkıları:** Çalışma Konsepti/Tasarım- T.K., P.A.; Veri Toplama- T.K., P.A.; Veri Analizi/Yorumlama- T.K., P.A.; Yazı Taslağı- T.K., P.A.; İçeriğin Eleştirel İncelemesi- T.K., P.A.; Son Onay ve Sorumluluk- T.K., P.A.

**Finansal Destek:** Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir.

## References/Kaynaklar

- Dennet A. (2014). An Introduction to Geographically Weighted Regression in R. [Internet] [https://rpubs.com/adam\\_dennett/44975](https://rpubs.com/adam_dennett/44975)
- Bektaş, M. (2015). 2002 ve 2012 Yıllarında Türkiye’de Meydana Gelen İntihar Vakası Nedenlerinin Mekansal Analizi (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Fatih Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul
- Bowman, A. W. (1984). An alternative method of cross-validation for the smoothing of density estimates. *Biometrika*, 71(2), 353-360.
- Bulut, E., & Aydın, V. G. (2020). İntiharı Etkileyen Sosyal ve Ekonomik Faktörlerin Beta Regresyon Analizi ile Belirlenmesi. *Ahi Evran Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 6(2), 422-436.
- Devrimci-Ozguven, H., & Sayıl, I. (2003). Suicide attempts in Turkey: results of the WHO—EURO multicentre study on suicidal behavior. *The Canadian Journal of Psychiatry*, 48(5), 324-329.
- Fotheringham, A. S., Brunsdon, C., & Charlton, M. (2003). *Geographically weighted regression: the analysis of spatially varying relationships*. John Wiley & Sons.
- Frutos, A. M., Sloan, C. D., & Merrill, R. M. (2018). Modeling the effects of atmospheric pressure on suicide rates in the USA using geographically weighted regression. *PloS one*, 13(12), e0206992.
- Gollini, I., Lu, B., Charlton, M., Brunsdon, C., & Harris, P. (2013). GWmodel: an R package for exploring spatial heterogeneity using geographically weighted models. *arXiv preprint arXiv:1306.0413*.
- Ha, H., & Tu, W. (2018). An ecological study on the spatially varying relationship between county-level suicide rates and altitude in the United States. *International journal of environmental research and public health*, 15(4), 671.
- Iyanda, A. E., Chima-Adaralege, N., Adeleke, R., & Lu, Y. (2021). Covariation of suicide and HIV in 186 countries: a spatial autoregressive and multiscale geographically weighted regression analyses. *Journal of Public Health*, 1-11.
- Kyonne, J. (2019). Impact of Social Service Expenditures on the Suicide Rate: The Cases of Asia Countries. *Journal of Social Service Research*, 45(1), 12-15.
- Lu, B., Yang, W., Ge, Y., & Harris, P. (2018). Improvements to the calibration of a geographically weighted regression with parameter-specific distance metrics and bandwidths. *Computers, Environment and Urban Systems*, 71, 41-57.
- Sedgwick, R., Epstein, S., Dutta, R., & Ougrin, D. (2019). Social media, internet use and suicide attempts in adolescents. *Current opinion in psychiatry*, 32(6), 534.
- Stojanova, D., Debeljak, M., Ceci, M., Appice, A., Malerba, D., & Džeroski, S. (2012). Dealing with spatial autocorrelation in gene flow modeling. In *Developments in Environmental Modelling (Vol. 25, pp. 35-49)*: Elsevier.
- Sueki, H. (2013). The effect of suicide-related Internet use on users’ mental health, *Crisis*, 34(5), 348-353
- Tasyurek, M., & Celik, M. (2020). RNN-GWR: A geographically weighted regression approach for frequently updated data. *Neurocomputing*, 399, 258-270.
- Tran, F., & Morrison, C. (2020). Income inequality and suicide in the United States: A spatial analysis of 1684 US counties using geographically weighted regression. *Spatial and spatio-temporal epidemiology*, 34, 100359.
- Tunalı, H., Özkaya, S. (2016). Türkiye’de işsizlik-intihar ilişkisinin analizi. *Kırklareli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 5(2), 56-70.
- Türkiye İstatistik Kurumu, İntihar İstatistikleri, 2018 [Internet]. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Olum-Istatistikleri-2018-30701>
- Vaz, E., Shaker, R. R., & Cusimano, M. D. (2020). A geographical exploration of environmental and land use characteristics of suicide in the greater Toronto area. *Psychiatry research*, 287, 112790.

# Siparişe Göre Üretim Yapan Firmalarda Sipariş Sıralaması ve Teslim Tarihi Problemi İçin Bir Karar Modeli

## A Decision Model for the Order Sequence and Delivery Date Problem in Companies Manufacturing According to the Order

Alperen Calapoğlu<sup>1</sup> , Melike Şişeci Çeşmeli<sup>2</sup> , İhsan Pençe<sup>3</sup> , Özlem Çetinkaya Bozkurt<sup>4</sup> 



<sup>1</sup> (Arş. Gör.), Bayburt Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü, Bayburt, Türkiye

<sup>2</sup> (Dr. Öğr. Üyesi), Burdur Mehmet Akif Üniversitesi, Bucak Teknoloji Fakültesi, Yazılım Mühendisliği Bölümü, Burdur, Türkiye

<sup>3</sup> (Dr. Öğr. Üyesi), Burdur Mehmet Akif Üniversitesi, Bucak Teknoloji Fakültesi, Yazılım Mühendisliği Bölümü, Burdur, Türkiye

<sup>4</sup> (Prof. Dr.), Burdur Mehmet Akif Üniversitesi, Bucak İşletme Fakültesi, İşletme Bölümü, Burdur, Türkiye

ORCID: A.C.0000-0002-7307-644X;  
M.Ş.Ç. 0000-0001-9541-2590;  
İ.P. 0000-0003-0734-3869;  
Ö.Ç.B. 0000-0002-6218-2570

### Corresponding author:

Alperen CALAPOĞLU

Bayburt Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü, Bayburt, Türkiye

E-mail address: alperencalapoğlu@bayburt.edu.tr

Submitted: 16.05.2021

Revision Requested: 08.07.2021

Last Revision Received: 18.08.2021

Accepted: 25.08.2021

Published Online: 19.11.2021

Citation: Calapoğlu, A., Şişeci Çeşmeli, M., Pençe, İ., Çetinkaya Bozkurt, O. (2021). Siparişe göre üretim yapan firmalarda sipariş sıralaması ve teslim tarihi problemi için bir karar modeli. *Acta Infologica*, 5(2), 341-357.  
<https://doi.org/10.26650/acin.947747>

### ÖZ

Siparişe göre üretim yapan firmalarda alınan siparişler gelen talep sırasına göre üretilmektedir. Ancak zamanında üretilmeyen veya müşterinin talebinden daha ileri bir tarihte üretilmesi planlanan siparişler müşteri kaybına neden olmaktadır. Bu durumda firmanın hangi müşterinin siparişinin daha önce üretilmesi gerektiğine karar vermesi gerekmektedir. Ancak bu karar değerlendirilmesi gereken farklı kriterler sebebiyle oldukça karmaşık bir probleme dönüşebilmektedir. Bu çalışmada sipariş üzerine üretim yapan firmalar için firmanın karlılığı ile müşterilerin memnuniyeti arasında bir denge kuracak ve bu kurulan dengeye göre maksimum faydayı esas alarak kısıtlı bir süre içindeki bölünmez siparişler arasından seçim yapabilecek bütünsel bir karar modeli önerilmiştir. Oluşturulan model, siparişe göre üretim yapan bir firma üzerinde gerçekleştirilmiştir. Bölünmez siparişler arasından kısıtlı bir kapasite altında nasıl bir seçim yapılabileceği belirlenirken sezgisel optimizasyonun hızlı ve makul çözümler üretme kabiliyetinden faydalanılmıştır. Kurulan modelde, aynı zamanda siparişlerin üretim süreleri ve teslim tarihleri de belirlenmektedir. Çalışmada firmanın karlılığı ve müşteri memnuniyeti arasında bir denge kurabilmek için çok kriterli karar verme yöntemlerinden yararlanılmıştır. Kriterler ve önem dereceleri Analitik Hiyerarşi Süreci yöntemi ile belirlenirken TOPSIS yöntemi ile de müşteriler kriterler altında değerlendirilmiştir. Daha sonrasında ise matematiksel bir model kurularak genetik algoritma ile seçim işlemi gerçekleştirilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Siparişe üretim, Teslim tarihi, Sipariş sıralama, Analitik Hiyerarşi Süreci, TOPSIS, Genetik algoritma

### ABSTRACT

The orders received in the companies that manufacture according to the order are produced in the order of incoming demand. However, orders that cannot be produced on time or planned to be produced at a later date than the customer's demand cause customer loss. In this case, the company needs to decide which customer's order should be produced first. However, this decision can turn into a rather complicated problem due to different criteria that need to be evaluated. In this study, an integrated decision model has been proposed for companies that make production on order, to establish a balance between the profitability of the company and the satisfaction of customers, and to choose among indivisible orders within a limited time based on the maximum benefit according to this established balance. The created model has been carried out on a company that produces to order. While determining how to choose between indivisible orders under a limited capacity, the ability of heuristic optimization to produce fast and reasonable solutions is utilized. In the established model, the production times and delivery dates of the orders are also determined. In the study, multi-criteria decision-making methods are used to establish a balance between the profitability of the company and customer satisfaction. While the criteria and importance levels are determined by the Analytical Hierarchy Process method, the customers are evaluated under the criteria with the TOPSIS method. Afterwards, a mathematical model has been established, and the selection process is carried out with a genetic algorithm.

**Keywords:** Order production, Delivery date, Order sorting, Analytical Hierarchy Process, TOPSIS, Genetic algorithm

## 1. GİRİŞ

Mobilya, tekstil, manifatura, pencere üretimi gibi sektörlerde sermaye yetersizliği, ürünün müşteri tercihlerine göre şekillenmesi gibi sebeplerden dolayı siparişe yönelik üretim yapılmaktadır (Serin ve Şahin, 2020). Siparişe göre üretim yapan firmalar açısından ürünün fiyatı ve siparişin teslim tarihi çok önemli ve kritik kararlardır. Bu kararların en doğru şekilde verilmesi, firmanın hedefleri ve müşterilerinin bağlılığı açısından oldukça önemlidir. Mevcut durumda, yapılacak üretim gelen talepler doğrultusunda talep sırasına göre işleme alınmakta ve bu sıraya göre teslim tarihi yaklaşık olarak belirlenmektedir. Yetişmeyen siparişler için ise uzatma talep edilmekte bu da firmanın itibarını etkilemekte ve bazen firmayı cezalar ödemek zorunda bırakmaktadır. Aynı zamanda firmanın müşterilerini kaybetmesinde ve ileriki süreçlerde firmanın müşteriler arasında tavsiye edilmesini zorlaştırarak firmanın pazar payının azalmasına da neden olabilmektedir. Bu nedenle firmalar, ürün talep eden müşterileriyle anlaşma yapmadan önce firmanın politikaları, uzun vadede kârlılığı, firmanın kapasitesi, kaybetmemesi gereken müşterileri ve yeni müşterileri arasında bir politika belirleyerek anlaşma yapmaları gerekmektedir. Başta teslim tarihleri olmak üzere tüm diğer durumların göz önüne alınması firmanın kısa ve uzun vadede yararına olacaktır. Yoğun dönemlerde zamanında yetiştirilemeyecek bir siparişin kabul edilmeyip müşterinin başka bir tedarikçi aramasına izin verilmesi, müşteriye siparişi geç teslim etmekten daha iyi olabilmektedir. Mağazanın çok sıkışık olduğu durumlarda tüm siparişleri kabul etmek, mağazanın müşteri son tarihlerini karşılama yeteneğini de olumsuz yönde etkilemektedir (Philipoom ve Fry, 1992). Çok gecikecek bir siparişin söz konusu olduğu durumlarda firmanın bu siparişi hiç üretmemesi veya teslim tarihini tam olarak hesaplayabilmesi büyük önem arz etmektedir. Aksi halde firmanın itibar kaybı ihtimali doğabilmektedir. Bu nedenle, siparişe dayalı üretim yapan birçok işletme için sipariş teslim zamanının belirlenerek üretimin buna göre programlanması büyük önem taşımaktadır. Bu durumda firmanın, müşterilerinin siparişlerini kabul ederken ve teslim tarihi belirlerken hem uzun vadede kârlılığını hem de müşterilerinin memnuniyetini dikkate alarak bir karar destek sistemi üzerinden değerlendirme yapması oldukça önemli olmaktadır. Bu düşünceden hareketle çalışmada; özellikle küçük ve orta ölçekli siparişe göre üretim yapan işletmeler için firmanın kârlılığı ile müşterilerin memnuniyeti arasında bir denge kurabilecek ve bu kurulan dengeye göre maksimum faydayı esas alarak kısıtlı bir süre içindeki bölünmez siparişler arasından seçim yapabilecek bütünlüklü bir karar modeli oluşturulması amaçlanmıştır.

## 2. KONUYLA İLGİLİ LİTERATÜR TARAMASI

Teslim tarihi problemiyle ilgili literatürde pek çok çalışma bulunmakla beraber oldukça yeni bir çalışma alanı olduğu söylenebilir. Konuyla ilgili ilk çalışma 1967 yılında Conway ve arkadaşları tarafından yayınlanan bir kitap çalışmasıdır. Kitap, zamanlama teorisinin altında yatan matematiksel modelleri araştırmaktadır (Conway, Maxwell ve Miller, 1967). Çizelgeleme problem türüne göre organize edilmiş üç çözüm tekniğini incelemektedir. Bunlar; cebirsel, olasılıklı ve bilgisayarla Monte Carlo simülasyonudur. 1968 yılında Senju ve Toyoda çalışmalarında çok sayıda bölünmez ve farklı sipariş teklifi arasından belirli kısıtlar altında en uygun olanları seçmeyi amaçlamışlardır. İlgili çalışmada sıralı ölçekler kullanılarak 30 kısıtlayıcı koşula sahip 60 teklif değerlendirilmiştir. Araştırma sonucunda çok sayıda kısıtlayıcı ve sipariş teklifi olması durumunda Lineer programlama metodu kullanmanın oldukça yararlı olacağı ifade edilmiştir (Senju ve Toyoda, 1968). Weeks (1979), mağaza durum bilgisi ile iş özellikleri arasında bir denge bulmaya çalışan bir kuralı araştırmıştır. Baker ve Bertrand (1981a ve 1981b), hem dâhili hem de harici son tarihler için bir son tarih sıklık faktörünü hesaplamak için mağazanın iş yükü durumunu kullanmışlardır. Ölçeklendirme faktörü, mevcut mağaza tıkanıklığını ortalama mağaza tıkanıklığıyla ilişkilendirilmiştir. Bu çalışma, son tarihler belirlenirken hem mağaza hem de iş bilgilerinin birleştirilmesinin uygun olduğunu doğrulamaktadır. Bertrand'ın (1983) başka bir araştırmasında iki iş özelliğine (toplam işlem süresi ve işlem sayısı) ek olarak iş yükü bilgilerinin kullanılmasının, gecikmenin varyansını azalttığı ortaya konmuştur.

1990'lı yıllardan sonra teslim tarihi konusuyla ilgili çalışmalarda bir artış gözlemlenmektedir. Vig ve Dooley (1991) iki yeni dinamik son tarih atama kuralı sunmaktadır. Yeni kurallar, yakın zamanda tamamlanan işlerin bir örneğine dayalı olarak iş akış zamanını tahmin etmektedir. Bu araştırmanın sonuçları, yakın zamanda tamamlanan işlerden gelen akış zamanlarının, bir iş atölyesi ortamında etkili son tarihler oluşturmak için çok yararlı bilgiler sağladığını açıkça göstermektedir. Duenyas (1995), her biri farklı teslim süresi ve farklı fiyatlara sahip müşteriler için sipariş sıralama problemini ele almış ve geliştirdiği formül ile problemi çözmeye çalışmıştır. Çalışmada öncelikle ilk gelen siparişi ilk üretecek şekilde bir formül geliştirilmiştir.

Geliştirilen formül çalışması ile müşteri tercihlerini planlamada dikkate alınmanın çok başarılı sonuçlar verdiğini ortaya konmuştur. Easton ve Moodie (1999), literatürde az tartışılan teslim süresi belirsizliğinin kaynağını modellemeye çalışmışlardır. Koşullu siparişleri olan siparişe göre üretim yapan firmalar için aynı anda fiyatlandırma ve teslim süresi kararlarını optimize eden bir tekniği tanıtmışlardır. Çalışmada koşullu siparişleri olan siparişe göre üretim yapan firmalar için sözleşme fiyatı, teslim tarihi ve beklenen katkı arasındaki ilişkiyi karakterize etmeye çalışmışlardır.

Siparişe göre üretim yapan firmalarda teslim tarihi konusuyla ilgili çalışmalarda artışın 2000'li yıllarda da devam ettiği söylenebilir. Bazı çalışmalarda elde edilecek kâra odaklanılırken bazı çalışmalarda da maliyetleri azaltmaya önem verildiği görülmektedir. Örneğin Keskinocak ve arkadaşları (2001) temel bir model geliştirerek dört versiyon üzerinde çalışmışlardır. Buna göre müşterilerin sipariş talebine verilecek fiyat tekliflerinde siparişin teslim süresi hassasiyeti olduğu durumlarda fiyatlandırma politikasının değiştirilerek yüksek gelir getirici siparişlerin acil olarak üretilebileceğini kanıtlamışlardır. Lewis ve Slotnick (2002) ise işletmenin mevcut siparişlerinden elde edeceği iş başına net gelir ile siparişlerin gecikmesinden ödenecek cezaların maliyetini hesaplayarak kârı maksimize edecek bir dinamik programlama algoritması sunmuşlardır. Gharehgozli ve arkadaşları (2008), sipariş üzerine üretim yapılan bir firmayı ele alarak çok sayıda gelen siparişlerin farklı kriterler açısından değerlendirilmesini önermişlerdir. Yapılacak değerlendirmenin, daha doğru kararlar verebilmek adına etkili bir değerlendirme yaklaşımı olması için iki aşamalı bir yaklaşım öne sürmüşlerdir. İlk aşamada yeni gelen siparişlerin teslim tarihine ve varış saatlerine göre değerlendirilip, ikinci aşamada ise Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) ve TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) yöntemlerini kullanarak hibrit bir kabul metodolojisi önermişlerdir. Pibernik ve Yadav ise (2008), iki sınıf müşteriden gelen rastgele taleple karşı karşıya kalan bir üretici firmayı göz önüne alarak yüksek öncelikli müşterilerden gelecekteki sipariş gelişlerini tahmin etmek ve gelen siparişler için bitiş tarihleri belirlemek amacıyla kapasiteyi ayırmak için entegre bir model geliştirmişlerdir. Oğuz ve arkadaşları (2010), toplam geliri en üst düzeye çıkarmak için tek makineli üretim ortamındaki siparişlerle ilgili verileri (giriş tarihi, bitiş tarihi, teslim süresi, sıraya bağlı kurulum süresi, gelir) kullanarak eş zamanlı sipariş kabul ve zamanlama kararlarını incelemişlerdir. Büyük boyutlu problemlerin çözümü için ise üç sezgisel algoritma geliştirmişlerdir. Önerilen algoritmanın 300 siparişe kadar olan durumlarda bile etkili olduğunu belirtmişlerdir. Lu ve arkadaşları (2013) çalışmalarında, bir üretici için ortak fiyat teklifi ve üretim çizelgeleme sorununu incelemişlerdir. Çok sayıda farklı sipariş için ayrıntılı sıralama kararını birleşik bir çerçevede ele almışlar ve dinamik programlama algoritmaları geliştirerek problemi çözmeye çalışmışlardır. Baker ve Trietsch (2015) sıralanmış işlerin ve teslim tarihlerinin gecikmemesi arasında bir denge kurmak amacıyla stokastik tek makine model durumları için bir değiş-tokuş formül çalışması oluşturup birkaç yüz test probleminde gerçekleştirmişlerdir. Shabtay ve arkadaşları (2016), tek makineli bir çizelgeleme problemini inceleyerek yöneticilere teslim tarihi teklifi gibi daha yüksek seviye kararlarını, planlama ve kaynak tahsisi gibi daha düşük seviye (operasyonel) kararlarla en uygun şekilde koordine etmek için pratik bir araç geliştirmişlerdir. Bu amaçla, polinom algoritması tekniğini kullanarak problemi çözmeye çalışmışlardır. Aktürk ve Gülseçen (2017) teslim tarihi problemi hakkında literatürdeki yapılan önceki araştırmaları kapsamlı bir şekilde inceleyerek teslim tarihi probleminde bir çözüm önerisi getirmek amacıyla inovatif bir doğrusal karar modeli önermişlerdir. Daha sonrasında Aktürk ve Gülseçen (2018), bu sefer teslim tarihi problemini çok kriterli bir karar yapısı ile modelleyerek 6 farklı yöntem ile kullanıcıya karar desteği sağlayan bir yazılım geliştirmişlerdir. Literatürdeki çalışmalarını incelendiğinde Aktürk ve Gülseçen, üretilecek siparişin seçiminin sadece kârlılık açısından değil aynı zamanda müşteri memnuniyeti açısından da göze alınarak yapılması gerektiğini önermişlerdir.

Son yıllarda gerçekleştirilen sipariş sıralaması ve teslim tarihi problemleri ile ilgili çalışmalar incelendiğinde ise; Aktürk (2019), çalışmasında lojistik maliyetleri dikkate alınarak teslim tarihinin belirlenmesi üzerine bir karar modeli önermiştir. Gelen siparişler için üretim süreleri dikkate alınarak müşteriler tarafından talep edilen teslim tarihleri doğrultusunda sipariş teslim tarihi hesaplanmıştır. Triki ve arkadaşları (2020), çalışmalarında nakliye tedarikini üretim planlaması ile ilgili kararlarla bütünleştirmek için genetik algoritmanın (GA) bir uzantısı olan memetik algoritma ile sezgisel çözüm önermişlerdir. Yağmur ve Kesen (2020), müşteri siparişleri gibi ortak bir üretim ve dağıtım problemini ele alıp memetik algoritma ile sezgisel biçimde çözmeye çalışmışlardır. Bektur (2021), plastik parça üreten bir üretim işletmesindeki çizelgeleme problemi üzerine çalışmış olup ilgili problemde işler sıra bağımlıdır. Önerilen tavlama benzetimi tabanlı sezgisel algoritma ile 10 işin olduğu test problemlerinde tüm etkin çözümler bulunabilmiştir. Sezgisel bir algoritma önermelerinin sebebi problemin polinom

zamanda çözülememesi sonucu büyük boyutlu problemlerin çözümünü gerçekleştirebilmektedir. Viloria ve arkadaşları (2021), üretim sıralaması problemi için bir simülasyon modelinin GA ile çözümünü çalışmışlardır. Simülasyon modeli 8 makineden ve önceden tanımlanmış rotalara sahip 10 iş türünden oluşmuştur. Villarinho ve arkadaşları (2021), çalışmalarında teslimat tarihleri ve kümülatif getiriler dikkate alınarak permütasyon akış- mağaza problemini ele almışlardır. Örnek veriseti üzerinde gerçekleştirdikleri çalışmalarında işlem sürelerinin stokastik oluşunu vurgulayıp gerekli çözümü Monte Carlo Simülasyonu ile gerçekleştirmişlerdir. Demir ve arkadaşları (2021), süreç planlaması ve son tarih çizelgeleme problemlerini hibrit tavlama benzetimi algoritmaları ile incelemişlerdir. Entegre bir çizelgeleme probleminin çözümünün zor olması sebebi ile sezgisel optimizasyon kullanmışlardır.

Son yıllardaki çalışmalarda özellikle sipariş sıralaması ve teslim tarihi problemlerinin NP-Hard türünden zor problemler olduğu ve sezgisel optimizasyon algoritmaları ile çözümlenmesi gerektiği üzerinde durulmuştur (Bektur, 2021; Demir, Phanden, Kökçam, Erkayman ve Erden 2021; Triki, Piya ve Fu, 2020). İlgili çalışmalar genellikle verisetlerini kullanmışlardır. Fakat gerçek hayat problemlerinde bu denli iyi tasarlanmamış zor durumlarla karşılaşılabilir. Bu sebeple problem çözümünde gerçek işletmelerden yararlanmak uygulama aşamasında gerçeği daha çok yansıtmaktadır. Bunun yanında, ilgili çalışmalarda müşterilerin memnuniyetleri dikkate alınmayıp çoğu çalışmada herhangi bir kısıtta çözüme dâhil edilmemiştir.

Görüldüğü üzere siparişlerin teslim tarihi problemleriyle ilgili literatürde yer alan çalışmaların neredeyse tamamı sayısal analizler ve formülizasyon çalışmalarından oluşmaktadır. Siparişlerin teslim tarihi belirleme perspektifindeki planlama problemlerine olan ilginin artmasıyla işletmelerin siparişlerini hangi kriterlere göre kabul veya ret kararı verdiği, hangi kriterlere göre sıraladığı gibi konular, 2008 yılı ve sonrasında ilgi odağı olmuştur. Bir siparişin sıralanmasında birden fazla kriterin rol oynaması, araştırmacıları çok kriterli karar yapıları kullanarak probleme çözüm bulmaya sevk etmiştir. Bu çalışmanın amacı ise, sipariş üzerine üretim yapan firmalar için firmanın kârlılığı ile müşterilerin memnuniyeti arasında bir denge kurabilecek ve bu kurulan dengeye göre maksimum faydayı esas alarak kısıtlı bir süre içindeki bölünmez siparişler arasından seçim yapabilecek bütünlük bir karar modeli önermektir. Sipariş sıralamasının gerçekleştirilmesi aşamasında sadece kârlılık değil müşteri memnuniyetinin de dikkate alınması düşüncesinde Aktürk ve Gülseçen'nin çalışmalarından yararlanılmıştır (Aktürk ve Gülseçen, 2018). Oluşturulan modelde, aynı zamanda siparişlerin üretim süreleri ve teslim tarihleri de belirlenmektedir. Önerilen çalışmada, sipariş seçimi problemine hem kârlılık hem de müşteri kaybını önlemek açısından yaklaşmış ve her ikisi arasında bir denge kurulmaya çalışılmıştır. Literatürdeki araştırmalardan farklı olarak, İzmir ilinde faaliyet gösteren bir firma ile bölünmez siparişler arasından kısıtlı bir kapasite altında nasıl bir seçim yapılabileceği belirlerken sezgisel optimizasyonun hızlı ve makul çözümler üretme kabiliyetinden faydalanılmıştır. Bu sayede müşteri memnuniyetinin de dahil edildiği bir gerçek hayat probleminin kısıtlı optimizasyon ile çözümü gerçekleştirilebilmiştir.

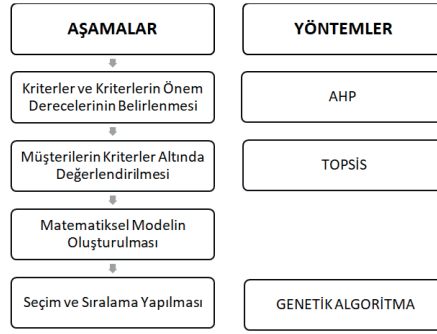
### 3. YÖNTEM

Çalışmada önerilen karar modeli İzmir ilinde faaliyet gösteren bir firma üzerinde gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın ilk aşamasında, firmanın verdiği bilgiler doğrultusunda müşterilerin bir profili çıkartılarak ağırlıkları belirlenmiştir. Kriter ağırlıklarının hesaplanmasında esnekliği ve karar problemlerinin çözümündeki yeterliliğiyle bilinen ve literatürde yoğun olarak kullanılan AHP yöntemi tercih edilmiştir (Arıbaş ve Özcan, 2016). İkinci aşamada, müşteriler firma tarafından belirlenen kriterler açısından puanlanmış ve daha önce AHP yönteminde belirlenen kriter ağırlıkları kullanılarak TOPSIS yöntemi ile sıralanmıştır. AHP yöntemi ikili karşılaştırmalar yaptığından kriter ve alternatif sayısı fazla olduğunda çok sayıda karşılaştırma ile uğraşılacaktır. Bu sebeple sadece kriter ağırlıklarının belirlenmesinde tercih edilip alternatiflerin tespiti işlemi ise TOPSIS'e bırakılır. Literatürdeki popülaritesi ve önerilen çalışmada nicel verinin bulunması TOPSIS yönteminin uygulanmasını daha uygun kılmıştır (Elgün ve Aşıkoğlu, 2016). Üçüncü aşamada, sezgisel bir yöntem olan GA için kullanılacak parametreler ve matematiksel model oluşturulmuştur. Son aşamada ise kurulan matematiksel model yardımıyla elde edilen amaç fonksiyonu, GA ile maksimize edilerek firmanın kapasite kısıtı altında kabul etmesi önerilen en uygun siparişler belirlenmiştir. En uygun siparişlerin belirlenmesi işlevi NP-Hard problem sınıfında olup belirli kısıtlara sahip bir problemin çözülmesi çok daha zordur. Küçük problemler için kesin çözümler matematiksel programlama teknikleri ile bulunabilir. Bu alanda Simplex yöntemi en çok kullanılan matematiksel programlama tekniklerinden biri olmasına rağmen en uygun çözüm elde edilinceye kadar bir prosedürün sistematik bir şekilde tekrarlanmasından oluşan bir süreç içerdiği için



problem boyutu arttıkça pratikliği azalmaktadır (Binay, Aygüneş, Çetin, Oral, Güneri ve Dalgıç 2001). Sipariş sayısındaki artış problemin matematiksel programlama teknikleri ile çözümünü zorlaştıracak olup, modelin daha genel bir sonuç üretebilmesi için bu çalışmada sezgisel yöntem kullanımı daha uygun görülmüştür (Demir ve ark., 2021). Sezgisel yöntem olarak ise, NP-Hard problemleri için çözüm bulma yeteneğine sahip ve literatürde popüler olan GA tercih edilmiştir (Panchal ve Panchal, 2015). Oluşturulacak karar modelinin gerçek zamanlı siparişleri kullanacak olması sebebiyle de planlama problemlerindeki performansı açısından GA ön plana çıkmaktadır (Azamathulla ve ark., 2008; Wardlaw ve Bhaktikul, 2004).

Çalışmanın aşamaları ve kullanılan yöntemler Şekil 1’de gösterilmektedir.



Şekil 1. Çalışma Aşamaları ve Kullanılan Yöntemler

Çalışmada kullanılan AHP ve TOPSIS yöntemleri için Microsoft EXCEL programı, GA Yöntemi için Matlab R2017b programı kullanılmıştır.

### 3.1. ANALİTİK HİYERARŞİ SÜRECİ

AHP yöntemi T. Saaty tarafından geliştirilmiş olup, çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olarak literatürde sıklıkla tercih edilmektedir (Wind ve Saaty, 1980). Bu yöntemin seçim yapmak amacıyla kullanılmasında en büyük neden, nitel ve nicel tüm kriterlerin değerlendirilmesini sağlayan bir yöntem olmasıdır. Yöntemde, çalışmanın amacı ve çalışmanın amacı doğrultusunda kullanılmak üzere en uygun kriterler belirlenir. Seçilen en uygun kriterlerin açık ve anlaşılabilir olması çok büyük önem taşımaktadır. Karar hiyerarşisinin en üstünde amaçlar, hiyerarşinin en alt kademesinde ise alternatifler yer almaktadır (Saaty, 2008a).

Yöntemin birinci aşamasında kriterlerin kendi aralarında karşılaştırılması yapıp, daha sonra ise alternatifler kriterlerle karşılaştırılır. Karşılaştırma yapılırken genellikle Tablo 1’de gösterilen ölçek kullanılmaktadır. Karşılaştırma yapılırken bir kriter diğer kriterden daha önemli ise önem derecesine 1’den 9’a kadar bir değer verilmektedir (Saaty, 2008b).

Tablo 1

İkili karşılaştırma ölçeği

Sayısal Değer	Tanım	Açıklama
1	Eşit önemli	İki kriter amaca eşit katkıda bulunuyor
3	Biraz daha önemli	Bir kriter diğerine göre amaca biraz daha katkıda bulunuyor
5	Fazla önemli	Bir kriter diğerine göre amaca fazla katkıda bulunuyor
7	Çok fazla önemli	Bir kriter diğerine göre amaca çok fazla katkıda bulunuyor
9	Aşırı derecede önemli	Bir kriter diğerine göre amaca aşırı derecede katkıda bulunuyor
2-4-6-8	Ara değerler	1-3, 3-5, 5-7, 7-9 arası

İkinci aşamada önem dereceleri Tablo 1’e göre belirlenen kriterlerin ikili karşılaştırmaları yapılır. İkili karşılaştırma matrisi elde edildikten sonra normalleştirme yapılarak sütunlar toplanır. Her sütundaki değer, olduğu sütunun toplamına bölünür. Son olarak her bir satırdaki değerlerin ortalaması alınarak kriter ağırlıkları bulunur.

Karşılaştırma matrisinin tutarlı olduğuna karar vermek için ikili karşılaştırma matrisinin tutarlılık oranının (CR) hesaplanması da gerekmektedir. Kriter ağırlık değerlerinin kabulü, bu tutarlılık oranının 0.10 değerinin altında olduğu durumda uygundur. CR değerini elde etmek için matrisin en büyük özdeğerini ( $\lambda_{max}$ ) hesaplamak gerekmektedir olup Denklem (1) 'de verilmiştir (Supçiller ve Çapraz, 2011).

$$\lambda_{max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{d_i}{w_i} \quad (1)$$

CR değerinin bulunması için alternatif sayısına göre uygun değeri değişen Rastgele Değer İndeksi (RI)'nin seçilmesi gerekmektedir.

Tablo 2

Rastgele Değer İndeksi Verileri (Saaty ve Özdemir, 2003)

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0.52	0.89	1.11	1.25	1.35	1.40	1.45	1.49

RI değerleri Tablo 2'de gösterilmiş olup bu değere göre CR, Denklem (2)'ye göre hesaplanmaktadır.

$$CR = \frac{\lambda - n}{(n-1) \cdot RI} \quad (2)$$

### 3.2. TOPSIS

TOPSIS yöntemi karar noktalarının ideal çözüme yakınlığı ana prensibine dayanmakta olup Hwang ve Yoon tarafından 1980 yılında geliştirilmiştir. TOPSIS yöntemi 6 adımdan oluşan bir çözüm sürecini içerir. Yöntemin uygulama adımları şu şekildedir (Günay ve Ünal, 2016) ;

#### 1. Karar matrisinin oluşturulması:

$$A = \begin{pmatrix} y_{11} & \cdots & y_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ y_{m1} & \cdots & y_{mn} \end{pmatrix} \quad (3)$$

#### 2. Karar matrisindeki kriterlerin değerlerinin kareleri toplamının karekökü alınarak matrise normalizasyon işlemi yapılır.

$$Z_{ij} = \frac{y_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n y_{ij}^2}}, R = \begin{pmatrix} z_{11} & \cdots & z_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ z_{m1} & \cdots & z_{mn} \end{pmatrix} \quad (i = 1, \dots, n ; j = 1, \dots, k) \quad (4)$$

3. Normalizasyon işlemine tabi tutulmuş karar matrisinin elemanlarının kriterlere verilen öncelikler doğrultusunda görelî ağırlık değerleri elde edilir. Belirlenen ağırlıklar ( $w_i$ ) ile standart karar matrisinin çarpılmasıyla elde edilen matris, ağırlıklı standart karar (V) matrisi olmaktadır.

$$V = \begin{pmatrix} w_{11} & \cdots & w_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ w_{m1} & \cdots & w_{mn} \end{pmatrix} \quad (5)$$

Her bir sütunun en yüksek ve en düşük değerleri  $A^+$  ve  $A^-$  ideal noktaları tanımlanır.

$A^+ = \{X_1^+, X_2^+, \dots, X_k^+\}$  : maksimum değerler,

$A^- = \{X_1^-, X_2^-, \dots, X_k^-\}$  : minimum değerler.

#### 4. Maksimum ideal noktaya uzaklık hesaplanır.

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^k (x_{ij} - x_j^+)^2} \quad (6)$$

5. Minimum ideal noktaya uzaklık hesaplanır.

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^k (x_{ij} - x_j^+)^2} \quad (7)$$

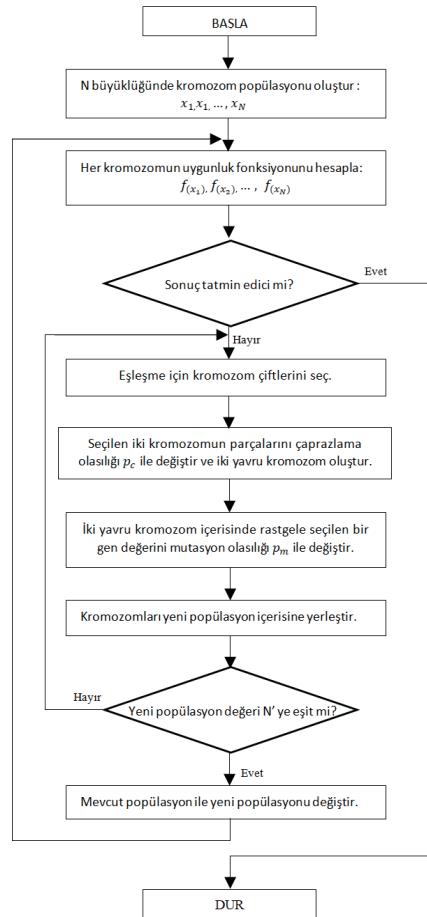
6. Her bir alternatifin göreceli puanı yakınlık katsayılarının hesaplanması ile bulunur.

$$C_i^+ = \frac{S_i^-}{S_i^+ + S_i^-} \quad 1 \geq C_i \geq 0 \quad (8)$$

Elde edilen ( $C_i^+$ ) değerlerine göre alternatifler sıralanır. Değerler 0 ile 1 arasında hesaplanmış olur. En yüksek değere sahip alternatif en iyi olarak kabul edilir.

### 3.3. GENETİK ALGORİTMA

GA, ilk olarak 1970'li yıllarda John Holland ve arkadaşlarının yaptığı çalışmalarda ortaya çıkmıştır (Holland, 1975). GA, evrimsel süreçlerden esinlenerek rastgele bir şekilde seçilen ebeveynler ve bireylerden yeni nesiller meydana gelmesi esasına dayanmaktadır. Bu yöntemde önceden belirlenmiş olan bir koşula göre yeni nesillerin devam edip en kötülerin elenmesiyle sürekli yeni bir nesil oluşturulma süreci tekrar edilmektedir (Dikmen ve ark., 2014). Şekil 2'de GA'nın temel çalışma prensibi gösterilmektedir.



Şekil 2. Genetik Algoritma Temel Çalışma Prensibi (Negnevitsky, 2006).

GA paralel olarak çalışan ve olasılık üzerine kurulu bir yöntem olup, tek bir çözüm üzerinde arama yapmak yerine problem uzayının birçok noktasında en uygun veya en uygun çözüme yaklaşık olan değerler üzerinde arama yapar (Dikmen ve ark., 2014).

### 3.3.1. Genetik Algoritma Etmenleri

GA'ya ait olan ve evrimsel süreçte önemli rol oynayan bazı etkenler bulunmaktadır. Bu etkenler arasında şunlar bulunmaktadır:

**Kromozom:** GA yönteminde problemin çözümü için oluşturulan ve bitlerle temsil edilen parçalardır.

**Topluluk:** Kromozomların oluşturduğu kümelere verilen isimdir. GA için problemin olası çözümlerinden oluşmaktadır.

**Çaprazlama:** Çaprazlama, bir kromozomun veya kromozomların programlanmasını bir nesilden diğerine değiştirmek için kullanılan genetik bir operatördür ve olası çözümlerin farklı bölümlerini birleştirerek daha iyi çözümlere ulaşmak amacıyla gerçekleştirilen bir işlemdir. GA için tek noktalı çaprazlama, çift noktalı çaprazlama ve düzgün çaprazlama gibi farklı tür çaprazlama yöntemleri bulunmaktadır.

**Mutasyon:** Çaprazlama işlemi mevcut gen potansiyelini araştırmayı sağlarken mutasyon işlemi GA için çeşitliliği sağlamayı amaçlamaktadır. Mutasyon işlemi oluşturulan yeni nesillerde genellikle 1 ve 0 sıfır değerlerini değiştirerek yeni nesillerin yerel minimum veya yerel maksimum noktalarına takılmasını önlemektedir.

## 4. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Bu çalışmada önerilen karar modeli İzmir ilinde elektrik malzemeleri sektöründe faaliyet gösteren bir firma ile gerçekleştirilmiş olup, önerilen model maksimum faydayı esas alarak kısıtlı bir sürede siparişler arasından seçim yapabilme özelliğine sahiptir. Siparişlerin üretim süreleri ve teslim tarihlerinin de belirlendiği modeli oluşturmak için öncelikle müşterilerin profilleri çıkarılarak ağırlıklar bulunmuş olup sonraki aşamalarda müşteriler firma tarafından belirlenen kriterler açısından puanlanmış ve sıralanmıştır. Son olarak ise GA yöntemi ile en uygun siparişler belirlenmiştir.

### 4.1. MÜŞTERİLERİN DEĞERLENDİRME KRİTERLERİNİN BELİRLENMESİ

Üretilecek siparişlerin seçiminde müşterilerin siparişinin ve müşterilerin kendisinin firma için ne kadar önemli olduğunu belirlemek karara etki edecek oldukça hassas bir konudur. Siparişlerin değerleri ise getirdikleri kâr oranlarıyla doğru orantılıdır. Ancak bir müşterinin değeri birden çok faktör altında belirlenmektedir. Bu faktörler müşteriye tam olarak temsil etmeli ve değerlendirme açısından anlaşılabilir olmalıdır. Çalışmada firma ile yapılan değerlendirme sonucunda ilgili kriterler; Müşterinin Saygınlığı (MS), Yıllık Kâr Getirisi (YKG), Çalışılan Süre (CS) ve Ödeme Vadesi (OV) olarak belirlenmiştir. Konuyla ilgili literatürdeki araştırmalar (Aktürk ve Gülseçen, 2017; Aktürk ve Gülseçen, 2018; Gharehgozli ve ark., 2008; Wei, 2010). sipariş kabulünü-reddini veya sıralamasını etkileyen önemli kriterleri müşteri, firma ve siparişe ilişkilendirerek belirlemişlerdir. Bu çalışmada belirlenen kriterler literatürle de örtüşmektedir. Firma müşterinin saygınlığını müşterinin talep oranına, müşterinin firma büyüklüğüne ve endüstrideki nüfuzuna dayalı olarak belirlemektedir (Kalantari, Rabbani ve Ebadian, 2011). Yıllık Kâr Getirisi (YKG) bir sipariş işletme açısından yeterli kâr getirisine sahipse kabul edilmekte olup oldukça önemlidir. Eğer bir sipariş yüksek kâr getirisine sahipse öncelik verilmelidir (Gharehgozli ve ark., 2008; Aktürk ve Gülseçen, 2017). Çalışılan süre kriterinde müşteri ile çalışılan yıl sayısı ifade edilmektedir (Gharehgozli ve ark., 2008; Aktürk ve Gülseçen, 2017; Aktürk ve Gülseçen, 2018; Wei, 2010). Ödeme vadesi ise işletme için siparişleri sıralamasında da önemli bir kriter olarak görülmektedir (Aktürk ve Gülseçen, 2018).

### 4.2. KRİTERLERİN ÖNEM DERECELERİNİN BELİRLENMESİ

Kriterlerin önem seviyelerini belirlemede T. Saaty tarafından geliştirilen ve çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan AHP yönteminden yararlanılmıştır (Wind ve Saaty, 1980). Firma ile yapılan görüşmelerle belirlenen kriterler, Firma'nın Genel Müdürü tarafından ikili karşılaştırma ölçeğine göre derecelendirilmiştir. İkili karşılaştırma matrisi ve kriterlerin önem dereceleri Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3  
Kriterler ve Önem Dereceleri

KRİTERLER	MS	YKG	CS	OV	Önem Derecesi
MS	1	1/4	1/2	3	0.1431
YKG	4	1	2	9	0.5308
CS	2	1/2	1	5	0.2724
OV	1/3	1/9	1/5	1	0.0537
<b>Tutarlılık Oranı</b>		0.0629		<b>Toplam</b>	1.00

AHP Yönteminin uygulanmasından sonra tutarlılık değerini belirten CR=0.0629 olarak bulunmuş ve 0.10 değerinden küçük olduğu için kriterlerin önem derecelerinin tutarlı olduğu tespit edilmiştir.

### 4.3. MÜŞTERİLERİN KRİTERLER ALTINDA DEĞERLENDİRİLMESİ

Kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesinden sonra göz önünde bulundurulması gereken kriterler için Genel Müdür tarafından her bir müşterinin bilgisi doldurulmuştur. YKG ve CS kriterleri doğrudan müşteri ile çalışılan toplam yıl ve müşteriye ait yıllık kâr getirisi bilgileri ile doldurulmuştur. MS ve OV kriterleri Genel Müdür tarafından 1 ile 10 arasında puanlanmıştır. Örneğin müşteriler birlikte çalışılan toplam yıl sayısı, ödeme şekli ve kurumsal olup olmaması gibi faktörler Genel Müdür tarafından göz önünde bulundurulurken Genel Müdür'ün kanaatlerine göre iyi, orta ve kötü olarak düzenlenip, iyi olanlara 7-10, orta olanlara 4-7, kötü olanlara 1-4 arasında puanlar verilmiştir. Sıralamalarının yapılması aşamasında Hwang ve Yoon tarafından geliştirilen TOPSIS yönteminden faydalanılmıştır (Wei, 2010). Çalışmada TOPSIS yönteminde kullanılacak olan ağırlıklar AHP yöntemi ile elde edilerek kullanılmıştır. TOPSIS yöntemini uygulamak için 1 aylık süre içerisinde sipariş veren 10 müşteri kullanılmıştır. Kullanılan müşteri bilgileri ve puanlamalardan MS kriteri Tablo 4'te verilmiş olup, diğer kriterler Firmanın gizli kalmasını istediği bilgileri içerdikleri için sadece normalize edilmiş değerleri verilmiştir. Müşteri bilgileri ve puanlamaların geometrik ortalama yöntemiyle normalize edilmiş hali Tablo 5'te verilirken ağırlıklandırılmış normalize veriler ise Tablo 6'da görülmektedir.

Tablo 4  
TOPSIS Yönteminde müşteri bilgileri ve puanlamalardan MS kriteri değerleri

Kriterler / Müşteriler	$M_1$	$M_2$	$M_3$	$M_4$	$M_5$	$M_6$	$M_7$	$M_8$	$M_9$	$M_{10}$
MS	10	6	4	5	5	7	9	3	8	8

Tablo 4'te de görüldüğü gibi MS kriteri değerlerini geometrik ortalama yöntemiyle normalize etmek için her bir MS değeri, tüm MS değerlerinin kareleri toplamının kareköküne bölünür.  $M_1$  örneği incelendiğinde; normalize değer

$$\frac{10}{\sqrt{10^2+6^2+4^2+5^2+5^2+7^2+9^2+3^2+8^2+8^2}} = 0.4618$$
 olarak elde edilmektedir. Bu işlem tüm müşteri değeri için ve kriter bazında uygulanarak Tablo 5 elde edilir.

Tablo 5  
TOPSIS Yönteminde Elde Edilen Normalize Edilmiş Matris

Müşteriler / Kriterler	MS	YKG	CS	OV
$M_1$	0.4618	0.3906	0.3747	0.4252
$M_2$	0.2771	0.2343	0.2676	0.3402
$M_3$	0.1847	0.0013	0.2676	0.1701
$M_4$	0.2309	0.0625	0.2676	0.2126
$M_5$	0.2309	0.0781	0.2676	0.2126
$M_6$	0.3232	0.2109	0.3747	0.4252
$M_7$	0.4156	0.3437	0.3747	0.4252
$M_8$	0.1385	0.0656	0.1071	0.2126
$M_9$	0.3694	0.4531	0.3747	0.2977
$M_{10}$	0.3694	0.6406	0.3747	0.2977

Tablo 6  
TOPSIS Yönteminde Elde Edilen Ağırlıklandırılmış Matris

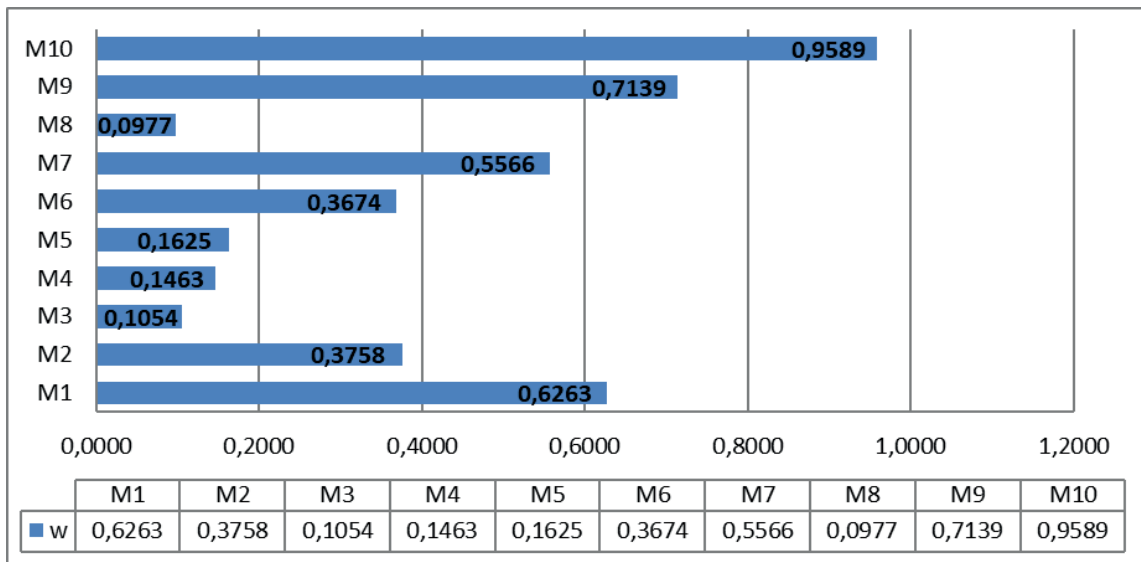
AĞIRLIKLAR	0.1431	0.5308	0.2724	0.0537
Müşteriler / Kriterler	MS	YKG	CS	OV
$M_1$	0.0676	0.2125	0.0953	0.0235
$M_2$	0.0406	0.1275	0.0681	0.0188
$M_3$	0.0270	0.0007	0.0681	0.0094
$M_4$	0.0338	0.0340	0.0681	0.0117
$M_5$	0.0338	0.0425	0.0681	0.0117
$M_6$	0.0473	0.1147	0.0953	0.0235
$M_7$	0.0609	0.1870	0.0953	0.0235
$M_8$	0.0203	0.0357	0.0272	0.0117
$M_9$	0.0541	0.2465	0.0953	0.0164
$M_{10}$	0.0541	0.3485	0.0953	0.0164

Yöntemde elde edilen ideal uzaklık değerleri sırasıyla,  $A^+$  ve  $A^-$  aşağıda gösterilmiştir.

$$A^+ = \{0.1360; 0.2243; 0.3515; 0.3177; 0.3093; 0.2346; 0.1616; 0.3238; 0.1031; 0.0152\}$$

$$A^- = \{0.2279; 0.1351; 0.0414; 0.0545; 0.0600; 0.1363; 0.2029; 0.03507; 0.2574; 0.3561\}$$

TOPSIS yöntemi sonucunda müşteriler sıralanmış ve 0-1 aralığında değerleri elde edilmiştir. Bu değerler üzerinde normalizasyon işlemi yapıp siparişlerin sıralanmasında kullanılmıştır. Müşterilerin sıralamaları Şekil 6'da görülürken normalize edilmiş ağırlıklar ise Tablo 7'de verilmiştir.



Şekil 6. Alternatif Müşterilerin Sıralama Değerleri

Tablo 7

*Müşterilerin Normalize Edilmiş Ağırlıkları*

Alternatifler	Ağırlık	Sıralama
$M_{10}$	0.2333	1
$M_9$	0.1737	2
$M_1$	0.1523	3
$M_7$	0.1354	4
$M_2$	0.0914	5
$M_6$	0.0894	6
$M_5$	0.0395	7
$M_4$	0.0356	8
$M_3$	0.0256	9
$M_8$	0.0238	10
TOPLAM	1.00	

Tablo 7’de de görüldüğü gibi en iyi alternatif olarak 10 numaralı müşterinin belirlendiği görülmektedir. Tablo 7’de elde edilen normalize edilmiş ağırlıklar siparişlerin belirlenmesi için oluşturulacak matematiksel model içinde kullanılmıştır.

#### 4.5. MATEMATİKSEL MODELİN OLUŞTURULMASI

Müşterilerin önem dereceleri ve ağırlıkları AHP ve TOPSIS yöntemleri ile belirlendikten sonra sipariş seçim ve sıralama işlemi için ise diğer parametrelerin belirlenip matematiksel modelin kurulması gerekmektedir. Oluşturulacak modelde firmanın 1 aylık süre içindeki siparişleri ve siparişleri veren müşterileri göz önünde bulundurulmuştur. Fabrikada ürünlerle ilgili 3 otomasyon makinesi olmakla beraber her ürünün üretim sürelerinin aynı (60sn) olduğu belirlenmiştir. Matematiksel modelde sıralama için gerekli diğer parametreler, Aktürk ve Gülseçen’in çalışmalarında belirlediği parametrelere benzer olarak seçilmiştir (Aktürk ve Gülseçen (2017)). Matematiksel modelde kullanılacak diğer parametreler ise şu şekildedir:

**Toplam üretim kapasitesi (TUK):** Üretim kapasitesi fabrikanın aylık maksimum kaç gün çalışabildiği (GS), makine sayısı (MS) ve her bir makinenin günlük çalışma süresi (CS) kullanılarak Denklem (9)’daki gibi belirlenmiştir. Toplam üretim kapasitesi daha sonra GA için bir kısıt olarak kullanılacaktır.

$$TUK = MS * CS * GS \quad (9)$$

**Toplam sipariş süresi (TS<sub>i</sub>):** Toplam sipariş süresi her bir siparişin birim miktarlarının üretildiği sürelerin toplamı olup, her bir sipariş için ayrı ayrı işlem yapılarak hesaplanmaktadır. Siparişlerin tamamı firmanın ürettiği 3 ürün çeşidi için verilmiştir.  $U_j$ , j ürününün, Müşteri ( $M_i$ )’e ait sipariş içindeki j ürünü miktarını ve  $US_j$  ise j ürününün birim miktarının üretim süresini (sn) ifade etmektedir. Toplam sipariş süresi Denklem (10) ile hesaplanmaktadır.

$$TS_i = \sum_{j=1}^m (U_j) * (US_j) \quad (10)$$

**Toplam kâr oranı (TKO<sub>i</sub>):** Toplam kâr oranı, her bir siparişi oluşturan ürün miktarlarının ( $U_j$ ), o ürüne ait birim kâr oranıyla ( $KO_j$ ) çarpılıp, siparişin dk cinsinden toplam üretim süresine ( $TS_i$ ) bölünmesiyle elde edilmekte olup Denklem (11)’de görülmektedir. Bir sipariştan elde edilecek kâr’ın, ne kadar önemli olduğu, sadece miktarıyla değil fabrika’nın kaynaklarını ne kadar kullandığıyla da ilişkili olduğu düşünülmektedir. Çalışmada kullanılan ürünlerin üretim süreleri aynı olup kâr oranları farklı olduğu için siparişlerden edilecek kârların ağırlıklarını daha isabetli tespit etmek amacıyla, toplam siparişlerden birim zamanda elde edilen kâr oranı baz alınmıştır. Farklı durumlar için farklı şekilde kâr oranı hesapları kullanılabilir.

$$TKO_i = \sum_{j=1}^n \frac{(U_j * KO_j)}{TS_i} \quad (11)$$

**Müşteri ağırlığı ( $M_j$ ):** Müşteri ağırlığı, daha önce TOPSIS yönteminden elde edilmiş olan ağırlıklardır.

**Sipariş kriter ağırlığı (SW) ve Müşteri kriter ağırlığı (MW):** Sipariş kriter ağırlığı ve müşteri kriter ağırlığı amaç fonksiyonu hesaplanırken sipariştten elde edilecek kâr ve müşterilerin hesaplanan ağırlıklarının amaç fonksiyonuna ne kadar etkileri olacağını temsil etmektedir. Firma ağırlıklar toplamını 1 olacak şekilde  $SW=0.3$  ve  $MW=0.7$  olarak belirlemiştir. Dolayısıyla siparişin değil siparişi veren müşterinin önemi daha çok ön planda tutulmuştur.

**Amaç fonksiyonu ( $f_i$ ):** Amaç fonksiyonu belirlenen parametrelerin ağırlıklı toplamı olmaktadır. Her bir siparişin hesaplanmasında kullanılacak olan amaç fonksiyonu Denklem (12)'deki gibi hesaplanmaktadır.

$$f_i = (SW * TKO_i) + (MW * M_i) \quad (12)$$

Siparişlerin hangi sırayla üretilmesi gerektiği problemi, herhangi bir süre veya kapasite kısıtı olmadığı durumlarda amaç fonksiyonu olan  $f_i$  yardımıyla doğrusal olarak hesaplanıp en yüksek değere sahip sipariştten en küçük değere sahip siparişe doğru sıralama yapılarak çözülebilmektedir. Teslim tarihi problemi ise üretim sürelerine göre hesaplanıp en yüksek değere sahip sipariş sıralaması yapılarak üretim sürelerine göre belirlenebilmektedir. Ortaya çıkan sonuçlara göre teslim tarihlerinin belirlenmesi mümkün olmaktadır. Tablo 8'de bu çalışmadaki problemin kısıtlı kapasite altında olunmayan koşullardaki çözüm sonucu gösterilmektedir.

Tablo 8  
Sipariş Sıralamaları

Siparişler	Önem Sırası ( $f_i$ )	$TS_i$ (dk)	Süre (Gün)
S10	0.0155	9000	6
S9	0.0114	8500	11
S7	0.0102	6000	15
S1	0.0090	8000	20
S6	0.0062	5000	23
S2	0.0046	3000	25
S8	0.0017	1500	26
S5	0.0017	1500	27
S4	0.0015	1500	28
S3	0.0011	500	29
<b>TOPLAM</b>		44500	29

Tablo 8'de siparişlerin önemine göre sıralaması, üretim süresi  $TS_i$  (dk) ve yaklaşık kaç gün sonra teslim edilebileceği gösterilmektedir. Ancak bu hesaplama kısıtlı bir kapasite sınırı altında olunmayan koşula göre hesaplanıp gösterilmiştir. İlgili fabrika ayda 24 gün üretim yapabildiğinden aylık üretim süresi aşılmaktadır. Bu durum göz önüne alındığında bu çalışmada, ilgili problemin kısıtlı koşullar altındaki duruma göre çözümünün gerçekleştirilmesi gerekmekte olup kısıtlı optimizasyonu gerçekleştirmek için GA kullanılmıştır.

#### 4.6. PROBLEMİN TANIMLANMASI

Problemin belirli bir kapasite veya süre sınırı altında çözümünü GA ile gerçekleştirilmiştir. Problem yapısı itibarıyla literatürdeki NP-Hard türünden olan sırt çantası (0-1 knapsack) problemine benzerlik göstermekte olup çözüm için ilgili problem dikkate alınmıştır. Sırt çantası probleminde n adet madde ve bu maddelere ait ağırlık ve değerler vardır. Mevcut maddelerden her birinin çantaya konulması veya konulmaması olarak yalnızca iki seçenek bulunur. Çantanın belirli bir kapasite sınırı koşulu altında belirtilen ikili durum için maddenin alınması 1, alınmaması ise 0 olarak tanımlanır. Problemdeki amaç, kapasite kısıtı sağlanırken aynı zamanda faydayı maksimize edecek şekilde maddelerin seçilmesidir. Tablo 9'da ilgili probleme ilişkin bir örnek yer alırken, Denklem (13)'te ise bu örnek problemin amaç fonksiyonu bulunmaktadır.

Tablo 9  
0-1 Sırt Çantası Problemi Örneği

Nesneler (n)	Ağırlık ( $W_i$ )	Değer ( $V_i$ )
$n_1$	10kg	40 TL
$n_2$	20kg	10 TL
$n_3$	5kg	50 TL
$n_4$	30kg	13 TL
$n_5$	15kg	20 TL
Maksimum Kapasite (W)	60kg	



$$\text{Amaç Fonksiyonu} = \max \sum_{i=1}^n v_i * x_i \quad (13)$$

$$\text{Kapasite Kısıtı} = \sum_i w_i * x_i \leq W, \quad x_i \in \{0,1\} \quad (14)$$

Tablo 9’da verilen değerlere sahip örnek problemin amaç fonksiyonu Denklem (13)’te görülmekte olup, bu çalışmada için sipariş seçim problemi de sırt çantası problemine benzerlik göstermektedir. Bu çalışmada, fabrikanın aldığı siparişler arasında hem en yüksek toplam faydayı sağlayacak hem de kapasiteyi aşmayacak şekilde en uygun seçim yapılması amaçlanmaktadır. Buna göre bir sipariş için seçilme veya seçilmeme durumu söz konusudur. Seçilen siparişler kapasite sınırını aşmamalı aynı zamanda da toplam değeri maksimize edecek siparişler olmalıdır. Fabrikanın tüm kapasitesi olabildiğince kullanılmalı fakat aynı zamanda da en yüksek fayda sağlanmalıdır. İlgili en optimum parametreleri belirtilen kısıtlar dahilinde hesaplamak için GA kullanılmıştır. Denklem (12) temel alınarak oluşturulan amaç fonksiyonunun sipariş seçimi de dâhil edilmiş hali Denklem (15)’te yer alırken, ilgili kısıtlar ise Denklem (16)’da bulunmaktadır.

$$f_i = \max \sum_{i=1}^n (SW * TKO_i + MW * M_i) * x_i \quad (15)$$

**Kısıt:**

$$\sum_i TS_i * x_i \leq TUK, \quad x_i \in \{0,1\} \quad (16)$$

Denklem (15)’te  $x_i$  sipariş seçimini ifade etmekte olup eğer  $i$  nolu sipariş seçilmişse 1 değerini; seçilmemişse ise 0 değerini almaktadır. Bu çalışma için belirtilen probleme ait parametre değerleri Tablo 10’da görülmektedir.

Tablo 10  
Problemin Parametre Değerleri

Siparişler	Süre (dk)	Değer ( $f_i$ )
S1	8000	0.0090
S2	3000	0.0046
S3	500	0.0011
S4	1500	0.0015
S5	1500	0.0017
S6	5000	0.0062
S7	6000	0.0102
S8	1500	0.0017
S9	8500	0.0114
S10	9000	0.0155
<b>Toplam</b>	44500	0.0627
<b>Kapasite</b>	38800	

Tablo 10’da her bir siparişe ait üretim süreleri ve her bir siparişin üretilmesinin firmaya hem kârlılık hem de müşteri memnuniyeti açısından getireceği toplam fayda değerleri gösterilmektedir. İlgili değerler amaç fonksiyonu ile hesaplanan ve GA için kullanılacak olan değerlerdir. Siparişler için gereken toplam süre 44500 dk ve fabrikanın üretim kapasitesi 38800 dk’dır. Verilen tüm siparişlerin bu süre içerisinde yetiştirilmesi mümkün olmamakla birlikte tüm siparişlerin kabulünde ise firma teslim tarihini aşarak müşteri kaybına uğramaktadır. Bu sebeple optimizasyon ilgili problem için önemlidir.

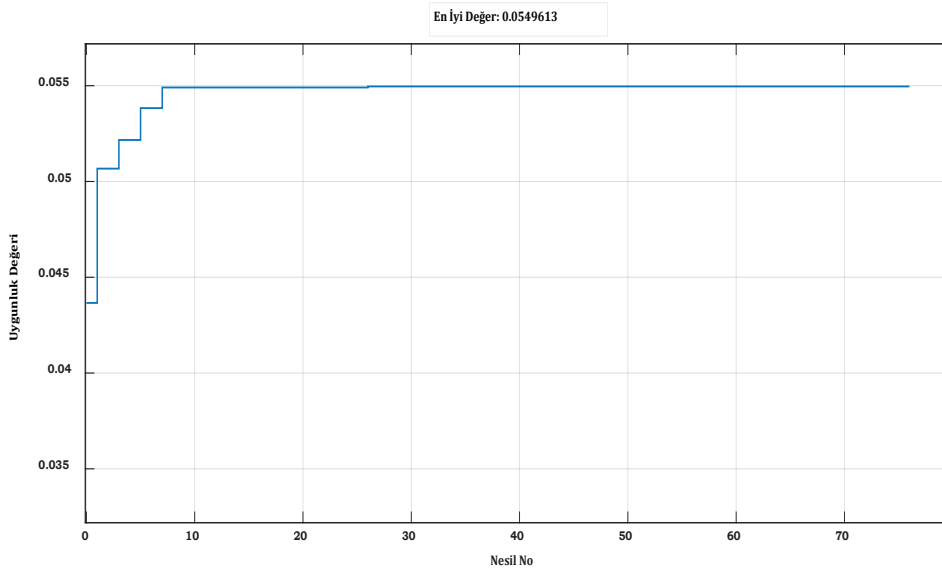
#### 4.7. PROBLEMİN GENETİK ALGORİTMA İLE ÇÖZÜMÜ

Bu çalışmada belirtilen probleminin çözümü için GA kullanılmış olup geliştirme ortamı olarak Matlab R2017b programından yararlanılmıştır. Denklem (15) ile belirtilen amaç fonksiyonunu optimize etmek için kullanılan GA parametreleri Tablo 11’de görülmektedir. Parametreler belirlenirken (Hassanat ve ark., 2019) ve (Panchal ve Panchal, 2015). çalışmaları ile birlikte önerilen matematiksel problemin yapısı da dikkate alınmıştır. Şekil 7’de görülen uygunluk değerleri belirli bir nesilden sonra iyileşmenin gerçekleşmediğini göstermekte olup parametrelerin yeterli olduğu kabul edilmiştir.

Tablo 11  
Genetik Algoritma Parametreleri

Parametreler	Değerler
Popülasyon boyutu	10
Nesil sayısı	100
Popülasyon tipi	Bit
Çaprazlama fonksiyonu	Dağınk
Seçim fonksiyonu	Rulet
Mutasyon oranı	0.1
Çaprazlama oranı	0.8

Problemin çözümü için uygun olan parametre ayarları belirlendikten sonra optimizasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Şekil 7’de GA için nesiller ve uygunluk değerleri gösterilmiştir.



Şekil 7. Genetik Algoritma için Nesiller ve Uygunluk Değerleri

Şekil 7’de de görüldüğü gibi GA düşük bir nesil sayısı ile maksimizasyonu gerçekleştirebilmiş olup en iyi değeri 0.0550 olarak elde etmiştir. Algoritmanın seçtiği siparişler, seçilen siparişlerin toplam faydası ve kullandığı kapasite Tablo 12’de gösterilmektedir.

Tablo 12  
Sipariş Seçimi

Siparişler	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
Değerler	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1
Kapasite						38500				
Fayda						0.0550				

Tablo 12’de gösterilen 0 değerleri seçilmesi önerilmeyen, toplam faydayı düşürecek ve kapasiteyi işgal edecek siparişleri göstermektedir. 1 değerleri ise öncelikli olarak üretilmesi önerilen siparişleri göstermektedir. Kapasite ise seçilen siparişlerin toplam kapasite kullanımını göstermektedir. Algoritma kapasitenin neredeyse tamamını kullanırken elde edilecek faydayı da maksimize etmektedir. Siparişlerin seçimi yapıldıktan sonra seçilen siparişlerin sıralaması Tablo 13’te görülmektedir.

Tablo 13  
Sipariş Sıralaması

Siparişler	Önem Sırası ( $f_i$ )	$TS_i$ (dk)	Süre (gün)
S10	0.0155	9000	6
S9	0.0114	8500	11
S7	0.0102	6000	15
S1	0.0090	8000	20
S6	0.0062	5000	23
S8	0.0017	1500	24
S3	0.0011	500	24
<b>TOPLAM</b>		38500	24

Tablo 13'te siparişlerin önem sırasına göre üretilmesine bağlı kalınarak, her bir siparişin yaklaşık olarak kaç gün sonra teslim edilebileceği görülmektedir. Örneğin, S10 siparişinin üretimi 6 gün sonra tamamlanırken, S3 siparişi ise 24 gün sonra tamamlanmaktadır. Fabrika ayda 24 gün üretim yapabilmektedir. Dolayısıyla seçilen tüm siparişler 1 ay içinde üretilmiş olacak şekilde seçilmektedir. Bu çalışmada 1 ay içinde talep edilen sipariş teklifleri ve siparişleri veren müşteriler göz önünde bulundurulmuştur. Daha uzun süreçler veya daha fazla talebin olduğu durumlarda seçenekler çoğalıp, problem daha karmaşık bir hal alacaktır. Böyle bir durumda, kurulan modelin sezgisel bir algoritmanın gücünden yararlanması sebebiyle gayet hızlı ve makul çözümleri sunacağı düşünülebilir. Ayrıca kısıtlı bir süre için gelen tekliflerin daha hızlı değerlendirilip teslim tarihi verilmesine fayda sağlayacağı da düşünülmektedir.

## 5. SONUÇ

Teslim tarihine ve siparişlerin hangi sırayla üretilmesine karar vermek işletmeler için önemli ve karmaşık süreçlerdir. Özellikle siparişe göre üretim yapılıyorsa siparişlerin bölünme ihtimali yoktur. Bir sipariş ya tamamen üretilmeli yada üretilmemelidir. Dolayısıyla, siparişler bir bütünü oluşturan farklı büyüklükte ve farklı değerlere sahip parçalar olarak ele alınmaktadır. Bu durumda sipariş sayısının fazlalığı getireceği Kâr miktarını temsil etmemektedir. Aksine fazla miktarda olması işletmenin kaynaklarını meşgul edeceğinden diğer sipariş üretim seçeneklerine engel olmaktadır. Bu çalışmada ele alınan problemde ürünlerin üretim süreleri eşit ancak kâr oranları farklıdır. Sipariş seçimine ayrıca müşterinin profili de etki etmektedir. Sürekli çalışılan, Kâr getirisini yüksek ve diğer belirlenen özelliklerde olan bir müşteriye ait siparişin üretimde öncelikli olması gerekmektedir. Bu sebeplerden dolayı çalışmada, tüm bu farklı kriterler arasında bir denge kurularak sipariş üzerine üretim yapan işletmelerin karar sürecine destek olacak bütünlük bir karar modeli önerilmiştir. İlgili model dört aşamadan oluşmakta olup; ilk aşamada kriterler ve kriterlerin ağırlıkları, firma ile yüz yüze görüşülerek AHP yöntemi ile belirlenmiştir. Daha sonra bu kriter ağırlıkları kullanılarak hangi müşterinin işletme için ne kadar önemli olduğu TOPSIS yöntemiyle sıralama yapılarak belirlenmiştir. Sonraki aşamada firmanın kapasitesi, ürünlerden elde edeceği kâr oranları gibi bilgiler ilgili firmadan alınarak matematiksel modelin kurulması gerçekleştirilmiştir. Son aşamada ise GA kullanılarak siparişlerin seçim işlemi ve sıralaması gerçekleştirilmiştir.

Elde edilen sonuçlar, kısıtlı bir kapasite altında toplam faydayı maksimize edecek siparişleri göstermektedir. Seçilmemesi önerilen siparişler ise işletmedeki karar vericiler için bir fikir oluşturmakta ve o siparişlerin seçilmesinin toplam faydayı azaltacağını göstermektedir.

Literatürde, özellikle son yıllarda yapılan çalışmalarda sipariş sıralaması ve teslim tarihi problemlerinin NP-Hard türünden zor problemler olduğu ve sezgisel optimizasyon algoritmaları ile çözümlenmesinin gerekliliği vurgulanmıştır (Triki, Piya ve Fu, 2020; Bektur, 2021; Demir ve ark., 2021). Bahsedilen çalışmalar genellikle verisetlerini kullanmışlardır. Fakat gerçek hayat problemlerinde bu denli iyi tasarlanmamış karmaşık durumlara karşılaşılabilmektedir. Bu sebeple problem çözümünde gerçek işletmelerden yararlanmak uygulama aşamasında gerçeği daha çok yansıtmaktadır. Bunun yanında, ilgili çalışmalarda müşterilerin memnuniyetleri dikkate alınmayıp çoğu çalışmada herhangi bir kısıtta çözüme dâhil edilmemiştir. Hem müşteri memnuniyetlerinin hem de karlılığın kısıtlı bir kapasite ve süre altında değerlendirilerek çözümünün sezgisel algoritma kullanılarak gerçekleştirilmesi açısından çalışma literatürdeki diğer çalışmalardan farklılık göstermektedir. Ayrıca araştırmacılara farklı bir bakış açısı sunmaktadır.

Siparişlerin teslim tarihi problemleriyle ilgili literatürde yer alan çalışmaların neredeyse tamamı sayısal analizler ve formülizasyon çalışmalarından oluşmaktadır. Aktürk ve Gülseçen ise sipariş sıralamasının gerçekleştirilmesi aşamasında sadece mevcut siparişlerin getireceği en yüksek kâr miktarının değil müşteri memnuniyetinin de dikkate alınarak uzun vadede kârlılığın artırılması gerektiği fikrini sunmuşlardır. Yapılan çalışma bu açıdan Aktürk ve Gülseçen'in çalışmasına benzerlik göstermektedir.

Bu çalışmada, kısıtlı bir kapasite ve bölünmez siparişlerin olduğu durumlarda işletmelerin nasıl makul ve hızlı bir şekilde karar verebileceklerine dair bir çözüm üretilmeye çalışılmıştır. Önerilen modelde, GA hızlı ve makul çözümler üretebilmiştir. Sonraki çalışmalarda yalnızca üretim süreleri değil, hammaddenin de kısıtlı olduğu daha karmaşık durumlar üzerinde çalışmalar yapılabilir.

**Hakem Değerlendirmesi:** Dış bağımsız.

**Yazar Katkıları:** Çalışma Konsepti/Tasarım-A.C., M.Ş.Ç.,İ.P., Ö.Ç.B.; Veri Toplama-A.C.; Veri Analizi/Yorumlama- A.C., M.Ş.Ç.,İ.P., Ö.Ç.B.; Yazı Taslağı- A.C., M.Ş.Ç.,İ.P., Ö.Ç.B.; İçeriğin Eleştirel İncelemesi- A.C., M.Ş.Ç.,İ.P., Ö.Ç.B.; Son Onay ve Sorumluluk- A.C., M.Ş.Ç.,İ.P., Ö.Ç.B.

**Çıkar Çatışması:** Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir.

**Finansal Destek:** Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir.

**Peer-review:** Externally peer-reviewed.

**Author Contributions:** Conception/Design of Study- A.C., M.Ş.Ç.,İ.P., Ö.Ç.B.; Data Acquisition-A.C.; Data Analysis/Interpretation- A.C., M.Ş.Ç.,İ.P., Ö.Ç.B.; Drafting Manuscript- A.C., M.Ş.Ç.,İ.P., Ö.Ç.B.; Critical Revision of Manuscript- A.C., M.Ş.Ç.,İ.P., Ö.Ç.B.; Final Approval and Accountability- A.C., M.Ş.Ç.,İ.P., Ö.Ç.B.

**Conflict of Interest:** The authors have no conflict of interest to declare.

**Grant Support:** The authors declared that this study has received no financial support.

## Kaynaklar/References

- Aktürk, C. (2019). Lojistik maliyetlere göre teslim tarihi belirleme ve bir karar modeli önerisi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 16, 1–7.
- Aktürk, C. ve Gülseçen, S. (2017). Teslim tarihi problemi ve inovatif bir karar modeli önerisi. *Girişimcilik İnovasyon ve Pazarlama Araştırmaları Dergisi*, 1(2), 119-103.
- Aktürk, C. ve Gülseçen, S. (2018). Sipariş teslim tarihi problemi için çok kriterli ve çok yöntemli karar destek sistemi önerisi. *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi İşletme İktisadi Enstitüsü Yönetim Dergisi*, 29(84) 65–78.
- Arıbaşı, M. ve Özcan, U. (2016). Akademik araştırma projelerinin AHP ve TOPSIS yöntemleri kullanılarak değerlendirilmesi, *Politeknik Dergisi*, 19(2),163–173.
- Azamathulla, H. M., Wu, F. C., Ghani, A. Ab., Narulkar, S. M., Zakaria, N. A., & Chang C. K. (2008). Comparison between genetic algorithm and linear programming approach for real time operation. *Journal of Hydro-environment Research*, 2(3), 172–181.
- Baker, K. R., & Bertrand, J. W. (1981a). A comparison of due date selection rules, *AIIE Transactions*, 13(2), 123-131.
- Baker, K. R., & Bertrand, J. W. (1981b). An investigation of due-date assignment rules with constrained tightness, *Journal of Operations Management*, 1(3), 109-120.
- Baker, K. R., & Trietsch, D. (2015). Trading off due-date tightness and job tardiness in a basic scheduling model, *Journal of Scheduling*, 18(3), 305-309.
- Bektur, G. (2021). Enerji etkin ve sıra bağımlı hazırlık süreli tek makine çizelgeleme problemi için tavlama benzetimi algoritması tabanlı hibrit sezgisel çözüm önerisi, *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 36(1), 407-420.
- Bertrand, J. W. (1983). The effect of workload dependent due dates on job shop performance, *Management Science*, 29(7), 799-816.
- Binay, S., Aygüneş, H., Çetin, A., Oral, H., Güneri, A. F. ve Dalgıç, N. (2001). *Yöneylem Araştırması*, Ankara: Kâra Harp Okulu Basımevi.
- Conway, R. W., Maxwell W. L., & Miller L. W. (1967). *Theory of scheduling*, Courier Corporation.
- Demir, H. I., Phanden, R. K., Kökçam, A., Erkeyman, B., & Erden, C. (2021). Hybrid evolutionary strategy and simulated annealing algorithms for integrated process planning, scheduling and due-date assignment problem, *Akademik Platform Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 9(1), 86-91.
- Dikmen H., Dikmen H., Elbir, A., Ekşi, Z. ve Çelik, F. (2014). Gezin satıcı probleminin karınca kolonisi ve genetik algoritmalarla eniyilemesi ve karşılaştırılması, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 18(1), 13-8.
- Duenyas, I. (1995). Single facility due date setting with multiple customer classes, *Management Science*, 41(4), 608-619.
- Easton, F. F., & Moodie, D. R. (1999). Pricing and lead time decisions for make-to-order firms with contingent orders, *European Journal of operational research*, 116(2), 305-318.
- Elgün, M. N. ve Aşkoğlu, N. O. (2016). Lojistik köy kuruluş yeri seçiminde TOPSIS yöntemiyle merkezlerin değerlendirilmesi, *Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 18(1), 161-170.
- Gharehgozli, A. H., Rabbani, M., Zaerpour, S., & Razmi J. (2008). A comprehensive decision-making structure for acceptance/rejection of incoming orders in make-to-order environments, *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 39(9-10), 1016–1032.

- Günay, Z. ve Ünal, Ö. (2016). AHP-TOPSIS yöntemi ile tedarikçi seçimi (Bir telekomünikasyon şirketi örneği), *PESA Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 2(1), 53-37.
- Hassanat, A., Almohammadi, K., Alkafaween, E., Abunawas, E., Hammouri, A., & Prasath, V. B. (2019). Choosing mutation and crossover ratios for genetic algorithms - a review with a new dynamic approach, *Information*, 10(12), 390.
- Holland, J. (1975). *Adaptation in natural and artificial systems*, AnnArbor: University of Michigan Press.
- Kalantari, M., Rabbani, M., & Ebadian, M. (2011). A decision support system for order acceptance/rejection in hybrid MTS/MTO production systems, *Applied Mathematical Modelling*, 35(3), 1363-1377.
- Keskinocak, P., Ravi, R., & Tayur, S. (2001). Scheduling and reliable lead-time quotation for orders with availability intervals and lead-time sensitive revenues, *Management Science*, 47(2), 264-279.
- Lewis, H. F., & Slotnick, S. A. (2002). Multi-period job selection: planning work loads to maximize profit, *Computers & Operations Research*, 29(8), 1081-1098.
- Lu, L., Liu, Z., & Qi, X. (2013). Coordinated price quotation and production scheduling for uncertain order inquiries, *IIE transactions*, 45(12), 1293-1308.
- Negnevitsky, M. (2006). *Artificial Intelligence: A guide to intelligent systems*(2<sup>th</sup> ed.), Pearson Education.
- Oğuz, C., Salman, F. S., & Yalçın, Z. B. (2010). Order acceptance and scheduling decisions in make-to-order systems, *International Journal of Production Economics*, 125(1), 200-211.
- Panchal, G., & Panchal, D. (2015). Solving NP hard problems using genetic algorithm, *International Journal of Computer Science and Information Technologies*, 6(2), 1824-1827.
- Philipoom, P. R., & Fry, T. D. (1992). Capacity-based order review/release strategies to improve manufacturing performance," *The International Journal Of Production Research*, 30(11), 2559-2572.
- Pibernik R., & Yadav, P. (2008). Dynamic capacity reservation and due date quoting in a make-to-order system, *Naval Research Logistics*, 55, 593-611.
- Saaty, T. L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process, *International Journal of Services Sciences*, 1(1), 83-98.
- Saaty, T. L. (2008). Relative measurement and its generalization in decision making: Why pairwise comparisons are central in mathematics for the measurement of intangible factors-the analytic hierarchy/network process, *Review of the Royal Spanish Academy of Sciences, Series A, Mathematics*, 102(2), 251-318.
- Saaty, T. L., & Özdemir, M. S. (2003). Why the magic number seven plus or minus two, *Mathematical and Computer Modeling*, 38, 233-244.
- Senju, S., & Toyoda, Y. (1968). An approach to linear programming with 0-1 variables, *Management Science*, 15(4), 196-207.
- Serin, H. ve Şahin, Y. (2020). Mersin ilindeki küçük ve orta ölçekli mobilya işletmelerinde hammadde sorunu üzerine bir araştırma, *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 30(11), 258-263.
- Shabtay, D., Steiner, G., & Zhang, R. (2016). Optimal coordination of resource allocation, due date assignment and scheduling decisions, *Omega*, 65, 41-54.
- Supçiller, A. ve Çapraz, O. (2011). AHP-TOPSIS yöntemine dayalı tedarikçi seçimi uygulaması, *Ekonometri ve İstatistik e-Dergisi*, 13, 1-22.
- Triki, C., Piya, S., & Fu, L. L. (2020). Integrating production scheduling and transportation procurement through combinatorial auctions, *Networks*, 76(2), 147-163.
- Vig, M. M., & Dooley, K. J. (1991). Dynamic rules for due-date assignment, *International Journal of Production Research*, 29(7), 1361-1377.
- Villarinho, P. A., Panadero, J., Pessoa, L. S., Juan, A. A., & Oliveira, F. L. C. (2021). A simheuristic algorithm for the stochastic permutation flow-shop problem with delivery dates and cumulative payoffs, *International Transactions in Operational Research*, 28(2), 716-737.
- Viloria, A., Varela, N., Herazo-Beltran, C., Lezama, O. B. P., Mercado, A., Ventura, J. M., & Palma, H. H. (2021). *Genetic system for project support with the sequencing problem*, In *Proceedings of International Conference on Recent Trends in Machine Learning, IoT, Smart Cities and Applications*, 977-983, Singapore: Springer.
- Wardlaw, R., & Bhaktikul, K. (2004). Comparison of genetic algorithm and linear programming approaches for lateral canal scheduling, *Journal of irrigation and drainage engineering*, 130(4), 311-317.
- Weeks, J. K. (1979). A simulation study of predictable due-dates, *Management Science*, 25(4), 363-373.
- Wei, J. (2010). TOPSIS method for multiple attribute decision making with incomplete weight information in linguistic setting, *Journal of Convergence Information Technology*, 5(10), 181-187.
- Wind, Y., & Saaty, T. L. (1980). Marketing application of the analytic hierarchy process, *Management Science*, 26(7), 641-658.
- Yağmur, E., & Kesen, S. E. (2020). A memetic algorithm for joint production and distribution scheduling with due dates, *Computers & Industrial Engineering*, 142, 106-342.



# LSTM Derin Öğrenme Yaklaşımı ile Covid-19 Pandemi Sürecinde Twitter Verilerinden Duygu Analizi

## Sentiment Analysis from Twitter Data during the Covid-19 Pandemic Era with LSTM Deep Learning Approach

Mehmet Can Yılmaz<sup>1</sup> , Zeynep Orman<sup>2</sup> 



<sup>1</sup> (Lisans Öğrencisi), İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye

<sup>2</sup> (Doç. Dr.), İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye

ORCID: M.C.Y. 0000-0001-6282-111X;  
Z.O. 0000-0002-0205-4198

### Corresponding author:

Zeynep ORMAN

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye

E-mail address: ormanz@istanbul.edu.tr

Submitted: 08.06.2021

Revision Requested: 27.06.2021

Last Revision Received: 01.07.2021

Accepted: 16.07.2021

Published Online: 27.10.2021

Citation: M. C., ve Orman, Z. (2021). LSTM Derin öğrenme yaklaşımı ile Covid-19 pandemi sürecinde Twitter verilerinden duygu analizi.

*Acta Infologica*, 5(2), 359-372.

<https://doi.org/10.26650/acin.947747>

### ÖZ

Dünyada yaşanan toplumsal olaylar için insanların düşüncelerini anlamak ve bu düşünceleri analiz ederek birtakım çıkarımlar yapmak oldukça önemlidir. Bu analiz ve çıkarımlar sayesinde çeşitli projeler başlatılabilir ve karar verme süreçleri oluşturulabilir. Bu amaçla kullanılan işlemlerden biri de metinlerin çeşitli bilgisayar algoritmaları ile sınıflandırılmasıyla gerçekleştirilen duygu analizi işlemidir. Duygu analizini gerçekleştirmek için kullanılan yöntemler genel olarak sözlük tabanlı yöntemler ve makine öğrenmesi yaklaşımları olarak ikiye ayrılır. Bu makalede, dünyayı etkisi altına alan ve halen devam etmekte olan koronavirüs pandemisi (Covid-19) ile ilgili Twitter sosyal medya platformunda sık konuşulan bir takım terimler gözönüne alınarak duygu analizi çalışması gerçekleştirilmiştir. Bunun için, konu ile ilgili bazı Türkçe başlıklar toplanmış ve bu başlıklar olumlu ve olumsuz düşünceler şeklinde sınıflandırılarak duygu analizi yapılmıştır. Bu analiz için derin öğrenme yöntemlerinden biri olan Uzun Kısa Süreli Hafıza (LSTM) yapısı kullanan bir sistem önerilmiştir. Önerilen bu sistem oluşturulan veri kümelerine uygulanmış ve maksimum %97 doğruluk başarısı elde edilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Duygu Analizi, Covid-19, LSTM

### ABSTRACT

It is very important to understand people's thoughts regarding social events occurring in the world and to make some inferences by analyzing these thoughts. With these analysis and inferences, various projects can be initiated and decision-making processes can be formed. One of the procedures used for these purposes is the sentiment analysis which is performed by classifying text with various computer algorithms. The methods used to perform sentiment analysis are generally categorized as dictionary-based methods and machine learning approaches. In this paper, a sentiment analysis study has been carried out by considering a number of frequently spoken terms on the Twitter social media platform regarding the coronavirus (Covid-19) pandemic, which has affected the world and is still ongoing. For this, some Turkish titles related to the subject were collected and sentiment analysis was conducted by classifying these titles as positive and negative thoughts. For this analysis, a system using a Long Short-Term Memory (LSTM) structure, which is one of the deep learning methods, was proposed. The proposed system was applied on the obtained data sets and a maximum 97% accuracy was achieved.

