



# ACTA INFOLOGICA (ACIN)

JUNE, 2022  
Volume: 6 | Issue: 1

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  
EBSCO Applied Sciences Source Ultimate  
Erih Plus  
DOAJ  
Bielefeld Academic Search Engine (BASE)  
OpenAIRE  
ResearchBib  
ASOS Index





Acta INFOLOGICA (ACIN) | ISSN: 2602-3563

**Haziran (June) 2022**  
**Cilt (Volume): 6 | Sayı (Issue): 1**

---

**Sahibi / Owner**

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

**Sorumlu Yazı İşleri Müdürü / Responsible Manager**

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

**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 Öney 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. Mehpere 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 - Texas A&M Üniversitesi, Dekan Yardımcısı, Akademik İlişkiler, Texas, ABD  
- [ssharma@tamut.edu](mailto:ssharma@tamut.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

Algoritmik düşünme becerisi insanoğlunun beceriler portföyünde en kıymetli olanıdır. İnsanlık tarihi boyunca bu beceriyi doğru kullanmak başta insanların hayatta kalmasını sağlarken, aslında doğru karar vermenin temelinde yatan şeydir. Günümüzde böyle bir beceriyi makinelere kazandırmak en büyük çabalardan birisidir. İnsan davranışını modelleyen bir algoritma doğru ve yeterli veri ile beslenirse, kaynaklık ettiği sistem insana has özellikler sergileme eğiliminde olmaya başlar. Yapay zeka ve onun alt dalı olan makine öğrenmesi teknolojilerinin günümüzde sosyoekonomik yaşamın her alanında uygulanması, veriden değer üretmeye dayalı bir ekonomik düzenin tesisine de katkı sağlamaktadır. Günümüz işletmeleri için hayatta kalmak ve varlığını sürdürmek, böyle bir ekonomik düzen konusunda rekabet etmek için hazır olmayı gerektirir.

Sevgili okuyucular, yayın kurumumuzun katkıları, yazı kurumumuzun özverili çalışmaları ve değerli hakemlerimizin titiz incelemeleri ile oluşan dergimizin Haziran sayısında yer alan birbirinden değerli çalışmaları ilgi ile okuyacağınızı ve onlardan yararlanacağınızı ümit ediyoruz.

Sağlıkla kalın ve bizi takip etmeye devam edin!

## Preface

Dear readers,

The ability to think algorithmically is one of the most valuable skills in humankind's portfolio. While the proper use of this skill has primarily ensured people's survival throughout the history of humanity, it is actually the basis for making right decisions. These days, bringing such a skill to machines has been one of human's greatest efforts. If an algorithm that models human behavior is fed with correct and sufficient data, the system it originates from will tend to exhibit human-specific features. The application of artificial intelligence and its sub-branch of machine learning technologies in all areas of socioeconomic life currently also contributes to establishing an economic order based on generating value from data. The survival and sustainability of today's businesses require being prepared to compete in such an economic order.

We hope that you will read the June issue of our journal with interest and benefit from the valuable studies found within that consist of the contributions and devoted work of our editorial board and the meticulous reviews from our valuable referees.

Stay healthy and keep following us!

## CONTENTS / İÇİNDEKİLER

### Research Articles / Araştırma Makaleleri

- An Empirical Study on Strategic Alignment of Enterprise Systems  
*Kurumsal Sistemlerin Stratejik Hizalanması Üzerine Ampirik Bir Çalışma*  
**Nazım Taşkın, Jacques Verville, Maggie (Ji) Yu** ..... 1
- Usability Evaluation of the Online Skill Assessment Tool  
*Online Beceri Değerlendirme Aracının Kullanılabilirliğinin Değerlendirilmesi*  
**Merve Yıldız, Muhammet Berigel, Furkan Kalyoncu, Özlem Özgenç** ..... 19
- Mathematical Modeling and Optimization of Supply Chain for Bioethanol  
**Yunzile Dzhelil, T. Mihalev, B. Ivanov, D. Dobrudzhaliyev** ..... 33
- Derin Öğrenme (CNN, RNN, LSTM, GRU) Kullanarak Protein İkincil Yapı Tahmini  
*Using Deep Learning (CNN, RNN, LSTM, GRU) methods for the prediction of Protein Secondary Structure*  
**Ezgi Çakmak, İhsan Hakan Selvi** ..... 43
- Otomatik Gerilim Regülatör Sistemi için Deniz Yırtıcıları Algoritmasının Performans Analizi  
*Performance Analysis of Marine Predators Algorithm for Automatic Voltage Regulator System*  
**Zeynep Garip, Murat Erhan Çimen, Ali Fuat Boz** ..... 53
- Metin Madenciliği Yöntemiyle Dijital Katılım Analizi ve 2017 Türkiye Sosyal Medya Referandumu  
*Analysis of Digital Participation with Text Mining Method and 2017 Turkey Social Media Referendum*  
**Serkan Savaş** ..... 65
- Türkiye’de Sosyal ve Dijital Girişimcilik: Veri Kazıma Teknikleriyle Kitle Fonlaması Platformlarının İçerik Analizi  
*Social and Digital Entrepreneurship in Turkey: Content Analysis of Crowdfunding Platforms with Data Scraping Techniques*  
**Murat Kılınç, Can Aydın, Çiğdem Tarhan** ..... 83
- Forty Years of Management Information Systems From the Window of MIS Quarterly  
*MIS Quarterly Penceresinden Yönetim Bilişim Sistemlerinin Kırk Yılı*  
**Muhammet Damar, Güzin Özdağoğlu** ..... 99
- Görüntü İşleme Teknikleri ve Kelime Benzerliklerinin Ağırlıkları Algoritması Kullanılarak Geleneksel Sınavların Değerlendirilmesi  
*Grading Traditional Exams Using Image Processing Techniques and the Word Similarity Weights Algorithm*  
**Yahya Gedik, Serdar Solak, Mustafa Hikmet Bilgehan Uçar** ..... 127





# An Empirical Study on Strategic Alignment of Enterprise Systems

## Kurumsal Sistemlerin Stratejik Hizalanması Üzerine Ampirik Bir Çalışma

Nazım Taşkın<sup>1</sup> , Jacques Verville<sup>2</sup> , Maggie (Ji) Yu<sup>3</sup> 



\*This submission appeared as part of Nazım Taşkın's doctoral thesis, titled "Flexibility and strategic alignment of enterprise resource planning systems with business strategies: An empirical study" with advisor Jacques Verville. This study was presented orally at the "Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS) - 47" and "23rd International Conference on Enterprise Systems, Accounting and Logistics (ICESAL)" conferences..

<sup>1</sup>(Assist. Prof.), Bogazici University, Academy of Applied Sciences, Department of Management Information Systems, Istanbul, Türkiye  
<sup>2</sup>(Prof. Dr.), Consultant - USA  
<sup>3</sup>(PhD Student), Massey University, School of Management, Auckland, New Zealand

ORCID: N.T. 0000-0002-5327-9012;  
J.V. 0000-0003-2578-3905;  
M.Y. 0000-0001-8921-8898

**Corresponding author:**  
Nazım TAŞKIN  
Bogazici University, Academy of Applied Sciences, Department of Management Information Systems, Istanbul, Türkiye  
**E-mail address:** nazim.taskin@boun.edu.tr

**Submitted:** 27.02.2022  
**Revision Requested:** 25.03.2022  
**Last Revision Received:** 27.03.2022  
**Accepted:** 28.03.2022  
**Published Online:** 28.04.2022

**Citation:** Taskin, N., Verville, J., & Yu, M. (2022). An empirical study on strategic alignment of enterprise systems. *Acta Infologica*, 6(1), 1-18. <https://doi.org/10.26650/acin.1079619>

### ABSTRACT

This study examines the relationship between business strategy, ES strategy, strategic alignment of these strategies, flexibility and the business performance. The study examines alignment as a matching approach. A questionnaire survey was conducted to gather data from North American participants from service and manufacturing industries. The Partial Least Squares (PLS) method that is a Structured Equation Modeling (SEM) based statistical tool was used for analyzing the data. The study results show alignment has a significant and positive impact on performance. The alignment mediates the relationship between strategic flexibility of ERP and business performance. In order for ES to contribute to business value or performance, ES strategies need to be aligned with business strategies. The main limitations of this study include sample size (N=92) and possibly the nature of the data as the study uses cross-sectional data rather than a longitudinal study. The study results can help managers and practitioners to prioritize their ES plans and investments. The practitioner-oriented version of the instrument of this study and the methods can be used to continuously assess the organizations' realized business strategy instead of planned strategies, especially when there is a shift in the business environment.