**Keywords:** Sentiment Analysis, Covid-19, LSTM

## 1. GİRİŞ

İletişim teknolojilerindeki ilerlemeler hayatımızı köklü bir şekilde değiştirmiş ve İnternet günümüzün vazgeçilmez bir parçası haline gelmiştir. İnternetin gelişmesiyle beraber birçok sosyal medya platformu yeni iletişim araçları olarak ortaya çıkmıştır. Gazete, televizyon ve radyo gibi geleneksel iletişim araçlarına yeni bir alternatif olan sosyal medya araçlarının popülerliği ve kullanımı her geçen gün artmaktadır. Sosyal medya araçlarıyla birlikte milyonlarca insanın bir konu hakkında düşüncelerine, görüşlerine ve değerlendirmelerine erişebilme imkanı doğmuştur. Bu araçların yoğun bir şekilde kullanımı sonucunda çeşitli konular hakkında üzerinde çalışmaların gerçekleştirilebileceği ve anlamlı çıkarımların yapılabileceği büyük veri ve bilgiler oluşmaktadır. Kuruluşlar, şirketler ve devletler karar mekanizmalarında insanların düşüncelerini önemser ve bu düşüncelere göre çalışma politikalarını belirler. Son zamanlarda, bu kurumlar sosyal medyadaki bilgileri kullanarak çeşitli çıkarımlar yapmaktadır. İnsanların görüşlerini, değerlendirmelerini ve duygularını analiz eden çalışma alanı duygu analizi olarak tanımlanmaktadır. Duygu analizinde genellikle bir kişinin yazdığı metnin olumlu, olumsuz ya da nötr duygu beslediği analiz edilmektedir. Bu analizler birçok şirketin ya da devletin karar verme sürecine doğrudan etki yarabildiği için oldukça değerli bilgilerdir.

Literatürde duygu analizi ile ilgili yapılan çalışmaların sayısı son yıllarda hız kazanmıştır. (Kaynar, Görmez, Yıldız ve Albayrak, 2016) çalışmasında İnternet Movie Database (IMDb) haber kaynağında yer alan film yorumlarından makine öğrenmesi algoritmalarını kullanarak duygu analizi yapmışlardır. Bu çalışmada sınıflandırma için kullanılan algoritmalar Naive Bayes (NB), Merkez Tabanlı Sınıflayıcı, Çok Katmanlı Yapay Sinir Ağları (YSA) ve Destek Vektör Makineleri (SVM – Support Vector Machine) algoritmalarıdır. Sınıflandırma performanslarını karşılaştırmak için model başarımlarını ölçütleri kullanılmıştır. Bu ölçütler incelendiğinde en yüksek başarıyı YSA ve SVM algoritmaları elde etmiştir. Eğitim veri kümesinde YSA %89.73 başarı yüzdesiyle %84.07 başarı yüzdesi olan SVM algoritmasından daha yüksek başarı oranı elde etmiştir. (Albayrak, Topal ve Altıntaş, 2017) çalışmasında Twitter üzerinden konuşulan bir konunun duygu analizini gerçekleştirmişlerdir. Sözkonusu çalışmada, Twitter üzerinden “bedelli askerlik” konu başlıklı tweetler Twitter API kullanarak çekilmiştir. Daha sonra çekilen veriler python içerisinde bulunan NLTK kütüphanesi ile veri ön işleme sürecinden geçirilmiştir. Veri ön işleme sürecinden sonra elde edilen veri kümesi ile SentiTurkNet veri kümesi karşılaştırılmış ve her kelimenin polarite skoru belirlenmiştir. Polarite sonuçlarına göre tweetlerin %16’sı pozitif, %5’i negatif ve %79’u nötr olduğu sonucuna varılmıştır. Bedelli askerlikle ilgili genel olarak insanların ne olumlu ne de olumsuz bir düşünceye sahip olduğu belirlenmiştir. (Aytuğ, 2017) çalışmasında Twitter’da paylaşılan Türkçe tweetlerden makine öğrenmesi algoritmalarıyla duygu analizi yapılmıştır. Bu çalışmada, Twitter API aracılığıyla bir aylık sürede Türkçe tweetler çekilmiştir. Bu süreçten sonra veri ön işleme süreci gerçekleştirilmiştir. Çalışmada öznitelik kümelerinin oluşturulması için N-gram modeli kullanılmıştır. Sınıflandırma işlemi için NB, SVM ve Lojistik Regresyon (LR – Logistic Regression) gibi makine öğrenmesi algoritmaları kullanılmıştır. Sınıflandırma algoritmalarının ve öznitelik kümelerinin değerlendirilmesinde doğru sınıflandırma oranı, F-ölçütü ve ROC (Receiver Operating Characteristic) eğrisi altında kalan alan performans metrikleri kullanılmıştır. Sınıflandırma başarımları incelendiğinde NB algoritması ile 1-gram ve 2-gram öznitelik kümelerinin birleştirilmesiyle oluşan öznitelik kümesinin en yüksek başarı oranına ulaştığı görülmüştür. (Salur ve Aydın, 2020) çalışmasında GSM operatörlerine yönelik atılan tweetlerden derin öğrenme algoritmalarıyla duygu analizi gerçekleştirilmiştir. Sınıflandırma işlemi için dört farklı derin öğrenme algoritmasını kullanarak sınıflandırma başarımları karşılaştırılmıştır. Evrişimli Sinir Ağları (CNN – Convolutional Neural Network) ve Uzun Kısa Süreli Hafıza (LSTM – Long Short-Term Memory) modeli ile yaklaşık %82’lik başarı oranıyla en yüksek başarı oranı elde edilmiştir. (Ayvaz, Yıldırım ve Salman, 2019) çalışmasında Twitter’da popüler olan konu başlıkları ile ilgili yazılan tweetlerden duygu analizi yapılmıştır. Çalışmada iki farklı veri kümesi kullanılmıştır. Bunlar hava durumu veri kümesi ve survivor televizyon programı veri kümesidir. Bu çalışmada duygu kütüphanesi kullanılarak analiz gerçekleştirilmiştir. Elle veri üzerinde incelemeler yapılmış ve bu incelemelerle duygu kütüphanesi düzenlenmiştir. Böylece her kelimenin duygu polaritesi hesaplanmıştır. Hava durumu veri kümesinin duygu analizi sonuçları incelendiğinde “yaz” etiketi için nötr, “ilkbahar” etiketi için daha çok olumlu ve nötr, “sonbahar” etiketi için olumlu ve “kış” etiketi için daha çok nötr ve olumsuz duygu olduğu sonucuna varılmıştır. Survivor televizyon programı veri kümesinin duygu analizi sonuçları incelendiğinde %27’si olumlu, %39’u nötr ve %34’ünün olumsuz duygu olduğu sonucuna varılmıştır. (Chintalapudi, Battineni ve Amenta, 2021) çalışmasında, Covid-19 sürecinde atılan tweetlerden duygu analizi yapılmıştır. Veriler, 23 Mart 2020 ile



15 Temmuz 2020 tarihleri arasında toplanan tweetleri içermektedir ve duygular korku, üzüntü, öfke ve neşe olarak etiketlenmiştir. Veri analizi ve metin analizi yeni bir derin öğrenme modeli olan Bidirectional Encoder Representations (BERT) modeli ile gerçekleştirilmiş ve önerilen model LR, SVM ve LSTM gibi diğer modellerle karşılaştırılmıştır. Her duygu için doğruluk ayrı ayrı hesaplanmıştır. BERT modeli %89 doğruluk üretmiştir ve diğer üç model sırasıyla %75, %74.75 ve %65 doğruluk üretmiştir. Her duyarlılık sınıflandırması, metin madenciliği algoritmalarında nispeten önemli bir değer olan %79.34 medyan doğrulukla %75.88-87.33 arasında değişen bir doğruluğa sahiptir. (Manguri, Ramadhan ve Amin, 2020) çalışmasında dünya çapındaki Covid-19 salgınlarıyla ilgili twitter verilerinden duygu analizi gerçekleştirmişlerdir. Veriler, koronavirüsün en yaygın haftalarından biri olan 09-04-2020 ile 15-04-2020 arasında, Twitter API ve tweepy python kütüphanesi kullanılarak toplanmıştır. #Koronavirüs ve #COVID-19 anahtar kelimeleri seçilmiştir. 530.232 sayıda tweet toplanmıştır. Elde edilen tweetlerin polaritelerinin belirlenmesi için TextBlob kütüphanesi kullanılmıştır. Sonuçlar incelendiği zaman hem koronavirüs hem de covid-19 anahtar kelimelerinin polarite için önemli ölçüde yüksek olduğu görülmüştür ve kayıtların büyük kısmının yaklaşık %64 oranında objektif olduğu değerlendirilmiştir. (Sarıman ve Mutaf, 2020) çalışmasında Covid-19 sürecinde konuşulan önemli bazı Türkçe konu başlıkları hakkında yazılan tweetlerden duygu analizi yapılmıştır. Bu çalışmada ilk olarak “maske, sokağa çıkma yasağı, kısa çalışma ödeneği, eba” konu başlığı altında atılan tweetler Twitter API aracılığıyla çekilmiştir. Tweetler çekildikten sonra sırayla veri ön işleme, terim ağırlıklandırma, öznitelik oluşturma aşamaları gerçekleştirilmiş. Daha sonra, veriler eğitim ve test veri kümesi olmak üzere ikiye ayrılmıştır. Sınıflandırma için kullanılan algoritma, makine öğrenmesi algoritmalarından lojistik regresyon algoritmasıdır. Eğitim ve test veri kümesi oluşturulurken iki farklı yöntem kullanılmıştır. Birinci yöntemde eğitim kümesinde olumlu olumsuz veriler yarı yarıya işleme alınmıştır. Bu yöntemde en yüksek başarı oranı %82.84 olarak belirlenmiştir. İkinci yöntemde eğitim kümesi olumlu olumsuz kelimelerden çıkarımlarla belirlenmiştir. Bu yöntemde en yüksek başarı oranı %98.13 olarak belirlenmiştir. Sonuçlar incelendiği zaman maske konu başlığı altında atılan tweetlerin genelde olumlu olduğu fakat diğer konu başlığı altında atılan tweetlerin genelde olumsuz olduğu görülmüştür.

Bu çalışmada, Covid-19 sürecinde Twitter sosyal medya aracından atılan Türkçe tweetlerden duygu analizi çalışması yapılmıştır. Literatürde bu konuda yapılmış benzer çalışmalar incelendiğinde Covid-19 ile ilgili Türkçe tweetlerden duygu analizi çalışmalarının az sayıda olduğu ve bu çalışmalarda da genel olarak geleneksel makine öğrenmesi algoritmalarının kullanıldığı görülmüştür. Bu makale çalışmasında ise, derin öğrenme algoritmalarından LSTM algoritması kullanılarak duygu analizi gerçekleştirilmiştir. İlk olarak, 11 Mart 2020 tarihinden ilk normalleşme adımlarının başladığı 1 Haziran 2020'ye kadar olan süreçte Covid-19 hakkında konuşulan önemli konuların analizi yapılmıştır. 5 başlık altında toplanan konular için yapılan yorumlar olumlu ve olumsuz şeklinde sınıflandırılarak genel bakış çıkarılmış ve daha sonra oluşturulan veri kümeleri LSTM algoritmasıyla eğitilmiştir. Türkçe tweetler üzerinde yapılan duygu analizi çalışmalarında genel doğal dil işleme yöntemlerinin kullanılması ile yüksek başarılı sonuçlar elde edilememesinden dolayı, bu çalışmada derin öğrenme algoritmasıyla sınıflandırma yapılarak sonuç elde edilmiştir. Çalışmanın 2. bölümünde Covid-19, duygu analizi yöntemleri, derin öğrenme, LSTM algoritması ile ilgili genel bilgiler verilmiştir. 3. bölümde ise çalışmada önerilen sistem yapısı ve geliştirilen modelin temel adımları anlatılmıştır. 4. bölüm olan bulgular kısmında veri kümelerindeki tweet sayıları, ön işlemden önce ve sonra oluşturulan veri kümeleri ve modelin doğruluk sonuçları ile ilgili bilgiler verilmiş olup son bölümde ise genel olarak elde edilen sonuçlar tartışılmıştır.

## 2. MATERYAL VE METOT

### 2.1. Covid-19

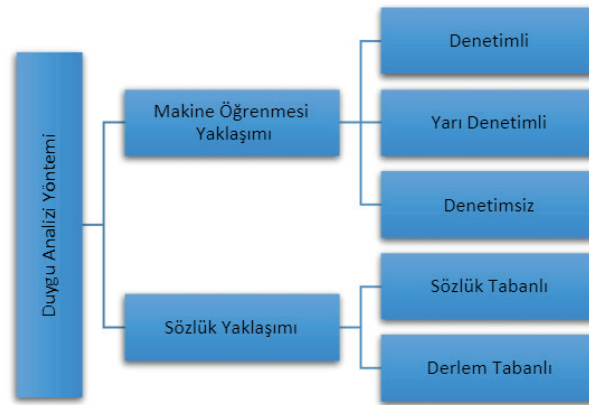
(Aydın ve Doğan, 2020) yapmış oldukları çalışmada belirttikleri gibi, Covid-19 yani tam adıyla koronavirüs hastalığı 2019 yüksek ateş, ökrüsük ve nefes darlığı gibi solunum yolu hastalıklarına neden olan bir virüsdür. Virüs ilk olarak Aralık 2019'da Çin'in Wuhan kentinde ortaya çıkmıştır. İlk olarak 31 Aralık 2019'da Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından daha önce bilinmeyen bir virüsün ortaya çıktığını ilan etmiştir. Böylece Covid-19 dünya genelinde bilinir bir hale gelmiştir. Covid-19 WHO tarafından “epidemi” olarak belirlenmiştir. Fakat virüs nefes ve hava yolu ile insandan insana hızlı bir şekilde bulaşmasıyla beraber kısa bir süre içinde diğer şehirlere hatta ülkelere sıçramıştır. Bu yayılmalar ile birlikte WHO tarafından 11 Mart 2020 tarihinde korona virüs “pandemi” yani diğer bir deyiş ile coğrafi salgın olarak belirlenmiştir. Covid-19 bulaşıcılık

oranının çok yüksek ve hızlı olduğunu gören devletler salgından ülkelerini koruyabilmek için bir takım tedbirler almışlardır. Bu tedbirler genel olarak sağlık, ekonomi ve eğitim alanlarındadır. Sokağa çıkma yasağı, maske zorunluluğu, ülkeler arası uçuşların durdurulması gibi birçok kısıtlama getirilmiştir. 29 Kasım itibariyle dünya genelinde toplam vaka sayısı 62 milyon kişiyi geçmiş olup toplam vefat edenlerin sayısı ise 1 milyon 450 bini geçmiştir.

Türkiye salgını önleyebilmek için erkenden önlem alan ülkelerden birisi olmuştur. Bu önlemlerden bazıları başka ülkelerden gelen insanların kontrolü ve bazı uçuş seferlerinin durdurulmasıdır. Fakat alınan tedbirler yeterli olmamıştır. Türkiye’de 11 Mart 2020 tarihinde ilk korona virüs vakası tespit edilmiştir. Ülkemizde ilk vakanın görülmesiyle birlikte alınan tedbirler sıkılaştırılmıştır. Bu alınan sıkı tedbirler genel olarak şunlardır; tüm eğitim öğretim faaliyetlerine ara verilmesi, bazı ülkelere uçuşların durdurulması, 65 yaş üstü ve 20 yaş altı sokağa çıkma yasağı, 31 ilin giriş ve çıkışlarının kapatılması, umreden gelen vatandaşların 14 gün karantinaya alınması, bazı illerde hafta sonu sokağa çıkma yasağı, maske takma zorunluluğu ve bazı işletmelerin kapatılmasıdır. Yeni tedbirler ile birlikte düşen vaka ve ölüm sayılarının sonucunda 1 Haziran 2020 tarihinde yeni normalleşme süreci başlamıştır. Günlük vaka sayıları belirli bir sayının altına kadar inmiştir. Fakat şuan Kasım 2020 itibariyle artan vaka sayılarından dolayı tekrar sıkı önlemler alınmaya başlamıştır. 29 Kasım itibariyle Türkiye genelinde toplam vaka sayısı 600 bini geçmiş olup toplam vefat edenlerin sayısı 13 bini geçmiştir.

## 2.2. Duygu Analizi

İnsanların duygu, düşüncelerinin gerekli bilgisayar algoritmaları ile analiz edilmesine duygu analizi denir. Duygu analizi, insanların duygularını olumlu, olumsuz veya nötr olarak sınıflandırmayı amaçlar. Bu sınıflandırma işlemi sonucunda bir ya da birden çok yazarın o konu hakkındaki düşüncesine karar verilmiş olunur. Duygu analizi çalışmaları günümüzde yaygın olarak kullanılır. Duygu analizi ile elde edilen bilgiler oldukça değerlidir. Bu çerçevede yapılan çalışmalar ile elde edilen sonuçlar birçok şirketin veya devletin bir konu hakkında insanların ne düşündüğünü bilmesini sağlayarak karar verme süreçlerini doğrudan etkilemektedir. Örnek olarak bir medya şirketinin yeni bir dizi çıkardığını varsayalım. Bu dizinin ilk sezonu hakkında yazılan yazıların analizi gerçekleştiğinde, olumlu yorumların çok olması durumunda ikinci sezonunun da çıkarılmasına karar verilebilir. Ama olumsuz yorumlar çok ise dizi çekimine devam edilmeyip boş yatırım yapmaktan kaçınılabilir. Böylece, şirketler hem maliyet hem zaman açısından büyük bir tasarruf sağlayabilirler. Devletler açısından ise örneğin yatırım yapılacak bir proje hakkında önceden vatandaşlara proje hakkında bilgiler verilir. Daha sonra insanların düşüncelerinin analiz edilmesiyle o proje hakkında insanların ne düşündüğü, bu konuya nasıl yaklaştıkları tespit edilebilir. Böylece devletler bu projeyi yapmaktan vazgeçebilir ya da daha farklı bir şekilde düzenleyebilir. Böylece toplumun huzuru ve refahı daha kuvvetli sağlanmış olur.



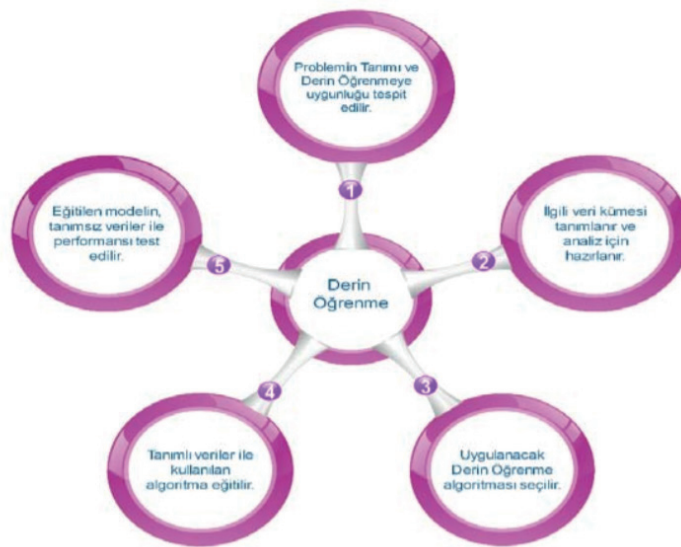
Şekil 1. Duygu Analizi Yöntemleri (Sarıman ve Mutaf, 2020)

Duygu analizi yapabilmek için öncelikle bir veri kümesine ihtiyaç vardır. Bu veri kümeleri etiketlenmiş verilerden oluşmalıdır. Yani bir yazının olumlu, olumsuz ya da nötr duygu belirttiği belirtilmelidir. Bu aşamadan sonra veriler gerekli teknik ve algoritmalarla ön işleme sürecine sokulur. Bu şekilde verilerde genel olarak yazım hatası, noktalama işaretleri, gereksiz

kelimeler gibi sorunlar tespit edilir. Ham veriler bu hatalardan arındırılmak için ön işleme sürecine girer. Veri temizleme işlemi bittikten sonra sınıflandırma işlemi gerçekleştirilir. Bu işlemler için daha çok makine öğrenmesi algoritmaları kullanılır. Sınıflandırma işlemi ile eğitilen veriler test verileri ile kıyaslanır ve sistemin ne kadar başarılı olduğu görülür. Duygu analizi için genel kapsamda iki yaklaşım kullanılır. Bunlar Şekil 1'de gösterildiği üzere sözlük tabanlı yaklaşım ve makine öğrenmesine dayalı yaklaşımdır (İlhan ve Sağaltıcı, 2020).

### 2.3. Derin Öğrenme

Derin öğrenme, bilgisayarların deneyimden ders almasını ve dünyayı kavramların hiyerarşisi açısından anlamasını sağlayan bir makine öğrenmesi yöntemidir (Gündüz ve Cedimoğlu, 2019). Geleneksel makine öğrenmesi algoritmaları doğrusal yapıdadır fakat derin öğrenme algoritmaları yapılacak modelinde problemin karmaşıklığına göre değişen bir hiyerarşi modeli bulunmaktadır. Derin öğrenme süreci başarı sonucu belirli bir seviyeye gelene kadar devam eder. Bu süreçte verilerin geçmesi gereken genel adımlar Şekil 2'de gösterilmektedir (Kayaalp ve Süzen).



Şekil 2. Derin Öğrenme Süreçleri (Kayaalp ve Süzen)

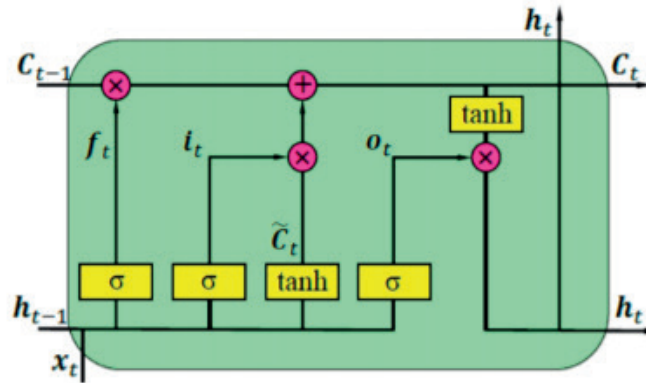
Literatürde derin öğrenme algoritmalarının uygulamaları ile ilgili çok sayıda çalışma yapılmıştır. Nesne tanıma, görüntü ve ses işleme, dil işleme, hastalık tespiti, biyomedikal sinyal ve görüntü işleme, robotik, kimya, reklam, finans gibi birbirinden farklı konularda derin öğrenme uygulamaları geliştirilmektedir (Gündüz ve Cedimoğlu, 2019).

(Kayaalp ve Süzen) yapmış oldukları çalışmada belirttikleri gibi derin öğrenme algoritmaları yaygın olarak kullanılan evrimsel sinir ağları, tekrarlayan sinir ağları (RNN – Recurrent Neural Network) ve uzun kısa süreli hafıza ağları olmak üzere üçe ayrılır. CNN nesne tanıma ve görüntü sınıflandırma gibi alanlarda kullanılmaktadır. RNN, ardışık bilgileri kullanan bir algoritmadır. Bu algoritma çevirilerde, altyazı oluşturmada, gürültüsüz veri elde edilmesinde, konuşma tanıma gibi alanlarda kullanılır. LSTM modeli, RNN'nin gelişmiş bir versiyonudur. Bu algoritma sessiz videolara ses ekleme, ilişkili metinlerde kelime üretme, düzensiz dillerde öğrenme gibi alanlarda kullanılır.

### 2.4. Uzun Kısa Süreli Hafıza Algoritması

Derin öğrenme algoritmaları günümüzde birçok sınıflandırma ve tahmin işlemleri için kullanılırlar. Örneğin, bir videoda bir sınıf içerisine sırayla çocuklar girip, sıralara oturup test çözüyor olsunlar. Daha sonra sınıfa girecek çocuğun sıraya oturup test çözeceğini RNN algoritması ile tahmin etmek oldukça kolaydır. Fakat videoda belli zaman aralıklarında başka olaylar gerçekleşir ve bu olaylardan sonra sınıfa bir çocuk girerse, RNN bu çocuğun ne yapacağını tahmin etmesi kolay olmayabilir. Bu tür sorunları çözmek için RNN'nin gelişmiş bir versiyonu olan Uzun Kısa Süreli Hafıza Ağları kullanılır (Kayaalp ve Süzen).

(Görgel ve Kavlak, 2020) yapmış oldukları çalışmada belirttikleri gibi, LSTM uzun vadede gerçekleşen işlemleri öğrenebilen bir algoritmadır. Bu algoritma sıralı verilerin modellenmesinde kullanılan RNN algoritmasının gelişmiş bir türüdür.



Şekil 3. LSTM Mimari Yapısı (Kara, 2019)

(Kara, 2019) yapmış olduğu çalışmada belirttiği gibi, LSTM birbirini takip eden sıralı yapılardan oluşur. Şekil 3’de görüldüğü gibi, LSTM algoritmasının temel olarak üç katmanı vardır. Bu katmanlar unut, girdi ve çıktı katmanlarıdır. Unut katmanı gelen bilginin unutulup unutulmayacağına karar verir. Girdi katmanı hangi bilginin bellekte depolanıp depolanmayacağına karar verir. Çıktı katmanı ise hangi bilginin çıktı olup olmayacağına karar verir.

LSTM algoritmasının ilk adımı girdi olarak  $X_t$  ve  $h_{t-1}$  girdilerini alarak nelerin silineceğine karar verir. Bu işlemler unut katmanında ( $f_t$ ) Eşitlik (1) kullanılarak yapılır ve aktivasyon fonksiyonu olarak sigmoid fonksiyonu kullanılır.

$$f_t = (W_{f,x} * X_t + W_{f,h} * h_{t-1} + b_f) \quad (1)$$

İkinci adımda yeni bilgilerin belirleneceği girdi katmanı devreye girer ve ilk olarak ( $i_t$ ) Eşitlik (2) kullanılarak sigmoid fonksiyonu ile bilgiler güncellenir. Ardından Eşitlik (3) ile yeni bilgiyi oluşturacak aday bilgiler tanh fonksiyonu tarafından belirlenir.

$$i_t = (W_{i,x} * X_t + W_{i,h} * h_{t-1} + b_i) \quad (2)$$

$$\tilde{C}_t = \tanh(W_{c,x} * X_t + W_{c,h} * h_{t-1} + b_c) \quad (3)$$

Eşitlik (4) tarafından yeni bilgiler oluşturulur.

$$C_t = C_{t-1} * f_t + i_t * \tilde{C}_t \quad (4)$$

Son olarak çıktı katmanında Eşitlik (5) ve (6) kullanılarak çıktı değerleri elde edilir.

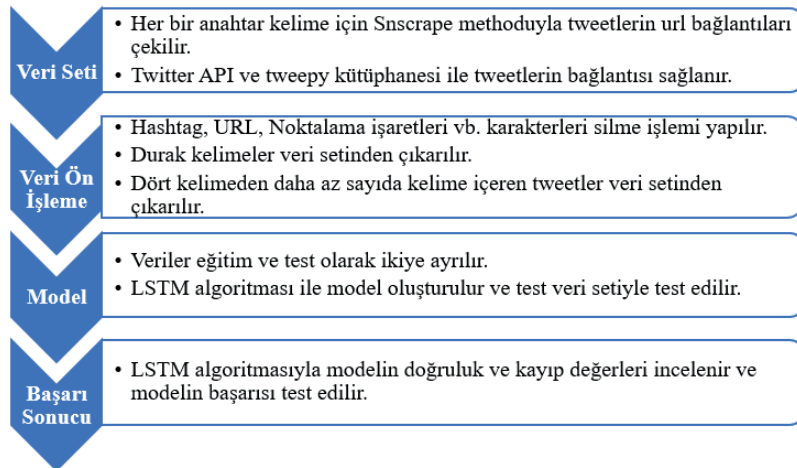
$$o_t = (W_{o,x} * X_t + W_{o,h} * h_{t-1} + b_o) \quad (5)$$

$$h_t = o_t * \tanh(C_t) \quad (6)$$

Yukarıda ifade edilen süreç tekrarlanarak devam eder. Ağırlık parametreleri ( $W$ ) ve bias parametreleri ( $b$ ) gerçek eğitim değerleri ile LSTM çıktı değerleri arasındaki farkı minimize edecek şekilde model tarafından öğrenilmektedir.

### 3. ÖNERİLEN SİSTEM YAPISI

Covid-19 sürecinde Twitter sosyal medya aracından atılan Türkçe tweetlerden duygu analiz çalışmasının yapılacağı sistemin yapısı Şekil 4’te verilmiştir. Bu bölümde çalışmada kullanılacak veri kümesi, veri ön işleme ve sınıflandırma gibi duygu analizi adımları anlatılmaktadır.



Şekil 4. Önerilen Sistemin Uygulama Adımları

### 3.1. Veri Kümesi

Bu çalışmada Covid-19 sürecinde Twitter üzerinden atılan Türkçe tweetler kullanılmıştır. Bu konuyla ilgili hazır bir veri kümesi olmadığı için Twitter API aracılığıyla, python dilinde yazılmış bir scrape methoduyla tweetler toplanmıştır. 11 Mart 2020 tarihinden normalleşme adımlarının atıldığı 1 Haziran 2020 tarihine kadar 5 başlık altında yaklaşık 485.000 adet Türkçe tweet toplanmıştır. Şekil 5'te veri kümesi içindeki bazı tweetler gösterilmiştir.

```

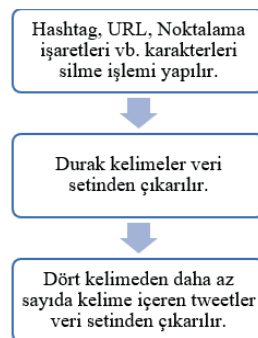
0 Hadi tüm Ülkemize geçmiş olsun. Son sokağa çı...
1 2 günlük #SokagaCikmaYasagi sonrası, an itibar...
2 Arizona kertenkeleleri son ses müzik açıp gezd...
3 #SokagaCikmaYasagi ndaki max aktivitem. Son ya...
4 https://t.co/rIo5JUJQo3\NYUZUME İNSTAGRAM POST...
5 @ciicekci 😞😞😞😞\n\nüzgünüm\n1 pazar arabam bile...
6 https://t.co/rIo5JUJQo3\NYUZUME İNSTAGRAM POST...
7 Son Dakika\n\n15 ili kapsayan sokağa çıkma kıs...
8 2 gün süren sokağa çıkma yasağı sona erdi http...
9 Gece 12 yi bekleyenler yine dökülmüş yollara. ...

```

Şekil 5. Çalışmada Kullanılan Veri Kümesinden Bir Örnek

### 3.2. Veri Ön İşleme

Çalışmada kullanılacak veri kümesi, gerekli sınıflandırma algoritmalarına girmeden önce daha başarılı bir model oluşturmak amacıyla veri ön işleme aşamalarına sokulur. Şekil 6'da veri ön işleme adımları gösterilmiştir.



Şekil 6. Veri Ön İşleme Adımları

Veri temizleme aşamasında ilk olarak veri kümesinde bulunan http, simge, hashtag, noktalama işaretleri gibi gereksiz ifadeler temizlenmiştir. Ayrıca aynı tweetleri içeren satırlar silinmiştir. Temizlenen veri kümesinde bulunan kelimeler küçük harfe çevrilmiştir. Bu işlemlerden sonra Türkçede sık kullanılan durak kelimeler veri kümesinden kaldırılmıştır.

Son olarak da 4 kelimedenden az olan tweetler metin analizinde anlamlı bir sonuç üretemeyeceği için veri kümesinden çıkarılmıştır. Şekil 7’de temizlenmiş veri kümesinden bir örnek gösterilmiştir.

```

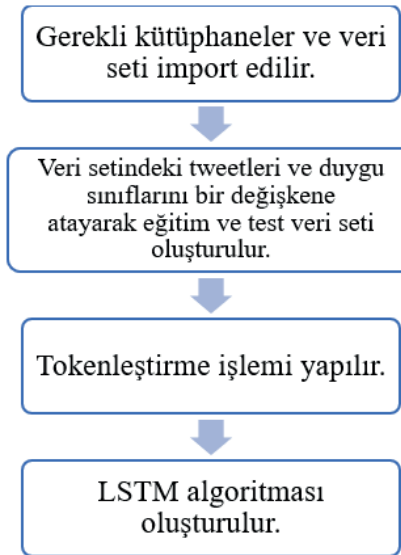
40 hafta gün parkta sokakta kalsam anca kendime g...
41 doğum iznindeyken yakalanan hastaneye yatırıla...
42 tarih yaziyo bitmedi bitmiyo corona hirkcilik ...
43 sosyal medya bilgi kartı yakında youtube adres...
44 göğüs hastalıkları hastanesinde çalışıyordu ül...
45 koronavirüs george floyd ölümü arasında bağ ku...
46 koronavirüs yakalanan haftalık bebeği sezeryan...
47 sayın cumhurbaşkanı dileği yerine getirmenizi ...
48 kısıtlamanın bitmesiyle izmir manisa arası sey...
49 ilde seyahat kısıtlaması mayıs saat bitmiştir ...
50 ilde iki gündür devam eden sokağa çıkma yasağı...
51 sporcumuz doruk göktuğ canlandırdığı covid isli...
52 okullar açıldı tarihe notum aydır kapalı olan ...
53 covid salgınına karşı alınan önlemler kapsamın...
54 memleket meselesicanlı yayın haziran pazartesi...

```

Şekil 7. Temizlenmiş Veri Kümesinden Bir Örnek

### 3.3. Sınıflandırma

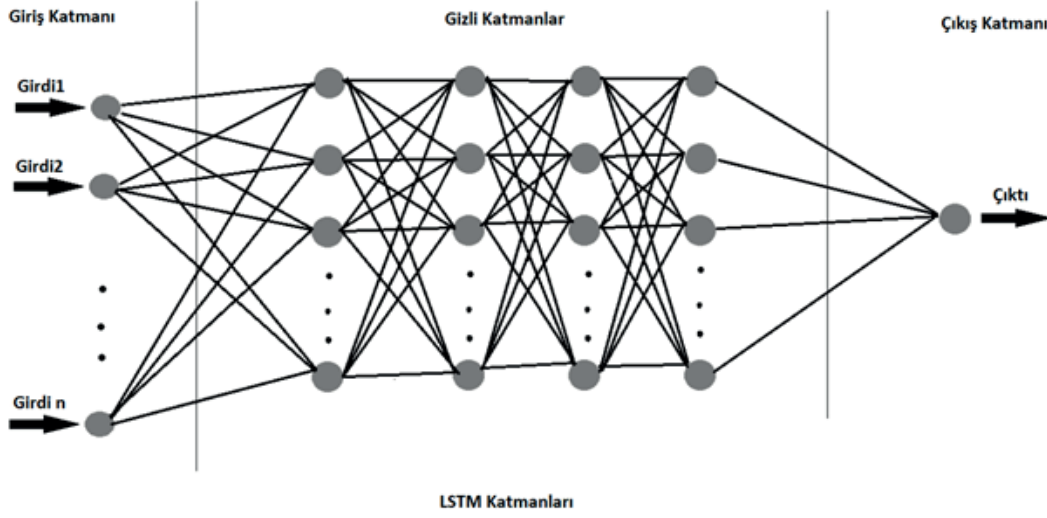
Sınıflandırma, kategorisi bilinmeyen verilere en uygun kategorinin atanmasıdır. Sınıflandırma işlemi için genellikle makine öğrenmesi algoritmaları kullanılır. Bu çalışmada makine öğrenmesinin alt sınıfı olan derin öğrenme algoritmalarından LSTM algoritması kullanılmıştır. Şekil 8’de LSTM model adımları gösterilmiştir.



Şekil 8. Uygulama Model Adımları

İlk olarak verideki etiketler ve tweetler birer değişkene atılır. Eğitim ve test veri kümesi oluşturulur. Daha sonra veri kümesinin içinde en çok kullanılan 10.000 kelimeye göre bir sözlük oluşturulur ve kelimelere sayısal değerler atanır. Veri kümesindeki her bir kelime oluşturulan sözlükteki sayısal karşılığı ile değiştirilir. Her bir tweetin içindeki kelime sayıları bulunur. Daha sonra her bir tweetin kelime sayılarının genel ortalamasına bakılır ve bir değer elde edilir. Bu değer verimizdeki aykırı uzunluğa sahip cümleleri ortalamaya indirgememizi sağlar. Bu işlemden sonra veri içindeki tüm

tweetler aynı uzunluğa dönüştürülür. Verimiz LSTM modelinde kullanılacak hale getirilmiştir. Şekil 9'da görüldüğü gibi model içerisinde bir giriş katmanı, 4 adet LSTM katmanı ve bir çıkış katmanı bulunmaktadır. LSTM katmanlarında sırasıyla 32, 16, 8 ve 4 nöron bulunmaktadır. Model katmanları oluşturulduktan sonra model eğitilmiştir.



Şekil 9. Çalışmada Kullanılan LSTM Modeli

#### 4. BULGULAR

Tweetler veri ön işleme aşamalarından geçirilmeden önce 484.002, sonrasında 392.060 adete düşmüştür. Şekil 10'da anahtar kelimelerin veri ön işleme öncesi ve sonrasına ait sayıları verilmiştir.

Anahtar Kelime	Ön işlem öncesi	Ön işlem sonrası
Covid19	176.027	141.711
Eğitim	25.464	18.798
Ekonomi	19.915	13.939
Maske	23.554	20.091
Sokağa çıkma yasağı	484.002	197.521

Şekil 10. Anahtar Kelime Sayıları

Twitter API aracılığıyla çekilen tweetler sırasıyla veri ön işleme ve model oluşturma aşamalarından geçirilmiştir. Veri ön işleme aşamasından sonra verilerin duygu sınıfı her bir tweet için rastgele olarak belirlenmiştir. Fakat rastgele duygu sınıfı atanıp model eğitildiği zaman başarı oranının çok düşük olduğu görülmüştür. Bu yüzden her bir veri kümesinin içinde en çok kullanılan olumlu ve olumsuz kelimeler tespit edilmiştir. Bu kelimelerin geçtiği tweetlere duygu sınıfı atanmıştır. Belirlenen kelimelere göre duygu sınıfı belirlendikten sonra oluşan veri kümesi ve olumlu olumsuz tweet sayıları Şekil 11'de gösterilmiştir.

Veri seti	Toplam	Olumlu	Olumsuz
Covid19	37.454	11.281	26.173
Eğitim	2.932	2.101	831
Ekonomi	2.465	1.051	1.414
Maske	5.862	2.413	3.449
Sokağa çıkma yasağı	57.582	11.790	45.792

Şekil 11. Etiketlenmiş Veri Kümesi

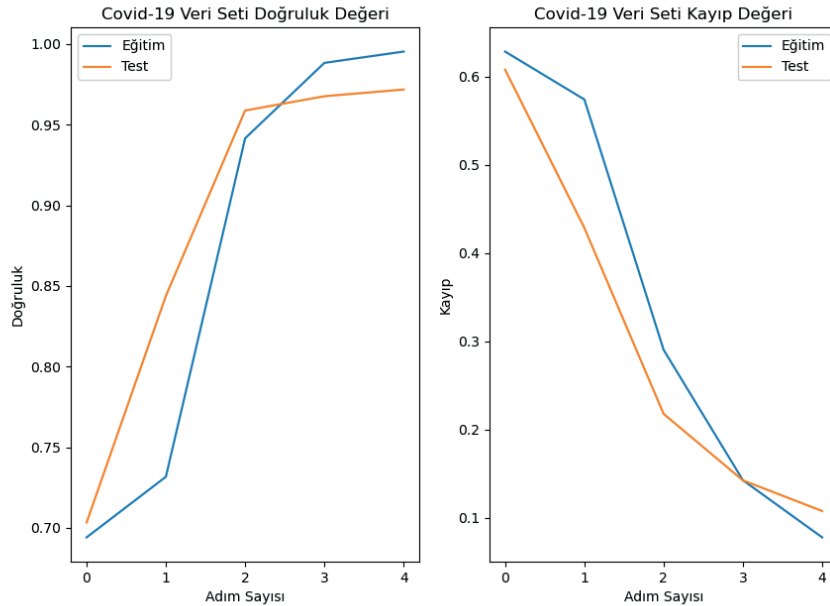
Son aşamada ise oluşturulan LSTM modelinin her bir veri kümesi için doğruluk değeri Şekil 12’de verilmiştir.

Veri Seti	Eğitim Veri Seti	Test Veri Seti	Doğruluk Değeri
Covid-19	29.963	7.491	0.9723
Eğitim	2.345	587	0.8961
Ekonomi	1.972	493	0.8519
Maske	4.689	1.173	0.8875
Sokağa Çıkma Yasağı	46.065	11.517	0.9774

Şekil 12. Veri Kümelerinin Başarı Oranları

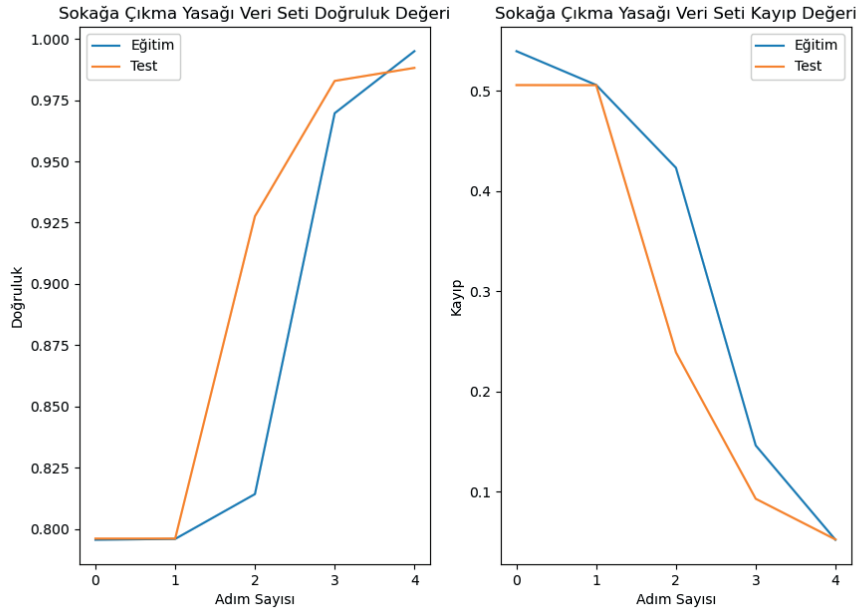
Şekil 12’deki sonuçlar incelendiği zaman covid-19 ve sokağa çıkma yasağı ile ilgili veri kümelerinde %97 oranında başarı sağlandığı, diğer veri kümelerinde ise %85 - %90 arasında başarı sağlandığı görülmüştür. Böyle bir durum ortaya çıkmasının en büyük sebebi covid19 ve sokağa çıkma yasağındaki veri kümelerinin boyutlarının diğer veri kümelerine göre çok daha fazla olmasıdır. Veri kümesi boyutunun artması model başarımını da arttırmaktadır.

Çalışmada önerilen modelin doğruluk değerleri incelendiği zaman genel olarak başarılı sonuçlar elde edildiği söylenebilir. Bu tip çalışmalarda ele alınan modelin eğitim için kullanılan veri seti üzerinde gereğinden fazla çalışıp ezber yapmaya başlaması söz konusu olabilir. Dolayısıyla, model eğitim seti için yüksek başarımlar elde ederken test veri seti için düşük başarımlar gösterebilir. Bu durum modelin aşırı öğrenmesine neden olmaktadır. Çalışmada önerilen modelde aşırı öğrenme olup olmadığını analiz etmek için modelin her bir veri kümesinde elde ettiği doğruluk ve kayıp değerlerinin sonucu aşağıdaki grafiklerde incelenmiştir.



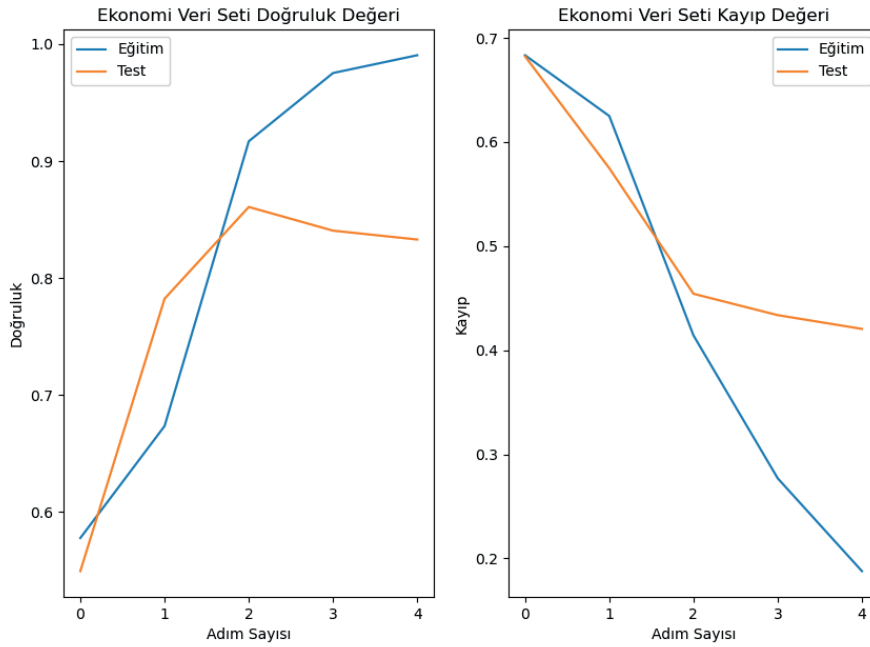
Şekil 13. Önerilen LSTM modelinde Covid19 veri kümesinin doğruluk ve kayıp değer grafiği



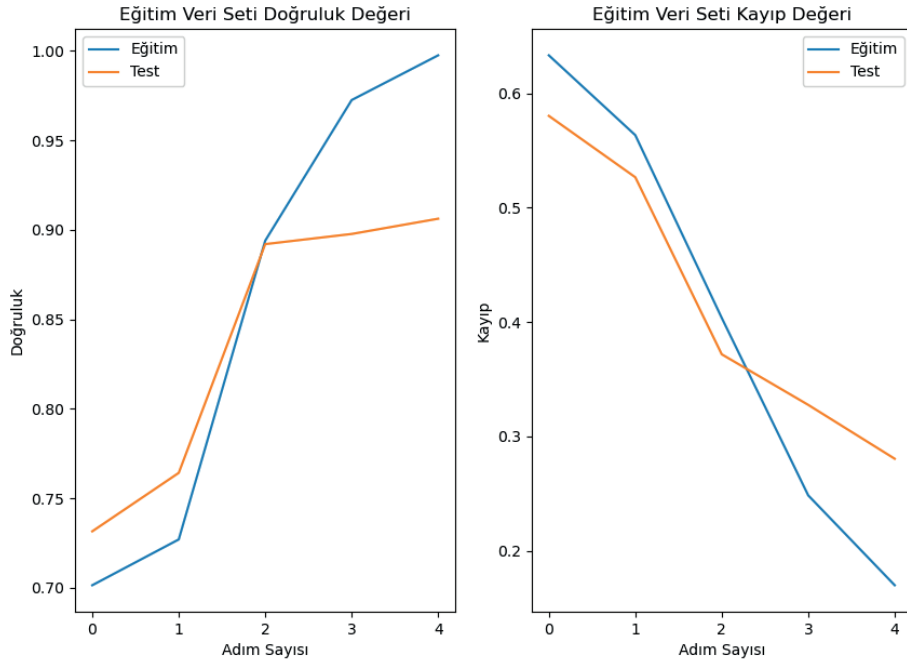


Şekil 14. Önerilen LSTM modelinde Sokağa Çıkma Yasağı veri kümesinin doğruluk ve kayıp değer grafiği

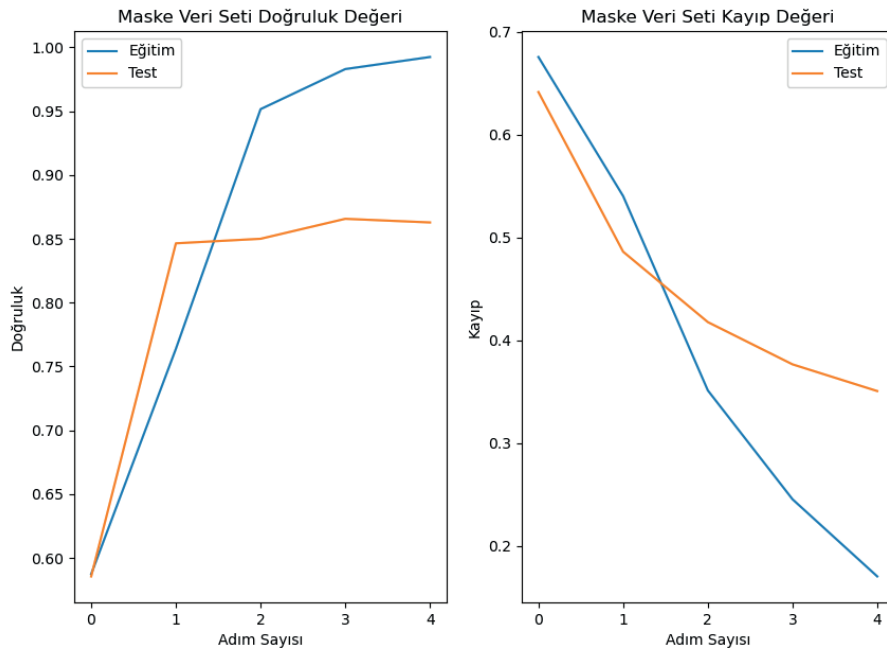
Şekil 13 ve 14 incelendiği zaman eğitim ve test kümelerinin aynı derecede doğruluk değerlerinin arttığı ve aynı derecede kayıp değerlerinin azaldığı görülür. Bu durumda modelde aşırı öğrenmenin olmadığı söylenebilir.



Şekil 15. Önerilen LSTM modelinde Ekonomi veri kümesinin doğruluk ve kayıp değer grafiği



Şekil 16. Önerilen LSTM modelinde Eğitim veri kümesinin doğruluk ve kayıp değer grafiği



Şekil 17. Önerilen LSTM modelinde Maske veri kümesinin doğruluk ve kayıp değer grafiği

Şekil 15, 16 ve 17'deki veri kümelerinin doğruluk ve kayıp değerlerinin her bir adım sayısındaki değerleri grafik üzerinden incelendiği zaman Şekil 13 ve 14'deki değerlerden daha farklı bir görüntüye sahip olduğu görülür. Birinci adımda eğitim ve test verilerin doğruluk değerleri beraber artıp kayıp değerleri beraber düştükten sonra test verilerinin bir süre sonra eğitim

verileri ile aynı yönde ilerlemediği görülür. Yani belirli bir adım değerinden sonra test veri kümesindeki doğruluk ve kayıp değerleri sabit kalır ve eğitim veri kümesi ile arasındaki değer farkı artar. Bu durumda bu veri kümelerinden oluşan modellerimizde aşırı öğrenme durumu olduğu söylenebilir. Bunun birçok nedeni olabilir. Veri kümelerinin boyutlarının az olması bunun en büyük sebepleri arasında gösterilebilir. Aşırı öğrenmeyi düzeltmek için daha fazla sayıda veri toplanabilir, hiperparametre değerleri değiştirilebilir.

## 5. SONUÇ

Bu çalışmada Covid-19 sürecinde Twitter sosyal medya aracından atılan Türkçe tweetlerden duygu analizi çalışması yapılmıştır. Bu analizler ile elde edilen sonuçlar farklı paydaşlar için önem arz edebilir. Örneğin, hükümetler insanların yeni virüs türlerine nasıl tepki verdiklerini, gıda kıtlığı, panik atak vb. gibi çeşitli zorlukların neler olduğunu bu analizler ile bileceği için bu bilgileri çeşitli alanlarda politikalarını belirlemek için kullanabilir. Firmalar, maske ya da gıda kıtlığı üzerine atılan tweetlerden yapılan duygu analizi ile bu temel öğelerin üretimine başlayabilir ya da mevcut üretimlerini arttırabilir. Çeşitli sosyal toplum kuruluşları, duygu analizi sonuçlarını kullanarak insanları nasıl rehabilite edeceklerine dair stratejilerine karar verebilir. Bu amaçla, Twitter'dan çekilen tweetler gerekli veri temizleme adımlarından geçirilip veri kümesinde en çok kullanılan kelimelere göre bir duygu sözlüğü oluşturulmuştur. Bu sözlükle beraber veri kümesindeki her bir satırın duygu sınıfı belirlenmiştir. Bu işlemlerden sonra LSTM modeli oluşturulmuştur. 5 farklı veri kümesi için model başarı çıktıları incelenmiş ve doğruluk oranları belirlenmiştir.

Sonuçlar incelendiği zaman oluşturduğumuz modelin genel olarak başarı yüzdesinin yüksek olduğu görülmüştür. covid19 ve sokağa çıkma yasağı veri kümeleri diğer üç veri kümesine göre daha iyi bir başarı göstermiştir. Bunun en büyük sebebi bu iki veri kümesinin boyutlarının diğer veri kümelerinin boyutlarına göre daha fazla olmasıdır. Çalışmanın mevcut durumunda yeterince büyük bir duygu sözlüğü kullanılmamıştır. Ayrıca, duygu sözlüğündeki kelimelerden birine sahip olmayan tweetler veri kümesinden çıkarılmıştır. Bu durum veri kaybına sebep olmaktadır. İleriki çalışmalarda, duygu sınıfı etiketleme işlemlerinin daha büyük bir duygu sözlüğü ve daha fazla veri ile gerçekleştirilmesi ile modelin daha yüksek başarı sağlayabilmesi amaçlanmaktadır.

**Hakem Değerlendirmesi:** Dış bağımsız.

**Yazar Katkıları:** Çalışma Konsepti/Tasarım-M.C.Y., Z.O.; Veri Toplama-M.C.Y.; Veri Analizi/Yorumlama- M.C.Y., Z.O.; Yazı Taslağı- M.C.Y., Z.O.; İçeriğin Eleştirel İncelemesi-M.C.Y., Z.O.; Son Onay ve Sorumluluk- M.C.Y., Z.O.

**Çıkar Çatışması:** Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir.

**Finansal Destek:** Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir.

**Peer-review:** Externally peer-reviewed.

**Author Contributions:** Conception/Design of Study- M.C.Y., Z.O.; Data Acquisition-M.C.Y.; Data Analysis/Interpretation- M.C.Y., Z.O.; Drafting Manuscript- M.C.Y., Z.O.; Critical Revision of Manuscript- M.C.Y., Z.O.; Final Approval and Accountability- M.C.Y., Z.O.

**Conflict of Interest:** The authors have no conflict of interest to declare.

**Grant Support:** The authors declared that this study has received no financial support.

## Kaynaklar/References

- Albayrak, M., Topal, K., & Altıntaş, V. (2017). Sosyal medya üzerinde veri analizi: Twitter. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 22(Kayfor 15 Özel Sayısı), 1991-1998.
- Aydın, B., & Doğan, M. (2020). Yeni Koronavirüs (Covid-19) pandemisinin turistik tüketici davranışları ve Türkiye turizmi üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesi. *Pazarlama Teorisi ve Uygulamaları Dergisi*, 6(1), 93-115.
- Aytuğ, O. (2017). Twitter mesajları üzerinde makine öğrenmesi yöntemlerine dayalı duygu analizi. *Yönetim Bilişim Sistemleri Dergisi*, 3(2), 1-14.
- Ayvaz, S., Yıldırım, S., & Salman, Y. B. (2019). Türkçe duygu kütüphanesi geliştirme: Sosyal medya verileriyle duygu analizi çalışması. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (16), 51-60.
- Chintalapudi, N., Battineni, G., & Amenta, F. (2021). Sentimental analysis of Covid-19 tweets using deep learning models. *Infectious Disease Reports*, 13(2), 329-339.
- Görgel, P., & Kavlak, E. (2020). Uzun kısa süreli hafıza ve evrimsel sinir ağları ile rüzgar enerjisi üretim tahmini. *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi*, 11(1), 69-80.
- Gündüz, G., & Cedimoğlu, İ. H. (2019). Derin öğrenme algoritmalarını kullanarak görüntüden cinsiyet tahmini. *Sakarya University Journal of Computer and Information Sciences*, 2(1), 9-17.

- İlhan, N., & Sağaltıcı, D. Twitter'da duygu analizi. *Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi*, 5(2), 146-156.
- Kara, A. (2019). Uzun-kısa süreli bellek ağı kullanarak global güneş ışınımı zaman serileri tahmini. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Part C: Tasarım ve Teknoloji*, 7(4), 882-892.
- Kayaalp, K., & Süzen, A. A. (2018). Derin öğrenme ve Türkiye'deki uygulamaları. *Iksad International Publishing House*, 6-21.
- Kaynar, O., Görmez, Y., Yıldız, M., & Albayrak, A. (2016). Makine öğrenmesi yöntemleri ile duygu analizi. In *International Artificial Intelligence and Data Processing Symposium (IDAP'16)*, 17-18.
- Manguri, K. H., Ramadhan, R. N., & Amin, P. R. M. (2020). Twitter sentiment analysis on worldwide Covid-19 outbreaks. *Kurdistan Journal of Applied Research, Special Issue on Coronavirus (COVID-19)*, 54-65.
- Salur, M. U., & Aydın, I. (2020). A novel hybrid deep learning model for sentiment classification. *IEEE Access*, 8, 58080-58093.
- Sariman, G., & Mutaf, E. Covid-19 sürecinde Twitter mesajlarının duygu analizi. *Euroasia Journal of Mathematics Engineering Natural and Medical Sciences*,

# Brain Age Estimation from MRI Images using 2D-CNN instead of 3D-CNN

## MR Görüntülerinden 3D-ESA Yerine 2D-ESA Kullanılarak Beyin Yaşı Tahmini

Muazzez Buket Darıcı<sup>1</sup> , Şüheda Yıldırım<sup>2</sup> , Murat Gezer<sup>3</sup> 



### ABSTRACT

Human Brain Age has become a popular aging biomarker and is used to detect differences among healthy individuals. Because of the specific changes in the human brain with aging, it is possible to estimate patients' brain ages from their brain images. Due to developments of the ability of CNN in classification and regression from images, in this study, one of the most popular state of the art models, the DenseNet model, is utilized to estimate human brain ages using transfer learning. Since this process requires high memory load with 3D-CNN, 2D-CNN is preferred for the task of Brain Age Estimation (BAE). In this study, some experiments are carried out to reduce the number of computations while preserving the total performance. With this aim, center slices of each three brain planes are used as the inputs of the DenseNet model, and different optimizers such as Adam, Adamax and Adagrad are used for each model. The dataset is selected from the IXI (Information Extraction from Images) MRI data repository. The MAE evaluation metric is used for each model with different input set to evaluate performance. The best achieved Mean Absolute Error (MAE) is 6.3 with the input set which consisted of center slices of the sagittal plane of brain scan and the Adamax parameter.

**Keywords:** Brain Age Estimation, Brain MRI, 2D-CNN

### ÖZ

İnsan Beyin Yaşı, son zamanlarda popüler bir yaşlanma biyobelirteci haline geldi ve sağlıklı kişiler arasındaki farklılıkları tespit etmek için kullanıldı. Yaşlanmayla birlikte insan beynindeki spesifik değişiklikler nedeniyle, hastaların beyin yaşlarını beyin görüntülerinden tahmin etmek mümkündür. Evrimsel Sinir Ağlarının (ESA) gelişen görüntü sınıflama ve regresyon yeteneğinden yola çıkılarak, bu çalışmada en popüler ESA modellerinden biri olan DenseNet modeli öğrenme aktarımı yöntemiyle kullanılarak insan beyni yaşı tahmini gerçekleştirilmiştir. 3D-ESA yüksek bellek yükü gerektirdiğinden Beyin Yaşı Tahmin (BAE) görevi için 2D-CNN tercih edilmiştir. Bu deneyde, toplam performans korunurken hesaplama yükünü azaltmak için bazı deneyler yapılmıştır. Bu amaçla, her üç beyin düzleminin merkez dilimleri DenseNet modelinin girdileri olarak kullanılmıştır ve her model için Adam, Adamax ve Adagrad gibi farklı optimizasyon algoritmaları kullanılmıştır. Veri kümesi, IXI MRI veri havuzundan seçilmiştir. Performansı değerlendirmek için ortalama mutlak hata (MAE) metriği her model için kullanılmıştır. Bu çalışmada en düşük Ortalama Mutlak Hata (MAE), beynin sagittal düzleminin merkez dilimlerini içeren giriş kümesiyle ve Adamax parametresiyle 6.3 olarak elde edilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Beyin Yaşı Tahmini, Beyin MR, 2D-ESA

<sup>1</sup>(Res. Asst.), Kadir Has University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Electrical - Electronics Engineering, Istanbul, Turkey  
<sup>2</sup>(Master Student), Kadir Has University, Faculty of Economics, Administrative and Social Sciences, Management Information Systems, Istanbul, Turkey  
<sup>3</sup>(Lect. PhD.), Istanbul University, Informatics Department, Istanbul, Turkey

**ORCID:** M.B.D. 0000-0002-0943-9381;  
Ş.Y. 0000-0002-5577-1586;  
M.G. 0000-0002-7286-3943

**Corresponding author:**  
Muazzez Buket DARICI,  
Kadir Has University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Electrical - Electronics Engineering, Istanbul, Turkey  
**E-mail address:** buket.darici@khas.edu.tr

**Submitted:** 07.04.2021  
**Revision Requested:** 20.06.2021  
**Last Revision Received:** 08.07.2021  
**Accepted:** 25.07.2021  
**Published Online:** 16.09.2021

**Citation:** Darıcı, M B., Yıldırım, S., & Gezer, M. (2021). Brain age estimation from MRI images using 2D-CNN instead of 3D-CNN. *Acta Infologica*, 5(2), 373-385.  
<https://doi.org/10.26650/acin.911202>

## 1. INTRODUCTION

Brain tissue has a complex structure, and trying to understand it will provide important advantages in the fight against many diseases and in developing new tools related to this structure. One particular benefit of understanding the brain is that we can gain an insight into the development of the brain. According to studies, the brain experiences some changes throughout the years (Giedd et al., 1999; Lenroot & Giedd, 2006). For that reason, predicting brain age has various benefits for the diagnostic processes of brain-related diseases. Because of this, there have been numerous studies conducted and many methods adopted to grasp various dynamics related to brain age. It has been observed that there is a certain pattern in morphological changes in the brain during brain development and healthy aging. Volumetric changes in brain tissues such as grey matter, white matter (WM) and Cerebrospinal fluid (CSF) have been examined (Jiang et al., 2020; Ito et al., 2018; Li et al., 2018). Studies have shown that the volume of the grey matter decreases with age, while CSF's volume increases, and the volume of WM shows small changes. T1-weighted images, which are a type of MR image, have been used to analyze volumetric changes in brain sciences.

Some brains change outside of ordinary developmental patterns. Particular diseases such as Alzheimer's, dementia and cancer can change the morphological structure of the brain. In such cases, knowledge of ordinary aging provides great benefits. Some studies benefit from the ordinary aging processes while examining cognitive impairment, Alzheimer's and neurological disorders (Liem et al., 2017; Franke & Gaser, 2012; Cole et al., 2017a; Rokicki et al., 2020).

Biomedical data widen with every passing day. Medical doctors have made their decisions manually based on the images or records taken to collect these data. However, these partially subjective decision-making resources and processes lead scientists to look for more standardized approaches than that. In time, scientists from other departments have supported clinical decision-making processes by contributing their expertise. Computer scientists are among the ones who have made substantial contributions to the medical literature. Researchers have advanced some means for computer-aided diagnosis through some machine learning and deep learning techniques (Doi, 2007; Tang et al., 2009). It is a widely supported view that these tools have improved radiologists' performance and diagnostic processes (Yin & Chiu, 2004). Today, scientists and medical experts attach great importance to decision-making processes based on these data.

Studying the brain has its difficulties. It is a three-dimensional entity with multiple parts. Minor changes in these parts could indicate many alterations and transformations in the mind and some other parts of the body. For this reason, observing these changes necessitates a complex and interdisciplinary approach. These changes are aimed to be observed using different methods and tools. T1-weighted images, which are a type of MR image, have been used to analyze volumetric changes in brain sciences. The convolutional neural network is used in many studies, and 3D-CNN and 2D-CNN are some methods that are highly benefited from in relevant studies (T. Huang et al., 2017; Levakov et al., 2020; Symposium & Imaging, 2019; Rossi et al., 2019; Pardakhti & Sajedi, 2020; Peng et al., 2021).

There are some studies in the literature on age estimation from T1-weighted images. In one of these studies, the relationship among age, sex and the volume of the brain was observed (Luders et al., 2009). The results suggested that the water content of the grey matter decreases more harshly in men than women. Additionally, the water content of the female grey matter is on average 1.2% higher than the respective male grey matter water content. In another study, the researchers designed a cortical surface pattern (CSP) combining cortical thickness with curvatures, which constructed an accurate human age estimation model (Wang et al., 2014). Their results suggested that CSP is sensitive to brain development. It is much more powerful than voxel-based morphometry used in previous methods for age estimation.

There are some disadvantages of using 3D-CNN to predict brain age. The initial obstacle is that this method requires high memory load as all brain slices are examined. Even though we have enough memory capacity, the computers that are utilized should be strong enough to compute many units of data simultaneously. Taking these conditions into consideration, it is not always possible to adapt the 3D-CNN model. Two studies in the literature used 2D convolutions instead of 3D convolutions in their model to reduce computational time and memory requirements (Rossi et al., 2019; Hong et al., 2020). Both studies trained their complex models on all sections (slices) of 3D brain planes to predict brain age.

The primary purpose of this study is to achieve a three-dimensional insight into brain age. At first, it was planned to adopt the 3D-CNN model. However, this idea was abandoned because of the difficulties that come with it and not enough memory capacity. Therefore, we tried to change our direction to make our method usable for everybody else (Rossi et al., 2019). Since other methods such as 3D-CNN need high-level hardware configurations and much time to provide a result, we planned to feed our model with MR images of some slices of the brain to overcome this hardship.

In this study, our aim is to create a model using 2D-CNN, which is trained in a shorter time than 3D-CNN and other manually created methods and has close success rates. Additionally, thanks to the method used in this study, it is possible to provide small-scale health institutions a chance to apply this method for the early diagnosis of neurodegenerative diseases without huge investments and long waiting times.

To address the disadvantages of the 3D-CNN approach, in this study, 3D-CNN was replaced by 2D-CNN. Thanks to this approach, it was aimed to reduce memory and computational requirements. Many experiments were conducted to reach the best results in a short time:

- All 3D brain scans were divided into their three planes which are axial, sagittal and coronal. In order to further reduce the computational requirements, instead of using all slices of the axial, sagittal and coronal views, we used only the center slices that represented 2D images that were processed independently in the DenseNet121 model, which consisted of 2D convolutions.
- To decide on which center slice of the brain planes provided better prediction on brain age estimation, the training process of the DenseNet121 model, which consisted of three different input sets, was repeated using different optimizers such as Adam, Adamax and Adagrad.

Our best score was compared to a 3D-CNN (Cole et al., 2017a) and some complex models proposed by Rossi et al. (2019) and Jonsson et al. (2019). The results showed that the approach of using only the 2D center images of each brain plane allows comparable results using significantly less computation memory in much less time to be achieved.

## 2. DATA

### 2.1 Dataset

The dataset used in this study consists of brain MR images. T1-weighted MR images were obtained from the IXI dataset. This data repository has about 600 healthy individual MRI images. The acquisition protocol for each sample contains T1, T2, PD, MRA and DTI images. The entire dataset has been gathered at three different hospitals in London, the United Kingdom. The dataset is publicly available and can be accessed at <https://brain-development.org/ixi-dataset/>. This dataset consists of samples from different age groups and different sexes. The numbers of samples for age ranges based on sex may be seen in Figure 1.

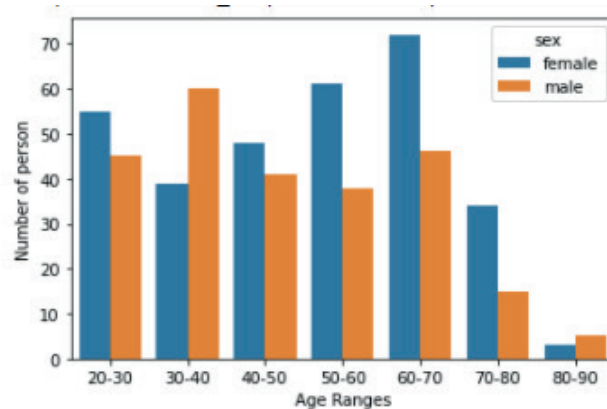
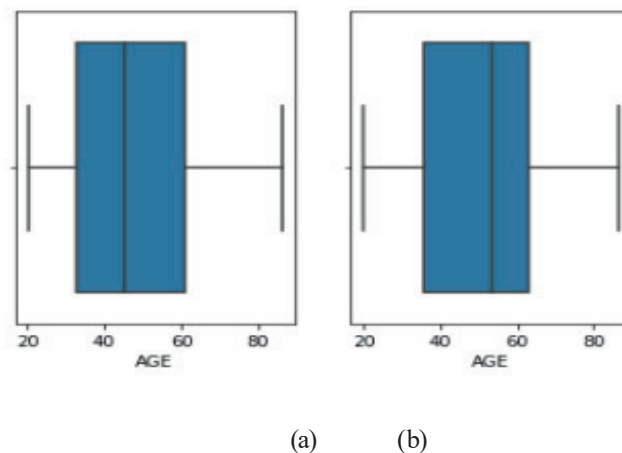


Figure 1. The numbers of samples for each age range in the IXI dataset.

The boxplot shown in Figure 2 provides an idea of the symmetry of the data, how tightly the data are grouped and whether there is skewness in the data. It is shown that the mean age is 47 for males, and it is 50 for females, and the maximum and minimum ages for each sex are the same, which are 86 and 20, respectively.



In this study, we used 563 T1-weighted healthy samples of the IXI dataset, 400 samples for the training set and validation set, and 163 samples as a test set for the analysis.

## 2.2 Preprocessing

All images in the IXI dataset are in the NIFTI file format. These 3D images should be preprocessed before using them in models. This preprocessing involves the realignment and normalization methods. These preprocessing techniques were applied to the dataset by SPM8. SPM8 is a version of the SPM software. SPM is used to organize and interpret functional neuroimaging data. In order to compare data from several scans or research participants, all brain images have to be in the same 3D space. In SPM, this is accomplished by normalizing the images into the space defined by the MNI template. Realignment is a motion correction process. Realignment adjusts movement between slices. After these two preprocesses, the normalized image dimensions are  $79 \times 95 \times 68$ .

An MRI head scan provides three MRI planes: coronal, sagittal and axial, as seen in Figure 3 (Padmanaban et al., 2020).

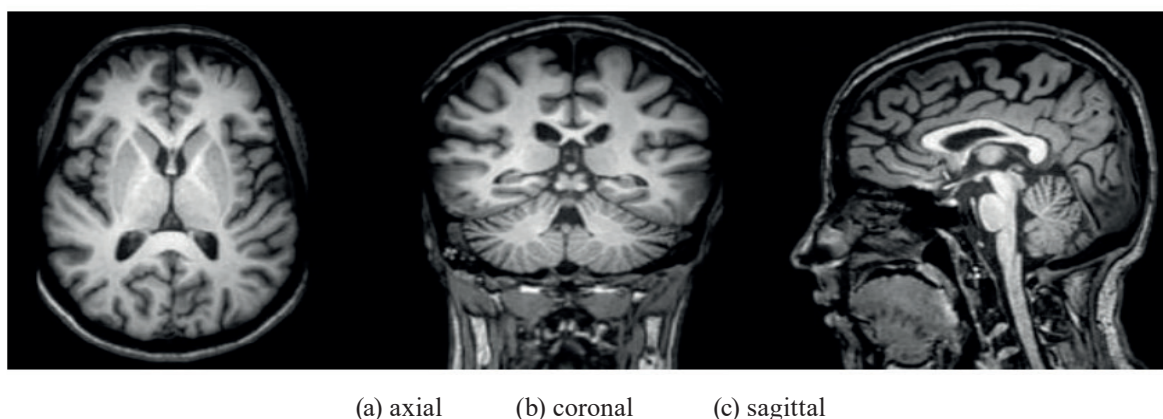


Figure 3. Planes of brain scan.

These planes generate orientations of the head scan. For example, the axial plane generates brain scans from top to down, the coronal plane generates brain scans from front to back, and the sagittal plane generates brain scans from one side to the other laterally. In this study, since the available 3D image dimensions were  $79 \times 95 \times 68$ , for one brain MRI result, we had 79  $95 \times 68$  2D sagittal images, 95  $79 \times 68$  2D coronal images and 68  $79 \times 95$  2D axial images.



### 3.METHODOLOGY

In this study, DenseNet121, a type of densely connected convolutional network, was used as the transfer learning approach. Each plane of the brain scan was fed to this model as an input set. The effects of some different optimizers were investigated in terms of the mean absolute error.

#### 3.1 DenseNet121 using Transfer Learning

The Convolutional Neural Network (CNN) is one of the most prevalently preferred deep learning architectures. CNN has been used for different purposes such as image classification, voice recognition, pattern recognition and segmentation in various fields. A simple CNN consists of layers as the convolution layer, pooling layer and fully connected layer (Darici et al., 2020). It is possible to obtain different CNNs by changing the size of the filters used in these layers and the order of these layers. Computer vision, thanks to CNN, has had some notable successes. However, recently, because of improvements in imaging techniques and the increasing size of images, using simple CNNs may not be adequate to obtain successful results. In such cases, the need for more robust and deeper structures increases. For this purpose, some robust architectures such as DenseNet (G. Huang et al., 2017), ResNet (He et al., 2016), MobileNet (Howard et al., 2017), Inception (Szegedy et al., 2015), Xception (Chollet, 2017) and VGG have been proposed. The main idea behind DenseNet is to connect all layers directly to each other, as seen in Figure 4 (G. Huang et al., 2017).

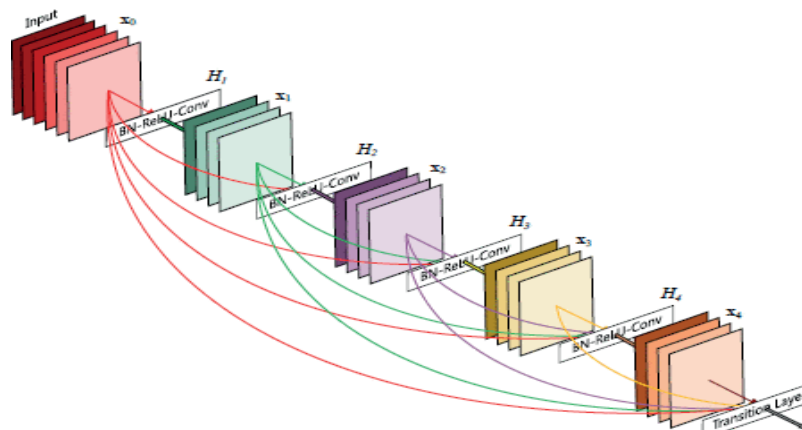


Figure 4. All layers are connected to each other in DenseNet.

This architecture has been trained on two CIFAR datasets (Krizhevsky, 2009) that have colored images with dimensions of 32x32 as the Street View House Numbers (SVHN) dataset (Netzer et al., 1952) that contains 32x32 colored digit images and ImageNet dataset, which is the ILSVRC 2012 classification dataset (Jia Deng et al., 2009) which consists of more than 1 million images. Within these datasets, Huang et al. have achieved state-of-the-art results with DenseNet architecture. Additionally, thanks to its fewer parameters, requirements and lower degree of needing computational resources, DenseNet may be more preferable to other state-of-the-art structures. To be able to reach successful results with these models, it is needed to have many images in the dataset and use powerful machines with high memory resources. In this study, since we could not meet both needs, we decided to use DenseNet with the transfer learning approach.

Transfer learning, which is a deep learning methodology, involves the reuse of pre-learned information for some problems to solve another problem. In the Transfer Learning approach, the features and weights that are obtained in some pre-trained models are reused for different tasks. This approach is beneficial for achieving high success levels quickly with small datasets (Darici, 2020).

Since the initial layers of all models extract some basic features of datasets such as edges, the reuse of these weights representing the dataset features would help obtain basic features of our dataset. This approach, which involves the usage of the weights of the pre-trained model, would save time. With this aim, using the weights of the pre-trained model, the last fully connected layers are retrained on a new dataset with a different aim. Thus, it is aimed to obtain high performance quickly. The primary approach of transfer learning may be seen in Figure 5.

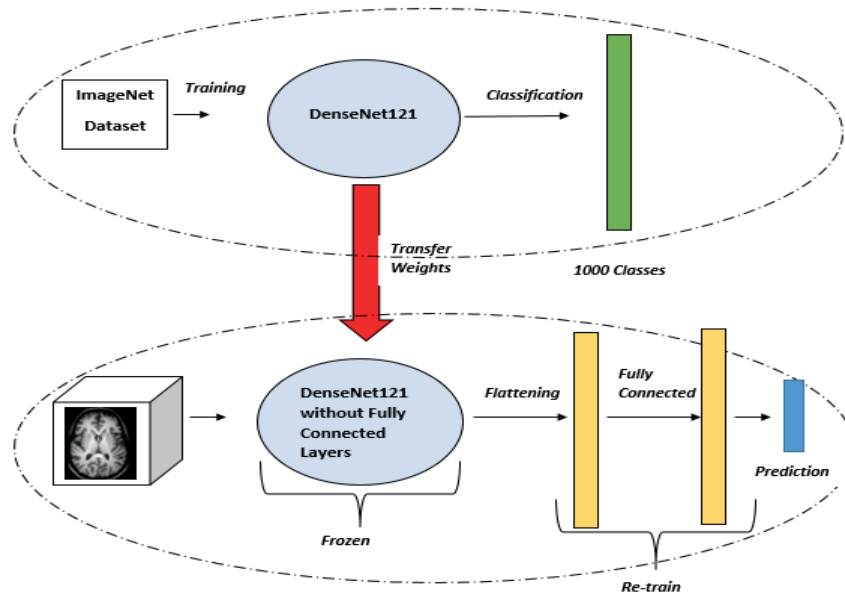


Figure 5. Transfer Learning approach.

In this study, as seen in Figure 5, the pre-trained DenseNet121 model weights with the ImageNet dataset were used. The last fully connected layers of the DenseNet121 model were extracted, and the remaining layers were frozen. This new model was fed with the brain scan dataset. While the weights of the pre-trained model were used for the frozen layers, the weights of the last layers were changed in each epoch for the new dataset, and the aim was to obtain a result suitable for the problem.

### 3.2 Proposed Method

In this section, firstly, the primary approach to the Brain Age Estimation task is given with its reasons (Figure 6). Then each problem and its solutions are explained in detail.

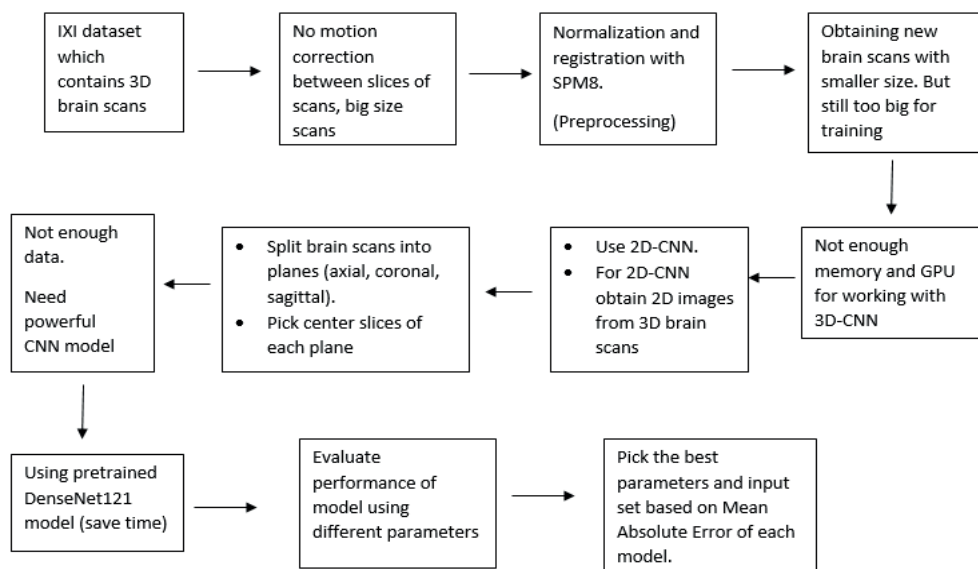


Figure 6. The primary approach to the BAE task in the proposed method.

As said earlier, the IXI dataset that was used in this study contains 3D brain scan images. To train a model with these three-dimensional (3D) images, we need 3D convolutions instead of a 2D one to be able to extract the feature maps of images. The difference between 3D and 2D convolution is the size of the filters. In 2D convolution, the filters used in the convolution

process are also in two dimensions. However, unlike 2D, in 3D convolution, three-dimensional filters are used. Because of this difference, models with 3D convolutions require more memory and time. For this study, since we could not meet this requirement, we decided to split these brain scans into planes and not use 3D convolutions. After splitting the brain scans into their planes separately, we still had images in 3D. As said earlier in Section 2.2, for the IXI dataset, we had 79 95x68 2D sagittal images, 95 79x68 2D coronal images and 68 79x95 2D axial images. For example, for the axial plane, if we put in order 68 images with the dimensions of 79x95, we would obtain a 3D image whose width, height and number of channels are 79, 95 and 68, respectively. As a result, for each patient, a 3D image would be obtained with 2D single-channel images lined up consecutively, as seen in Figure 7. Each slice in the axial plane represents parts of the brain from top to bottom.

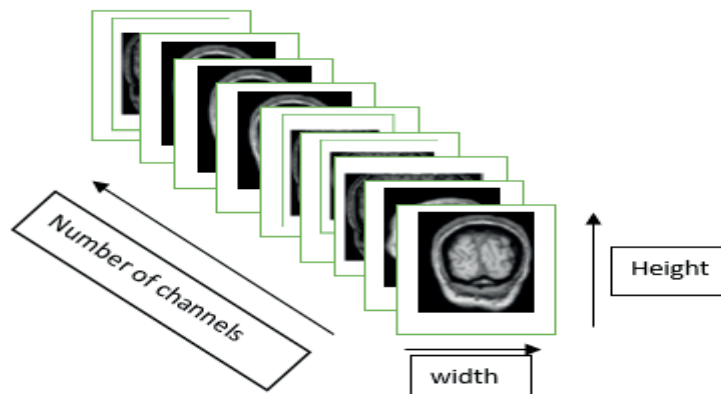


Figure 7. Slices of the axial plane of a brain scan.

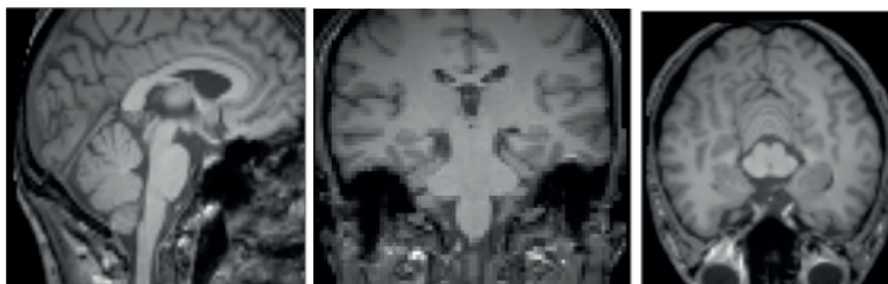
Since we still had 3D images after splitting the 3D brain scan images into their planes, we decided to use only the center slice of each plane. So, since 2D images would be obtained, 3D convolutions were not needed anymore. So, this study consisted of three parts since the brain scan images consisted of three planes. For the first part, the inputs were the center images of the sagittal plane. In the second part, the inputs were the center images of the coronal plane. Lastly, in the third part, the inputs were the center images of the axial plane. The slices used for each plane may be seen in Table 1.

Table 1

*Details of the inputs of the model.*

Plane	Total Number of Slices	Center Slice	Dimensions
Sagittal	79	40	95x68
Coronal	95	48	79x68
Axial	68	34	79x95

The center slices of each plane selected as the inputs of the model were in grayscale. So, they had just one channel each. However, due to its structure, the DenseNet architecture needs three-channel images as input. To solve this problem, the center slices were replicated three times for each patient to create three-channel images. For each input set (sagittal, coronal, axial), example images are shown in Figure 8.



(a) sagittal (b) coronal (c) axial

Figure 8. An example of the center slice of each brain plane.

After obtaining input sets using different planes of the brain, these input sets were trained on the DenseNet121 model using the transfer learning approach. As seen in Figure 5 in Section 3.1, the weights and biases of the pre-trained DenseNet121 model with the ImageNet dataset were loaded, and instead of training the entire model from the beginning, only the last layers were trained using the brain scan image dataset. Except for these layers, all layers were frozen. The aim that was thought to be achieved with this approach was to save a significant amount of time during the training process.

For DenseNet121 using the transfer learning approach, the last fully connected layers of the DenseNet121 model were extracted. The global Average Pooling process was applied to obtain the last feature map of the DenseNet model. After this layer, this model contained two fully connected layers. Each layer had a ReLU activation function and a dropout process with a 0.3 rate to prevent overfitting. In the end, a value that represented brain age was obtained. The structure of the DenseNet121 model with transfer learning may be seen in Figure 9. For each input set, 20% of the entire dataset was used in the testing process, and the rest was used in the training process. Among the training images, 10% were reserved for validation. The number of images for each input set and each process is given in Table 2.

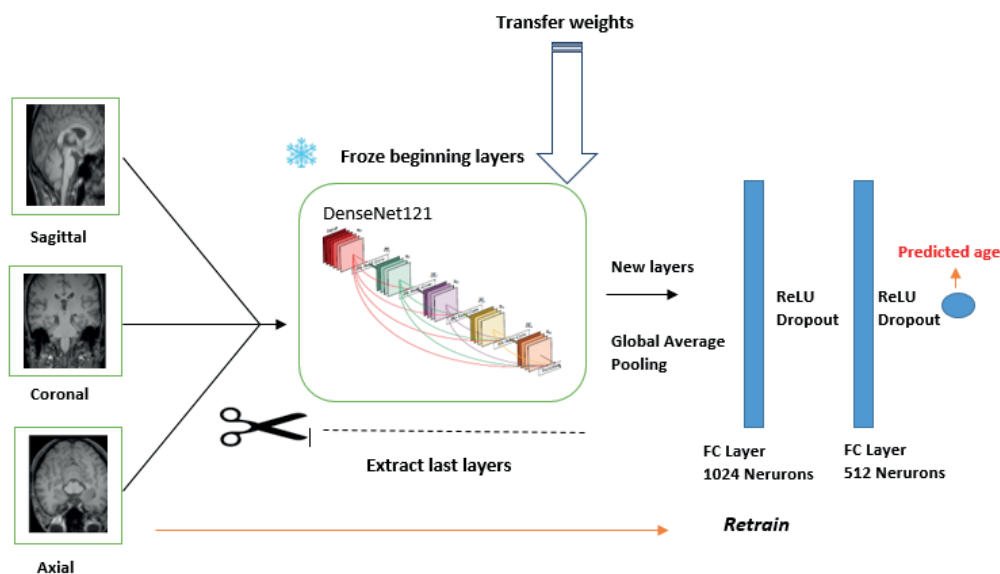


Figure 9. Flowchart of the proposed model.

Table 2

The number of images used in Training/Testing/Validation processes.

Input Set	Total	Training/Validation	Testing
Sagittal	563	360/40	163
Coronal	563	360/40	163
Axial	563	360/40	163

After creating a model to train and test the dataset, it is needed to set some hyperparameters to use in the model during training. These parameters are the optimizer, learning rate value, batch size and number of the epoch. The detailed information about these parameters used in this study is given in Table 3.

Table 3

Hyperparameters that were used in this study.

Hyperparameter	Value / Type
Optimizer	Adam, Adamax, Adagrad
Learning Rate	ReduceLROnPlateau
Batch Size	8
Epoch	100
Shuffle	True

As seen in Table 3, some different optimizers such as “Adam,” “Adamax” and “Adagrad” were used to see which provided the best results for the Brain Age Estimation (BAE) task. Instead of setting a certain value for the learning rate, it was

preferred to use a variable learning rate. The working principle of the “ReduceLROnPlateau” parameter is to reduce the learning rate value based on the set rate. This means, if a metric stops improvement, the learning rate value is reduced. In this study, the model reduced the learning rate for every five epochs by 0.3 if no improvements were seen in the validation loss. The optimization function and the learning rate are two important parameters in the training process. Since these parameters are used in the process of updating weights during training, it is very important to use appropriate values and proper functions to achieve successful results. Moreover, instead of training the entire training set at once, the training set is divided into batches. Each batch has 8 units of data. All training processes are repeated 100 times for the entire dataset, which means the number of the epochs is 100. Moreover, the dataset is shuffled before each epoch to be sure that each batch has different data units for each epoch.

As a summary, first of all, different input sets were obtained from the 3D brain scan images by splitting them into their planes individually. These input sets were then fed to the DenseNet121 model. Since training this model would take a long time, instead of training the entire model from the beginning, only the layers were trained. For the top layers, the weights of the pre-trained DenseNet121 model obtained from the ImageNet dataset were used. This training process was carried out with different optimization functions for each dataset. In the end, a value that represents brain age was obtained for each brain slice (Figure 10).

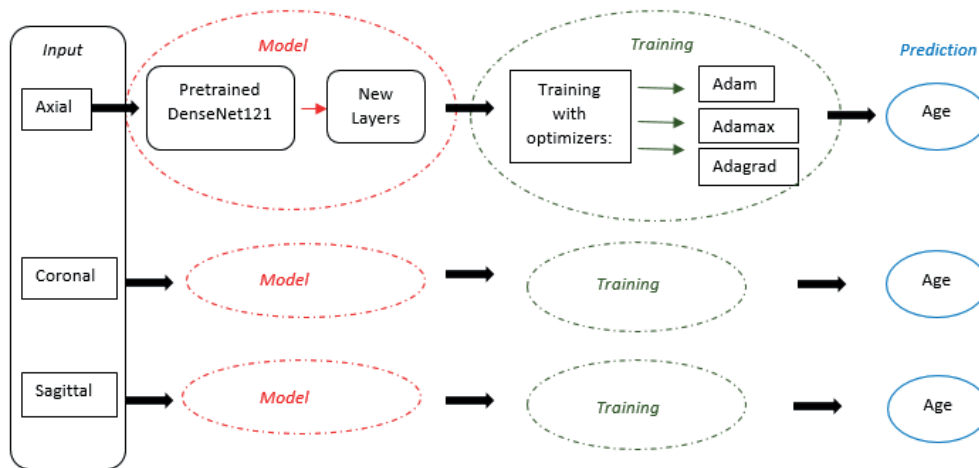


Figure 10. Summary of the proposed method.

## 4. RESULTS

This section reports the results of the proposed method. The proposed method was on three different input sets with three different optimization functions. For each experiment, the Mean Absolute Error (MAE) metric was used to perform test evaluation (see Eq. 1).

$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^N |y - \hat{y}|}{N} \quad (1)$$

In Eq. 1 above,  $\hat{y}$  is the predicted age obtained from the proposed model;  $y$  is the real age obtained from the IXI dataset;  $N$  is the number of samples. Each table and the figure below each table show the results of the proposed model, training time and learning curves when the inputs were from the axial, coronal and sagittal planes, respectively.

Table 4

Results of the proposed method for the Axial Plane

Optimizers	MAE	Time per epoch (s)	Training time (m)
Adam	8.82	3.28	5.5
Adamax	7.66	3.19	5.3
Adagrad	7.22	2.9	4.8

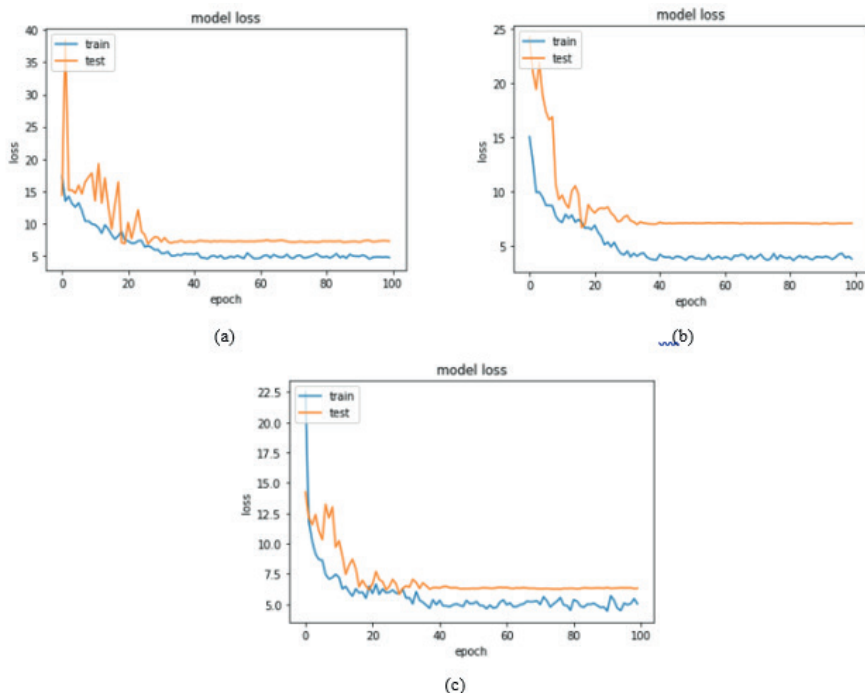


Figure 11. Axial plane learning curves of the model for the optimizers: (a) Adam, (b) Adamax, (c) Adagrad.

Table 5

Results of the proposed method for the Coronal Plane

Plane	MAE	Time per epoch (s)	Training time (m)
Adam	7.2	2.9	4.8
Adamax	7.62	3	5.1
Adagrad	7.45	2.7	4.05

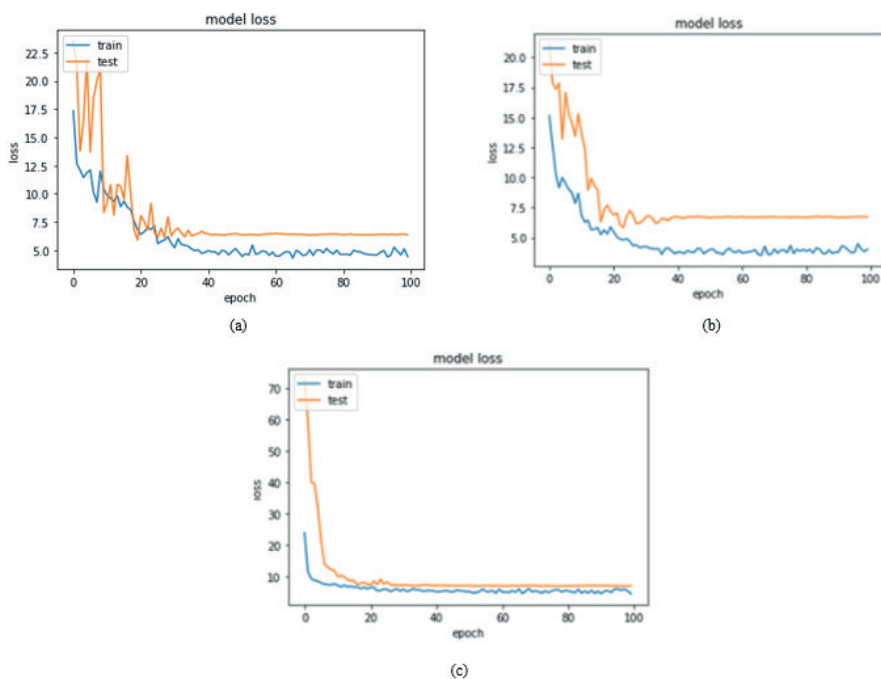


Figure 12. Coronal plane learning curves of the model for the optimizers: (a) Adam, (b) Adamax, (c) Adagrad.

Table 6

*Results of the proposed method for the Sagittal Plane*

Plane	MAE	Time per epoch (s)	Training time (m)
Adam	6.9	3.08	5.13
Adamax	6.3	3.21	5.35
Adagrad	7.93	3.01	5.02

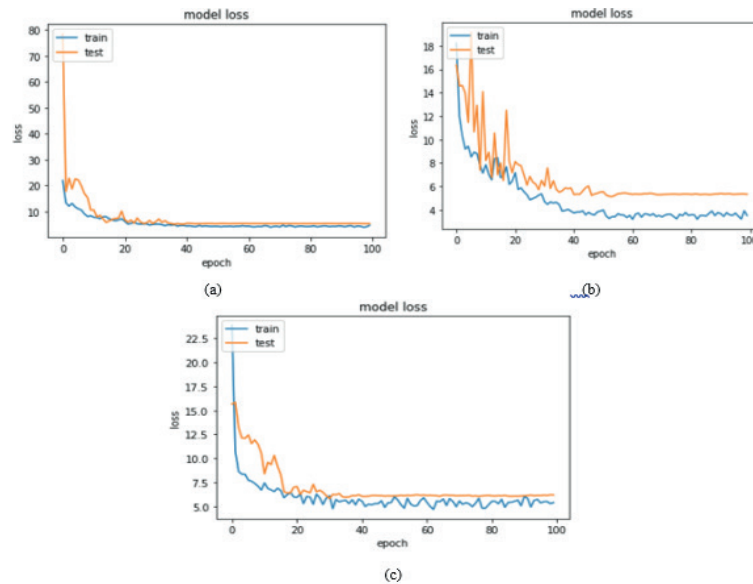


Figure 13. Sagittal plane learning curves of the model for the optimizers: (a) Adam, (b) Adamax, (c) Adagrad.

As seen from all result tables and figures, the best result was the lower value of MAE obtained from the axial plane when the optimizer was Adamax. The training time of all models for each input set and optimizer was shorter than 5.5 minutes, which means the proposed algorithm was quite fast.

Finally, Table 7 compares the results of the proposed method to the ones of other methods used on different datasets. It may be seen that the best MAE value, which means deviation from the actual age, was about 1.43 years on the PNC dataset.

Table 7

*Comparison of the results and the training times of the proposed method to other methods.*

Study	Method	Dataset	MAE	Time per epoch (s)	Training time (m)
(Cole et al., 2017b)	3D-CNN	IXI	6.76	1200	4200
(Cole et al., 2017b)	Applied by (Rossi et al., 2019) 3D-CNN	PNC	1.43	N/A	N/A
(Rossi et al., 2019)	2D-CNN (using all slices)	IXI	6.99	240	270
(Rossi et al., 2019)	2D-CNN inspired by ResNet (using all slices)	IXI	6.61	300	420
(Rossi et al., 2019)	Combining VGG-16 and BLSTM	IXI	5.94	60	99.6
(Rossi et al., 2019)	Combining ResNet50 and BLSTM	IXI	6.86	60	94.8
(Rossi et al., 2019)	Combining DenseNet121 and BLSTM	IXI	6.17	60	90
(Jonsson et al., 2019)	Combining some 3D-CNN	IXI and UK Biobank	4.149	N/A	N/A
(Peng et al., 2021)	3D-CNN	UK Biobank	2.14	N/A	N/A
This Study	2D-CNN using just center slices	IXI	6.3	3.21	5.35

As seen in Table 7, some comparable results can be achieved in a very short training time thanks to the simple method proposed in this study. Even if the approach of using 3D-CNN shows better prediction results, the method used in this study can outperform some complex models and 2D-CNNs which use all slices of brain scans as the input.

## 5. CONCLUSION

The main purpose of this study was to estimate the age of the person with high performance in the shortest time possible using brain MR images. Another important goal of this study was to not require too much memory and computing power while achieving a high performance level. With this aim, each brain scan in the IXI dataset was divided into planes. Each scan has axial, coronal and sagittal planes, which represent some specific areas of the brain. After obtaining three different planes, the center slices of each plane were reserved as the input for the proposed model. Thus, the need for 3D models was eliminated. Since the dataset did not contain too many brain scan images, the weights of the pre-trained DenseNet121 model were used for the model. The model whose last layers were changed was retrained using these weights with a new input set. This approach eliminated the disadvantage of the small number of data units and the high computational power required for a powerful model. BAE is an important task to estimate the ages of individuals from their brain MR images and to detect some neurodegenerative diseases such as Alzheimer's and Parkinson's. Therefore, estimating brain age in the shortest time possible with the lowest loss is the primary purpose of BAE tasks. In this study, with the proposed method, the best test MAE result that was obtained was 6.3 using the sagittal planes as the inputs and the Adamax optimizer in the DenseNet121 model. Moreover, the training time for the parameters that provided the lowest loss was just 5.35 minutes, 3.21 seconds for each epoch. The obtained results showed that the proposed method in this study is comparable to similar studies on the task of BAE. This method provides good results in a short time with low computational power and requirements. These advantages make this method usable and applicable for everybody else.

**Peer-review:** Externally peer-reviewed.

**Conflict of Interest:** The authors have no conflict of interest to declare.

**Author Contributions:** Conception/Design of Study- M.B.D., Ş.Y.; Data Acquisition- M.B.D.; Data Analysis/Interpretation- M.B.D., M.G.; Drafting Manuscript- M.B.D., Ş.Y.; Critical Revision of Manuscript-M.G.; Final Approval and Accountability- M.B.D., Ş.Y., M.G.

**Grant Support:** The authors declared that this study has received no financial support.

**Hakem Değerlendirmesi:** Dış bağımsız.

**Çıkar Çatışması:** Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir.

**Yazar Katkıları:** Çalışma Konsepti/Tasarım- M.B.D., Ş.Y.; Veri Toplama-M.B.D.; Veri Analizi/Yorumlama- M.B.D., M.G.; Yazı Taslağı- M.B.D., Ş.Y.; İçeriğin Eleştirel İncelemesi-M.G.; Son Onay ve Sorumluluk- M.B.D., Ş.Y., M.G.

**Finansal Destek:** Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir.

## References/Kaynaklar

- Chollet, F. (2017). Xception: Deep learning with depthwise separable convolutions. *Proceedings - 30th IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, CVPR 2017, 2017-Janua*, 1800–1807. <https://doi.org/10.1109/CVPR.2017.195>
- Cole, J. H., Poudel, R. P. K., Tsagkrasoulis, D., Caan, M. W. A., Steves, C., Spector, T. D., & Montana, G. (2017a). Predicting brain age with deep learning from raw imaging data results in a reliable and heritable biomarker. *NeuroImage*, *163*, 115–124. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2017.07.059>
- Cole, J. H., Poudel, R. P. K., Tsagkrasoulis, D., Caan, M. W. A., Steves, C., Spector, T. D., & Montana, G. (2017b). Predicting brain age with deep learning from raw imaging data results in a reliable and heritable biomarker. *NeuroImage*, *163*, 115–124. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2017.07.059>
- Darici, M. B., Dokur, Z., & Olmez, T. (2020). Pneumonia Detection and Classification Using Deep Learning on Chest X-Ray Images. *International Journal of Intelligent Systems and Applications in Engineering*, *8*(4), 177–183.
- Darici, M. B. (2020). *Göğüs kafesi röntgen görüntülerinde derin öğrenme metoduyla zatürre hastalığının tanısı* (Vol. 21, Issue 1). <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Doi, K. (2007). Computer-aided diagnosis in medical imaging: Historical review, current status and future potential. *Computerized Medical Imaging and Graphics*, *31*(4–5), 198–211. <https://doi.org/10.1016/j.compmedimag.2007.02.002>
- Franke, K., & Gaser, C. (2012). Longitudinal changes in individual BrainAGE in healthy aging, mild cognitive impairment, and Alzheimer's Disease. *GeroPsych: The Journal of Gerontopsychology and Geriatric Psychiatry*, *25*(4), 235–245. <https://doi.org/10.1024/1662-9647/a000074>
- Giedd, J. N., Blumenthal, J., Jeffries, N. O., Castellanos, F. X., Liu, H., & Zijdenbos, A. (1999). <Giedd1999B.Pdf>. *Neuropsychol, Dev.*
- He, K., Zhang, X., Ren, S., & Sun, J. (2016). Deep residual learning for image recognition. *Proceedings of the IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2016-Decem*, 770–778. <https://doi.org/10.1109/CVPR.2016.90>



- Hong, J., Feng, Z., Wang, S. H., Peet, A., Zhang, Y. D., Sun, Y., & Yang, M. (2020). Brain Age Prediction of Children Using Routine Brain MR Images via Deep Learning. *Frontiers in Neurology*, *11*(October), 1–13. <https://doi.org/10.3389/fneur.2020.584682>
- Howard, A. G., Zhu, M., Chen, B., Kalenichenko, D., Wang, W., Weyand, T., Andreetto, M., & Adam, H. (2017). MobileNets: Efficient convolutional neural networks for mobile vision applications. *ArXiv*.
- Huang, G., Liu, Z., Van Der Maaten, L., & Weinberger, K. Q. (2017). Densely connected convolutional networks. *Proceedings - 30th IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, CVPR 2017, 2017-Janua*, 2261–2269. <https://doi.org/10.1109/CVPR.2017.243>
- Huang, T., Chen, H., Fujimoto, R., Ito, K., Wu, K., Sato, K., Taki, Y., Fukuda, H., & Aoki, T. (2017). AGE ESTIMATION FROM BRAIN MRI IMAGES USING DEEP LEARNING Department of Computer Science , National Tsing-Hua University , Taiwan Graduate School of Information Science , Tohoku University , Japan South China University of Technology , China Institute of D. *Conference: 2017 IEEE 14th International Symposium on Biomedical*, *2*(1), 849–852.
- Ito, K., Fujimoto, R., Huang, T. W., Chen, H. T., Wu, K., Sato, K., Taki, Y., Fukuda, H., & Aoki, T. (2018). Performance Evaluation of Age Estimation from T1-Weighted Images Using Brain Local Features and CNN. *Proceedings of the Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, EMBS, 2018-July*, 694–697. <https://doi.org/10.1109/EMBC.2018.8512443>
- Jia Deng, Wei Dong, Socher, R., Li-Jia Li, Kai Li, & Li Fei-Fei. (2009). *ImageNet: A large-scale hierarchical image database*. 248–255. <https://doi.org/10.1109/cvprw.2009.5206848>
- Jiang, H., Lu, N., Chen, K., Yao, L., Li, K., Zhang, J., & Guo, X. (2020). Predicting Brain Age of Healthy Adults Based on Structural MRI Parcellation Using Convolutional Neural Networks. *Frontiers in Neurology*, *10*(January). <https://doi.org/10.3389/fneur.2019.01346>
- Jonsson, B. A., Bjornsdottir, G., Thorgeirsson, T. E., Ellingsen, L. M., Walters, G. B., Gudbjartsson, D. F., Stefansson, H., Stefansson, K., & Ulfarsson, M. O. (2019). Brain age prediction using deep learning uncovers associated sequence variants. *Nature Communications*, *10*(1), 1–10. <https://doi.org/10.1038/s41467-019-13163-9>
- Krizhevsky, A. (2009). Learning Multiple Layers of Features from Tiny Images. *Asha*, *34*(4).
- Lenroot, R. K., & Giedd, J. N. (2006). Brain development in children and adolescents: Insights from anatomical magnetic resonance imaging. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, *30*(6), 718–729. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2006.06.001>
- Levakov, G., Rosenthal, G., Shelef, I., Raviv, T. R., & Avidan, G. (2020). From a deep learning model back to the brain—Identifying regional predictors and their relation to aging. *Human Brain Mapping*, *41*(12), 3235–3252. <https://doi.org/https://doi.org/10.18201/ijisae.2020466310>
- Li, H., Satterthwaite, T. D., & Fan, Y. (2018). Brain age prediction based on resting-state functional connectivity patterns using convolutional neural networks. *ArXiv, Isbi*, 101–104.
- Liem, F., Varoquaux, G., Kynast, J., Beyer, F., Kharabian Masouleh, S., Huntenburg, J. M., Lampe, L., Rahim, M., Abraham, A., Craddock, R. C., Riedel-Heller, S., Luck, T., Loeffler, M., Schroeter, M. L., Witte, A. V., Villringer, A., & Margulies, D. S. (2017). Predicting brain-age from multimodal imaging data captures cognitive impairment. *NeuroImage*, *148*(November 2016), 179–188. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2016.11.005>
- Luders, E., Gaser, C., Narr, K. L., & Toga, A. W. (2009). Why sex matters: Brain size independent differences in gray matter distributions between men and women. *Journal of Neuroscience*, *29*(45), 14265–14270. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.2261-09.2009>
- Netzer, Y., Wang, T., Coates, A., Bissacco, A., Wu, B., & Ng, A. Y. (1952). PROFESSOR V.N. SHamov. *Voprosy Neirokhirurgii*, *16*(5), 9–13.
- Pardakhti, N., & Sajedi, H. (2020). Brain age estimation based on 3D MRI images using 3D convolutional neural network. *Multimedia Tools and Applications*, *79*(33–34), 25051–25065. <https://doi.org/10.1007/s11042-020-09121-z>
- Peng, H., Gong, W., Beckmann, C. F., Vedaldi, A., & Smith, S. M. (2021). Accurate brain age prediction with lightweight deep neural networks. *Medical Image Analysis*, *68*, 101871. <https://doi.org/10.1016/j.media.2020.101871>
- Rokicki, J., Wolfers, T., Nordhøy, W., Tesli, N., Quintana, D. S., Alnæs, D., Richard, G., de Lange, A. M. G., Lund, M. J., Norbom, L., Agartz, I., Melle, I., Nærland, T., Selbæk, G., Persson, K., Nordvik, J. E., Schwarz, E., Andreassen, O. A., Kaufmann, T., & Westlye, L. T. (2020). Multimodal imaging improves brain age prediction and reveals distinct abnormalities in patients with psychiatric and neurological disorders. *Human Brain Mapping*, *August 2020*, 1714–1726. <https://doi.org/10.1002/hbm.25323>
- Rossi, A., Vannuccini, G., Andreini, P., Bonechi, S., Giacomini, G., Scarselli, F., & Bianchini, M. (2019). Analysis of brain NMR images for age estimation with deep learning. *Procedia Computer Science*, *159*, 981–989. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.09.265>
- Simonyan, K., & Zisserman, A. (2015). Very deep convolutional networks for large-scale image recognition. *3rd International Conference on Learning Representations, ICLR 2015 - Conference Track Proceedings*, 1–14.
- Symposium, I., & Imaging, B. (2019). AN AGE ESTIMATION METHOD USING 3D-CNN FROM BRAIN MRI IMAGES Graduate School of Information Sciences , Tohoku University , Japan . South China University of Technology , China . Institute of Dvelopment , Aging and Cancer , Tohoku University , Japan . *2019 IEEE 16th International Symposium on Biomedical Imaging (ISBI 2019), Isbi*, 380–383.
- Szegedy, C., Liu, W., Jia, Y., Sermanet, P., Reed, S., Anguelov, D., Erhan, D., Vanhoucke, V., & Rabinovich, A. (2015). Going deeper with convolutions. *Proceedings of the IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 07-12-June*, 1–9. <https://doi.org/10.1109/CVPR.2015.7298594>
- Tang, J., Rangayyan, R. M., Xu, J., El Naqa, I. E., & Yang, Y. (2009). Computer-aided detection and diagnosis of breast cancer with mammography: Recent advances. *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine*, *13*(2), 236–251. <https://doi.org/10.1109/TITB.2008.2009441>
- Wang, J., Li, W., Miao, W., Dai, D., Hua, J., & He, H. (2014). Age estimation using cortical surface pattern combining thickness with curvatures. *Medical and Biological Engineering and Computing*, *52*(4), 331–341. <https://doi.org/10.1007/s11517-013-1131-9>
- Yin, T. K., & Chiu, N. T. (2004). A computer-aided diagnosis for locating abnormalities in bone scintigraphy by a fuzzy system with a three-step minimization approach. *IEEE Transactions on Medical Imaging*, *23*(5), 639–654. <https://doi.org/10.1109/TMI.2004.826355>



# Evaluating the Digital Transformation of Cities with Multi-Criteria Decision-Making Techniques\*

## Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri ile Kentlerin Dijital Dönüşümünün Değerlendirilmesi

Mustafa Çoruh<sup>1</sup> , Halil İbrahim Cebeci<sup>2</sup> 



\*This study was produced from the doctoral thesis titled "Determination of Critical Success Factors for the Digital Transformation of Cities and Ranking 81 Provinces According to the Urban Digitization Indices."

<sup>1</sup>Ataşehir Adıgüzel Vocational School, Ataşehir, İstanbul, Turkey

<sup>2</sup>(Asst. Prof.), Sakarya University, Faculty of Business Administration, Department of Management Information Systems, Sakarya, Turkey

ORCID: M.Ç. 0000-0002-7114-0372;  
H.I.C. 0000-0001-5058-7741

### Corresponding author:

Mustafa ÇORUH,  
Ataşehir Adıgüzel Vocational School, Ataşehir,  
İstanbul, Turkey  
E-mail address: mcoruh@mustafacoruh.com

Submitted: 05.06.2021

Revision Requested: 15.06.2021

Last Revision Received: 21.06.2021

Accepted: 22.06.2021

Published Online: 13.09.2021

Citation: Çoruh, M., & Cebeci, H. I. (2021). Evaluating the digital transformation of cities with multi-criteria decision-making techniques. *Acta Infologica*, 5(2), 387-404.  
<https://doi.org/10.26650/acin.948458>

### ABSTRACT

The integration of mobile and digital technologies with sensors enables cities to become Digital and Smart City (SC), and thus to provide city services more productively and effectively. Therefore, measuring the weighted and unweighted Digital Transformation (DT) Level of cities has been determined as one of the important problems of cities. For this purpose, the indicators, dimensions and Critical Success Factors (CSF) affecting the DT of cities were determined through literature review, questionnaires and interviews. The effects of indicators, dimensions and CSFs on the weighted Urban Digitalization Index (UDI) calculation were investigated. The Questionnaire answered by the municipality Information System (IS) experts was used to calculate the indicators, dimension and CSF weights. In these measurements, the SWARA technique was used in the calculation of CSFs weight percentages, the AHP technique was used in the calculation of dimensions weight percentages, and the Categorical Value Selection technique was used in the calculation of indicators weight percentages. The TOPSIS technique was used to transform three weighted UDI ranks into an integrated ranking. Satyam technique was used in the calculation of different UDIs. Use of the Satyam technique in UDI calculation for the first time in the world and the use of different Multi-Criteria Decision-Making techniques together with the TOPSIS method in weighted UDI ranking increases the importance of the research. As a result, it is stated that weighted and unweighted UDI rankings can be used by city administrators in developing SC policies and strategies.

**Keywords:** Digital Transformation, Urban Digitalization Index, TOPSIS Technique

### ÖZ

Yeni mobil ve dijital teknolojiler sensörlerle bütünleşerek kentlerin Dijital Dönüşümünü (DD) ve Akıllı Kent (AK) haline gelmesini ve bu sayede kent hizmetlerinin daha verimli ve etkin bir şekilde yerine getirilmesini sağlamaya başlamışlardır. Bu yüzden kentlerin ağırlıklı ve ağırlıksız DD Seviyesinin ölçülmesi kentlerin önemli sorunlarından birisi olarak belirlenmiştir. Bu amaçla literatür taraması, anketler ve mülakatlar vasıtasıyla kentlerin Dijital Dönüşümünü etkileyen göstergeler, boyutlar ve Kritik Başarı Faktörleri (KBF) belirlenmiş ve bunların ağırlıklı ve ağırlıksız Kent Dijitalleşme Endeksi (KDE) değerlerinin hesaplanmasına etkileri araştırılmıştır. Ağırlıklı KDE'lerin hesaplanmasında kullanılan Gösterge, Boyut ve KBF ağırlıklarının hesaplanması için belediye Bilgi İşlem (Bİ) uzmanları tarafından cevaplanan Anketler kullanılmıştır. KBF ağırlık yüzdelerinin hesaplanmasında SWARA, boyut ağırlık yüzdelerinin hesaplanmasında AHP ve gösterge ağırlık yüzdelerinin hesaplanmasında Kategorik Değer Seçme tekniği kullanılmıştır. Bu yüzde ağırlık değerleri yardımıyla oluşturulan üç adet ağırlıklı KDE sıralaması da TOPSIS tekniği kullanılarak bütünleşik ağırlıklı bir sıralamaya dönüştürülmüştür. KDE'lerin hesaplanmasında ise Satyam tekniği kullanılmıştır. KDE hesaplanmasında Satyam tekniğinin Dünya'da ilk defa kullanılması ve farklı Çok Kriterli Karar Verme tekniklerinin ağırlıklı KDE sıralamasında TOPSIS yöntemiyle birlikte kullanılması araştırmanın önemini artırmaktadır. Sonuçta ağırlıklı ve ağırlıksız KDE sıralamalarının kent yöneticileri tarafından AK politikaları ve stratejileri geliştirmede kullanabilecekleri belirtilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Dijital Dönüşüm, Kent Dijitalleşme Endeksi, TOPSIS Tekniği

## 1. INTRODUCTION

Digital Transformation (DT) changes the rules of doing business, management, and living in every field from beginning to end. The governments of the cities are also affected by this. The spread of new Information (Digital) and Mobile Technologies are transforming cities' management models and service processes. Therefore, like countries, NGOs, companies, and universities, cities have to find ways of DT by adapting to the Digital Age. It should not be forgotten that the Digital Transformation of a city means becoming a Smart City (SC) (Satyam, 2017).

**Research Problem:** It is obvious that today cities have to deal with many problems. In this study, it is advocated that solutions can be produced through DT for the ineffective and unproductive use of urban resources, which is one of the main problems of cities. For this, it is suggested that the Digital Transformation Level of cities must be measured. In other words, Urban Digitalization Indexes (UDI) must be determined. In order to determine the UDI of the cities, the dimensions, Critical Success Factors (CSF), and indicators that ensure the DT of cities must be determined, and their effects on weighted and unweighted UDIs must be found. Multi-Criteria Decision Making (MCDM) techniques are used to find dimension, CSF, and indicator weights and calculate UDIs with the help of these in the ranking of cities. For this purpose, transforming the weighted dimension, CSF, and indicator ranking used in calculating UDIs into an integrated ranking with the TOPSIS method has been determined as the problem of this research.

**Aim of the Study:** In line with the identified problem, first of all, it was tried to determine the indicator, dimension, and CSF weights that determine the UDI of the cities. For this, indicators, dimensions, and CSFs affecting the Digital Transformation of cities were determined through literature review, interviews, and surveys. These were put into a table, and MCDM techniques were used to find their weights with the help of surveys. The SWARA technique was used to find CSF weights, the AHP technique was used to find dimension weights, and the Categorical Value Selection technique was used to find indicator weights. The UDI rankings formed with these three different weighted values have been transformed into an integrated ranking with the TOPSIS technique. For this reason, the purpose of the research was determined as “*to achieve an integrated UDI ranking by integrating different MCDM methods*”.

However, since the aim of the research is to use a suitable method to fulfill the research purpose rather than to compare the methods used or to determine their superiority to each other, only the methods that were decided upon to be used in the research were attempted to be introduced in the literature review, findings, and method sections. Thus, the TOPSIS method, which is used to obtain an integrated ranking from different weighted UDI rankings, was introduced. Therefore, only the basic features of other methods that could be used are mentioned in the relevant sections.

**Research Questions:** In this research, answers to the following questions were sought to achieve the aim stated above:

1. What are the Dimensions, CSFs, and Indicators that affect cities' Digital Transformation (Digitalization)?
2. With which MCDM techniques and how can Dimension, CSF, and Indicator percent weight values be measured?
3. How can UDI rankings based on different weight values be transformed into an integrated ranking for city administrators?

**The Importance of the Study:** Finding the indicators, CSFs, and dimensions that determine the Digital Transformation level of cities and trying to help city managers make new decisions for the Digital Transformation of cities by determining different UDI rankings with the help of these, reveal the importance of this research. In addition, transforming the UDI rankings created with different MCDM techniques into an integrated ranking with the TOPSIS method increases the importance of the research. This integrated ranking can help city administrators to determine SC policies and strategies.

**Target Audience of the Study:** City and Municipality administrators, municipal IS officials, and other city stakeholders.

## 2. LITERATURE REVIEW

Numerous organizations and research groups worldwide make city classifications such as the most livable city, the best global city, the smartest city, the most digital city, and the best city to find jobs. Lately, in the world and Turkey, various indices

relating to the Digital Transformation of the economy, businesses, and Smart Cities are being developed by different international and national institutions. Because numerical indicators related to DT of these entities have become extremely important for designing national and international policies (TÜBİSAD, 2020, s. 19), many indicators, dimensions, and CSFs affect the Smart or Digital Cities have been revealed in these studies. Cities often use these SC Index rankings to increase their publicity and improve their position in competition between cities (SCRanking, 2007).

In line with the literature review and the interviews made in Zonguldak districts, the dimensions, CSFs, and indicators of the Digital Transformation of Cities are given in Table-1. Details of how these are determined can be found in the research (Çoruh M. , 2021) conducted in Zonguldak districts and 81 provincial centers in Turkey. In this study, 88 indicators were used to measure CSF and dimension values. The list of indicators is given in Annex-1.

Table 1

*Dimensions, CSFs and Indicators Affecting the Digital Transformation of Cities*

Dimensions	Dimensions References	CSFs	CSF References	Number of Indicators
Smart Technology	(Ahvenniemi, Huovila, Pinto-Seppä, & Airaksinen, 2017), (Cisco, 2018),	Technology Infrastructure	(Ahvenniemi, Huovila, Pinto-Seppä, & Airaksinen, 2017), (Cohen, 2015), (Cisco, 2018), (EDCi, 2016)	13
	(Kamrysi, Gotzamani, Andronikidis, & Georgiou, 2014)	Technology Adoption	(Cisco, 2018) (Ahvenniemi, Huovila, Pinto-Seppä, & Airaksinen, 2017),	9
Smart Human	(Cohen, 2015), (IBM, 2016),	Human Capital	(Cisco, 2018), (EDCi, 2016), (Satyam, 2017)	10
	(Kamrysi, Gotzamani, Andronikidis, & Georgiou, 2014), (SCRanking, 2007)	Meeting Human Needs	(Cisco, 2018), (Satyam, 2017)	10
Smart Governance	(Ahvenniemi, Huovila, Pinto-Seppä, & Airaksinen, 2017), (Cohen, 2015), (IBM, 2016), (Satyam, 2017), (SCRanking, 2007)	Municipal Governance	(Ahvenniemi, Huovila, Pinto-Seppä, & Airaksinen, 2017), (Cohen, 2015), (SCRanking, 2007) (Berger, 2019),	11
		Smart City Applications	(Satyam, 2017), (TT, 2018)	11
Smart Economy	(Ahvenniemi, Huovila, Pinto-Seppä, & Airaksinen, 2017), (Cohen, 2015), (IBM, 2016), (SCRanking, 2007)	Ease of Doing Business	(Cisco, 2018), (EDCi, 2016)	8
		Environment of Innovation	(Cisco, 2018)	9
		Digital Market	(EDCi, 2016)	7

Source: (Çoruh, 2021)

In scholarly researches, indicators, dimensions, and CSFs used in the calculation of UDIs are generally used with the help of weights determined in line with expert opinions by using Multi-Criteria Decision Making (MCDM) techniques such as Categorical Value Selection, SWARA, ENTROPY, DEMATEL, Analytical Network Process (ANP) and Analytical Hierarchy Process (AHP). Objective weighting techniques such as ENTROPY are primarily used when there is appropriate data for determining the weight percentages of these elements. However, other techniques such as SWARA, ANP, and AHP techniques

are generally used in line with expert opinions in cases with no data available. Özkaya and Erdin's (2020) research on the evaluation of smart and sustainable cities with ANP and TOPSIS can be given as an example.

SWARA (Step-wise Weight Assessment Ratio Analysis) technique, one of the MCDM techniques used in this study, is a multi-criteria weight calculation method developed by V. Kersulienė et al. (2010). In the method, the criteria used in the evaluation of alternatives are listed from important to unimportant and unimportant criteria are firstly eliminated by voting. Then, while calculating the weights of the remaining criteria, the total geometric mean of the rankings created by each expert is taken. In this technique, each expert ranks the importance of each criterion from the most unimportant to critical and determines the significance ratio among them (Ayçin, 2019, s. 222).

The main advantage of this method in MCDM techniques is that there is no need for any evaluation to define priorities and ranking criteria in some problems. However, in decision problems with many criteria, it becomes challenging to use AHP or ANP with too many paired comparisons. In the SWARA method, the weighting percentage can be obtained by making fewer comparisons. In this method,  $N-1$  comparisons are made for  $N$  criteria (Ayçin, 2019, s. 222).

The SWARA technique, details of which can be accessed from the relevant resource, consists of the following stages (Ayçin, 2019, s. 222):

1. Stage: Determination of criteria and decision-makers.
2. Stage: Determining the importance order of the criteria.
3. Stage: Determining the relative importance of the criteria. Here, it is determined by what percentage (%) the  $j$  criterion is more important than the  $(j + 1)$  criterion. This determined value is indicated as  $S_j$ .
4. Stage: The following formulas are used in determining the  $K_j$  Coefficient.

$$\text{If } J = 1 \text{ then } K_j = 1 \quad (1)$$

$$\text{If } J > 1 \text{ then } K_j = S_j + 1 \quad (2)$$

5. Step: The following formulas are used in determining the  $Q_j$  Coefficient.

$$\text{If } J = 1 \text{ then } Q_j = 1 \quad (3)$$

$$\text{If } J > 1 \text{ then } Q_j = Q_{(j-1)} / S_j \quad (4)$$

6. Stage: In determining the relative weights of the criteria, the following Formula is used.

$$W_j = \frac{Q_j}{\sum_{k=1}^n Q_k} \quad (5)$$

On the other hand, Analytical Hierarchy Process (AHP) is an MCDM technique performed by giving relative values to decision alternatives and criteria in complex decision problems. Many decision problems contain both objective and subjective elements. AHP offers a more flexible and convenient solution due to its structure that addresses both of these elements (Timor, 2011, s. 26). T. Saaty developed AHP in the 1980s: With this MCDM method, objective and subjective decision criteria can be compared, and a ranking can be obtained as a result of weighting based on different decision criteria. AHP stands out as an MCDM technique that can be used in complex decision problems and especially in problems with subjective decision elements (Timor, 2011, s. 26).

After determining the target in AHP, a selection is made among alternatives with the help of criteria. Therefore, AHP works on the following three elements (Baltalar, 2008):

1. **Simple Mathematics:** Uses basic mathematics in AHP calculations. These are four operations, namely addition, subtraction, multiplication, and division.
2. **Criterion:** Anything that seems essential to the decision-maker (price, quality, distance, factor, etc.).
3. **Standard Preference Table:** It contains values used to indicate how important each criterion is to the decision-maker.

Usually, values between 1 and 9 are used. For example, one suggests that the two factors are of equal value, a value of 3 indicates Slightly More Important (Less Superior), a value of 5 indicates Quite Important (High Superiority), a value of 7 indicates Very Important (Very Superior), a value of 9 indicates Extremely Important (Absolute Superiority), and a value of 2, 4, 6, 8 are Intermediate Values (Consensus Values). In short, values between 2 and 9 indicate how many times one criterion is worth to another.

Technical details of AHP calculations can be found in Ayçin (2019), Timor (2011), and Baltalar (2008)

Indicators are the basic parameters that affect the smartness or digitalization of cities and contribute to the competitiveness of cities in the Urban Digitization Index ranking. However, the contribution of each indicator in this competition may be different. The difference in the indicator percentage (%) weights requires its effect to be predominant in CSFs and their dimensions. Due to many indicators, it is necessary to find an applicable method to measure their weights. One of these measurement techniques is the “Categorical Value Selection” technique. This technique can be obtained by choosing a categorical value between 0 and 5 or 7. Then, the following formula is used in calculating the five-selection of an indicator weight values (Aihemaiti A. , 2018, s. 29):

$$W = 0 * P_0 + 1 * P_1 + 2 * P_2 + 3 * P_3 + 4 * P_4 \quad (6)$$

In this Formula, the ratio of P<sub>0</sub> corresponds to the election percent (%) of 0 in the questionnaire and P<sub>1</sub> to the election percent (%) of 1, etc. Thus, the weight of P<sub>0</sub>, P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub>, and P<sub>4</sub> in the equation is the proportion of 0, 1, 2, 3, and 4 in the questionnaire answers given to the indicator to be calculated, that means P<sub>0</sub> + P<sub>1</sub> + P<sub>2</sub> + P<sub>3</sub> + P<sub>4</sub> = 100%. Here, the following Formula is used to calculate P<sub>i</sub> percentages:

$$P_i = X_i * 1 / N \quad (7)$$

X<sub>i</sub>: Indicator answer number, N: Total number of answers.

It is helpful to recalculate the calculated weight values with the normalization formula to normalize the distortion of maximum and minimum values. Different formulas are used according to maximization or minimization problems in MCDM techniques. For example, in the case of maximization problems, the following normalization formula can be used (Aihemaiti A. , 2018, s. 29):

$$Normalized\ W_i = \frac{(W_i - Min(w))}{(Max(w) - Min(w))} \quad (8)$$

W<sub>i</sub>: Original value of the indicator, Max (w): Maximum value, Min (w): Minimum value.

Methods such as Z-Score, Euclid Distance, and Satyam technique determine the Urban Digitalization Indexes. In this study, the Satyam UDI technique was used in the calculation of UDIs, but no other research was found in the literature review for the Satyam technique. In the Satyam UDI calculation technique, the details of which are not given in this research, Urban Digitization Maps (UDM) are created with the Digitization (CSF) Ratio results calculated from the indicator values. Then, the UDI is calculated by dividing the sum of the triangular areas on these maps by the largest circle area containing these triangles. In the calculation of UDIs, (Aihemaiti A., 2018) can be consulted for Z-Score, (EDCi, 2016) for Euclidean Distance, and (Satyam, 2017), (Çoruh M., 2021) and (Çoruh & Cebeci, 2020) for Satyam technique.

There are different alternative methods such as DEA, VIKOR, EDAS, WASPAS, and TOPSIS to bring different rankings into a single ranking. For example, VIKOR provides a compromise solution between decision alternatives in optimizing complex systems with many criteria (Ayçin, 2019, p. 368). With the WASPAS method, more reliable rankings can be made with the integrated use of Weighted Sum and Weighted Product models (Ayçin, 2019, p. 308). The EDAS method is a method in which rankings are made by calculating the distances to the mean solution (Ayçin, 2019, p. 100). The TOPSIS method, on the other hand, is based on the optimization of positive and negative ideal solution results. Each of these methods can be used to determine the rankings in this research. However, the TOPSIS method was used because it does not involve too complex calculations to bring three different rankings made according to Weighted UDI values into an integrated ranking.

The TOPSIS method developed by Hwang and Yoon in 1980 is one of the MCDM methods. Decision-makers frequently prefer TOPSIS in many different fields because they are easy to understand and do not contain complex mathematical calculations. The method proposes that the most appropriate decision alternative is close to the positive ideal solution and far from the negative ideal solution. Therefore, it bases its calculations on the distances from these points. It enables the decision alternatives to be ranked by comparing the distances (Ayçin, 2019, s. 292). In the TOPSIS method, solutions are calculated with a 6-step process (Ayçin, 2019, s. 293):

1. Stage: Creation of the decision matrix (A).
2. Stage: Creation of the standard decision matrix (R).
3. Stage: Creation of the weighted standard decision matrix (V).
4. Stage: Determination of positive ideal (A<sup>\*</sup>) and negative ideal (A<sup>-</sup>) solution values.
5. Stage: Calculation of the distance from positive and negative ideal points (n: shows the number of variables).

$$\text{Distance between two points: } = d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^n (X_{ik} - X_{jk})^2} \quad (9)$$

$$\text{Positive ideal distance: } = S_i^* = \sqrt{\sum_{j=1}^n (V_{ij} - V_j^*)^2} \quad (10)$$

$$\text{Negative ideal distance: } = S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (V_{ij} - V_j^-)^2} \quad (11)$$

6. Stage: Calculation of relative proximity to the ideal solution.

$$\text{Relative proximity to the positive ideal solution: } = C_i^{*-} = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^*} \quad (12)$$

Because of these features, TOPSIS is used to integrate different rankings in research . Details of the TOPSIS method can be found in (Ayçin, 2019) and other internet sources.

### 3. METHODS

In this research, determining the weights of indicators, dimensions, and CSFs that contribute to determining the weighted and unweighted Digital Transformation Levels of the cities, namely the UDIs was attempted. In this calculation process shown in Figure-1, indicators express the raw data at the lowest level. Digitalization Ratios (a/b) were obtained from these raw data. Other Relevant Ratios were found by multiplying these ratios with CFS, Dimension, and Indicator percentages (%) calculated by SWARA, AHP, and Categorical Value Selection techniques. With the help of these ratios, Urban Digitalization Maps (UDM) were created. After these UDM were calculated from triangle areas, the ratio of the circle area in the radar chart is divided with the measured UDM area. This is called the ‘‘Satyam UDI’’ calculation technique. These UDI values are used in the overall ranking of cities. In addition, cities could be listed from different angles with different weighted UDIs calculated with the help of different ratio values. The weighted UDI rankings calculated with the help of these different weights were transformed into an integrated weighted ranking order with the TOPSIS method.





Figure 1. Data Processing Model of the Research

As a research strategy, firstly, with the help of literature review, different MCDM techniques were investigated to find the weights of indicators, dimensions, and CSFs affecting the Digital Transformation of Cities in the research. At the end of the investigation, it was decided that it would be appropriate to use SWARA to calculate CSF weights, AHP for calculating dimension weights, and Categorical Value Selection techniques for calculating indicator weights. Using these techniques, the data required to find the weights via Survey-1 and Survey-2, which are prepared on the internet, was decided. The surveys were answered by experts in the IS department of the city municipalities. Two emails were sent to the IS departments of 81 provincial municipalities to answer the surveys, 15 days apart. In the Zonguldak districts, it was ensured that the Survey-1 on the internet was filled during the interviews. The TSO experts answered the Survey-1 questions besides Municipality IS experts in Zonguldak.

Thirty-nine (39) experts from 21 provinces participated in the surveys. 4 of them were female, and 35 were male. Three of the experts were high school graduates, 1 MYO, 16 undergraduate, 15 masters, and 4 doctoral graduates.

The SWARA technique was used to calculate CSF percentage weights, and the AHP technique was used in calculating dimension percentage weights with the results of the independent questions from Survey-1. Dimension percentage (%) weights were calculated from the 10th question, and CSF percentage (%) weights were calculated from the 11th question in Survey-1. These values were used to calculate the weighted-dimension and CRF UDIs, then the cities were ranked with these UDI values.

AHP was used to calculate dimension percent weights because it was easy to determine the degree of significance among the four dimensions and easily understood by IS experts. The same technique could not be used to calculate CSF percent

weights because the 9 CSFs require too many evaluations (36 options) among themselves. In the experiments conducted during the interviews, it was observed that the AHP questions consisting of 36 options for CRFs were not answered correctly by the IS and TSO experts. For example, an expert who stated that CSF6 is more valuable than CSF7 and that CSF7 is more valuable than CSF1, later pointed out that CSF1 is more valuable than CSF6. It was seen that they could not understand the reasons for this evaluation because of the complexities. Therefore, ranking questions were prepared to determine the CSF percentages, and the answers to these ranking questions were evaluated with the help of the more appropriate SWARA technique. The ordering of 9 CSFs from the least important to the most important (from 1 to 9) was easily understood and answered by experts. In the findings section of the research, how the SWARA and AHP techniques are used is explained in detail.

Indicator weights were found using the “Categorical Value Selection” technique with the help of 5-categorical (0, 1, 2, 3, 4) answers given to 6-14th questions in the Survey-2. In this technique, a 5-categorical evaluation was used for indicator percentage weights because it seemed challenging to evaluate 88 indicators by IS experts any other way. Application Details of the technique are explained in the findings section.

In addition to the communication and demographic data of those who responded to Survey-1, duty, and institution data were also collected. In Survey-1, AHP questions for dimensions and ranking questions in CSFs were asked. By October 31, 2020, 23 experts answered Survey-1. The answers from the survey were used in the calculation of CSF and dimension percentage weights. With Survey-2 prepared in Google forms, municipal IS experts were asked to evaluate 88 indicators (Annex-1) by choosing a value from the 5-categorical value. By October 31, 2020, 16 experts answered Survey-2. As mentioned before, the related weighted Ratios were calculated by multiplying the weight percentages with the Digitization Ratio (a/b). The weighted indicator, dimension, and CSF UDIs were found, and cities were ranked with the help of these UDIs. Then to make them more useful, these three different weighted rankings were transformed into an integrated-weighted UDI ranking with the TOPSIS technique.

As can be seen from the above explanations, in this study, a hybrid approach (positivist + interpretive ) was used in terms of research approach (methodology). MCDM techniques such as Categorical Value Selection, SWARA, and AHP were used to calculate indicator, dimension, and CSF weight values with a positivist approach. An interpretative approach was chosen by referring to the opinions of IS experts in determining the weight percentages.

#### 4. FINDINGS

Indicators, dimensions, and CSFs are taken as basic parameters that affect the smartness or the level of Digital Transformation of cities. They contribute to the competitiveness of cities in the UDI ranking. However, since the contribution of each indicator, dimension, and CSF may be different in this competition, their weights should be determined. For this purpose, MCDM techniques described in the literature review were used. As a result of applying these MCDM techniques used in the research, the following findings were obtained.

**Application of SWARA Technique:** Each CSF in Survey-1 was ranked by the experts from 1 to 9, from the least valuable to the most valuable. It has been explained to the experts that each CSF should take a single value between 1 and 9. Seven (7) experts answered the survey filled out during the interviews held in Zonguldak districts. Survey-1, which was filled out on the internet by the provincial Municipality IS experts, was answered by 16 experts. However, four expert answers were not evaluated because they did not make the desired order (unique) correctly. Collected survey responses were processed on an Excel spreadsheet.

On the other hand, Table-2 shows how the first expert (E-1) answered Survey-1, and his answers were evaluated in the SWARA technique. The  $S_j$  value in the table shows how much each CSF is valued in percent (%) compared to the next CSF in the ranking by the expert. For example, the E-1 stated that CSF6 (Smart City Applications) is 10% more valuable than CSF1 (Technology Infrastructure), and CSF1 is also 10% more valuable than CSF2.

Table 2

*Expert-1 SWARA Calculation Results in Weighting CSFs*

Criteria	Selected Rank in the Survey (Least to Most Valuable)	Ranking (Most Valuable to Least Valuable)	S <sub>j</sub>	K <sub>j</sub>	Q <sub>j</sub>	W <sub>j</sub>	% Ratio
CSF1 (Technology Infrastructure)	8	CSF6	1	1.00	1.000	0.156	15.6%
CSF2 (Technology Adoption)	7	CSF1	2	0.10	1.10	0.142	14.2%
CSF3 (Human Capital)	6	CSF2	3	0.10	1.10	0.129	12.9%
CSF4 (Meeting Human Needs)	3	CSF3	4	0.05	1.05	0.123	12.3%
CSF5 (Municipal Governance)	4	CSF9	5	0.10	1.10	0.112	11.2%
CSF6 (Smart City Applications)	9	CSF5	6	0.10	1.10	0.102	10.2%
CSF7 (Ease of Doing Business)	1	CSF4	7	0.15	1.15	0.088	8.8%
CSF8 (Innovation Environment)	2	CSF8	8	0.15	1.15	0.077	7.7%
CSF9 (Digital Market)	5	CSF7	9	0.10	1.10	0.070	7.0%
Total					6.393	1.00	100%

Again, as can be seen from Table-2, K<sub>j</sub> values were found by adding +1 to the S<sub>j</sub> values. Q<sub>j</sub> values are determined according to the place of CSF in the ranking. If the relevant CSF is in the 1st rank, Q<sub>j</sub> = 1 (as seen in Formula 3) is taken. In other cases, it is calculated by the Formula  $Q_j = Q(j-1) / K_j$  (as seen in Formula 4). For example, in Table-2, Q<sub>1</sub> = 1,000 for CSF6 and Q<sub>2</sub> = Q<sub>1</sub> / K<sub>2</sub> = 1.00 / 1.10 = 0.909 for CSF1. On the other hand, W<sub>j</sub> weight values were calculated with the help of Formula no five by normalization. Each Q<sub>j</sub> value is normalized by dividing the total value of Q<sub>j</sub>. For example, W<sub>1</sub> = 1 / 6.393 = 0.156 and W<sub>2</sub> = 0.909 / 6.393 = 0.142. As a result, after the 19 IS expert answers were calculated one by one, as seen in Table-2, they were combined in Table-3. The Geometric Mean and percent (%) Ratios of 19 expert responses are shown in Table-3.

Table 3

*SWARA Calculation Totals in Finding Each CSF % Ratio*

Criteria	Geometric Mean (W <sub>j</sub> )	% Ratio
CSF1 (Technology Infrastructure)	0.130	13.37%
CSF2 (Technology Adoption)	0.107	10.96%
CSF3 (Human Capital)	0.114	11.69%
CSF4 (Meeting Human Needs)	0.116	11.96%
CSF5 (Municipal Governance)	0.120	12.35%
CSF6 (Smart City Applications)	0.109	11.19%
CSF7 (Ease of Doing Business)	0.093	9.52%
CSF8 (Innovation Environment)	0.100	10.25%
CSF9 (Digital Market)	0.085	8.69%
Total:	0.974	100%

As can be seen from the Geometric Average Column of Table-3, the geometric mean of each CSF was calculated by taking the geometric mean of the W<sub>j</sub> values calculated for each CSF of all experts. To find the % Ratio values in Table-3, the Geometric Mean value in each row was divided by the total Geometric Mean of 0.974. For example, CSF1% = 0.130/0.974 = 13.37. These ratios were used to calculate the CSF-weighted UDIs used in the weighting of the CSFs and the ranking of the cities. For example, the % Ratios in Table-3 were multiplied by the Digitization Ratio (a/b) in Table-9 and used to calculate the CSF Ratios. Then, the CSF weighted UDIs used in the ranking of the cities in Table-9.

**Application of AHP Technique:** 16 experts answered the 11th question of Survey-1 conducted in 81 provincial municipalities. Since the 11th question was included in Survey-1 after the interview surveys conducted in the Zonguldak districts, seven people had no answers to determine the dimension weights.

The upper part of Table-4 shows the Geometric Mean values of the transformed answers of 16 experts. The deals in the lower part of Table-4 were found by dividing one by the values in the upper part. Other AHP calculation values and results made with Excel are listed in Table-4 without going into detail. Here, calculations were made by taking the Geometric Mean values of the answers given to the survey. Saaty recommends this Geometric Mean calculation as stated in (Timor, 2011).

Table 4  
Finding Weight Percentages (%) of Dimensions with AHP Technique

No	Digitization Dimensions	Smart Technology	Smart People	Smart Governance	Smart Economy
		B1	B2	B3	B4
1	Smart Technology	B1 1.000	0.419	0.399	1.093
2	Smart People	B2 2.388	1.000	0.785	1.725
3	Smart Governance	B3 2.507	1.274	1.000	1.208
4	Smart Economy	B4 0.915	0.580	0.828	1.000
<b>Total (a):</b>		<b>6.810</b>	<b>3.273</b>	<b>6.810</b>	<b>3.273</b>

	B1	B2	B3	B4	Ratio % (b)
Data Divided by Total /a)	B1 0.147	0.128	0.132	0.218	15.62%
	B2 0.351	0.306	0.261	0.343	31.50%
	B3 0.368	0.389	0.332	0.240	33.25%
	B4 0.134	0.177	0.275	0.199	19.63%
<b>Total:</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>100%</b>

As can be seen from Table-4, percent weights are given in the Ratio % (b) column. Here, the calculation is made by dividing each dimension value by its total value. For B1, for example,  $1 / 6.810 = 0.147$ . Then, Ratio % (b) values were found by taking the average of each row. Thus, it was found that B1 was 15.62%, B2 was 31.50%, B3 was 33.25%, and B4 was 19.63%. Lambda, CI (Consistency Index), and CR (Consistency Ratio) values are calculated to evaluate the validity of these results. These Lambda, CI, and CR values are used to determine whether the calculation is appropriate or whether the answers given are consistent. These calculation results are shown in Table-5.

Table 5  
Evaluation of Validity of Dimension % Values Calculated with AHP Technique

		B1	B2	B3	B4	Total	Total/Avg.
Multiplying Data by Ratio % (b)	B1	0.156	0.132	0.133	0.215	0.635	4.068
	B2	0.373	0.315	0.261	0.339	1.288	4.088
	B3	0.392	0.401	0.332	0.237	1.363	4.098
	B4	0.143	0.183	0.275	0.196	0.797	4.060
Calculation of Parameters		<b>LAMDA</b>	<b>CI</b>	<b>CR</b>			
4.078		0.026	0.029				

The CR value of 0.029 indicates an acceptable result since the inconsistency rate is lower than 0.10 determined in the AHP technique. The Lambda value was found to be 4,078, and the CI value was also found to be 0,026. The Random Value Index (RI) used in the calculation here was taken as 0.90 because there are four dimensions. The values seen in Table-4 and 5 are calculated automatically from the survey answers with the help of formulas prepared in Excel. For example, the Ratio % in Table-4 was used to calculate the Dimension Ratios by multiplying the Digitization Ratio (a/b) in Table-8 and then calculating the weighted Dimension UDIs in Table-8 used in ranking cities.

**Application of Categorical Value Selection Technique:** In order to determine the indicator weights, the indicator selection data from Survey-2 were used. For example, Table-6 lists the 13 indicator answers and calculation numbers of CSF-1. Here, the weight ratio % of each indicator is calculated over the total weight given to 88 indicators. The calculations were made over categorical values (0, 1, 2, 3, 4) and given 88 indicators. Here, the option value 0 means that the indicator has nothing to do with the city’s Digital Transformation. In contrast, the four values means that the indicator has the most essential or indispensable impact on the Digital Transformation of the city. Later, these indicators were collected for each CSF, and the “Normalized Indicator Weight Ratio (%)” values of that CSF were calculated with formula 8.

Table 6

*Calculation of Indicator Weight Values for CSFs*

No	CSF-1: Technology Infrastructure Indicators	0	1	2	3	4	Surveyor Number	Indicator Value	Normalized Indicator Value	Normalized Indicator Weight Ratio (%)
1	Number of fixed telephone subscribers per 1000 people in the city	2	8	4	2	0	16	1.38	0.11	0.23%
2	Number of fixed broadband (Fiber, xDSL, Cable, Other) internet subscribers per 1000 inhabitants in the city	0	0	3	7	6	16	3.19	0.89	1.87%
3	Number of mobile (3/4.5/5G) internet subscribers per 1000 people in the city	0	0	1	7	8	16	3.44	1.00	2.09%
4	ADSL average download/upload speed in the city (MB/Sec.)	0	3	5	5	3	16	2.50	0.59	1.24%
5	Average monthly broadband internet price in the city (₺/Month)	0	1	3	5	7	16	3.13	0.86	1.81%
6	Number of mobile phone subscribers per 1000 people in the city	0	0	1	7	8	16	3.44	1.00	2.09%
7	Mobile internet (3/4/5G) broadband speed (MB/Sec.) in the city	0	2	1	4	9	16	3.25	0.92	1.92%
8	Average monthly mobile phone cost in the city (₺/Month)	0	1	4	4	7	16	3.06	0.84	1.75%
9	Number of free public Wi-Fi Hotspots per 10 Km2 in the city	1	2	3	3	7	16	2.81	0.73	1.53%
10	Is there a Wireless Municipal Internet Network (WMIN) in the city? (Y=1/N=0)	1	5	0	4	6	16	2.56	0.62	1.30%
11	Is there a Wi-Fi 6.0 Infrastructure for the Internet of Things sensor (water, electricity, gas meter) in the city? (Y=1/N=0)	1	6	2	3	4	16	2.19	0.46	0.96%
12	Number of Cable TV subscribers per 1000 people in the city	6	5	2	3	0	16	1.13	0.00	0.00%
13	Number of CCTV security cameras per 10 km2 in the city	2	1	5	4	4	16	2.44	0.57	1.19%
<b>CSF1 Total</b>								<b>34.50</b>	<b>8.59</b>	<b>17.98%</b>

The calculations in Table-6 were made with the help of formulas 6, 7, and 8, which are given in the literature review section. The calculations in Table-6 were repeated in the other 8 CSFs, and as a result, the CSF weight % total values of the indicators listed in Table-7 were found. The Normalized Indicator Weight Ratios (%) were used in weighting indicators and calculating the weighted indicator UDIs used in ranking cities. For example, the Normalized Indicator Weight Ratio (%) in Table-7 was used to calculate the Indicator Ratios by multiplying the Digitization Ratio (a/b) in Table-8 and then calculating the weighted Indicator UDIs in Table-8, which are used in ranking cities.

Table 7

*Calculation of CSF Weight Percentages of Indicators*

	CSF-1	CSF-2	CSF-3	CSF-4	CSF-5	CSF-6	CSF-7	CSF-8	CSF-9	Total
Indicator Value	34.50	23.44	23.63	21.75	30.25	24.31	15.69	19.38	16.63	209.56
Normalized Indicator Value	8.59	5.76	5.35	4.54	7.73	5.16	2.89	4.00	3.78	47.81
Normalized Indicator Weight Ratio (%)	17.98%	12.04%	11.19%	9.50%	16.17%	10.80%	6.05%	8.37%	7.91%	100%

After finding the indicator, CSF, and dimension percentage weights described above, Urban Digitization Index values of 81 provinces were calculated by the Satyam UDI calculation technique. At the end of the operations described and summarized in the methods section, Digitization Ratio (a/b), UDI, CSF Weighted UDI, Indicator Weighted UDI, and Dimension Weighted UDI values were calculated. However, the ranking in Table-8, where only the top 10 provinces results are shown, was made according to the UDI column. In the last column of the table, whether the relevant provincial municipality has a Smart City project or not is given as information.. As can be seen in the bottom line of the table, it has been reported by the municipalities that 43 of the 81 provinces have SC projects. However, it can be said that only 12 municipalities have budgeted and implemented SC projects from the phone calls and examinations on their Web sites.

Table 8  
*Urban Digitalization Index Values and Ranking of Provinces (top 10 provinces)*

No	Province Name	Measured (a)	Required (b)	Digits. Ratio (a/b)	UDI	Indicator Weighted UDI	CSF Weighted UDI	Dimension Weighted UDI	Is there an SC Project?
1	İstanbul	72.77	88	0.827	0.363	0.229	0.324	0.177	1
2	Kocaeli	72.25	88	0.821	0.346	0.219	0.313	0.167	1
3	Konya	70.76	88	0.804	0.330	0.228	0.312	0.194	1
4	Ankara	68.79	88	0.782	0.323	0.197	0.288	0.151	1
5	İzmir	65.78	88	0.747	0.287	0.195	0.266	0.156	1
6	Erzurum	63.59	88	0.723	0.282	0.200	0.272	0.159	1
7	Isparta	59.40	88	0.675	0.265	0.183	0.256	0.135	1
8	Denizli	62.85	88	0.714	0.264	0.182	0.245	0.144	1
9	Sakarya	60.03	88	0.682	0.247	0.160	0.226	0.124	1
10	Eskişehir	60.32	88	0.685	0.240	0.158	0.218	0.125	1
Total:									43

As it can be seen from Table-9, the rankings of provinces according to UDI (Unweighted) and different weighted UDIs values in Table-9 have been formed differently.

Table 9  
*Ranking of Provinces According to Different UDI Values (top 10 provinces)*

Province Name	UDI (Unweighted) Rank	TOPSIS Integrated (Weighted) UDI Rank	Indicator Weighted UDI Rank	CSF Weighted UDI Rank	Dimension Weighted UDI Rank
İstanbul	1	1	1	1	2
Kocaeli	2	3	3	2	3
Konya	3	2	2	3	1
Ankara	4	5	5	4	6
İzmir	5	6	6	6	5
Erzurum	6	4	4	5	4
Isparta	7	7	7	7	8
Denizli	8	8	8	8	7
Sakarya	9	10	9	9	12
Eskişehir	10	11	13	11	10

When looking at the rankings made according to different UDI values in Table-9, it can be said that the formation of different rankings, after weighting the indicators, CSFs, or dimensions with the help of experts, according to different UDI values, mean a value for city municipal administrators or has statistical significance for them.

However, comparing the three different weighted (Indicator, CSF, and Dimension) UDI rankings with the unweighted UDI rank may be confusing in the decision-making process of city administrators. So, it might be beneficial in converting them into an integrated weighted ranking. For this purpose, the TOPSIS MCDM technique was used to bring three weighted UDI rankings into an integrated weighted ranking. Table-10 shows the calculation results made with the TOPSIS technique. First, the  $C_i$  value determining the order (as seen in Formula 12) in Table-10 is calculated by the Formula of Negative Ideal  $S_i$  Value / (Negative Ideal  $S_i$  Value + Positive Ideal  $S_i$  Value). The relevant  $S_i$  values (as seen in Formula 10 and 11) are calculated by taking the square root of the normalized sums of the three weighted ranking values.

Table 10

*Calculations of Weighted UDI Values of Provinces to Bring an Integrated Ranking with TOPSIS Method (top 10 provinces)*

Province Code	Province Name	Positive Ideal Si Value	Negative Ideal Si Value	Ci	Ranking
34	İstanbul	0.002354	0.375491	0.993770	1
41	Kocaeli	0.007444	0.369608	0.980256	3
42	Konya	0.007062	0.370798	0.981309	2
6	Ankara	0.018082	0.359028	0.952050	5
35	İzmir	0.021318	0.355483	0.943425	6
25	Erzurum	0.018082	0.359028	0.952050	4
32	Isparta	0.029497	0.347242	0.921704	7
20	Denizli	0.031846	0.344888	0.915468	8
54	Sakarya	0.041649	0.335521	0.889575	10
25	Eskişehir	0.047435	0.329630	0.874200	11

The Ranking in Table-10 is shown as “TOPSIS Integrated UDI Rank” in Table-9. This TOPSIS ranking can be used as the weighted UDI ranking of cities. In this way, city managers can evaluate their cities by looking at a single integrated ranking instead of different weighted rankings and comparing them with the unweighted UDI ranking in the decisions to be taken.

As can be seen from the research findings listed above, the integration of Multi-Criteria Decision-Making techniques such as SWARA, AHP, and Categorical Value Selection with the TOPSIS technique, the calculation of the weighted Urban Digitalization Index, and the use of Satyam UDI calculation technique in this study for the first time can be seen as the factors that increase the importance of this research. However, it should not be forgotten that the obtained results are obtained under some limitations, as in every study.

## 5. LIMITATIONS AND RESULTS

As stated earlier, the aim of this research was to find the indicator, dimension, and CSF weight percentages that enable the measurement of weighted and unweighted DT Levels of cities. With the help of these, the ranking of cities was provided by extracting weighted and unweighted UDI. The three weighted UDI ranks have also been transformed into an integrated rank for easy use. The scarcity of academic research and published articles on Digital Transformation rankings of cities has been one of the main limitations because no study was found in this area.

On the other hand, the most critical limitation in this study was the dependence on the IS department experts in the cities. Many IS managers or experts could not answer the questions and surveys or were hesitant to answer because they were afraid of the municipal administrations, could not access sufficient information, or did not have time. It was observed that especially the IS departments did not look at the emails they received and did not answer the phone calls. This situation can be determined as a significant problem, especially for city citizens who implement SC projects.

Another limitation was that the dimension, CSF, and indicator weights were determined mainly by municipal IS experts because the indicator data from the field could be collected through IS experts. This group was used because they could be reached during the surveys. A limited number of responses were received to the request to fill out a questionnaire sent to 81 provincial municipalities. So, the limited number of responses given to the surveys can also be seen as a significant limitation in conducting scientific studies through municipal IS experts. In this respect, it can be said that it would be more useful to conduct such research through official channels. For example, in the interviews with the IS managers, each city IS manager answered the 497 questions sent by the Ministry of Environment and Urbanization for the “Smart City Maturity Assessment Model” (Akıllışehirler.gov.tr, 2020) research in detail. In determining the weights, it should not be forgotten that experts from TSO, district governorship, police department, national education directorate, and private enterprises participate in these surveys, and IS experts will contribute to more balanced and inclusive survey results.

When looking at the UDI rankings results made according to weighted and unweighted values in the research, it can be said that the formation of different rankings means that the weight of indicators, dimensions, and CSFs with the help of experts is valuable for city municipal administrators or it is statistically significant for them. These weighted and unweighted UDI rankings can assist city managers in determining SC policies and developing SC strategies.

On the other hand, it can be seen as another important result in the research that should be examined that a province (Manisa) ranks 13th in the unweighted UDI ranking and 23rd in the Weighted UDI ranking. Identifying these ranking differences can help city administrators determine where cities should pay attention to Digital Transformation strategies and management.

Again, in the study, it was observed that Konya, Kocaeli, Erzurum, and Denizli municipalities stand out in the CSF and dimension-weighted UDI rankings. The common feature of these municipalities is good at Smart City applications. It may be beneficial for metropolitan municipalities other than Istanbul, Ankara, and Izmir to benefit from the experience and practices of these municipalities.

It can be said that it can be more beneficial for city administrations and scientific research to use MCDM techniques to calculate the indicator, dimension, and CSF weighed UDIs, enabling more realistic evaluations. In addition, bringing the weighted UDI rankings to an integrated weighted ranking may be beneficial for Smart City administrators to make healthier decisions.

The use of Multi-Criteria Decision-Making techniques such as SWARA, AHP, TOPSIS, and Categorical Value Selection in the calculation of the Urban Digital Transformation Level or Smart City Indexes and the use of the Satyam UDI calculation technique in research for the first time can contribute to the enrichment of the academic literature.

As a result, it can be said that Digital Transformation is not only a technological and temporary change, but an intergenerational transformation, and it is beneficial to do all kinds of research in these areas in an age when humanity has evolved into a very different social, political and technological world. This research which ranked cities according to weighted and unweighted UDIs is one of them. This type of research is also useful in understanding today's cities.

**Hakem Değerlendirmesi:** Dış bağımsız.

**Çıkar Çatışması:** Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir.

**Yazar Katkıları:** Çalışma Konsepti/Tasarım-M.Ç., H.İ.C.; Veri Toplama- M.Ç.; Veri Analizi/Yorumlama- M.Ç., H.İ.C.; Yazı Taslağı- M.Ç.; İçeriğin Eleştirel İncelemesi- M.Ç., H.İ.C.; Son Onay ve Sorumluluk- M.Ç., H.İ.C.

**Finansal Destek:** Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir.

**Peer-review:** Externally peer-reviewed.

**Conflict of Interest:** The authors have no conflict of interest to declare.

**Author Contributions:** Conception/Design of Study- M.Ç., H.İ.C.; Data Acquisition- M.Ç.; Data Analysis/Interpretation- M.Ç., H.İ.C.; Drafting Manuscript- M.Ç.; Critical Revision of Manuscript- M.Ç., H.İ.C.; Final Approval and Accountability- M.Ç., H.İ.C.

**Grant Support:** The authors declared that this study has received no financial support.

## References/Kaynaklar

- Ahvenniemi, H., Huovila, A., Pinto-Seppä, I., & Airaksinen, M. (2017). What are the differences between sustainable and Smart Cities? *Cities*, 60, s. 234-245.
- Aihemaiti, A. (2018). *Türkiye'deki akıllı şehirlerin sıralama modeli*. İstanbul Ticaret Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Master Tezi.
- Akıllışehirler.gov.tr. (2020). Olgunluk değerlendirme modeli. <https://www.akillisehirler.gov.tr/olgunluk-degerlendirme-modeli/> (21.11.2020).
- Ayçin, E. (2019). *Çok kriterli karar verme* (1 b.). Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Baltalar, H. (2008). Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP). <http://www.hasanbaltalar.com/index.php?id=43> (10.9.2019).
- Berger, R. (2019). The Smart City breakaway. How a small group of leading Digital Cities is outpacing the rest. [https://www.rolandberger.com/publications/publication\\_pdf/roland\\_berger\\_smart\\_city\\_breakaway\\_1.pdf](https://www.rolandberger.com/publications/publication_pdf/roland_berger_smart_city_breakaway_1.pdf) (20.8.2019).
- CBSMüdürlüğü. (2019). Akıllı Şehirler beyaz bülteni. <https://webdosya.csb.gov.tr/db/cbs/akillisehirler/> (24.12.2019).
- Cisco. (2018). Cisco Australian digital readiness index 2018 Digital Dividend or Digital Divide? [https://www.cisco.com/c/dam/m/en\\_au/digital-readiness/pdfs/digital-readiness-report.pdf](https://www.cisco.com/c/dam/m/en_au/digital-readiness/pdfs/digital-readiness-report.pdf) (20.8.2019).
- Cohen, B. (2012). What exactly is a Smart City. <https://www.fastcodesign.com/1680538/what-exactly-is-a-smart-city> (16.5.2018).
- Cohen, B. (2015). The Smartest Cities in the World 2015: Methodology. <https://www.fastcompany.com/3038818/the-smartest-cities-in-the-world-2015-methodology> (27.8.2019).
- Coruh, M. (2009). *The factors involved in utilizing e-Municipality and Municipal Wireless Network (MWN) technologies for effective, efficient and productive use of city resources in municipal governments in the Information Age*. Ph.D Thesis, International School of Management, Paris.
- Çoruh, M. (2021). *Kentlerin Dijital Dönüşümü için Kritik Başarı Faktörlerinin belirlenmesi ve Kent Dijitalleşme Endeksi ile Kent Dijitalleşme Haritasının çıkarılması*. Sakarya Üniversitesi İşletme Enstitüsü YBS Bölümü, Savunulmamış Doktora Tezi.
- Çoruh, M., & Cebeci, H. (2020). Zonguldak ili kentlerinin Kent Dijitalleşme Endekslerine göre sıralanması ve dijitalleşme seviyelerinin Kent Dijitalleşme Haritaları ile görselleştirilmesi. 11(30), 621-647. <https://dergipark.org.tr/pub/idealkent/issue/54964/654872> (12.10.2020)



- EDCi. (2016). European Digital City Index methodology report. <https://digitalcityindex.eu/uploads/2016%20EDCi%20Construction%20Methodology%20FINAL.pdf> (20.8.2020).
- Herzberg, C. (2017). *Akıllı Şehirler dijital ülkeler*. (N. Özata, Çev.) İstanbul: InfoLoji Smart Solution, Optimist Yayın Grubu, Kasım 2017.
- IBM. (2016). How smart is your city? Helping cities measure progress. <https://www.ibm.com/downloads/cas/KLEYQE6Z> (30.8.2019).
- IMD. (2017). Smart City Index summary of criteria. <https://www.imd.org/smart-city-observatory/smart-city-index/> (22.8.2019).
- Kamrysi, K., Gotzamani, K., Andronikidis, A., & Georgiou, A. C. (2014). Capturing and prioritizing students' requirements for course design by embedding Fuzzy-AHP and Linear Programming in QFD. *Eur J Oper Res*: 10831094, 237(3).
- Kersulienne, V., Zavadskas, E. K., & Turskis, Z. (2010). Selection of rational disputeresolution methodology by applying new stepwise weight assesment ratio analysis (SWARA). *Journal of Business Economics and Management*, 11(2), 243-258.
- Özkaya, G., & Erdin, C. (2020). Evaluation of smart and sustainable cities through a hybrid MCDM approach based on ANP and TOPSIS technique, *Heliyon* (6)10, [https://www.cell.com/heliyon/fulltext/S2405-8440\(20\)31895-8?\\_returnURL=https%3A%2F%2Flinkinghub.elsevier.com%2Fretrieve%2Fpii%2FS2405844020318958%3Fshowall%3Dtrue](https://www.cell.com/heliyon/fulltext/S2405-8440(20)31895-8?_returnURL=https%3A%2F%2Flinkinghub.elsevier.com%2Fretrieve%2Fpii%2FS2405844020318958%3Fshowall%3Dtrue) (19.6.2021).
- Saaty, T. L. (1986). Axiomatic foundation of the Analytic Hierarchy Process. *Management Science*, 32(7), 841-855.
- Satyam, A. (2017). *The Smart City transformations* (e-Book). New Delhi: Bloomsbury Publishing India Pvt. Ltd., January 2017.
- SCRanking. (2007). Smart Cities – Ranking of European medium-sized cities. [http://www.smart-cities.eu/download/smart\\_cities\\_final\\_report.pdf](http://www.smart-cities.eu/download/smart_cities_final_report.pdf) (20.8.2019).
- TBD. (2013). Bilişim kentleri kılavuzu V5. Bilişim Teknolojileri Derneği. <https://www.tbd.org.tr/wp-content/uploads/2016/07/BK-KILAVUZ-SON.pdf> (10.5.2020).
- Timor, M. (2011). *Analitik Hiyerarşi Prosesi*. İstanbul: Türkmen Kitabevi.
- TÜBİSAD. (2020). Türkiye'de e-Ticaret 2019 pazar büyüklüğü. İstanbul: Türkiye Bilişim Sanayicileri Derneği, Nisan 2020. [http://www.tubisad.org.tr/http://www.tubisad.org.tr/images/pdf/tubisad\\_e-ticaret\\_2019\\_pazar\\_buyuklugu\\_raporu.pdf](http://www.tubisad.org.tr/http://www.tubisad.org.tr/images/pdf/tubisad_e-ticaret_2019_pazar_buyuklugu_raporu.pdf) (12.12.2020)

**ANNEX-1: Indicators for Calculating Dimension and CSF Values**

CSFs	No	Indicator Value Calculation and Scope Description	Data Source
Technology Infra-structure	1	Number of fixed telephone subscribers per 1000 people in the city	BTK
	2	Number of fixed broadband (Fiber, xDSL, Cable, Other) internet subscribers per 1000 inhabitants in the city	BTK
	3	Number of mobile (3/4.5/5G) internet subscribers per 1000 people in the city	BTK
	4	ADSL average download/upload speed in the city (MB/Sec.)	BTK
	5	Average monthly broadband internet price in the city (₺/Month)	BTK
	6	Number of mobile phone subscribers per 1000 people in the city	BTK
	7	Mobile internet (3/4/5G) broadband speed (MB/Sec.) in the city	BTK
	8	Average monthly mobile phone cost in the city (₺/Month)	BTK
	9	Number of free public Wi-Fi Hotspots per 10 Km2 in the city	Municipality
	10	Is there a Wireless Municipal Internet Network (WMIN) in the city? (Y=1/N=0)	Municipality
	11	Is there a Wi-Fi 6.0 Infrastructure for the Internet of Things sensor (water, electricity, gas meter) in the city? (Y=1/N=0)	Municipality
	12	Number of Cable TV subscribers per 1000 people in the city	BTK
	13	Number of CCTV security cameras per 10 km2 in the city	Police Department
	14	Computer usage rate of the people in the city (%)	TUİK
Technology Adop-tion	15	Computer usage rate of enterprises in the city (%)	TUİK
	16	The rate of ownership of a website by businesses in the city (%)	TUİK
	17	Social Media usage rate in the city (%)	BTK
	18	E-Government usage rate in the city (%)	BTK
	19	Can the public or businesses in the city make an appointment to the Health Service online? (Y=1/N=0)	SGK
	20	Is there an online voting system in the city? (Y=1/N=0)	Governorship
	21	Are there any institutions providing online education in the city? (Y=1/N=0)	MEB
	22	Is there 4/5G service in the city? (Y=1/N=0)	BTK
	23	Average life expectancy of people in the city (years)	TUİK
	24	Literacy rate of the people in the city (%)	TUİK
Human Capital	25	People's average schooling time in the city (years)	TUİK
	26	Urban unemployment rate (%)	TUİK
	27	Labor force participation rate in the city (%)	TUİK
	28	Income per capita in the city (\$)	TUİK
	29	Ratio of people working in the ICT sector in the city (%)	TSO
	30	Number of populations aged 0-14 in the city (must be in % of Turkey)	TUİK
	31	Number of university students in the city (must be in % of Turkey)	YÖK
	32	Number of lecturers in the city (must be in % of Turkey)	YÖK
	33	Does the Municipality have an online/mobile new idea sharing application for the public? (Y=1/N=0)	Municipality
	34	Is there an online/mobile car sharing service in the city? (Y=1/N=0)	Municipality
Meeting Human Needs	35	Is there online/mobile parking service in the city? (Y=1/Y=0)	Municipality
	36	Is it possible to send an email to the Mayor or the Municipality on the Municipality Web-site? (Y=1/N=0)	Municipality
	37	Is there a camera system that monitors the streets and intersections of the city live and broadcasts them on the internet? (Y=1/N=0)	Municipality
	38	Amount of electricity consumption per capita used in the city (must be in % of Turkey Average)	TUİK
	39	Is there a private Course/Official (Municipal-Public Education Centre) Institution in the city that teaches Computer/Programming for adults? (E=1/H=0)	MEB
	40	Are there any robotic coding classes in any of the schools in the city? (Y=1/N=0)	MEB
	41	Are addresses and important institutions shown on the Digital City Guide (GIS) map on the Municipality's website? (Y=1/N=0)	Municipality
	42	Is there a Science High School or STEM school in the city? (Y=1/N=0)	MEB

Municipal Governance	43	The amount of investment made by the Municipality in ICT last year (must be 1% of the Municipality Budget)	Municipality
	44	Are there any managers who are prone to the use of Information Technology in the Municipality and know how to use it? (Y=1/N=0)	Municipality
	45	Are Big Data and Business Intelligence software used in decision making in the Municipality? (Y=1/N=0)	Municipality
	46	Does the Municipality use Cloud Computing service? (Y=1/N=0)	Municipality
	47	Is there any use of Artificial Intelligence (AI) applications in municipal administration? (Y=1/N=0)	Municipality
	48	Is there a Municipal Website? (Y=1/N=0)	Municipality
	49	Does the Municipality have e-municipality service? (Y=1/N=0)	Municipality
	50	Does the Municipality offer mobile applications for municipal services? (Y=1/N=0)	Municipality
	51	Does the Municipality have ISO 27001 Certificate and ISO 27000 Information Security Management System Certificate? (Y=1/N=0)	Municipality
	52	Does the Municipality have an Open Data Portal? (Y=1/N=0)	Municipality
	53	Is there a budgeted Smart City project in the city? (Y=1/N=0)	Municipality
	54	Is there an EDS and smart intersection system in the city? (Y=1/N=0)	Municipality
	55	Are there Smart Lighting solutions for street lights in the city? (Y=1/N=0)	Municipality
	56	Is there a Smart Park and Garden Irrigation system in the city? (Y=1/N=0)	Municipality
	Smart City Applications	57	Is there a sensor (IoT) system that checks the fullness of garbage containers in the city? (Y=1/N=0)
58		Is there a smart sensor (IoT) system that automatically reads water meters in the city? (Y=1/N=0)	Municipality
59		Is there a Wi-Fi/Bluetooth system that keeps track of children and pets in the city? (Y=1/N=0)	Municipality
60		Is there a system to monitor the bus arrival and departure times and line data in the city via the screens at the station and the web/mobile application? (Y=1/N=0)	Municipality
61		Is there a mobile system that makes public announcements by measuring noise, humidity, temperature, ice and precipitation in certain parts of the city? (Y=1/N=0)	Municipality
62		Does the city have a Smart Electricity network infrastructure? (Y=1/N=0)	Electricity company
63		Is there a system that monitors the official vehicles of the city municipality and records video in the vehicles? (Y=1/N=0)	Municipality
64		Is there an automation center in the city that manages and monitors all Smart City applications? (Y=1/N=0)	Municipality
65		Can IT Law and Forensic Informatics laws be used in the city (Y=1/N=0)	Survey
66		Logistics service quality status in the city (High=3, medium=2, low=1)	Survey
Ease of Doing Business	67	The state of the IT infrastructure quality in the city (High=3, medium=2, low=1)	Survey
	68	Electricity connection time for a workplace in the city (days)	Electricity company
	69	Time to open a business in the city (days)	TSO
	70	Number of companies with foreign capital per 1000 enterprises in the city (Must be at least one)	TSO
	71	Is there a Venture Capital Company or use in the city? (Y=1/N=0)	TSO
	72	Is there a Crowdfunding Site or use in the city? (Y=1/N=0)	TSO
	73	Is there a Design Centre in the city? (Y=1/N=0)	ATGM
	74	Number of R&D centers per 1000 companies in the city (Must be at least 1)	ATGM
	75	Are there any special structures in the city such as Technopolis or IT Valley? (Y=1/N=0)	ATGM
	76	Number of New Businesses opened in the city last year (must be in % of Turkey)	TOBB
Innovation Environment	77	Number of enterprises working in the Information and Communication (ICT) sector in the city (must be in % of Turkey)	TSO
	78	Number of Registered Patents per 1000 enterprises in the city (Must be at least 1)	TürkPatent
	79	Number of Registered Trademarks per 1000 businesses in the city (Must be at least 1)	TürkPatent
	80	Is there an officially received/applied Geographical Indication in the city? (Y=1/N=0)	TürkPatent
	81	Amount of total R&D expenditure per business in the city (₺)	TUIK

Digital Market	82	Is there any foreign investment directly in the ICT sector in the city? (Y=1/N=0)	TSO
	83	High Technology Export amount per ICT enterprise in the city (\$)	TİM
	84	E-Commerce amounts per capita in the city (₺)	TUBİSAT
	85	Mobile (m-commerce) amounts per person in the city (₺)	TUBİSAT
	86	Local demand situation for online services (e-Commerce, e-Government, e-Municipality, e-Teaching etc.) in the city (High=3, medium=2, low=1)	Survey
	87	E-Commerce usage rate of the population in the city (%)	TUBİSAT
	88	Ratio of e-Commerce amount to all commercial activities in the city (%)	TUBİSAT

# Investigation of the Behaviors of Users' Who Shop from E-Commerce Sites

## E-Ticaret Sitelerinden Alışveriş Yapan Kullanıcıların Davranışlarının İncelenmesi

Selçuk Kıran<sup>1</sup> , Berkay Alan<sup>2</sup> , İlkim Ecem Emre<sup>3</sup> 



<sup>1</sup>(Asst. Prof.), Marmara University, Faculty of Business Administration, Department of Management Information Systems, Istanbul, Turkey

<sup>2</sup>Marmara University, Faculty of Business Administration, Department of Management Information Systems, Istanbul, Turkey

<sup>3</sup>(Res. Asst.), Marmara University, Faculty of Business Administration, Department of Management Information Systems, Istanbul, Turkey

ORCID: S.K. 0000-0001-6088-2701;  
B.A. 0000-0001-9503-3873;  
İ.E.E. 0000-0001-9507-8967

**Corresponding author:**

İlkim Ecem EMRE

Marmara University, Faculty of Business Administration, Department of Management Information Systems, Istanbul Turkey

E-mail address: ecem.emre@marmara.edu.tr

Submitted: 03.03.2021

Revision Requested: 06.05.2021

Last Revision Received: 27.07.2021

Accepted: 27.07.2021

Published Online: 22.09.2021

Citation: Kıran, S., Alan, B., & Emre, I. E. (2021). Investigation of the behaviors of users' who shop from e-commerce sites. *Acta Infologica*, 5(2), 405-414.  
<https://doi.org/10.26650/acin.887367>

### ABSTRACT

With the development of information technologies, traditional trading methods have also changed and the concept of e-commerce has emerged as a result of this change. In the field of e-commerce, which has a growing market share, in Turkey, there are several e-commerce sites that offer products and services in different categories. Within the scope of this study, the relationships between the frequency of shopping from e-commerce sites and different factors were examined, and at the same time, it was aimed to reveal the changing preferences depending on gender. For these purposes, a questionnaire was applied to 1176 users of e-commerce sites. Survey findings were analyzed with correlation, t-test and chi-square tests. As a result, different factors affecting the frequency of use of e-commerce sites and usage habits that differ according to gender groups have been revealed.