**Keywords:** Enterprise Systems, Strategic Alignment, Strategic Flexibility, Performance, Enterprise Resource Planning

### ÖZ

Bu çalışma, iş stratejisi, ES stratejisi, bu stratejilerin stratejik uyumu, esneklik ve iş performansı arasındaki ilişkiyi incelemektedir. Çalışma, eşleştirme yaklaşımı olarak hizalamayı incelemektedir. Çalışmada hizmet ve imalat endüstrilerinden Kuzey Amerikalı katılımcılardan veri toplamak için bir anket çalışması kullanılmıştır. Verilerin analizinde Yapılandırılmış Eşitlik Modelleme (SEM) tabanlı bir istatistiksel araç olan Kısmi En Küçük Kareler (PLS) yöntemi kullanılmıştır. Çalışma sonuçları, uyumun performans üzerinde önemli ve olumlu bir etkisi olduğunu göstermektedir. Hizalama, ERP'nin stratejik esnekliği ile iş performansı arasındaki ilişkiye aracılık eder. ES'nin iş değerine veya performansına katkıda bulunması için ES stratejilerinin iş stratejileriyle uyumlu olması gerekir. Bu çalışmanın ana sınırlamaları, örneklem büyüklüğünü (N=92) ve çalışma boyutsal bir çalışma yerine kesitsel verileri kullandığından muhtemelen verilerin çeşidini içerir. Çalışma sonuçları, yöneticilerin ve uygulayıcıların ES planlarına ve yatırımlarına öncelik vermelerine yardımcı olabilir. Bu çalışmanın aracının uygulayıcı odaklı versiyonu ve yöntemler, özellikle iş ortamında bir değişiklik olduğunda, kuruluşların planlanan strateji yerine gerçekleştirdiği iş stratejisini sürekli olarak değerlendirmek için kullanılabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Kurumsal Sistemler, Stratejik Hizalama, Stratejik Esneklik, Performans, Kurumsal Kaynak Planlama

## 1. Introduction

In today's business world, filled with continuous changes, intense competition and uncertainties, companies either adapt to new conditions or their businesses fail (Kirmizi & Kocaoglu, 2020). To respond to the changing environment and to remain competitive, organizations need to continuously improve their business practices, procedures and their outputs (Kirmizi & Kocaoglu, 2020; Umble, Haft, & Umble, 2003). Information Systems (IS) or Enterprise Systems (ES) technology for many organizations has provided the opportunity for organizations to improve the way they do business (Uysal & Cetinkaya, 2021). The role of ES has been evolving from automating information-based processes to enhancing management efficiency, and to improving competitive advantages (Malik & Khan, 2021; Ward & Peppard, 2002). Besides, many organizations use ES to collaborate with other organizations. Market pressure, technological developments, and other business trends have pushed organizations to collaborate more, thereby improving their business practices (Stefanou, 2001). Collaboration requires integrated systems for better sharing of resources as well as information with other relevant parties including customers, suppliers, and distributors (Umble et al., 2003).

Enterprise Resource Planning (ERP) systems, a further development of ES, enable collaboration by integrating various business processes and functions, and lead to improved decision making by providing access to real-time data across different departments and units. The benefits of ERP include reduced resource consumption and throughput time; improved planning and delivery time; better product and service quality; reliable data and standardized reporting; improved communication, collaboration and customer satisfaction; and improved productivity and efficiency (Kirmizi & Kocaoglu, 2020; Sadrzadehrafiei et al., 2013). There are two types of ERP systems: On-premise ERP is deployed in the internal IT environment of an organization; and Cloud-based ERP is deployed in a Cloud environment (Gupta, Kumar, Singh, Foropon, & Chandra, 2018). Compared to on-premise ERP systems, still highly used (Ozbek, Yıldız, & Alan, 2021), Cloud-based ERP offers advantages such as considerably reduced costs and improved agility and flexibility (AlBar & Hoque, 2019; Motalab & Shohag, 2011).

While traditional software is relatively easy to choose, install, and gain quick benefits, ERP systems are different. Because of their structure, it is sophisticated and difficult to succeed (Chaveesuk & Hongsuwan, 2017). Research shows that few ERP systems are successful, and more than 50% of them encounter problems, such as budget exceeding and duration overruns in the ERP projects, and fail or conflict with organizations' strategic objectives (Chaveesuk & Hongsuwan, 2017; Panorama, 2016; Stefanou, 2001). Success of systems like ERP depends on a high degree of functional integration and the alignment with organizational strategies. When alignment is strategic, it can have a positive impact on performance (Al-Surmi, Cao, & Duan, 2020; Wu, Straub, & Liang, 2015). According to Reich and Benbasat (1996), alignment is the "linkage" and "the degree to which the IT mission, objectives, and plans support and are supported by the business mission, objectives, and plans" (p. 56). Alignment is related to the "synergy", "fit", and "integration" between business and IS/ES strategies (Chung, Rainer Jr., & Lewis, 2003; Hirscheim & Sabherwal 2001). We define ES alignment as the linkage level of ES functionalities that support business strategies to reach predetermined business objectives.

ES alignment is also associated with ES and ERP flexibility. According to Duncan (1995) flexibility refers to "the ability of a resource to be used for more than one end product" (p. 42). A flexible ERP system provides the adaptation of business processes, which supports a variety of strategies and ensures rapid response to continuous changes of business demands (Pasaribu, 2016). In today's dynamic environment, ERP flexibility is critical for organizational performance and success. In this study we examine flexibility from a strategic point of view under ERP concept, which is also associated with ES in general. This strategic ERP flexibility enhances the capabilities of an organization to respond to the needs of the business environment through effective and supportive use of ES. It enables organizations to generate state-of-the-art solutions, introduce new products or services when opportunity appears (Carignani & Seifert, 2000), observe competitors behaviors, identify and evaluate new business opportunities, apply changes based on business requirements and have lessons learned (Tian, Wang, Chen, & Johansson, 2009; Bowman & Hurry, 1993; Brozovic, 2018; Matalamäki & Joensuu-Salo, 2021). Since ERP is a strategic ES, flexibility of its nature from the strategic point of view would have an impact on alignment.

Because of its potential implications, researchers and practitioners have considered alignment as a top priority of organizations (Chan & Reich, 2007; Gerow, Grover, Thatcher, & Roth, 2014; Kappelman, McLean, Luftman, & Johnson, 2013). However,

historically, organizations experienced difficulties in achieving alignment as it is a complicated and multi-dimensional construct (Johnson & Lederer, 2010). The complex nature of the alignment and performance connection requires deeper examination because such concepts do not usually exhibit a simple independent-dependent variable relationship. Researchers need to focus on lower-level models about any type of ES alignment rather than concentrate on a generic model in the dynamic, global, and competitive business environment (Loukis, Sapounas, & Aivalis, 2010). Accordingly, this study examines the strategic alignment of business strategies and ES, and their relationship with the strategic ES/ERP flexibility.

Drawing on contingency theory, this study is a systematic extension of previous seminal works by Venkatraman (1989), Chan (1992), Chan, Huff, Barclay, & Copeland (1997), and Sabherwal and Chan (2001), and comprises three key objectives: (1) use and validate an instrument to measure business strategy, ERP strategy, strategic fit between ERP strategy, business strategy and business performance; and (2) identify the impact of strategic ERP flexibility on alignment of business strategies and ES as well as on business performance. The explicitly stated research questions are: What is the impact of strategic alignment and flexibility on performance?

This paper is organized as follows: the next section introduces the theories underpinning this study and analyzes the alignment, strategic ERP flexibility, and performance literature, as well as the theoretical model; the third section documents the methodology mentioning the design of the study; and the fourth section provides the results of our study. In the last section, the paper is finalized with a discussion and conclusion section.

## 2. Literature Review

### 2.1 ERP Systems

ERP systems integrate both the functions and processes of organizations to create a seamless, and more effective and efficient approach for their operations (Gupta et al., 2018). They help organizations collect, manage, analyze, and record data from various sources (Gupta, Qian, Bhushan, & Luo, 2019). In today's business circumstances, deploying ERP systems is required due to the intense competition, continuous changing and uncertain natures of markets (Shukla, Agarwal, & Shukla, 2012).

In general, there are two types of ERP systems: i) On-premise ERP system is deployed in the internal IT environment of an organization. It requires substantial investments of the organization on hardware and software as well as on maintenance and services; and 2) Cloud-based ERP solution is deployed in a Cloud computing environment (Gupta et al., 2018). Cloud computing refers to “a model for enabling flexible, on-demand network access to a shared pool of configurable computing resources that are delivered and released with minimal management effort from the client side, and with minimal need for client and service-provider interaction” (Demi & Haddara, 2018, p.589). It enables organizations to deploy and run applications more rapidly, and to access and share data and resources to achieve coherence (Gupta et al., 2019). With the advent of Cloud computing, organizations are increasingly moving their on-premise ERP systems into Cloud-based solutions (AlBar & Hoque, 2019). Cloud ERP systems provide advantages such as lower deployment and maintenance costs, fast execution, and improved agility, allowing organizations to deal with the uncertainties and fluctuations in the markets and gain competitive advantages (Motalab & Shohag, 2011; Gupta et al., 2019).