**Keywords:** e-commerce, e-commerce usage habits

### ÖZ

Bilişim teknolojilerinin gelişmesi ile birlikte geleneksel ticaret yöntemleri de değişmiş ve bu değişimin sonucunda e-ticaret kavramı ortaya çıkmıştır. Türkiye'de büyümekte olan bir pazar payına e-ticaret alanında, farklı kategorilerde ürün ve hizmet sunan birçok e-ticaret sitesi faaliyet göstermektedir. Bu çalışma kapsamında e-ticaret sitelerinden yapılan alışveriş sıklığı ile farklı faktörler arasındaki ilişkiler incelenmiş aynı zamanda cinsiyete bağlı olarak değişen tercihlerin ortaya konması amaçlanmıştır. Bu amaçlar doğrultusunda 1176 kullanıcıya anket uygulanmıştır. Anket bulguları; korelasyon, t-test ve ki kare testleri ile analiz edilmiştir. Sonuç olarak, e-ticaret sitelerinin kullanım sıklığını etkileyen farklı faktörler ve cinsiyet gruplarına göre farklılaşan kullanım alışkanlıkları ortaya konmuştur.

**Anahtar kelimeler:** e-ticaret, e-ticaret kullanım alışkanlıkları

## 1. INTRODUCTION

Traditional business habits have been changing with the improvements of information technologies. With this change, the concept of electronic commerce (e-commerce), in which commercial transactions are carried out electronically, has emerged. E-commerce can be defined as buying and selling of products and services through the Internet. It also covers advertising, marketing, customer support, security, delivery, payment etc. (Laudon and Laudon, 2012). In a simple explanation made in "The Guide for E-Commerce" by Istanbul Chamber of Commerce, e-commerce is moving the commerce notion, which is basically buying and selling a product or a service into electronic environment (Küçükylmazlar, 2006). Meaning that this type of commerce can be seen as shifting the traditional commerce methods to the Internet. E-commerce also lets other types of activities move into the Internet. Also, planning of production and creation of product chain, promotion, advertisement, informing, banking, custom clearance, order, keeping commerce records and marketing directly to the customers can be considered within the scope of e-commerce (Bucaklı, 2007). Laudon and Laudon (2012) state that e-commerce emerged with Netscape in 1995, when they accepted advertisements from big firms and had the idea that the Internet could be a new tool for advertising and selling. Since then, it can be said that the idea of e-commerce has kept being popular and wider. E-commerce and the Internet helped its users to have a physical border-free environment where they can reach what they are looking for with one click without going to bazaars and shopping places in person. Users can see many alternatives at once and buy in a short time. It also gave firms new marketing and selling opportunities (Kıran, 2020). From a larger perspective, it has no physical geographical boundaries, it is global, and reduces intermediaries (Gedik, 2021). The factors that are stated here provide convenience to the customers compared to traditional commerce methods. Hatipoğlu and Altan (2021), state that, e-commerce has enabled the traditional business to achieve larger, faster, better and more economical results, and the impact of e-commerce has gone beyond commercial activity. The benefits that e-commerce can bring, were stated in the report of Kantarcı, Özalp, Sezginsoy, Özaşkın, and Cavlak (2017). According to the report, e-commerce; will reduce informality, increase productivity, enable the development of sectors related to information communication technologies, enable Small and medium-sized enterprises (SMEs) to compete with large companies due to the lack of some cost elements in the physical world, promoting products abroad can be made easily, quickly and with low costs, and will increase export potential (Kantarcı et al., 2017). E-commerce can still be considered as a new concept but it keeps changing and improving each day. It provides advantages both to the users and providers. So that it became a convenient way of commerce and it is clear that it will continue to affect the way of commerce activities. In addition, it can be said that, since it requires no contact in terms of space and payment, and provides opportunities to find and compare the products, e-commerce activities made online shopping possible even in such an extraordinary situation like the Covid-19 pandemic (Gençyürek Erdoğan, 2020). Akpunar (2017) stated that the e-commerce phenomenon can be turned into an opportunity by making good use of the Internet enthusiasm of the young population in Turkey. In this context, looking at Turkey, it can be said that this type of trade has been widening nowadays as well. According to the report of "E-Commerce in Turkey 2019 Market Size" prepared by TÜBİSAD, e-commerce in Turkey had a tendency to grow in different categories between 2015-2019 (TÜBİSAD, 2019).

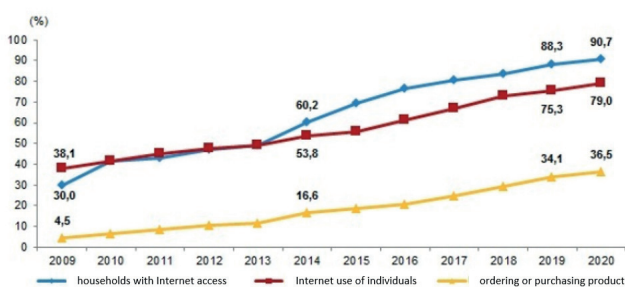


Figure 1. Basic Indicators of household technology usage, 2009-2020 (TÜİK, 2020)

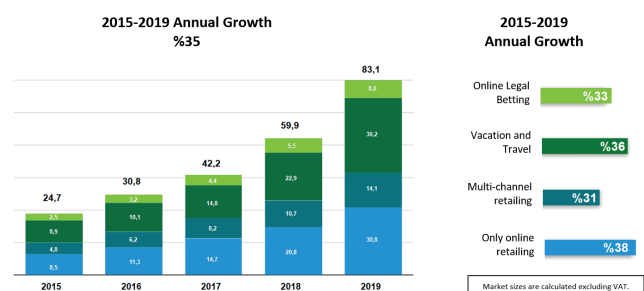


Figure 2. Size of E-Commerce Market in Turkey. (Billion TL) (TÜBİSAD, 2019)

The reasons why online shopping is preferred by users were revealed by PwC in a research in 2016 (PwC, 2016). In the research, reasons to prefer online shopping for users in Turkey and in other countries were compared. While 36% of the users in Turkey prefer online shopping because it is easy, this rate is 47% in the global level. The proportion of those who prefer shopping online because it is cheaper is 43% globally and 56% in Turkey. 10% of the users in Turkey prefer online shopping due to other reasons while this rate is 8% globally. It can be said that pricing affects online shopping users in Turkey more than the convenience it provides. Considering the «Household Information Technologies (IT) Usage Survey» conducted by the Turkish Statistical Institute (TÜİK) together with the market growth rates in Figure 2, household's Internet access capability, individuals Internet usage, and the rate of ordering or purchasing products or services over the Internet, it is seen that they have an ever-increasing trend between 2009-2020. In this regard, it is thought that with the wider usage of the Internet and improvements in technologies, the reasons for choosing e-commerce and applications of e-commerce can widen their space. Within the scope of this study, the relationships between the frequency of shopping from e-commerce sites and different factors were examined, and at the same time, it aimed to reveal the changing preferences depending on gender. Research questions tested in the scope of this the study are given below:

*RQ<sub>1</sub>: Does the frequency of shopping from e-commerce sites differ according to the reasons why users prefer e-commerce sites?*

*RQ<sub>2</sub>: Does the frequency of shopping from e-commerce sites differ according to the preferred payment types when shopping from ecommerce sites?*

*RQ<sub>3</sub>: Does the frequency of shopping from e-commerce sites differ according to the information sources that users consult to before purchasing products from e-commerce sites?*

*RQ<sub>4</sub>: Does the frequency of shopping from e-commerce sites differ according to the centers of e-commerce sites?*

*RQ<sub>5</sub>: Do the investigated different criteria differ according to gender?*

*RQ<sub>6</sub>: Do the preferred e-commerce sites differ according to gender?*

*RQ<sub>7</sub>: Do the preferred shipping companies differ according to gender?*

*RQ<sub>8</sub>: Is there a relationship between preference of e-commerce and gender?*

*RQ<sub>9</sub>: Is there a relationship between e-commerce categories and gender?*

*RQ<sub>10</sub>: Is there a relationship between preference of payment and gender?*

*RQ<sub>11</sub>: Is there a relationship between information sources that users consult to before purchasing products from e-commerce site and gender?*

*RQ<sub>12</sub>: It there a relationship between centers of e-commerce websites and gender?*

## **2. METHOD**

This study aims to examine the e-commerce habits of users. For this purpose, descriptive research design is followed and an online survey is used to collect data by using Google Forms. The questionnaire consists of 22 questions created by using different resources. The resources are as follows, “2017 Global Online Consumer Report” by KPMG (KPMG, 2017), “Brand growth through a cross-generational approach to consumer profiling” by Deloitte (Fedder, Shweta, and Upadhyaya, 2018), “Customer Profile and Consciousness Levels Research Report” (Güzel et al., 2018) shared by Republic of Turkey's Ministry of Commerce, “Online Shopping Consumer Behavior Research and Brand Comparison- E-commerce in Turkey” (Twentify, 2018) shared by Twentify, “E-Commerce as a Focus on Digital Market: Turkey's Place in the World, Present Status and Steps for the Future” (Deloitte and TÜSİAD, 2019) shared by TUSIAD, “Digital 2019 Turkey” (wearesocial and Hootsuite, 2019) published by Hootsuite and Wearesocial, “FMCG Trends in Turkey and E-Commerce” (Şekerel Erdoğan and Unutkan, 2019) created by Nielsen, “Online Monitor 2019” (HDE Handelsverband Deutschland, 2019) were used. The dataset used in this

study is collected from 49 cities of Turkey with the participation of 1176 people. Haphazard sampling was used in the study. In order to analyze the data, the methods of descriptive statistics, correlation, regression, t-test and chi-square were used. The dataset was tested for normal distribution before analyzing it, and found that it is normally distributed. In addition, the Levene test was conducted to test the homogeneity of group variances for the t-test, and the obtained findings are shared in the next section.

### 3. FINDINGS

The 62.7% of participants (n=737) are female while 37.3% of them (n=439) are male. The 4.7% (n=55) of the participants aged under 18, 65.1% (n=766) aged between 19 and 25, 16.1% (n=189) aged between 26 and 35, 9.3% (n=109) aged between 36 and 45, 3.2% (n=38) aged between 46 and 55, and 1.6% (n=19) aged above 55. Participants were from 49 different cities of Turkey; however, the majority of the participants (68.1%, n = 801) live in Istanbul.

Table 1 shows the frequency of e-commerce websites usage by the participants. According to the table, Yemeksepeti and Trendyol, are used more than a few times in a month on average.

Table 1

*Average frequency of using E-Commerce websites*

Order	E-commerce Website	Mean	Order	E-commerce Website	Mean
1	Yemeksepeti	2.331	13	Banabi	1.307
2	Trendyol	2.224	14	Amazon	1.299
3	HepsiBurada	1.929	15	Boyer	1.288
4	Kitapyurdu	1.713	16	Watsons	1.287
5	n11	1.616	17	LCWaikiki	1.274
6	Gittigidiyor	1.588	18	Morhipo	1.264
7	Getir	1.554	19	Teknosa	1.243
8	Çiçeksepeti	1.476	20	Ebebek	1.21
9	d&r	1.439	21	Carrefoursa	1.167
10	Sahibinden	1.384	22	PttAvm	1.167
11	Migros Sanal Market	1.378	23	Bakkaldan	1.139
12	Aliexpress	1.352	24	Kappgel	1.128

Regression analysis is conducted among frequency of e-commerce, frequency of using e-commerce sites and the reasons for choosing them, however there is no meaningful result. According to the regression analysis findings, these variables do not directly affect e-commerce.

Correlation analysis is conducted to investigate whether there is a relationship among the e-commerce sites that the participants prefer. Table 2 shows the findings of four websites where a notable relation is observed as a result of correlation analysis. The results do not make much sense considering that these sites are the least visited ones.

Table 2

*Correlation analysis of shopping sites*

	Carrefoursa	PttAvm	Bakkaldan	Kappgel
<b>Carrefoursa</b>	1	0.641306251	0.634520039	0.713037824
<b>PttAvm</b>	0.641306251	1	0.659759529	0.741361792
<b>Bakkaldan</b>	0.634520039	0.659759529	1	0.859151706
<b>Kappgel</b>	0.713037824	0.741361792	0.859151706	1

T-test is conducted to determine whether there is a significant difference between frequency of e-commerce and different factors. The relationship between the frequency of shopping from e-commerce sites and the reasons for preferring e-commerce sites were examined in Table 3. It seems that people who prefer e-commerce more often than others, prefer e-commerce due to promotions and discounts, faster shopping, product options, and opportunity to read reviews before buying the product.



Table 3

*E-commerce frequency and e-commerce preference reasons (t-test)*

Research question	E-commerce preference reason	p Values	Difference	If there is a difference, type of the relationship
$RQ_{1,a}$	Promotions and Discounts	0.01639	Yes	Positive
$RQ_{1,b}$	Shopping faster	5.389e-09	Yes	Positive
$RQ_{1,c}$	There are more product options	3.66e-05	Yes	Positive
$RQ_{1,d}$	There are more payment options	0.5782	No	-
$RQ_{1,e}$	Price comparison possibility	0.09441	No	-
$RQ_{1,f}$	Reading reviews possibility before buying the product	6.559e-06	Yes	Positive
$RQ_{1,g}$	The product I am looking for is not available in the city I am in	0.2629	No	-
$RQ_{1,h}$	Some products I bought are sold only online	0.5854	No	-

$RQ_1$ : The frequency of shopping from e-commerce sites differs according to the reasons why users prefer e-commerce sites.

Table 4 shows the relationship between the frequency of shopping from e-commerce sites and the preferred payment methods on these sites. It is observed that those who prefer credit card and BKM as payment method in e-commerce, shop online more frequently.

$RQ_2$ : The frequency of shopping from e-commerce sites differs according to the preferred payment types when shopping from e-commerce sites.

Table 4

*E-commerce frequency and payment methods (t-test)*

Research question	Payment method	p Values	Difference	If there is a difference, type of the relationship
$RQ_{2,a}$	Bank Card	0.5576	No	-
$RQ_{2,b}$	Credit Card	1.992e-07	Yes	Positive
$RQ_{2,c}$	EFT / Transfer	0.8804	No	-
$RQ_{2,d}$	Cash on Delivery	0.07145	No	-
$RQ_{2,e}$	BKM	0.0007128	Yes	Positive

Table 5 shows the relationship between the frequency of shopping from e-commerce sites and the sources of information consulted when purchasing products. It has been observed that users who pay attention to their previous experiences as a source of information shop more frequently. Moreover, users who prefer websites providing information about the product / service, shop more frequently.

$RQ_3$ : The frequency of shopping from e-commerce sites differs according to the information sources that users consult to before purchasing products from e-commerce sites.

Table 5

*E-commerce frequency and the reasons for shopping from these sites (t-test)*

Research question	Information sources before purchasing a product	p Values	Difference	If there is a difference, type of the relationship
$RQ_{3,a}$	Advertisements	0.3066	No	-
$RQ_{3,b}$	Friend's Advices	0.53	No	-
$RQ_{3,c}$	Sales Consultants	0.267	No	-
$RQ_{3,d}$	Products Catalogs	0.6051	No	-
$RQ_{3,e}$	Billboards, flyers, posters etc.	0.7572	No	-
$RQ_{3,f}$	Television programs and expert advices	0.814	No	-
$RQ_{3,g}$	Family Member's Advice	0.3751	No	-
$RQ_{3,h}$	Information Labels on the Product	0.2845	No	-
$RQ_{3,i}$	Old Experiences	0.001752	Yes	Positive
$RQ_{3,j}$	Websites providing information about the product / services	5.414e-05	Yes	Positive

Table 6 shows the relationship between the frequency of shopping from e-commerce sites and being based in Turkey or having a physical store. It is found that there is no relationship between frequency of using e-commerce and the sites being based in Turkey. It is also observed that there is a significant negative relationship between the sites having a physical store and the frequency of e-commerce. In short, the fact that the company has a physical store has an adverse effect on e-commerce frequency.

*RQ<sub>4</sub>: The frequency of shopping from e-commerce sites differs according to the centers of e-commerce sites.*

Table 6

*E-commerce frequency and centre of e-commerce website or having a physical store (t-test)*

Research question	Centre of e-commerce website and having a physical store	p Values	Difference	If there is a difference, type of the relationship
<i>RQ<sub>4.a</sub></i>	The importance of being based in Turkey	0.1868	No	Not
<i>RQ<sub>4.b</sub></i>	The importance of having a physical store	4.579e-07	Yes	Positive

According to the results shown in Table 7, the number of men visiting e-commerce sites is higher than women. However, considering the frequency of e-commerce, it is observed that there is no notable difference between these two groups. At the same time, there is no difference between the groups in terms of the reasons to prefer e-commerce. According to the shopping patterns, which implies that shopping decisions are affected by the campaigns and special advantages offered by the sites, women expect more from shopping sites than men.

*RQ<sub>5</sub>: Investigated different criteria differ according to gender.*

Table 7

*Gender and other criterions regarding e-commerce (t-test)*

Research question	Criteria	p Values	Difference	If there is a difference, group with a higher mean
<i>RQ<sub>5.a</sub></i>	Websites visiting frequency	0.03379	Yes	Men
<i>RQ<sub>5.b</sub></i>	E-Commerce frequency	0.5716	No	-
<i>RQ<sub>5.c</sub></i>	E-Commerce reason	0.0678	No	-
<i>RQ<sub>5.d</sub></i>	Shopping Pattern	0.004133	Yes	Women
<i>RQ<sub>5.e</sub></i>	Search before shopping	0.1547	No	-

*RQ<sub>6</sub>: Preferred e-commerce sites differ according to gender.*

*RQ<sub>7</sub>: Preferred shipping companies differ according to gender.*

It is also examined whether there is a difference between shopping sites and preferred shipping companies with regard to gender (Table 8). The shopping sites and preferred shipping companies show statistically significant differences regarding gender. Hepsiburada, Gittigidiyor, Sahibinden, n11, Aliexpress, Amazon, Teknosa, PttAvm, Getir, Banabi sites are preferred more by men. Trendyol, Kitapyurdu, Çiçeksepeti, Watsons sites are preferred more by women. In terms of shipping companies, while Sürat Kargo and UPS Cargo are preferred more by men, women prefer Yurtiçi Kargo. There is no difference between the genders regarding the preference of other sites and shipping companies.

Table 8

Gender groups and preferred sites and shipping companies (t-test)

Research question	E-commerce website	p Values	Difference	If there is a difference, group with a higher mean	Research question	Shipping company	p Values	Difference	If there is a difference, group with a higher mean
$RQ_{6,a}$	HepsiBurada	0	Yes	Men	$RQ_{7,a}$	MNG Kargo	0.9208	No	-
$RQ_{6,b}$	Trendyol	2.705e-11	Yes	Women	$RQ_{7,b}$	Sirat Kargo	0.01352	Yes	Men
$RQ_{6,c}$	Gittigidiyor	8.809e-07	Yes	Men	$RQ_{7,c}$	Yurtiçi Kargo	0.0186	Yes	Women
$RQ_{6,d}$	Sahibinden	2.591e-10	Yes	Men	$RQ_{7,d}$	PTT Kargo	0.724	No	-
$RQ_{6,e}$	n11	1.645e-08	Yes	Men	$RQ_{7,e}$	UPS	2.801e-05	Yes	Men
$RQ_{6,f}$	Yemeksepeti	0.4397	No	-					
$RQ_{6,g}$	Aliexpress	6.883e-06	Yes	Men					
$RQ_{6,h}$	Migros sanal market	0.6606	No	-					
$RQ_{6,i}$	Ebebek	0.2475	No	-					
$RQ_{6,j}$	Amazon	1.193e-05	Yes	Men					
$RQ_{6,k}$	Teknosa	0.007072	Yes	Men					
$RQ_{6,l}$	Kitapyurdu	0.0006208	Yes	Women					
$RQ_{6,m}$	Morhipo	0.1331	No	-					
$RQ_{6,n}$	Çiçeksepeti	0.02663	Yes	Women					
$RQ_{6,o}$	D&r	0.1599	No	-					
$RQ_{6,p}$	Watsons	3.893e-07	Yes	Women					
$RQ_{6,q}$	Lcwaikiki	0.3989	No	-					
$RQ_{6,r}$	Boyner	0.9653	No	-					
$RQ_{6,s}$	Carrefoursa	0.8025	No	-					
$RQ_{6,t}$	PttAvm	0.04094	Yes	Men					
$RQ_{6,u}$	Getir	0.01444	Yes	Men					
$RQ_{6,v}$	Banabi	0.00987	Yes	Men					
$RQ_{6,w}$	Bakkaldan	0.09451	No	-					
$RQ_{6,x}$	Kapgel	0.08541	No	-					

The chi-square test is used to examine whether there is a significant difference between different factors and gender groups. The results of these examinations can be seen in Table 9 below. It has been revealed that there is a significant difference between men and women due to e-commerce preference reasons. Men prefer e-commerce more than women because of the promotions and discounts, price comparison possibility and opportunity to read reviews before purchasing the product. When the categories of shopping are examined, it is seen that there is a notable difference between women and men in certain categories. Digital Music / Digital Film / Digital Game, fast-moving consumer goods, Mother / Baby / Toys, Household Goods, Automobile Accessories, Travel (Transportation / Accommodation), and Sports and Cultural Activity Tickets categories are preferred more by men. Women shop more in the Book, Personal Care & Cosmetics, Clothing / Shoes, and Jewelry categories. Looking at the preferred payment methods in e-commerce, it is seen that women prefer the debit card, while men prefer the credit card, EFT / Transfer and BKM. Resources consulted before purchasing differ according to gender groups. Women seem to consult advertisements, Product catalogues and information labels on the products. Moreover, women use their own previous experiences before purchasing. On the other hand, men use other websites that give information about products / services relatively more frequently. Whether an e-commerce site is based in Turkey is more important for women. Besides, having a physical store seem to be more important for women too.

$RQ_8$ : There is a relationship between preference of e-commerce and gender.

$RQ_9$ : There is a relationship between e-commerce categories and gender.

$RQ_{10}$ : There is a relationship between preference of payment and gender.

$RQ_{11}$ : There is a relationship between information sources that users consult to before purchasing products from e-commerce site and gender.

$RQ_{12}$ : There is a relationship between centers of e-commerce websites and gender.

Table 9

*Gender and e-commerce usage (chi-square)*

Research question	E-commerce preference reasons	p Values	Difference	If there is a difference, group with a higher mean
<i>RQ<sub>8,a</sub></i>	Promotions and Discounts	1.077269e-05	Yes	Men
<i>RQ<sub>8,b</sub></i>	Shopping faster	0.7692154	No	-
<i>RQ<sub>8,c</sub></i>	There are more product options	0.2401926	No	-
<i>RQ<sub>8,d</sub></i>	There are more payment options	0.07216846	No	-
<i>RQ<sub>8,e</sub></i>	Price comparison possibility	5.097359e-06	Yes	Men
<i>RQ<sub>8,f</sub></i>	Reading reviews possibility before buying the product	0.0007583622	Yes	Men
<i>RQ<sub>8,g</sub></i>	The product I am looking for is not available in the city I am in	0.2033556	No	-
<i>RQ<sub>8,h</sub></i>	Some products I bought are sold only online	0.06186989	No	-
Research question	Categories of online shopping	p Values	Difference	If there is a difference, group with a higher mean
<i>RQ<sub>9,a</sub></i>	Food Order	0.6795326	No	-
<i>RQ<sub>9,b</sub></i>	Music / Film / Hobby / Game	0.07769071	No	-
<i>RQ<sub>9,c</sub></i>	Digital Music / Digital Film / Digital Game	3.419981e-09	Yes	Men
<i>RQ<sub>9,d</sub></i>	Book	4.082813e-13	Yes	Women
<i>RQ<sub>9,e</sub></i>	Personal Care & Cosmetics	7.879339e-05	Yes	Women
<i>RQ<sub>9,f</sub></i>	Fast-moving consumer goods (Food, Beverage etc.)	2.338397e-10	Yes	Men
<i>RQ<sub>9,g</sub></i>	Technology / Electronics	0.06177522	No	-
<i>RQ<sub>9,h</sub></i>	Clothing / Shoes	7.923153e-37	Yes	Women
<i>RQ<sub>9,i</sub></i>	Mother / Baby / Toy	2.071815e-20	Yes	Men
<i>RQ<sub>9,j</sub></i>	Pet Products	0.6605769	No	-
<i>RQ<sub>9,k</sub></i>	Online Education	0.5488648	No	-
<i>RQ<sub>9,l</sub></i>	Household Goods	0.0129924	Yes	Men
<i>RQ<sub>9,m</sub></i>	Flowers / Chocolate / Online Education / Jewelry / Pet Products / Other	0.4560453	No	-
<i>RQ<sub>9,n</sub></i>	Car Accessories	0.03177681	Yes	Men
<i>RQ<sub>9,o</sub></i>	Travel (Transportation / Accommodation)	6.594161e-12	Yes	Men
<i>RQ<sub>9,p</sub></i>	Sports and Cultural Activity Tickets	0.004414793	Yes	Men
<i>RQ<sub>9,q</sub></i>	Financial Services / Insurance Purchase	0.08395311	No	-
<i>RQ<sub>9,r</sub></i>	Jewelry	2.98725e-06	Yes	Women
Research question	Payment type	p Values	Difference	If there is a difference, group with a higher mean
<i>RQ<sub>10,a</sub></i>	Bank Card	6.868541e-06	Yes	Women
<i>RQ<sub>10,b</sub></i>	Credit Card	0.0005555569	Yes	Men
<i>RQ<sub>10,c</sub></i>	EFT / Transfer	3.958431e-08	Yes	Men
<i>RQ<sub>10,d</sub></i>	Cash on Delivery	0.925653	No	-
<i>RQ<sub>10,e</sub></i>	BKM	0.00135785	Yes	Men
Research question	Information sources before purchasing a product	p Values	Difference	If there is a difference, group with a higher mean
<i>RQ<sub>11,a</sub></i>	Advertisements	0.008604957	Yes	Women
<i>RQ<sub>11,b</sub></i>	Friend's Advices	0.3635637	No	-
<i>RQ<sub>11,c</sub></i>	Sales Consultants	0.0002123274	Yes	Women
<i>RQ<sub>11,d</sub></i>	Products Catalogs	0.06059267	No	Not
<i>RQ<sub>11,e</sub></i>	Billboards, flyers, posters etc.	0.5959363	No	-
<i>RQ<sub>11,f</sub></i>	Television programs and expert advices	0.3015192	No	-
<i>RQ<sub>11,g</sub></i>	Family Member's Advice	0.3986611	No	-
<i>RQ<sub>11,h</sub></i>	Information Labels on the Product	1.286374e-09	Yes	Women
<i>RQ<sub>11,i</sub></i>	Old Experiences	0.002007309	Yes	Women
<i>RQ<sub>11,j</sub></i>	Websites providing information about the product / service	0.03427452	Yes	Men
Research question	Centre of e-commerce website and physical store	p Values	Difference	If there is a difference, group with a higher mean
<i>RQ<sub>12,a</sub></i>	The importance of being based in Turkey	0.0004916165	Yes	Women
<i>RQ<sub>12,b</sub></i>	The importance of having a physical store	1.864215e-05	Yes	Women

#### 4. DISCUSSION AND CONCLUSION

In general, Yemeksepeti, Trendyol and Hepsiburada became the most popular e-commerce sites in a sample where women participants are in high numbers. The participants do not have a solid tendency to shop from Carrefoursa, PttAvm, Bakkaldan and Kapgel websites which are put into the survey assuming that they are popular websites.

Promotions and discounts, more product options and reading reviews before buying the product affect how often people use e-commerce. It is seen that e-commerce services and products become more appealing because of today's fast and corrosive lifestyle especially in big cities and the difficulty of being physically mobile. When women and men are compared, it is seen that men prefer e-commerce more than women in terms of the factors of the availability of promotions and discounts, the ability to compare prices and to read other reviews about the product. Several reports along with "Driving force of economy in digital World: E-Commerce" report (Kantarci et al., 2017) by TÜSİAD show that comparison of price is an important criterion, however the results of this study show otherwise. However, being able to compare prices of the products is not seen as an advantage of e-commerce.

It has emerged as an expected result that the payment methods preferred by users on e-commerce sites and the frequency of e-commerce are related. Considering general usage habits, credit cards are widely used for payment. The partial payments offered in the promotion and sales categories could be promoting the usage of credit cards more, and it is thought that BKM is seen as a secure payment method by consumers. Consumers who use credit cards and BKM in online shopping are more involved with e-commerce. It can be because of their trust on e-commerce, so that they can easily share their card information. This results in more shopping. It is observed that women tend to use more traditional payment methods such as debit cards, while men use credit cards, EFT/transfer and BKM.

Consumers who often shop online tend to search websites which give information about the product/service and look at their previous experiences before purchasing it. Besides, the results show that advertisement, product catalogues, information labels on the product and previous experiences are widely used as sources for women when websites providing information about the product / service are used by men before purchasing a good or service. In this context, it is seen that the resources that women examine before buying are more diverse.

While the lack of physical stores of sites offering e-commerce services via Internet increases the frequency of shopping at websites, women find it more important than men that the center of the site is in Turkey and have a physical store. In general, different factors such as the availability of more options without any physical effort, the availability of campaigns offered, and ease of payment may make shopping on e-commerce sites attractive for users. At this point, the lack of a physical store emerges as a factor that positively affects the shopping frequency. From the perspective of gender, it can be said that women associate the websites centered in Turkey and the presence of a physical store with the reliability of related websites.

Although men visit e-commerce sites more frequently, there is no difference between men and women in terms of frequency of e-commerce. However, there is a significant difference between men and women according to the shopping pattern criterion, which expresses the campaign and special advantages offered. In other words, it can be said that factors such as following campaign days, free shipping and special offers are more important for women. Based on this, it is thought that different options that attract the attention of women and men can be created by the sites.

In the analysis made according to gender, it is seen that women use Yurtiçi Kargo more, while men use Sürat Kargo and UPS more. It is not surprising that men use general shopping sites such as Hepsiburada, Gittigidiyor, Sahibinden, n11, and women use Trendyol, that sells more clothing and make-up materials. Considering that all these sites have served in each others' fields over time, it can be said that this did not find much response on the consumer side, and it is the same today as it was used before.

According to other analysis, it has been observed that promotions, possibility of price comparison and finding product reviews are the reasons for e-commerce for men. In addition to personal expenses such as digital products, and sports / cultural activities, men meet the collective needs of families such as fast-moving consumer goods, household goods, automobile

accessories, travel, mothers and babies care, and toys on the Internet, women can buy personal products such as books, personal care products and jewelry on the Internet. It can be said that the shopping categories preferred by men and women are compatible with the general perceptions and attitudes in the society, however, it is not a generalizable finding.

What emerges in general is that women do more research, and they are more likely to avoid risk compared to men. While the reliability of the credit card has been evident in recent years, it is still less commonly used by women. While men are open to more innovations in shipping and websites, women tend to use the tried, reliable and classic ways. Both groups cannot respond to the innovations of the sites, and use the sites for the same purpose they used to use.

There are several limitations encountered during this study. The age of samples is too young, the number of women is higher than the average of Turkey and it does not cover all the cities of Turkey. It is thought that the findings obtained as the results of this study revealed some of the factors affecting e-commerce usage and shopping frequency. More detailed research can be conducted on the factors affecting the purchasing decision of the individuals and the scope of the research conducted by the individuals before purchasing in order to conduct more comprehensive research in future studies.

**Hakem Değerlendirmesi:** Dış bağımsız.

**Çıkar Çatışması:** Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir.

**Etik Komite Onayı:** Bu çalışma için etik komite onayı Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Araştırma Etik Kurulu'ndan alınmıştır. (2021-06/04)

**Yazar Katkıları:** Çalışma Konsepti/Tasarım-S.K., B.A.; Veri Toplama- B.A.; Veri Analizi/Yorumlama-S.K., B.A., İ.E.E.; Yazı Taslağı- B.A., İ.E.E.; İçeriğin Eleştirel İncelemesi-S.K., İ.E.E.; Son Onay ve Sorumluluk- S.K., B.A., İ.E.E.

**Finansal Destek:** Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir.

**Peer-review:** Externally peer-reviewed.

**Conflict of Interest:** The authors have no conflict of interest to declare.

**Ethics Committee Approval:** This study was approved by the Marmara University Social Sciences Research Ethics Committee. (2021-06/04)

**Author Contributions:** Conception/Design of Study- S.K., B.A.; Data Acquisition- B.A.; Data Analysis/Interpretation- S.K., B.A., İ.E.E.; Drafting Manuscript- B.A., İ.E.E.; Critical Revision of Manuscript- S.K., İ.E.E.; Final Approval and Accountability- S.K., B.A., İ.E.E.

**Grant Support:** The authors declared that this study has received no financial support.

## References/Kaynaklar

- Akpınar, E. N. (2017). Türkiye'de elektronik dış ticaretin gelişimi ve istihdam ilişkisi. *Harran Educational Journal*, 2(2), 18-32. doi:10.22596/2017.0202.18.32
- Bucaklı, A. T. (2007). *Elektronik ticaret*. İstanbul: Kadir Has Üniversitesi.
- Deloitte, & TÜSİAD. (2019). *E-Ticaretin gelişimi, sınırların aşılması ve yeni normlar*. TÜSİAD.
- Fedder, C., Shweta, J., & Upadhyaya, J. (2018). *Brand growth through a cross-generational approach to consumer profiling*. Deloitte Insights.
- Gedik, Y. (2021). E-Ticaret: Teorik bir çerçeve. *Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 12(1), 184-198. doi:10.33537/sobild.2021.12.1.16
- Gençyürek Erdoğan, M. (2020). Covid-19 döneminde e-ticaret ve dijital reklam yatırımları. *Selçuk İletişim Dergisi*, 13(3), 1296-1318. doi:10.18094/JOSC.776605
- Güzel, Y., İpek, G., Yıldırım Yılmaz, T., Babaoğlu, M., Şener, A., Buğday, E. B., & Yücel, S. (2018). *Customer profile and consciousness levels research report*. Türkiye Cumhuriyeti Ticaret Bakanlığı.
- Hatipoğlu, C., & Altan, İ. M. (2021). Türkiye'de e-ticaret hizmetlerinin moora yöntemi ile incelenmesi. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 68, 372-383. doi:10.51290/dpusbe.875064
- HDE Handelsverband Deutschland. (2019). *Online monitor*. HDE Handelsverband Deutschland.
- Kantarçı, Ö., Özalp, M., Sezginsoy, C., Özaşkın, O., & Cavlak, C. (2017). *Dijitalleşen dünyada ekonominin itici gücü: E-ticaret*. İstanbul: TÜSİAD Türk Sanayicileri ve İş İnsanları Derneği.
- Kıran, S. (2020). Impact of social network use in Turkey on e-commerce based on Facebook case. *International Journal of Research and Scientific Innovation (IJRSI)*, 7(3), 160-167.
- KPMG. (2017). *The truth about online consumers 2017 global online consumer report*. KPMG.
- Küçükyılmazlar, A. (2006). *Elektronik ticaret rehberi*. İstanbul: İstanbul Ticaret Odası.
- Laudon, K. C., & Laudon, J. P. (2012). *Essentials of management information systems* (10 ed.). New Jersey, USA: Pearson.
- PwC. (2016). *Total retail survey 2016*. PwC.
- Şekerel Erdoğan, D., & Unutkan, İ. (2019). *Türkiye'de FMCG trendleri ve e-ticaret*. Nielsen.
- TÜBİSAD. (2019). *TÜBİSAD e-ticaret 2019 pazar büyüklüğü raporu*. İstanbul: TÜBİSAD Bilişim Sanayicileri Derneği.
- TÜİK. (2020). *Hanehalkı bilişim teknolojileri (BT) kullanım araştırması*. TÜİK.
- Twentify. (2018). *Türkiye'de e-ticaret: Çevrimiçi alışverişte tüketici davranışları araştırması ve marka karşılaştırması*. Twentify.
- wearesocial, & Hootsuite. (2019). *Digital 2019 Turkey*. we are social, Hootsuite.

# Marka İmajı Üzerine Türkçe Duygu Sözlüğü Geliştirme Çalışması

## A Study To Develop A Turkish Sentiment Lexicon On Brand Image

Emel Özdemir Akcan<sup>1</sup> 



### ÖZ

Son yıllarda kullanıcıların yorum ve düşüncelerini belirleyebilmek, markalar hakkındaki düşünce ve duygularını ortaya çıkarabilmek amacı ile duygu analizi, işletmeler açısından en kullanışlı yöntemlerden birisi olarak karşımıza çıkmaktadır. Yöntem bilimsel bakış açısıyla genel sözlüklerin marka imajı alanına ait marka terimlerini yeteri kadar temsil edememesi, Türkçe olarak marka bağlamında duygu sözlüğünün yer almaması ve marka imajını duygu analizi ile ortaya koyan çalışmaların son derece az olması, bu alandaki eksikliği ortaya koymaktadır. Bu kapsamda bu araştırmanın amacı markaların kullanıcıların zihnindeki imaj algısını belirleyebilmek adına duygu analizi için gerekli olan bir Türkçe sözlük oluşturmaktır.

Bu amacı gerçekleştirmek için, marka imajı ile ilgili yükseköğretim kurumundaki (YÖK) 113 Türkçe tez taranarak, içerisinde en çok geçen kelimeler R programlama dili kullanılarak, duygu analizi yöntemi ile tespit edilmeye çalışılmıştır. Marka imajı alanına ait veri setinde toplamda elde edilen kelime sayısı 1.738.596 adet olarak gözlemlenmiştir. Bu kelimeler içerisinde marka imajı alanında en sık kullanılanlar ise 31.671 adet kelime olarak elde edilmiştir. En sık kullanılan 31.671 kelimenin içerisinde marka imajı alanında duygu ifade eden 9535 adet kelime ile marka imajı sözlüğünü oluşturulmuştur.

**Anahtar kelimeler:** Marka imajı, Sosyal Medya, Duygu Analizi, R, Duygu Sözlüğü

### ABSTRACT

In recent years, sentiment analysis has emerged as one of the most useful methods for businesses in order to determine the comments and thoughts of users, to reveal their opinion and emotions about brands. From a methodological perspective, the fact that general lexicons do not adequately represent brand terms in the domain of brand image, that there is no sentiment lexicon in Turkish in the context of the brand, and the fact that there are very few studies that reveal the brand image with sentiment analysis reveal the deficiency in this domain. In this context, the purpose of this research is to create a Turkish lexicon that is necessary for sentiment analysis in order to determine the perception of the image of the brand in users' minds. In order to achieve this aim, 113 Turkish theses in the higher education institution (YÖK) related to brand image were scanned, and the most frequently mentioned words in them were tried to be determined with the sentiment analysis method by R programming language.

The total number of words obtained in the data set of the field of brand image was observed as 1,738,596. Among these words, the most frequently used words in the field of brand image were obtained as 31,671. The brand image lexicon was created with 9535 words which express sentiment in the domain of brand image among the 31,671 words used most frequently.

**Keywords:** Brand Image, Social Media, Sentiment Analysis, R, Sentiment Lexicon

<sup>1</sup> (Doktora Öğrencisi), Sakarya Üniversitesi, İşletme Enstitüsü, Sakarya, Türkiye

ORCID: 0000-0003-2068-5265

#### Corresponding author:

Emel Özdemir AKCAN

Sakarya Üniversitesi, İşletme Enstitüsü, Sakarya, Türkiye

#### E-mail address:

emel.ozdemir2@ogr.sakarya.edu.tr

Submitted: 02.04.2021

Revision Requested: 13.07.2021

Last Revision Received: 30.07.2021

Accepted: 04.08.2021

Published Online: 14.10.2021

Citation: Ozdemir Akcan, E. (2021). A study to develop a turkish sentiment lexicon on brand image. *Acta Infologica*, 5(2), 415-433. <https://doi.org/10.26650/acin.908724>

## 1. GİRİŞ

İnternet çok sayıda elektronik aygıtın birbiri ile bağlantılı olduğu, evrensel olarak kullanılan ve gün geçtikçe kullanıcı sayısı artan bir haberleşme aracıdır. Sosyal medya mecraları ise internette kullanıcıların birbiri ile iletişime geçtikleri en önemli bilgi paylaşım ağlarından birisidir (<https://www.statista>).

Sosyal medya mecraları, markaların tüketicilerin zihninde oluşturdukları yeri görebilmeleri ve tüketici zihninde marka konumunu güçlendirebilmeleri için, işletmelerin ihtiyaçlarına cevap verebilecek ortamlar olarak karşımıza çıkmaktadır. Çünkü bu ortamlarda müşteriler, bir markaya yönelik ürün ve hizmetler hakkında özgür yorumlar yapabilmekte, görüş ve fikirlerini paylaşmakta, tavsiye ve şikâyetle bulunabilmektedirler. Tüketiciler bu anlamda pasif konumdan çıkarak aktif bir konuma gelmekte ve işletmelerin marka imajlarını olumlu veya olumsuz olarak belirleyebilmektedirler. Sosyal ağlarda etkileşim içerisinde olan yeni bir hedef kitlenin bulunması işletmelere, rekabet analizi, imaj yönetimi, stratejik konumlandırma, halkla ilişkiler ve marka yönetimi gibi alanlarda olumlu ve olumsuz niteliklerini görebilme ve yönetebilme imkânı sunmaktadır.

Çağdaş markalaşma yaklaşımı genel olarak tüketici tutumları, sadakat, imaj algısı ve markaya yapılan konumlandırma faaliyetleri üzerine odaklanmıştır. Markalaşma ve önemine yönelik ilk tartışmalara Smith, (1915) ve Copeland (1923) gibi pazarlama araştırmacılarının çalışmalarında rastlamaktayız. Bu yazarlara göre, bireyler, üretici tarafından oluşturulmak suretiyle tanınmayı sağlayan ve olumlu çağrışımları olan bir marka ismi var olmadığı sürece bir ürünü satın alma sürecinde gönülsüz olabileceklerini ileri sürmüşlerdir. Genel olarak bakıldığında, bir kurumun ancak marka portföyünü incelikli bir biçimde yönetip bu doğrultuda doğru konumlandırma yapabildiği durumlarda başarılı olabildiği görülmektedir (Christodoulides ve Chernatony,2010; Srinivasan vd.,2005; Park ve Srinivasan,1994; Davcik ve Rundquist, 2012; Paswan vd., 2012). Daha sonraki dönemlerde, Gardner ve Levy gibi araştırmacılar tüketicilerin ürünleri birbirinden ayırt etmelerine yarayan basit etiketlerin çok daha ötesinde anlamlar içerdiklerini ifade etmişlerdir. Bu anlamlar markalar üzerinden farklılaştırma, fayda beklentileri kalite ve performans ile ilgili ya da öznel tüketici değerlendirmelerini içermektedir. Ayrıca Gardner ve Levy'ye göre tüketicilerin markalara karşı oluşturdukları bu anlamlar duygu, fikir ve tutumların bütünü olarak satın alma tercihlerinde önemli bir faktör olarak görülmektedir. Kurumsal reklam yöneticileri ve sektörel araştırmalar marka imajını kurumların en önemli gücü olarak ifade etmektedirler (Gardner ve Levy, 1955).

Tüketicilerin, çoğu kez bir markayla ilgili akıllarında kalan çağrışımları ile birlikte, zihinlerinde bir marka imajı oluşmaktadır. Oluşan bu marka imajı kavramı, bireysel olarak algıdaki seçicilik ile beraber kişiye özeldir. Buna karşın bazı marka imajı tanımlamaları markaya dair geçmiş deneyim ve yaşanmışlıkların etkili olduğu yönündedir (Chia-Hung, 2008). Marka imajı için, tüketicinin markaya dair bağdaştırdığı çağrışımlar ve tanımlamalar kümesi denilebilir. Bu çağrışımlar, markanın kendine has özellikleri veya derinlemesine yarattığı algılardır (Aaker and Biel, 1993: 71). Bir başka yaklaşım ise marka imajının bir yöne kanalize edilmiş çağrışım kümesi olduğu veya bir markanın tüketicilerine sunduğu marka kültürünün sonucu olarak, markaya ilişkin sahip olunan yargılar, tutumlar ve değerler toplamı olduğu yönündedir (Meenaghan, 1995). Marka imajına dair farklı bir yaklaşım da işletmenin sergilediği davranış ile ilgilidir. İşletmelerin sergiledikleri tutum ve davranışlar markalarının pazardaki konumunu belirler. Böylece işletme faaliyetleri neticesinde marka konumlandırma, bir markanın, potansiyel kullanıcılarının zihnindeki algılamalardan oluşmaktadır. Marka konumlandırma, markanın pazardaki yeri, ulaştığı kitle ve tüketicilerin markaya bakış açısı belirlenmiş olur. Marka konumlandırma, geleceğe yönelik başarı hedefi olan tüm işletmelerin ana odağı olmalıdır. Çünkü tüketiciler her marka ile ilgili düşünceler oluşturmaktadır ve bu düşünceler işletmeler tarafından oluşturulmuştur. Bu nedenle de tüketicilerin zihinlerinde nasıl bir şekilde yer edeceğinizi yönetmek için, marka konumlandırma ve tüketici zihnindeki imaj değerlendirmelerine öncelik verilmesi gerekmektedir. İşletmelerin, piyasalardaki ve sosyal platformlardaki yeri tüketicilerin markanıza bakış açısını etkilediği için önemlidir. Tüketicilerin akıllarında ki imajınızın negatif çağrışımlar dan oluşması, kötü bir konumlanmanız olduğuna işaret eder ve bu da müşteri kaçırmaya neden olabilir. Aynı zamanda işletmelerin konumu, imajınızı etkileyerek, sadık müşteri kitleleri edinmenize de etki eder (ideasoft, 2021).

Dolayısı ile işletmelerin imajları herhangi bir nedenden ötürü zedelenirse, marka imajları da zedelenir. İmajı ve markası zedelenen bir işletme, pazar için yeni bir imaj yaratmak zorundadır. Kısacası marka imajı bir işletmenin veya markanın nasıl



bilindiği ve nasıl algılandığına dair yargılardır. Bu bağlamda işletmelerin hedefleri; tüketicilerin zihinlerinde iyi bir izlenim ile birlikte kendisine has özellikleri olan imaj konumlandırması bırakmaktır (Clow and Baack, 2016: 24-25). Böylelikle işletmelerin tüketiciler zihnindeki konumlarını her an değerlendirmek ve takip etme ihtiyacı artmaktadır.

Buradan hareketle, kritik kararlar vermek açısından müşteri beklentilerini anlık olarak belirleyebilmek ve marka imajının yönetilmesi bakımından sosyal medya mecralarında tüketicilerin marka hakkındaki görüş, duygu ve düşüncelerini değerlendirmek ve takip etmek için duygu analizinden yararlanmak günümüzde zorunluluk haline gelmiştir (Chen vd., 2014; Akgül vd., 2016). Kurumların ürettikleri ürün, hizmet ve markalara ilişkin güçlü yanlarını, zayıf yanlarını takip edebilmeleri ve tüketiciler tarafından nasıl algılandığının analizini yapabilmeleri açısından sosyal medyada yer alan metin yığınları duygu ve fikirleri ortaya çıkarması sebebiyle çok önemli veriler barındırmaktadır. Büyük miktarlarda veri barındıran metinlerden anlamsal bilgi çıkarımı çok güç ve yüksek maliyetlidir (Fernández-Gavilanes vd., 2016). Bu anlamda duygu analizi araçları büyük boyuttaki verileri analiz edebilmek için uygun araçlar olarak karşımıza çıkmaktadır (Türkmenoğlu, 2015).

Duygu analizi, insanların birçok konu ile ilgili, geliştirmiş oldukları tutum, tavır ve görüşlerini ifade ettikleri metinler içerisinde gizli kalmış olan duygu, fikir ve görüş bildiren bileşenlerin ortaya çıkarılmasını amaçlayan doğal dil işleme yönteminin bir alt dalı olarak karşımıza çıkmaktadır (Liu, 2020). Bir metin parçası ile belirtilen tutumlar çeşitli yöntemler aracılığı ile sınıflandırma süreçlerine tabi tutulmaktadır.

Duygu analizi çalışmalarını etkin işleyebilmesi için önünde yer alan bazı engeller de göz önünde bulundurulmalıdır. Bu engellerden bazıları şu şekilde sıralanabilir; “İğneleyici İfadeler ve İroniler”, “Duygu Sözcüğü Yokluğu”, “Karmaşık Yapı”, “Gürültülü Veri”, “Olumsuzluk Ekleri” ve bu engellerin en başında gelen “Alan Bağımlılık” kısıtı analizlerin etkin bir şekilde yapılamamasına neden olmaktadır. Alan Bağımlılık, bazı kelimelerin farklı alanlarda kullanıldığında farklı duygu yönelimine sahip olabilmesi anlamına gelmektedir. Örneğin “Bugün hava çok *sıcak*, adeta nefes alamıyorum” ve “*Sıcak* satış yeteneği ile ön plana çıkıyor” cümlelerindeki sıcak kelimesi ilk cümlede negatif polarite ifade ederken ikinci cümlede nötr bir polarite göstermektedir (Pradhan vd., 2016; Karoui vd., 2019; Liu, 2020; Cebeci, 2020). Yapılan çalışmalar, belirli bir alana odaklanan bir duygu sözlüğünün, genel amaçlı bir duygu sözlüğüne kıyasla, hedef alan ile ilgili duyguların daha iyi temsil edildiğini kanıtlamıştır. Genel sözlükler çok iyi tanımlansalar bile olası tüm sektör ve alanları temsil edememektedirler (Taboada vd., 2011; Park vd., 2015; Liu, 2020). Her ne kadar, duygu analizi alanında çok çeşitli metodolojiler kullanan farklı çalışmalar mevcut ise de bunların büyük bir kısmı marka imajını, alanda geliştirilmiş mevcut genel sözlükler ve İngilizce kaynaklı olarak ortaya koymaya çalışmışlardır. Oysa İngilizce kaynaklı ve alan bağımsız olarak geliştirilen bu genel sözlükler her sektör ve alana standardize edilememekte ve farklı kültürel alt yapıya ya da farklı bağlamsal faktörlere genellenememektedir. Dolayısıyla sosyal bilimlerin birçok alanında olduğu gibi pazarlama ve marka alanında da analizleri kendi durumsallığında ve anlık olarak inceleyecek yöntemlerin önemi artmıştır (Başfıncı, 2016). Marka imajı alanında duygu analizinin yüksek performans gösterebilmesi için marka imajı terimlerini kapsayan ve bu terimleri temsil eden duygu yönelimlerini (negatif, pozitif ve nötr) marka bağlamında ele alan bir Türkçe sözlük gerekmektedir. Türkçe sözlük eksikliğinden dolayı doğal dil işleme ve metin madenciliğinde sözlüğe dayalı Türkçe kaynaklı çalışmalar çok sınırlı kalmaktadır.

Bu ihtiyaca dayalı olarak bu çalışmada, alan bağımlı kaynak eksikliği ihtiyacını gidermek hedefi ile marka imajı alanına ait sözlük geliştirme hedeflenmiştir. Bu amaçla şu araştırma sorularına cevap bulunmaya çalışılmıştır: Literatürde marka imajı alanında kullanılan kelimeler nelerdir? Marka imajını karakterize eden duygular ve bu duygulara ait kelimeler hangileridir? Geliştirilen bu sözlük ile firmaların markalarına yönelik imaj belirleme çalışmaları yaparak tüketici duygu ve düşüncelerini zamanında fark etmesi ve rekabet avantajı için gerekli önlemleri zamanında alabilmesi beklenmektedir. Diğer yandan, akademik çalışmalar için Türkçe literatüre bir marka imajı sözlüğü kazandırılması hedeflenmiştir. Marka imajı alanında yapılmış olan bu sözlüğün daha sonraki marka imajı ile ilgili duygu analizi çalışmalarına bir ön hazırlık niteliğinde araştırmacılara katkı sağlaması düşünülmektedir.

## Kısıtlar

Duygu analizi çalışmaları günümüzde çoğunlukla sosyal medya mecralarında kullanıcı mesajları, ürün, marka, film, müzik yorumları gibi veri setleri üzerinde yapılmaktadır, sosyal medyanın kendine has bir üslubu, kısaltmaları ve kendine özgü

bir lisanı vardır. Mesajlardaki karakter sayılarının yetersiz olmasından ötürü çok sayıda kısaltma kullanılmaktadır. Bu durum genellikle ürün, hizmet ve marka yorumları için de geçerlidir. Ayrıca kullanıcılar tarafından yazılan bu yorumlarda Türkçe'nin dil kurallarına uyulmamakta, birçok metinde noktalama işaretleri hiç kullanılmamaktadır. Sonuç olarak duygu analizine konu olacak metinlerden elde edilen yorumlar son derece kirli kelimelerden oluşmaktadır. Bu bağlamda, yapılan sözlük tabanlı duygu analizi çalışmalarında kullanıcıların yazmış olduğu kelimelerin eş değerini bulmak önemli bir kısıt oluşturmaktadır. Ayrıca sözlük tabanlı yaklaşımlarda genellikle doğal dil işleme yöntem ve araçları kullanılmaktadır. İngilizce gibi dünya genelinde yaygın olarak kullanılan popüler dillerde güçlü doğal dil işleme araçları mevcutken Türkçe kaynaklı araçların sınırlı olması da çalışma kısıtlarından biri olarak karşımıza çıkmaktadır. RStudio ortamında Türkçe diline uygun olarak kelime köklerine ayırma yazılımının mevcut olmaması bu çalışmadaki kısıtlar arasında yer almaktadır. Türkçe kaynaklı duygu analizi çalışmalarında bu durum mutlaka göz önüne alınmalıdır. Türkçe gibi yaygın olarak kullanılmayan diğer dillerde duygu analizi yapabilmek için güçlü ve gelişmiş doğal dil işleme yöntem ve araçlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Marka imajı boyutlarına spesifik bir sınır çizileceği düşüncesi ile çalışma kapsamında elde edilen marka boyut ve terimlerinin tez literatüründen oluşması araştırmanın son kısıtını oluşturmaktadır.

## 2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Literatürde duygu analizi bağlamında yapılan sözlük çalışmaları son 10 yıl içerisinde yoğunlaşmıştır. Bu çalışmalardan bazılarında bu kısımda yer verilmektedir.

Hu ve Liu (2004) çalışmalarında, WordNet (Fellbaum,1998) sözlüğünden yararlanarak elde ettiği kelimeleri Sözlük (Lexicon) temelli yöntem ile uygulamıştır. Uyguladığı duygu sözlüğünde, tüketici yorumlarını temel alarak, negatif ve pozitif olarak sınıflandırmıştır. Yöntemin temelinde özellik çıkarım yaklaşımı benimsenerek ürünlerin temel özelliklerini belirlemek amaçlanmıştır. Ürün ile ilgili yorumların duygu polaritesi hesaplanarak ürün özellikleri ile ilgili düşünceler özetlenmiştir.

Ding vd., (2008) çalışmalarında, ürün yorumlarını değerlendirerek bu yorumların duygu polaritelerini negatif, pozitif ve yansız olarak sınıflandırma analizi yapmışlardır. Çalışmanın temel amacı, alan bağımlı olarak ürün yorumlarından elde ettikleri kelimeleri sınıflandırmaktır. Bunun için kelime tabanlı (Lexicon) yöntemi benimsemişlerdir. Yapılan çalışma sonucunda, Duygu Gözlemcisi ismi verdikleri bir uygulama geliştirmişlerdir.

Kouloumpis vd., (2011), Twitter üzerinde yapılan fikir analizinin etkisini de-ğerlendirmek üzere, denetimli makine öğrenmesi yöntemi ile twitter da yer alan negatif, pozitif ve nötr fikirlere odaklanmışlardır. Bu amaçla üç farklı yapıda twitter mesajı toplamışlardır. Bunlardan ikisi olan hastag (HASH) ve emoji (EMOT) yapılarında olan twittleri algoritmalarında eğitmek üzere kullanmışlardır. Modellerini İSİeve işletmesinin manuel (el ile) olarak derecelendirdikleri 4000 tane twit içeren veri seti ile denemişlerdir.

Nielsen (2011), twitter yorumlarından elde ettikleri veri seti üzerinde yeni bir duygu sözlüğü geliştirme çalışması yapmışlardır. AFINN adını verdikleri bu sözlük, 2000'den fazla duygu kelimesi barındırmaktadır. Duygu kelimelerini skor lama yaklaşımı olarak manuel bir yaklaşım benimseyerek, pozitif kelimeleri 1 ile 5 arasında skorlamış, negatif kelimeleri ise -1 ile -5 arasında skorlar vermiştir.

Taboada vd., (2011), Amazon'un Mechanical Turk sözlük hizmetinden faydalanarak haberlerde ve bloglarda yer alan telefon, otel, araba ve benzeri ürün ve hizmetler hakkında yorumları veri seti olarak derlemişlerdir. Bu verileri kullanarak sözlük (Lexicon) tabanlı bir duygu analizi sözlüğü ve duygu sınıflandırma çalışması yapmışlardır. Oluşturmuş oldukları sözlükteki kelimeleri -5 ile +5 arasında manuel olarak skorlar vererek duygu polaritelerini oluşturmuşlardır. Duygu analizi sınıflandırma görevinin yapılması amacıyla SO-CAL adını verdikleri bir uygulama geliştirmişlerdir. Elde edilen 3272 kelimelik sözlüğün başarı oranı diğer sözlükler ile karşılaştırıldığında daha yüksek bir performans ile çalıştığını göstermişlerdir.

Xie ve Li (2012), alan bağımsız ve korpus tabanlı bir sözlük geliştirme yaklaşımını benimsemişlerdir. İçerisinde negatif, pozitif ve tarafsız kelime kutuplarını içeren yeni geliştirdikleri sözlüğe ilgili korpus temel alınarak oluşturulduğu için corpus-rel adını vermişlerdir. Çalışmalarında ayrıca Tag Sentiment Topic Model (TSTM) adını verdikleri bir de model geliştirmişlerdir. Bu model içerisinde pozitif ve negatif kelimelerin olduğu bir liste yer almaktadır ve her bir negatif pozitif kelime grubu

kümelere bölünmektedir. Harika, iyi güzel, doğru, süper ve şanslı gibi pozitif görüş ifadeleri pozitif kelimeler kümesini oluşturmakta, kötü, zayıf, maalesef, yanlış, bayağı ve çirkin gibi negatif duygu bildiren kelimeler ise negatif kelimeler kümesini oluşturmaktadır.

Balahur vd., (2012), yapmış oldukları duygu analizi çalışmalarında, duygu polaritesini belirlemeye ek olarak kişilerin hissettikleri duygu durumlarına göre utanma, korku ve kızgınlık olarak sınıflandırmışlardır. Oluşturdukları sözlük için veri setini Appraisal Theory bağlamında oluşturulmuş olan ISEAR (Scherer ve Wallbott, 1997) veri setinden elde etmişlerdir. Elde ettikleri çalışmayı unigram, bigram ve 3-gram özelliklerine göre makine öğrenmesi metotları ile karşılaştırmışlar ve daha başarılı olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Kaya vd., (2012), Türk politika haberleri veri setini kullanarak dört makine öğrenme algoritmasının fikir analizi başarı değerlerini karşılaştırmışlardır. Siyaset ile ilgili veri setini pozitif ve negatif duygular olarak gruplandırarak bir derlem oluşturmuşlardır. Maksimum entropi ve N-gram dil modeli, destek vektör makinesi ve naif bayes sınıflandırma algoritmalarına göre daha başarılı olmuştur. Yapılan duygu analizi sonucunda %67 ile %76 oranında başarı sağlamışlardır.

Kang vd., (2012), sözlük tabanlı (Lexicon) ve değişik makine öğrenimi metotlarını kullanarak duygu analizi çalışması gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışmanın temel katkısı, yazarlar özel bir alan ile ilgili sözlük geliştirme deneyimi elde etmişlerdir. Sadece restoran yorumları ile ilgili veri seti üzerinde duygu terimleri sözlüğü oluşturmuşlardır. Restoran yorumlarını derecelendirerek, tekli ve çoklu kelimeleri de derecelendirme kapsamına dâhil etmişlerdir. Yapılan çalışmada sonuç olarak, standart duygu terimleri sözlüğü ile yeni geliştirdikleri restoran duygu sözlüğünü çeşitli makine öğrenmesi algoritmaları ile karşılaştırdıklarında daha iyi sonuçlar alabilmek için testlerini sürdürmüşlerdir.

Robaldo ve Caro (2012), farklı bir uygulamaya odaklanarak XML dosya uzantılı bir fikir madenciliği uygulaması geliştirmişler. Bu amaçla fikir madenciliği-makine öğrenimi (ML) adında bir uygulama geliştirerek, restoran yorumlarını kullanarak alan bağımlı ve alan bağımsız bir sorgulama prosesi elde etmişlerdir.

Boldrini vd., (2012), doküman kelime ve cümle gibi farklı seviyelerdeki duygu analizi görevleri için öznel etiketleme uygulaması geliştirmişlerdir. Bu amaçla, üç başlık ve İspanyolca, İngilizce ve İtalyanca dillerinde olmak üzere üç farklı dilde bloglardan veri toplamışlardır. Topladıkları 270.000 yorumu EmotiBlog adında bir korpusta toplayarak duygu sınıflandırması ve duygu tarama uygulaması geliştirmişlerdir. Bu EmotiBlog korpusunu daha sonra ISEAR veri seti ile test etmişler ve yeterli bir başarı oranı yakalamışlardır.

Steinberger vd., (2012), yeni bir sözlük kaynağı geliştirme alanına odaklanmışlardır. Araştırmalarında yarı otomatik bir yaklaşım benimseyerek birçok farklı dilde duygu sözlüğü geliştirmeyi amaçlamışlardır. İlk olarak haber verilerini toplayarak iki dilde bir sözlük geliştirmişler ve daha sonra bu sözlüğü otomatik olarak üçüncü bir dile çevirme uygulaması geliştirmişlerdir. Kendi yaptıkları üçlü kelime listesi otomatik makine çevrimi listesi ile karşılaştırarak geçerliliğini test etmişlerdir.

Kaufmann (2012), ise iki dilde var olan bir kelime listesini, benzer morfolojik özellikler gösteren üçüncü dillere otomatik çevriminin yapılabileceği bir sistem amaçlamıştır. Bunun için, istatistiksel bir makine dönüştürücü sistemi kullanarak, oluşturduğu korpustaki kelime listelerini taratıp bu dil ile diğer diller arası benzerlik ilişkilerini keşfederek otomatik olarak çevrim yapabilen JMaxAling uygulamasını geliştirmiştir. İngilizce-İspanyolca ve İngilizce-Arapça dillerine otomatik kelime tercüme sürecinde makine öğrenme algoritmalarından yararlanmışlardır.

Akbaş (2012), Türk twitlerinden elde ettiği verilerden, varlık görüş fikir madenciliği çalışmasına odaklanmışlardır. El ile hazırladıkları duygu kelime listesini kullanarak otomatik olarak yeni bir kelime seçme algoritması geliştirmişlerdir.

Şimşek ve Özdemir (2012), veri madenciliği tekniklerini kullanarak Türk twitter veri setini inceleyerek Türkiye tweetleri ile Türkiye borsa endeksi arasında bir ilişki olup olmadığını görmek için bir duygu analizi çalışması yapmışlardır. Bu duygu analizi çalışmasında Amazon'un Mechanical Turk hizmetinden yararlanarak 113 tane mutluluk ve mutsuzluk duygusunu ifade eden duygu kelimeleri ile bir Türkçe sözlük oluşturularak, twitter mesajlarını sınıflandırmışlardır. Sonuç olarak Türk tweet verileri ile Türkiye borsa endeksi arasında %45 oranında ilişki olduğunu saptamışlardır.

Sevindi (2013), Baccianella vd., (2010), tarafından geliştirilen SentiWordNet sözlüğünü Türkçeye çevirmişlerdir. Türkçeye tercüme ettikleri duygu sözlüğü kaynağında 12697 tane kelime yer almaktadır.

Vural vd. (2013), yine benzer bir çalışma yaparak, Thelwall, vd., (2010)'ın geliştirdikleri SentiStrength duygu analizi kütüphanesini Türkçeye çevirerek Türkçe bir duygu sözlüğü kaynağı hedeflemişlerdir. Bunun için beyaz perde.com adresinden film yorumlarını toplayarak, sözlük tabanlı duygu sınıflandırma analizi yaparak %76 oranında başarı elde etmişlerdir.

Aytekin (2013), Türkçe blog sitelerinde beyaz eşya, teknoloji, ufak ev aletleri, ısıtıcı ve klima ürünlerine ait yorumlar üzerinde duygu polaritesinin yönünü tespit çalışması yapmıştır. Çalışmada sözlük tabanlı yaklaşım ile makine öğrenmesi yaklaşımlarından yararlanarak yarı-denetimli bir teknik benimsemiştir. İngilizce 'de hazırlanmış negatif ve pozitif anlamlar içeren 700 kelimelik bir sözlüğü Türkçe 'ye uyarlayarak, çalışmada pozitif yorumlarda %72, negatif yorumlarda %73 başarı oranı elde etmiştir.

Kang ve Park (2014), tüketici memnuniyeti analizi kapsamında, müşterilerin mobil servisler konusundaki yorumlarından hareketle duygu analizi çalışması yapmışlardır. Manuel olarak düzenledikleri duygu ifadesi belirten kelimeleri -2 ile +2 arasında değişen skorlar vererek, duygu yönelimlerinin polaritesini belirlemişlerdir.

Dehkharghani vd., (2015)'te yapmış oldukları çalışmada, Türk dili duygu analizi çalışmaları için yeni bir sözlük geliştirmişlerdir. Yeni geliştirdikleri sözlük oluşumunda yarı otomatik bir yöntem benimsemişlerdir. Geliştirmiş oldukları sözlüğün içerisinde, Türk WordNet (Bilgin vd., 2004) sözlüğünde yer alan 14795 tane eş anlamlı kelime yer almaktadır. Duygu kelime skorlarının bulunduğu ve SentiTurkNet adını verdikleri sözlük literatürde ilk duygu değeri içeren sözlük kaynağı olarak yer almaktadır.

Park vd., (2015), duygu terimleri sözlüğü geliştirme ile ilgili bir çalışma amaçlamışlardır. Alana özgü bir duyarlılık sözlüğü oluşturma maliyeti, daha geniş ve pratik uygulamalarını engellemektedir. Bu zorluğu telafi etmek için, ilgili terimleri dikkatli bir şekilde seçerek etki alanına özgü bir duyarlılık sözlüğü çıkarmayı önermişlerdir. Önerdikleri bu yöntem ile daha önce Baccianella et al. (2010) geliştirdikleri duygu terimler sözlüğü SentiWord ile performansını kıyaslamışlardır.

Al-Ayyoub vd., (2015), veri sözlüğü tabanlı yaklaşımı benimseyerek Arapça dilinde yeni bir sözlük oluşturma çalışması gerçekleştirmişlerdir. Arapça kelime köklerinin yer aldığı Abuaiadh (2011) veri setini kullanarak bu kelimeleri İngilizce olarak tercüme etmişler ve kelime değerlerini çevrimiçi olarak sentiment140.com adresinden belirlemişlerdir. Genişletilmiş bir sözlük oluşturmak için ise Aljazeera.net adresindeki Arap haber sitesinden elde etmişlerdir. 120.000 kelimeye dayalı olarak geniş bir Arapça sözlüğü oluşturmuşlardır.

Khan vd., (2016), Çevrim içi sinema yorumları, ürün yorumları ve müşteri yo-rumlarından elde ettikleri veri setleri üzerinde yapmış oldukları çalışmada denetimli makine öğrenmesi metodu ile duygu analizi çalışması gerçekleştirmişlerdir. Bir İngilizce duygu terimleri sözlüğü olan WordNet servisinin daha iyi performans sağlaması amacıyla WordNet sözlüğü temel alınarak yeni bir duygu terimleri sözlüğü geliştirmişlerdir. Duygu kutbu sınıflandırma yaklaşımında eSAP adını verdikleri bir uygulama geliştirmişlerdir. Sonuç olarak yeni geliştirdikleri duygu sözlüğünün WordNet duygu sözlüğünün performansını %13,4 oranında artırdığını göstermişlerdir.

Öztürk ve Ayvaz (2018), çalışmalarında R programlama dili ile twitter kullanıcıların Suriye mülteci krizi hakkındaki görüş ve yorumlarını belirlemek üzere twitter sosyal mecrasından “Suriye”, “Suriyeli”, “Savaş” ve “Mülteci” kavramlarının geçtiği twitleri toplayarak kelime sıklıklarını ve duygu polaritelerini belirlemeye çalışmışlardır. Çalışmalarında 5000 kelimelik bir sözlük geliştirerek -5 ile +5 arasında manuel olarak skorlar vererek duygu yönlerini saptamışlardır.

Yukarıdaki çalışmalardan da görüldüğü üzere duygu sözlüğü geliştirme çalışmalarında marka imajı alanına özgü bir araştırma yapılmamıştır. Yapılan çalışmalar genellikle İngilizce dilindedir. Ayrıca Türkçe çalışmalar çok sınırlı ve genel sözlük oluşturma kapsamında ele alınmıştır. Bu çalışmanın önceki çalışmalardan farklı olarak marka imajına özgü olması bakımından literatüre katkı sağlaması beklenmektedir.

### 3. YÖNTEM

Bu çalışmada, literatürde marka imajı alanında kullanılan kelimeler neler olduğu, marka imajını karakterize eden duygular ve bu duygulara ait kelimelerin nelerden oluştuğu ile ilgili sorulara yanıt aranmıştır. Bu bağlamda, R yazılım aracı kullanılarak marka imajı belirlemeye yönelik duygu analizi için gerekli olan bir Türkçe sözlük geliştirme süreci hedeflenmiştir.

Duygu sınıflandırma teknikleri genel olarak makine öğrenmesi yaklaşımı, sözlük tabanlı (Lexicon Based) yaklaşım ve hibrid yaklaşım olmak üzere üç temel kategoride ele alınmaktadır. Bu çalışmada, duygu sınıflandırma tekniklerinden olan sözlük (Lexicon) tabanlı derlem yaklaşımı benimsenmiştir. Bunun temel sebebi, özel alanlı sözlük çalışmalarında derlem tabanlı yaklaşımın daha iyi performans göstermesi (Liu, 2020) ve Türkçe olarak herhangi bir yazılım ve marka imajı bağlamında özel alanlı bir sözlük geliştirilmemiş olmasıdır. Derlem (Corpus) yaklaşım, özel alan duygu analizi araştırmalarında, duygu yönü belirleme ve duygu terimleri bulma probleminin çözümünde kullanılmaktadır (Liu, 2020; Medhat vd., 2014). Ayrıca, çok sayıda araştırmacının (Stone vd., 1966 akt. Taboada vd., 2011; Hatziasiloglou ve McKeown, 1997; Tong, 2001; Yi vd., 2003; Hu ve Lui, 2004; Nigam ve Hurst, 2004; Wiebe vd., 2005; Esuli ve Sabastiani, 2006; Boiy vd., 2007; Taboada vd., 2011 ve Abdul-Mageed, vd., 2011, 2012) çalışmalarında olduğu gibi duygu etiketleme yaklaşımı olarak ise manuel yaklaşım benimsenmiştir. Teknik alt yapı gerektirmemesi ve daha istikrarlı bir etiketleme imkânı sunarak doğruluğu en iyi yöntemlerden biri olması sebebi ile tercih edilmiştir (Hu ve Liu, 2004; Wiebe vd., 2005; Esuli ve Sabastiani, 2006; Boiy vd., 2007).

Yapılan çalışmalarda, makine öğrenimine dayalı istatistiksel yöntemlerin genellikle belli bir alanda yüksek başarı oranı elde ettiği fakat alan değiştirildiğinde, kullanılan makine öğrenimi sınıflandırma algoritmaları aynı olsa dahi başarı performansının düştüğü, yeni alan kelimelerine yeteri kadar adapte olamadığı görülmüştür (Aue ve Gamon 2005; Chaovalit ve Zhou 2005; Kennedy ve Inkpen 2006; Boiy vd., 2007; Barlett ve Albright 2008; Taboada vd., 2011; Park vd., 2015).

Türkiye’de duygu analizi çalışmaları çoğunlukla mühendislik temelli araştırmacılar tarafından makine öğrenimi ile sınıflandırma algoritmaları (Naif Bayesian, Destek Vektör Makinesi vb.) geliştirilmeye yönelik olmaktadır. Dolayısı ile sosyal bilimcilerin ya da işletmelerde çalışanların da duygu analizi yapabilmesi için, algoritmik alt yapıya sahip olmaları gerekmektedir. Bu çalışmada sosyal bilimcilerin de duygu analizi tekniğini kullanabilmeleri için göreceli olarak uygulaması daha basit ve teknik alt yapı gerektirmeyen bir duygu analizi yöntemi kullanılmıştır.

## 4. BULGULAR

Bu çalışmanın analizleri sekiz aşamada gerçekleştirilmiştir. Marka imajı alanına özgü metinler veri seti olarak bir derlem de listelenmiştir. Listelenen bu sözcüklerin kelime düzeyinde duygu kutupları belirlenmiş, bu duygulara manuel skorlar atanarak bir sözlük geliştirilmiştir. Şekil 1’ deki sözlük geliştirme şemasında çalışmadaki adımların süreçleri özetlenmiştir. Bu süreç aşağıda detaylı olarak anlatılmıştır.

### 4.1. Veri Çıkarımı (Data Extraction) Adımı

Türkiye’de marka imajı ile ilgili yapılmış olan 113 tez çalışması Yüksek Öğrenim Kurumu (YÖK) web sitesinden 1998-2019 tarihleri arasında taranarak indirildikten sonra bir metin dosyası olarak kaydedilmiştir. Marka imajı ile ilgili yapılan çalışmalarda, büyük oranda tezlerden yararlanılmasının nedeni, tanımların ve marka imajı boyutlarının ve ilişkili kavramların daha detaylı olarak incelenmiş olmasıdır. Marka imajı ile ilgili yapılan çalışmalarda büyük oranda tezlerden yararlanılmasının nedeni, marka imajı ile ilgili kavramlara literatür incelemesi sonucu toplu olarak ulaşılma imkânına sahip olunması ve tezlerin marka imajı ile ilgili spesifik bir sınır çizmesi nedeniyle tez metinleri incelenmiştir.

### 4.2. Derlem (Corpus) Oluşturma Adımı

YÖK, tez sayfasından elde edilen veriler, metin dosyası olarak kaydedilmiş ve marka imajı literatür korpusu olarak oluşturulmuştur. Kayıt edilen marka imajına ait korpus RStudio platformuna çağrılmış ve okutulmuştur. Daha sonra programa gerekli dosya ve paketler yüklenerek, R programı içerisindeki doğal dil işleme fonksiyonu ile metin ön işleme sürecine tabi tutulmuştur.

### 4.3. Veri Çerçevesi Oluşturma (Data Frame) Adımı

Bu adım, RStudio platformunda analiz sürecine tabi tutulmak istenen dosyaların R formatına dönüştürülmesi için yapılan kayıt adımını oluşturmaktadır. Böylece her dosyanın içeriği satır ve sütunlardan oluşan bir tablo özelliğine dönüştürülmüştür. Elde edilen toplam kelime sayısı 1.738.596 adet olarak gözlemlenmiştir.

#### 4.4. R ile Metin Ön İşleme (Pre- Processing) Adımı

Kolay anlaşılır ve uygulanabilir bir ara yüze sahip olması bakımından hem de büyük hacimli veri setlerinde gösterdiği performans ve metin madenciliği alanında etkin sonuçlar sağlaması sebebi ile RStudio analiz yazılımı tercih edilmiştir. R programında yer alan “tm”, “tidytext” ve “dplyr” kütüphaneleri metin ön işleme sürecinde kullanılmış “wordcloud2” ve “ggplot2” kütüphanelerinden ise metin görselleştirme adımlarında yararlanılmıştır.



Şekil 1. Sözlük Geliştirme Şeması

## Her Sözcüğü Küçük Harfe Çevirme ve Fazla Boşlukları Temizleme İşlemi

Aşağıda Tablo 1’de örnek veri metni, içerisinde büyük harfler içermektedir. Doğal dil işleme fonksiyonu ile büyük harfle yazılmış kelimelerin hepsi küçük harfe dönüştürülmüş ve gereksiz boşluklardan arındırılmış ve Tablo 2’de gösterilmiştir. Böylece tüm kelimeler büyük küçük harfe karşı duyarsızlaştırılmıştır. Kelimeler arasında birden fazla boşluğun bulunması kelime frekans işlemlerinde bir kelime olarak algılanmaktadır ve bu da istenmeyen bir durumdur.

Tablo 1

### *Büyük Harflerin ve Fazla Boşlukların Yer Aldığı Bir Paragraf Örneği*

Kişilerle ilgili imajda; iyi bir kişidir, bilgili bir kişidir ve eğlenceli bir kişidir gibi yargılarda bulunmaktadır. Kuruluşlarla ilgili olarak gelişecek olan imajda ise; işletmenin donanımı, tutumu, iletişim biçimi, kurumsal dizaynı etkili olmaktadır ve genel olarak imaj konusunda başlıca üç öğeden söz edilmektedir. Bunlar; bilgilenme düzeyi, sahip olunan yargılar ve sunulan olanaklarla hizmetler olup, bu öğeler aşağıdaki başlıklar altında açıklanmaktadır( .... :(Tolongüç, 1992

Tablo 2

### *Küçük Harfe Çevrilmiş ve Gereksiz Boşluklardan Temizlenmiş Paragraf*

kişilerle ilgili imajda; iyi bir kişidir, bilgili bir kişidir ve eğlenceli bir kişidir gibi yargılarda bulunmaktadır. kuruluşlarla ilgili olarak gelişecek olan imajda ise; işletmenin donanımı, tutumu, iletişim biçimi, kurumsal dizaynı etkili olmaktadır ve genel olarak imaj konusunda başlıca üç öğeden söz edilmektedir. bunlar; bilgilenme düzeyi, sahip olunan yargılar ve sunulan olanaklarla hizmetler olup, bu öğeler aşağıdaki başlıklar altında açıklanmaktadır (tolongüç, ...;1992

## Noktalama İşaretlerinden Arındırma İşlemi

Tablo 3’ teki örnek metinde yer alan “.”, “,”, “?” , “!” , “\_” , “()” , “(” gibi noktalama işaretleri, veri seti içerisinde silinerek veriler daha sade hale dönüştürülmüştür.

Tablo 3

### *Noktalama İşaretleri Arınmış paragraf Örneği*

kişilerle ilgili imajda iyi bir kişidir bilgili bir kişidir ve eğlenceli bir kişidir gibi yargılarda bulunmaktadır kuruluşlarla ilgili olarak gelişecek olan imajda ise işletmenin donanımı tutumu iletişim biçimi kurumsal dizaynı etkili olmaktadır ve genel olarak imaj konusunda başlıca üç öğeden söz edilmektedir bunlar bilgilenme düzeyi sahip olunan yargılar ve sunulan olanaklarla hizmetler olup bu öğeler aşağıdaki başlıklar altında açıklanmaktadır tolongüç 1992

## 4.5. R ile Metin Madenciliği (Text Mining) Adımı

### Dörtten Ten Küçük Olan Sözcüklerin ve Sayıların Veri Setinden Atılması İşlemi

Veri seti içinde dört harften küçük kelimelerin (yön, yan, son, söz vb.) yoğunlukla yer alması ve bu kelimelerin analiz bulgularına herhangi bir etkisinin olmaması sebebi ile ön temizlemeye tabi tutulmuştur. Harf sayısı dörtten küçük sözcükler ve metinlerde yer alan sayıların ön temizlemeye tabi tutulmasından sonra toplam kelime sayısı 1.439.019’ a indirgenmiştir.. Dörtten küçük kelimelerin içerisinde yer alan duygu ifade eden kelimeler (iyi, hoş,acı,adi,boş,yok vb.) sözlük başarısına olumsuz etki etmemesi bakımından taranarak tekrar verisine eklenmiştir.

Tablo 4

### *Dörtten Küçük Kelimelerin ve Sayıların Yer Aldığı Örnek Metin*

kimlik kavramı; insanlara yön, amaç ve anlam sağlayarak hizmet etmektedir. Markalarda da aynı durum söz konusudur. Açık, net ve güçlü bir kimlikten yoksun olan bir marka dümensiz bir gemiye benzemektedir (Joachimsthale ve Aaker,1999:9). Bir insan için, yaşam felsefesinde ana değerlerinin ne olduğu, hayatta hangi anlam için var olduğu, diğer insanlar tarafından nasıl algılanmak istediği, hangi ayırt edici kişilik özelliklerini yansıtmak istediği ve hayatındaki en önemli ilişkilerinin kimlerle olduğu konuları ne kadar önemliyse, marka kimliği de o işletme ve sunduğu mal veya hizmete yön, amaç ve (anlam kazandırması bakımından o derece önemlidir. (Aaker,1996:304

Tablo 5

### *Dörtten Küçük Kelimelerin ve Sayıların Temizlendiği Örnek Metin*

kimlik kavramı; insanlara, amaç anlam sağlayarak hizmet etmektedir. Markalarda aynı durum konusudur. Açık, güçlü kimlikten yoksun olan marka dümensiz gemiye benzemektedir (Joachimsthale Aaker,). insan için, yaşam felsefesinde değerlerinin olduğu, hayatta hangi anlam için olduğu, diğer insanlar tarafından nasıl algılanmak istediği, hangi ayırt edici kişilik özelliklerini yansıtmak istediği hayatındaki önemli ilişkilerinin kimlerle olduğu konuları kadar .önemliyse, marka kimliği işletme sunduğu veya hizmete amaç anlam kazandırması bakımından derece önemlidir

## Dizgi Parçalama İşlemi

Dizgi Parçalama (Tokenize): Dizgi parçalama işlemi metin içerisindeki paragrafları kelime parçalarına ayırmakta kullanılır. Bu sayede veriyi parçalara ayırıp anlamlı bilgiler elde etmek hedeflenir. Bu işlem ile metin dosyasında bulunan her kelime

ayrı nesnelere dönüştürülmüş olur. Örneğin “Açık, net ve güçlü bir kimlikten yoksun olan bir marka dümensiz bir gemiye benzemektedir” cümlesi parçalama işleminden sonra “Açık”, “net” “ve” “güçlü” “bir” “kimlikten” “yoksun” “olan” “bir” “marka” “dümensiz” “bir” “gemiye” “benzemektedir” şeklinde 15 farklı nesne haline gelir.

### Kelime Frekanslarının Belirlenmesi İşlemi

Marka imajına ait tez çalışmaları içerisinde bulunan kelimeler sıklıklarına göre büyükten küçüğe doğru sıralanarak 31.673 en sık geçen nesnelere olarak sıralanmıştır.

### Durak (Stopword) Kelimelerinin ve Yargı Belirtmeyen Kelimelerin Temizlenmesi

Korpusta yer alan veri seti son olarak kontrol edilerek içerisindeki değer yargısı ifade etmeyen kelimelerden ve durak kelimelerinden arındırılır. Durak kelimeleri bağlaçlar zaman zarfları, yer yön zarfları, soru zarfları, kişi zamirleri ve bağlaçları kapsar. Durak sözcüklerini temizleme süreci İngilizce R’ın NLP kütüphanelerinde bir fonksiyon filter (stopword) olarak yer alır. Fakat Türkçe dilbilgisi için R’da tanımlı bir paket yoktur. Aşağıda örneği verilmiş durma sözcükleri korpustan çıkarılmak üzere R programına gereksiz kelimeler vektörü oluşturularak Türkçe olarak tanımlanmıştır. Daha sonra filtreleme fonksiyonu ile işleme sokularak, bu gereksiz kelimeler korpustan atılmıştır. Yukarıdaki metinde geçen örnek durak kelimeleri; aslında, bir, biz, üç, bunlar, bu, gibi, ise vb. kelimelerden oluşmaktadır. Tablo 7 ile veriden çıkartılan durak kelimeleri ve gereksiz kelimeler örneklendirilmiştir.

Tablo 6

#### Durak Kelimeleri ve Yargı Belirtmeyen Kelimeleri İçeren Paragraf Örneği

reklamcılık faaliyetlerini sürdüren ülkede global fazla yerel markanın marka değerini ölçen, young and rubicam gibi bir(y&r).....göre markanın yararı “başarı” ise, marka kişiliği “başarılı” veya “kendinden emin” olarak ifade edilir. Bunun yanı sıra markalar, seçkin, uzman, güvenilir, eğlenceli, sportif, esprili gibi özelliklerle de çağrıştırılabilir

Gereksiz kelimeler listesinde yer alan durak kelimeleri ve yargı belirtmeyen kelimeler yorumlarda veya görüşlerde zarf ve sıfatların aksine herhangi bir değer yargısına sahip değildirler.

Tablo 7

#### Gereksiz Kelimeler Vektörü

Gerz\_kelimeler<c(“faaliyetlerini”,“özelliklerle”,“ölçen”,“olarak”,“kendiden”,“daha”,“veya”,“olan”,“gibi”,“göre”,“çapında”kendi”,“olduğunu”,“sah- tir”,“örneğin”,“kadar”,“nasıl”,“karşı”,“sadece”,“arasındaki”,“bunun”,“bir”,“üç”,“bunlar”,“bu”,“gibi”,“bir”,“ise”,“ve”,“ülkede”,“Young”,“and”,“ile” “Ru- (..... “bicam”,“aaker”,“edilir”,“markanın”,“yanı”,“sıra”,“de

Tablo 8

#### Durak Kelimeleri ve Yargı Belirtmeyen Kelimelerin Temizlenmiş Örneği

reklamcılık sürdüren global fazla yerel marka değerini yararı başarı marka kişiliği başarılı kendinden emin ifade markalar seçkin uzman güvenilir eğlenceli ” sportif esprili çağrıştırılabilir

Türkçenin yapısal özelliklerini ve sosyal medyadaki yazım özelliklerini dikkate alarak varlık yokluk (-lı, -li, -sız, -siz) ekleri ve olumsuzluk bildiren ekler (-me, -ma) filtreleme aşamasında kaldırılmadı. Dilbilimsel kategoride olan “isim”, “fiil”, “sıfat”, “edat”, “zamir”, “zarf”, “bağlaç” ve “ünlem” gibi yapılardan yargı bildiren özellikteki “isim”, “fiil”, “sıfat”, ve “zarf” yapıları çekimleri ile birlikte sözlüğe dâhil edildi. Bir kelimenin benzer anlama sahip birçok biçimi olabilir örneğin, “gitmek”, “gittim”, “gidiyorum” gibi kelimeler aslında aynı anlama sahiptir. Bu nedenle metinlerdeki ekler atılmadan sözlüğe dâhil edilmiştir. Tablo 9’ da örnek olarak gösterilmiştir.

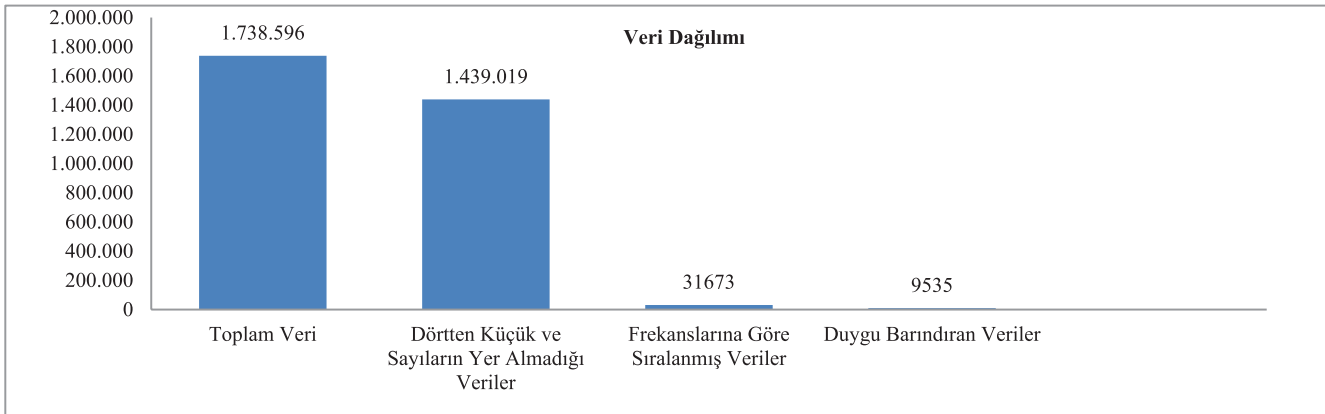
Tablo 9

#### Ön İşlemden Geçmiş Marka İmajı Karpusundaki Her bir Terimin Kelime Kelime Ayrılmış Örneği

Sözcük	Sözcük Yapısı	Sözcük	Sözcük Yapısı
iyice	Sıfat	iyileştirmeler	İsim
iyileşmeme	Fiil	İyilik	İsim
iyidir	Sıfat	İzin	İsim
iyileşmek	Fiil	izinsiz	Sıfat
iyileştirme	İsim	izinli	Sıfat



Türkçe olarak yazılmış olan 113 “marka imajı” tez başlığı içerisinde elde edilen toplam kelime sayısı 1.738.596 olarak bulunmuş ve metin madenciliği veri ön temizleme aşaması ile temizlenerek 1.439.019 adet kelimeye indirgenmiştir. Elde edilen bu kelime kümeleri yabancı kelime, sayı, boşluk gibi duygu ifade etmeyen içeriklerden temizlenerek ön işlemden geçirilmiştir. Frekanslarına ayrılan toplam kelime sayısı 31.673’e indirgenerek yargı belirtmeyen gereksiz kelimelerden arındırılması ve frekans değerleri 3’den az olan kelimelerin elenmesi ile birlikte 9535 adet duygu ifadesine ulaşılmıştır. Şekil 2 ile kelime sayıları görselleştirilmiştir. Kirliliği ve gürültülü veriler filtrelenmiş ve temizlenmiş olarak frekanslarına ayrılmıştır. İlk 100 kavram görselleştirilmiştir. Bu kelimeler içerisinde en çok geçen 8749 adet sorumluluk, 8286 adet kaliteli, 7861 adet güvenilir gibi sıfat ve kelimeler elde edilmiştir. Tablo 10’da örnek olarak gösterilmiştir.



Şekil 2. Ön İşlemden Geçirilen Verilerin Dağılım Grafiği

Tablo 10

En sık Geçen Kelime Örneği

Kelime	Sıklık	Kelime	Sıklık
Sorumluluk	8749	Çekici	2532
Kaliteli	8286	Ünlü	2437
Güvenilir	7861	Duyarlıdır	2381
Duygusal	7465	Değer	2309
Tanınmış	7330	Güven	2024
Tavsiye	6885	İyi	2146
Yüksek	6870	Ürün	2068
Moda	6423	Başarılı	2024
Yenilikçi	6314	Güvenilirlik	1997
Saldırgan	6266	Modern	1790
Üstün	6123	Verici	1788

#### 4.6. Duygu Analizi (Sentiment Analysis)

Kelimelere ayrılmış ve ön işlemden geçirilerek temizlenmiş tüm veri setindeki kelimelere, negatif, pozitif ve nötr olacak şekilde el ile etiketlenilerek duygu sınıflandırması yapılmıştır. Negatif kelimeler “-1” skoru ile pozitif kelimeler “+1” skoru ile yansız kelimeler ise “0” olarak etiketlenmiştir. Olumsuzluk bildiren ve kelimelerden sonra gelen “yoktur” ve “değil” gibi kelimeler negatif olarak etiketlenmiştir. Örneğin marka imajı alanı bağlamında; acayip kelimesi negatif bir anlam ifade etmektedir. Bu kelimenin türevleri de negatif bir anlam içermektedir. Örneğin yorumlarda acayip kelimesinin dışında acayıplık ve acayıpçe kelimelerinin geçtiği yorumlar olabilmektedir. Bunun gibi türemiş kelimeler de dikkate alınarak duygu listesine eklenerek skorlanmıştır.

Tablo 11

*Negatif Olarak Etiketlenen Kelime Grupları Örneği*

Kelime	Skor	Duygu Yönü
acayip	-1	negatif
acayıplık	-1	negatif
acayıpçe	-1	negatif

Tablo 12

*Nötr Olarak Etiketlenen Kelime Grupları Örneği*

Kelime	Skor	Duygu Yönü
açan	0	nötr
açar	0	Nötr
açarak	0	Nötr
açarken	0	Nötr

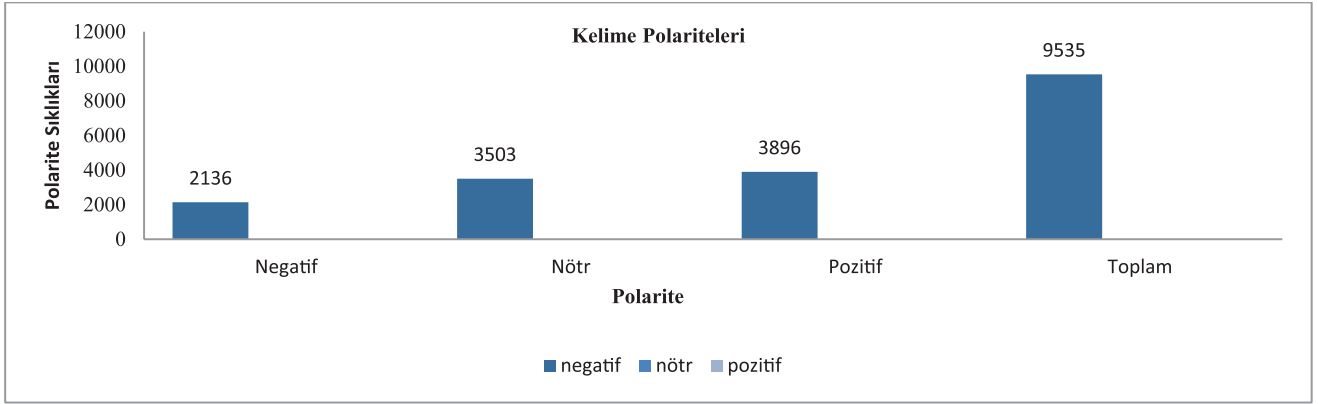
Tablo 13

*Pozitif Olarak Etiketlenen Kelime Grupları Örneği*

Kelime	Skor	Duygu Yönü
ahlaki	1	pozitif
ahlakidir	1	pozitif
ahlaklı	1	pozitif
ahlakli	1	pozitif

Skorlamaya tabi tutulan 9535 adet kelimenin duygu sınıflarına (polarite) göre ayrılmış sıklıkları Şekil 3'de görselleştirilmiştir.

Yapılan sözlük çalışması sonucunda 2136 adet olumsuz sözcük, 3896 adet olumlu sözcük ve 3503 adet yön belirtmeyen sözcük elde edilmiştir. Duygu yönlerine göre marka imajı alanı bağlamında taranan tezlerde en sık geçen ilk 100 kelime ve bu kelimelerin duygu yönleri de Tablo 14 ile gösterilmiştir.



Şekil 3. Marka İmajı Sözlük Polariteleri Grafiği

Tablo 14

*Duygu Sınıfına Göre En Sık Geçen İlk 100 Kelime Tablosu*

Kelime	Sıklık	Duygu Yönü	Kelime	Sıklık	Duygu Yönü	Kelime	Sıklık	Duygu Yönü
saldırğan	5211	Negatif	olmalı	63	Negatif	sınırlı	20	Negatif
basit	3514	Negatif	negatif	58	Negatif	yolla	20	Negatif
sıradan	3475	Negatif	yalnızca	58	Negatif	azaltan	19	Negatif
fazla	2022	Negatif	yabancı	57	Negatif	tepkiler	18	Negatif
geniş	1829	Negatif	karmaşık	56	Negatif	tepkisi	18	Negatif
kötü	1796	Negatif	Risk	54	Negatif	tipik	18	Negatif
pahalı	1783	Negatif	zayıf	54	Negatif	yavaş	18	Negatif
sertlik	1747	Negatif	taklit	53	Negatif	aksi	17	Negatif
düşüktür	1740	Negatif	küçük	45	Negatif	riskleri	17	Negatif
hayalperest	1737	Negatif	zarar	41	Negatif	uzak	17	Negatif
endişeli	1736	Negatif	hiçbir	39	Negatif	yetersiz	17	Negatif
alçak	1735	Negatif	tepki	39	Negatif	zorunlu	17	Negatif
çekingen	1735	Negatif	zordur	39	Negatif	tıpkı	16	Negatif
berbat	1734	Negatif	çıkart	38	Negatif	eksik	15	Negatif
dengesizlik	1734	Negatif	riski	38	Negatif	olmamaktadır	14	Negatif
gergin	1734	Negatif	baskı	37	Negatif	olmayacaktır	14	Negatif
kaygılı	1734	Negatif	karşın	34	Negatif	olmaz	14	Negatif
kibirlik	1734	Negatif	yoktur	34	Negatif	tutucu	14	Negatif
öfkeli	1734	Negatif	oynar	32	Negatif	başarısız	13	Negatif
düşük	1598	Negatif	genişlemesi	30	Negatif	edilemez	13	Negatif
fiyatlı	1472	Negatif	yaşlı	29	Negatif	maço	13	Negatif
boşa	648	Negatif	sert	27	Negatif	maruz	13	Negatif
şikayetleri	648	Negatif	biraz	26	Negatif	sorunu	13	Negatif
gitmez	647	Negatif	sorun	26	Negatif	tersi	13	Negatif
şikâyetleri	646	Negatif	subjektif	24	Negatif	haksız	12	Negatif
fiziksel	331	Negatif	azaltır	23	Negatif	oysa	12	Negatif
olumsuz	188	Negatif	benzerlik	23	Negatif	pasif	12	Negatif
psikolojik	157	Negatif	markasız	23	Negatif	riskini	12	Negatif
değildir	149	Negatif	sübjektif	23	Negatif	değilse	11	Negatif
kısa	94	Negatif	zorunda	22	Negatif	gürültü	11	Negatif
ucuz	79	Negatif	kritik	21	Negatif	kriz	11	Negatif
olmadığı	64	Negatif	maliyet	20	Negatif	olmayıp	11	Negatif
eski	63	Negatif	olmayabilir	20	Negatif	ödeme	11	Negatif
sorumluluk	8794	Pozitif	güvenirim	3471	Pozitif	genç	1808	Pozitif
kaliteli	8286	Pozitif	cesaretli	3470	Pozitif	yakın	1808	Pozitif
güvenilir	7861	Pozitif	sadelik	3470	Pozitif	yaratıcı	1807	Pozitif
duygusal	7465	Pozitif	önde	3411	Pozitif	ilgi	1806	Pozitif
tanınmış	7330	Pozitif	yeterli	3124	Pozitif	ciddi	1794	Pozitif
tavsiye	6885	Pozitif	iyidir	3026	Pozitif	arkadaşça	1793	Pozitif
moda	6423	Pozitif	temel	2953	Pozitif	güvenilirlik	1791	Pozitif
güvenli	6314	Pozitif	sağlam	2885	Pozitif	modern	1790	Pozitif
lider	6266	Pozitif	gelişmiş	2856	Pozitif	verici	1788	Pozitif
yüksektir	6074	Pozitif	havalı	2825	Pozitif	uyumlu	1786	Pozitif
yenilikçi	5235	Pozitif	eşsiz	2722	Pozitif	geleneksel	1785	Pozitif
üstün	5171	Pozitif	güçlü	2639	Pozitif	çağdaş	1783	Pozitif
farklı	4894	Pozitif	çekici	2532	Pozitif	yönlü	1781	Pozitif
samimi	4591	Pozitif	kolayca	2442	Pozitif	doğal	1778	Pozitif
duyarlı	4582	Pozitif	ünlü	2437	Pozitif	eşetik	1775	Pozitif
sofiştike	4565	Pozitif	güvenilirdir	2380	Pozitif	bağımsız	1772	Pozitif
prestij	4556	Pozitif	lüksdür	2380	Pozitif	kolaylıkla	1772	Pozitif
heyecan	4214	Pozitif	arkadaş	2363	Pozitif	düzenli	1766	Pozitif
sosyal	3843	Pozitif	önemli	2318	Pozitif	emin	1764	Pozitif
kurumsal	3836	Pozitif	değer	2309	Pozitif	cesur	1762	Pozitif
temsil	3634	Pozitif	güven	2024	Pozitif	güvence	1762	Pozitif
açık	3544	Pozitif	mutlu	2018	Pozitif	eğlenceli	1759	Pozitif
kültürel	3522	Pozitif	başarılı	1997	Pozitif	popüler	1759	Pozitif

güzel	3513	Pozitif	başarı	1975	Pozitif	sıcak	1759	Pozitif
dinamik	3500	Pozitif	çeşitli	1983	Pozitif	güncel	1756	Pozitif
neşeli	3497	Pozitif	görsel	1949	Pozitif	klasik	1754	Pozitif
istikrarlı	349	Pozitif	canlı	1948	Pozitif	enerjik	1753	Pozitif
açıklık	3492	Pozitif	özel	1871	Pozitif	zeki	1753	Pozitif
prestijli	3480	Pozitif	gerçek	1869	Pozitif	deneyimsel	1751	Pozitif
dikkatli	3480	Pozitif	etkin	1836	Pozitif	atletik	1745	Pozitif
gerçekçi	3481	Pozitif	yeni	1833	Pozitif	baskın	1745	Pozitif
romantik	3473	Pozitif	değerli	1821	Pozitif			
girişken	3471	Pozitif	Heyecanlı	1814	Pozitif			
yüksek	6870	Nötr	Sektörde	662	Nötr	sembol	226	Nötr
kalite	6123	Nötr	Fiziki	661	Nötr	Pazar	218	Nötr
kalitesi	5480	Nötr	Ölçüm	661	Nötr	işletmeler	214	Nötr
firma	3650	Nötr	Bazlı	660	Nötr	ülke	214	Nötr
müşteri	3605	Nötr	hafızalarda	660	Nötr	isim	213	Nötr
kişilik	2825	Nötr	Kocaman	657	Nötr	benzer	207	Nötr
teknik	2540	Nötr	Çıkarsa	651	Nötr	tüketicilere	206	Nötr
ürün	2381	Nötr	Modeller	651	Nötr	işletme	195	Nötr
logo	2068	Nötr	sergileyen	651	Nötr	hizmetin	192	Nötr
rakip	1923	Nötr	Kullandığımda	648	Nötr	özelliikle	190	Nötr
özellik	1901	Nötr	Benim	647	Nötr	soyut	185	Nötr
alışveriş	1822	Nötr	İmajının	567	Nötr	anlam	184	Nötr
yerel	1786	Nötr	hedef	458	Nötr	belli	176	Nötr
hayal	1779	Nötr	kavramı	430	Nötr	imajın	173	Nötr
erkeksi	1772	Nötr	reklam	428	Nötr	unsurları	172	Nötr
dönük	1768	Nötr	tercih	425	Nötr	sembolik	168	Nötr
fiyata	1765	Nötr	sadece	351	Nötr	dolayı	165	Nötr
ilgisi	1757	Nötr	uzun	341	Nötr	oldukça	165	Nötr
halka	1752	Nötr	Kuru	330	Nötr	üretici	164	Nötr
imaj	1736	Nötr	konumlan- dırma	304	Nötr	ticari	163	Nötr
kimlik	1706	Nötr	Tüketicie	290	Nötr	İlişki	161	Nötr
aynı	1686	Nötr	Birçok	280	Nötr	görülmektedir	160	Nötr
hizmet	1207	Nötr	Özellikler	277	Nötr	dolayısıyla	159	Nötr
sahip	1050	Nötr	Başka	266	Nötr	Finansal	158	Nötr
kişisel	1027	Nötr	Ürüne	258	Nötr	Somut	156	Nötr
pazarlama	850	Nötr	Şekil	253	Nötr	Genellikle	146	Nötr
derece	769	Nötr	Bağlı	249	Nötr	İnsan	146	Nötr
duyarım	703	Nötr	İlişkin	242	Nötr	Özelliği	140	Nötr
kullanan	698	Nötr	Tutum	238	Nötr	Yaşam	140	Nötr
para	687	Nötr	Alan	234	Nötr	İmajına	138	Nötr
hemen	686	Nötr	Kavram	231	Nötr	Durum	137	Nötr

#### 4.7. Doğrulama (Validation) Adımı

Duygu analizinin önünde birtakım engeller mevcuttur. Bunlar; iğneleyici ifadeler ve ironiler, duygu sözcüğü yokluğu, karmaşık yapı, gürültülü veri, olumsuzluk ekleri ve bu engellerin en başında gelen alan bağımlılık kısıtı, analizlerin etkin bir şekilde yapılamamasına neden olmaktadır. Örneğin “Bugün hava çok *sıcak*, adeta nefes alamıyorum” ve “*Sıcak* satış yeteneği ile ön plana çıkıyor” cümlelerindeki sıcak kelimesi ilk cümlede negatif polarite ifade ederken ikinci cümlede nötr bir polarite göstermektedir (Pradhan vd., 2016; Karoui vd., 2019; Liu, 2020).

Alan bağımlılığını ortadan kaldırmak adına, bu çalışmada duygu sözlüğü kütüphanesinin geçerliliği aşağıdaki aşamalar ile test edildi: Etiketleme adımının geçerliliği için veri setinin içerisinden rastgele seçilen %10’ luk bir kısım, alanında uzman 10 kişiye tekrar etiketlendirildi. Sonuçlar karşılaştırıldığında %95 oranında başarı oranı elde edildi. Bu oranlar Tablo 15’ de verilmiştir.

Tablo 15

*Duygu Skorlama Doğruluk Oranları*

Puanlama Yapan Kişiler	Doğru Skorlanan Kelime Sayıları	Yanlış Skorlanan Kelime Sayıları	Her Puanlayıcının Doğruluk Oranı (%)
1. Kişi	883	70	0,93
2. Kişi	901	52	0,95
3. Kişi	909	44	0,95
4. Kişi	899	54	0,94
5. Kişi	903	50	0,95
6. Kişi	867	86	0,91
7. Kişi	888	65	0,93
8. Kişi	913	40	0,96
9. Kişi	920	33	0,97
10. Kişi	923	30	0,97
<b>Toplam</b>	<b>9006</b>	<b>524</b>	<b>95 (%Ortalaması)</b>

Ayrıca bu çalışmada yer alan bazı kelimeler “marka imajı” terimi kapsamında skorlandığı için genel sözlüklerde ki skorlamalar ile benzeşmemektedir. Aşağıda bazı örnekler yer almaktadır.

Mohammad ve Turney (2013) tarafından geliştirilen ve en kapsamlı duygu sözlüğü olarak bilinen NRC (Emolex) 14.182 adet genel amaçlı duygu sözcüğü içermektedir. Bu sözcükler içerisinde bu çalışma kapsamında;

Örneğin “X markasının montları oldukça havalı gösteriyor.”

“*Havalı*” sözcüğü marka imajı kapsamında değerlendirildiğinde prestiji vurgular ve pozitif bir duygu polaritesine sahiptir. Öte yandan genel anlamına bir örnek olarak,

“Dünyada havalı insanlar oldukça fazladır”.

Cümlesindeki “*Havalı*” sözcüğü NRC sözlüğünde herhangi bir duygu belirtmemektedir. Bunun gibi birkaç örnek Tablo 16 ‘de yer almaktadır.

Tablo 16

*Genel Sözlük ile Marka Alanı Sözlüklerinin Polarite Karşılaştırılması*

Kelime	NRC Polaritesi	Marka İmajı Polaritesi	Kelime	NRC Polaritesi	Marka İmajı Polaritesi
Yerli	Nötr	Pozitif	Havalı	Nötr	Pozitif
Bol	Nötr	Pozitif	Sıcak	Nötr	Pozitif
Sıklıkla	Nötr	Pozitif	Katkısız	Nötr	Pozitif

#### 4.8. Görselleştirme (Visualization) Adımı

R programlama dilinin imkân verdiği veri görselleştirme araçları ile metin madenciliği ve duygu analizinde kullanılan kelime bulutu görselinden yararlanılarak, metinlerde en çok geçen ilk 100 kelime bir bulut kümesi içerisinde gösterilmiştir. En sık geçen sorumluluk en büyük punto ile şekil 4 ile görselleştirilmiştir.



“kaliteli”, “güvenilir”, “tanınmış”, “güvenli” ve “lider” gibi kelimeler gelmektedir. En sık geçen negatif duygu bildiren kelimeler arasında “saldırgan”, “basit”, “sıradan”, “pahalı” ve “kötü” kelimeleri yer almaktadır. Nötr duygu bildiren kelimelerden en sık kullanılanlar ise “kalite”, “firma”, “yüksek”, “müşteri”, “kişilik” ve “ürün” dür. Uygulama kapsamında geliştirilen sözlükteki temel duygulara ait kelimelerin %95 oranındaki doğrulanma oranı, bu sözlük çalışmasının geçerlilik ve güvenilirlik düzeyinin de yeterince yüksek bir seviyede olduğunu göstermektedir.

Elde edilen marka imajı sözlüğü kapsamında marka imajını niteleyen kelimelerin yer alması markanın geneline yönelik toplam tutum ve çağrışımları ölçmemize olanak tanımaktadır. Bu tutum ve çağrışımlardan hareketle, tüketicilerin hangi faktörlere vurgu yaptığının altı çizilirken konumlandırma faaliyetlerimizin tüketiciler nezdinde ne kadar etkili olup olmadığını da görmemiz bakımından faydalı bir niteliktedir. Alternatif ve görece daha kolay bir yöntemle geliştirilen marka imajı sözlük çalışması, kendi markamız dışındaki markaların imajlarını da rekabetçi bir biçimde keşfedilmesine olanak sağlamaktadır. Rekabet edilen alandaki mevcut tüketici algı yapısının nasıl olduğuna yakından bakılarak negatif faktörlerin ve pozitif faktörlerin karşılaştırılması yapılabilecektir. Bu alanlardaki konumlarına ilişkin derinlemesine değerlendirme imkânı elde edebileceklerdir. Örneğin markalar rakiplerine kıyasla ayrılmak istiyorlar ise duygu analizi sonucu ortaya çıkan en yüksek pozitif duygu değerlerine odaklanmalıdırlar. Daha başarılı bir marka yönetimi stratejisi benimsemek istenir ise de, analiz sonucu elde edilen en yüksek negatif duygu bildiren faktörlerin üzerinde yoğunlaşmalıdırlar.

Bu çalışma aşağıda belirtileceği üzere birtakım sınırlılıklara sahip olmakla birlikte, Türkçe kaynaklı sözlük çalışmalarının çok sınırlı olması ve genel anlamdaki sözlüklerin belirli bir alana özgü görüşleri ortaya çıkarmada yetersiz kalması gibi problemler duygu analizi çalışmalarında önemli bir engel teşkil etmektedir. Bu anlamda bu çalışmanın, marka imajı alanına özel ilk Türkçe kaynaklı sözlük çalışması olması bakımından önemli olduğu düşünülmektedir. Ayrıca “alana özgü sözlük çalışması” için bir örnek teşkil etmektedir. Bu bağlamda marka imajı ile ilgili yapılması planlanan duygu analizi çalışmalarının geleceği için ümit vermekte ve gelecekteki çalışmalar için akademisyenlere başlangıç noktası oluşturabileceği düşünülmektedir. Bunun yanı sıra, geliştirilen bu duygu sözlüğünün, sektör itibarı ile hızlı değişim ve dönüşüm gerektiren günümüz koşullarında işletmeler için de markalarının sahip olduğu konumu anlık olarak fark edebilmelerine imkân sağlayarak, olumlu yöndeki duygu ifadelerini tespit edip rekabet avantajı sağlayacak stratejiler geliştirmeleri, olumsuz yöndeki duygu ifadeleri için de zamanında önlemler almaları ve markalarını daha güçlü bir şekilde yönetebilmeleri bakımından fayda sağlayacağı umulmaktadır. Geliştirilen “marka imajı duygu sözlüğüne” aşağıdaki linkten ulaşabilirsiniz:

<https://github.com/istanbulum/marka-imaj-duygu-sozlugu/blob/master/lexicon%20dictionary.csv>

**Hakem Değerlendirmesi:** Dış bağımsız.

**Çıkar Çatışması:** Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir.

**Finansal Destek:** Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir.

**Peer-review:** Externally peer-reviewed.

**Conflict of Interest:** The authors have no conflict of interest to declare.

**Grant Support:** The authors declared that this study has received no financial support.

## Kaynaklar/References

- Aaker, D.A. & Biel, A.L. (1993). *Brand Equity Ve Advertising: Advertising's Roles In Building Strong Brands*. Lawrence Erlbaum Associates, New Jersey.
- Abdul-Mageed, M., Diab, M.T. & Korayem, M. (2011). *Subjectivity And Sentiment Analysis Of Modern Standard Arabic*, The 49th Annual Meeting Of The Association For Computational Linguistics (Short Papers), 587–591.
- Abdul-Mageed, M., Kübler, S. & Diab, M. (2012). *SAMAR: A System For Subjectivity And Sentiment Analysis Of Arabic Social Media*, Proceedings Of The 3rd Workshop Incomputational Approaches To Subjectivity And Sentiment Analysis, 28(1), 20-37.
- Akbaş, E., (2012). *Aspect Based Opinion Mining On Turkish Tweets*, Yüksek Lisans Tezi, Bilkent Üniversitesi, Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara. Akhtar.
- Akgül, E.S., Ertano, C. & Diri, B. (2016). *Twitter Verileri İle Duygu Analizi*. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 22(2), 106-110.
- Al-Ayyoub, M., Essa, B.S. & Alsmadi, I. (2015). *Lexicon-Based Sentiment Analysis Of Arabic Tweets*, *Int. J. Social Network Mining*, 2(2), 101-114.
- Aue, A. & Gamon, M. (2005). *Customizing Sentiment Classifiers To New Domains: A Case Study*, In Proceedings Of The International Conference On Recent Advances In Natural Language Processing, Borovets, Bulgaria.

- Aytekin, Ç., (2013). An Opinion Mining Task İn Turkish Language A Model For Assigning Opinions İn Turkish Blogs To The Polarities, *Journalism And Mass Communication*, 3, 179-198.
- Baccianella, S., Esuli, A., & Sebastiani, F. (2010). *Sentiwordnet 3.0: An Enhanced Lexical Resource For Sentiment Analysis And Opinion Mining*, Proceedings Of The 7th International Conference On Language Resources And Evaluation, 10, 2200-2204.
- Balahur, A., Hermida, J.M. & Montoyo, A., (2012). Detecting Implicit Expressions Of Emotion İn Text: A Comparative Analysis, *Decision Support Systems*, 53, 742-753.
- Bartlett, J. ve Albright, R. (2008). *Coming To A Theater Near You! Sentiment Classification Techniques Using SAS Text Miner*, In SAS Global Forum, San Antonio, TX.
- Başfıncı, Ç. (2016). Marka İmajının Sosyal Ağ Analizi ile İncelenmesi: Turkcell ve Vodafone Markalarına Yönelik Bir Araştırma, *İstanbul Gelişim Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi* 3(2), 25-50. doi: 10.17336/igusbd.30297
- Bilgin, O., Çetinoğlu, Ö. & Oflazer, K. (2004). Building A Wordnet For Turkish, *Romanian Journal Of Information Science And Technology*, 7(1-2), 163-172.
- Boiy, E., Hens, P., Deschacht, K. & Moens, M.F., (2007). *Automatic Sentiment Analysis Of On-Line Text*, In Proceedings Of The 11th International Conference On Electronic Publishing, 349-360, Vienna.
- Boldrini, E., Balahur A., Martı'Nez-Barco, P. & Montoyo A. (2012). Using Emotiblog To Annotate And Analyse Subjectivity İn The New Textual Genres, *Data Mining Knowledge Discovery*, 25, 603-34.
- Canan, S. (2013). *Bir Halkla İlişkiler Aracı Olarak Sosyal Medya Kullanımı: Üç Alana Yönelik Bir İnceleme.Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Halkla İlişkiler ve Tanıtım Anabilim, İstanbul.
- Cebeci, H.İ. (2020). Mühendislikte Yapay Zekâ ve Uygulamaları 3: Sosyal Medya Verileri ile Duygu Analizi (191-211). *Sakarya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Sakarya: Sakarya Üniversitesi*.
- Chaovalit, P. & Zhou, L. (2005). *Movie Review Mining: A Comparison Between Supervised And Unsupervised Classification Approaches*, In Proceedings Of The 38th Hawaii International Conference On System Sciences, Hawaii.
- Chen, M., Mao S., Zhang Y., & Leung V.C.M. (2014). *Big Data Related Technologies, Challenges And Future Prospect*. Springer Briefs İn Computer Science, 2-3.,Newyork, Springer.
- Chia-Hung, H. (2008). The Effect Of Brand İmage On Public Relations Perceptions And Customer Loyalty. *International Journal Of Management*, 25(2): 237- 246.
- Christodoulides, G. & De Chernatony, L. (2010). Consumer-Based Brand Equity Conceptualization And Measurement: A Literature Review. *International Journal Of Market Research*, 52 (1), 43-66.
- Clow, K., Baack, D. (2016). *Bütünleşik Reklam, Tutundurma Ve Pazarlama İletişimi*. Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Copeland, M.T. (1923). Relation Of Consumers' Buying Habits To Marketing Methods. *Harvard Business Review*, 1(3), 282-289.
- Davcik, N.S. & Rundquist, J. (2012). An Exploratory Study Of Brand Success: Evidence From The Food İndustry. *Journal Of International Food And Agribusiness Marketing*, 24 (1), 1-119.
- Dehkharghani, R., Saygin, Y., Yanikoglu, B., & Oflazer, K. (2015). Sentitürknet: A Turkis Polarity Lexicon For Sentiment Analysis, *Language Resources And Evaluation*, 50(3), 667-685.
- Ding, X., Liu, B., ve Yu, P. S. (2008). *A Holistic Lexicon-Based Approach To Opinion Mining*, Proceedings Of The 2008 International Conference On Web Search And Data Mining, 231-240.
- Esuli A. & Sebastiani F. (2006). *Sentiwordnet: A Publicly Available Lexical Resource For Opinion Mining*, In Proceedings of 5th International Conference on Language Resources and Evaluation (LREC), 417-422.
- Fellbaum, C. (1998). *Wordnet: An Electronic Lexical Database*, MIT Press.
- Fernández-Gavilanes, M., Álvarez-López, T., Juncal-Martínez, J., Costa-Montenegro, E. & González-Castaño, F.J. (2016). Unsupervised Method For Sentiment Analysis İn Online Texts, *Expert Syst. Appl.* 58, 57-75.
- Gardner, B.B. & Levy, S. J. (1955). *The Product And The Brand*. Harvard Business Review 33-39.
- Hatzivassiloglou, V. ve Mckeown, K. (1997). *Predicting The Semantic Orientation Of Adjectives*, In Proceedings Of 35th Meeting Of The Association For Computational Linguistics, 174-181.
- Hu, M., & Liu, B. (2004). *Mining And Summarizing Customer Reviews*, İn Proceedings Of The Tenth ACM SIGKDD International Conference On Knowledge Discovery And Data Mining, New York, 168-177.
- İdeasoftware, (2021). <https://www.ideasoftware.com.tr/marka-konu-landirma-nedir/> (Erişim 25.07.2021)
- İş verileri platformu,(2020) <http://www.statista.com/topics/1164/social-networks/>(Erişim, 20.01.2020).
- Jones, R. (2010). Corporate Branding: The Role Of Vision İn Implementing The Corporate Brand, *Innovative Marketing*, 6 (1),44-57.
- Kang, D.& Park, Y., (2014). Review-Based Measurement Of Customer Satisfaction İn Mobile Service: Sentiment Analysis And VIKOR Approach, *Expert Systems With Applications*, 41, 1041-1050.
- Kang, H., Yoo, S.J. & Han, D. (2012). Senti-Lexicon And Improved Naïve Bayes Algorithms For Sentiment Analysis Of Restaurant Reviews, *Expert Systems With Applications*, 39, 6000-6010.
- Karoui, J., Zitoun, F. B. & Moriceau, V. (2019). *Automatic Detection Of Irony*, John Wiley & Sons.
- Kaufmann, JM. Jmaxalign, (2012). *A Maximum Entropy Parallel Sentence Alignment Tool*, In: Proceedings Of COLING'12: Demonstration Papers, Mumbai, 277-88.
- Kaya, M., Fidan, G.& Toroslu, I.H. (2012). *Sentiment Analysis Of Turkish Political News*, In Proceedings Of WI-IAT'12 IEEE/WIC/ACM International Joint Conferences On Web Intelligent Agent Technology, Macau, Çin, 174-180.



- Kennedy, A. & Inkpen, D. (2006). Sentiment Classification Of Movie And Product Reviews Using Contextual Valence Shifters, *Computational Intelligence*, 22(2):110–125.
- Khan, F.H., Qamar, U. & Bashir, S. (2016). Esap: A Decision Support Framework For Enhanced Sentiment Analysis And Polarity Classification, *Information Sciences*, 367(368), 862–873. doi: 10.1016/j.ins.2016.07.028
- Kouloumpis, E, Wilson, T.& Moore, J. (2011). *Twitter Sentiment Analysis: The Good The Bad And The Omg!*, Proceedings Of The Fifth International AAAI Conference On Weblogs And Social Media (ICWSM), 538-541
- Liu, B. (2020). *Sentiment Analysis: Mining Opinions, Sentiments, And Emotions*, Cambridge University Press.
- Medhat, W., Hassan, A. & Korashy, H., (2014). Sentiment Analysis Algorithms And Applications: A Survey, *Ain Shams Engineering Journal*, 5,1093-1113. doi: 10.1016/j.asej.2014.04.011
- Meenaghan, T., (1995). The Role Of Advertising In Brand Image Development. *Journal Of Product Ve Brand Management.*, 4(4): 23-34.
- Mohammad, S.M. & Turney, P.D. (2013). Crowdsourcing A Word-Emotion Association Lexicon ( NRC), *Computational Intelligence*, 29(3) ,436-465.
- Nielsen, F. A. (2011). *A New ANEW: Evaluation Of A Word List For Sentiment Analysis In Microblogs*, In Proceedings of the ESWC2011 Workshop on ‘Making Sense of Microposts’: Big things come in small packages (pp. 93-98). CEUR Workshop Proceedings No. 718 <http://research.hypios.com/msm2011/Workshop On Making Sense Of Microposts>, 93-98.
- Nigam, K. & Hurst, M. (2004). Towards A Robust Metric Of Opinion, *AAAI Spring Symposium On Exploring Attitude And Affect In Text*, 598–603.
- Oza, K.S. & Naik, P.G. (2016). Prediction Of Online Lectures Popularity: A Text Mining Approach” *Procedia Computer Science*, 92, 468–474. doi: 10.1016/j.procs.2016.07.369
- Öztürk, N. & Ayvaz, S. (2018). Sentiment Analysis On Twitter: A Text Mining Approach To The Syrian Refugee Crisis, *Telematics And Informatics*, 35(1), 136-147. doi: 10.1016/j.tele.2017.10.006
- Park, C.S. & Srinivasan, V. (1994). A Survey-Based Method For Measuring And Understanding Brand Equity And Its Extendibility. *Journal Of Marketing Research*, 31 (2), 271-288.
- Park, S., Lee, W. & Moon, I.C. (2015). Efficient Extraction Of Domain Specific Sentiment Lexicon With Active Learning, *Pattern Recognition Letters*, 56, 38-44. doi: 10.1016/j.patrec.2015.01.004
- Paswan, A., Guzman, F., & Blankson, C. (2012). Business To Busniess Governance Structure Andmarketing Strategy. *Industrial Marketing Management*, 41 (6), 908-918.
- Pradhan, V. M., Vala, J.& Balani, P. (2016). A Survey On Sentiment Analysis Algorithms For Opinion Mining”, *International Journal Of Computer Applications*, 133(9), 7-11.
- Robaldo L. & Di Caro L. (2012). Opinionmining-ML, *Comput Stand Interfaces*, 35(5),454-469.
- Sevindi, B.İ. (2013). Türkçe Metinlerde Denetimli ve Sözlük Tabanlı Duygu Analizi Yaklaşımlarının Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Smith, R.J. (1915). Market Distribution Discussion: J. Russell Smith. *American Economic Review*, 5(1), 157-158.
- Srinivasan, V., Park, C. & Chang, D. (2005). An Approach To The Measurement, Analysis And Prediction Of Brand Equity And Its Sources. *Management Science*, 51 (9). 1433-1448.
- Steinberger J., Ebrahim M., Ehrmann M., Hurriyetoglu A., Kabadjov M., Lenkova P., Steinberger R., Tanev H., Va’ Zquez S. & Zavarella V. (2012). Creating Sentiment Dictionaries Via Triangulation, *Decision Support System*, 53, 689–94.
- Stone, P.J., Dunphy, D.C., Smith, M.S. & Ogilvie, D. M. (1966). *The General Inquirer: A Computer Approach To Content Analysis*, MIT Press, Cambridge..
- Şimşek, M.U. & Özdemir, S. (2012). *Analysis Of The Relation Between Turkish Twitter Messages And Stock Market Index*, In Proceedings Of AICT ‘12, 6th Conference On Application Of Information And Communication Technologies, Tiflis, Gürcistan, 1-4.
- Taboada, M., Brooke, J., Tofiloski, M., Voll, K. & Stede, M., (2011). Lexicon-Based Methods For Sentiment Analysis, *Computational Linguistics*, 37(2), 267-307.
- Theilwall, M., Buckley, K., Paltoglou, G., Cai, D.& Kappas, A. (2010). Sentiment Strength Detection In Short Informal Text, *J. Am. Soc. Information Science Technologies*, 61 (12), 2544-2558.
- Tong, R. M. (2001). *An Operational System For Detecting And Tracking Opinions In On-Line Discussions*, In Working Notes Of The ACM SIGIR Workshop Operational Text Classification, , New York, NY. 1–6.
- Türkmenoğlu, C. (2015). Türkçe Metinlerde Duygu Analizi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği Abd, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Vural, G.A, Cambazoğlu, B.B., Senkul, P. & Tokgoz, Ö. Z. (2012). A Framework for Sentiment Analysis In Turkish: Application To Polarity Detection Of Movie Reviews In Turkish, *Computer And Information Science III.*, 437-445.
- Wiebe J., Wilson T., & Cardie C. (2005). Annotating Expressions Of Opinions And Emotions In Language, *Language Resources And Evaluation*, 33(2-3), 164-210.
- Xie, R. & Li, C. (2012). *Lexicon Construction: A Topic Model Approach*, In Systems And Informatics (ICSAI), International Conference, 2299-2303.
- Yi, J., Nasukawa, T., Bunescu, R., & Niblack, W. (2003). *Sentimentalyzer: Extracting Sentiments About A Given Topic Using Natural Language Processing Techniques*, In: Proceedings Of Third IEEE International Conference on Data Mining, 427-434.



# Examining the Social Anxiety of University Students in Synchronous Online Learning Environments

## Üniversite Öğrencilerinin Senkron Öğrenme Ortamlarındaki Sosyal Kaygılarının İncelenmesi

Ekrem Bahçekapılı<sup>1</sup> 



<sup>1</sup>(Assist. Prof.), Karadeniz Technical University, Faculty of Economics & Administrative Sciences, Department of Management Information Systems, Trabzon, Turkey

ORCID: E.B. 0000-0002-7538-1712

### Corresponding author:

Ekrem BAHÇEKAPILI  
Karadeniz Technical University, Faculty of Economics & Administrative Sciences, Department of Management Information Systems, Trabzon, Turkey  
E-mail address: ekrem.bahcekapili@ktu.edu.tr

Submitted: 08.05.2021

Revision Requested: 16.06.2021

Last Revision Received: 23.06.2021

Accepted: 16.07.2021

Published Online: 27.10.2021

Citation: Bahçekapılı, E. (2021). Examining the social anxiety of university students in synchronous online learning environments. *Acta Infologica*, 5(2), 435-443.  
<https://doi.org/10.26650/acin.934636>

### ABSTRACT

This study examines the social anxiety of university students in online live lessons in terms of their digital literacy levels, gender, previous distance education experiences, and the way they interact with the teacher in live lessons. The study was conducted with a causal-comparative and correlational research design. Data was obtained from 167 university students with an online questionnaire. The instruments used in the study were the general information form, the student-teacher interaction subscale of the social anxiety scale in e-learning environments, and the digital literacy scale. The data analysis was carried out with correlation analysis and an independent sample t-test. Results of the research showed that the social anxiety of students in synchronous learning environments has a negative relationship with their digital skills. The social anxiety of female students was found to be higher than male students. Also, students who did not actively listen to the lesson and interact with the teacher through live chat were more anxious. The social anxiety did not differ according to previous distance education experience and the use of microphones in lessons.

**Keywords:** Social Anxiety, Synchronous Online Learning Environments, Digital Literacy, Interaction

### ÖZ

Bu çalışmada üniversite öğrencilerinin çevrimiçi canlı derslerdeki sosyal kaygılarının dijital okur-yazarlık düzeyleri, cinsiyetleri, önceki uzaktan eğitim deneyimleri ve canlı derslerde öğretmenle etkileşime geçme şekilleri açısından incelenmesi amaçlanmaktadır. Nedensel karşılaştırmalı ve ilişkisel araştırma deseninde gerçekleştirilen çalışmanın katılımcılarını 167 Üniversite öğrencisi oluşturmaktadır. Veriler online anket şeklinde elde edilmiştir. Çalışmada genel bilgi formu, e-öğrenme ortamlarında sosyal kaygı ölçeğinin öğrenci-öğretmen etkileşimi alt ölçeği ve dijital okur yazarlık ölçeği kullanılmıştır. Verilerin analizi korelasyon analizi ve bağımsız t-testi ile gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonuçları öğrencilerin senkron öğrenme ortamlarındaki sosyal kaygılarının dijital becerileri arttıkça azaldığını, kız öğrencilerin erkek öğrencilere göre daha kaygılı olduklarını, dersi aktif dinlemeyen ve canlı sohbet yoluyla öğretmenle etkileşime geçmeyen öğrencilerin daha kaygılı olduğu göstermektedir. Ayrıca sosyal kaygı önceki uzaktan eğitim deneyimi ve derslerde mikrofon kullanımına göre farklılaşmadığı bulunmuştur.

**Anahtar kelimeler:** Sosyal Kaygı, Eşzamanlı Çevrimiçi Öğrenme Ortamları, Dijital Okuryazarlık, Etkileşim

## 1. INTRODUCTION

The development of Information Technology (IT) in higher education is becoming more apparent, especially with online learning applications. Online learning expands students' access to information and provides a flexible learning experience by removing many of the physical limitations of the face-to-face learning environment (Kumar Basak et al., 2018). Online learning has emerged as a powerful alternative to ensure continuity of education, especially in the Covid 19 pandemic (Radha et al., 2020).

Moore's Transactional Distance Theory guides this study. The physical distance between learners and teachers in distance education also creates a perception of psychological space (Moore, 1997). This theory emphasizes that students' characteristics (personality, experience, needs, expectations, etc.) are critical elements in this process. Other crucial factors are instructor characteristics, technology infrastructure, e-learning systems, online learning resources, support and training (Alhabeeb & Rowley, 2018). As in all learning environments, there are students at the center of distance education. Critical concepts for all these factors in online learning are communication and interaction (Chou, 2003). Interaction and communication may directly affect many pedagogical factors such as students' motivation, satisfaction, continuing education, and academic success.

There are different types of interaction in online learning environments. These can be classified as student-student, student-teacher, student-content, student-interface (Hillman et al., 1994). In addition, it can be classified as synchronous and asynchronous learning according to the time of interaction and communication. If interaction and communication take place in real-time, it is called synchronous education; if it is independent of time, it is called asynchronous education.

During Covid 19, the most popular online learning method for teaching is synchronous learning. With synchronous learning, real-time communication and interaction are usually provided between students and teachers with video conferencing, chat, and whiteboard features. Synchronous learning applications are seen as the closest teaching method to face-to-face teaching (Stewart et al., 2011), and it is thought to increase presence and social interaction more than other distance education methods (Johnson, 2006). However, some problems arising from technical skills, infrastructure, internet connection (Park & Bonk, 2007), and student and teacher behavior (Warden et al., 2013) may cause problems such as low participation and inability to obtain the expected learning experience (Orhan & Beyhan, 2020).

Social anxiety is an essential factor that affects online interaction (Hutchins et al., 2021). Social anxiety may also affect students' success in online learning environments (Ajmal & Ahmad, 2019). Social anxiety disorder is defined as the "fear of appearing clumsy and stupid or embarrassing." (Morrison, 2016). Social anxiety could lead to avoiding excessive and exaggerated social situations due to a fear of negative evaluation by others (Persons & Tompkins, 2011). While the anonymity of individuals is preserved more in asynchronous communication-based interactions, the real characters of individuals are more prominent in synchronous communication methods. This situation may cause individuals to be more controlled in online synchronous communication environments and increase the possibility of anxiety (Amichai-Hamburger & Furnham, 2007). Studies conducted in online learning environments also support this theory (Coryell & Clark, 2009; Pierce, 2009).

The literature emphasizes different variables related to social anxiety in online environments. Studies show that previous e-learning experiences reduce anxiety and students have a more comfortable learning experience (Sharifrazi, 2012; Song, 2005; Song et al., 2004). Students' technology use skills and digital self-efficacy appear to be significant in reducing anxiety (Hill et al., 2009; Saadé & Kira, 2009; Yang et al., 2010). Another finding that may be related to social anxiety in online learning environments is that digital skills reduce autonomy anxiety in online environments. (Korucu & Gürkez, 2019). Gender is also an important variable in e-learning environments, and students' anxiety may vary according to gender. (Fawaz & Samaha, 2021; Wongwatkit et al., 2020). However, studies in the literature show no consensus on how anxiety arises in terms of gender in e-learning environments. Some studies indicate that females are more anxious than males in online communication environments (Ağırtaş & Güler, 2020; Aktan, 2018; Saadé et al., 2017), while some studies state that for computer anxiety, there is no difference in terms of gender (Havelka et al., 2004). Communication type may affect social anxiety in online learning environments. Studies showed that different communication types affected students' social anxiety in online learning (Chen & Lee, 2011; Fuller et al., 2006; Satar & Özdener, 2008).

When the current literature was examined, most of the studies in learning environments focused on student anxiety in asynchronous learning environments (Rapp-McCall & Anyikwa, 2016; Reagan, 2018). These studies revealed that students' social anxiety was reduced more in asynchronous learning environments than in face-to-face learning environments (Grieve et al., 2017). Depending on the advances in web and communication technologies, the development of real-time applications has made simultaneous learning environments widespread. The communication dynamics of synchronous learning environments improve students' sense of presence in this environment (Gündüz et al., 2018) and may be perceived as socially threatening. This situation makes it essential to understand the social communication concerns of students in synchronous learning environments. A better understanding of social anxiety as a feature that affects communication and interaction in online synchronous learning environments may contribute to the design of more effective learning environments, the development of effective e-learning pedagogies, and the organization of learning environments for practitioners.

Anxiety is an important variable that negatively affects student performance in live lesson applications (D'Errico et al., 2016). This study examined how social anxiety, which has been revealed by different studies and can affect the communication of students with their teachers in synchronous learning environments, was affected by various variables such as digital literacy (Saadé & Kira, 2009), gender (Fawaz & Samaha, 2021), distance education experience (synchronous or asynchronous) (Sharifrazi, 2012), and communication types (Satar & Özdener, 2008). For this purpose, answers to the following questions were sought:

1. Is there any correlation between social anxiety and digital literacy?
2. Is there a statistically significant difference between the social anxiety scores of females and males?
3. Is there a statistically significant difference between the participants' previous synchronous lesson experiences in terms of social anxiety scores?
4. Is there a statistically significant difference between attending e-lessons in terms of social anxiety scores?
5. Is there a statistically significant difference between students' not listening to teachers actively at live synchronous lessons regarding social anxiety scores?
6. Is there a statistically significant difference between using chat in synchronous lessons and social anxiety?
7. Is there a statistically significant difference between using a microphone in synchronous lessons and social anxiety?

## 2. METHOD

To understand the relationship between students' digital literacy levels and social anxiety in synchronous learning environments, a correlational research design was preferred, and a causal-comparative design was preferred to understand how social anxiety differs in terms of gender, prior e-learning experience, and communication styles with the teacher. Causal comparative research focuses on making group comparisons, and correlational research, while on the other hand, provides an estimation of the relationship between two variables (Mertens, 2010).

### 2.1. Participants

The population of this research consists of university students studying in Turkey and receiving education through synchronous e-learning. Due to the difficulties in reaching the participants during the Covid 19 pandemic, the convenience sampling type was preferred (Gürbüz & Şahin, 2018). This study tried to attain the maximum number of participants that could be reached with an online data collection tool. Accordingly, data were obtained from 185 participants. In the preliminary analysis, outlier incomplete and problematic data were deleted from the data set. As a result, 167 university students 49.1% female ( $n = 82$ ) and 50.9% male ( $n = 85$ ) were included in the study. The institutional review board approved the study of Karadeniz Technical University Institute of Social Sciences (Document Number No: E-26014373-050.01.04-114067).

## 2.2. Measures and instruments for data collection

### General Information Form

The study obtained some general information related to synchronous lessons from the participants. This information included gender (female, male), previous e-learning experience (yes, no), previous synchronous lesson experience (yes, no), using chat in synchronous lessons (yes, no), using microphones in synchronous lessons (yes, no) is active listening to the teacher in synchronous lessons (yes, no).

### The Social Anxiety Scale for E-Learning Environments

The Social Anxiety Scale for E-Learning Environments (SASE) was developed by Keskin et al. (2020) as two subscale forms to determine the levels of social anxiety in student-student interaction and learner-teacher interaction in online learning environments. In this study, the student-instructor sub-form was used. The scale consists of 23 items and three dimensions. These are Negative Assessment (NA), Somatic Symptoms (SS), and Avoidance of Interaction (AI). The scale is designed as a 7-point scale tool (from 1 = "Doesn't describe me at all" to 7 = "It fully describes me"). A high score on this scale indicates high levels of social anxiety in the relevant dimensions. The Cronbach Alpha value regarding the reliability of the original scale was found to be at least 0.93 in the sub-factors. In this study, the Cronbach alpha reliability value of the scale was acceptable level ( $\alpha=0.97$ ).

### Digital Literacy Scale

The Digital Literacy Scale (DL) was used to determine the digital literacy levels of university students. The scale was adapted in Turkish by Üstündağ et al. (2017). The scale includes 10 items in a single factor and explains 40% of the total variability. The scale is designed as a 5-point Likert mode (from 1= "Strongly disagree" to 5="Strongly agree"). A high score on this scale indicates high levels of digital literacy skills. The Cronbach Alpha value regarding the reliability of the original scale was found to be 0.86. In this study, the Cronbach alpha reliability value of the scale was at an acceptable level ( $\alpha=0.97$ ).

## 2.3. Data analysis

In data analysis, the data was pre-processed, and the contradictory and problematic data was cleaned. Correlation analysis for research question 1 and Independent Sample T-Test was performed for 2-7 questions. Data were analyzed using JASP software (JASP Team, 2020).

## 3. FINDINGS

### 3.1. Is there any correlation between social anxiety and digital literacy?

The Pearson correlation test analyses were conducted to examine the correlation level between the students' social anxiety and digital literacy scale scores (See Table 1). The results reveal that social anxiety sub-factors have a negative small significant correlation with the digital literacy scale.

Table 1

*Pearson's Correlations for social anxiety and digital literacy*

	NE	SS	AI	DL
NE	—			
SS	.77***	—		
AI	.79***	.79***	—	
DL	-.22**	-.23**	-.28***	—

*Note.* The skewness values of each variable ranged from -0.82 to +0.75 while the kurtosis values ranged from -0.93 to -0.11. This indicates that a normal distribution is achieved (Tabachnick & Fidell, 2013). NE: Negative evaluation, SS: Somatic symptoms, AI: Avoidance of interaction, DL: Digital Literacy, \*  $p < .05$ , \*\*  $p < .001$ , \*\*\*  $p < .001$

### 3.2. Is there a statistically significant difference between the social anxiety scores of females and males?

Independent sample t-Test was used to test for social anxiety factors among students' gender (See Table 2). Social anxiety

factors' scores for students differ significantly, [NE:  $t(165)=-2.60$ ,  $p=.01$ ,  $d=.27$ ; SS:  $t(154)=-4.31$ ,  $p<.001$ ,  $d=.29$ ; AI:  $t(152)=-2.60$ ,  $p=.01$ ,  $d=.27$ ]. The female group's sub-factors of social anxiety were significantly higher than the male group with the medium Cohen's  $d$  effect size (Privitera, 2012, p.246). These findings show that female students' anxiety about communicating with the teacher in e-learning environments is significantly higher than male students.

Table 2

Means, standard deviations, and t-test analyses of gender on three social anxiety factor scores

	Gender				df	t	Cohen's d
	Female (n=82)		Male (n=85)				
	M	SD	M	SD			
NE	3.82	1.82	3.13	1.61	165	-2.60*	-0.40
SS	3.59	2.11	2.31	1.67	154	-4.31**	-0.67
AI	3.3	1.93	2.6	1.48	152	-2.60*	-0.40

Note. The skewness values of each variable ranged from +0.17 to +1.44 while the kurtosis values ranged from -1.41 to +1.28. This indicates that a normal distribution is achieved (Tabachnick & Fidell, 2013). NE: Negative evaluation, SS: Somatic symptoms, AI: Avoidance of interaction, \* used for  $p<.05$ , \*\* for  $p<.01$

### 3.3. Is there a statistically significant difference between the participants' previous synchronous lesson experiences in terms of social anxiety scores?

An independent sample t-Test was used to test any difference between social anxiety factors and students' previous synchronous lessons experience (See Table 3). Social anxiety factors' scores for students do not differ significantly, [NE:  $t(111)=-.97$ ,  $p=.34$ ,  $d=.28$ ; SS:  $t(165)=-.90$ ,  $p=.37$ ,  $d=.29$ ; AI:  $t(165)=-.83$ ,  $p=.41$ ,  $d=.32$ ].

Table 3

Means, standard deviations, and t-test analyses of students' previous synchronous lessons experience on three social anxiety factors scores

	Previous synchronous lessons experience				df	t	Cohen's d
	Yes (n=51)		No (n=116)				
	M	SD	M	SD			
NE	3.28	1.56	3.55	1.82	111	-0.97	-0.16
SS	2.75	1.81	3.02	2.07	165	-0.90	-0.15
AI	2.76	1.55	3.02	1.83	165	-0.83	-0.14

Note. The skewness values of each variable ranged from +0.38 to +0.85 while the kurtosis values ranged from -1.07 to -0.10. This indicates that a normal distribution is achieved (Tabachnick & Fidell, 2013). NE: Negative evaluation, SS: Somatic symptoms, AI: Avoidance of interaction

### 3.4. Is there a statistically significant difference between attending e-lessons in terms of social anxiety scores?

An independent sample t-Test was used to test if any difference existed between social anxiety factors and students' previous e-learning experience (See Table 4). Social anxiety factors' scores for students do not differ significantly, [NE:  $t(165)=-.77$ ,  $p=.45$ ,  $d=.33$ ; SS:  $t(165)=-1.07$ ,  $p=.29$ ,  $d=.33$ ; AI:  $t(165)=-1.59$ ,  $p=.11$ ,  $d=.37$ ].

Table 4

Means, standard deviations, and t-test analyses of students' previous e-learning experience on three social anxiety factors scores

	Previous e-lessons experience				df	t	Cohen's d
	Yes (n=37)		No (n=130)				
	M	SD	M	SD			
NE	3.27	1.67	3.52	1.77	165	-0.77	-0.14
SS	2.48	1.86	3.07	2.02	165	-1.07	-0.20
AI	2.67	1.57	3.02	1.79	165	-1.59	-0.30

Note. The skewness values of each variable ranged from +0.45 to +1.06 while the kurtosis values ranged from -0.96 to +0.25. This indicates that a normal distribution is achieved (Tabachnick & Fidell, 2013). NE: Negative evaluation, SS: Somatic symptoms, AI: Avoidance of interaction

### 3.5. Is there a statistically significant difference between students' not listening to teachers actively at live synchronous lessons regarding social anxiety scores?

An independent sample t-Test was used to test for social anxiety factors among students' not listening teachers actively at synchronous online lessons (See Table 5). Only the avoidance of interaction sub-factor scores of the social anxiety for students differs significantly, [NE:  $t(165)=.10$ ,  $p=.92$ ,  $d=.41$ ; SS:  $t(165)=-0.65$ ,  $p=.52$ ,  $d=.47$ ; AI:  $t(165)=-2.20$ ,  $p=.02$ ,  $d=.40$ ]. The means of avoiding interaction for the students who stated that they did not actively listen to the teacher in the synchronous lessons group ( $M=3.72$ ) was significantly higher than the other group ( $M=2.83$ ) with the medium Cohen's d effect size.

Table 5

Means, standard deviations, and t-test analyses of students who not listening teacher actively at synchronous online lessons on three social anxiety factor scores

	Not active listen teacher				df	T	Cohen's d
	Yes (n=21)		No (n=146)				
	M	SD	M	SD			
NE	3.43	1.87	3.47	1.73	165	0.10	-0.02
SS	3.2	2.2	2.9	1.97	165	-0.65	-0.15
<b>AI</b>	<b>3.72</b>	<b>1.95</b>	<b>2.83</b>	<b>1.69</b>	<b>165</b>	<b>-2.20*</b>	<b>-0.51</b>

Note. The skewness values of each variable ranged from +0.42 to +0.78 while the kurtosis values ranged from -1.04 to -0.45. This indicates that a normal distribution is achieved (Tabachnick & Fidell, 2013). NE: Negative evaluation, SS: Somatic symptoms, AI: Avoidance of interaction, \* used for  $p<.05$

### 3.6. Is there a statistically significant difference between using chat in synchronous lessons and social anxiety?

An independent sample t-Test was used to test for social anxiety factors among students using chat in synchronous lessons (See Table 6). The avoidance of interaction and somatic symptoms sub-factors scores of the social anxiety for students differ significantly, [NE:  $t(165)=.97$ ,  $p=.34$ ,  $d=.27$ ; SS:  $t(159)=2.61$ ,  $p=.01$ ,  $d=.30$ ; AI:  $t(165)=2.17$ ,  $p=.03$ ,  $d=.27$ ]. The means for not using chat group was significantly higher than using chat group with the medium Cohen's d effect size. These findings show that using the chat feature in synchronous lessons increases the anxiety of communicating with the teacher.

Table 6

Means, standard deviations, and t-test analyses of using chat in synchronous lessons on three social anxiety factor scores

	Using Chat				df	t	Cohen's d
	Yes (n=69)		No (n=98)				
	M	SD	M	SD			
NE	3.31	1.79	3.57	1.71	165	0.97	.15
<b>SS</b>	<b>2.48</b>	<b>1.78</b>	<b>3.26</b>	<b>2.09</b>	<b>159</b>	<b>2.61*</b>	<b>.41</b>
<b>AI</b>	<b>2.6</b>	<b>1.58</b>	<b>3.19</b>	<b>1.82</b>	<b>165</b>	<b>2.17*</b>	<b>.34</b>

Note. The skewness values of each variable ranged from +0.39 to +1.22 while the kurtosis values ranged from -1.2 to +0.42. This indicates that a normal distribution is achieved (Tabachnick & Fidell, 2013). NE: Negative evaluation, SS: Somatic symptoms, AI: Avoidance of interaction \* used for  $p<.05$

### 3.7. Is there a statistically significant difference between using a microphone in synchronous lessons and social anxiety?

An independent sample t-Test was used to test for social anxiety factors among students using a microphone in synchronous lessons (See Table 7). Social anxiety factors' scores for students do not differ significantly, [NE:  $t(165)=-.36$ ,  $p=.72$ ,  $d=.48$ ; SS:  $t(165)=-.29$ ,  $p=.77$ ,  $d=.50$ ; AI:  $t(165)=1.17$ ,  $p=.51$ ,  $d=.44$ ].



Table 7

*Means, standard deviations, and t-test analyses of using a microphone in synchronous lessons on three social anxiety factor scores*

	Using Microphone				df	t	Cohen's d
	Yes (n=18)		No (n=149)				
	M	SD	M	SD			
NE	3.6	2.02	3.45	1.72	165	-0.36	-.09
SS	3.07	1.9	2.92	2.01	165	-0.29	-.07
AI	2.49	1.59	3	1.76	165	1.17	.30

*Note.* The skewness values of each variable ranged from +0.42 to +1.49 while the kurtosis values ranged from -1.27 to +2.48. This indicates that a normal distribution is achieved (Tabachnick & Fidell, 2013). NE: Negative evaluation, SS: Somatic symptoms, AI: Avoidance of interaction

#### 4. DISCUSSION

In this study, the social anxiety of university students in their communication with the teacher in synchronous learning environments was examined in terms of various variables. Research findings reveal a low-level negative relationship between students' digital literacy scores and social anxiety levels in synchronous lessons. In other words, as the digital literacy knowledge of students increases, social anxiety in synchronous lessons decreases. This result is consistent with the studies in the literature (Hill et al., 2009; Yang et al., 2010). Synchronous learning environments require some technical skills such as accessing lessons, controlling the camera and microphone, and using chat. This result may be explained by the lack of technical skills leading to social anxiety.

Another result from these findings shows that female students experience significantly more social anxiety than male students. This result is generally consistent with the literature in the field (Ağırtaş & Güler, 2020). As stated in the literature, this result indicates that due to some biological, genetic, and social factors, it may cause girls to experience more anxiety than boys (McLean & Anderson, 2009).

How students interact with the teacher in synchronous lessons may also be related to social anxiety. The results show that students who stated that they did not actively listen to the lessons experienced significantly more anxiety in avoiding the interaction dimension of social anxiety. This situation shows that students who experience anxiety may cause them not actively participate in classes. It is about sending a message to the teacher instantly via chat, another form of interaction. Students who do not use speech in physical symptoms of social anxiety and avoidance of interaction experience significantly more social anxiety than those who use it. This situation seems consistent with the previous result. This may be because students think that what will be written will be misunderstood or that they will write something wrong. These results are different from the literature. While studies emphasize that online learning environments reduce anxiety (Rapp-McCall & Anyikwa, 2016; Reagan, 2018), the opposite situation has emerged in this study. This may be due to the studies in the literature examining anxiety in asynchronous learning environments. In this study, in which social anxiety in synchronous learning environments was examined, students were present with their natural characters, not anonymous, according to asynchronous learning environments (Grieve et al., 2017). This may cause them to experience more anxiety in expressing themselves.

There was no difference in social anxiety between students who use a microphone for live voice conversation and those who do not. This result maybe because the number of students using the microphone in the sample is considerably more thoughtful than the group that does not. On the other hand, studies show that various pedagogical and technical applications in live lessons can reduce students' anxiety (Chen & Lee, 2011; Satar & Özdener, 2008). However, the findings obtained differ from the literature. To better understand this difference, it is thought that a more detailed study is needed to explain social anxiety in synchronous lesson practices without any intervention.

Studies indicate that previous experience may reduce anxiety (Sharifrazi, 2012). Unlike the literature, the results of this study show that the social anxiety of students who have previously had an asynchronous learning experience and an e-learning experience does not differ significantly from those who have not. This situation may be related to the lack of long-term experiences of the students.

## 5. CONCLUSION

The increasing use of synchronous online learning environments reveals the importance of student-teacher interaction in these environments. This research focuses on student anxiety in synchronous learning environments, researched in limited numbers in the literature. The results obtained from the study once again reveal the importance of digital competencies and gender in the synchronous learning environment. These results show that in the light of the increasingly widespread use of distance education, students should be equipped with digital literacy skills at an early age. In addition, creating social communication environments where students will have a positive experience at the beginning of online learning processes may make students experience less anxiety in synchronous lessons. Additional research is needed to understand the relationship between social anxiety and communication and interaction elements that affect students' success and satisfaction in online learning environments.

**Peer-review:** Externally peer-reviewed.

**Ethics Committee Approval:** Ethics committee approval for this study was obtained from Karadeniz Technical University (No: E-82554930-050.02.04-114574-413).

**Conflict of Interest:** The author has no conflict of interest to declare.

**Grant Support:** The author declared that this study has received no financial support.

**Hakem Değerlendirmesi:** Dış bağımsız.

**Etik Komite Onayı:** Bu çalışma için etik komite onayı Karadeniz Teknik Üniversitesi'nden alınmıştır (Sayı: E-82554930-050.02.04-114574-413).

**Çıkar Çatışması:** Yazar çıkar çatışması bildirmemiştir.

**Finansal Destek:** Yazar bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir.

## References/Kaynaklar

- Ağırtaş, A., & Güler, Ç. (2020). Sosyal Medya Kullanan Üniversite Öğrencilerinin İnternet Bağımlılığı ve Sosyal Kaygı Durumlarının Değerlendirilmesi. *Çağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 17(1), 76–89.
- Ajmal, M., & Ahmad, S. (2019). Exploration of Anxiety Factors among Students of Distance Learning: A Case Study of Allama Iqbal Open University. *Bulletin of Education and Research*, 41(2), 67-78.
- Aktan, E. (2018). Sosyal medya ve sosyal kaygı: Sosyal medya kullanıcıları üzerine bir araştırma. *Selçuk İletişim*, 11(2), 35–53.
- Alhabeeb, A., & Rowley, J. (2018). E-learning critical success factors: Comparing perspectives from academic staff and students. *Computers & Education*, 127, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.08.007>
- Amichai-Hamburger, Y., & Furnham, A. (2007). The positive net. *Computers in Human Behavior*, 23(2), 1033–1045.
- Chen, C. M., & Lee, T. H. (2011). Emotion recognition and communication for reducing second-language speaking anxiety in a web-based one-to-one synchronous learning environment. *British Journal of Educational Technology*, 42(3), 417-440.
- Chou, C. (2003). Interactivity and interactive functions in web-based learning systems: a technical framework for designers. *British journal of educational technology*, 34(3), 265-279. <https://doi.org/10.1111/1467-8535.00326>
- Coryell, J. E., & Clark, M. C. (2009). One right way, intercultural participation, and language learning anxiety: A qualitative analysis of adult online heritage and nonheritage language learners. *Foreign Language Annals*, 42(3), 483–504.
- D'Errico, F., Paciello, M., & Cerniglia, L. (2016). When emotions enhance students' engagement in e-learning processes. *Journal of e-Learning and Knowledge Society*, 12(4).
- Fawaz, M., & Samaha, A. (2021). E-learning: Depression, anxiety, and stress symptomatology among Lebanese university students during COVID-19 quarantine. *Nursing Forum*, 56(1), 52-57. <https://doi.org/10.1111/nuf.12521>
- Fuller, R. M., Vician, C., & Brown, S. A. (2006). E-learning and individual characteristics: The role of computer anxiety and communication apprehension. *Journal of Computer Information Systems*, 46(4), 103-115.
- Grieve, R., Kemp, N., Norris, K., & Padgett, C. R. (2017). Push or pull? Unpacking the social compensation hypothesis of Internet use in an educational context. *Computers & Education*, 109, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.02.008>
- Gündüz, A., Aydemir, M., & Karaman, S. (2018). Eş-Zamanlı sanal sınıf ortamındaki uzaktan eğitim öğrencilerinin sosyal bulunuşluk düzeylerinin demografik değişkenler açısından incelenmesi. *Sakarya University Journal of Education*, 8(2), 83–95.
- Gürbüz, S., & Şahin, F. (2018). *Sosyal Bilimlerde Araştırma Yöntemleri Felsefe-Yöntem-Analiz* (5th ed.). Seçkin.
- Havelka, D., Beasley, F., & Broome, T. (2004). A study of computer anxiety among business students. *American Journal of Business*, 19(1), 63-71. <https://doi.org/10.1108/19355181200400007>
- Hill, J. R., Song, L., & West, R. E. (2009). Social learning theory and web-based learning environments: A review of research and discussion of implications. *American Journal of Distance Education*, 23(2), 88–103. <https://doi.org/10.1080/08923640902857713>
- Hillman, D. C. A., Willis, D. J., & Gunawardena, C. N. (1994). Learner-Interface interaction in distance education: An extension of contemporary models and strategies for practitioners. *American Journal of Distance Education*. 8(2), 30-42 <https://doi.org/10.1080/08923649409526853>

- Hutchins, N., Allen, A., Curran, M., & Kannis-Dymand, L. (2021). Social anxiety and online social interaction. *Australian Psychologist*, 56(2), 142–153. <https://dx.doi.org/10.1089%2Fcyber.2011.0015>
- JASP Team. (2020). JASP (Version 0.14.1)[Computer software].
- Johnson, G. M. (2006). Synchronous and asynchronous text-based CMC in educational contexts: A review of recent research. *TechTrends*, 50(46). <https://doi.org/10.1007/s11528-006-0046-9>
- Keskin, S., Şahin, M., Uluç, S., & Yurdugul, H. (2020). Online learners' interactions and social anxiety: The social anxiety scale for e-learning environments (SASE). *Interactive Learning Environments*, 1–13. <https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1769681>
- Korucu, A. T., & Gürkez, Ş. (2019). An analysis of online privacy concerns of teacher candidates. *Participatory Educational Research*, 6(2), 15–25.
- Kumar Basak, S., Wotto, M., & Bélanger, P. (2018). E-learning, M-learning and D-learning: Conceptual definition and comparative analysis. *E-Learning and Digital Media*, 15(4), 191-216. <https://doi.org/10.1177/2042753018785180>
- McLean, C. P., & Anderson, E. R. (2009). Brave men and timid women? A review of the gender differences in fear and anxiety. *Clinical psychology review*, 29(6), 496-505.
- Mertens, D., 2010. *Research and evaluation in education and psychology*. 3rd ed. Los Angeles: Sage, pp.151-152.
- Moore, M. (1997). Theory of transactional distance. In D. Keegan (Eds.), *Theoretical Principles of Distance Education* (pp. 22-38). Routledge.
- Morrison, J. (2016). *DSM-5'i Kolaylaştıran: Klinisyenler İçin Tanı Rehberi* (M. Şahin, Ed. & H. Uğur Kural, Trans.), Nobel Akademik Yayıncılık (Original work published 2014).
- Orhan, G., & Beyhan, Ö. (2020). Teachers' perceptions and teaching experiences on distance education through synchronous video conferencing during covid-19 pandemic. *Social Sciences and Education Research Review*, 7(1), 8–44.
- Park, Y. J., & Bonk, C. J. (2007). Synchronous learning experiences: Distance and residential learners' perspectives in a blended graduate course. *Journal of Interactive Online Learning*. 6 (3), 245-264.
- Persons, J. B., & Tompkins, M. A. (2011). Cognitive-Behavioral Case Formulation. In T. D. Eells (Ed.), *Handbook of Psychotherapy Case Formulation* (Second Edition, p. 307). Guilford Publications.
- Pierce, T. (2009). Social anxiety and technology: Face-to-face communication versus technological communication among teens. *Computers in Human Behavior*, 25(6), 1367–1372.
- Privitera, G. J. (2012). *Statistics for the Behavioral Sciences*. Sage Publications, Inc.
- Radha, R., Mahalakshmi, K., Kumar, V. S., & Saravanakumar, A. R. (2020). E-Learning during Lockdown of Covid-19 Pandemic: A Global Perspective. *International Journal of Control and Automation*. 13(4), 1088-1099.
- Rapp-McCall, L. A., & Anyikwa, V. (2016). Active learning strategies and instructor presence in an online research methods course: Can we decrease anxiety and enhance knowledge? *Advances in Social Work*, 17(1), 1–14.
- Reagan, A. R. (2018). Teaching Undergraduate Social Statistics Online: A Classroom Assessment of Instructional Interventions to Reduce Statistics Anxiety and Facilitate Student Success. *J. Educ. Soc. Policy*, 5.
- Saadé, R. G., & Kira, D. (2009). Computer anxiety in e-learning: The effect of computer self-efficacy. *Journal of Information Technology Education: Research*, 8(1), 177–191.
- Saadé, R. G., Kira, D., Mak, T., & Nebebe, F. (2017, June). Anxiety & Performance in Online Learning. In *I<sup>th</sup> SITE 2017: Informing Science+ IT Education Conferences: Vietnam* (pp. 147-157).
- Satar, H. M., & Özdenler, N. (2008). The effects of synchronous CMC on speaking proficiency and anxiety: Text versus voice chat. *The Modern Language Journal*, 92(4), 595-613.
- Sharifrazi, F. (2012). *The Investigation of a Synchronous Engagement System (SES) to Alleviate Anxiety Among eLearning Students in an MBA Program* [Doctoral dissertation]. Nova Southeastern University.
- Song, L. (2005). *Self-directed learning in online environments process, personal attribute, and context* [Doctoral dissertation]. The University of Georgia.
- Song, L., Singleton, E. S., Hill, J. R., & Koh, M. H. (2004). Improving online learning: Student perceptions of useful and challenging characteristics. *The Internet and Higher Education*, 7(1), 59–70.
- Stewart, A. R., Harlow, D. B., & DeBacco, K. (2011). Students' experience of synchronous learning in distributed environments. *Distance Education*, 32(3), 357-381. <https://doi.org/10.1080/01587919.2011.610289>
- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2013). *Using multivariate statistics* (6th ed). Pearson Education.
- Üstündağ, M. T., Güneş, E., & Bahçivan, E. (2017). Turkish adaptation of digital literacy scale and investigating pre-service science teachers' digital literacy. *Journal of Education and Future*, 12, 19–29.
- Warden, C. A., Stanworth, J. O., Ren, J. B., & Warden, A. R. (2013). Synchronous learning best practices: An action research study. *Computers and Education*, 63, 197-207. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.11.010>
- Wongwatkit, C., Panjaburee, P., Srisawasdi, N., & Seprum, P. (2020). Moderating effects of gender differences on the relationships between perceived learning support, intention to use, and learning performance in a personalized e-learning. *Journal of Computers in Education*, 7(2), 229-255. <https://doi.org/10.1007/s40692-020-00154-9>
- Yang, H., Lay, Y., Tsao, W., & Lay, J. S. (2010). The impact of Internet on social anxiety and learning adaptability for young adult Internet users. *International Conference on e-Business (ICE-B), Greece*, 1-4.



# Anlamsal Tabanlı Görüntü Erişimi Üzerine Bir Derleme

## Semantic Based Image Retrieval-A Survey

Akif Gashi<sup>1</sup> , Tolga Ensari<sup>2</sup> , Mustafa Dağtekin<sup>3</sup> 



<sup>1</sup>İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye

<sup>2</sup>(Asst. Prof.), Arkansas Tech University, Department of Computer and Information Science, Arkansas, USA

<sup>3</sup>(Dr. Öğr. Üyesi), İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye

ORCID: A.G.0000-0001-8049-1273;  
T.E. 0000-0003-0896-3058;  
M.D. 0000-0002-0797-9392

### Corresponding author:

Akif GAŞI

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye

E-mail address: akif.gasi@ogr.iu.edu.tr

Submitted: 11.12.2020

Revision Requested: 27.05.2021

Last Revision Received: 07.06.2021

Accepted: 09.06.2021

Published Online: 10.09.2021

Citation: Gasi, A., Ensari, T. ve Dagtekin, M. (2021). Anlamsal tabanlı görüntü erişimi üzerine bir derleme. *Acta Infologica*, 5(2), 445-457. <https://doi.org/10.26650/acin.835241>

### ÖZ

Bilgisayar teknolojisinin hızlı gelişmesi sonucunda çok büyük miktarlarda verilerle çalışmak olağan bir durum haline gelmiştir. Bu verilerin işlenmesi, verilerden anlamlı bilgiler çıkarılması ve kararlar alınması için makine öğrenmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Görüntü içerisinden nesnelere algılanmasına yönelik son zamanlarda yapılan çalışmalar özellikle Anlamsal Tabanlı Görüntü Erişimi alanına doğru yönelmektedir. Bu alanda yapılan çalışmalar ile Anlamsal Boşluk olarak adlandırılan ve görüntülerden makineler tarafından çıkarılan düşük düzeydeki renk, şekil, doku (color, shape, texture) özellikleri ile insanlar tarafından resimlerden algılanan ve yüksek düzey olarak ifade edilen kavramlar arasındaki uyumsuzlukların giderilmesine yoğunlaşmaktadır. Bu amaçla, belirli bir bilgi alanına (domain) ait kavramların özelliklerini ve aralarındaki ilişkileri göstermek için iyi tanımlanmış ontolojiler oluşturulmakta ve arama işlemi bu yönde ilerlemektedir. Ontolojiler kullanılarak bilgiler bilgisayarların işleyebileceği biçime dönüştürülmekte ve bilgiler arasında anlamlı ilişkiler oluşturulabilmektedir. Bu çalışmada Anlamsal Tabanlı Görüntü Erişimi (Semantic Based Image Retrieval - SBIR) üzerine bir derleme yapılmıştır. SBIR ile amaç İçerik Tabanlı Görüntü Erişimi (Content Based Image Retrieval - CBIR) ile yapılan arama işlemlerinde karşılaşılan ve Anlamsal Boşluk (Semantic Gap) olarak ifade edilen darboğazın aşılmasıdır.

Yapılan çalışmalarda Ontoloji (Ontology) kavramının kullanılmasıyla problemin çözümünde önemli bir gelişme yaşandığı gözlemlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Görüntü Alma, Anlamsal Boşluk, Derin Öğrenme, Semantik Görüntü Alma

### ABSTRACT

As a result of rapid technological development, operating with massive data has become a common situation. There is a need for machine learning to process these data and extract meaningful information, and make a decision from them. Current studies related to identifying objects from the image are driven to Semantic-Based Image Retrieval. The studies done in this field aim to dismiss the discrepancies among the low-level color, shape, texture characteristics and picture recognition by people that are extracted from images by machines known as the Semantic Gap, that are signified as high-level concepts. Therefore, definite ontologies are created to determine characteristics of the concept of a particular domain and show the relationship between them by advancing the research on this area. Through ontologies, information is transformed into a structure so computers can process and create a meaningful relationship between information. In this study, a compilation on Semantic-Based Image Retrieval – SBIR is done. SBIR aims to overcome the bottleneck faced in the search operations created by Content-Based Image Retrieval (CBIR) and shown as a Semantic Gap.

In the studies done, significant progress in problem-solving through the use of the Ontology concept is observed.

**Keywords:** Image Retrieval, Semantic Gap, Deep Learning, Semantic Based Image Retrieval

## 1. GİRİŞ

Bilgisayar teknolojisinin hızlı gelişmesi sonucunda çok büyük miktarlarda verilerle çalışmak olağan bir durum haline gelmiştir. Bu verilerin işlenmesi, verilerden anlamlı bilgiler çıkarılması ve kararlar alınması için makine öğrenmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Makine öğrenmesi bilgisayar bilimleri, istatistik, eğitim, sağlık, sanayi/üretim, finans, reklam gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Makine öğrenmesi bilgisayarların deneyimler yoluyla problem çözme yaklaşımlarının nasıl iyileştirilebileceği ya da geliştirebileceği sorusunu ele almaktadır. Makinelerin öğrenme yeteneğinin iyileştirilmesi veya geliştirilmesi temel amaçtır (Alpaydın, 2004).

Görüntü içerisinden nesnelere yönelik son zamanlarda yapılan çalışmalar özellikle Anlamsal Tabanlı Görüntü Erişimi alanına doğru yönelmektedir. Bu alanda yapılan çalışmalar ile Anlamsal Boşluk olarak adlandırılan ve görüntülerden makineler tarafından çıkarılan düşük düzeydeki renk, şekil, doku (color, shape, texture) özellikleri ile insanlar tarafından resimlerden algılanan ve yüksek düzey olarak ifade edilen kavramlar arasındaki uyumsuzlukların giderilmesine yoğunlaşmaktadır. Kavramların bilgisayarlar tarafından anlaşılabilir ve işlenebilir hale getirilmesi amacıyla Ontolojiler kullanılmaktadır. Ontoloji, varlığın doğasıyla ve varlıklar arasındaki ilişkiler ile ilgilenen metafizik dalıdır. Bu amaçla, belirli bir bilgi alanına (domain) ait kavramların özelliklerini ve aralarındaki ilişkileri göstermek için iyi tanımlanmış ontolojiler oluşturulmakta ve arama işlemi bu yönde ilerlemektedir.

Bu çalışmanın içeriği şu bölümlerden oluşmaktadır: Görüntü Erişimi işleminde kullanılan temel konular üzerinde açıklamalar 2. bölümde yapılmıştır. Anlamsal Boşluk kavramı ile ilgili yapılmış çalışmalara 3. bölümde yer verilmiştir. Anlamsal Tabanlı Görüntü Erişimi alanında yapılmış temel çalışmalar 4. bölümde açıklanmıştır. Çalışmanın sonuç kısmına ise 5. bölümde yer verilmiştir.

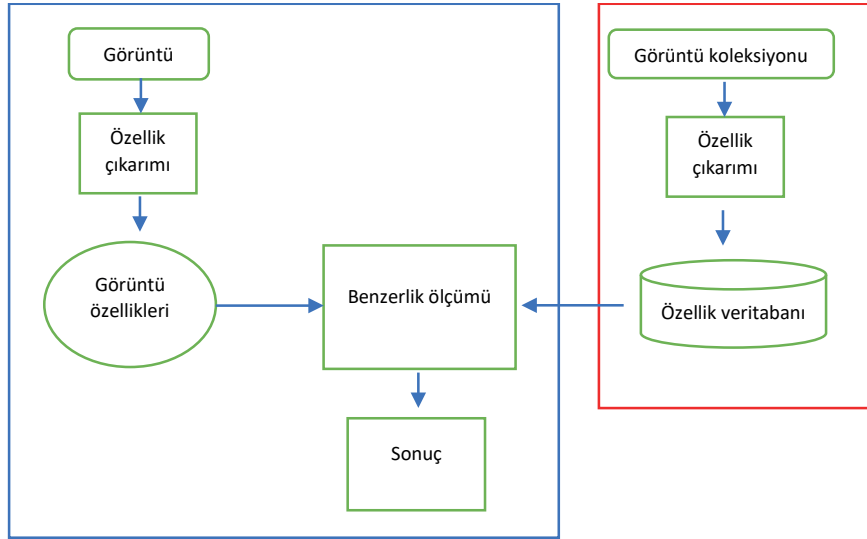
## 2. GÖRÜNTÜ ERİŞİMİ (IMAGE RETRIEVAL)

Görüntü erişimi, kullanıcıların sorgu amaçlı kullandığı görüntü ile benzer olan resimlerin bir veri tabanında aranması işlemi ile ilgilidir (Aslandogan ve Yu, 1999). Görüntü erişimi işlemi genelde üç farklı yol ile yapılmaktadır. Birinci yol Yazı Tabanlı Görüntü Erişimi (Text Based Image Retrieval - TBIR), ikinci yol İçerik Tabanlı Görüntü Erişimi, üçüncü yol ise Anlamsal Tabanlı Görüntü Erişimi olarak ifade edilir.

Birinci yoldan yapılan arama işlemleri, resim içeriği hakkında bilgi veren anahtar kelime (keyword) temelli yapıldığından genelde aranılan kelime ile hiçbir bağlantısı olmayan resimler de sonuç olarak getirilmektedir. TBIR işleminden önce resimlerin içeriği hakkında bilgi veren bir yazı ile manuel ya da otomatik olarak açıklama eklenmesi gerekmektedir. Manuel olarak yapılan açıklama ekleme işlemi zaman alıcı bir süreçtir ve yanlışlara neden olmaktadır. Buna alternatif olarak önerilen bir çalışmada (Alkhwani, vd., 2015), Otomatik Görüntü Altyazılama (Automatic Image Captioning) yöntemi ile resimlerin içeriğine göre uygun bir açıklama eklenmektedir.

CBIR (Smeulders, vd., 2000) diye tabir edilen yöntemde, görüntüden algılanan nesnelere ait çıkarılan renk, şekil, doku özellikleri ile daha önceden veri tabanında saklanan görüntü özelliklerinin benzerlik durumlarına göre arama yapılmaktadır. Görüntü Erişimi ve özellikle İçerik Tabanlı Görüntü Erişimi alanındaki gelişmeler ve bu alanda geliştirilen Görüntü Erişimi sistemlerinin incelendiği bir çalışmada (Y., T.S., ve S-F. 1999), sistem başarımını arttırmak için indeksleme (indexing) ve boyut indirgeme (dimensionality reduction) işlemlerinin öneminden bahsedilmiş, farklı disiplinlerin bir arada kullanılmasıyla ve insan-bilgisayar etkileşiminin geliştirilmesiyle gelecekte Görüntü Erişimi sistemlerinin başarımının arttırılacağından bahsedilmiştir. Yapılan diğer bir çalışmada ise (Alzu'bi, vd., 2015) CBIR yönteminde kullanılan Görüntü Bölütleme (Image Segmentation), Özellik Çıkarımı (Feature Extraction), bu alanda kullanılan Makine Öğrenmesi yöntemleri, sonuçların değerlendirilmesinde kullanılan Başarım Ölçümü (Performance Evaluation), arama işleminde kullanılan Görüntü Veri Kümeleri (Image Dataset) hakkında detaylı bir derleme yapılmış ve sisteminin genel çerçevesi Şekil 1'de gösterilmiştir.

Araştırmamızın ana konusunu oluşturan Anlamsal Tabanlı Görüntü Erişimi yöntemi ile anlamsal benzer içeriğe sahip görüntülerin aranmasına yönelik çalışmalar yapılmaktadır. Anlamsal Tabanlı Görüntü Erişimi yöntemi hakkında detaylı bilgiye 4. bölümde yer verilmiştir.



Şekil 1. İçerik Tabanlı Görüntü Erişimi sistem mimarisi (Alzu'bi, Amira, ve Ramzan, 2015)

Görüntü erişimi işleminin iyileştirilmesi için yapılan bir çalışmada (Ngo, vd., 2016), Destek Vektör Makineleri (Support Vector Machine - SVM) öğrenme yöntemi ve İlgililik Geribildirim (Relevance Feedback - RF) birlikte kullanılmıştır. SVM ile veri tabanından arama işleminde kullanılan görüntüye benzer resimler alınmıştır. İlgililik Geribildirim ile kullanıcı ve sistem arasında sağlanan etkileşimle, Anlamsal Boşluk kavramını en aza indirmek için kullanıcının veri tabanından alınan sonuçlar üzerinde verdiği kararlara göre algoritmanın eğitilmesi yapılmaktadır.

Görüntü erişimi işleminde alınan sonuçların iyileştirilmesi amacıyla, resimlerin gösterimi (Image Representation) için yürütülen çalışmalar önemli bir yer kaplamaktadır. Yapılan başka bir çalışmada (Wang, vd., 2020), Aggregating Convolutional Kernel - ACK diye isimlendirilen yöntem ile resimlerin gösterimi için yeni bir yaklaşım sunulmuştur. Önerilen yöntemde Evrişimli Sinir Ağı (Convolutional Neural Network - CNN) çekirdekleri özellik çıkarımı için kullanılmaktadır. CNN ile görüntüye ait düşük düzeydeki renk, şekil ve doku gibi özelliklerden başlayarak seviyeli bir şekilde yüksek düzey diye ifade edilen ve insanlar tarafından algılanan anlamsal kavramlara ait özelliklerin çıkarımı aşamalı bir şekilde gerçekleştirilmektedir. Önerilen yöntemde, resimlerin parlaklık özelliği kullanılarak Evrişimli Sinir Ağına ait belirli bir çekirdeğin etkinleştirilmesi gerçekleştirilmiştir. Parlaklık yoğunluğuna göre her seviyede uygun çekirdeğin seçimi yapılarak bu çekirdekler resimlerin gösterimi için kullanılmıştır.