### 2.2 Contingency Theory

Contingency theory contends that the outcomes of an organization are the results of the level of fit between two or more factors (i.e., structure and process, and context) (Ghasemaghaei, Hassanein, & Turel, 2017; Goodhue & Thompson, 1995). That is, the organizational structure and process must fit its context (e.g., the characteristics of the organizational culture, environment, technology, size, or task) (Drazin & Van de Ven, 1985). Studies on strategic alignment illustrate that the fit between these factors leads to advanced performance, whereas misalignment causes performance decrease (Al-Surmi et al., 2020; Oh & Pinsonneault, 2007; Wu et al., 2015).

Drazin and Van de Ven (1985) define three approaches to the fit/alignment: i) selection approach proposes that fit is the presumed assumption underlying congruence between context and structure; ii) interaction approach (i.e., bivariate interaction) suggests that fit is the interaction of relevant organizational context-structure factors and their impact on performance; and

iii) systems approach considers that fit is the uniformity of multiple contingencies along with structural characteristics affecting performance.

Contingency theory is the foundation of this study, and we adopt interaction and systems approaches to examine the research hypotheses. While the interaction approach allows us to investigate fit between certain pairs of context-structure relationships, the systems approach provides a more comprehensive multi-variables analysis and holistic method to study the patterns in multi-dimensions (Drazin & Van de Ven, 1985; Taskin, Verville, & Keskin, 2014).

### 2.3 Business Performance

The performance concept has long been debated in business and ES literature. Two common performance measurements exist (Bergeron, Raymond, & Rivard, 2001): i) performance measurement based on an objective approach through financial ratios (Weill & Olson, 1989); and ii) performance measurement based on a subjective approach (Chan et al., 1997; Venkatraman, 1989). In ES research, most researchers prefer subjective measurements of performance over objective ones since objective measurements generally have serious limitations. Oftentimes the consistent and comparable data of objective measurements is difficult to collect from the entire sample of a research (Singh, Darwish, & Potočnik, 2016). It happens in the situations, such as private companies which are not obligated to declare their financial statements (Singh et al., 2016). In addition, in cross industry studies, profit levels can vary substantially across industries (Vij & Bedi, 2016). In this case, subjective measurements may be more appropriate as managers can consider the relative performance observed in the industry they perform when providing data (Brewer, 2006; Vij & Bedi, 2016)

Therefore, in this study, the subjective perception of several financial ratios is considered for measuring performance. In this perspective, we have followed Chan's (1992) approach, and have identified three types of performance measurements: absolute financial performance, relative financial performance, and product and service innovation. Relative financial performance (i.e., relative to competitors) is related to market growth (i.e., revenue growth and market share gains), profitability (i.e., net profits and relative return on investment (ROI)), financial liquidity, and overall performance; absolute financial performance has been measured through cash flow, net profits, return on sales and ROI; and product-service innovation has been measured through the frequency of product, service, and technology development and introduction.

### 2.4 Calculation of Alignment

Calculation of alignment is critical for studies using alignment. Unfortunately, literature provides only a limited number of ways for measuring alignment. However, Venkatraman (1989), in his seminal work, conceptualized alignment or fit into six categories: "Fit as Moderation", "Fit as Mediation", "Fit as Matching", "Fit as Gestalt", "Fit as Profile Deviation", and "Fit as Covariation". In this study, we examine firm level strategic alignment where alignment is considered as a hybrid state. The appropriate alignment measurement would be either fit as matching, fit as moderation, or fit as profile deviation (Venkatraman 1989), which are also the most commonly used approaches in IS research (Tallon & Pinsonneault, 2011). Based on the research questions and components, this study performs analysis using fit as matching, one of the mostly used alignment methods.