İnternet teknolojisinin hızlı gelişmesiyle birlikte internet ortamında kullanılan resimlerin boyutunda da ciddi bir artış yaşanmıştır. Büyük boyuttaki multimedya verilerinin aranması işleminde, insanın görme duyusu temel alınarak geliştirilen bir algoritmada (Zhu, 2020), önce renk ve doku özellikleri kullanılarak aday görüntü bölgeleri oluşturulmuş, sonrasında ise belirlenen bölgelerde derin öğrenme yaklaşımı ile özellik çıkarımları yapılmış ve geliştirilen bir Renk Algılama Fonksiyonu (Color Attention Function) ile resimlerin benzerlik ölçümü yapılarak, sıralama sonucuna göre üst sıralarda yer alan resimler sonuç olarak gösterilmiştir.

Görüntü Alma başlığı altında incelenen makalelerde kullanılan Yöntem, Veri kümesi, Algoritma, Başarım ölçüğü ve Sonuçlara Tablo 1'de yer verilmiştir.

Tablo 1

*Görüntü Erişimi başlığı altında incelenen çalışmalar ve elde edilen sonuçlar*

Makale	Yöntem	Veri kümesi	Algoritma	Başarım ölçüğü	Sonuç
(Ngo, Ngo, ve Nguyen 2016)	Destek Vektör Makineleri (Support Vector Machines - SVM)	Corel Gallery	Renk anları (Color moments), Piramidal Dalgacık Dönüşümü (Pyramidal Wavelet Transform-PWT), Kenar Yönü Histogramı (Edge Direction Histogram-EDH)	Ortalama hassasiyet (Average precision-AP)	0.85
(Q. Wang, vd., 2020)	Evrışimli Sinir Ağları (Convolutional Neural Network - CNN)	Oxford Paris Holidays	Evrışim Çekirdeklerini Birleştirme (Aggregating Convolution Kernels-ACK)	Ayrık Sıralı Diziler (Discrete Ordered Sequences)	64.98 76.26 84.72
(Zhu 2020)	Derin Sinir Ağları (Deep Neural Network)	Cifar Caltech	İkili Normlu Eğitim (Binarized Normed Gradient - BING)	Minkowski	0.9473 0.9462

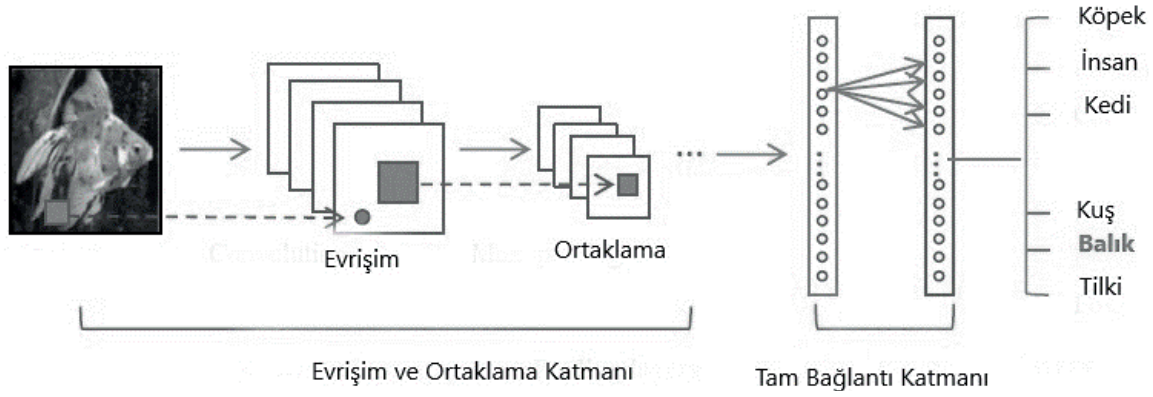
## 2.1 İçerik Tabanlı Görüntü Erişimi

CBIR ile arama işlemi, sorguda kullanılan görüntüye ait çıkarılan renk, şekil ve doku özellikleri ile veri tabanında saklanan özelliklerin benzerlik durumlarına göre yapılmaktadır. Görüntüden çıkarılan renk özelliği analizi temel alınarak yapılan bir çalışmada (Ashraf, vd., 2018), YCbCr ve RGB renk uzayları görüntüye ait renk özelliklerinin çıkarımında kullanılmıştır. Renklerin parlaklık özelliği temel alınarak ilk önce RGB renk uzayından YCbCr renk uzayına dönüşüm yapılmıştır. Sonra, sorguda kullanılan görüntü Y, Cb, Cr renk bileşenlerine ayrılmıştır. Y kısmına Canny Kenar Tespiti (Canny Edge Detector) işlemi uygulanarak kenarlar belirlenmiştir. İşlemden sonra, görüntü tekrar RGB renk uzayına dönüştürülür. RGB dönüştürme işleminden sonra görüntü tekrar R, G, B bileşenlerine ayrılır ve her bileşen için çizit (histogram) hesaplanır. Son adımda ayrıştırılan her histogram için Ayrık Dalgacık Dönüşümü (Discrete Wavelet Transform - DWT) işlemi, görüntünün mekansal alandan (spatial domain) frekans alanına (frequency domain) dönüştürülmesi için kullanılmış ve özellik vektörü hesaplanmıştır. Özellik vektörü hesaplandıktan sonra Yapay Sinir Ağları (Artificial Neural Network - ANN) ile sınıflar arasındaki anlamsal ilişkiler belirlenmiştir. Evrimsel programlama (Evolutionary Programming) yaklaşımının kullanıldığı bir çalışmada (Jadhav ve Patil 2012) geliştirilen CBIR sisteminde, görüntülerden çıkarılan renk, şekil ve doku özelliklerinin benzerlik durumlarına göre yapılan görüntü erişimi denemelerinde, Precision 0.31 ve Recall 0.70 başarımlar elde edilmiştir.

Derin Öğrenme (Deep Learning) mimarilerinin gelişmesiyle birlikte, makine öğrenmesi alanındaki çalışmalar büyük ivme kazanmıştır. Derin Öğrenme mimarileri ile yüksek seviye diye ifade edilen ve insanlar tarafından görüntüden algılanan kavramların bilgisayar tarafından öğrenilmesi amaçlanmaktadır. Şekil 2'de gösterilen Evrışimli Sinir Ağları mimarileri, kavramlara ait özelliklerin çıkarılması amacıyla kullanılmaktadır.

Yapılan bir çalışmada (Guo ve diğerleri., 2016), Derin Öğrenme yöntemlerinin görüntü işleme alanında kullanımı ile ilgili detaylı açıklamalara yer verilmiştir.





Şekil 2. Evrişimli Sinir Ağları mimarisi (Guo, vd., 2016)

Deep CNN mimarisinin yeniden eğitilmesi temel alınarak geliştirilen bir çalışmada (Tzelepi ve Tefas, 2018), veri kümesi hakkında herhangi bir bilgi olmaması durumunda Tam Denetimsiz Yeniden Eğitim (Fully Unsupervised Retraining) yaklaşımı kullanılmış, veriler hakkında bir sınıf etiketi (class label) bulunması durumunda var olan sınıf etiketi kullanılmış, kullanıcı etkileşimi olması durumunda İlgilik Geribildirimini ile sonuçlar üzerinde kullanıcılar tarafından verilen kararlar kullanılarak algoritmanın yeniden eğitilmesi gerçekleştirilmiştir.

CNN kullanılarak yapılan diğer bir çalışmada (Alzu'bi, vd., 2017), paralel iki farklı CNN mimarisi kullanılarak özellik çıkarımı yapılmış ve Oxford 5K veri kümesi üzerinde %95 başarı değeri elde edildiği belirtilmiştir.

İçerik Tabanlı Görüntü Erişimi başlığı altında incelenen makalelerde kullanılan Yöntem, Veri kümesi, Algoritma, Başarım ölçüğü ve Sonuçlara Tablo 2'de yer verilmiştir.

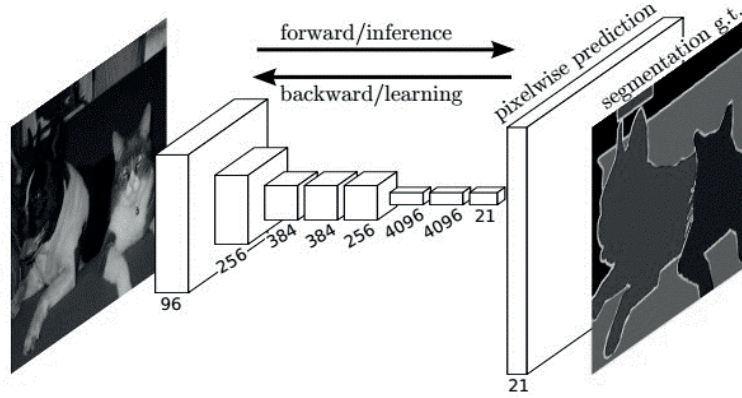
Tablo 2

İçerik Tabanlı Görüntü Erişimi başlığı altında incelenen çalışmalar ve elde edilen sonuçlar

Makale	Yöntem	Veri kümesi	Algoritma	Başarım ölçüğü	Sonuç
(Ashraf, vd., 2018)	Yapay Sinir Ağları (Artificial Neural Network)	Corel	Ayrık Dalgacık Dönüşümü (Discrete wavelet transform - DWT)	Hassasiyet (Precision), Geri çağırma (Recall)	0.51 0.30
(Tzelepi ve Tefas 2018)	Evrişimli Sinir Ağları (Convolutional Neural Network - CNN)	Paris 6K UKBench	Uyarlanabilir an tahmini algoritması (Adaptive moment estimation algorithm - ADAM)	Ortalama hassasiyet (Mean Average Precision - mAP)	Denetimli - Supervised (9.9859, 3.9710) Denetimsiz - Unsupervised (0.8347, 3.8323)
(Alzu'bi, Amira, ve Ramzan 2017)	Evrişimli Sinir Ağları (Convolutional Neural Network - CNN)	Oxford 5K Holidays	İki çizgili model (Bilinear model)	Ortalama hassasiyet (Mean Average Precision)	%95.7 %95.1

## 2.2 Bölütleme (Segmentation)

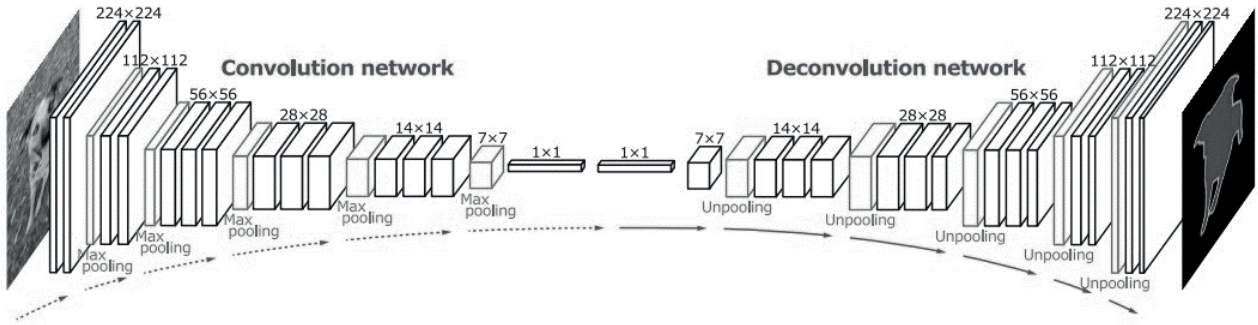
Bölütleme işlemi, görüntüye ait her piksele bir sınıf etiketinin atanmasını temel alan bir modeldir. Görüntüye atanan piksel temelli anlamsal bilgiler, nesnelerin algılanması ve kararlar alınması için kullanılmaktadır. CNN mimarisi Bölütleme işleminde kullanılan ve etkili sonuçlar veren bir modeldir. Yapılan bir çalışmada (Long, vd., 2015) önerilen Tam Evrişimli Ağ (Fully Convolutional Network - FCN) modeli, sınıflandırma algoritmalarının (AlexNET, VGGNet, GoogleNet) adaptasyonu ile piksel temelli eğitildiğinde Şekil 3'te gösterildiği gibi bölütleme işleminde etkili sonuçlar verdiği gösterilmiştir.



Şekil 3. Tam Evrişimli Ağ ile bölütleme işlemi (Long, Shelhamer, ve Darrell 2015)

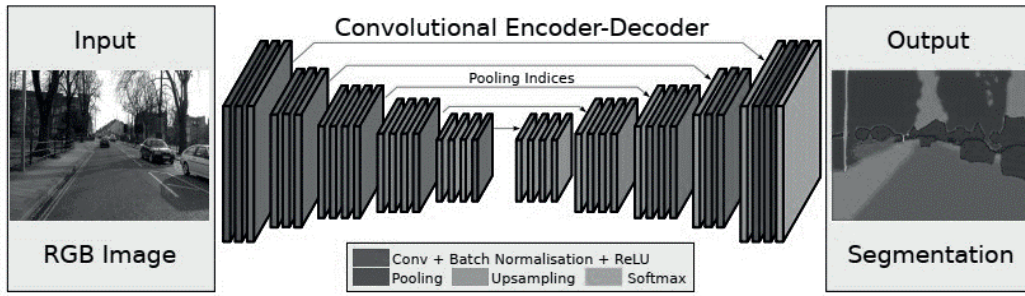
FCN bölütleme işlemi yaparken görüntüde sabit boyuttaki alanlar (fixed-size fields) kullanmakta ve bu durum belirlenen alandan daha büyük ya da daha küçük olan nesnelerin parçalanması ya da herhangi bir sınıf etiketinin eklenmemesine neden olmaktadır. Genelde sınıf etiketinin eklenmesi işlemi, büyük boyuttaki nesneler için yapılmaktadır. Küçük boyuttaki nesneler ise göz ardı edilmekte ya da görüntüde arka plan olarak sınıflandırılmaktadır.

Yapılan diğer bir çalışmada önerilen Evrişimli - Ters Evrişimli (Convolutional - Deconvolutional) mimarisinin kullanıldığı modelde (Noh, vd., 2015), FCN ile karşılaşılan eksikliklerin giderilmesi amacıyla örnek bölütleme (instance segmentation) yapılmış, Evrişimli Ağ (Convolutional Network) ile özelliklerin çıkarımı ve Ters Evrişimli Ağ (Deconvolutional Network) ile çıkarılan özellikler kullanılarak nesne bölütleme işlemi yapılmıştır. Şekil 4'te, önerilen Evrişimli - Ters Evrişimli Ağ mimarisi gösterilmiştir.



Şekil 4. Evrişimli - Ters Evrişimli Ağ mimarisi (Noh, Hong, ve Han 2015)

Önerilen diğer bir çalışmada (Badrinarayanan, vd., 2017) geliştirilen piksel temelli anlamsal bölütleme (semantic segmentation) yapan SegNet mimarisi (yol ve kapalı alan görüntülerinin algılanması) kodlayıcı (encoder), kod çözücü (decoder) ve piksel temelli sınıflandırma katmanlarından oluşmaktadır. Temel aldığı VGG-16 mimarisinin Tam Bağlantılı Katmanının (Fully Connected Layer) çıkarılmasıyla ve bunun yerine piksel temelli sınıflandırma katmanının eklenmesiyle Şekil 5'te gösterildiği gibi daha küçük ve daha hızlı bir mimari elde edilmiştir.



Şekil 5. SegNet mimarisi (Badrinarayanan, vd., 2017)

Panoptik bölütleme Ağı (Panoptic Segmentation Network), Anlamsal Bölütleme Ağı (Semantic Segmentation Network) ve Örnek Bölütleme Ağı (Instance Segmentation Network) modellerinin birleşimidir. Panoptic segmentation ile görüntüye ait her piksele bir sınıf etiketi eklenmektedir. Yapılan bir çalışmada (De Geus, vd., 2020), önerilen Hızlı Panoptik Bölütleme Ağı (Fast Panoptic Segmentation Network - FPSNet) ile görüntüde yer alan nesnelere Varlık Sınıfı (Things Classes - sayılabilir nesnelere: insanlar, arabalar) ve Soyut Sınıf (Stuff Classes - sayılamayan nesnelere: gökyüzü, su) gibi farklı sınıflara ayrılmakta ve bölütleme işlemi gerçekleştirilmektedir. Şekil 6'da, Panoptik bölütleme işleminde girdi olarak kullanılan görüntü ve panoptic bölütleme yapıldıktan sonra elde edilen sonuç gösterilmiştir.



Şekil 6. Panoptik bölütleme (Panoptic Segmentation) (De Geus, vd., 2020)

Derin öğrenme mimarileri ve özellikle CNN mimarisi, sınıflandırma dışında resim bölütleme işlemlerinde de sıklıkla kullanılmaktadır. Medikal görüntüleme için derin öğrenme yaklaşımı kullanılarak resim bölütleme işlemi için CNN ve FCN mimarileri etkili sonuçlar vermektedir. Yapılan bir çalışmada (Haq ve Neubert, 2020), medikal görüntüleme için resim bölütleme işleminde kullanılan derin öğrenme teknikleri bir tablo yardımıyla özetlenmiştir. Tabloda makalelerde kullanılan yöntemlere, açıklamalara, performans ölçeklerine ve sonuçlara yer verilmiştir.

Görüntüden bölütleme amaçlı toplanan veriler birden fazla kaynaktan elde edilebilir. Bu durum, Çoklu Kip (Multiple Modality) olarak isimlendirilir. Çoklu kip, her bir algılayıcının aynı sahne hakkında bilgi toplaması işlemi olarak tanımlanır. Çoklu kip yaklaşımında birden fazla kaynaktan alınan ve birbirini tamamlayan bilgiler (Complementary Information) mevcuttur. Birden fazla kaynaktan alınan bu bilgiler anlamsal algılama ve karar verme işlemlerinde kullanılmaktadır. Yapılan bir çalışmada (Zhang, vd., 2020), derin çoklu kip yöntemleri hakkında bir inceleme yayınlanmıştır. Bu alanda yapılan ilk çalışma olması açısından yapılan çalışmalar, hiyerarşik bir yaklaşımla sıralanmış ve bir tablo yardımıyla özetlenmiştir.

Bölütleme başlığı altında incelenen makalelerde kullanılan Yöntem, Veri kümesi, Başarım ölççeği ve Sonuçlara Tablo 3'te yer verilmiştir.

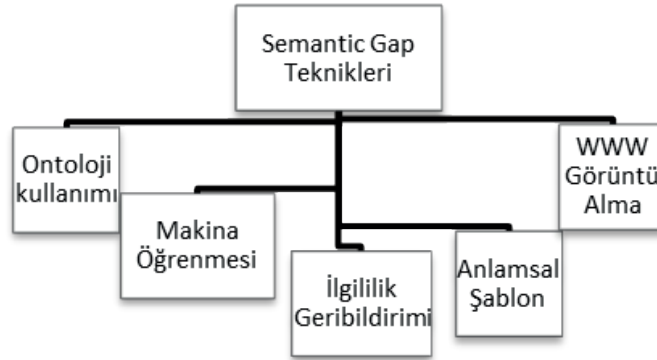
Tablo 3

Bölütleme başlığı altında incelenen çalışmalar ve elde edilen sonuçlar

Makale	Yöntem	Veri kümesi	Başarım ölççeği	Sonuç
(Long, Shelhamer, ve Darrell 2015)	Evrişimli Sinir Ağları (Convolutional Neural Network - CNN)	PASCAL VOC NYUDv2 SIFT Flow	Ortalama birleşim (Mean IU),	62.6 34.0 39.5
(Noh, Hong, ve Han 2015)	Evrişimli Sinir Ağları (Convolutional Neural Network - CNN)	PASCAL VOC 2012	Birleşim üzerinde kesişim (Intersection over Union-IoU)	72.5
(Badrinarayanan, Kendall, ve Cipolla 2017)	Tam Evrişimli Ağ (Fully Convolutional Network - FCN)	PASCAL VOC 2012	Birleşim üzerinde ortalama kesişim (Mean Intersection over Union)	60.10
(De Geus, Meletis, ve Dubbelman 2020)	Hızlı Panoptik Bölütleme Ağı (Fast Panoptic Segmentation Network - FPSNet)	PASCAL VOC 2012 Cityscapes	Panoptik kalite ölççeği (Panoptic Quality Metric)	57.8 55.1

### 3. ANLAMSAL BOŞLUK

Anlamsal Boşluk kavramı CBIR işleminde karşılaşılan temel sorun olup resimlerden çıkarılan düşük düzeydeki özellikler renk, şekil, doku ve insanların görüntülerden algıladığı yüksek düzeydeki kavramlar arasındaki uyumsuzluk olarak tanımlanır. Yapılan bir çalışmada (Liu, vd., 2007) karşılaşılan uyumsuzlukları gidermek için Şekil 6'de gösterilen: 1) İnsanlar tarafından algılanan yüksek düzeydeki kavramların tanımlanmasında Ontolojilerin kullanılması; 2) Sorgu ifadesi ile düşük düzeydeki özelliklerin ilişkilendirilmesi amacıyla Makine Öğrenmesi yöntemlerinin kullanılması; 3) İlgililik Geribildirimi ile kullanıcının elde edilen sonuçlar üzerinde verdiği kararlar ile sistemin eğitilmesi 4) Görüntü erişimi işleminde düşük düzeydeki özellikler ile yüksek düzeydeki kavramlar arasında bağlantının oluşturulması için Anlamsal Şablon (Semantic Template) oluşturulması; 5) Web ortamında görüntü alma amacıyla HTML yazı ve resimlerin birleştirilmesi gibi tekniklerin kullanılması önerilmektedir.



Şekil 6. Bölütleme başlığı altında incelenen çalışmalar ve elde edilen sonuçlar

Web belgelerinde var olan anlamsal boşluk sorununun giderilmesi için yazı ve resim özellikleri web belgelerinin aranmasında kullanılmaktadır. Yapılan bir çalışmada (Zhao ve Grosky, 2002), web belgeleri üzerinde karşılaşılan anlamsal boşluk sorununun çözümünde Saklı Anlamsal İndeksleme (Latent Semantic Indexing - LSI) yöntemi ile semantik açıdan benzer kelimeler aynı küme içinde toplanarak, arama işleminde kullanılan anahtar kelimeyi içeren web belgelerinin aranmasında kullanılmıştır. Haber servis siteleri üzerinde yapılan arama işlemlerinde, LSI ile geliştirilen yaklaşımda etkili sonuçlar alındığı gösterilmiştir.

Bölütme amacıyla resimlerden çıkarılan sığ katmanlardaki özellikler görüntüye ait detaylı bilgileri içerirken (kenarlar, çizgiler, köşeler), derin katmanlardaki özellikler ise görüntüye ait anlamsal bilgiler (sınıflandırma, bölütleme) içermektedir. Anlamsal boşluk sorunu, sığ katmanlardan elde edilen özellikler ile derin katmanlardan elde edilen özellikler arasında oluşmaktadır.

Bu problemin çözümü için önerilen bir yöntemde (Pang, vd., 2019) farklı seviyelerdeki özellikler Paralel Piramit (Paralel Pyramid) yöntemi (farklı seviyelerdeki özelliklerin birleştirilmesi) ve aşağıdan-yukarıya (bottom-up) yaklaşımıyla (sığ katmanlardaki özelliklerden derin katmanlardaki özelliklere doğru ilerleme) anlamsal bölütleme işlemi için kullanılmıştır.

Görüntü içeriği ve görüntüyü tanımlayan sınıf etiketi arasında var olan anlamsal boşluk sorununun çözümünde geliştirilen çerçevede (Ma, vd., 2010), görüntülerden çıkarılan özellikler ile Görüntü Benzerlik Çizgesi (Image Similarity Graph) oluşturulmuş ve geliştirilen Rastgele Yol Modeli (Random Walk Model) isimli algoritma sayesinde iki düğüm arasındaki yol uzunluğu bilgisi hesaplanmıştır. Böylece, görüntü içeriği ile görüntüyü tanımlamak için kullanılan sınıf etiketleri arasındaki anlamsal boşluğun kapatılması için etkili sonuçlar elde edilmiştir.

Tıbbi İçerik Tabanlı Görüntü Erişimi alanında karşılaşılan sistem performansını ve kullanılabilirliğini etkileyen Anlamsal Boşluk kavramına ait yapılan bir sistematik analiz ve sınıflandırma çalışmasında (Deserno, vd., 2009), sorunun çözümünde kullanılan İçerik (Content: görüntülerin insanlar tarafından algılanan biçimi), Özellikler (Features: görüntülerden çıkarılan düşük düzeydeki renk, şekil, doku özellikleri), Performans (Performance: sistem entegrasyonu ve değerlendirilmesi), Kullanılabilirlik (Usability: sistemin kullanılabilirliği) kategorileri üzerinden bir tablo yardımıyla karşılaştırma yapılmıştır.

Anlamsal Boşluk başlığı altında incelenen makalelerde kullanılan Yöntem, Veri kümesi, Başarım ölççeği ve Sonuçlara Tablo 4'te yer verilmiştir.

Tablo 4

*Anlamsal Boşluk başlığı altında incelenen çalışmalar ve elde edilen sonuçlar*

Makale	Yöntem	Veri kümesi	Başarım ölççeği	Sonuç
(Zhao and Grosky 2002)	Gizli Anlamsal İndeksleme (Latent Semantic Indexing - LSI)	Web	Precision (Hassasiyet), Recall (Geri çağırma)	0.35 0.88
(Pang, vd., 2019)	Paralel Özellik Piramidi (Prallel Feature Pyramid - SeENet)	Pascal VOC 2012 CamVid Cityscapes	Ortalama Birleşim Üzerinde Kesişim (Mean pixel-intersection over union-mIoU)	86.6 68.4 81.2
(Ma, vd., 2010)	Rastgele Gezinti Modeli (Random Walk Model)	Flickr	N-Hassasiyet (Precision@N)	0.68

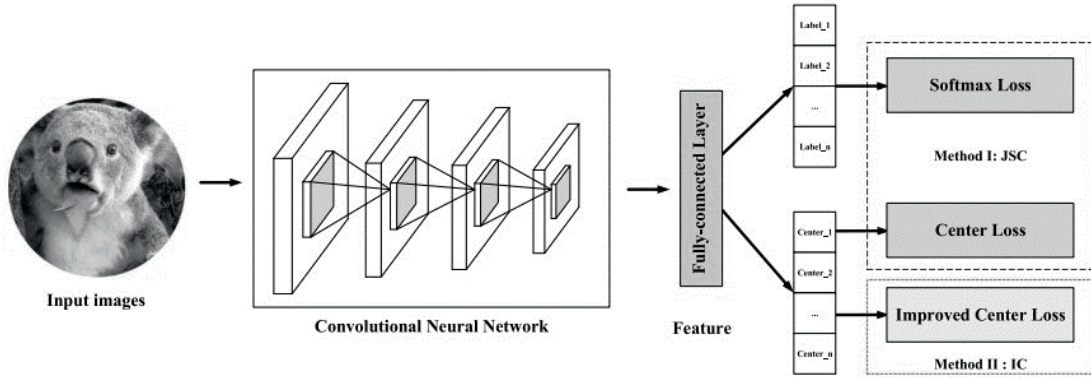
#### 4. ANLAMSAL TABANLI GÖRÜNTÜ ERİŞİMİ

Anlamsal Tabanlı Görüntü Erişimi'nin amacı, anlamsal benzer içeriğe sahip resimlerin bir veritabanında aranmasıdır. SBIR yaklaşımında image annotation işlemiyle, görüntüleri tanımlayan bir sınıf etiketinin eklenmesi yapılmaktadır. Sonrasında, image retrieval işleminde verilen etiket ile eşleşen görüntülerin aranması gerçekleştirilmektedir (Carneiro, vd., 2007)

SBIR ile anlamsal boşluk olarak adlandırılan ve resimlerden çıkarılan düşük düzeydeki özellikler ile insanlar tarafından görüntüden algılanan yüksek düzeydeki kavramlar arasındaki açığı kapatılması yönünde çalışmalar yürütülmektedir (Liu, vd., 2007). Bu alandaki bir çalışmada (H. H. Wang, Mohamad, ve Ismail 2010), Anlamsal Tabanlı Görüntü Erişiminde kullanılan teknikler, bu alanda yapılan araştırmalar ve bu araştırmalarda kullanılan yaklaşımlar bir tablo şeklinde özetlenmiş ve Anlamsal Tabanlı Görüntü Erişimi yaklaşımı için genel bir çerçeve sunulmuştur. Ayrıca, Görüntü Erişimi yaklaşımında özellik çıkarımının öneminden bahsedilmiş ve araştırmanın sonucunda çalışmaların düşük düzeydeki özelliklerin çıkarılmasından, anlamsal özelliklerin çıkarılmasına doğru yöneldiği belirtilmiştir.

Yapılan diğer bir çalışmada (Su, vd., 2011), görüntülerden çıkarılan özellikler ve insanların bu görüntülerden algıladığı kavramlar arasındaki ilişkiler temel alınarak düzensizlik (entropy), terim frekansı-belge frekans tersi (term frequency-inverse document frequency) ve ilişkilendirme kuralları (association rules) yöntemlerinin entegrasyonu ile SVM ve k-Means Clustering kullanılarak image annotation işlemi yapılmıştır.

Özellik çıkarımı, SBIR'de önemli bir rol oynamaktadır. Özellik çıkarımı için en sık kullanılan mimari Evrişimli Sinir Ağları Mimarisi'dir. Önerilen çalışmada (Song, vd., 2018), Evrişimli Sinir Ağları kullanılarak görüntülerden özellikler çıkarılmış, geliştirilen kayıp fonksiyonu (loss function) ile Evrişimli Sinir Ağı eğitilerek parametrelerin optimizasyonu yapılmış ve sınıflandırma işleminin doğruluk oranında (classification accuracy) iyileştirme elde edilmiştir. Sistemin mimarisi, Şekil 7'de gösterilmiştir.



Şekil 7. Önerilen çalışmada (Song, vd., 2018) kullanılan Ayrık Anlamsal Derin Öğrenme (Discriminative Semantic-based Deep feature Learning) Mimarisi

Farklı derin öğrenme mimarilerinin bir arada kullanılması ile insanlar tarafından görüntülerden algılanan yüksek düzeydeki anlamsal özelliklerin çıkarılması yönünde çalışmalar da yapılmaktadır. Yüksek düzeydeki özelliklerin çıkarılması amaçlı yapılan bir çalışmada (Wu, 2020), iki farklı derin öğrenme mimarisi Derin Boltzman Makineleri (Deep Boltzman Machine-DBM) ve Evrişimli Sinir Ağları birlikte kullanılmıştır. CNN ile düşük düzeydeki özelliklerin çıkarımı yapılmış, DBM ile görüntüye ait yüksek düzeydeki ilişkiler oluşturulmuştur. Özellik çıkarımından sonraki adımda, sınıflandırma amaçlı kullanılan Seyreltilmiş Softmax (Dropout Regularized Softmax) fonksiyonu ile STL-10 veri kümesi üzerinde %60,3 başarımla elde edilmiştir.

Anlamsal Tabanlı Görüntü Erişimi işleminin başarımını arttırmak için “Ontolojiler” kullanılarak yüksek düzeydeki kavramların tanımlanması yapılmaktadır. Varlıkların tanımlanması için sınıflar oluşturulur ve sınıflar arasında ilişkiler belirlenir (Parsons, 2009). Görüntü erişimi işlemlerinde, bazen iki resim özellikleri arasında benzerlik olsa da anlamsal farklar bulunmaktadır. Özellikle, Yazı Tabanlı Görüntü Erişiminde sorguda kullanılan ifade ile sonuç olarak getirilen görüntüler arasında uyumsuzluklar olmaktadır.

Önerilen çalışmada (Bouchakwa, vd., 2020), Çok Seviyeli Görüntü Çeşitlendirme Süreci (Multi-level Image Diversification Process) olarak ifade edilen teknikte, anlamsal benzer resimler aynı küme içinde toplanmış ve sorgu ifadesine göre filtrelenerek yeniden sıralanmıştır. Sorguda kullanılan arama ifadelerinin farklı anlamları olabilmektedir. Bu problem, Belirsiz Sorgu Sorunu (Query Ambiguous Problem - QAP) olarak ifade edilir. Aynı çalışmada, QAP probleminin çözümü için sorguda kullanılan ifadelerin farklı anlamları, oluşturulan Ontolojilere göre aranmış ve SPARQL (Anlamsal web sorgulama dili) ile sorgu ifadesine benzer resimlerin aranması işlemi gerçekleştirilmiştir.

TBIR işleminde resimlere ait içerik, resim yazılarıyla (caption) ifade edilmektedir. Resimleri tanımlayan yazıların Kaynak Betimleme Çerçevesi (Resource Description Framework - RDF) ile gösterildiği bir çalışmada (Chen, vd., 2020), resim içeriğine ait nesnelere, özellikleri ve ilişkileri önce Doğal Dil İşleme (Natural Language Processing - NLP) ile çıkarılmış ve Kaynak Betimleme Çerçevesi kullanılarak oluşturulan yönlü çizge (directed graph) ile gösterilmiştir. Sonrasında SPARQL sorgulama dili kullanılarak arama işlemi gerçekleştirilmiştir. Ontolojilerin kullanıldığı diğer bir çalışmada (Mezaris, vd., 2003), önce resimler bölgelere ayrılmış, resimlerden çıkarılan özellikler oluşturulan ontolojilerle bağdaştırılmıştır. Sonra, yüksek düzeydeki kavramların tanımlanması amacıyla oluşturulan ontolojilere göre anahtar kelimeler belirlenmiştir. Anlamsal Tabanlı Görüntü Erişimi uygulamalarında, arama işleminin iyileştirilmesi amacıyla Anlamsal Ağ’ın (Semantic Web) getirdiği yenilikler (Ontology, RDF) kullanılmaktadır.

Anlamsal Ağ ile günümüzde kullanılan web’in temel yaklaşımı olan Belgelerin Ağı (Web of Document), belgelerin bağlantılar yardımıyla birbirine bağlanması yaklaşımından Bilgilerin Ağı (Web of Data), web üzerinde aralarında ilişkiler tanımlanmış bilgiler yaklaşımına doğru bir geçiş söz konusudur. Anlamsal Ağda bilgiler, bilgisayarların işleyebileceği forma dönüştürülmekte

ve bilgiler arasında anlamsal ilişkiler oluşturulabilmektedir. Yapılan bir çalışmada (Li, vd., 2007) önerilen “OntoLook” isimli sistem ile web sayfalarının içeriği, anlamsal ağda kullanılan ifadeler ile (Web Ontology Language - OWL, Resource Description Framework - RDF) yapılandırılmış ve anahtar kelime temelli bir arama motoru oluşturulmuştur. Yapılan diğer bir çalışmada (Minu ve Thyagarajan, 2014) ise “çiçek bilgi alanı – asteroideae flower” üzerinde Çok Seviyeli Görüntü Ontolojisi (Multi-level image ontology) yaklaşımı ile yazı ve görsel özelliklerin kombinasyonu, düşük düzeydeki özelliklerin anlamlandırılması yapılmıştır.

Anlamsal Tabanlı Görüntü Erişimi başlığı altında incelenen makalelerde kullanılan Yöntem, Veri kümesi, Algoritma, Başarım ölçüğü ve Sonuçlara Tablo 5’te yer verilmiştir.

Tablo 5

*Anlamsal Tabanlı Görüntü Erişimi başlığı altında incelenen çalışmalar ve elde edilen sonuçlar*

Makale	Yöntem	Veri kümesi	Başarım ölçüğü	Sonuç
(Song, vd., 2018)	Evrişimli Sinir Ağları (Convolutional Neural Network - CNN)	ILSVRC Caltech256	Ortalama hassasiyet (Mean Average Precision - MAP), Geri çağırma (Recall)	0.608 0.789 0.502 0.507
(Wu 2020)	Evrişimli Derin Boltzman Makineleri (Convolutional - Deep Boltzman Machine C-DBM)	STL-10	Hassasiyet (Precision) Geri çağırma (Recall) F değeri (F value)	63.69 62.62 0.6315
(Bouchakwa, Ayadi, ve Amous 2020)	Yazı Tabanlı Görüntü Alma (Text Based Image Retrieval -TBIR)	Flickr	Hassasiyet (Precision) Geri çağırma (Recall) F değeri (F value)	86.83 83.10 84.93
(Chen, vd., 2020)	Doğal Dil İşleme Natural Language Processing - NLP), Kaynak Betimleme Çerçevesi (Resource Description Framework - RDF)	Flickr8k	F değeri (F-score)	0.9091
(Mezaris, Kompatsiaris, ve Srintzis 2003)	Resim Bölütleme Algoritması (Image Segmentation Algorithm)	Corel	Hassasiyet (Precision) Geri çağırma (Recall)	0.60 0.80
(Li, Wang, ve Huang 2007)	Yazı Tabanlı Görüntü Alma (Text Based Image Retrieval -TBIR)	Web	Zaman karmaşıklığı (Time complexity) Eşik (Threshold) yok - CPU ms Eşik (Threshold) var - CPU ms	O(2n) 3125 500
(Minu ve Thyagarajan 2014)	K-Ortalama kümeleme (K-means clustering)	Hortipedia’s flower dataset	Üstün Standart Ölçüm (Golden standard measure)	%72

## 5. SONUÇ

Anlamsal Tabanlı Görüntü Erişimi işleminin amacı, görüntülerden çıkarılan düşük düzeydeki özellikler renk, şekil, doku ile insanlar tarafından görüntüden algılanan yüksek düzeydeki kavramlar arasında oluşan ve Anlamsal Boşluk olarak ifade edilen darboğazın aşılmasıdır. Kısaca, SBIR anlamsal benzerliğe sahip olan resimlerin aranması ile ilgilidir. Görüntüye ait özelliklerin çıkarılmasında ve bölütleme (segmentation) işleminde, derin öğrenme mimarileri kullanılmaktadır. CNN mimarileri ile resimlerden çıkarılan sığ katmanlardaki özellikler görüntüye ait detaylı bilgileri içerirken, derin katmanlardaki özellikler ise görüntüye ait anlamsal bilgiler içermektedir.

Anlamsal Tabanlı Görüntü Erişimi ile anlamsal boşluk probleminin çözümünde kullanılan yöntemlerin başında, Ontoloji kavramının kullanılması gelmektedir. Ontolojiler ile insanlar tarafından görüntülerden algılanan yüksek düzeydeki kavramların tanımlanması yapılmaktadır. Anlamsal ağ kavramının gelişmesiyle, Ontolojiler kullanılarak bilgiler bilgisayarların işleyebileceği biçime dönüştürülmekte ve bilgiler arasında anlamlı ilişkiler oluşturulabilmektedir. Ontolojiler ile tanımlanmış kavramlardan yararlanılarak, Anlamsal Tabanlı Görüntü Erişimi işleminin anlamsal boşluk sorununun çözümünde etkili sonuçlar verdiği görülmektedir.

Görüntüler içerisinden nesnelerin algılanmasından ve bölütleme işleminin yapılmasından sonra, algılanan nesneyi tanımlayacak bir sınıf etiketinin atanması gerekmektedir. Anlamsal Boşluk sorununun çözümü, nesnelerin tanımlanması işlemi için belirli

bir bilgi alanı (domain) üzerinde oluşturulacak olan Ontolojiler ile gerçekleştirilebilir. Nesnelerin tanımlanması amacıyla, eklenecek kelimelerin farklı anlamlarının da kapsanması için geliştirilen WordNet isimli sözlük veritabanı olarak kullanılabilir.

**Peer-review:** Externally peer-reviewed.

**Conflict of Interest:** The authors have no conflict of interest to declare.

**Author Contributions:** Conception/Design of Study- A.G.,M.D.,T.E.; Data Acquisition- A.G.; Data Analysis/Interpretation- M.D.,T.E.; Drafting Manuscript- A.G.,M.D.,T.E.; Critical Revision of Manuscript- M.D.,T.E.;Final Approval and Accountability- A.G.,M.D.,T.E.

**Grant Support:** The authors declared that this study has received no financial support.

**Hakem Değerlendirmesi:** Dış bağımsız.

**Çıkar Çatışması:** Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir.

**Yazar Katkıları:** Çalışma Konsepti/Tasarım-A.G.,M.D.,T.E.; Veri Toplama-A.G.; Veri Analizi/Yorumlama- M.D.,T.E.; Yazı Taslağı- A.G.,M.D.,T.E.; İçeriğin Eleştirel İncelemesi-M.D.,T.E.; Son Onay ve Sorumluluk-A.G.,M.D.,T.E.

**Finansal Destek:** Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir.

## Kaynaklar/References

- Alkhwilani, M., Elmogy, M., & El Bakry, H. (2015). Text-based, content-based, and semantic-based image retrievals: A survey. *In International Journal of Computer and Information Technology* (ISSN: 2279-0764) (Vol. 4, Issue 01).
- Alpaydın, E. (2004). *Introduction to machine learning*. MIT Press.
- Alzu'bi, A., Amira, A., & Ramzan, N. (2015). Semantic content-based image retrieval: A comprehensive study. *Journal of Visual Communication and Image Representation*, 32, 20–54. <https://doi.org/10.1016/j.jvcir.2015.07.012>
- Alzu'bi, A., Amira, A., & Ramzan, N. (2017). Content-based image retrieval with compact deep convolutional features. *In Neurocomputing* (Vol. 249, pp. 95–105). <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2017.03.072>
- Ashraf, R., Ahmed, M., Jabbar, S., Khalid, S., Ahmad, A., Din, S., & Jeon, G. (2018). Content Based Image Retrieval by Using Color Descriptor and Discrete Wavelet Transform. *Journal of Medical Systems*, 42(3). <https://doi.org/10.1007/s10916-017-0880-7>
- Aslandogan, Y. A., & Yu, C. T. (1999). Techniques and systems for image and video retrieval. *In IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering* (Vol. 11, Issue 1, pp. 56–63). <https://doi.org/10.1109/69.755615>
- Badrinarayanan, V., Kendall, A., & Cipolla, R. (2017). SegNet: A Deep Convolutional Encoder-Decoder Architecture for Image Segmentation. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 39(12), 2481–2495. <https://doi.org/10.1109/TPAMI.2016.2644615>
- Bouchakwa, M., Ayadi, Y., & Amous, I. (2020). Multi-level diversification approach of semantic-based image retrieval results. *Progress in Artificial Intelligence*, 9(1), 1–30. <https://doi.org/10.1007/s13748-019-00195-x>
- Chen, H., Guo, A. Bin, Ni, W., & Cheng, Y. (2020). Improving the representation of image descriptions for semantic image retrieval with RDF. *Journal of Visual Communication and Image Representation*, 73(August 2019), 102934. <https://doi.org/10.1016/j.jvcir.2020.102934>
- De Geus, D., Meletis, P., & Dubbelman, G. (2020). Fast panoptic segmentation network. *IEEE Robotics and Automation Letters*, 5(2), 1742–1749. <https://doi.org/10.1109/LRA.2020.2969919>
- Deserno, T. M., Antani, S., & Long, R. (2009). Ontology of gaps in content-based image retrieval. *In Journal of Digital Imaging* (Vol. 22, Issue 2, pp. 202–215). <https://doi.org/10.1007/s10278-007-9092-x>
- Guo, Y., Liu, Y., Oerlemans, A., Lao, S., Wu, S., & Lew, M. S. (2016). Deep learning for visual understanding: A review. *In Neurocomputing* (Vol. 187, pp. 27–48). <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2015.09.116>
- Li, Y., Wang, Y., & Huang, X. (2007). A relation-based search engine in Semantic Web. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 19(2), 273–281. <https://doi.org/10.1109/TKDE.2007.18>
- Liu, Y., Zhang, D., Lu, G., & Ma, W. Y. (2007). A survey of content-based image retrieval with high-level semantics. *Pattern Recognition*, 40(1), 262–282. <https://doi.org/10.1016/j.patcog.2006.04.045>
- Long, J., Shelhamer, E., & Darrell, T. (2015). Fully Convolutional Networks for Semantic Segmentation. *In IEEE*. <https://doi.org/10.1109/CVPR.2015.7298965>
- Ma, H., Zhu, J., Lyu, M. R. T., & King, I. (2010). Bridging the semantic gap between image contents and tags. *IEEE Transactions on Multimedia*, 12(5), 462–473. <https://doi.org/10.1109/TMM.2010.2051360>
- Mezaris, V., Kompatsiaris, I., & Strintzis, M. G. (2003). An ontology approach to object-based image retrieval. *Proceedings 2003 International Conference on Image Processing* (Cat. No.03CH37429), 3, II-511–514. <https://doi.org/10.1109/ICIP.2003.1246729>
- Minu, R. I., & Thyagarajan, K. K. (2014). Semantic rule based image visual feature ontology creation. *International Journal of Automation and Computing*, 11(5), 489–499. <https://doi.org/10.1007/s11633-014-0832-3>
- Ngo, T. G., Ngo, Q. T., & Nguyen, D. D. (2016). Image Retrieval with relevance feedback using SVM active learning. *International Journal of Electrical and Computer Engineering*, 6(6), 3238–3246. <https://doi.org/10.11591/ijece.v6i6.11631>
- Noh, H., Hong, S., & Han, B. (2015). Learning Deconvolution Network for Semantic Segmentation (Vol. 1). <https://doi.org/10.1109/ICCV.2015.178>
- Pang, Y., Li, Y., Shen, J., & Shao, L. (2019). Towards bridging semantic gap to improve semantic segmentation. *Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision*, 2019–Octob(Iccv), 4229–4238. <https://doi.org/10.1109/ICCV.2019.00433>



- Parsons, S. (2009). A Semantic Web Primer, Second Edition by Antoniou Grigoris and Harmelen Frank van, MIT Press, 288 pp.. *In The Knowledge Engineering Review* (Vol. 24, Issue 4). <https://doi.org/10.1017/s0269888909990117>
- Rizwan I Haque, I., & Neubert, J. (2020). Deep learning approaches to biomedical image segmentation. *In Informatics in Medicine Unlocked* (Vol. 18). <https://doi.org/10.1016/j.imu.2020.100297>
- Smeulders, A. W. M., Worring, M., Santini, S., Gupta, A., & Jain, R. (2000). Content-based image retrieval at the end of the early years. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 22(12), 1349–1380. <https://doi.org/10.1109/34.895972>
- Song, K., Li, F., Long, F., Wang, J., & Ling, Q. (2018). Discriminative Deep Feature Learning for Semantic-Based Image Retrieval. *IEEE Access*, 6, 44268–44280. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2862464>
- Tzelepi, M., & Tefas, A. (2018). Deep convolutional learning for Content Based Image Retrieval. *In Neurocomputing* (Vol. 275, pp. 2467–2478). <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2017.11.022>
- Wang, Q., Lai, J., Claesen, L., Yang, Z., Lei, L., & Liu, W. (2020). A novel feature representation: Aggregating convolution kernels for image retrieval. *Neural Networks*, 130, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.neunet.2020.06.010>
- Wu, Q. (2020). Image retrieval method based on deep learning semantic feature extraction and regularization softmax. *Multimedia Tools and Applications*, 79(13–14), 9419–9433. <https://doi.org/10.1007/s11042-019-7605-5>
- Zhang, Y., Sidibé, D., Morel, O., & Mériaudeau, F. (2020). Deep multimodal fusion for semantic image segmentation: A survey. *Image and Vision Computing*, 104042. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.imavis.2020.104042>
- Zhao, R., & Grosky, W. I. (2002). Narrowing the semantic gap - Improved text-based web document retrieval using visual features. *IEEE Transactions on Multimedia*, 4(2), 189–200. <https://doi.org/10.1109/TMM.2002.1017733>
- Zhu, H. (2020). Massive-scale image retrieval based on deep visual feature representation. *Journal of Visual Communication and Image Representation*, 70. <https://doi.org/10.1016/j.jvcir.2019.102738>
- WordNet. Retrieved from <https://wordnet.princeton.edu>, (22.11.2020)



# Medikal Görüntü İşlemede Derin Öğrenme Uygulamaları

## Deep Learning Applications in Medical Image Processing

Ayşe Gül Eker<sup>1</sup> , Nevcihan Duru<sup>2</sup> 



### ÖZ

Manyetik rezonans görüntüleme (MRI), bilgisayarlı tomografi (BT), pozitron emisyon tomografisi (PET), mamografi, ultrason ve röntgen gibi tıbbi görüntüleme teknikleri uzun yıllardan beri hastalıkların teşhisi, tanısı ve tedavisi için kullanılmıştır. Ancak hastalıkların daha erken teşhisi, uzmanların yoğunluğunu azaltma, çakışan uzman görüşlerini karara bağlama gibi nedenlerle, bu alanda makine öğrenmesi yöntemlerinden yararlanılmaktadır. Veri miktarının artması ile makine öğrenmesi yöntemleri görüntü işleme alanında yetersiz kalmış, gelişen matematiksel modeller ve donanımsal cihazlar sayesinde derin öğrenme bu alanda kendine geniş bir yer edinmiştir. Bu çalışmada derin öğrenme yöntemlerinin medikal görüntü işleme alanında uygulanması incelenmiştir. Segmentasyon, sınıflandırma ve hastalık teşhisi, görüntü oluşturma, dönüştürme ve iyileştirme alanlarında yapılan çalışmalardan oldukça güncel örnekler sunulmuş, yapılan çalışmalarda kullanılan algoritmalar kısaca açıklanmıştır. Ayrıca BraTS 2020 veri seti üzerinde derin öğrenme ile beyin tümör segmentasyonu gerçekleştirme denenmiş, sonuç olarak %86 dice benzerlik oranı ve %80 hassasiyet değeri elde edilmiştir. Bu çalışmanın medikal görüntüler üzerinde derin öğrenme yöntemleri ile yapılacak farklı çalışmalara yol gösterecek bir kaynak olması hedeflenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Derin Öğrenme, Görüntü İşleme, Medikal Görüntü, Evrişimli Sinir Ağları, Çekişmeli Üretici Ağlar, Bölütleme, Sınıflandırma, Görüntü İyileştirme

### ABSTRACT

Medical imaging techniques such as magnetic resonance imaging (MRI), computed tomography (CT), positron emission tomography (PET), mammography, ultrasound and x-ray have been used for the diagnosis and treatment of diseases for many years. However, machine learning methods are used in this field for reasons such as earlier diagnosis of diseases, reduce the workload of doctors, and adjudicate conflicting expert opinions. With the increase in the amount of data, machine learning methods have remained insufficient in the field of image processing. Thanks to the developing mathematical models and hardware devices, deep learning has taken a wide place in this field. In this study, the application of deep learning methods in the field of medical image processing has been examined. Very recent examples are presented from studies in the fields of segmentation, classification and disease diagnosis, image generation, image transformation and image enhancement. The algorithms used in the studies are briefly explained. In addition, brain tumor segmentation with deep learning was tried on the BraTS 2020 dataset, and as a result, a dice similarity rate of 86% and a sensitivity value of 80% were obtained. Our aim is for this study to guide different studies on medical images with deep learning methods and serve as a basic resource in this field.

**Keywords:** Deep Learning, Image Analysis, Medical Image, Convolutional Neural Network, generative Adversarial Network, Segmentation, Classifying, Image Enhancement

<sup>1</sup> (Arş. Gör), Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Kocaeli, Türkiye

<sup>2</sup> (Prof. Dr.), Kocaeli Üniversitesi, Havacılık ve Uzay Bilimleri Fakültesi, Havacılık Elektrik Elektronik Bölümü, Kocaeli, Türkiye

ORCID: A.G.E. 0000-0003-0721-2631;  
N.D. 0000-0003-2154-7067

#### Corresponding author:

Ayşe Gül EKER

Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,  
Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Kocaeli,  
Türkiye

E-mail address: aysegul.eker@kocaeli.edu.tr

Submitted: 25.04.2021

Revision Requested: 05.07.2021

Last Revision Received: 27.07.2021

Accepted: 27.07.2021

Published Online: 06.10.2021

Citation: Eker A. G. Ve Duru, N. (2021). Medikal görüntü işlemede derin öğrenme uygulamaları.

*Acta Infologica*, 5(2), 459-474.

<https://doi.org/10.26650/acin.927561>

## 1. GİRİŞ

Uzun yıllardan beri, manyetik rezonans görüntüleme (MRI), bilgisayarlı tomografi (BT), pozitron emisyon tomografisi (PET), mamografi, ultrason ve röntgen gibi tıbbi görüntüleme teknikleri erken teşhis, tanı ve hastalıkların tedavisi için kullanılmıştır. Kliniklerde tıbbi görüntülerin yorumlanması ise çoğunlukla radyologlar ve hekimler gibi uzmanlar tarafından yapılmaktadır. Ancak, patolojideki geniş varyasyonlar ve gerçek uzmanların potansiyel yorgunluğu, insan hatasına yatkın ve uzmandan uzmana farklılık gösterebilen durumlar göz önüne alındığında, bilgisayar destekli müdahalelerden yararlanmanın oldukça gerekli olduğu söylenebilir. Geleneksel makine öğrenmesi yöntemlerini bu alanda kullanmak ise karmaşık problemlerin çözümünde yetersiz kalmaktadır. Hızlı işlemcilerin gelişmesi ile bu alanda derin öğrenme yöntemlerinden yararlanarak medikal görüntülerin doğru ve verimli bir şekilde kullanılması ile hastalık teşhisi, tedavisi ve hastalıkların önlenmesi gibi alanlarda doktorlara destek olunması mümkündür.

Son 20 yıla kadar insanların makinelerle karşı üstünlüklerinden biri, gösterilen bir görüntüden örüntüyü tanıyabilmeleri ve ayırt edebilmeleri idi. Gelişmiş derin öğrenme algoritmaları sayesinde artık makineler de örüntüleri tanıyabiliyor ve yorumlayabilir hale gelmiştir. Son yıllarda oldukça popüler olan derin öğrenme, makine öğrenmesinin bir alt alanıdır. Makine öğrenmesi ise yapay zekânın bir alt alanıdır. Yapay zekâ; makinelerin insan beyninin çalışmasını taklit ederek karar verme ve tahmin etme gibi çözülmesi zor olan problemlerin çözümüne imkân tanıyan bir bilim dalıdır (Kaya, 2019). Dolayısıyla derin öğrenme de aslında yapay zekâda olduğu gibi; beynin yapısından ve işleyişinden esinlenen bir dizi algoritmaya dayanmaktadır. Derin öğrenme; medikal, robotik, resim tanıma ve resim üretme, otonom araçlar, doğal dil işleme, uzay ve savunma sanayi gibi pek çok alanda kullanılarak veri biliminde oldukça popüler alanlardan biri haline gelmiştir.

Derin öğrenme, bir yapıdaki özellikleri, insan gücü olmadan verilerden otomatik olarak çıkardığı derin bir sinir ağ kullanarak öğrenmektedir. Burada önemli olan yeterli miktarda verinin mevcut olmasıdır. Derin öğrenme sistemleri klasik makine öğrenmesi yöntemlerinden farklı olarak daha fazla deneyimle, çok sayıda veri üzerinde çalışır ve yüksek bir performans sunar. Ayrıca derin öğrenme, bir ağa ham veriler ile sınıflandırma gerçekleştirilmesi gereken bir görevin verildiği “uçtan uca öğrenme” gerçekleştirir ve bunu otomatik olarak nasıl yapacağını da kendi öğrenir.

Yapay zekâ medikal alanda daha önce 1990 yıllarda kullanılmış ve bazı başarısız sonuçlar elde edilmiştir. Bunun nedenleri arasında yeterince gelişmiş olmayan donanımsal cihazlar ve modeller bulunur. Bu dönemlerde yapay zekânın kışı yaşanmıştır ve bunun sonucunda da bazı hekimler sağlık alanında yapay zekâ kullanılmasına karşı bir önyargıya sahip olmuşlardır. Ancak günümüzde derin öğrenmenin başarısı sayesinde, hekimlerin ve mühendislerin iş birliği yapmasıyla pek çok çalışma gerçekleştirilmiş ve son derece başarılı sonuçlar elde edilmiştir.

Bu yazıda medikal görüntüleme için kullanılan derin öğrenme yöntemleri kısaca anlatılarak literatürde bulunan çalışmalar; sınıflandırma ve hastalık teşhisi, segmentasyon, görüntü oluşturma ve dönüştürme, görüntü iyileştirme alanlarında sunulacaktır.

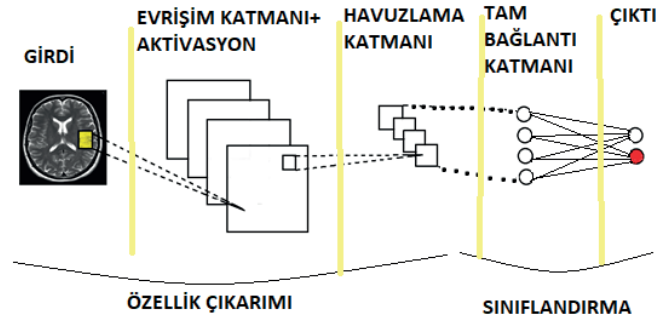
## 2. MEDİKAL GÖRÜNTÜLERDE KULLANILAN DERİN ÖĞRENME ALGORİTMALARI

Derin öğrenme algoritmaları; görüntü işleme, metin analizi gibi pek çok alanda kullanılan oldukça popüler yöntemlerdir. Bu çalışmada, yalnızca medikal görüntüler üzerinde kullanılan algoritmalar kısaca açıklanmıştır. Bu algoritmalar; sınıflandırma, segmentasyon gibi görevlerde sıklıkla kullanılan ‘Evrişimli Sinir Ağları’ ve görüntü oluşturma, iyileştirme gibi alanlarda kullanılan ‘Çekişmeli Üretici Ağlar’ dır.

### 2.1. Evrişimli Sinir Ağları

Görüntü analizi için bugüne kadarki en başarılı model türü olan Evrişimli Sinir Ağları (Convolutional Neural Network kısaca CNN) bir görüntü sunumu ve sınıflandırma tekniğidir. CNN’ler, girdileri evrişim filtreleriyle küçük alanlara dönüştüren birçok katman içerir. CNN’ler üzerindeki çalışmalar aslında yetmişli yılların sonlarına dayanmaktadır Fukushima 1980’de “denetimsiz öğrenme” ile kendi kendini organize edebilen bir ağ yapısı geliştirmiştir. Fukushima’nın ağları günümüzdeki modern ağlara oldukça benzeyen bir yapıdadır. Ardından 1995 yılında Lo ve diğerleri tarafından medikal görüntü analizine uygulanmıştır. Derin sinir ağ mimarilerindeki en temel eksiklik çoklu katmanların hatalarının geri yayılımıdır. Çeşitli

denemeler olsa da geri yayılım algoritmaları için ilk başarılı derin sinir ağı mimarisini Yann LeCun ve ekibi posta kutusu üzerindeki yazıları tanımak için geliştirmişlerdir ve böylece ilk başarılı gerçek dünya uygulamalarını LeNet'te (1998) görmüşlerdir. Ancak bu ilk başarılarla rağmen, CNN'lerin kullanımı, derin ağları verimli bir şekilde eğitmek için çeşitli yeni teknikler geliştirilinceye ve çekirdek hesaplama sistemlerinde ilerlemeler kaydedilinceye kadar ivme kazanmamıştır. Dönüm noktası ise ImageNet yarışmasına. AlexNet (Krizhevsky, Sutskever, Hinton, 2012) adı ile önerilmiş olan CNN algoritmasının, bu rekabeti büyük bir farkla kazanması olmuştur. Bu noktadan sonra ise hız kesmeden ilerleyişine devam etmiştir.



Şekil 1. Evrişimli Sinir Ağı Mimarisi

CNN'ler görsel nitelikler arasındaki tüm özellikleri bulabilmek için birden fazla katmana ihtiyaç duyarlar. CNN'nin temel yapısı; **Şekil 1**'de görüldüğü gibi girdi, evrişim katmanı, aktivasyon katmanı, havuzlama katmanı ve tam bağlantı katmanı ve çıktı şeklindedir. Girdi verisi ham bir şekilde ağı sunulur. Girdinin boyutu ve çözünürlüğü oldukça önemlidir. Büyük boyutta ve yüksek çözünürlükte bir girdi eğitim süresini uzatabilir ancak aynı zamanda başarıyı arttırabilir. Evrişim katmanı, ağıdaki en temel katmandır ve dönüşüm katmanı olarak da bilinir. Girdi görüntüsünün üzerinde bir filtre dolaştırılarak yeni bir matris çıkarılır. Burada filtreler önemli rol oynar. Bu filtreler sayesinde kendinden önce gelen görüntüye konvolüsyon işlemi uygulanarak bir çıkış verisi oluşturur. Böylece bir özellik haritası elde edilmiş olur. Eğitim esnasında kullanılan filtrelerin katsayıları her adımda yenilenir (Tan, 2019). Özellik haritası; giriş verilerinin farklı özelliklerinin çıkarıldığı ve ağırlık paylaşımı ile modelin karmaşıklığının azaltıldığı haritalardır ve ağı eğitilmesini kolaylaştırır. Havuzlama katmanı isteğe bağlı kullanılmakla birlikte temel amaç ağı parametre sayısını ve boyutlarını azaltmaktır (Pervan ve Keleş, 2019). Boyuttaki azalma sonucu bilgi kaybı yaşanması kaçınılmazdır ancak bu bilgi kaybı aslında ağı yararıdır. Hesaplama yükünün azalması ilk yararlıdır. İkinci yararı ise ağıdaki ezberlemenin minimuma iniyor olmasıdır. Böylece havuzlama katmanı da özellik çıkarılmasında ikinci bir rol oynamış olur. Son katman ise tam bağlantı katmanıdır. Burada önceki katmanlardan gelen veriler ağırlıklandırılarak birleştirilir. Ardından bir kayıp fonksiyonu sayesinde nöronlara eğitim boyunca verilecek en uygun ağırlık değerleri bulunur (Üzen ve Hanbay, 2020). Bu katmanda çeşitli aktivasyon fonksiyonları kullanılarak sınıflandırma için olasılık değerleri hesaplanmaktadır. Bu nedenle CNN, tıbbi görüntü sınıflandırması için genellikle ilk tercihtir. Ancak daha iyi çalışabilmesi için genelde etiketli görüntülerden oluşan büyük boyutlu bir veri kümesi gerekmektedir.

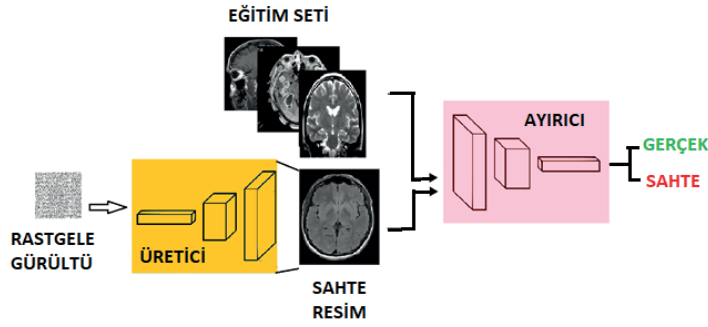
CNN algoritmaları görüntü işlemede olduğu gibi medikal görüntü işlemede de oldukça önemli bir yere sahiptir. Segmentasyon, sınıflandırma, teşhis, dönüşüm gibi problemlerde geliştirilen çeşitli mimariler kullanılmaktadır.

## 2.2. Çekişmeli Üretici Ağlar

Generative Adversarial Network yani kısaca GAN olarak bilinen Çekişmeli Üretici Ağ modelleri, görüntü veri kümesinin genişletilmesinde, yüksek çözünürlüğe sahip görüntü elde etmede, bir görüntüdeki doku/desenin başka bir görüntüye transferinde kullanılmaktadır. 2014 yılında önerilen GAN (Goodfellow ve diğ., 2014) lar için geliştiricilerinden Goodfellow; ağı mantığını anlatmak için şu metaforu kullanmaktadır: "Üretici, gerçek tablolara benzer tablolar yapmaya çalışan bir 'kalpazan' takımı iken, Ayırıcı ise gerçek ile sahteyi anlamaya çalışan 'dedektif' ekibine benzemektedir. Bu algoritmanın amacı içerisinde bulunan iki model (üretici-generator ve ayırıcı-discriminator) eş zamanlı olarak eğitmektir. **Şekil 2**'de 'Çekişmeli Üretici Ağ Mimarisi' sunulmuştur. Bu şekilde görülen başlangıçta rastgele halde bulunan gürültüleri (genellikle Gauss Gürültüleri), üretici model anlamlı bir görüntüye dönüştürmeye çalışmaktadır. Ayırıcı model ise bir eleştirmen rolünde,

üreticiden gelen resmin sahteliğini kanıtlamaya çalışır. Üreticiden gelen sahte resim ile eğitim setindeki gerçek resmi ayırt etmeye çalışır. Bu klasik bir ikili sınıflandırma problemidir. Çıktı olarak gerçek veya sahte olarak tek bir değer sunar. Üretici, ayırıcıdan gelen bu geri bildirim ile parametrelerini güncelleyerek bir sonraki denemesinde gerçeğe daha yakın görüntü üretmeye çalışır ve bunu tekrar ayırıcıya sunar. Bu iki sinir ağı sürekli bir çekişme halindedir ve bir süre sonra bu çekişmeden beslenen ayırt edici model; sahte ve gerçek verileri daha iyi ayırt etmeye başlarken, üretici model de gerçeğe daha yakın veriler üretmeye başlar. Ian Goodfellow bu iki yapıyı polis ve kalpazan metaforu ile anlatmıştır. Kalpazan (üretici) sahte para üretmektedir ve Polis (Ayırt Edici) sahte paraları ayırt etmektedir. Zamanla polis sahte paraları daha iyi ayırt etmeye başlar ve kalpazanda gerçeğe daha yakın sahte para üretmeye başlar. Sürekli yarış halinde olan bu iki sinir ağı yapısının oluşturulduğu mimariye çekişmeli veya düşmanca üretici ağlar denilmektedir.

Zaman içerisinde GAN mimarisinin farklı varyasyonları geliştirilmiştir. Bir görüntüyü farklı bir konseptte dönüştürme amacıyla geliştirilmiş, iki adet iç içe geçmiş GAN modelinden oluşan CycleGAN (Chu, Zhmoginov ve Sandler, 2017), genellikle görüntü verileri ile çalışılırken kullanılan ve GAN modelinde üretici ve ayırt edici ağların ikisinde de evrişimli ağların kullanılmasını öneren DCGAN (Radford, Metz, ve Chintala, 2015), resimden resime dönüşümlerde en popüler yaklaşımlardan biri olan, ayırt edici ağda kullanılan PatchGAN ile gerçek ve sahte resimleri ayırt etme sırasında bütün resim yerine resmi küçük parçalara bölerek bu parçalar üzerinde değerlendirme yapan pix2pix (Isola ve diğ., 2017), GAN modelinde kullanılan kayıp fonksiyonunu 'Wasserstein Distance' denilen uzaklık formülü değiştirerek daha dengeli eğitim ve daha benzer sonuçlar üretmeyi amaçlayan WGAN (Xia, Togneri, Sohel, & Huang, 2018) bunlardan bazılarıdır.



Şekil 2. Çekişmeli Üretici Ağ Mimarisi

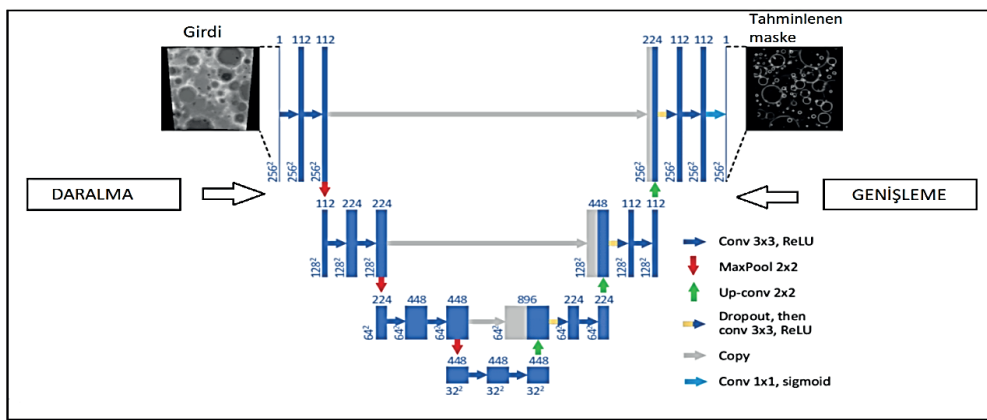
### 3. DERİN ÖĞRENMENİN MEDİKAL GÖRÜNTÜLERDE UYGULAMALARI

Bu bölümde sırayla; derin öğrenme ile medikal görüntülerde segmentasyon uygulamaları, medikal görüntülerde sınıflandırma ve hastalık teşhisi uygulamaları, medikal görüntü oluşturma ve dönüştürme uygulamaları, medikal görüntü iyileştirme uygulamaları sunulacaktır.

#### 3.1. Derin öğrenme ile medikal görüntülerde segmentasyon

Segmentasyon, bir diğer adıyla bölümlenme ya da bölütlenme; bir görüntüyü farklı özelliklerin tutulduğu anlamlı bölgelere ayırmaktır. Yani, her piksel için etiketler çıkartılır ve bu etiketlere dair tahminler yapılarak birtakım çıkarımlarda bulunulur. Medikal görüntülerde de tanı ve tedavinin ilk ve oldukça kritik bir bileşenidir ve homojen alanları ayırmak için yaygın olarak kullanılmaktadır (Weng, Zhou, Li ve Qiu, 2019). BT veya MR görüntülerinde; organların veya lezyonların piksellerini tanımlayan tıbbi görüntü segmentasyonu, bu organların ve lezyonların şekilleri ve hacimleri hakkında kritik bilgiler sunmak konusunda oldukça önemli yere sahiptirler. Daha önceleri bu görevler çeşitli filtreler ve çeşitli matematiksel formüllerin uygulanması ile gerçekleştirilirken son yıllarda derin öğrenmeye dayalı teknikler büyük ilgi görerek bu alanda sıklıkla kullanılmaya başlanmıştır. CNN algoritmaları bu alanda kullanılan temel derin öğrenme algoritmalarıdır. Bilgisayar destekli tanı sistemlerinde analize edilmek üzere medikal görüntülere segmentasyon uygulanması oldukça değerlidir. Bunun yanı sıra sınıflandırma çalışmalarının bir kısmı da segmentasyona dayanmaktadır. Önce segmentasyon gerçekleştirilerek tümör veya lezyon tespit edilir ve ardından türü sınıflandırılır.

Segmentasyonun derin öğrenme ile ilgili bazı örnekler; (Zheng ve diğ., 2017) BT taramalarında patolojik böbrek segmentasyonu ile böbreğin kabaca konumunu bulma, (Pan ve diğ. 2018) tamamen evrişimli sinir ağı modeli ile patoloji ve mikroskop görüntülerinde çekirdekleri sağlam ve doğru bir şekilde tespit etme, (Frag ve diğ., 2017) çeşitli analiz ve cerrahi sırasında yardım için bilgisayar destekli tanı sistemlerine bir girdi olarak sunulan dalak, karaciğer gibi abdominal organlardan pankreasın BT görüntülerinde segmentasyonudur. Daha sonra CNN üzerinde bazı iyileştirmeler yapılarak segmentasyonun daha etkili gerçekleştirilmesi sağlanmıştır. (Long, Shelhamer, ve Darrell, 2015) tarafından geliştirilen tamamen evrişimli ağda (Fully Connected Network-FCN), son tam bağlı katman, tamamen evrişimli bir katmanla değiştirilmiştir ve böylece ağın yoğun ve akıllı bir piksel tahminine sahip olması sağlanmıştır. (Nie, Wang, Gao ve Shen, 2016) Daha önce CNN ile yapılan bir çalışmayı aynı veriseti üzerinde aynı parametreleri kullanarak FCN ile gerçekleştirerek daha iyi sonuçlar alındığını kanıtlamışlardır. (Zhou ve diğ., 2017) Abdominal organlar için aynı anda 19 farklı organın segmentasyonunu 2.5D FCN ile 3 boyutlu BT görüntülerinde sağlamışlardır. (Sun ve diğ. 2021) beyin tümörü segmentasyonu için Mr görüntülerinde 3D FCN kullanmışlardır.

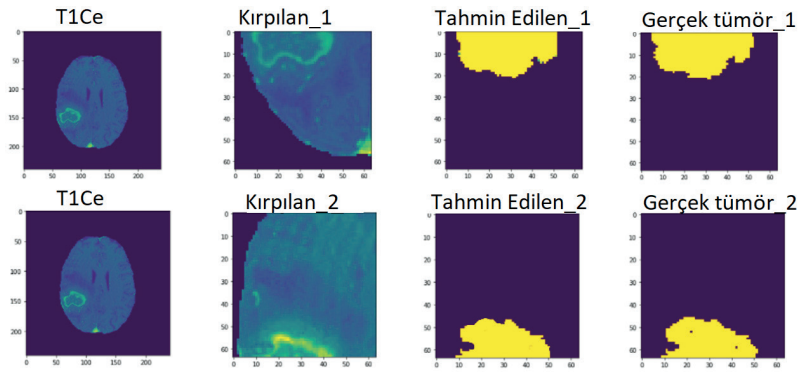


Şekil 3. U-net Mimarisi

(Ronneberger, Fischer, ve Brox, 2015), FCN fikrini bir adım daha ileri götürerek ve biyomedikal görüntü segmentasyonu için geliştirdikleri U-net mimarisini sunmuşlardır. Şekil 3'te mimarisi sunulan U-net, iki ana bölümden oluşmaktadır ve 'U' harfine benzer biçimdeki mimarisi nedeniyle bu adı almıştır. İlk bölüm Daralma bölümüdür ve klasik evrişimli sinir ağı mimarisindedir. 'relu' aktivasyon fonksiyonu ve 'havuzlama' katmanlarından oluşur. Genişleme bölümü U-net modelinin en önemli kısmıdır. Daralma bölümünden gelen özellikler genişleme bölümüne gönderilir ve bu bölümde genişletilerek girdi ile aynı boyutta ve çözünürlükte görüntü üretilmesi sağlanır. FCN'lere benzer şekilde; evrişimli katmanlardan, aşağı örnekleme (up-sampling) katmanlarından ve yukarı örnekleme (down-sampling) katmanlarından oluşur. Ancak FCN'lerden farklı olarak, U-net'te aşağı örnekleme katmanlarının ve yukarı örnekleme katmanlarının ve aralarındaki evrişim katmanlarının sayısı aynıdır. Ek olarak, U-net, her bir alt örnekleme katmanı çiftini ve yukarı örnekleme katmanını bağlamak için atlama bağlantı işlemini kullanır. Bu da uzamsal bilgilerin doğrudan çok daha derin katmanlara uygulanmasını ve daha doğru bir segmentasyon yapılmasını sağlar. U-Net yapısını daha zengin uzamsal bilgilerle güçlendirmek amacıyla, (Cicek ve diğ., 2016) bir 3D U-Net modeli geliştirdi. Önerilen model, bazı 2D açıklamalı dilimlerden yoğun hacimsel segmentasyon oluşturmayı başardı. Ağ, hem seyrek olanlardan yeni örneklerin notlarını hem de seyrek açıklamalı örneklerin yoğunlaştırılmasını gerçekleştirebilmiştir. Kısaca ağ, tüm operasyonu 3 boyutlu olarak gerçekleştirebilecek şekilde yeniden tasarlanmıştır. Ancak U-net modelinin, bazı kafa karıştırıcı arka plan alanlarının yanı sıra dokunma veya üst üste binen hücreleri ayırt etmek gibi bazı konularda eksiklikleri vardır. U-net in medikal görüntüler üzerinde kullanılmak üzere geliştirilen pek çok varyantı mevcuttur. U-net++, (Zhou ve diğ. 2018), RU-Net ve R2U-Net (Alom ve diğ. 2018), MultiResUNet (Ibtehaz ve Rahman 2020), SAU-net (Sun J. Ve diğ. 2020), ASCU-Net (Tong ve diğ. 2021), MRFU-Net (Li C. Ve diğ. 2021) bunlardan bazılarıdır.

### 3.1.1. Derin Öğrenme ile Beyin Mr Görüntülerinde Tümör Segmentasyonu Uygulaması

U-net mimarisi kullanılarak BraTS 2020 veri seti üzerinde beyin tümör segmentasyonu gerçekleştirilmiştir. Kısa zamanlamalı radyo frekansları kullanılarak alınan ve yaygın olarak kullanılan T1-Ce sekansındaki Mr görüntülerinde segmentasyon gerçekleştirilmiştir ve bu sekansta ödemli yapı değil çekirdek tümör (tümör merkezi) belirgin durumdadır. Çalışmada da çekirdek tümörün segmentasyonunu gerçekleştirmek amaçlanmıştır. BraTS veri setindeki MR görüntüleri NIFTI formatındadır. 3 farklı ekseninde (axial, coronal, sagittal), 240\*240 piksel boyutunda beyin MR görüntüleri ve uzmanlar tarafından etiketlenmiş tümör görüntüleri bulunmaktadır. Mr görüntülerinde piksel yoğunluğunun dağılımında eşitsizlikler gözlemlendiği için model direkt olarak eğitilmemiş, bir ön işleme ile normalizasyon yapılmıştır. Tümör merkezinin koordinatları bulunarak bu koordinat merkez olarak kullanılıp görüntüler üzerinde kırpma gerçekleştirilmektedir. 240\*240 boyutundaki MR görüntüleri üzerinde 64\*64 bir çerçeve ile x ve y koordinatları sırayla dolaşarak tüm görüntü taranmaktadır. Bu işlemin amacı görüntü üzerinde bulunan yoğunluğa göre genlik değeri en yüksek olan 64\*64 piksellik bölgeyi tümör olma olasılığı en yüksek bölge olarak değerlendirip seçmek ve burada kırpma gerçekleştirmektir. Tümörün boyutuna göre birden fazla parça halinde kırpma gerçekleştirilebilir. Kırpılan T1ce MR görüntüleri ve radyoloji uzmanları tarafından manuel olarak çıkarılmış segmentasyon görüntüleri ile model eğitilmiştir. Eğitim sırasında optimizasyon algoritması olarak 'Adam', metrik olarak ise 'Dice Benzerlik Oranı' kullanılmıştır. Dice Benzerlik Oranı iki veri arasındaki benzerliği ölçen istatistiksel bir araçtır ve özellikle segmentasyon alanında sıklıkla kullanılmaktadır. Eğitim tamamlandığında doğrulama için Dice Benzerlik Oranı: %86, Hassaslık Değeri ise %80 çıkmıştır.



Şekil 4. U-net ile beyin tümör segmentasyonu örnek sonuçlar

Şekil 4- te modelin eğitimi sonucu daha önce modele sunulmayan bir Mr görüntüsü üzerinde kırpma gerçekleştirilmesi sunulmuştur. Kırpılan parçalar üzerinde modelin tahmin ettiği segmentasyon parçaları ve gerçek segmentasyon parçaları gösterilmiştir. U-net modelinin etiketli parçalara oldukça benzer görüntü ürettiği görülmektedir.



Tablo 1

Tablo Beyin Tümör Segmentasyonu konusunda araştırmacılar tarafından kullanılan farklı teknikleri ve başarı oranlarını göstermektedir.

Yıl, Yayın	Veri Seti	Teknik	Gözlemler	Başarı değerleri
(Isselmou ve diğ., 2019) (ACM)	BraTS 2015	Derin Öğrenme, CNN	Çeşitli tümör türlerinin tanımlanması için MR görüntüleri üzerinde evrişimli sinir ağları ile çalışma yapılmıştır.	Dice Benzerlik Oranı – %86.7 Doğruluk (Accuracy) – %98.33  Dice Benzerlik Oranları: <b>BraTS 2013</b> <b>BraTS 2015</b> <b>BraTS 2018</b>
(Hu ve diğ., 2019) (IEEE)	BraTS-2013 BraTS-2015 BraTS-2018	Derin Öğrenme, CNN	İki aşamadan oluşan mimarinin ilk aşamasında etiketlerin yerel bağımlılıklarını hesaba katmak ve kabaca segmentasyon gerçekleştirmek için çok kademeli bir evrişimli sinir ağ mimarisi geliştirilmiştir (multicascaded convolutional neural network-MCCNN). İkinci aşamada daha hassas segmentasyon sağlamak üzere bazı sahte çıktıları ortadan kaldırmak için uzamsal bağlamsal bilgi dikkate alınarak tam bağlantılı koşullu rastgele alanlar (fully connected conditional random fields CRFs) kullanılmıştır.	Tüm tümör   %89   %87   %88.24 Çekirdek tümör   %82   %76   %74.81 Genişlemiş tümör   %77   %75   %71.78  Hassaslık: <b>BraTS 2013</b> <b>BraTS 2015</b> <b>BraTS 2018</b> Tüm tümör   %90   %87   %90.74 Çekirdek tümör   %84   %74   %76.21 Genişlemiş tümör   %86   %80   %86.84
(Nema ve diğ., 2020) (Elsevier)	BraTS-2015 BraTS-2017	Derin Öğrenme, CycleGAN,	Tüm tümörü segmentlere ayırmak ve ardından beyin MR görüntüsünde çekirdek tümör bölgesi ve diğer bölgeleri ayırt edebilmek için cycleGAN mimarisinin genişletilmiş hâli olan eşleştirilmemiş çekişmeli eğitim yaklaşımı sunulmuştur. Önerilen RescueNet(residual cyclic unpaired encoder-decoder network) kalıntı ve yansıtma ilkeleri kullanılarak tasarlanmıştır. Eğitim için çok daha az miktarda veri gerektirdiği belirtilmiştir.	Dice Benzerlik Oranları: <b>BraTS 2015</b> <b>BraTS 2017</b> Tüm tümör   %94.01   %94.63 Çekirdek tümör   %94.29   %85.6 Genişlemiş tümör   %87.32   %93.54
(Wang ve diğ., 2020) (Springer)	BraTS-2020	Derin Öğrenme, GAN	Vox2Vox adı verilen 3 boyutlu hacimden 3 boyutlu hacme beyin tümör segmentasyonu sağlayan, çekişmeli üretici ağ mimarisi sunulmuştur.	BraTS-2020 <b>Dice Benzerlik Oranı</b> <b>Hausdorff Benzerlik Oranı</b> Tüm tümör   %87.20   6.44 Çekirdek tümör   %81.14   24.36 Genişlemiş tümör   %78.67   18.95
(Díaz-Pernas ve diğ., 2021) (Springer)	Açık kaynaklı bir veri seti: <a href="https://figshare.com/articles/dataset/brain_tumor_dataset/1512427">https://figshare.com/articles/dataset/brain_tumor_dataset/1512427</a>	Derin Öğrenme, CNN	Çok ölçekli bir yaklaşım içeren Derin Evrişimli Sinir Ağı (DCNN) kullanarak tam otomatik beyin tümörü segmentasyonu ve sınıflandırma modeli sunulmuştur.	Dice Benzerlik Oranı: %82.8 Hassaslık: %94
Bizim Çalışmamız	BraTS 2020	Derin Öğrenme, CNN	U-net mimarisi ile T1 Ce sekansındaki Mr görüntülerinde tümör segmentasyonu gerçekleştirilmiştir. Normalizasyon olarak Mr görüntülerine kırpa algoritması uygulanmıştır.	Dice Benzerlik Oranı %86 Hassaslık: %80

### 3.2. Derin öğrenme ile medikal görüntülerde sınıflandırma ve hastalık teşhisi

Her bir hastanın medikal görüntüleri için uygun bir ayırıcı tanı koyabilmek oldukça önemlidir ve bu sınıflandırma problemi olarak tanımlanabilir. Sınıflandırma görevi bir hastalığın varlığının veya yokluğunun belirlenmesi, tipinin belirlenmesi; örneğin bir kanser türünün iyi huylu veya kötü huylu olduğunun belirlenmesi gibi geniş kapsamlı bir uygulama alanı içerir. Bu alanda derin öğrenme yöntemlerinden sıklıkça faydalanılır. CNN algoritmaları özellikle bu görev için oldukça kullanışlıdır.

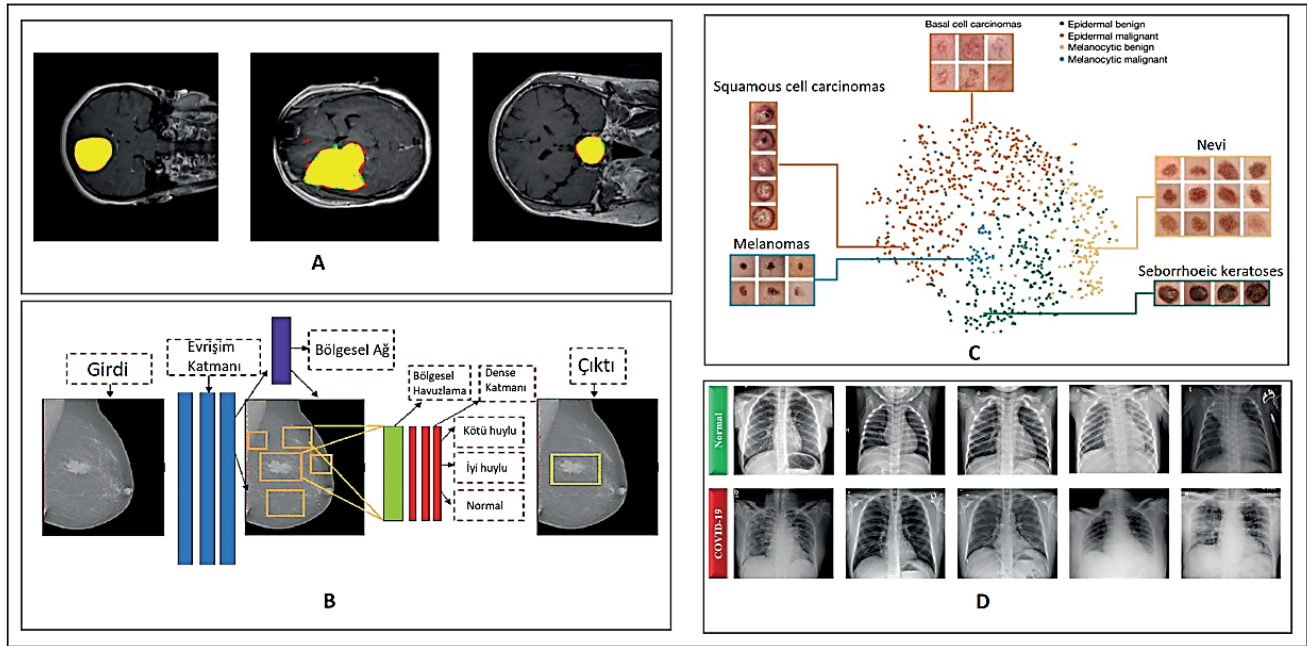
Derin öğrenme kullanılarak medikal görüntülerde sınıflandırma çalışmalarının ilk makaleleri 2013 yılında; Yiğınlanmış özdevinimli kodlayıcılar(SAE) ve Kısıtlı Boltzmann Makineleri (RBM) algoritmaları kullanılarak nörogörüntüleme üzerine

yayınlanmıştır. (Brosch ve Tam, 2013; Plis ve diğ., 2014; Suk ve Shen , 2013) (Suk, Lee ve Shen , 2014) DBN ve SAe algoritmaları ile MR görüntülerinden Alzheimer hastalığının varlığını tanımak üzerine çalışmalar yapmışlardır.

Daha sonraları CNN algoritmaları ile bu alanda yapılan çalışmalar çok daha başarılı sonuçlar vermiştir. Örneğin; Fundus kamerasından elde edilen retina görüntüsünde derin öğrenme çalışmaları gerçekleştirilebilmektedir. Diyabetik retinopati tespiti için CNN algoritmaları kullanılmış ve %90 aralığında hassasiyet ve özgüllük elde edilmiştir (Gulshan ve diğ., 2016; Gargeya ve diğ., 2017). Benzer bir çalışmada (Lam, Yi, Guo ve Lindsey, 2018) retinopatinin evrelerini bulmak üzere renkli fundus görüntülerinde çoklu sınıflandırma için CNN algoritması kullanılarak %95 hassasiyet sunulmuşlardır. Yine fundus kamerası görüntüleri ile glukom (göz tansiyonu) sınıflandırması CNN ile yapılarak, uzman görüşüne oldukça yakın %94 bir özgüllük elde edilerek (Gómez-Valverde ve diğ., 2019) sunulmuştur.

Bir diğer sınıflandırma problemi medikal görüntüler üzerinden kanser türlerinin sınıflandırılmasıdır. Beyin tümörü türleri için çoklu sınıflandırma çalışmasının bir örneği “Keras” altyapısı kullanılarak (Ucuza, Yaşar ve Çolak, 2019) gerçekleştirilmiştir. (Waghmare ve diğ., 2021) beyin tümörü sınıflandırma çalışmalarında temel CNN altyapısı ve VGG-16 mimarilerini kullanarak online yayınlanan bir veri setinde %95 lik bir doğruluk yakalamışlardır. (Díaz-Pernas ve diğ., 2021) de CNN mimarisine dayanan tam otomatik beyin segmentasyon ve sınıflandırma çalışmalarında %97 lik doğrulukla büyük bir başarıya ulaşmışlardır. Meme kanseri tespiti ve sınıflandırması çalışmalarında da derin öğrenme oldukça önemlidir. (Nawaz, Sewissy ve Soliman, 2018) çalışmalarında yalnızca iyi ve kötü huylu meme kanseri tespitini değil, fibroadenoma, lobular carcinoma gibi alt türleri de tespit etme çalışmaları yaparak %95 üzerinde doğruluk yakalamışlardır. (Khan ve diğ., 2019) çalışmalarında transfer öğrenme ile meme kanserinin tespiti ve sınıflandırılması için birleştirilen üç farklı CNN mimarisi (GoogLeNet, VGGNet ve ResNet) kullanılarak meme sitolojisi görüntülerinden özellikler çıkarmışlardır. (Zheng ve diğ., 2020) çalışmalarında; meme tümörü tespiti için MRI, ultrason, dijital meme tomosentezi ve mamografi gibi çeşitli görüntüleme modalitelerinde karakterize etmek için CNN tabanlı transfer öğrenimi gerçekleştiren bir modeli; etkili Adaboost Algoritması (DLA-EABA) ve gelişmiş hesaplama teknikleriyle birleştirerek sunmuşlardır. Bunun sonucunda %97 lik doğruluk oranı ile etkileyici bir başarıya ulaşmışlardır. Servikal (rahim ağzı) kanseri; (Alyafeai ve Ghouti, 2020; Wu ve diğ. 2018; Hussain ve diğ. 2020) , Prostat kanseri (Arvidsson ve diğ., 2018), PET CT ve MR görüntüleri ile Akciğer kanseri; (Sun, Zheng ve Qian , 2016; Lakshmanaprabu ve diğ., 2019; Marjolein ve diğ., 2021) teşhisi ve sınıflandırma çalışmaları yapılmıştır. Derin öğrenme ile hastalık teşhisinde oldukça başarılı sonuçların alındığı bir diğer kanser türü ise cilt kanseridir. Bu konuda (Dorj ve diğ., 2018; Jinnai ve diğ., 2020) genellikle çoklu sınıflandırma uygulamaları yapmıştır ve buna rağmen başarılar oldukça yüksektir. Örneğin; (Esteva ve diğ., 2017) herhangi bir ön işlem yapmadan doğrudan görüntüleri ve etiketlerini girdi olarak kullanan, yalnızca tek bir CNN ağı ile 2000’den fazla cilt hastalığının sınıflandırılmasını sağlayan bir çalışma yaparak uzman dermatologlar ile karşılaştırılabilir bir yeterlilik düzeyi sunmuştur.

Sınıflandırma için bir diğer alan ise son iki yıldır tüm dünyayı etkisi altına alan Covid-19 hastalığının teşhisidir. COVID-19, Dünya Sağlık Örgütü (World Health Organization-WHO) tarafından, özellikle sağlık sistemi zayıf olan tüm ülkelerde milyonlarca yaşamı etkileme potansiyeli olan bir hastalık olarak ilan edildi. Teşhisinde çoğu zaman test kitleri kullanılmasının yanı sıra akciğer görüntüsüne de ihtiyaç duyulmaktadır. Bu alanda da çalışmalar yayınlanmış, genellikle akciğer röntgeni, ultrason veya tomografi görüntüleri kullanılarak derin öğrenme algoritmaları ile hastalığın varlığı sorgulanmıştır. (Wang ve diğ., 2020) Covid-19 ve tipik pnomoniyi ayırt etmek için BT görüntülerinde ilgili alanları çizerek (ROI-region of interest) bunu CNN modelinde eğitmişlerdir. (Roy ve diğ., 2020) ise ultrason video görüntüleri üzerinde hastalığın varlığını teşhis ederek farklı bir yol üzerinden ilerlemişlerdir. (Hemdan ve diğ., 2020) çalışmalarında, COVID-19’u 7 farklı derin öğrenme sınıflandırıcısına dayalı 2 boyutlu X-ray görüntülerinde otomatik olarak tanımlamak veya onaylamak için yeni bir COVIDX-Net çerçevesi önermiştir. Bu algoritmalar VGG19, DenseNet121, ResNetV2, InceptionV3, InceptionResNetV2, Xception ve MobileNetV2 dir.



Şekil 5. Derin Öğrenme ile Medikal Görüntülerin Sınıflandırılması

Şekil 5'te sınıflandırma çalışmaları sunulmuştur. **A-** Beyin tümörü sınıflandırması çalışmasıdır. Görüntülerdeki tümörler sırayla meningioma, glioma, ve pituitary tümürüdür (Díaz-Pernas ve diğ. 2021). **B-** Memede tümörün varlığının tespiti ve tümörün iyi ya da kötü huylu olarak sınıflandırılması çalışmasıdır (Zheng ve diğ. 2020). **C-** Fotoğraflar üzerinden cilt kanseri türlerinin sınıflandırılmasıdır (Esteve ve diğ. 2017). **D-** Covid-19 hastalığının akciğer görüntülerinden otomatik olarak tespit edilmesi çalışmasıdır. Burada üst sıradaki görüntüler normal akciğere ait röntgen görüntüsü, alt sıradaki görüntüler ise Covid-19 ile enfekte olmuş hastalara ait röntgen görüntüleridir (Hemdan ve diğ. 2020).

Tablo-2 : Medikal görüntülerden derin öğrenme ile otomatik Covid-19 hastalığının tespit edilmesi konusunda araştırmacılar tarafından kullanılan farklı teknikler ve başarı oranları gösterilmektedir.

Tablo 2

Medikal görüntülerden derin öğrenme ile otomatik Covid-19 hastalığının tespit edilmesi konusunda araştırmacılar tarafından kullanılan farklı teknikler ve başarı oranları gösterilmektedir.

Referans	Veri Seti	Modalite	Teknik	Model	Başarı Değerleri
(Wang ve diğ., 2021)	COVID-19, 55 tipik virus ile enfekte 44 hastaadan oluşan klinik veri seti	BT görüntüleri	,Derin öğrenme ROI	CNN, Karar ağaçları	Doğruluk=82.9 Hassaslık=81 Özgüllük=84 F1-Score=77
Hemdan ve diğ., (2020)	(hasta görüntüsü (Açık kaynak 181 <a href="https://github.com/ieee8023/covid-chestxray-dataset">https://github.com/ieee8023/covid-chestxray-dataset</a>	X-ray	Derin Öğrenme CNN	COVIDX-Net, (VGG19, DenseNet201)	Doğruluk=90 Kesinlik=83 F1-Score=91
Saiz ve Barandi- (aran, 2020)	(görüntü-(Açık kaynak 1500 <a href="https://www.kaggle.com/c/rsna-pneumonia-detection-challenge/data">https://www.kaggle.com/c/rsna-pneumonia-detection-challenge/data</a>	X-ray	,Derin Öğrenme CNN ve transfer öğrenme	VGG-16 SDD	Doğruluk=94.92 Hassaslık=94.92 Kesinlik=92 F1-Score=97
Farooq ve Hafeez) (2020)	COVIDx: 45 COVID-19, 1203 Normal, 931 Bacterial Pneumonia, 660 Viral Pneumonia Hasta	X-ray	,Derin Öğrenme CNN	COVID-ResNet ((ResNet-50	Doğruluk=96.23 Hassaslık=100 Kesinlik=100 F1-Score=100
Vaid Kalantar, ve) (Bhandari, 2020)	(hasta görüntüsü (Açık kaynak 181 <a href="https://github.com/ieee8023/covid-chestxray-dataset">https://github.com/ieee8023/covid-chestxray-dataset</a>	X-ray	,Derin Öğrenme CNN	VGG-19	Doğruluk=96.3
Wang ve Wong.) (2020)	COVIDx: 266 COVID-19, 8066 Normal, 5,538 Non-COVID19 Pneumonia Hasta	X-ray	,Derin Öğrenme DCNN	COVID-Net	Doğruluk=93.3 Hassaslık=91 PPV=98.9
(Yang ve diğ., 2020)	hastanın BT görüntüsü(146- COVID 295 (19, 149 Normal	BT görüntüleri	Derin Öğrenme	DenseNet VGG16	Doğruluk=92 Hassaslık=97 Özgüllük= 0.8
Rajaraman ve An-) (tani, 2020)	NIH, CheXpert gibi veri setlerinden oluşan karma bir veri seti	X-ray	Derin Öğrenme,,CNN	Segmentasyon=U-net	Doğruluk=99.26

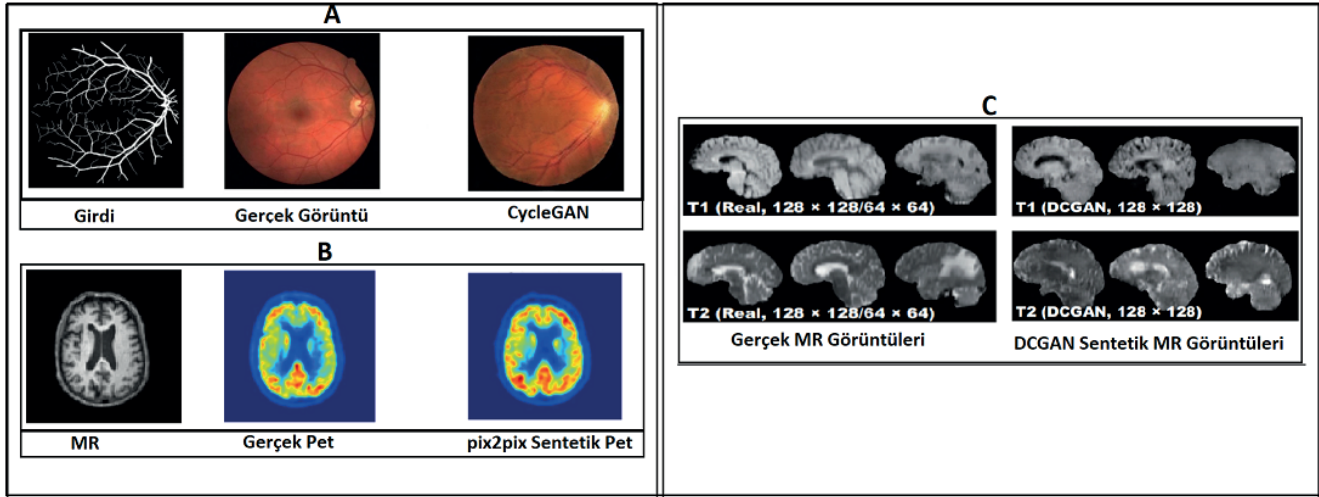
### 3.3. Derin öğrenme ile medikal görüntü oluşturma ve dönüştürme

Medikal alanda; veri tamamlama ve desen keşfinden derin mimariler kullanan çeşitli görüntü oluşturma ve iyileştirme yöntemleri vardır. Bu yöntemler sayesinde veri eksikliğinde veriler arasında dönüşüm sağlanarak, verinin yetersiz olduğu durumlarda veri üretmek algoritmanın daha doğru çalışması sağlanabilir.

Görüntü dönüştürmede, bir giriş görüntüsünü diğerine dönüştürmek için 2D veya 3D CNN'ler kullanılır. Tipik olarak, bu mimariler sınıflandırma ağlarında bulunan havuzlama katmanlarından yoksundur. Bu sistemler daha sonra, üretilen ve istenen çıktı arasındaki farkları kayıp fonksiyonu olarak tanımlayan hem girişin hem de istenen çıktının mevcut olduğu bir veri seti ile eğitilirler (Litjens ve diğ., 2017).

Örneğin çok modaliteli beyin görüntü verilerini birleştirmek hastalık tanımda performansı oldukça artırır. Ancak bunu yapmak oldukça zordur çünkü eksik verilerin bulunması bu görevi oldukça zorlu kılar. Bu eksik verileri tamamlamak için farklı modalitelerden dönüşüm sağlamak bir çözümdür. (Qu ve diğ., 2020); 3T MR dan 7T beyin MR, (Li ve diğ., 2014) MR dan PETgörüntüsü oluşturarak, bu görüntülerin orijinal veriler eksik olduğunda veya elde edilmediğinde Alzheimer hastalığı için bilgisayar destekli tanı sistemlerinde kullanılabileceğini göstermiştir. Yine farklı alanlarda (Nie ve diğ., 2018) Derin evrişimli çekişmeli ağ kullanarak MR görüntülerinden BT görüntülerine ve 3T MR dan 7T MR görüntülerine dönüşüm sağlamışlardır.

Medikal sentetik görüntüler üretmek, bilgisayar destekli tanı ve doktor eğitiminde veri arttırmayı sağlayarak teşhis güvenilirliğini arttırmaya yardımcı olur. Bu amaçla (Han ve diğ., 2018) beyin MR görüntülerinden GAN kullanarak sentetik MR görüntüleri elde etmişlerdir ve uzman bir doktorun bile görselleri ayırt etmekte zorlandığını belirtmişlerdir. (Qiao ve diğ., 2020) bağlam duyarlı tekrarlayan üretken çekişmeli ağ ile (CorGAN) 3 boyutlu Mr görüntüsü üretmişlerdir.



Şekil 6. Derin öğrenme ile medikal görüntü oluşturma

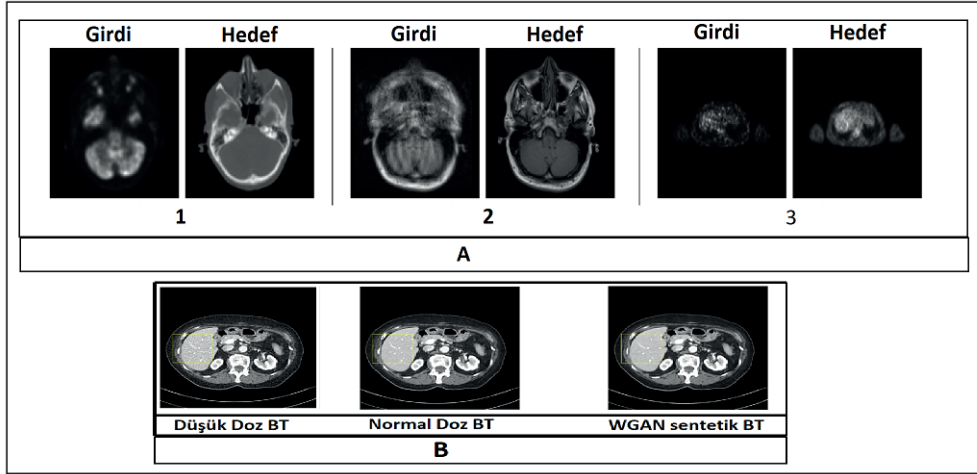
Şekil 6’te sentetik görüntü üretme çalışmalarından örnekler gösterilmiştir. A: Göz damar ağlarından retinal görüntü sentezlenmiştir. Bu çalışmada CycleGAN kullanılmıştır (Yao, Tan, Chen ve Gu, 2021). B: pix2pix GAN modeli ile MR görüntülerinden Pet görüntülerine dönüşüm gerçekleştirilmiştir (Jung ve diğ., 2018). C: DCGAN ile T1 ve T2 sekanslarında sentetik beyin MR görüntüleri üretilmiştir (Armanious ve diğ.,2020).

### 3.4. Derin öğrenme ile medikal görüntülerde iyileştirme

Yüksek kaliteli görüntüler doktorlar ve bilgisayar destekli teşhis sistemleri (CAD) için daha doğru ve etkili bilgi referansı sunmayı sağlarlar. Ancak kimi zaman; bu görüntülerin elde edilmesi sırasında yaşanan bazı sorunlar, hızlı davranılması gerekliliği, donanımsal yetersizlikler yüksek kalitede görüntü elde edilmesinin önüne geçer. Görüntü iyileştirme; dijital görüntülerin (örn; süper çözünürlük, gürültü azaltma, bulanıklaştırma, kontrast iyileştirme gibi işlemler ile) görüntüleme, sınıflandırma, algılama ve segmentasyon gibi daha ileri görüntü analizi için daha uygun olması için ayarlama işlemidir.

(Armanious ve diğ., 2020) MedGAN adında uçtan uca medikal görüntü çevirisi sağlayan bir çerçeve geliştirmişlerdir. PET-BT dönüşümü, MR görüntüsündeki hareketlilikleri düzeltme ve PET görüntülerini netleştirme (gürültü arındırma) görevleri için kullanılmıştır. Tıbbi görüntülerde gürültü olması, zamanında teşhis, analiz ve tedavi sürecini zorlaştıran doğrudan veya dolaylı bir etki bırakır. (Jifara ve diğ., 2018); MR, ultrason, mamografi gibi görüntüleme tekniklerinde gürültüyü azaltmak için otomatik tamamlayıcı(autoencoder) yanısıra kalıntı öğrenme ve batch normalleştirme yöntemlerini de kullanarak küçük boyutlu veri setlerinde dahi başarılı olmuşlardır.

(Yamashita ve Markov, 2020); Optik Koherens Tomografi (OCT) ile elde edilen düşük kalitede optik sinir başı görüntülerini süper çözünürlük yöntemi ile yüksek kalitede görüntü haline getirmişlerdir. Bunun için de Süper çözünürlüklü evrişimli sinir ağı (SRCNN), Çok derin evrişimli ağ (VDSR), Derin özyinelemeli evrişimli ağ (DRCN) ve gelişmiş süper çözünürlüklü üretken karşıt ağ (ESRGAN) gibi mimarileri denemişlerdir. (Raudonis ve diğ., 2021) mikroskopik görüntüde embriyo büyütme için gerekli spektral bilgiyi kaybetmeden veri miktarını 7 kata kadar azaltmayı sağlayan, U-Net mimarisine dayalı çok odaklı görüntü füzyon yaklaşımını önermişlerdir. (Li M. ve diğ., 2018); BT görüntülerinde her dilimin düşük çözünürlüğünü 3D CNN ile yüksek çözünürlüklü hale getirmişlerdir.



Şekil 7. Derin öğrenme ile medikal görüntü oluşturma ve iyileştirme

Şekil 7’de derin öğrenme ile medikal görüntülerin dönüşümleri ve iyileştirilmelerinden örnekler sunulmuştur. 1. çalışma MedGAN adlı çalışmadır (Armanious ve diğ., 2020). **6-A-1:** PET görüntüsünden BT görüntüsüne dönüşüm sağlanmıştır. **6-A-2:** Mr görüntüsündeki hareketlilikten kaynaklı bozukluğu iyileştirme gerçekleştirilmiştir. **6-A-3:** PET görüntüsündeki gürültüyü azaltarak görüntüde iyileştirme sağlanmıştır. 2. çalışmada Düşük doz radyasyon kullanılarak çekilen tomografi görüntülerindeki gürültü WGAN ile giderilerek görüntü üzerinde iyileştirme yapılarak normal dozda radyasyon ile çekilen tomografi görüntüsüne dönüştürülmüştür (Bera ve Biswas, 2021)

### 3.5. Derin Öğrenme Uygulamalarında Kullanılan Medikal Görüntü Veri Setleri

Derin öğrenme algoritmalarının başarılı bir biçimde eğitilebilmesi ve sonuç üretebilmesi için gereken en önemli etken olabildiğince çok sayıda veri içeren, etiketlemeleri doğru bir biçimde yapılmış ve düzgün bir biçimde oluşturulmuş veri kümesidir. Derin öğrenme ile medikal görüntü işlemek için çeşitli alanlarda, sıklıkla kullanılan, otoritelerce kabul görmüş bazı büyük veri kümeleri bulunmaktadır.

- **The NIH Kliniği Göğüs Röntgen Veri Seti (The National Institutes of Health Chest X-rays dataset)** : 30.805 hastadan 112.120 ön göğüs röntgeni içermektedir. Bu röntgen görüntülerinde, ilgili radyolojik raporlardan çıkarılan 14 yaygın göğüs hastalığı metin madenciliği kullanılarak oluşturulan etiketler ile etiketlenmiştir. Etiketler doğal dil işleme ile elde edildiği için bazı hatalar içerebilmektedir. Hastaların izni ile çekilen ve yapay zekâ tanımlarını iyileştirmek için kullanılan bu veri seti ücretsizdir ve akademik olarak kullanıma açıktır (Wang ve diğ., 2017).
- **Kanser Görüntüleme Arşivi (The Cancer Imaging Archive- TCIA):** Ulusal Kanser Enstitüsü’nün (NCI) resmi bir dijital görüntü deposudur ve kanserle ilgili veri kümelerini paylaşmak için oluşturulmuştur (Clark ve diğ., 2013). Platformda veriler için uygun kimlik gizleme yöntemleri uygulanarak yasal ve teknik prosedürler düzenlenmiştir. TCIA; görüntüleme (MR, BT, PET vb.), klinik, genomik ve yirmiden fazla tümör türüyle (akciğer, beyin, göğüs vs.) ilgili diğer verileri içeren açık erişimli bir portaldır.
- **BraTS Veri Seti:** 2012 yılından bu yana Uluslararası Tıbbi Görüntü Hesaplama ve Bilgisayar Destekli Müdahale Konferansı (MICCAI) kapsamında düzenlenen Beyin Tümörü Segmentasyonu (BraTS) yarışması için oluşturulan veri setidir (Menze ve diğ., 2014). Veri setinde T1-T1ce-T2-Flair sekanslarında MR görüntüleri ve uzmanlar tarafından etiketlenerek segmente edilmiş tümörler bulunmaktadır. Yarışmanın amacı MR görüntülerinde beyin tümörünü (ödem, nekroz tümör, tüm tümör) segmentlere ayırmak için en iyi algoritmayı belirlemeyi amaçlamaktır. 2018 yılından itibaren, genel hasta sağ kalımını tahmin etmek gibi klinik olarak ilgili görevlere de odaklanılmıştır.
- **COVID-CT ve SARS-CoV-2 CT-tarama veri setleri:** Covid 19 hastalığında erken teşhis ve tedaviye yardımcı olmak amacıyla Bt görüntülerinden otomatik hastalık tespiti ile ilgili çalışmalar yapılmaktadır. Bunun için iki güncel veri seti

bulunmaktadır. COVID-CT (Yang ve di., 2020); farklı kliniklerin bilimsel araştırmalarda kullandığı ve araştırmalarda kullanılması amacıyla bağışladığı, Covid-19 hastalık teşhisine sahip 216 hastadan alınan 349 BT görüntüsünden oluşan bir veri setidir. SARS-CoV-2 CT-tarama (Angelov ve Soares, 2020) ise Brezilya São Paulo hastanelerinden toplanan, Covid-19 ile enfekte olmuş 60 hastanın 1252 BT görüntüsünden ve Covid-19 ile enfekte olmamış ancak farklı akciğer hastalıklarına sahip 60 hastanın 1230 BT görüntüsünden oluşan bir veri setidir.

- **Mamografi Taraması için Dijital Veritabanı (DDSM: Digital Database for Screening Mammography):** 2620'den fazla hasta verisi içeren, meme kanserinin otomatik olarak tanınmasını sağlayan uygulamalarda kullanılan, oldukça büyük bir mamografi veri setidir (Bowyer ve diğ., 1996). Her taramada 2 memenin de 2 CC (kraniyokaudal görünüm) ve MLO (mediolateral oblik görünüm) olmak üzere toplamda 10480 mamogram verisi bulunmaktadır. Veri seti normal, iyi huylu ve melanom olarak üç kategoride etiketlenmiştir ve tanısıl görüntüleme doktoru tarafından kontrol edilerek doğrulanmıştır. DDSM veri seti JPEG formatında görüntü bulundurmaktadır.

#### 4. TARTIşMA VE SONUÇ

Derin öğrenme medikal görüntüleme analizinde kullanılan en popüler yöntemlerdendir. Farklı ağ mimarilerine sahip algoritmaları olan derin öğrenmenin, sağlık alanında, özellikle medikal görüntülerde kullanımı oldukça yaygındır. Hastalıkların erken teşhisi, erken tedavisi, uzmanların yoğunluğunu azaltma, farklı uzman görüşleri gibi alanlarda bu yöntemlerden sıklıkla yararlanılmaktadır. Yeterli sayıda veriye erişememe, matematiksel modellerin iyi kurgulanmaması gibi problemler derin öğrenme modelleri için hala var olan problemler olsa da literatürde %90'ın üzerinde başarı değerlendirmesine sahip pek çok çalışmanın bulunuyor olması, derin öğrenme algoritmalarının bu alanda ne kadar büyük bir gelecek vaat ettiğini göstermektedir.

Bu çalışmada derin öğrenme yöntemlerinin medikal görüntüler üzerinde kullanımı incelenmiştir. Segmentasyon, sınıflandırma, hastalık teşhisi, görüntü oluşturma ve iyileştirme alanlarında derin öğrenme ile yapılan çalışmalardan oldukça güncel örnekler sunularak derin öğrenmenin medikal görüntülerde uygulanabilirliği anlatılmıştır. Özellikle MR ve BT gibi medikal görüntülerden, otomatik tümör veya kanser tespit çalışmaları ve medikal görüntülerin kalitesini arttırmaya yönelik çalışmaların oldukça popüler olduğu gözlemlenmiştir. Çalışmada bir de segmentasyon için sıklıkla kullanılan U-net modeli ile BraTS 2020 veri seti kullanılarak beyin tümör segmentasyonu gerçekleştirilmiştir. Eğitim sonunda dice benzerlik oranı %86, hassasiyet ise %80 olarak gözlenmiştir. Ayrıca çalışmalarda sık kullanılan yöntemler ve veri setleri ile derin öğrenme algoritmaları da açıklanmıştır. Tüm bunların, medikal görüntüler ile yapılacak yeni ve farklı çalışmalara derin öğrenme yöntemleri ile yaklaşmak için örnek olması ve yol göstermesi amaçlanmıştır. Çalışmanın amaçlarından biri de medikal görüntüler üzerinde derin öğrenmenin kullanımı ile ilgili güncel Türkçe bir kaynak oluşturmaaktır.

**Hakem Değerlendirmesi:** Dış bağımsız.

**Çıkar Çatışması:** Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir.

**Yazar Katkıları:** Çalışma Konsepti/Tasarım-N.D., A.G.E.; Veri Toplama- A.G.E.; Veri Analizi/Yorumlama- N.D., A.G.E.; Yazı Taslağı-A.G.E.; İçeriğin Eleştirel İncelemesi-N.D.; Son Onay ve Sorumluluk- N.D., A.G.E.

**Finansal Destek:** Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir.

**Peer-review:** Externally peer-reviewed.

**Conflict of Interest:** The authors have no conflict of interest to declare.

**Author Contributions:** Conception/Design of Study-N.D., A.G.E.; Data Acquisition- A.G.E.; Data Analysis/Interpretation- N.D., A.G.E.; Drafting Manuscript-A.G.E.; Critical Revision of Manuscript-N.D.; Final Approval and Accountability- N.D., A.G.E.

**Grant Support:** The authors declared that this study has received no financial support.

#### Kaynaklar/References

- Alom, M. Z., Yakopcic, C., Hasan, M., Taha, T. M., & Asari, V. K. (2019). Recurrent residual U-Net for medical image segmentation. *Journal of Medical Imaging*, 6(1), 014006.
- Alyafeai, Z., & Ghouti, L. (2020). A fully-automated deep learning pipeline for cervical cancer classification. *Expert Systems with Applications*, 141, 112951.

- Angelov, P., & Almeida Soares, E. (2020). SARS-CoV-2 CT-scan dataset: A large dataset of real patients CT scans for SARS-CoV-2 identification. MedRxiv.
- Armanious, K., Jiang, C., Fischer, M., Küstner, T., Hepp, T., Nikolaou, K., ... & Yang, B. (2020). MedGAN: Medical image translation using GANs. *Computerized Medical Imaging and Graphics*, 79, 101684.
- Arvidsson, I., Overgaard, N. C., Marginean, F. E., Krzyzanowska, A., Bjartell, A., Åström, K., & Heyden, A. (2018, April). Generalization of prostate cancer classification for multiple sites using deep learning. In *2018 IEEE 15th International Symposium on Biomedical Imaging (ISBI 2018)* (pp. 191-194). IEEE.
- Bakas, S., Reyes, M., Jakab, A., Bauer, S., Rempfler, M., Crimi, A., ... & Eaton-Rosen, Z. (2018). Identifying the best machine learning algorithms for brain tumor segmentation, progression assessment, and overall survival prediction in the BRATS challenge. arXiv preprint arXiv:1811.02629.
- Bera, S., & Biswas, P. K. (2021). Noise Conscious Training of Non Local Neural Network Powered by Self Attentive Spectral Normalized Markovian Patch GAN for Low Dose CT Denoising. *IEEE Transactions on Medical Imaging*.
- Bowyer, K., Kopans, D., Kegelmeyer, W. P., Moore, R., Sallam, M., Chang, K., & Woods, K. (1996, June). The digital database for screening mammography. In *Third international workshop on digital mammography* (Vol. 58, p. 27).
- Brosch, T., Tam, R., & Alzheimer's Disease Neuroimaging Initiative. (2013, September). Manifold learning of brain MRIs by deep learning. In *International Conference on Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention* (pp. 633-640). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Chu, C., Zhmoginov, A., & Sandler, M. (2017). Cyclegan, a master of steganography. arXiv preprint arXiv:1712.02950.
- Cirillo, M. D., Abramian, D., & Eklund, A. (2020). Vox2Vox: 3D-GAN for brain tumour segmentation. arXiv preprint arXiv:2003.13653.
- Clark, K., Vendt, B., Smith, K., Freymann, J., Kirby, J., Koppel, P., ... & Prior, F. (2013). The Cancer Imaging Archive (TCIA): maintaining and operating a public information repository. *Journal of digital imaging*, 26(6), 1045-1057.
- Çiçek, Ö., Abdulkadir, A., Lienkamp, S. S., Brox, T., & Ronneberger, O. (2016, October). 3D U-Net: learning dense volumetric segmentation from sparse annotation. In *International conference on medical image computing and computer-assisted intervention* (pp. 424-432). Springer, Cham.
- Díaz-Pernas, F. J., Martínez-Zarzuola, M., Antón-Rodríguez, M., & González-Ortega, D. (2021, February). A deep learning approach for brain tumor classification and segmentation using a multiscale convolutional neural network. In *Healthcare* (Vol. 9, No. 2, p. 153). Multidisciplinary Digital Publishing Institute.
- Dorj, U. O., Lee, K. K., Choi, J. Y., & Lee, M. (2018). The skin cancer classification using deep convolutional neural network. *Multimedia Tools and Applications*, 77(8), 9909-9924.
- El Kader Isselmou, A., Xu, G., Zhang, S., Saminu, S., & Javaid, I. (2019, July). Deep learning algorithm for brain tumor detection and analysis using MR brain images. In *Proceedings of the 2019 International Conference on Intelligent Medicine and Health* (pp. 28-32).
- Esteva, A., Kuprel, B., Novoa, R. A., Ko, J., Swetter, S. M., Blau, H. M., & Thrun, S. (2017). Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks. *nature*, 542(7639), 115-118.
- Farag, A., Lu, L., Roth, H. R., Liu, J., Turkbey, E., & Summers, R. M. (2017). Automatic pancreas segmentation using coarse-to-fine Superpixel labeling. In *Deep learning and convolutional neural networks for medical image computing* (pp. 279-302). Springer, Cham.
- Farooq, M., & Hafeez, A. (2020). Covid-resnet: A deep learning framework for screening of covid19 from radiographs. arXiv preprint arXiv:2003.14395.
- Gargeya, R., & Leng, T. (2017). Automated identification of diabetic retinopathy using deep learning. *Ophthalmology*, 124(7), 962-969.
- Gómez-Valverde, J. J., Antón, A., Fatti, G., Liefers, B., Herranz, A., Santos, A., ... & Ledesma-Carbayo, M. J. (2019). Automatic glaucoma classification using color fundus images based on convolutional neural networks and transfer learning. *Biomedical optics express*, 10(2), 892-913.
- Goodfellow, I., Pouget-Abadie, J., Mirza, M., Xu, B., Warde-Farley, D., Ozair, S., ... & Bengio, Y. (2014). Generative adversarial nets. *Advances in neural information processing systems*, 27.
- Gulshan, V., Peng, L., Coram, M., Stumpe, M. C., Wu, D., Narayanaswamy, A., ... & Webster, D. R. (2016). Development and validation of a deep learning algorithm for detection of diabetic retinopathy in retinal fundus photographs. *Jama*, 316(22), 2402-2410.
- Han, C., Hayashi, H., Rundo, L., Araki, R., Shimoda, W., Muramatsu, S., ... & Nakayama, H. (2018, April). GAN-based synthetic brain MR image generation. In *2018 IEEE 15th International Symposium on Biomedical Imaging (ISBI 2018)* (pp. 734-738). IEEE.
- Hemdan, E. E. D., Shouman, M. A., & Karar, M. E. (2020). Covidx-net: A framework of deep learning classifiers to diagnose covid-19 in x-ray images. arXiv preprint arXiv:2003.11055.
- Heuvelmans, M. A., van Ooijen, P. M., Ather, S., Silva, C. F., Han, D., Heussel, C. P., ... & Oudkerk, M. (2021). Lung cancer prediction by Deep Learning to identify benign lung nodules. *Lung cancer*, 154, 1-4.
- Hu, K., Gan, Q., Zhang, Y., Deng, S., Xiao, F., Huang, W., ... & Gao, X. (2019). Brain tumor segmentation using multi-cascaded convolutional neural networks and conditional random field. *IEEE Access*, 7, 92615-92629.
- Hussain, E., Mahanta, L. B., Das, C. R., & Talukdar, R. K. (2020). A comprehensive study on the multi-class cervical cancer diagnostic prediction on pap smear images using a fusion-based decision from ensemble deep convolutional neural network. *Tissue and Cell*, 65, 101347.
- Hüseyin, Ü. Z. E. N., & HANBAY, K. Yaya özelliği tanıma için LM filtre temelli derin evrimsel sinir ağı. *Politeknik Dergisi*, 23(3), 605-613.
- Ibtehaz, N., & Rahman, M. S. (2020). MultiResUNet: Rethinking the U-Net architecture for multimodal biomedical image segmentation. *Neural Networks*, 121, 74-87.
- Isola, P., Zhu, J. Y., Zhou, T., & Efros, A. A. (2017). Image-to-image translation with conditional adversarial networks. In *Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition* (pp. 1125-1134).
- Jifara, W., Jiang, F., Rho, S., Cheng, M., & Liu, S. (2019). Medical image denoising using convolutional neural network: a residual learning approach. *The Journal of Supercomputing*, 75(2), 704-718.



- Jinnai, S., Yamazaki, N., Hirano, Y., Sugawara, Y., Ohe, Y., & Hamamoto, R. (2020). The development of a skin cancer classification system for pigmented skin lesions using deep learning. *Biomolecules*, 10(8), 1123.
- Jung, M. M., van den Berg, B., Postma, E., & Huijbers, W. (2018). Inferring PET from MRI with pix2pix. In *Benelux Conference on Artificial Intelligence* (Vol. 9).
- Khan, S., Islam, N., Jan, Z., Din, I. U., & Rodrigues, J. J. C. (2019). A novel deep learning based framework for the detection and classification of breast cancer using transfer learning. *Pattern Recognition Letters*, 125, 1-6.
- Krizhevsky, A., Sutskever, I., & Hinton, G. E. (2017). ImageNet classification with deep convolutional neural networks. *Communications of the ACM*, 60(6), 84-90.
- Lakshmanaprabu, S. K., Mohanty, S. N., Shankar, K., Arunkumar, N., & Ramirez, G. (2019). Optimal deep learning model for classification of lung cancer on CT images. *Future Generation Computer Systems*, 92, 374-382.
- Li, C., Zhang, J., Zhao, X., Kulwa, F., Li, Z., Xu, H., & Li, H. (2021). MRFU-Net: A Multiple Receptive Field U-Net for Environmental Microorganism Image Segmentation. In *Information Technology in Biomedicine* (pp. 27-40). Springer, Cham.
- Li, M., Shen, S., Gao, W., Hsu, W., & Cong, J. (2018). Computed tomography image enhancement using 3D convolutional neural network. In *Deep Learning in Medical Image Analysis and Multimodal Learning for Clinical Decision Support* (pp. 291-299). Springer, Cham.
- Li, W., Li, Y., Qin, W., Liang, X., Xu, J., Xiong, J., & Xie, Y. (2020). Magnetic resonance image (MRI) synthesis from brain computed tomography (CT) images based on deep learning methods for magnetic resonance (MR)-guided radiotherapy. *Quantitative imaging in medicine and surgery*, 10(6), 1223.
- Litjens, G., Kooi, T., Bejnordi, B. E., Setio, A. A. A., Ciompi, F., Ghafoorian, M., ... & Sánchez, C. I. (2017). A survey on deep learning in medical image analysis. *Medical image analysis*, 42, 60-88.
- Long, J., Shelhamer, E., & Darrell, T. (2015). Fully convolutional networks for semantic segmentation. In *Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition* (pp. 3431-3440).
- Menze, B. H., Jakab, A., Bauer, S., Kalpathy-Cramer, J., Farahani, K., Kirby, J., ... & Van Leemput, K. (2014). The multimodal brain tumor image segmentation benchmark (BRATS). *IEEE transactions on medical imaging*, 34(10), 1993-2024.
- Nawaz, M., Sewissy, A. A., & Soliman, T. H. A. (2018). Multi-class breast cancer classification using deep learning convolutional neural network. *Int. J. Adv. Comput. Sci. Appl*, 9(6), 316-332.
- Nema, S., Dudhane, A., Murala, S., & Naidu, S. (2020). RescueNet: An unpaired GAN for brain tumor segmentation. *Biomedical Signal Processing and Control*, 55, 101641.
- Nie, D., Trullo, R., Lian, J., Wang, L., Petitjean, C., Ruan, S., ... & Shen, D. (2018). Medical image synthesis with deep convolutional adversarial networks. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 65(12), 2720-2730.
- Nie, D., Wang, L., Gao, Y., & Shen, D. (2016, April). Fully convolutional networks for multi-modality isointense infant brain image segmentation. In *2016 IEEE 13th international symposium on biomedical imaging (ISBI)* (pp. 1342-1345). IEEE.
- Pan, X., Yang, D., Li, L., Liu, Z., Yang, H., Cao, Z., ... & Chen, Y. (2018). Cell detection in pathology and microscopy images with multi-scale fully convolutional neural networks. *World Wide Web*, 21(6), 1721-1743.
- Pervan, N., & Keleş, Y. (2019). Derin öğrenme yaklaşımları kullanarak Türkçe metinlerden anlamsal çıkarım yapma (Doctoral dissertation).
- Plis, S. M., Hjelm, D. R., Salakhutdinov, R., Allen, E. A., Bockholt, H. J., Long, J. D., ... & Calhoun, V. D. (2014). Deep learning for neuroimaging: a validation study. *Frontiers in neuroscience*, 8, 229.
- Qiao, Z., Qian, Z., Tang, H., Gong, G., Yin, Y., Huang, C., & Fan, W. (2020, December). CorGAN: Context aware Recurrent Generative Adversarial Network for Medical Image Generation. In *2020 IEEE International Conference on Bioinformatics and Biomedicine (BIBM)* (pp. 1100-1103). IEEE.
- Qu, L., Zhang, Y., Wang, S., Yap, P. T., & Shen, D. (2020). Synthesized 7T MRI from 3T MRI via deep learning in spatial and wavelet domains. *Medical image analysis*, 62, 101663.
- Radford, A., Metz, L., & Chintala, S. (2015). Unsupervised representation learning with deep convolutional generative adversarial networks. *arXiv preprint arXiv:1511.06434*.
- Rajaraman, S., & Antani, S. (2020). Training deep learning algorithms with weakly labeled pneumonia chest X-ray data for COVID-19 detection. *medRxiv*.
- Raudonis, V., Paulauskaite-Taraseviciene, A., & Sutiene, K. (2021). Fast multi-focus fusion based on deep learning for early-stage embryo image enhancement. *Sensors*, 21(3), 863.
- Ronneberger, O., Fischer, P., & Brox, T. (2015, October). U-net: Convolutional networks for biomedical image segmentation. In *International Conference on Medical image computing and computer-assisted intervention* (pp. 234-241). Springer, Cham.
- Roy, S., Menapace, W., Oei, S., Luijten, B., Fini, E., Saltori, C., ... & Demi, L. (2020). Deep learning for classification and localization of COVID-19 markers in point-of-care lung ultrasound. *IEEE transactions on medical imaging*, 39(8), 2676-2687.
- Saiz, F. A., & Barandiaran, I. (2020). COVID-19 Detection in Chest X-ray Images using a Deep Learning Approach. *Int. J. Interact. Multim. Artif. Intell.*, 6(2), 1-4.
- Suk, H. I., & Shen, D. (2013, September). Deep learning-based feature representation for AD/MCI classification. In *International Conference on Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention* (pp. 583-590). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Suk, H. I., Lee, S. W., Shen, D., & Alzheimer's Disease Neuroimaging Initiative. (2014). Hierarchical feature representation and multimodal fusion with deep learning for AD/MCI diagnosis. *NeuroImage*, 101, 569-582.
- Sun, J., Darbehani, F., Zaidi, M., & Wang, B. (2020, October). Saunet: Shape attentive u-net for interpretable medical image segmentation. In *International Conference on Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention* (pp. 797-806). Springer, Cham.

- Sun, J., Peng, Y., Guo, Y., & Li, D. (2021). Segmentation of the multimodal brain tumor image used the multi-pathway architecture method based on 3D FCN. *Neurocomputing*, 423, 34-45.
- Sun, W., Zheng, B., & Qian, W. (2016, March). Computer aided lung cancer diagnosis with deep learning algorithms. In *Medical imaging 2016: computer-aided diagnosis* (Vol. 9785, p. 97850Z). International Society for Optics and Photonics.
- Tan, Z. (2019). Derin öğrenme yardımıyla araç sınıflandırma (Master's thesis, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Tong, X., Wei, J., Sun, B., Su, S., Zuo, Z., & Wu, P. (2021). ASCU-Net: Attention Gate, Spatial and Channel Attention U-Net for Skin Lesion Segmentation. *Diagnostics*, 11(3), 501.
- Ucuza, H., YAŞAR, Ş., & Çolak, C. (2019, October). Classification of brain tumor types by deep learning with convolutional neural network on magnetic resonance images using a developed web-based interface. In *2019 3rd International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies (ISMSIT)* (pp. 1-5). IEEE.
- Umut, K. A. Y. A., YILMAZ, A., & Dikmen, Y. (2019). Sağlık alanında kullanılan derin öğrenme yöntemleri. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (16), 792-808.
- Vaid, S., Kalantar, R., & Bhandari, M. (2020). Deep learning COVID-19 detection bias: accuracy through artificial intelligence. *International Orthopaedics*, 44, 1539-1542.
- Waghmare, V. K., & Kolekar, M. H. (2021). Brain Tumor Classification Using Deep Learning. In *Internet of Things for Healthcare Technologies* (pp. 155-175). Springer, Singapore.
- Wang, L., Lin, Z. Q., & Wong, A. (2020). Covid-net: A tailored deep convolutional neural network design for detection of covid-19 cases from chest x-ray images. *Scientific Reports*, 10(1), 1-12.
- Wang, S., Kang, B., Ma, J., Zeng, X., Xiao, M., Guo, J., ... & Xu, B. (2021). A deep learning algorithm using CT images to screen for Corona Virus Disease (COVID-19). *European radiology*, 1-9.
- Wang, X., Peng, Y., Lu, L., Lu, Z., Bagheri, M., & Summers, R. M. (2017). Chestx-ray8: Hospital-scale chest x-ray database and benchmarks on weakly-supervised classification and localization of common thorax diseases. In *Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition* (pp. 2097-2106).
- Weng, Y., Zhou, T., Li, Y., & Qiu, X. (2019). Nas-unet: Neural architecture search for medical image segmentation. *IEEE Access*, 7, 44247-44257.
- Wu, M., Yan, C., Liu, H., Liu, Q., & Yin, Y. (2018). Automatic classification of cervical cancer from cytological images by using convolutional neural network. *Bioscience reports*, 38(6), BSR20181769.
- Xia, X., Togneri, R., Sohel, F., & Huang, D. (2018). Auxiliary classifier generative adversarial network with soft labels in imbalanced acoustic event detection. *IEEE Transactions on Multimedia*, 21(6), 1359-1371.
- Yamashita, K., & Markov, K. (2020, June). Medical image enhancement using super resolution methods. In *International Conference on Computational Science* (pp. 496-508). Springer, Cham.
- Yang, S., Jiang, L., Cao, Z., Wang, L., Cao, J., Feng, R., ... & Shan, F. (2020). Deep learning for detecting corona virus disease 2019 (COVID-19) on high-resolution computed tomography: a pilot study. *Annals of Translational Medicine*, 8(7).
- Yang, X., He, X., Zhao, J., Zhang, Y., Zhang, S., & Xie, P. (2020). COVID-CT-dataset: a CT scan dataset about COVID-19. *arXiv preprint arXiv:2003.13865*.
- Yao, S., Tan, J., Chen, Y., & Gu, Y. (2021). A weighted feature transfer gan for medical image synthesis. *Machine Vision and Applications*, 32(1), 1-11.
- Zheng, J., Lin, D., Gao, Z., Wang, S., He, M., & Fan, J. (2020). Deep learning assisted efficient AdaBoost algorithm for breast cancer detection and early diagnosis. *IEEE Access*, 8, 96946-96954.
- Zheng, Y., Liu, D., Georgescu, B., Xu, D., & Comaniciu, D. (2017). Deep learning based automatic segmentation of pathological kidney in CT: local versus global image context. In *Deep learning and convolutional neural networks for medical image computing* (pp. 241-255). Springer, Cham.
- Zhou, X., Takayama, R., Wang, S., Hara, T., & Fujita, H. (2017). Deep learning of the sectional appearances of 3D CT images for anatomical structure segmentation based on an FCN voting method. *Medical physics*, 44(10), 5221-5233.
- Zhou, Z., Siddiquee, M. M. R., Tajbakhsh, N., & Liang, J. (2018). Unet++: A nested u-net architecture for medical image segmentation. In *Deep learning in medical image analysis and multimodal learning for clinical decision support* (pp. 3-11). Springer, Cham.

# İşletmelerde İç Denetim Faaliyetlerinde İç Denetim Yazılımının Kullanımının Avantajları ve Dezavantajları

## Advantages and Disadvantages of Using Internal Audit Software in Internal Audit Activities in Businesses

Ali Durdu<sup>1</sup> , Gürbüz Aydın<sup>2</sup> 



### ÖZ

Bu çalışmada, işletmelerde iç denetim süreçlerinde bir iç denetim yazılımı kullanımının sağladığı faydalar incelenmiştir. Çalışma ile yazılım kullanımı olmadığı durumlarda iç denetim süreçlerinin ve faaliyetlerinin nasıl sürdürüldüğü, olası aksaklıklar ve iyileştirilmesi gereken adımlara yer verildikten sonra yazılım kullanımı sonrası iç denetim faaliyetleri de irdelenmiştir. Konunun daha önce ülkemizde bu detayda incelenmediği, yapılan çalışma ile iç denetim yazılımı kullanmanın iç denetim faaliyetlerine sağladığı etkilerin neler olduğunun gözler önüne serilmesi anlamında literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bu durumda yazılım kullanımı ile ilgili hususlar öncelikle yazılımın satın alma yoluyla tedarik edilmesi ve yazılımın şirket iç kaynaklarıyla geliştirilmesi sonuçlarına göre açıklanmaya çalışılmıştır. Bununla birlikte dışarıdan satın alma yoluyla iç denetim yazılımının tedarik edilmesi durumunda maliyet, kullanım kolaylığı gibi hususlar yazılımın şirket kaynakları tarafından geliştirilmesi durumundaki olası maliyetleri ve avantajları kapsamında da karşılaştırılmıştır. Çalışma kapsamında iç denetim yazılımı kullanmayan iç denetim birimlerinin denetçileri, yazılım kullanan ancak dışarıdan satın alınan iç denetim birimlerin denetçileri ve en son olarak da şirket içi kaynaklarla kendi geliştirdikleri iç denetim yazılımını kullanan denetçilerin görüşleri ve açıklamaları dikkate alınarak bu araştırma hazır hale getirilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** İç denetim, Yazılım, Fayda, Maaliyet, Avantaj

### ABSTRACT

In this article, the advantages of using internal audit software in the internal audit processes of the companies are analyzed. With this article, the manner in which internal audit processes and operations are executed, potential problems, and steps that should be improved are provided in cases where an internal audit software is not used, then, internal audit operations are examined after the usage of the software. It is thought that the contribution of this study to the literature is mainly originated from the fact that there is no other study in which the subject in question is deeply examined in our country and this article mentions the impacts of the usage of internal audit software on the internal audit operations. In this context, the issues regarding the usage of the software are explained, firstly, by the procurement of the software via purchasing, and then by developing the software by using the company's internal resources. Moreover, considerations such as cost, ease of usage, and where the internal audit software is procured via external purchasing are also compared with the potential costs and advantages where the software is developed by the company's resources. The article was finalized by taking into consideration the opinions and the explanations of the auditors of the internal audit departments who do not use any internal audit software, auditors who use internal audit software which is procured via external purchasing, and lastly, the auditors who use in-company developed audit software.

**Keywords:** Internal audit, Software, Business, Benefit, Cost

<sup>1</sup> (Dr. Öğr. Üyesi), Ankara Sosyal Bilimler Üniversitesi, Siyasal Bilgiler Fakültesi, İşletme Bölümü, Ankara, Türkiye

<sup>2</sup> (Yüksek Lisans Öğrencisi), Ankara Sosyal Bilimler Üniversitesi, İç Denetim ve Risk Yönetimi Programı, Ankara, Türkiye

ORCID: A.D. 0000-0002-5347-4491;  
G.A. 0000-0002-2049-3928

#### Corresponding author:

Ali DURDU  
Ankara Sosyal Bilimler Üniversitesi, Siyasal Bilgiler Fakültesi, İşletme Bölümü, Ankara, Türkiye  
E-mail address: ali.durdu@asbu.edu.tr

Submitted: 07.04.2021  
Revision Requested: 20.06.2021  
Last Revision Received: 08.07.2021  
Accepted: 25.07.2021  
Published Online: 14.10.2021

Citation: Durdu, A. ve Aydın G. (2021). İşletmelerde iç denetim faaliyetlerinde iç denetim yazılımının kullanımının avantajları ve dezavantajları. *Acta Infologica*, 5(2), 475-489. <https://doi.org/10.26650/acin.927446>

## 1. GİRİŞ

Günümüzde gelişen teknoloji ile bilgi sistemleri artık tüm iş alanlarında kullanılır hale gelmektedir. Teknolojinin bu denli gelişmesi işletmeleri bilgi sistemleri kullanmaya zorlamakta ve rekabeti arttırmaktadır. Küreselleşen dünyada bilgiye ulaşmak son derece kolayken bu teknolojinin iş hayatında kullanımını hem işleri kolaylaştırırken hem de iş verimliliğini arttırmaktadır. Literatürde bilgi sistemlerinin küreselleşmeye ve işletmelere etkisi üzerinde pek çok çalışma bulunmaktadır. Akolaş (Akolaş, 2004) çalışmasında bilgi sistemlerinin küreselleşme olgusu üzerindeki etkilerini incelemiştir. Bilgi sistemleri ve sağladığı faydalar konusunu inceleyen yönetim bilişim sistemleri, karar verme ve bir organizasyondaki bilgilerin koordinasyonu, kontrolü, analizi ve görselleştirilmesi için kullanılan bir bilgi sistemidir (Gökçen, 2011).

Yönetim bilişim sistemleri, bilgi teknolojileriyle işlemleri ve süreçleri kolaylaştıran işletmelerin gelişmesi ve verimliliğine katkı sağlamaktadır (Çelik ve Akgemci, 2010). Şahin çalışmasında (Şahin, 2014) bilişim sistemlerinin işletme performansına etkilerini incelemiştir. Çalışmada bilişim sistemlerinin işletmeye sağladığı faydaları; verimlilikte artış sağlamak, kaliteli hizmet sunmak, maliyetleri düşürmek, yeni ürünler geliştirmek ve işletmenin rekabet gücünü artırmak olarak sıralamıştır. Durdu ve İpek çalışmalarında (Durdu ve İpek, 2020) bilgi yönetiminin işletmelere yenilik ve rekabet üstünlüğü sağlaması üzerine çalışmışlardır. Buna göre çalışmada bilgi yönetiminin işletmelerde rekabet avantajı sağladığı ve işletmelerin pazar değerini artırdığı vurgulanmıştır. Emhan (Emhan, 2007) bilişim sistemleri kullanımının işletmelerin karar verme sürecindeki etkilerini incelemiş ve bilgi sistemlerinin işletmelerde yöneticilerin karar alma süreçlerinde doğru bilgiyi ve ham verilerden süzülün rapor verilerini kullanarak yardımcı olduğu belirtilmektedir. Ayrıca örgütlerin güvenilir ve rafine bilgileri elde etmek için yönetim bilişim sistemlerin kullandıkları vurgulanmıştır.

Elibol (Elibol, 2005) bilişim teknolojilerinin işletmelerin organizasyon yapısı üzerindeki etkilerini incelemiştir. Elibol'un çalışmasına göre bilişim teknolojilerinin işletmelerin bütün faaliyetlerinde yoğun bir şekilde kullanılmaya başlamasıyla birlikte işletmeler, teknolojiyi etkin bir şekilde kullanabilmek için yeniden yapılanmak durumunda kaldıkları belirtilmiştir.

Damar ve arkadaşları (Damar ve ark., 2019) çalışmalarında yazılım kullanmanın tüm işletmeler için günümüz dünyasında bir zorunluluk olduğunu belirtmişler ve eğer işletmeler ticari hayatta yaşamlarını sürdürmek istiyorlarsa bunun faaliyetlerine uygun yazılımlar seçmelerine bağlı olduğunu altını çizmişlerdir. İlâveten yazılımın seçiminin doğru yapılamamasının da işletmeler açısından bir takım olumsuz sonuçlar doğurabileceği üzerinde durmuşlar ve bunlar içinde gerek mali gerek müşteri memnuniyeti ve gerekse tedarik uygulamaları gibi daha birçok açıdan farklı ek maliyetlere yol açabileceğine dikkat çekmişlerdir.

Öte yandan iç denetimin gerek üst yönetime ve gerekse bütüncül olarak bakıldığında bağlı olduğu kuruma karşı görev ve yükümlülükleri dikkate alındığında etkin ve verimli çalışması için iç denetim yazılımlarının kullanımı artık bir iyi uygulama olmaktan öte genel olarak kullanımı tüm dünyada yayılım gösteren bir gereklilik haline gelmektedir.

İç denetim faaliyetlerinin gerek planlama, saha çalışmaları, raporlama, bulgu takip gibi süreçlerinin yürütülmesinde ve gerekse iç denetim faaliyetinin/biriminin performansının tarafsız ve adil gerçekleştirilebilmesinde iç denetim yazılımları eğer doğru kullanılırsa önemli kolaylıklar ve tasarruf sağlama noktasında faydalı sonuçlar da üretmektedir. Bu bağlamda iç denetim yazılımının iç denetim süreçlerine sağladığı katkılar üzerine bir çalışma yapılmıştır.

Manuel olarak yürütülen iç denetim süreçlerinden iç denetim yazılımı kullanılarak yürütülen iç denetim süreçlerine geçişe dair karşılaştırmalı spesifik bir çalışmaya ulaşılmamakla birlikte genel hatlarıyla iç denetim yazılımları hakkında literatürde bir takım çalışmalar yapıldığı görülmüştür.

## 2. İÇ DENETİM

Türk Dil Kurumu sözlüğünde yer aldığı şekliyle denetim veya denetleme, bir görevin yolunda yürütülüp yürütülmediğini anlamak için yapılan araştırma, denetim, bakı, teftiş, murakabe, kontrol anlamına gelmektedir (Türk Dil Kurumu Sözlükleri, 2021, Nisan 25).

IIA (Institute of Internal Auditors – İç Denetçiler Enstitüsü) tarafından tanımlandığı şekliyle ise iç denetim “Bir kurumun faaliyetlerini geliştirmek ve onlara değer katmak amacıyla güden bağımsız ve objektif bir güvence ve danışmanlık faaliyetidir.

İç denetim, kurumun risk yönetim, kontrol ve yönetim süreçlerinin etkililiğini değerlendirmek ve geliştirmek amacıyla yönelik sistemli ve disiplinli bir yaklaşım getirerek kurumun amaçlarına ulaşmasına yardımcı olur” (Türkiye İç Denetim Enstitüsü (TİDE), 2021, Nisan 25).

Küreselleşme ve dünyanın sürekli değişimi dikkate alındığında iç denetim fonksiyonunun ve faaliyetlerinin ne kadar önemli bir konuma geldiği artık daha iyi anlaşılmaktadır. Şöyle ki, işletmeler, süreçlerinin ve kontrollerinin daha iyi tasarlanıp etkin çalışması ve risklerinin daha iyi yönetilebilmesi böylelikle de kayıpların önlenerek işletme hedeflerine ulaşılabilmesinde iç denetimin ne denli kritik bir rol üstlendiğini daha iyi anlamaktadırlar (İç Denetim Portalı, 2021, Nisan 25).

Öte yandan, Gökçen ve Yelken (Gökçen & Yelken, 2019) çalışmalarında işletmelerin operasyonlarının gittikçe daha karmaşık bir hal almasından ve ayrıca sahip oldukları varlıkları koruma ihtiyaçları olmasından ötürü, olası hata ve hileleri önleyerek finansal bilgilerin doğruluğunu sağlamak amacıyla iç denetim kurulması gereksinimini arttırdığına değinmişlerdir.

Yukarıdaki tanımları bir araya getirdiğimizde iç denetimin işletmelerin etkin olarak faaliyetlerini sürdürebilmesi ve işletme hedeflerine ulaşılabilmesi açısından kritik önemi bulunduğu sonucuna ulaşılabilir.

Gencer (Gencer, 2014) ise araştırmasında, iç kontrol sisteminin etkin olarak işleyebilmesinde iç denetimin etkisine ve önemine değinmiş, iç denetimin, aslında iç kontrol yapısının tasarlandığı şekilde faaliyet gösterip göstermediğini inceleyen ve bu inceleme sonucunda karar alıcılara raporlama yapan bir fonksiyon olduğundan, olası olumsuzluklarda ihtiyaç duyulan önlemlerin ve aksiyonların alınmasında önemli bir rolü olduğunu ifade etmiştir.

Kurnaz ve Çetinoğlu (Kunaz & Çetinoğlu, 2010) iç denetimin amacının işletmelerin yönetim kademesinde yer alan kişiler ile karar alıcılarının sorumluluklarını yerine getirirken çalışmaları ile onlara yardımcı olmak olduğunu belirtmektedirler. Ayrıca, Ceyhan (Ceyhan, 2010) ise iç denetimin temel amacını dört maddede toplamış ve bunların mevcut kontrollerin yeterli ve etkin olup olmadığının incelenmesi, varlıkların zararlara karşı korunup korunmadığının denetlenmesi, devam eden işletme operasyonlarının düzenlemelerle uyumlu olup olmadığının araştırılması, son olarak da mali tabloların doğruluk ve güvenilirliğinin sorgulanması olarak tanımlamıştır.

Dolayısıyla iç denetim, işletme hedeflerine ulaşmada bir problem olup olmadığı, mali ve manevi olarak bir zarar tehdidinin bulunup bulunmadığı, mevzuat ve iç prosedür hükümlerine uyum konusunda sıkıntılar olup olmayacağı konularını bir araya getirip yönetime mevcut durum ve gelecek hakkında bir ışık tutmayı hedeflemektedir. Tabi bu görevini de layıkıyla yerine getirmesi ancak planlı ve disiplinli bir çalışma sayesinde olabilir. Güvence açısından değerlendirildiğinde ise iç denetim, bir işletmenin hedeflerine ulaşmasına yardımcı olmak üzere mevcut süreçler ve ilgili kontrollere ilişkin güvence sağlar (Türkiye İç Denetim Enstitüsü (TİDE), 2021, Nisan 25).

Ancak çalışmanın konusu bu unsurlar arasındaki ilişki ve önemi olmadığından daha detaya açıklamaya gerek olmadığı düşünülmektedir.

Öte taraftan, Sağlar ve Tuan (Sağlar & Tuan, 2009) çalışmalarında iç denetimin temel görevleri aşağıdaki şekilde sıralamışlardır:

- İç kontrol sistemi hakkında güvence vermek,
- Kurum için uygun politika ve prosedürlerin tespitini güvence altına almak,
- Kurumun süreçlerini ve kontrollerini takip etmek,
- Yönetim kurulunun kendisine bağlı denetim komitesi ile koordineli raporlama sürecini yürütmek,
- Mevcut iç kontroller hakkında uygunluk ve etkinlik bakımında görüşlerini denetim komitesine iletmektir.

### 3. İÇ DENETİM YAZILIMLARI

Türk Dil Kurumu sözlüğünde yer aldığı şekliyle yazılım, donanımın istenildiği şekilde işlemlerini sağlayan her türlü program, programlama dilleri ve belgeleri olarak tanımlanmaktadır (Türk Dil Kurumu Sözlükleri, 2021, Nisan 25). Daha farklı bir anlatım ile ifade edersek; gündelik hayatta veya iş hayatında kullanıcılarının işlerini daha hızlı yapmasına olanak sağlayan

ve iletişimi kolaylaştıran dolayısıyla zamandan tasarruf sağlayan, daha verimli çalışmaya imkân veren ve özel veya işle ilgili görevler için kullanılan programlardır (Yazılımnet Bilişim Teknolojileri, 2021, Nisan 25).

Burada önemli olan yazılımın, süreden tasarruf sağlarken aynı zamanda iletişimi daha hızlı ve kolay hale getirmesinin yanında verimliliği de arttıran ve bu yönleriyle kullanıcıların işlerini kolaylaştıran bir özelliği bulunmaktadır.

Yazılımların bulunmadığı günlük veya iş hayatı neredeyse yoktur denilebilir. Şöyle ki akıllı telefonlar, televizyonlar, beyaz eşya makineler, internet, gibi cihazlar üzerinde işlem yaparken zaten bu yazılımlar sayesinde istenilen sonuçlara ulaşılmakta ve bu yazılımlar hayatımızın her anına bir nevi temas etmektedir (Branding Türkiye, 2021, Nisan 25).

İş hayatı göz önüne alındığında kamu ve özel sektörde kurumlar operasyonlarını kayıt altına alabilmek ve etkin olarak operasyonlarını yönetebilmek adına yazılımları kullanmaktadırlar (Damar ve ark., 2019).

Yazılım türleri ise genel olarak kabul gördüğü üzere ikiye ayrılmaktadır: sistem yazılımları ve uygulama yazılımları. Bilgisayar kullanıcılarının bazı belli başlı işlemleri yapabilmelerine olanak sağlayan yazılımlara uygulama yazılımları adı verilmektedir. Uygulama yazılımları farklı kaynaklarda farklı sayıda sınıflandırılmaktadır. Ancak genel kabul göre hali ile yazılımları iki kategoride sınıflandırmak mümkündür.

1. Genel Amaçlı Uygulama Yazılımları: Ofis uygulamaları (Microsoft Office, Excel, PowerPoint) gibi yazılımlardır.

2. Özel Amaçlı Uygulama Yazılımları: Birtakım özel işlemlerin gerçekleştirilebilmesine olanak sağlayan ve belirli koşullar kapsamında kullanılabilen yazılımlardır.

Diğer bir sınıflama da Paket Uygulama Yazılımları, Müşteriye Yönelik Yazılımlar (Tailor-made software) ve Genel Amaçlı Paketler şeklinde yapılabilir (Babagil, 2021).

Özel yazılım olarak da adlandırılabilen Müşteriye Yönelik Yazılımlar (Tailor-made software) genel olarak rutin veya rutin olmayan işlerin yapılış süresini kısaltan dolayısıyla hızlı ve verimliliği arttıran yazılımlar olarak ifade edilebilir. Çoğu kurumsal işletmelerde kullanılmakta olan muhasebe, İK, satın alma birimlerinde kullanılan uygulamaları bunlara örnek verilebilir. Bu tür yazılımlar web veya mobil uygulama üzerinden erişilip kullanılabilir (Yazılımnet Bilişim Teknolojileri, 2021, Nisan 25).

Yazılımlardan bahsettikten sonra neden yazılım kullanımı iç denetim fonksiyonu açısından önem arz etmektedir sorusu akıllara gelmektedir. Bu bağlamda günümüzde şirketlerin neredeyse tamamı gerek muhasebe işlemlerini ve gerekse muhasebeye girdi oluşturan diğer işlemlerini bilgisayar ve ilgili programlar dâhilinde gerçekleştirmektedir.

Ayrıca özellikleri gereği iç denetim yazılımlarının kurumun diğer tüm süreçlerinden ve sistemlerinden bilgi aldığı ve bunlarla etkileşim hali içinde olduğu dikkate alınırsa birer yönetim bilişim sistemi (YBS) özelliğini de taşıdığı söylenebilir. Şöyle ki; Damar ve Coşkun (Damar & Coşkun, 2017) çalışmalarında YBS'nin bir işletmenin tüm yönetim, bilişim ve bilgi teknoloji süreçleri ile ilgilendiğini, bu iş süreçleri ile sürekli etkileşim halinde olduğunu ve onlarla bütünleşik düşünülmesi gerektiğini vurgulamaktadır.

Bilgen (Bilgen, 2019) yönetim bilgi veya bilişim sistemleri denilince de akla bilgi ve yönetim kavramlarının geldiğine dikkati çekerek işletmelerde verimlilik, etkinlik ve performans iyileştirmesi gibi unsurların gittikçe daha önemli hale geldiğini ve bu durumun YBS ihtiyacını da arttırdığını belirtmiştir. Ayrıca YBS'nin öneminin kullanıcılara hızlı ve kolay bilgi sağlamasıyla ilgili olduğunu vurgulamıştır.

Dolayısıyla denetlenen birimlerin işlemlerini belli bilgisayar programları ve yazılımlar üzerinden takip ettiği dikkate alındığından iç denetimin de günü yakalamak ve işlemlerini aşağıdaki hususları - bunlarla sınırlı olmamak kaydıyla - dikkate alarak bir iç denetim yazılımı ile takip etmesini beklemek doğru olacaktır:

- Gerek şirketten ve gerekse diğer lokasyonlardan (VPN) ile bağlanabilmeye imkân sağlayan erişim kolaylığı,
- Güvenilir çalışma ortamı,

- Aynı andan birden fazla kişinin kullanabilmesi,
- Denetim aşamaları hakkında yönlendiren,
- Onay mekanizmasının dijital olarak ve hızlı sağlandığı,
- Gözden geçirmelerin sistem üzerinden daha güvenilir ve hızlı olduğu,
- Yapılan tüm işlemlere dair (denetim planlama, saha çalışması, raporlama, bulgu takibi gibi) arşiv olarak kullanılabilmesi,
- Tüm yapılan işlemlere (yükleme, değiştirme, onaylama, silme gibi) dair izleme (log) kayıtlarının bulunabildiği,
- Kullanıcı dostu bir ara yüzün bulunduğu,
- Mümkünse diğer şirket sistemleri ile entegre olup çevrimiçi veya çevrimdışı veri çekilebilen bir sistem olması,
- Kaliteli ve isteğe bağlı raporlama imkânları olmasından ötürü etkin bir YBS olarak faydalanılabildiği,
- En önemlisi raporlama modülünün bulunması ve etkili kullanımına olanak vermesi böylece gerek karar destek aracı olması ve gerekse performans takiplerinde kolayca kullanılabilmesi gibi.

Uygulamada iç denetim yazılımları, paket uygulama yazılımları veya müşteriye yönelik yazılımlar olarak ticari piyasada yer almaktadır. Paket yazılımlar genel olarak tüm şirketlerin ortak ihtiyaçlarına göre hazırlanmış, sektör, lokasyon, ülke, kullanıcı tecrübesi, müşteri bazında özel ihtiyaçlar öncelik olarak yer alamamış yazılımlardır. Ancak bunlar çok sayıda ülke ve sektöre hitap ettiği ve belli bir markası olduğundan piyasada ön sırada yer almaktadır. Maliyet açısından düşünüldüğünde ise eğer alım bedeli, periyodik bakımlar, kullanıcı lisansları gibi kalemler dikkate alındığında şirketler açısından önemli yük kalemi olabilmektedir. Ayrıca paket yazılımlardan yola çıkılarak bu yazılım üzerinden müşterinin özel gereksinimlerine dair birtakım geliştirme veya uyarlamalar talep edildiğinde maliyet tutarları daha da artmaktadır.

Günümüzde paket yazılımlar genellikle sadece iç denetime yönelik olarak değil iç kontrol, iç denetim, risk yönetimi, uyum, BT yönetimi gibi modüllerin bulunduğu birden çok hususa hitap ve hizmet edecek şekilde tasarlanıp piyasada tek bir ürün (GRC-Governance, Risk and Compliance) olarak satılmaktadır. Bu paket yazılımlardan maksimum fayda sağlanmak isteniyorsa bu modüllerin tamamının kullanılması, şirkette kullanılan diğer sistemlerle entegre olması, şirket tarafından benimsenmesi, kullanıcı dostu ara yüzlerinin bulunması gibi etkenlerin göz önünde bulundurulması uygun olacaktır. Zira bu yazılımlar için ödenen bedeller (alım bedeli, periyodik bakım giderleri, kullanıcı lisansları gibi) sadece bir modül için değil tamamı için ödenmektedir.

İç denetim birimleri tarafından gerek yurt içinde gerekse yurtdışında kullanılan denetim yazılımları bulunmaktadır. Ülkemizdeki kurumsal ölçekteki işletmelerde bu tip yazılımların daha çok kullanıldığı söylenebilir. Ancak piyasada bu tip yazılımların sayısı oldukça az ve tedarik maliyeti de oldukça yüksek olabilmektedir (Kaya, 2021).

İç denetim yazılımlarında diğer bir alternatif ise eğer Müşteriye Yönelik Yazılımlar (Tailor-made software) olarak gösterilebilir. Şirketinizde uygulama geliştirme alanında uzmanlaşmış bir ekip bulunmuyorsa ve talebi dışarıya yaptırmanız söz konusu oluyorsa bazen paket programlardan çok daha pahalıya mal olma tehlikesi olabilir. Ancak diğer taraftan uygulama geliştirme ekipleriyle beraber bu yazılım geliştirme projesinde denetçilerin de görev almasıyla birlikte tam olarak iç denetim biriminin beklentilerini azami oranda karşılayabilecek yazılım elde etme potansiyeli oldukça yüksek olmaktadır.

Şirketinizde uygulama geliştirme alanında uzmanlaşmış bir birim varsa in-House denilen yöntemle diğer bir ifadeyle tamamen şirketin iç kaynaklarıyla denetim yazılımı üretme imkânı bulunuyorsa bu sefer ne satın alma maliyeti ne periyodik bakım gideri ne de kullanıcı lisansı ödeme ihtimali olmayacaktır. Bu da şirket için tasarruf anlamına gelmektedir. Bu arada her ne kadar bu tür in-House bir yazılımın alım bedeli gibi maliyetleri olmasa da uygulama geliştirme evresinde bu yazılım projesinde çalışan gerek yazılım geliştirme uzmanlarının gerekse denetçilerin bu iş için harcadıkları zaman maliyet tutarını oluşturacaktır. Bunlar dışında ayrıca bazı gider kalemleri de oluşabilecektir ancak dışarıdan alınan bir paket program veya yine dışarıya özel yaptırılan bir yazılım kadar maliyet oluşturmayacaktır.

## 4. İÇ DENETİM SAFHALARI

Birçok kaynakta yer verildiği ve tanımlandığı üzere iç denetim süreci denetim planının hazırlanıp yetkili makam tarafından onaylanması ile başlamalıdır. Onay kritik önemdedir ve onaylı olmadıktan sonra geçerliliği de bulunmayacaktır. Sonrasında onayı denetim planı yıl içinde yapılacak denetim çalışmaları, projeler, danışmanlık konuları ve özel amaçlı denetim faaliyetleri için hem bir rehber olacak hem de dayanak oluşturacaktır (Ekşi, 2021).

Günşen (Günşen, 2016) çalışmasında kamu tarafında yürütülen iç denetim faaliyetlerine ilişkin süreçlerin planlama, denetimin yürütülmesi, raporlama ve sonuçların izlenmesi olmak üzere dört ana kalemden oluştuğunu belirtmiştir. Öte yandan özel sektördeki uygulamaları dikkate alındığında iç denetim bire bir kamudaki uygulama ile örtüşmesine de genellikle aynı süreç ve aşamalardan geçtiği görülmektedir.

Yukarıda bahsi geçen süreçler uygulamada iç denetçiler tarafından her bir denetim esnasında gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Bulgulara dair süreç sahiplerinden alınan aksiyon planları ve tahmini tamamlanma tarihlerine ilişkin bulgu (aksiyon planı) çalışmalarının da sonuçların izlenmesi aşaması içinde düşünülmesi yerinde olacaktır.

Ayrıca şu hususu belirtmekte fayda vardır ki bir iç denetim çalışması sürecinde yapılan testler, çalışmalar, bunlara ilişkin sonuçların ilgili kontrol (gözden geçirme) ve onay mekanizmasında geçirilmesi, gerekiyorsa revize edilmesi sonrasında da gerektiğinde ibraz edilebilecek şekilde muhafaza edilmesi beklenmektedir.

## 5. İÇ DENETİM YAZILIMI KULLANIMI - MANUEL VE OTOMATİZE SÜREÇLER

### 5.1. İç denetim yazılımı kullanılmaması durumunda

İç denetim faaliyetleri ve ilgili süreçleri dikkate alınarak yeni kurulmuş modern bir iç denetim birimini ele alırsak şu hususlar karşımıza çıkmaktadır; yeni prosedürlerin hazırlanması, yeni bir iş yapış şekli, iç denetim esaslarının oluşturulması, iç denetim rehberi hazırlanması, çalışacak profesyonellerin işe alımı ve bu yeni personelin farklı sektör ve tecrübelerden bir araya geldiği mozaik yapıya istinaden herkese hitap edecek ve eğitecek eğitimlerin aldırılması gibi önemli adımların uygulamaya başlaması gibi.

Bu hususlar dikkate alınarak benzer süreçleri tecrübe etmiş denetçilerle yapılan görüşmeler neticesinde, iç denetim yazılımı kullanımı olmadan manuel olarak süreçlerin ve onay mekanizmalarının işletildiği iç denetim birimlerinde iç denetim safhalarına ve uygulamalarına dair daha detay bilgiye özet olarak aşağıda yer verilmektedir.

#### 5.1.1. Planlama

Denetimin planlama adımı denetim evreninin ve denetim alanlarının belirlenmesi, risklerin ortaya konulması ve risklerin değerlendirilmesi, denetim alanlarının önceliklendirilmesi, denetim kaynaklarının dağıtımı, denetim çalışma programının hazırlanması ve onaylanması, denetlenecek birimlere bildirimlerin yapılması gibi adımlar yer almakta olup, genel olarak tüm bu adımlar manuel süreçlere bağlıdır. Manuel olarak işlemlerin sürdürüldüğü bu iç denetim birimlerinde, aynı şekilde bu aşamaların olması gerektiği gibi tamamlanıp tamamlanmadığına dair gözden geçirmeler ve onaylar da manuel ve çoğunlukla sözlü olarak ilerletilen adımlardan oluşmaktaydı. Dolayısıyla, bazı denetçiler tarafından bu aşamadaki adımların tamamlanması gereği bilinmemekteydi.

Bu noktada denetçileri yönlendirecek manuel süreçlerden ziyade her gün sürekli kullanılan/kullanılması gereken yazılım olması gereken iç denetim aşamaları, gerek gözden geçirme ve onaylar ve gerekse yönlendirmeler konusunda oldukça yol gösterici olabilecekti.

#### 5.1.2. Denetimin yürütülmesi

Manuel olarak işlemlerin sürdürüldüğü ve gerekli hassasiyetin gösterilmediği iç denetim birimlerinde denetimin yürütülmesi aşamasında yapılan çalışmalar, denetçinin inisiyatifinde herhangi bir yazılı dokümantasyon ve amir onayı gerektirmeden yapılan çalışmalarıdır. Dolayısıyla, konuya hassasiyeti olmayan denetçiler bu aşamadaki adımları yerine getirmesi gerektiğini dahi bilememekteydi. Ancak buradaki kritik husus bunların yapılması gereğine dair denetçilere bu konuda yeteri bilgilendirme, yönlendirme ve eğitimin de verilememiş olması demek yanlış olmazdı.



Bu noktada denetçileri yönlendirecek manuel süreçlerden ziyade her gün sürekli kullanılan/kullanılması gereken yazılım olması gereken iç denetim aşamaları, gerek gözden geçirme ve onaylar ve gerekse yönlendirmeler konusunda oldukça yol gösterici olabilir.

İç denetim yazılımı kullanılmaksızın iç denetim süreçleri içindeki açılış toplantısı yapılması, risk değerlemesi yapılması, denetim testlerinin yapılması gibi denetimin yürütülmesi esnasındaki diğer adımlarla ilgili olarak genel itibarıyla tüm süreç adımlarının manuel olarak yürütülmesi, yapılan çalışmalarda ve dokümantasyonda yeknesaklığın bulunmaması, arşivlemenin sadece denetçi bilgisayarlarında bulunması, denetim esnasında yapılan risk değerlendirmesi ve sonuçlarından başka çalışmalarda faydalanılamaması, bazı adımların yapılmaması/atlanması gibi birçok hususta olumsuzluklarla karşılaşılabilir. Bu durum da çalışmaların verimsiz ve etkin olmadan yürütülmesini sonucunu doğurabilir.

### 5.1.3. Raporlama

Çalışmaya görüşleri ve açıklamalarıyla katılan meslek profesyonellerinin açıklamaları doğrultusunda bu iç denetim süreci aşaması için belki de denetim yönetimi ve denetçiler tarafından en çok hassasiyet gösterilen denetim aşaması demek yanlış olmaz. Şöyle ki; bu süreç nihai denetim raporunun gerek denetim yönetimi tarafından gözden geçirilmesi ve onaylanması, gerekse sonrasında denetlenen birimlerle mutabakatı ve sonrasında şirket üst yönetimi ve sonrasında Denetim Komitesi ile paylaşılması adımlarını içerdiğinden oldukça önem arz etmekteydi. Arşivleme açısından da taslak raporlar olmasa da nihai raporların arşivlenmesi manuel olarak yazılı çıktılar şeklinde fiziki arşivde saklanmaktaydı. Mutabakata konu taslak rapor versiyonları ise denetçilerin bilgisayarlarında veya e-mail arşivlerinde bulunabilmekteydi.

### 5.1.4. Denetim sonuçlarının izlenmesi

Adiloğlu (Adiloğlu, 2010) çalışmasında iç denetçiler tarafından yapılan denetim çalışmaları sonucunda elde edilen bulgulara dair aksiyonların iç denetçiler tarafından takip edilmesinin önemli olduğuna dikkati çekmektedir. Dolayısıyla, süreç sahipleri tarafından verilen aksiyon planlarının zamanında uygulanıp uygulanmadığının izlenmesi ve ilgili sorumlu taraflara zamanında ve doğru bilgilendirme yapmanın kritik olduğu ifade edilmektedir.

Yazılım kullanılmaması durumunda karşılaşılan hususlarla ilgili çalışmaya katılan katılımcılardan alınan bilgilere göre, denetim raporlaması tamamlandıktan sonra bulgulara dair gerekli aksiyonların belirlenen vadelerde alınıp alınmadığı, alınmadığıysa gerekçeleri, olası yeni aksiyon planlarının alınması gibi işlemlerin takibi denetçilerin kendi münferit tuttıkları Word veya Excel dokümanlarında takip edilmekteydi. Dolayısıyla ada hangi denetimin hangi bulgusunun kapatıldığına dair yönetime anlık bir raporlama yapılması veya karar vericilere destek olacak bir raporlama mekanizması bulunmamaktaydı. Diğer aşamalarda olduğu gibi bunlar da yine gerekli onay mekanizmaları bulunmadan yani amir kontrol ve onayı olmadan denetçi inisiyatifiyle kapatılabiliyordu. Bu durum da kapatılmaması gereken bir bulgunun kapatılmasına veya kapatılsa bile gerekli açıklamalar ve dokümantasyon olmadan kapatılmasına neden olabilmekteydi. İlgili işlemi gerçekleştiren denetçinin birimden ayrılması durumunda ise zamanında bu işlemin neden yapıldığına ve kimlerin onayıyla gerçekleştirildiğine dair bir veri elde edilmemekteydi.

Öte yandan açık ve kapalı bulgular hakkında Denetim Komitesi ve talep eden diğer üst yönetime zamanında ve sağlıklı veri sağlanmasında zorluklar yaşanmasına neden olabilmekteydi. Öyle ki şirketin karar vericileri konumundaki yönetim kuruluna bile denetim sonuçları ve bulguların durumları hakkında ilgili şirket süreçlerine ve problemlerine dair bilgi akışı sağlamada sorunlar ortaya çıkabilme riski olabilmekteydi.

İlaveten denetçilerin denetim esnasında gösterdikleri performanslarının da yıl içinde gerçekleştirdikleri denetim/proje bazında değerlendirmesi yapılamamakta ve arşivlenememekteydi. Dolayısıyla da her denetçinin aynı standartlara göre tarafsız ve adil şekilde değerlendirilmesinin yapıldığına dair iç denetim yönetimi tarafından güvence verilmesi mümkün olmamaktaydı. Bu durum da denetçiler arasında motivasyon kaybına ve sonucunda yönetime olan güven kaybına yol açabilmekte, çok yetenekli ve yetkin personel kaybı riskini göz önüne serebilmekteydi.

## 5.2. İç denetim yazılımının kullanılması durumunda

Yazılım kullanılmaması durumunda çoğu iç denetim çalışmalarının ve raporlamalarının manuel olarak yapılması, kontrol ve onay mekanizmalarının etkin ve verimli çalışmaması, arşivleme özelliğinin bulunmaması, anlık ve gerekli raporlamalarının doğru ve sağlıklı olarak sağlanamaması gibi birçok husus dikkate alındığında iç denetimin kendi süreçlerinde yazılım kullanım gerekliliği iç denetim yönetimi tarafından fark edilmelidir.

Bu farkındalığın oluşmasından sonra iç denetim biriminin yazılım kullanımı ile ilgili olarak seçebileceği iki seçeneği bulunmaktadır; dışarıdan yazılımın satın alınması veya iç kaynaklarıyla kendi bir yazılım geliştirmesi. Bu iki seçeneği de devam eden bölümlerde yine yazılım kullanımını tecrübe etmiş iç denetçilerden edinilen bilgiler ışığında inceleyeceğiz.

### 5.2.1. Satın alınan iç denetim yazılımının kullanılması durumunda

Şirket dışından satın alınan yazılımın kullanıldığında yazılım kullanımını tecrübe etmiş denetçilerle yapılan görüşmeler neticesinde, iç denetim yazılımı dışarıdan satın alıp birimlerinde kullanmış iç denetim birimlerinde iç denetim safhalarına ve uygulamalarına dair daha detay bilgiye özet olarak aşağıda yer verilmektedir. Ayrıca yazılıma dair olumlu ve olumsuz bulunan özellikler de aşağıda sıralanmaya çalışılmıştır.

Mevcutta piyasa doğrudan denetim faaliyetlerine odaklı bir yazılım çok fazla olmamakla birlikte ERP sistemleri olarak satılan uygulamaların bir alt modülü olarak denetim modülleri satılmaktadır. Çalışmamızda konu ettiğimiz örnekte dışarıdan satın alınan ve GRC olarak nitelendirilebilecek bir uygulamanın alt modülü olarak çalışan bir iç denetim yazılımından bahsedilerek konu açıklanmaya çalışılmaktadır.

#### 5.2.1.1. Planlama

GRC yazılımının devreye alınması sonrasında planlama aşamasındaki tüm aşamalar (yukarıda adım adım yazıldığından ayrıca burada belirtilmemiştir) her ne kadar dışarıdan manuel olarak yapılmaya başlansa da yine de tam olarak kullanıldı demek mümkün olmamaktaydı. Ancak yine de bu alanların bulunması yapılması gerekenler konusunda henüz çok tecrübesi olmayan iç denetim birimini iyi yönlendirmekteydi. Sonuç olarak ilgili adımlar/süreçler manuel olarak devam etmekte ancak bilinçlenme daha fazlaydı.

Öte yandan bu adımlara dair işlemler ve dokümantasyon artık denetçi bilgisayarında veya muhafazasında değil sistem üzerinden daha sağlıklı bir şekilde takip edilebilmekteydi. Buradaki ana sorun ise yine GRC girişlerinin fiiliyattan çok daha sonra yerine getirilmesi idi. Bu da eş zamanlı olarak işlemlerin kaydedilmemesi sonucu olası hatalı kayıt yapma durumunu demkti.

#### 5.2.1.2. Denetimin yürütülmesi

Genel olarak denetimin yürütülmesi aşamasındaki adımların GRC'den sonra sadece denetçi inisiyatifinde yürüten işlemler olmaktan çıkarılmıştı zira bunlara dair GRC üzerinden tamamlanması gereken alanlar vardı ve onayları alınmadan denetimin tamamlanmasına izin verilmemekteydi.

Denetimin yürütülmesi esnasındaki diğer adımlarla ilgili olarak genel itibarıyla tüm süreç adımlarının manuel olarak yürütülmekle birlikte artık bunların dokümente edilmesi zorunluluğu başladığından en azından bu adımların izlenmesi gerektiği ve tamamlandığına dair dokümantasyon gerekliliği denetçiler tarafından öğrenilmişti. Bun farkındalığın oluşması, dokümantasyonun yapılmaya başlanması ise yapılan çalışmalarda ve dokümantasyonda yeknesaklığın yavaş yavaş sağlanmasına, arşivlemenin sadece denetçi bilgisayarlarında bulunmasından öte artık GRC üzerinde yapılmasına, denetim esnasında yapılan risk değerlendirmesi ve sonuçlarından başka çalışmalarda faydalanılabilecek hale gelmesine zemin hazırlamaktaydı.

Ayrıca belirtmekte fayda var ki denetim saha çalışmalarının daha düzenli dokümente edilebiliyor olması ve amir tarafından daha kolay kontrol edilebiliyor olması denetim raporuna giren bulgular dışında testi yapılıp yeterli görülen testlerinde kontrol edilebilme kolaylığını sağlamaktaydı. Tabi bu elbette GRC'yi kullanan ve denetçi ve yönetim kademesinin hassasiyetine bağlı olmaktadır.

Ancak eşzamanlı kullanım konusunda sıkıntılar bulunmaktaydı. Yazılımın eş zamanlı kullanılmamasıyla ilgili olarak kök nedenlere dair zamanında bu tip yazılımları kullanan denetçilerin verdiği ortak cevaplar ise; kullanıcı dostu bir ara yüzün olmaması, GRC yazılımı kullanımının çok karmaşık olması, kullanılmayan bir çok modül ve alan olması, olası problem ve arızalarda dışarıya bağımlı olunduğundan anında destek sağlanmasında sıkıntılar yaşanması olarak sıralanabilir.

### 5.2.1.3. Raporlama

Bu iç denetim süreci GRC yazılımı kullanımını durumunda da denetim yönetimi ve denetçiler tarafından en çok hassasiyet gösterilen denetim aşaması olmaya devam etmekteydi.

Bu süreç nihai denetim raporunun gerek denetim yönetimi tarafından gözden geçirilmesi ve onaylanması, gerekse sonrasında denetlenen birimlerle mutabakatı ve sonrasında şirket üst yönetimi ve sonrasında Denetim Komitesi ile paylaşılması adımlarını içerdiğinden oldukça önem arz etmekteydi. Arşivleme açısından hem mutabakat öncesi taslak rapor versiyonları, hem mutabakat sonrası versiyonlar ve nihai raporlar, Denetim Komitesi sunumlarında yer alan raporla ilgili kısımların arşivlemesine GRC olanak sağlamaktaydı.

### 5.2.1.4. Denetim sonuçlarının izlenmesi

Denetim raporlaması tamamlandıktan sonra bulgulara dair gerekli aksiyonların belirlenen vadelerde alınıp alınmadığı, alınmadığıysa gerekçeleri, olası yeni aksiyon planlarının alınması gibi işlemlerin takibinin merkezi ve konsolide olarak tek bir sistem üzerinden yapılabilmesine GRC olanak sağlamaktaydı.

Ancak GRC'nin kullanımının eşzamanlı olmaması yine de hangi denetimin hangi bulgusunun kapatıldığına dair yönetime anlık bir raporlama yapılamamaktaydı. Bu sürecin yine dışarıdan maalesef takip edilmesi gerekmekteydi. Bu da karar vericilere destek olacak bir yönetim raporlama mekanizmasının tam istenildiği gibi çalışmasına engel olmaktadır.

Denetim bulgularının GRC üzerinden takip edilip gerekli onaylar alınarak kapatılması veya vadelerinin gerekçeleri yazılarak revize edilmesi gereğine dair farkındalık ise bu tip yazılımların kullanılmasıyla oluşmuştu. Gerekli onay mekanizmaları bulunmadan yani amir kontrol ve onayı olmadan denetçi inisiyatifleriyle bulgu kapatılması daha zor olmaktadır.

Ancak kullanımdan ötürü manuel olarak eğer amir kontrol etmezse denetçiler herhangi bir dokümantasyon yapmadan bulguları kapatabilmekte veya vadelerini revize edebilmekteydi. Bu durum da kapatılmaması gereken bir bulgunun kapatılmasına veya kapatılsa bile gerekli açıklamalar ve dokümantasyon olmadan kapatılmasına neden olabilmekteydi. Manuel işlemlere göre artışı artık ilgili işlemi gerçekleştiren denetçinin birimden ayrılması durumunda zamanında bu işlemin neden yapıldığına ve kimlerin onayıyla gerçekleştirildiğine dair bir verinin tam yeterli olmasa da elde edilebilmesiydi.

Öte yandan açık ve kapalı bulgular hakkında Denetim Komitesi ve talep eden diğer üst yönetime zamanında ve sağlıklı veri sağlanmasında zorluklar yaşanmaktaydı zira eşzamanlı ve doğru olarak GRC yazılımının kullanılması söz konusu olmamaktaydı.

Dolayısıyla şirketin karar vericileri konumundaki yönetim kuruluna bile denetim sonuçları ve bulguların durumları hakkında ilgili şirket süreçlerine ve problemlerine dair bilgi akışı sağlamada sorunlar ortaya çıkabilme riski olabilmekteydi.

Diğer önemli bir husus olan denetçilerin denetim esnasında gösterdikleri performanslarının da yıl içinde gerçekleştirdikleri denetim/proje bazında değerlendirilmesi yapılamaması problemi idi. Denetçi performanslarına dair arşivlemede standart bir uygulama maalesef sağlanamamaktaydı.

Bundan ötürü her denetçinin aynı standartlara göre tarafsız ve adil şekilde değerlendirilmesinin yapıldığına dair iç denetim yönetimi tarafından güvence verilmesi mümkün olmamaktaydı. Bu durum da denetçiler arasında motivasyon kaybına ve sonucunda yönetime olan güven kaybına yol açabilmekte, çok yetenekli ve yetkin personel kaybı riskini göz önüne serebilmekteydi.

### 5.2.1.5. GRC maliyeti ve diğer hususlar

Maliyet açısından değerlendirmek gerektiğinde ise GRC tipi yazılımlar genellikle yurtdışı bir firmadan satın alınmakta ve önemli tutarlarda yıllık bakım işlemleri için ödeme yapılması gerekmekteydi. Ayrıca bu tip yazılımlar kullanıcı bazında lisans bedeli ödemesi yapılması gereken bir ERP yazılımı özelliği taşımaktaydı.

İlaveten, doğrudan iç denetim biriminin ihtiyaçlarına göre tasarlanan bir ürün olmadığından, sonradan yazılım üzerinde bazı uyarlamalarla ihtiyacı kullanmaya yönelik tasarlandığından ihtiyaçları tam olarak sağlamada denetçiler tarafından eleştirilmekteydi.

GRC yazılımı kullanımı durumunda bunu tecrübe etmiş denetçilerden elde edilen bilgileri ve uygulamayı kısaca özetlemek gerekirse yapılan işlemler ve izlenen adımlar artık tamamıyla manuel olarak yürütülmemekte, yapılan işlemlerin ve izlenmesi gereken adımların sağlanmasında GRC hem yönlendirici hem kolaylıklar sağlayıcı bir araç olarak kullanılabilir. Özellikle arşivleme konusunda önemli katkılar sağlamaktaydı şöyle ki; dokümantasyon ve arşivleme yalnızca fiziki arşivde yazılı kopya olarak veya denetçi bilgisayarlarında Word, Excel gibi ofis programlarında yapılmamakta, artık bu işlemlere dair dokümantasyonda GRC kullanılabilir. Yapılan çalışmaların gözden geçirme, kontrol ve onay işlemleri de yeni yazılımla daha kolay bir hale gelmekteydi ancak yine de GRC kullanımının tam sağlanamaması bu alanlarda istenilen sonuçları elde etmede yetersiz kalabilmekteydi. Raporlamalar olarak GRC bir takım araçlar sağlayabiliyor olsa da anlık yönetim raporlaması ve bilgi sağlamada yeterli olmamaktaydı.

Eşzamanlı kullanım konusunda sıkıntıların bulunması GRC kullanımı açısından en önemli problem olarak gösterilebilirdi. Zira denetçiler tam olarak GRC'yi kabullenememişti, yukarıdan gelen zorlama ile yapılmak zorundan olması GRC'nin etkinliğini engellemekteydi. Yazılımın eş zamanlı kullanılmamasıyla ilgili olarak yukarıdaki bölümlerde değinildiği üzere kök nedenler; kullanıcı dostu bir ara yüzün olmaması, GRC yazılımı kullanımının çok karmaşık olması, kullanılmayan bir çok modül ve alan olması, olası problem ve arızalarda dışarıya bağımlı olduğundan anında destek sağlanmasında sıkıntılar yaşanması olarak sıralanabilir.

## 5.2.2. Kurum içi geliştirilen iç denetim yazılımı kullanımı

- GRC tipi yazılımların kullanımının iç denetim ihtiyaçlarını istenildiği düzeyde karşılayamaması,
- Sürüm güncellemeleri için ilave maliyetlerin olması,
- Periyodik bakım işlemleri için bütçe gerekmesi,
- Sürüm güncellemesi ve periyodik bakımların yapılmaması durumunda yurtdışı firmalar tarafından teknik destek sağlanmaması,
- Her şeyden önemlisi önceki bölümlerde yer verildiği üzere denetçilerin/kullanıcıların GRC tipi uygulamaları kullanmayı benimsememesi ve eş zamanlı olarak kullanmaması

gibi nedenlerden ötürü kurum içi geliştirilen ve daha çok benimsenmesi mümkün yeni bir yazılım kullanılması söz konusu olabilir.

Bu kapsamda özellikle yüksek maliyet olmaması ve dışa bağımlılığa son verilmesi için in-House bir yazılım olması, ayrıca tamamen iç denetim ihtiyaçlarına uygun tasarlanması için iç denetim birimi denetçilerinin de bulunduğu bir proje ekibi tarafından yeni bir uygulamanın tasarlanmasına, gerektiğinde daha tasarlama aşamasında değişikliklerin ve geliştirmelerin yapılmasına karar verilmesi uygun olabilir.

Bu durumu yani iç denetim birimlerinde şirket içi geliştirilen ve birimde kullanılan yazılımı tecrübe etmiş denetçilerden elde edinilen bilgiye göre; iç denetimin fiilen uygulanan aşamalarına dair daha detay bilgiye özet olarak aşağıda yer verilmektedir. Ayrıca yazılıma dair olumlu ve olumsuz bulunan özellikler de aşağıda sıralanmaya çalışılmıştır. Bundan sonra da bu yazılım “yeni yazılım” olarak adlandırılmıştır.

### 5.2.2.1. Planlama

Denetim planlama aşamasının alt başlıkları olan adımlar artık manuel olarak yapılması elzem olan adımlar (Denetim Komitesinden yıllık denetim planı onayının alınması gibi) dışında tamamen bu yeni yazılım üzerinden yürütülmekte, bu işlemlere dair onaylar ve kontrollerin sağlıklı ve tam olarak yeni yazılım sayesinde gerçekleştirilmektedir. Bu durum arşivlemenin ve yönetim raporlamalarının da doğru ve tam olarak yapılabilmesine, anlık yönetim raporlamaları alınabilmesine

de olanak sağlamaktaydı. Aynı GRC’de olduğu gibi bu yeni yazılımda da kullanıcıları yönlendiren adımların ve alanların bulunmasıyla ve iç denetimin tecrübesinin artık edilmiş olmasıyla denetim sürecine dair adımlar ve işler düzenli hale geçmiştir. Ancak risk değerlendirmelerinin sistem üzerinden yapılıp, etki olasılık hesaplamaları, şirketin süreçlerinin risk ve kontroller bakımından haritalandırılması gibi özellikler bakımından yeni uygulama henüz tam istenilen seviyede bulunmamaktadır. Bunda da yazılımın amacının tamamen denetim odaklı olup risk yönetimi süreçlerine ve risklerin önceliklendirilmesine dair ilk fazlarda bir geliştirme kararı alınmaması gösterilebilir.

### 5.2.2.2. Denetimin yürütülmesi

Yukarıdaki bölümlerde yer verilen denetimin yürütülmesi adımlarında tüm süreç adımlarının yeni uygulama üzerinden etkin olarak takip ve dokümanite edilmesi zorunluluktan öte denetçiler tarafından benimsenerek yerine getirilmektedir.

Bu durum artık denetim işlerinde farklı denetim ekiplerinde uygulamada yeknesaklığı ve işlerin daha standart yapılmasına olanak sağlamış ve işleri daha kolaylaştırmaktadır. Yine belirtmekte fayda olduğu üzere dokümantasyonun yapılmaya başlanması yapılan çalışmalarda ve dokümantasyonda yeknesaklığın yavaş yavaş sağlanmasına, arşivlemenin yeni sistem üzerinde yapılmasına, denetim esnasında yapılan risk değerlendirmesi ve sonuçlarından başka çalışmalarda faydalanılabilecek hale gelmesine yol açmaktadır.

Öte yandan denetim saha çalışmalarının düzenli dokümanite ediliyor olması ve denetim yöneticileri tarafından işlerin daha kolay kontrol edilebilmesine ve denetim raporuna giren bulgular dışında testi yapılıp yeterli görülen testlerin de istenildiği zaman kolayca kontrol edilebilme kolaylığını sağlamaktadır.

GRC tipi yazılımlara nazaran yeni uygulamanın, iç denetçiler tarafından çalışmalarıyla eş zamanlı kullanılması daha etkin ve başarılı olmuştur. Bu başarıda her şeyden önce denetçilerin fikir ve görüşlerinin alınarak yeni uygulamanın geliştirilmesi, yazılım geliştirme ekibinde (proje ekibinde) denetçilerin de yer alması ve onların görüşlerine göre geliştirmelerin yapılması, iç denetçilerin bu yazılımı benimsemesi önem arz etmektedir.

Ayrıca yeni uygulamanın kullanıcı dostu bir ara yüzün kullanılması, kullanımının çok basit kafa karıştırmayan bir şekilde olması, sadece bir tek modül –denetim- modülü bulunması, olası problem ve arızaların tamamen şirket iç kaynaklarıyla çözülebiliyor olması ve dışa bağımlılığının bulunmaması GRC kullanımında gösterilen direnci kırmıştır.

### 5.2.2.3. Raporlama

Bu kısım, nihai raporun gerek denetim yönetimi tarafından gözden geçirilmesi ve onaylanması, gerekse sonrasında denetlenen birimlerle mutabakatı ve sonrasında şirket üst yönetimi ve sonrasında Denetim Komitesi ile paylaşılması adımlarını içermektedir. Arşivleme açısından hem mutabakat öncesi taslak rapor versiyonları, hem mutabakat sonrası versiyonlar ve nihai raporlar, Denetim Komitesi sunumlarında yer alan raporla ilgili kısımların arşivlemesine GRC olduğu gibi yeni uygulama da olanak sağlamaktaydı.

### 5.2.2.4. Denetim Sonuçlarının İzlenmesi

Denetim raporlaması tamamlandıktan sonra bulgulara dair gerekli aksiyonların belirlenen vadelerde alınıp alınmadığı, alınmadığıysa gerekçeleri, olası yeni aksiyon planlarının alınması gibi işlemlerin takibinin merkezi ve konsolide olarak tek bir sistem üzerinden yapılabilmesine yeni uygulama da olanak sağlamaktaydı.

Ancak GRC’ye nazaran yeni uygulamanın kullanımı eşzamanlı olduğundan hangi denetimin hangi bulgusunun kapatıldığına dair yönetime anlık bir raporlama yapılabilmektedir. Bu da karar vericilere destek olacak bir yönetim raporlama mekanizmasının istenildiği gibi çalışmasını kolaylaştırmaktadır.

Denetim bulgularının yeni uygulama üzerinden takip edilip gerekli onaylar alınarak kapatılması veya vadelerinin gerekçeleri yazılarak revize edilmesi gereği tüm denetçiler tarafından bilinir hale gelmiştir. GRC’ye göre farklılık olarak yeni uygulamada kapatılan bulguların risk seviyelerine göre ilgili amirin e-posta adresine bulgunun kapatılma veya güncelleme durum bilgisi manuel müdahaleye kapalı olarak otomatik olarak gönderilmektedir. Artık gerekli onay mekanizmaları bulunmadan yani amir kontrol ve onayı olmadan denetçi inisiyatifile bulgu kapatılması mümkün olmamaktadır.

Bu durum da kapatılmaması gereken bir bulgunun kapatılmasını engellemekte, gerekli açıklamalar ve dokümantasyon olmadan kapatılmasına dair amir tarafından kontrollerin daha etkin yapılmasına imkân sağlamaktadır. GRC'de de olduğu gibi manuel işlemlere göre artışı artık ilgili işlemi gerçekleştiren denetçinin birimden ayrılması durumunda zamanında bu işlemin neden yapıldığına ve kimlerin onayıyla gerçekleştirildiğine dair bir veri yeterli olarak elde edilebilmektedir.

Öte yandan açık ve kapalı bulgular hakkında Denetim Komitesi ve talep eden diğer üst yönetime zamanında ve sağlıklı veri sağlanması daha kolaylaşmıştı zira eşzamanlı ve doğru olarak yeni uygulama kullanımı neredeyse sağlanmıştı.

Dolayısıyla şirketin karar vericileri konumundaki yönetim kuruluna denetim sonuçları ve bulguların durumları hakkında ilgili şirket süreçlerine ve problemlerine dair daha doğru ve tam aynı zamanında bilgi akışı sağlanabilecek duruma gelinmişti.

Diğer önemli bir husus olan denetçilerin denetim esnasında gösterdikleri performanslarının da yıl içinde gerçekleştirdikleri denetim/proje bazında değerlendirmesidir. Şöyle ki yeni uygulamanın denetim raporlama adımlarında yer aldığı üzere her denetim işinden sonra denetim ekibi üyelerinin performans değerlendirilmelerinin yapılması ve sisteme girilmesi gerekmektedir. Bu işlemler yapılmadan denetim tamamlanmasına sistem izin vermemektedir. Bu durum da kendi içinde bir kontrol sağlamıştır. Ayrıca bu kullanım denetçi performanslarına dair arşivlemede standart bir uygulama getirmiştir.

Böylelikle mükemmel olmasa da her denetçinin aynı standartlara göre tarafsız ve adil şekilde değerlendirilmesinin yapıldığına dair iç denetim yönetimi tarafından güvence verilmesinde aşama kaydedilmiştir. Bu durum da denetçiler arasında motivasyon kaybına azaltmakta ve sonucunda yönetime olan güveni artırmaktadır.

### 5.2.2.5. Şirket içi geliştirilen iç denetim yazılımı maliyeti ve diğer hususlar

Maliyet açısından değerlendirmek gerektiğinde ise yeni uygulama yazılımı in-House geliştirilen bir uygulama olduğundan satın alma bedeli, lisans bedeli veya periyodik bakım bedeli gibi dışarıya ödenen maliyet kalemlerini barındırmamaktadır. Yeni uygulama için katlanılan maliyet ise yazılım geliştirme aşamasından projede çalışan personelin projeye ayırdıkları zaman karşılık gelen saatlik ücretleridir.

Sürüm güncellemesi olması durumunda da yine bu işlemler şirket personeli tarafından yapılacağından ayrı bir maliyet oluşturmayacaktır. Ayrıca doğrudan iç denetim biriminin ihtiyaçlarına göre tasarlanan bir ürün olduğundan, ihtiyaçları tam olarak sağlamada denetçiler tarafından benimsenmiştir.

Erişim ve gizlilik açısından incelendiğinde ise yeni uygulama yazılımı sadece denetçilerin kullanımına açık olan, diğer departmanların erişimine kapalı bir yazılımdır. Tüm yapılan işlemler log kayıtlarında tutulmakta, işlemler tarihe göre sıralanmakta ve bilgi istenildiği zaman yeni uygulamadan çekilebilmektedir. Ayrıca yetkilendirme işlemi ile tüm çalışanlara farklı yetkilerin tanımlanması şeklinde yapılabilmektedir. Şöyle ki denetim ekip üyesi, ekip şefi, başkan yardımcısı gibi rollere sahip kullanıcıların hepsinin farklı yetkileri olabilmekte ve bu yetkilere göre sistem üzerinde işlem yapabilmektedirler. Denetim çalışmalarında edinilmiş belge ve bilginin güvenli (şifrelenmiş) şekilde saklanması sağlanmaktadır.

Yeni yazılımın kullanımı durumunda uygulamayı kısaca özetlemek gerekirse yapılan işlemler ve izlenen adımlar artık neredeyse tamamıyla yazılım üzerinde yürütülmekte, yapılan işlemlerin ve izlenmesi gereken adımların sağlanmasında yeni uygulama hem yönlendirici hem kolaylıklar sağlayıcı bir araç olarak kullanılmaktadır. Özellikle arşivleme konusunda önemli katkılar sağlamanın yanında kontrol, onaylar, yönetim raporlamaları sağlamada da çok kolaylıklar getiren bir yazılım olmaktadır.

Yeni uygulamanın faydaları hakkında kullanıcılardan alınan dönüşlerin ortak özeti ise aşağıdaki hususları içermektedir:

- Yapılan yönlendirmeler ile denetimin hızını ve kalitesini artırmaya yardımcı olmaktadır.
- Denetimlerin standart şekilde yapılmasına kolaylık sağlamaktadır.
- Kullanıcı dostu olup, kullanımı son derece basit ve kolaydır, GRC tipi yazılımlara nazaran karmaşık ekranları yoktur.
- Kullanıcıyı yönlendirerek nerede ne yapması gerektiği hususunda yardımcı olmaktadır.

- Farklı görevlere sahip personel için farklı yetkilendirmeler /roller tanımlanabilmektedir.
- Denetim çalışmalarında elde edilen bilgiler güvenli olarak kaydedilmektedir.
- Denetimde çalışmalarının daha kolay şekilde planlanmasına ve görev/iş yükü dağılımı yapılmasına yardımcı olmaktadır.
- Denetim safhasındaki her işlemin yeteri seviyede kontrolden/onaydan geçmesi için onay mekanizması bulunmaktadır.
- Denetçilerin denetimde hangi aşamada olduklarını takip etmelerini sağlamaktadır.
- Gelişmiş arama imkânı sayesinde aranılan bilgi kolay ve hızlıca bulunmaktadır.
- Dosya yönetim özelliği ile aranılan her türlü dosyaya kolaylıkla ulaşılmaktadır.
- Çalışma kâğıtlarının ve dosyaların referanslanmasını sağlamaktadır.
- Denetim çalışmalarını arşivlemektedir.
- Kaliteli ve isteğe bağlı raporlama yapabilmekte ve etkin bir YBS aracı olarak kullanılabilir.

## 6. TARTIŞMA

Teraman ve Şençiçek (Teraman & Şençiçek, 2014) program kullanmakla ilgili olarak kullanıcıların yükünü azalttığını belirtmekte ancak programları kullananların da bu programları kullanmaya yetkin olması gerektiğine vurgu yapmaktadır. Bunu denetimle bağlayarak denetim yazılımlarını kullanan denetçilerin yetkin olmaması geçerli bir denetimin yapılmasını da engellemektedir sonucuna ulaşmaktadırlar. Ayrıca bilgisayarlı denetim programları kullanmanın denetim çalışmalarını daha kolay ve hızlı yapılmasına destek veren bir araç olarak tanımlamışlardır.

Bu açıklamayı yeni iç denetim yazılımı özelinde yorumladığımızda, her ne kadar birçok denetim aşamasında iç denetim ve denetçilerin ihtiyaçları karşılayabilecek şekilde tasarlanmış ve denetçiler tarafından kabul görmüşse de hala ilerlemeye ve gelişime açık alanları bulunmaktadır. Şöyle ki; yeni uygulamayı kullanmak bu yazılımın her şeyi yapabileceği anlamına gelmemektedir. Zira yeni uygulama yazılımını kullanacak denetçilerin de yeteri kadar yazılım kullanma bilgisine ilaveten denetim fonksiyonunu yerine getirecek yetkinlikte olması gerekmektedir.

Teknik açıdan değerlendirildiğinde ise risk değerlendirme ve önceliklendirme çalışmalarına dair ilerlemeler yapılabilir. Aşağıdaki hususlarda geliştirmelerin yapılması denetim faaliyetleri ile riskin daha entegre çalışmasını kolaylaştıracaktır:

- Uygulamaya Şirket risk haritasının girilebilmesi (standart risk şablonları ve manuel eklemeler)
- Uygulamaya Şirket kontrollerinin girilebilmesi (manuel ekleme)
- Süreç - Organizasyon - Risk -Kontrol eşleştirmesinin yapılabilmesi
- Risk değerlendirme (hesaplama) yapılabilmesi - (olasılık x etki = risk)
- Risk değerlendirme sonuçları için süreç/organizasyon/risk seviyesi bazında yönetim raporlamalarının oluşturulabilmesi, istenilen seviyede raporların alınabilmesi.

## SONUÇ

Günümüz dünyasında küreselleşmenin ve teknolojik gelişmelerin unsurları ve sonuçları dikkate alındığı denetime konu her alanda bilgisayar yazılımları ile iç içe yaşayan iç denetimin kendi iç süreçlerinde teknolojik gelişmelerden had safhada yararlanabileceği bir yazılımın kullanılmaması düşünülemez. Dolayısıyla gelecekte de iç denetim süreçlerinin tamamının yazılımlar kullanılmaksızın yürütülmesi söz konusu olmayacaktır kanaatini taşımaktayız. Bu çalışmada, işletmelerde iç denetim süreçlerinde bir iç denetim yazılımı kullanımının sağladığı faydalar incelenmiştir. İç denetim yazılımının kullanımı işletmeye risk haritası oluşturma, işletme kontrollerinin yapılabilmesi, süreç-organizasyon-risk ve kontrol eşleştirmelerinin

yapılabilmesi, risk değerlendirmelerinin ve sonuçlarının yönetime sunulması için raporlanabilmesi gibi pek çok faydası bulunmaktadır.

Ayrıca, maliyetler açısından değerlendirildiğinde iç denetim yazılımının dışarıdan satın alma yoluyla temin edilmesi durumunda satın alma bedeli, lisans bedeli ve yıllık güncelleme ve bakım bedelleri bulunurken şirketin öz kaynakları ile in-House geliştirilen yazılım için satın alma bedeli, lisans bedeli veya periyodik bakım bedeli gibi ilave maliyet kalemleri bulunmadığından katlanılan maliyet oldukça az olacaktır.

Konunun daha önce ülkemizde bu detayda incelenmediği, yapılan çalışma ile iç denetim yazılımı kullanmanın iç denetim faaliyetlerine sağladığı etkilerin neler olduğunun gözler önüne serilmesi anlamında literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

**Hakem Değerlendirmesi:** Dış bağımsız.

**Çıkar Çatışması:** Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir.

**Yazar Katkıları:** Çalışma Konsepti/Tasarım-G.A.; Veri Toplama-G.A.; Veri Analizi/Yorumlama-A.D.; Yazı Taslağı-A.D.; İçeriğin Eleştirel İncelemesi-A.D.; Son Onay ve Sorumluluk- A.D., G.A.

**Finansal Destek:** Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir.

**Peer-review:** Externally peer-reviewed.

**Conflict of Interest:** The authors have no conflict of interest to declare.

**Author Contributions:** Conception/Design of Study-G.A.; Data Acquisition-G.A.; Data Analysis/Interpretation-A.D.; Drafting Manuscript-A.D.; Critical Revision of Manuscript-A.D.; Final Approval and Accountability- A.D., G.A.

**Grant Support:** The authors declared that this study has received no financial support.

## Kaynaklar/References

- Adiloğlu, B. (2010). *İç denetim süreci ve temel işletme faaliyetlerinin kontrol prosedürleriyle değerlendirilmesi: Bir uygulama* (Doktora Tezi). İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Akolas, D. A. (2004). Bilişim sistemleri ve bilişim teknolojisinin küreselleşme olgusu ve girişimcilik üzerine yansımaları. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 12, 29-43.
- Babagil, M. T. (2021, Nisan 25). Yazılım-uygulama yazılımı, Alıntı adresi <http://brahms.emu.edu.tr/babagil/bilg101Chapter5.pdf>
- Bilgen, İ. H. (2019). Yönetim bilgi sistemi tasarımında stratejik plana dayalı bilgi katmanları modeli. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 12(1), 9-22.
- Branding Türkiye (2021, Nisan 25). Yazılım nedir niye önemlidir yazılım çeşitleri nelerdir, Alıntı adresi <https://www.brandingturkiye.com/yazilim-nedir-niye-onemlidir-yazilim-cesitleri-nelerdir>
- Ceyhan, İ. F. (2010). *İç denetim ve kurumsallaşma* (Yüksek Lisans Tezi). Kırıkkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kırıkkale.
- Çelik, A., ve Akgemci, T. (2010). Yönetim Bilişim Sistemleri, Gazi Kitabevi, Bölüm 1:13.
- Damar, M., ve Coşkun, E. (2017). Üniversitelerde bilgi işlemden yönetim bilişim sistemlerine geçiş: Mevcut durum ve beklentiler. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 10(1), 21-31.
- Damar, M., Özdağoğlu, G., ve Özdağoğlu, A. (2019). Yazılımda kalite ve yazılım standartları: Bilimetric bir araştırma. *Organizasyon ve Yönetim Bilimleri Dergisi*, 11(1), 51-66.
- Durdu, A., İpek, E. (2020). Bilgi Yönetiminin İşletmelere Yenilik ve Rekabet Üstünlüğü Sağlaması. *AJIT-e: Bilişim Teknolojileri Online Dergisi*, 11(43), 105-114.
- Elibol, H. (2005). Bilişim Teknolojilerikullanımının İşletmelerin Organizasyon Yapıları Üzerindeki Etkileri. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (13), 155-162.
- Ekşi, B. (2021, Nisan 25). İç denetim süreci nedir? / iç tetkik prosesi aşamaları nelerdir?. Alıntı adresi <https://www.burakeksi.com/ic-denetim-sureci-nedir-ic-tetik-prosesi-asamaları-nelerdir>
- Emhan, A. (2007). Karar verme süreci ve bu süreçte bilişim sistemlerinin kullanılması. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 6(21), 212-224.
- Gencer, M. (2014). *Bağımsız denetimde iç kontrolün yeri ve önemi* (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Gelişim Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Gökçen, B. A., ve Yelken, R. (2019). Holdinglerde risk odaklı iç denetim yapısı ve bir araştırma. *İda Academia Muhasebe ve Maliye Dergisi*, 2(2), 155-177.
- Günşen, M. H. (2016). Örnek bir iç denetim uygulaması: Tedavi sürecinin faturalandırılması süreci. *Denetim Dergisi*, (9), 74-86.
- Gökçen, H. (2011). Yönetim Bilgi/Bilişim Sistemleri: Analiz ve Tasarım, 2.Baskı, Ankara:11-65.
- İç Denetim Portalı (2021, Nisan 25). Alıntı adresi <http://www.icdenetim.net>
- Kaya, B. (2021, Şubat 01). İç denetim, iç kontrol ve risk yönetiminde kullanılan yazılımlar. Alıntı adresi <http://bertankaya.net/2013/09/ic-denetim-ic-kontrol-ve-risk-yonetiminde-kullanilan-yazilimler>
- Kurnaz, N., ve Çetinoğlu, T. (2019). *İç denetim-güncel yaklaşımlar*. Kocaeli: Umuttepe Yayınları.
- Sağlar, J., ve Tuan, K. (2009). İşletmelerde iç denetim fonksiyonunun bağımsız dış denetim maliyeti üzerindeki etkileri. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 18(1), 343-358.



- Şahin, Ş. (2014). Bilişim Sistemleri Uygulamalarının İşletme Performansına Etkileri. *Dicle Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 2(6):43-56.
- Türk Dil Kurumu Sözlükleri (2021, Nisan 25). Alıntı adresi <https://sozluk.gov.tr>.
- Türkiye İç Denetim Enstitüsü (TİDE) (2021, Nisan 25). İç denetimin paydaşlar için değeri. Alıntı adresi [https://www.tide.org.tr/file/documents/pdf/IIA\\_Ic\\_Denetimin\\_Paydaslar\\_Icin\\_Degeri\\_Detay.pdf](https://www.tide.org.tr/file/documents/pdf/IIA_Ic_Denetimin_Paydaslar_Icin_Degeri_Detay.pdf).
- Türkiye İç Denetim Enstitüsü (TİDE) (2021, Nisan 25). İç denetimin tanımı. Alıntı adresi <https://tide.org.tr/page/26/Ic-Denetimin-Tanimi>
- Yazılımnet Bilişim Teknolojileri (2021, Nisan 25). Yazılım nedir. Alıntı adresi <http://www.yazilimnet.com/tr/blog/20/yazilim-nedir>



# YAZARLARA BİLGİ

---

## TANIM

Acta INFOLOGICA (ACIN), İstanbul Üniversitesi Enformatik Bölümü'nün yayınıdır. Açık-erişimli, bilimsel ve hakemli bir dergi olarak yılda iki defa Haziran ve Aralık aylarında yayınlanır. Derginin başlangıç tarihi 2017'dir.

## AMAÇ VE KAPSAM

ACIN, veri-enformasyon-bilgi kavramlarını, bilgi-iletişim teknolojileri ve uygulamalarını temel alarak gerek enformatik alanında gerekse disiplinler arası gerçekleştirilen çalışmalar için bilimsel bir yayın ortamı sunmayı, yayınlanan çalışmalar ile bu alanda çalışan, alana ilgi duyan araştırmacılar ve ilgililerin gelişimine katkı sağlamayı amaçlamaktadır.

ACIN'ın çalışma alanları aşağıda listelenmiştir. Bu alanlarda ya da bu alanlarla ilgili olduğu düşünülen alanlardaki tüm çalışmalar derginin kapsamındadır.

Akıllı Sistemler  
Bilgi Güvenliği ve Hukuk  
Bilgi Yönetimi  
Bilgisayar Ağları  
Bilgisayar Mimarisi  
Bilişim Sistemleri  
Biyoenformatik  
Coğrafi Bilgi Sistemleri  
E-Uygulamalar  
İnternet Teknolojileri  
Karar Destek Sistemleri ve İş Zekası  
Mikro Denetleyici ve Uygulamaları  
Mobil Sistemler  
Modelleme ve Optimizasyon  
Sosyal ve Dijital Medya  
Veri Madenciliği  
Veri Tabanı Sistemleri  
Yapay Zeka ve Makine Öğrenmesi  
Yazılım Mühendisliği  
Yönetim Bilişim Sistemleri

## EDİTORYAL POLİTİKALAR VE HAKEM SÜRECİ

### Yayın Politikası

Dergiye yayınlanmak üzere gönderilen makalelerin içeriği derginin amaç ve kapsamı ile uyumlu olmalıdır. Dergi, orijinal araştırma niteliğindeki yazıları yayınlamaya öncelik vermektedir.

### Genel İlkeler

Daha önce yayınlanmamış ya da yayınlanmak üzere başka bir dergide halen değerlendirmede olmayan ve her bir yazar tarafından onaylanan makaleler değerlendirilmek üzere kabul edilir.

Ön değerlendirmeyi geçen yazılar iThenticate intihal tarama programından geçirilir. İntihal incelemesinden sonra, uygun makaleler Editör tarafından orijinaliteleri, metodolojileri, makalede ele alınan konunun önemi ve derginin kapsamına uygunluğu açısından değerlendirilir.

Bilimsel toplantılarda sunulan özet bildirimler, makalede belirtilmesi koşulu ile kaynak olarak kabul edilir. Editör, gönderilen makale biçimsel esaslara uygun ise, gelen yazıyı yurtiçinden ve /veya yurtdışından en az iki hakemin değerlendirmesine sunar, hakemler gerek gördüğü takdirde yazıda istenen değişiklikler yazarlar tarafından yapıldıktan sonra yayınlanmasına onay verir.

---

## YAZARLARA BİLGİ

---

Makale yayınlanmak üzere Dergiye gönderildikten sonra yazarlardan hiçbirinin ismi, tüm yazarların yazılı izni olmadan yazar listesinden silinemez ve yeni bir isim yazar olarak eklenemez ve yazar sırası değiştirilemez.

Yayına kabul edilmeyen makale, resim ve fotoğraflar yazarlara geri gönderilmez.

### AÇIK ERİŞİM İLKESİ

ACIN'in tüm içeriği okura ya da okurun dahil olduğu kuruma ücretsiz olarak sunulur. Okurlar, ticari amaç haricinde, yayıncı ya da yazardan izin almadan dergi makalelerinin tam metnini okuyabilir, indirebilir, kopyalayabilir, arayabilir ve link sağlayabilir.

ACIN makaleleri açık erişimlidir ve Creative Commons Atıf-GayrıTicari 4.0 Uluslararası (CC BY-NC 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.tr>) olarak lisanslıdır.

### İşleme Ücreti

Derginin tüm giderleri İstanbul Üniversitesi tarafından karşılanmaktadır. Dergide makale yayını ve makale süreçlerinin yürütülmesi ücrete tabi değildir. Dergiye gönderilen ya da yayın için kabul edilen makaleler için işleme ücreti ya da gönderim ücreti alınmaz.

### Hakem Süreci

Daha önce yayınlanmamış ya da yayınlanmak üzere başka bir dergide halen değerlendirmede olmayan ve her bir yazar tarafından onaylanan makaleler değerlendirilmek üzere kabul edilir. Gönderilen ve ön kontrolü geçen makaleler iThenticate yazılımı kullanılarak intihal için taranır. İntihal kontrolünden sonra, uygun olan makaleler baş editör tarafından orijinallik, metodoloji, işlenen konunun önemi ve dergi kapsamı ile uyumluluğu açısından değerlendirilir. Baş editör, makaleleri, yazarların etnik kökeninden, cinsiyetinden, cinsel yöneliminden, uyruğundan, dini inancından ve siyasi felsefesinden bağımsız olarak değerlendirir. Yayına gönderilen makalelerin adil bir şekilde çift taraflı kör hakem değerlendirmesinden geçmelerini sağlar.

Seçilen makaleler en az iki ulusal/uluslararası hakeme değerlendirmeye gönderilir; yayın kararı, hakemlerin talepleri doğrultusunda yazarların gerçekleştirdiği düzenlemelerin ve hakem sürecinin sonrasında baş editör tarafından verilir.

Hakemlerin değerlendirmeleri objektif olmalıdır. Hakem süreci sırasında hakemlerin aşağıdaki hususları dikkate alarak değerlendirmelerini yapmaları beklenir.

- Makale yeni ve önemli bir bilgi içeriyor mu?
- Öz, makalenin içeriğini net ve düzgün bir şekilde tanımlıyor mu?
- Yöntem bütünlüklü ve anlaşılır şekilde tanımlanmış mı?
- Yapılan yorum ve varılan sonuçlar bulgularla kanıtlanıyor mu?
- Alandaki diğer çalışmalara yeterli referans verilmiş mi?
- Dil kalitesi yeterli mi?

Hakemler, gönderilen makalelere ilişkin tüm bilginin, makale yayınlanana kadar gizli kalmasını sağlamalı ve yazar tarafında herhangi bir telif hakkı ihlali ve intihal fark ederlerse editöre raporlamalıdır. Hakem, makale konusu hakkında kendini vasıflı hissetmiyor ya da zamanında geri dönüş sağlaması mümkün görünmüyorsa, editöre bu durumu bildirmeli ve hakem sürecine kendisini dahil etmemesini istemelidir.

Değerlendirme sürecinde editör hakemlere gözden geçirme için gönderilen makalelerin, yazarların özel mülkü olduğunu ve bunun imtiyazlı bir iletişim olduğunu açıkça belirtir. Hakemler ve yayın kurulu üyeleri başka kişilerle makaleleri tartışamazlar. Hakemlerin kimliğinin gizli kalmasına özen gösterilmelidir.

### TELİF HAKKINDA

Yazarlar Acta INFOLOGICA (ACIN) dergisinde yayınlanan çalışmalarının telif hakkına sahiptirler ve çalışmaları Creative Commons Atıf-GayrıTicari 4.0 Uluslararası (CC BY-NC 4.0) olarak lisanslıdır. Creative Commons Atıf-GayrıTicari 4.0 Uluslararası (CC BY-NC 4.0) lisansı, eserin ticari kullanım dışında her boyut ve formatta paylaşılmasına, kopyalanmasına, çoğaltılmasına ve orijinal esere uygun şekilde atıfta bulunmak kaydıyla yeniden düzenleme, dönüştürme ve eserin üzerine inşa etme dâhil adapte edilmesine izin verir.

---

## YAZARLARA BİLGİ

---

### YAYIN ETİĞİ VE İLKELER

Acta INFOLOGICA (ACIN), yayın etiğinde en yüksek standartlara bağlıdır ve Committee on Publication Ethics (COPE), Directory of Open Access Journals (DOAJ), Open Access Scholarly Publishers Association (OASPA) ve World Association of Medical Editors (WAME) tarafından yayınlanan etik yayıncılık ilkelerini benimser; Principles of Transparency and Best Practice in Scholarly Publishing başlığı altında ifade edilen ilkeler için: <https://publicationethics.org/resources/guidelines-new/principles-transparency-and-best-practice-scholarly-publishing>

Gönderilen tüm makaleler orijinal, yayınlanmamış ve başka bir dergide değerlendirme sürecinde olmamalıdır. Her bir makale editörlerden biri ve en az iki hakem tarafından çift kör değerlendirmeden geçirilir. İntihal, duplikasyon, sahte yazarlık/inkar edilen yazarlık, araştırma/veri fabrikasyonu, makale dilimleme, dilimleyerek yayın, telif hakları ihlali ve çıkar çatışmasının gizlenmesi, etik dışı davranışlar olarak kabul edilir.

Kabul edilen etik standartlara uygun olmayan tüm makaleler yayından çıkarılır. Buna yayından sonra tespit edilen olası kuraldışı, uygunsuzluklar içeren makaleler de dahildir.

### ARAŞTIRMA ETİĞİ

Acta INFOLOGICA (ACIN) araştırma etiğinde en yüksek standartları gözetir ve aşağıda tanımlanan uluslararası araştırma etiği ilkelerini benimser. Makalelerin etik kurallara uygunluğu yazarların sorumluluğundadır.

- Araştırmanın tasarlanması, tasarımın gözden geçirilmesi ve araştırmanın yürütülmesinde, bütünlük, kalite ve şeffaflık ilkeleri sağlanmalıdır.
- Araştırma ekibi ve katılımcılar, araştırmanın amacı, yöntemleri ve öngörülen olası kullanımları; araştırmaya katılımın gerektirdikleri ve varsa riskleri hakkında tam olarak bilgilendirilmelidir.
- Araştırma katılımcılarının sağladığı bilgilerin gizliliği ve yanıt verenlerin gizliliği sağlanmalıdır. Araştırma katılımcıların özerkliğini ve saygınlığını koruyacak şekilde tasarlanmalıdır.
- Araştırma katılımcıları gönüllü olarak araştırmada yer almalı, herhangi bir zorlama altında olmamalıdır.
- Katılımcıların zarar görmesinden kaçınılmalıdır. Araştırma, katılımcıları riske sokmayacak şekilde planlanmalıdır.
- Araştırma bağımsızlığıyla ilgili açık ve net olunmalı; çıkar çatışması varsa belirtilmelidir.
- Deneysel çalışmalarda, araştırmaya katılmaya karar veren katılımcıların yazılı bilgilendirilmiş onayı alınmalıdır. Çocukların ve vesayet altındakilerin veya tasdiklenmiş akıl hastalığı bulunanların yasal vasisinin onayı alınmalıdır.
- Çalışma herhangi bir kurum ya da kuruluşta gerçekleştirilecekse bu kurum ya da kuruluştan çalışma yapılacağına dair onay alınmalıdır.
- İnsan ögesi bulunan çalışmalarda, “yöntem” bölümünde katılımcılardan “bilgilendirilmiş onam” alındığının ve çalışmanın yapıldığı kurumdaki etik kurul onayı alındığı belirtilmesi gerekir.

### YAZARLARIN SORUMLULUĞU

Makalelerin bilimsel ve etik kurallara uygunluğu yazarların sorumluluğundadır. Yazar makalenin orijinal olduğu, daha önce başka bir yerde yayınlanmadığı ve başka bir yerde, başka bir dilde yayınlanmak üzere değerlendirmede olmadığı konusunda teminat sağlamalıdır. Uygulamadaki telif kanunları ve anlaşmaları gözetilmelidir. Telifle bağlı materyaller (örneğin tablolar, şekiller veya büyük alıntılar) gerekli izin ve teşekkürle kullanılmalıdır. Başka yazarların, katkıda bulunanların çalışmaları ya da yararlanılan kaynaklar uygun biçimde kullanılmalı ve referanslarda belirtilmelidir.

Gönderilen makalede tüm yazarların akademik ve bilimsel olarak doğrudan katkısı olmalıdır, bu bağlamda “yazar” yayınlanan bir araştırmanın kavramsallaştırılmasına ve tasarımına, verilerin elde edilmesine, analizine ya da yorumlanmasına belirgin katkı yapan, yazının yazılması ya da bunun içerik açısından eleştirel biçimde gözden geçirilmesinde görev yapan birisi olarak görülür. Yazar olabilmenin diğer koşulları ise, makaledeki çalışmayı planlamak veya icra etmek ve / veya revize etmektir. Fon sağlanması, veri toplanması ya da araştırma grubunun genel süpervizyonu tek başına yazarlık hakkı kazandırmaz. Yazar olarak gösterilen tüm bireyler sayılan tüm ölçütleri karşılamalıdır ve yukarıdaki ölçütleri karşılayan her birey yazar olarak gösterilebilir. Yazarların isim sıralaması ortak verilen bir karar olmalıdır. Tüm yazarlar yazar sıralamasını Telif Hakkı Devir Formunda imzalı olarak belirtmek zorundadırlar.

Yazarlık için yeterli ölçütleri karşılamayan ancak çalışmaya katkısı olan tüm bireyler “teşekkür / bilgileri” kısmında sıralanmalıdır. Bunlara

## YAZARLARA BİLGİ

---

örnek olarak ise sadece teknik destek sağlayan, yazıma yardımcı olan ya da sadece genel bir destek sağlayan, finansal ve materyal desteği sunan kişiler verilebilir.

Bütün yazarlar, araştırmanın sonuçlarını ya da bilimsel değerlendirmeyi etkileyebilme potansiyeli olan finansal ilişkiler, çıkar çatışması ve çıkar rekabetini beyan etmelidirler. Bir yazar kendi yayınlanmış yazısında belirgin bir hata ya da yanlışlık tespit ederse, bu yanlışlıklara ilişkin düzeltme ya da geri çekme için editör ile hemen temasa geçme ve işbirliği yapma sorumluluğunu taşır.

### EDİTÖR VE HAKEM SORUMLULUKLARI

Baş editör, makaleleri, yazarların etnik kökeninden, cinsiyetinden, cinsel yöneliminden, uyruğundan, dini inancından ve siyasi felsefesinden bağımsız olarak değerlendirir. Yayına gönderilen makalelerin adil bir şekilde çift taraflı kör hakem değerlendirmesinden geçmelerini sağlar. Gönderilen makalelere ilişkin tüm bilginin, makale yayınlanana kadar gizli kalacağını garanti eder. Baş editör içerik ve yayının toplam kalitesinden sorumludur. Gereğinde hata sayfası yayınlamalı ya da düzeltme yapmalıdır.

Baş editör; yazarlar, editörler ve hakemler arasında çıkar çatışmasına izin vermez. Hakem atama konusunda tam yetkiye sahiptir ve Dergide yayınlanacak makalelerle ilgili nihai kararı vermekle yükümlüdür.

Hakemlerin araştırmayla ilgili, yazarlarla ve/veya araştırmanın finansal destekçileriyle çıkar çatışmaları olmamalıdır. Değerlendirmelerinin sonucunda tarafsız bir yargıya varmalıdırlar. Gönderilmiş yazılara ilişkin tüm bilginin gizli tutulmasını sağlamalı ve yazar tarafında herhangi bir telif hakkı ihlali ve intihal fark ederlerse editöre raporlamalıdırlar. Hakem, makale konusu hakkında kendini vasıflı hissetmiyor ya da zamanında geri dönüş sağlaması mümkün görünmüyorsa, editöre bu durumu bildirmeli ve hakem sürecine kendisini dahil etmemesini istemelidir.

Değerlendirme sürecinde editör hakemlere gözden geçirme için gönderilen makalelerin, yazarların özel mülkü olduğunu ve bunun imtiyazlı bir iletişim olduğunu açıkça belirtir. Hakemler ve yayın kurulu üyeleri başka kişilerle makaleleri tartışamazlar. Hakemlerin kimliğinin gizli kalmasına özen gösterilmelidir. Bazı durumlarda editörün kararıyla, ilgili hakemlerin makaleye ait yorumları aynı makaleyi yorumlayan diğer hakemlere gönderilerek hakemlerin bu süreçte aydınlatılması sağlanabilir.

### YAZILARIN HAZIRLANMASI

#### DİL

Derginin yayın dili Türkçe ve Amerikan İngilizcesi'dir.

#### Yazıların Hazırlanması ve Yazım Kuralları

Aksi belirtilmedikçe gönderilen yazılarla ilgili tüm yazışmalar ilk yazarla yapılacaktır. Makale gönderimi online olarak ve <http://acin.istanbul.edu.tr> adresinden erişilen <http://dergipark.gov.tr/login> üzerinden yapılmalıdır. Gönderilen yazılar, makale türünü belirten ve makaleyle ilgili detayları içeren (bkz: Son Kontrol Listesi) kapak sayfası; editöre mektup, yazının elektronik formunu içeren Microsoft Word 2003 ve üzerindeki versiyonları ile yazılmış elektronik dosya ve tüm yazarların imzaladığı Telif Hakkı Devir Formu eklenerek gönderilmelidir.

1. Microsoft Word 6.0 ya da üstü bir versiyon kullanıyorsanız ACIN Makale Şablonunu kullanabilirsiniz. Aksi halde, bu doküman bir yönerge olarak kullanılabilir.
2. Makale başlıkları büyük harf ve küçük harflerden oluşmalı, bütün harfler büyük olmamalıdır. Başlığa formül yazmaktan kaçınılmalıdır. Başlıkta "(Davetli)" ya da benzeri ifadeler yer almamalıdır.
3. Öz 150-250 kelime arasında olmalıdır, bir paragraf olarak yazılmalı ve matematiksel denklem ya da tablo içermemelidir. Öz, okuyucunun kolaylıkla bulabilmesi için, üç ya da dört anahtar kelime ya da ifade içermelidir. Öz iyi okunabilir ve de dilbilgisi açısından doğru olmalıdır.
4. Özün altında çalışmanın içeriğini temsil eden üç anahtar kelime olmalıdır. Anahtar kelimelerin, "TR Dizin Anahtar Terimler Listesi", "Medical Subject Headings", "CAB Theasarus", "JISCT", "ERIC" vd. tarafından tanımlanmış olmasına önem verilmelidir.
5. Çalışmaların başlıca şu unsurları içermesi gerekmektedir: Türkçe başlık, öz ve anahtar kelimeler; İngilizce başlık öz ve anahtar kelimeler; ana metin bölümleri, kaynaklar, tablolar ve şekiller.
6. Yayınlanmak üzere gönderilen makale ile birlikte yazar bilgilerini içeren kapak sayfası gönderilmelidir. Kapak sayfasında, makalenin

## YAZARLARA BİLGİ

---

başlığı, yazar veya yazarların bağlı oldukları kurum ve unvanları, kendilerine ulaşılabilecek adresler, cep, iş ve faks numaraları, ORCID ve e-posta adresleri yer almalıdır (bkz. Son Kontrol Listesi).

7. Referanslar APA 6 stiline uygun olarak hazırlanmalıdır.

### KAYNAKLAR

#### Referans Stili ve Formatı

Acta INFOLOGICA (ACIN), metin içi alıntılama ve kaynak gösterme için APA (American Psychological Association) kaynak sitilinin 6. edisyonunu benimser. APA 6. Edisyon hakkında bilgi için:

- American Psychological Association. (2010). Publication manual of the American Psychological Association (6<sup>th</sup> ed.). Washington, DC: APA.

- <http://www.apastyle.org/>

Kaynakların doğruluğundan yazar(lar) sorumludur. Tüm kaynaklar metinde belirtilmelidir. Kaynaklar aşağıdaki örneklerdeki gibi gösterilmelidir.

#### Metin İçinde Kaynak Gösterme

Kaynaklar metinde parantez içinde yazarların soyadı ve yayın tarihi yazılarak belirtilmelidir. Birden fazla kaynak gösterilecekse kaynaklar arasında (;) işareti kullanılmalıdır. Kaynaklar alfabetik olarak sıralanmalıdır.

#### Örnekler:

*Birden fazla kaynak;*

(Esin ve ark., 2002; Karasar 1995)

*Tek yazarlı kaynak;*

(Akyolcu, 2007)

*İki yazarlı kaynak;*

(Saymer ve Demirci, 2007, s. 72)

*Üç, dört ve beş yazarlı kaynak;*

Metin içinde ilk kullanımda: (Ailen, Ciambrene ve Welch, 2000, s. 12–13) Metin içinde tekrarlayan kullanımlarda: (Ailen ve ark., 2000)

*Altı ve daha çok yazarlı kaynak;*

(Çavdar ve ark., 2003)

#### Kaynaklar Bölümünde Kaynak Gösterme

Kullanılan tüm kaynaklar metnin sonunda ayrı bir bölüm halinde yazar soyadlarına göre alfabetik olarak numaralandırılmadan verilmelidir.

#### Kaynak yazımı ile ilgili örnekler aşağıda verilmiştir.

#### Kitap

a) *Türkçe Kitap*

Karasar, N. (1995). Araştırmalarda rapor hazırlama (8.bs). Ankara: 3A Eğitim Danışmanlık Ltd.

b) *Türkçeye Çevrilmiş Kitap*

Mucchielli, A. (1991). Zihniyetler (A. Kotil, Çev.). İstanbul: İletişim Yayınları.

c) *Editörlü Kitap*

Ören, T., Üney, T. ve Çölkesen, R. (Ed.). (2006). Türkiye bilişim ansiklopedisi. İstanbul: Papatya Yayıncılık.

d) *Çok Yazarlı Türkçe Kitap*

Tonta, Y., Bitirim, Y. ve Sever, H. (2002). Türkçe arama motorlarında performans değerlendirme. Ankara: Total Bilişim.

e) *İngilizce Kitap*

Kamien R., & Kamien A. (2014). Music: An appreciation. New York, NY: McGraw-Hill Education.

f) *İngilizce Kitap İçerisinde Bölüm*

Bassett, C. (2012). Cultural studies and new media. In G. Hall & C. Birchall (Eds.), New cultural studies: Adventures in theory (pp. 220–237). Edinburgh, UK: Edinburgh University Press.

g) *Türkçe Kitap İçerisinde Bölüm*

Erkmen, T. (2012). Örgüt kültürü: Fonksiyonları, öğeleri, işletme yönetimi ve liderlikteki önemi. M. Zencirkıran (Ed.), Örgüt sosyolojisi kitabı içinde (s. 233–263). Bursa: Dora Basım Yayın.

*h) Yayıncının ve Yazarın Kurum Olduğu Yayın*

Türk Standartları Enstitüsü. (1974). Adlandırma ilkeleri. Ankara: Yazar.

### **Makale**

*a) Türkçe Makale*

Mutlu, B. ve Savaşer, S. (2007). Çocuğu ameliyat sonrası yoğun bakımda olan ebeveynlerde stres nedenleri ve azaltma girişimleri. İstanbul Üniversitesi Florence Nightingale Hemşirelik Dergisi, 15(60), 179–182.

*b) İngilizce Makale*

de Cillia, R., Reissigl, M., & Wodak, R. (1999). The discursive construction of national identity. *Discourse and Society*, 10(2), 149–173. <http://dx.doi.org/10.1177/0957926599010002002>

*c) Yediden Fazla Yazarlı Makale*

Lal, H., Cunningham, A. L., Godeaux, O., Chlibek, R., Diez-Domingo, J., Hwang, S.-J. ... Heineman, T. C. (2015). Efficacy of an adjuvanted herpes zoster subunit vaccine in older adults. *New England Journal of Medicine*, 372, 2087–2096. <http://dx.doi.org/10.1056/NEJMoa1501184>

*d) DOI'si Olmayan Online Edinilmiş Makale*

Al, U. ve Doğan, G. (2012). Hacettepe Üniversitesi Bilgi ve Belge Yönetimi Bölümü tezlerinin atıf analizi. *Türk Kütüphaneciliği*, 26, 349–369. Erişim adresi: <http://www.tk.org.tr/>

*e) DOI'si Olan Makale*

Turner, S. J. (2010). Website statistics 2.0: Using Google Analytics to measure library website effectiveness. *Technical Services Quarterly*, 27, 261–278. <http://dx.doi.org/10.1080/07317131003765910>

*f) Advance Online Olarak Yayımlanmış Makale*

Smith, J. A. (2010). Citing advance online publication: A review. *Journal of Psychology*. Advance online publication. <http://dx.doi.org/10.1037/a45d7867>

*g) Popüler Dergi Makalesi*

Semerçioğlu, C. (2015, Haziran). Sıradanlığın rayihası. *Sabit Fikir*, 52, 38–39.

### **Tez, Sunum, Bildiri**

*a) Türkçe Tezler*

Sarı, E. (2008). Kültür kimlik ve politika: Mardin’de kültürlerarasılık. (Doktora Tezi). Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.

*b) Ticari Veritabanında Yer Alan Yüksek Lisans Ya da Doktora Tezi*

Van Brunt, D. (1997). Networked consumer health information systems (Doctoral dissertation). Available from ProQuest Dissertations and Theses. (UMI No. 9943436)

*c) Kurumsal Veritabanında Yer Alan İngilizce Yüksek Lisans/Doktora Tezi*

Yaylalı-Yıldız, B. (2014). University campuses as places of potential publicness: Exploring the politicals, social and cultural practices in Ege University (Doctoral dissertation). Retrieved from: <http://library.iyte.edu.tr/hizli-erisim/iyte-tez-portali>

*d) Web’de Yer Alan İngilizce Yüksek Lisans/Doktora Tezi*

Tonta, Y. A. (1992). An analysis of search failures in online library catalogs (Doctoral dissertation, University of California, Berkeley). Retrieved from <http://yunus.hacettepe.edu.tr/~tonta/yayinlar/phd/ickapak.html>

*e) Dissertations Abstracts International’da Yer Alan Yüksek Lisans/Doktora Tezi*

Appelbaum, L. G. (2005). Three studies of human information processing: Texture amplification, motion representation, and figure-ground segregation. *Dissertation Abstracts International: Section B. Sciences and Engineering*, 65(10), 5428.

*f) Sempozyum Katkısı*

Krinsky-McHale, S. J., Zigman, W. B., & Silverman, W. (2012, August). Are neuropsychiatric symptoms markers of prodromal Alzheimer’s disease in adults with Down syndrome? In W. B. Zigman (Chair), Predictors of mild cognitive impairment, dementia, and mortality in adults with Down syndrome. Symposium conducted at American Psychological Association meeting, Orlando, FL.

*g) Online Olarak Erişilen Konferans Bildiri Özeti*

Çınar, M., Doğan, D. ve Seferoğlu, S. S. (2015, Şubat). Eğitimde dijital araçlar: Google sınıf uygulaması üzerine bir değerlendirme [Öz]. Akademik Bilişim Konferansında sunulan bildiri, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir. Erişim adresi: <http://ab2015.anadolu.edu.tr/index.php?menu=5&submenu=27>

*h) Düzenli Olarak Online Yayımlanan Bildiriler*

Herculano-Houzel, S., Collins, C. E., Wong, P., Kaas, J. H., & Lent, R. (2008). The basic nonuniformity of the cerebral cortex. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105, 12593–12598. <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.0805417105>

*i) Kitap Şeklinde Yayımlanan Bildiriler*

Schneider, R. (2013). Research data literacy. S. Kurbanoğlu ve ark. (Ed.), *Communications in Computer and Information Science: Vol. 397. Worldwide Communalities and Challenges in Information Literacy Research and Practice içinde* (s. 134–140). Cham, İsviçre: Springer. <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-03919-0>



## YAZARLARA BİLGİ

---

### j) Kongre Bildirisi

Çepni, S., Bacanak A. ve Özsevgeç T. (2001, Haziran). Fen bilgisi öğretmen adaylarının fen branşlarına karşı tutumları ile fen branşlarındaki başarılarının ilişkisi. X. Ulusal Eğitim Bilimleri Kongresi'nde sunulan bildiri, Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu

### Diğer Kaynaklar

#### a) Gazete Yazısı

Toker, Ç. (2015, 26 Haziran). 'Unutma' notları. Cumhuriyet, s. 13.

#### b) Online Gazete Yazısı

Tamer, M. (2015, 26 Haziran). E-ticaret hamle yapmak için tüketiciyi bekliyor. Milliyet. Erişim adresi: <http://www.milliyet>

#### c) Web Page/Blog Post

Bordwell, D. (2013, June 18). David Koepp: Making the world movie-sized [Web log post]. Retrieved from <http://www.davidbordwell.net/blog/page/27/>

#### d) Online Ansiklopedi/Sözlük

Bilgi mimarisi. (2014, 20 Aralık). Vikipedi içinde. Erişim adresi: [http://tr.wikipedia.org/wiki/Bilgi\\_mimarisi](http://tr.wikipedia.org/wiki/Bilgi_mimarisi)

Marcoux, A. (2008). Business ethics. In E. N. Zalta (Ed.), The Stanford encyclopedia of philosophy. Retrieved from <http://plato.stanford.edu/entries/ethics-business/>

#### e) Podcast

Radyo ODTÜ (Yapımcı). (2015, 13 Nisan). Modern sabahlar [Podcast]. Erişim adresi: <http://www.radyoodtu.com.tr/>

#### f) Bir Televizyon Dizisinden Tek Bir Bölüm

Shore, D. (Senarist), Jackson, M. (Senarist) ve Bookstaver, S. (Yönetmen). (2012). Runaways [Televizyon dizisi bölümü]. D. Shore (Baş yapımcı), House M.D. içinde. New York, NY: Fox Broadcasting.

#### g) Müzik Kaydı

Say, F. (2009). Galata Kulesi. İstanbul senfonisi [CD] içinde. İstanbul: Ak Müzik.

## SON KONTROL LİSTESİ

Aşağıdaki listede eksik olmadığından emin olun:

- Editöre mektup
  - Makalenin türü
  - Başka bir dergiye gönderilmemiş olduğu bilgisi
  - Sponsor veya ticari bir firma ile ilişkisi (varsa belirtiniz)
  - Kaynakların APA6'ya göre belirtildiği
  - İngilizce yönünden kontrolünün yapıldığı
  - Yazarlara Bilgide detaylı olarak anlatılan dergi politikalarının gözden geçirildiği
- Telif Hakkı Devir Formu
- Daha önce basılmış materyal (yazı-resim-tablo) kullanılmış ise izin belgesi
- Kapak sayfası
  - Makalenin kategorisi
  - Makale dilinde ve İngilizce başlık

# INFORMATION FOR AUTHORS

---

## DESCRIPTION

Acta INFOLOGICA (ACIN) is the publication of Informatics Department of the Istanbul University. It is an open access, scholarly, peer-reviewed journal published biannually in June and December. The journal was founded in 2017.

## AIM AND SCOPE

ACIN aims to contribute to the scientific community interested in the field of informatics and aims to provide a platform for researchers exploring issues based on the concepts of data-information-knowledge, information and communication technologies and applications. The journal welcomes multidisciplinary studies regarding the field as well.

The areas of study covered in the scope of ACIN are in below;

Intelligent Systems

Information Security and Law

Knowledge Management

Computer Networks

Computer Architecture

Information Systems

Bioinformatics

Geographic Information Systems

E-Applications

Internet Technologies

Decision Support Systems and Business Intelligence

Microcontroller and Applications

Mobile Systems

Modeling and Optimization

Project Management

Social and Digital Media

Data Mining

Database Systems

Artificial Intelligence and Machine Learning

Software Engineering

## EDITORIAL POLICIES AND PEER REVIEW PROCESS

### Publication Policy

The subjects covered in the manuscripts submitted to the Journal for publication must be in accordance with the aim and scope of the journal. The journal gives priority to original research papers submitted for publication.

### General Principles

Only those manuscripts approved by its every individual author and that were not published before in or sent to another journal, are accepted for evaluation.

Submitted manuscripts that pass preliminary control are scanned for plagiarism using iThenticate software. After plagiarism check, the eligible ones are evaluated by editor-in-chief for their originality, methodology, the importance of the subject covered and compliance with the journal scope.

Short presentations that took place in scientific meetings can be referred if indicated in the article. The editor hands over the papers matching the formal rules to at least two national/international referees for evaluation and gives green light for publication upon modification by the authors in accordance with the referees' claims. Changing the name of an author (omission, addition or order) in papers submitted to the Journal requires written permission of all declared authors. Refused manuscripts and graphics are not returned to the author.

---

## INFORMATION FOR AUTHORS

---

### OPEN ACCESS STATEMENT

The journal is an open access journal and all content is freely available without charge to the user or his/her institution. Except for commercial purposes, users are allowed to read, download, copy, print, search, or link to the full texts of the articles in this journal without asking prior permission from the publisher or the author. This is in accordance with the BOAI definition of open access.

The open access articles in the journal are licensed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0) license.

### Article Processing Charge

All expenses of the journal are covered by the Istanbul University. Processing and publication are free of charge with the journal. There is no article processing charges or submission fees for any submitted or accepted articles.

### Peer Review Process

Only those manuscripts approved by its every individual author and that were not published before in or sent to another journal, are accepted for evaluation.

Submitted manuscripts that pass preliminary control are scanned for plagiarism using iThenticate software. After plagiarism check, the eligible ones are evaluated by Editor-in-Chief for their originality, methodology, the importance of the subject covered and compliance with the journal scope. Editor-in-Chief evaluates manuscripts for their scientific content without regard to ethnic origin, gender, sexual orientation, citizenship, religious belief or political philosophy of the authors and ensures a fair double-blind peer review of the selected manuscripts.

The selected manuscripts are sent to at least two national/international referees for evaluation and publication decision is given by Editor-in-Chief upon modification by the authors in accordance with the referees' claims.

Editor-in-Chief does not allow any conflicts of interest between the authors, editors and reviewers and is responsible for final decision for publication of the manuscripts in the Journal.

Reviewers' judgments must be objective. Reviewers' comments on the following aspects are expected while conducting the review.

- Does the manuscript contain new and significant information?
- Does the abstract clearly and accurately describe the content of the manuscript?
- Is the problem significant and concisely stated?
- Are the methods described comprehensively?
- Are the interpretations and conclusions justified by the results?
- Is adequate references made to other Works in the field?
- Is the language acceptable?

Reviewers must ensure that all the information related to submitted manuscripts is kept as confidential and must report to the editor if they are aware of copyright infringement and plagiarism on the author's side.

A reviewer who feels unqualified to review the topic of a manuscript or knows that its prompt review will be impossible should notify the editor and excuse himself from the review process.

The editor informs the reviewers that the manuscripts are confidential information and that this is a privileged interaction. The reviewers and editorial board cannot discuss the manuscripts with other persons. The anonymity of the referees is important.

### COPYRIGHT NOTICE

Authors publishing with the journal retain the copyright to their work licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license (CC BY-NC 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) and grant the Publisher non-exclusive commercial right to publish the work. CC BY-NC 4.0 license permits unrestricted, non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

---

# INFORMATION FOR AUTHORS

---

## PUBLICATION ETHICS AND PUBLICATION MALPRACTICE STATEMENT

Acta INFOLOGICA (ACIN) is committed to upholding the highest standards of publication ethics and pays regard to Principles of Transparency and Best Practice in Scholarly Publishing published by the Committee on Publication Ethics (COPE), the Directory of Open Access Journals (DOAJ), to access the Open Access Scholarly Publishers Association (OASPA), and the World Association of Medical Editors (WAME) on <https://publicationethics.org/resources/guidelines-new/principles-transparency-and-best-practice-scholarly-publishing>. All parties involved in the publishing process (Editors, Reviewers, Authors and Publishers) are expected to agree on the following ethical principles.

All submissions must be original, unpublished (including as full text in conference proceedings), and not under the review of any other publication synchronously. Each manuscript is reviewed by one of the editors and at least two referees under double-blind peer review process. Plagiarism, duplication, fraud authorship/denied authorship, research/data fabrication, salami slicing/salami publication, breaching of copyrights, prevailing conflict of interest are unethical behaviors.

All manuscripts not in accordance with the accepted ethical standards will be removed from the publication. This also contains any possible malpractice discovered after the publication. In accordance with the code of conduct we will report any cases of suspected plagiarism or duplicate publishing.

## RESEARCH ETHICS

Acta INFOLOGICA (ACIN) adheres to the highest standards in research ethics and follows the principles of international research ethics as defined below. The authors are responsible for the compliance of the manuscripts with the ethical rules.

- Principles of integrity, quality and transparency should be sustained in designing the research, reviewing the design and conducting the research.
- The research team and participants should be fully informed about the aim, methods, possible uses and requirements of the research and risks of participation in research.
- The confidentiality of the information provided by the research participants and the confidentiality of the respondents should be ensured. The research should be designed to protect the autonomy and dignity of the participants.
- Research participants should participate in the research voluntarily, not under any coercion.
- Any possible harm to participants must be avoided. The research should be planned in such a way that the participants are not at risk.
- The independence of research must be clear; and any conflict of interest or must be disclosed.
- In experimental studies with human subjects, written informed consent of the participants who decide to participate in the research must be obtained. In the case of children and those under wardship or with confirmed insanity, legal custodian's assent must be obtained.
- If the study is to be carried out in any institution or organization, approval must be obtained from this institution or organization.
- In studies with human subject, it must be noted in the method's section of the manuscript that the informed consent of the participants and ethics committee approval from the institution where the study has been conducted have been obtained.

## AUTHOR RESPONSIBILITIES

It is authors' responsibility to ensure that the article is in accordance with scientific and ethical standards and rules. And authors must ensure that submitted work is original. They must certify that the manuscript has not previously been published elsewhere or is not currently being considered for publication elsewhere, in any language. Applicable copyright laws and conventions must be followed. Copyright material (e.g. tables, figures or extensive quotations) must be reproduced only with appropriate permission and acknowledgement. Any work or words of other authors, contributors, or sources must be appropriately credited and referenced.

All the authors of a submitted manuscript must have direct scientific and academic contribution to the manuscript. The author(s) of the original research articles is defined as a person who is significantly involved in "conceptualization and design of the study", "collecting the data", "analyzing the data", "writing the manuscript", "reviewing the manuscript with a critical perspective" and "planning/conducting the study of the manuscript and/or revising it". Fund raising, data collection or supervision of the research group are not sufficient roles to be accepted as an author. The author(s) must meet all these criteria described above. The order of names in the author list of an article must be a co-decision and it must be indicated in the Copyright Transfer Form. The individuals who do not meet the authorship criteria but contributed to the study must take place in the acknowledgement section. Individuals providing technical support, assisting writing, providing a general support, providing material or financial support are examples to be indicated in acknowledgement section.

---

## INFORMATION FOR AUTHORS

---

All authors must disclose all issues concerning financial relationship, conflict of interest, and competing interest that may potentially influence the results of the research or scientific judgment.

When an author discovers a significant error or inaccuracy in his/her own published paper, it is the author's obligation to promptly cooperate with the Editor to provide retractions or corrections of mistakes.

### RESPONSIBILITY FOR THE EDITOR AND REVIEWERS

Editor-in-Chief evaluates manuscripts for their scientific content without regard to ethnic origin, gender, sexual orientation, citizenship, religious belief or political philosophy of the authors. He/She provides a fair double-blind peer review of the submitted articles for publication and ensures that all the information related to submitted manuscripts is kept as confidential before publishing.

Editor-in-Chief is responsible for the contents and overall quality of the publication. He/She must publish errata pages or make corrections when needed.

Editor-in-Chief does not allow any conflicts of interest between the authors, editors and reviewers. Only he has the full authority to assign a reviewer and is responsible for final decision for publication of the manuscripts in the Journal.

Reviewers must have no conflict of interest with respect to the research, the authors and/or the research funders. Their judgments must be objective.

Reviewers must ensure that all the information related to submitted manuscripts is kept as confidential and must report to the editor if they are aware of copyright infringement and plagiarism on the author's side.

A reviewer who feels unqualified to review the topic of a manuscript or knows that its prompt review will be impossible should notify the editor and excuse himself from the review process.

The editor informs the reviewers that the manuscripts are confidential information and that this is a privileged interaction. The reviewers and editorial board cannot discuss the manuscripts with other persons. The anonymity of the referees must be ensured. In particular situations, the editor may share the review of one reviewer with other reviewers to clarify a particular point.

### MANUSCRIPT ORGANIZATION

#### LANGUAGE

The language of the journal is both Turkish and American English.

#### Manuscript Organization and Submission

All correspondence will be sent to the first-named author unless otherwise specified. Manuscript is to be submitted online via <http://dergipark.gov.tr/login> that can be accessed at <http://acin.istanbul.edu.tr> and it must be accompanied by a title page specifying the article category (i.e. research article, review etc.) and including information about the manuscript (see the Submission Checklist) and cover letter to the editor. Manuscripts should be prepared in Microsoft Word 2003 and upper versions. In addition, Copyright Transfer Form that has to be signed by all authors must be submitted.

1. Use ACIN article document as a template if you are using Microsoft Word 6.0 or upper versions. Otherwise, use this document as an instruction set.
  2. The first letters of words in the article title should be written in uppercase; the entire title should not be capitalized. Avoid writing formulas in the title. Do not write "(Invited)" or similar expressions in the title.
  3. The abstract must be between 150–250 words and written as one paragraph. It should not contain displayed mathematical equations or tabular material. The abstract should include three or four different keywords or phrases, as this will help readers to find it. It is important to avoid over-repetition of such phrases as this can result in a page being rejected by search engines. Ensure that your abstract reads well and is grammatically correct.
  4. Underneath the abstracts, 3 keywords that inform the reader about the content of the study should be specified. Keywords must be defined by taking into consideration authorities like "TR Dizin Anahtar Terimler Listesi", "Medical Subject Headings", "CAB
-

## INFORMATION FOR AUTHORS

---

Theasarus”, “JISCT, “ERIC”, etc.

5. The manuscripts should contain mainly these components: title, abstract and keywords; sections, references, tables and figures.
6. A title page including author information must be submitted together with the manuscript. The title page is to include fully descriptive title of the manuscript and, affiliation, title, e-mail address, ORCID, postal address, phone, mobile phone and fax number of the author(s) (see The Submission Checklist).
7. References should be prepared as APA 6th edition.

### REFERENCES

#### Reference Style and Format

Acta INFOLOGICA (ACIN) complies with APA (American Psychological Association) style 6th Edition for referencing and quoting. For more information:

- American Psychological Association. (2010). Publication manual of the American Psychological Association (6<sup>th</sup> ed.). Washington, DC: APA.
- <http://www.apastyle.org>

Accuracy of citation is the author’s responsibility. All references should be cited in text. Reference list must be in alphabetical order. Type references in the style shown below.

#### Citations in the Text

Citations must be indicated with the author surname and publication year within the parenthesis.

If more than one citation is made within the same paranthesis, separate them with (;).

#### Samples:

*More than one citation;*

(Esin, et al., 2002; Karasar, 1995)

*Citation with one author;*

(Akyolcu, 2007)

*Citation with two authors;*

(Saymer & Demirci, 2007)

*Citation with three, four, five authors;*

First citation in the text: (Ailen, Ciembrune, & Welch, 2000) Subsequent citations in the text: (Ailen, et al., 2000)

*Citations with more than six authors;*

(Çavdar, et al., 2003)

#### Citations in the Reference

All the citations done in the text should be listed in the References section in alphabetical order of author surname without numbering. Below given examples should be considered in citing the references.

#### Basic Reference Types

##### Book

###### a) Turkish Book

Karasar, N. (1995). *Araştırmalarda rapor hazırlama* (8<sup>th</sup> ed.) [Preparing research reports]. Ankara, Turkey: 3A Eğitim Danışmanlık Ltd.

###### b) Book Translated into Turkish

Mucchielli, A. (1991). *Zihniyetler* [Mindsets] (A. Kotil, Trans.). İstanbul, Turkey: İletişim Yayınları.

###### c) Edited Book

Ören, T., Üney, T., & Çölkesen, R. (Eds.). (2006). *Türkiye bilişim ansiklopedisi* [Turkish Encyclopedia of Informatics]. İstanbul, Turkey: Papatya Yayıncılık.

###### d) Turkish Book with Multiple Authors

Tonta, Y., Bitirim, Y., & Sever, H. (2002). *Türkçe arama motorlarında performans değerlendirme* [Performance evaluation in Turkish search engines]. Ankara, Turkey: Total Bilişim.

###### e) Book in English

Kamien R., & Kamien A. (2014). *Music: An appreciation*. New York, NY: McGraw-Hill Education.

###### f) Chapter in an Edited Book

Bassett, C. (2006). Cultural studies and new media. In G. Hall & C. Birchall (Eds.), *New cultural studies: Adventures in theory* (pp. 220–237). Edinburgh, UK: Edinburgh University Press.

---

## INFORMATION FOR AUTHORS

---

### g) Chapter in an Edited Book in Turkish

Erkmen, T. (2012). Örgüt kültürü: Fonksiyonları, öğeleri, işletme yönetimi ve liderlikteki önemi [Organization culture: Its functions, elements and importance in leadership and business management]. In M. Zencirkiran (Ed.), *Örgüt sosyolojisi* [Organization sociology] (pp. 233–263). Bursa, Turkey: Dora Basım Yayın.

### h) Book with the same organization as author and publisher

American Psychological Association. (2009). *Publication manual of the American psychological association* (6<sup>th</sup> ed.). Washington, DC: Author.

## Article

### a) Turkish Article

Mutlu, B., & Savaşer, S. (2007). Çocuğu ameliyat sonrası yoğun bakımda olan ebeveynlerde stres nedenleri ve azaltma girişimleri [Source and intervention reduction of stress for parents whose children are in intensive care unit after surgery]. *Istanbul University Florence Nightingale Journal of Nursing*, 15(60), 179–182.

### b) English Article

de Cillia, R., Reisigl, M., & Wodak, R. (1999). The discursive construction of national identity. *Discourse and Society*, 10(2), 149–173. <http://dx.doi.org/10.1177/0957926599010002002>

### c) Journal Article with DOI and More Than Seven Authors

Lal, H., Cunningham, A. L., Godeaux, O., Chlibek, R., Diez-Domingo, J., Hwang, S.-J. ... Heineman, T. C. (2015). Efficacy of an adjuvanted herpes zoster subunit vaccine in older adults. *New England Journal of Medicine*, 372, 2087–2096. <http://dx.doi.org/10.1056/NEJMoa1501184>

### d) Journal Article from Web, without DOI

Sidani, S. (2003). Enhancing the evaluation of nursing care effectiveness. *Canadian Journal of Nursing Research*, 35(3), 26–38. Retrieved from <http://cjr.mcgill.ca>

### e) Journal Article with DOI

Turner, S. J. (2010). Website statistics 2.0: Using Google Analytics to measure library website effectiveness. *Technical Services Quarterly*, 27, 261–278. <http://dx.doi.org/10.1080/07317131003765910>

### f) Advance Online Publication

Smith, J. A. (2010). Citing advance online publication: A review. *Journal of Psychology*. Advance online publication. <http://dx.doi.org/10.1037/a45d7867>

### g) Article in a Magazine

Henry, W. A., III. (1990, April 9). Making the grade in today's schools. *Time*, 135, 28–31.

## Doctoral Dissertation, Master's Thesis, Presentation, Proceeding

### a) Dissertation/Thesis from a Commercial Database

Van Brunt, D. (1997). *Networked consumer health information systems* (Doctoral dissertation). Available from ProQuest Dissertations and Theses database. (UMI No. 9943436)

### b) Dissertation/Thesis from an Institutional Database

Yaylı-Yıldız, B. (2014). *University campuses as places of potential publicness: Exploring the political, social and cultural practices in Ege University* (Doctoral dissertation). Retrieved from <http://library.iyte.edu.tr/hizli-erisim/iyte-tez-portali>

### c) Dissertation/Thesis from Web

Tonta, Y. A. (1992). *An analysis of search failures in online library catalogs* (Doctoral dissertation, University of California, Berkeley). Retrieved from <http://yunus.hacettepe.edu.tr/~tonta/yayinlar/phd/ickapak.html>

### d) Dissertation/Thesis abstracted in Dissertations Abstracts International

Appelbaum, L. G. (2005). Three studies of human information processing: Texture amplification, motion representation, and figure-ground segregation. *Dissertation Abstracts International: Section B. Sciences and Engineering*, 65(10), 5428.

### e) Symposium Contribution

Krinsky-McHale, S. J., Zigman, W. B., & Silverman, W. (2012, August). Are neuropsychiatric symptoms markers of prodromal Alzheimer's disease in adults with Down syndrome? In W. B. Zigman (Chair), *Predictors of mild cognitive impairment, dementia, and mortality in adults with Down syndrome*. Symposium conducted at the meeting of the American Psychological Association, Orlando, FL.

### f) Conference Paper Abstract Retrieved Online

Liu, S. (2005, May). *Defending against business crises with the help of intelligent agent based early warning solutions*. Paper presented at the Seventh International Conference on Enterprise Information Systems, Miami, FL. Abstract retrieved from [http://www.iccis.org/iccis2005/abstracts\\_2005.htm](http://www.iccis.org/iccis2005/abstracts_2005.htm)

### g) Conference Paper - In Regularly Published Proceedings and Retrieved Online

Herculano-Houzel, S., Collins, C. E., Wong, P., Kaas, J. H., & Lent, R. (2008). The basic nonuniformity of the cerebral cortex. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105, 12593–12598. <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.0805417105>

### h) Proceeding in Book Form

## INFORMATION FOR AUTHORS

---

Parsons, O. A., Pryzwansky, W. B., Weinstein, D. J., & Wiens, A. N. (1995). Taxonomy for psychology. In J. N. Reich, H. Sands, & A. N. Wiens (Eds.), *Education and training beyond the doctoral degree: Proceedings of the American Psychological Association National Conference on Postdoctoral Education and Training in Psychology* (pp. 45–50). Washington, DC: American Psychological Association.

### i) Paper Presentation

Nguyen, C. A. (2012, August). *Humor and deception in advertising: When laughter may not be the best medicine*. Paper presented at the meeting of the American Psychological Association, Orlando, FL.

### Other Sources

#### a) Newspaper Article

Browne, R. (2010, March 21). This brainless patient is no dummy. *Sydney Morning Herald*, 45.

#### b) Newspaper Article with no Author

New drug appears to sharply cut risk of death from heart failure. (1993, July 15). *The Washington Post*, p. A12.

#### c) Web Page/Blog Post

Bordwell, D. (2013, June 18). David Koepp: Making the world movie-sized [Web log post]. Retrieved from <http://www.davidbordwell.net/blog/page/27/>

#### d) Online Encyclopedia/Dictionary

Ignition. (1989). In *Oxford English online dictionary* (2<sup>nd</sup> ed.). Retrieved from <http://dictionary.oed.com>

Marcoux, A. (2008). Business ethics. In E. N. Zalta (Ed.). *The Stanford encyclopedia of philosophy*. Retrieved from <http://plato.stanford.edu/entries/ethics-business/>

#### e) Podcast

Dunning, B. (Producer). (2011, January 12). *inFact: Conspiracy theories* [Video podcast]. Retrieved from <http://itunes.apple.com/>

#### f) Single Episode in a Television Series

Egan, D. (Writer), & Alexander, J. (Director). (2005). Failure to communicate. [Television series episode]. In D. Shore (Executive producer), *House*; New York, NY: Fox Broadcasting.

#### g) Music

Fuchs, G. (2004). Light the menorah. On *Eight nights of Hanukkah* [CD]. Brick, NJ: Kid Kosher.

## SUBMISSION CHECKLIST

Ensure that the following items are present:

- Cover letter to the editor
    - The category of the manuscript
    - Confirming that “the paper is not under consideration for publication in another journal”.
    - Including disclosure of any commercial or financial involvement.
    - Confirming that last control for fluent English was done.
    - Confirming that journal policies detailed in Information for Authors have been reviewed.
    - Confirming that the references cited in the text and listed in the references section are in line with APA 6.
  - Copyright Transfer Form
  - Permission of previous published material if used in the present manuscript
  - Title page
    - The category of the manuscript
    - The title of the manuscript
    - All authors’ names and affiliations (institution, faculty/department, city, country),
    - e-mail addresses
    - Corresponding author’s email address, full postal address, telephone and fax number
    - ORCIDs of all authors.
  - Main Manuscript Document
    - The title of the manuscript
    - Abstract (150-250 words)
    - Key words: 3 words
    - Grant support (if exists)
    - Conflict of interest (if exists)
    - Acknowledgement (if exists)
    - References
    - All tables, illustrations (figures) (including title, explanation, captions)
-



# TELİF HAKKI DEVİR FORMU / COPYRIGHT TRANSFER FORM



Dergi adı: Acta Infologica  
Journal name: Acta Infologica

Istanbul University  
İstanbul Üniversitesi

Telif Hakkı Anlaşması Formu  
Copyright Agreement Form

Sorumlu Yazar Responsible/Corresponding Author	
Makalenin Başlığı Title of Manuscript	
Kabul Tarihi Acceptance Date	
Yazarların Listesi List of Authors	

Sıra No	Adı-Soyadı Name - Surname	E-Posta E-Mail	İmza Signature	Tarih Date
1				
2				
3				
4				
5				

Makalenin türü (Araştırma makalesi, Derleme, v.b.) Manuscript Type (Research Article, Review, etc.)
--

Sorumlu Yazar:  
Responsible/Corresponding Author:

Çalıştığı kurum University/company/institution	
Posta adresi Address	
E-posta E-mail	
Telefon no; GSM no Phone; mobile phone	

**Yazar(lar) aşağıdaki hususları kabul eder:**  
Sunulan makalenin yazar(lar)ın orijinal çalışması olduğunu ve intihal yapmadıklarını,  
Tüm yazarların bu çalışmaya aslı olarak katılmış olduklarını ve bu çalışma için her türlü sorumluluğu aldıklarını,  
Tüm yazarların sunulan makalenin son halini gördüklerini ve onayladıklarını,  
Makalenin başka bir yerde basılmadığını veya basılmak için sunulmadığını,  
Makalede bulunan metnin, şekillerin ve dokümanların diğer şahıslara ait olan Telif Haklarını ihlal etmediğini kabul ve taahhüt ederler.  
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ'nin bu fikri eseri, Creative Commons Atıf-GayriTicari 4.0 Uluslararası (CC BY-NC 4.0) lisansı ile yayınlamasına izin verirler. Creative Commons Atıf-GayriTicari 4.0 Uluslararası (CC BY-NC 4.0) lisansı, eserin ticari kullanım dışında her boyut ve formatta paylaşılmasına, kopyalanmasına, çoğaltılmasına ve orijinal esere uygun şekilde atıfta bulunmak kaydıyla yeniden düzenleme, dönüştürme ve eserin üzerine inşa etme dâhil adapte edilmesine izin verir.  
Yazar(lar)ın veya varsa yazar(lar)ın işverenin telif dâhil patent hakları, fikri mülkiyet hakları saklıdır.  
Ben/Biz, telif hakkı ihlali nedeniyle üçüncü şahıslarla vuku bulacak hak talebi veya açılacak davalarda İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ ve Dergi Editörlerinin hiçbir sorumluluğunun olmadığını, tüm sorumluluğun yazarlara ait olduğunu taahhüt ederim/ederiz.  
Ayrıca Ben/Biz makalede hiçbir suç unsuru veya kanuna aykırı ifade bulunmadığını, araştırma yapılırken kanuna aykırı herhangi bir malzeme ve yöntem kullanılmadığını taahhüt ederim/ederiz.  
Bu Telif Hakkı Anlaşması Formu tüm yazarlar tarafından imzalanmalıdır/onaylanmalıdır. Form farklı kurumlarda bulunan yazarlar tarafından ayrı kopyalar halinde doldürülerek sunulabilir. Ancak, tüm imzaların orijinal veya kanıtlanabilir şekilde onaylı olması gerekir.

**The author(s) agrees that:**  
The manuscript submitted is his/her/their own original work and has not been plagiarized from any prior work,  
all authors participated in the work in a substantive way and are prepared to take public responsibility for the work,  
all authors have seen and approved the manuscript as submitted,  
the manuscript has not been published and is not being submitted or considered for publication elsewhere,  
the text, illustrations, and any other materials included in the manuscript do not infringe upon any existing copyright or other rights of anyone.  
İSTANBUL UNIVERSITY will publish the content under Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0) license that gives permission to copy and redistribute the material in any medium or format other than commercial purposes as well as remix, transform and build upon the material by providing appropriate credit to the original work.  
The Contributor(s) or, if applicable the Contributor's Employer, retain(s) all proprietary rights in addition to copyright, patent rights.  
I/We indemnify İSTANBUL UNIVERSITY and the Editors of the Journals, and hold them harmless from any loss, expense or damage occasioned by a claim or suit by a third party for copyright infringement, or any suit arising out of any breach of the foregoing warranties as a result of publication of my/our article. I/We also warrant that the article contains no libelous or unlawful statements and does not contain material or instructions that might cause harm or injury.  
This Copyright Agreement Form must be signed/ratified by all authors. Separate copies of the form (completed in full) may be submitted by authors located at different institutions; however, all signatures must be original and authenticated.

Sorumlu Yazar; Responsible/Corresponding Author	İmza / Signature	Tarih / Date
		...../...../.....