Alignment as matching refers to the match between two variables independent of any anchor (Venkatraman, 1989). The main argument of this type of alignment is the requirement to get a difference between each related pair. Analytical schemas such as analysis of variance (interaction effect), deviation scores (use of absolute difference), and residual analysis (regression of one variable on another) can be used for testing this type of fit. Formula 1 represents the mathematical notation of fit as matching.

$$Y = a_0 + a_1X + a_2Z + a_3(|X - Z|) + e \quad \text{Formula (1)}$$

where X refers to STOBES, Z refers to STROES, and  $|X-Z|$  is the difference that will be used as deviation scores, while  $a_0$ ,  $a_1$  and  $a_2$  are the coefficients and  $e$  is the error term. In addition to the general calculation of matching, alternative approaches where fit as calculated via sign difference, summed difference and summed interaction (Chan, 1992).

## 2.5 Alignment and Business Performance

There is a consensus between researchers and practitioners regarding the positive impact of the alignment of business and ES on organizational performance (Alghamdi, 2018; Coltman, Tallon, Sharma, & Queiroz, 2015; Gerow, Thatcher, & Grover, 2015; Uysal & Cetinkaya, 2021). Researchers have investigated the strategic alignment of various ES concepts such as IT organization structure, ES strategic orientation, and IT investments (Chan et al., 1997; Majhi, Anand, Mukherjee, & Rana, 2021; Oh & Pinsonneault, 2007; Sabherwal, Sabherwal, Havakhor, & Steelman, 2019). Aligning business and ES strategies enables the enhancements of innovation, productivity, sales growth, cost control, and profits (Tallon & Pinsonneault, 2011). Coltman et al. (2015) argue that, recently, maintaining ES alignment has become more important to organizations as misalignment would not only cause the performance decline, but result in difficulties maintaining their competitive advantages and business agility. Correspondingly, we hypothesize that ES alignment will result in a better business performance.

**Hypothesis 1:** Alignment is positively associated with business performance.

### 2.5.1 Alignment, Flexibility and Business Performance

Aligning ES to business strategies is contingent on many parameters. In an ERP implementation project at its initial stages, executives and ERP implementers define clear business strategies. Then, implementers select an ERP package or service from Cloud service providers to streamline processes within defined strategies. However, not all ERP systems have the same flexibility level. Some ERP packages contain extremely inflexible modules which require changes in business processes. In such a case, expecting a seamless alignment between ES and business strategies would be naiveté unless senior executives are willing to change business strategies. Expecting flexibility from the business strategy is usually not an option, therefore examining ES flexibility as a construct can contribute to the ES alignment literature.

Despite the general view of alignment improving business performance, we cannot argue the same about flexibility. In the literature, there are different studies with conflicting results about alignment, flexibility, and performance. For example, Albu, Albu, Dumitru, and Dumitru (2015) show how the ERP system supports strategy formulation and implementation, thereby provides a significant improvement in organizational performance. Hou (2020) indicates the positive and indirect impact of IT infrastructure integration and flexibility on organizational performance where the study examined also the mediation of supply chain capability. While Chung, Byrd, Lewis, and Ford (2005) report no significant relationship between ES structure and performance, they state ES structure may have an impact on “intermediate performance variables and not overall business performance variables like ROI or market share” (Barua, Kriebel, & Mukhopadhyay, 1995, p.39; Chung et al. 2005). Duncan (1995) states alignment has positive impacts on business and strategy; however, it does not have such an impact on flexibility.

Considering that i) alignment has related a proper and supportive use of ERP with business strategies and objectives whilst having the objective to support the business in relation to its plans, missions, decisions, capabilities and actions (Chan, 2002) and improve performance; and ii) ERP flexibility is related to adaptation or reaction to changes in business environment, we can expect that alignment and flexibility are positively associated with business performance. Therefore, we can hypothesize that:

**Hypothesis 2:** Alignment mediates the relationship between flexibility and business performance.

## 2.6 Strategy Attributes

The constructs of the study have been adapted from validated studies including Venkatraman (1989) and Miles and Snow (1978), where Segev (1989), Chan (1992), Sabherwal and Chan (2001), Cragg, King, and Hussin (2002) have been used for the selection and combination of the factors and concepts. The constructs are categories under: Business Strategy, ERP Strategy, Performance Attributes, and the strategic ERP flexibility constructs.

Business Strategy Attributes are based on Venkatraman’s (1989) study, where the author examined business strategy under seven categories:

- Company aggressiveness whose objectives include dominating market and prices even if it requires reducing financial ratios, prices, profitability;
- Company analysis focuses on detailed analysis, effectiveness of ES, sophisticated outputs and planning for decision making;
- Company defensiveness focuses on quality, effective relationships with supply chain network, performance monitoring, defending market share as well as a distinguished bargaining power over buyers and suppliers;
- Company futurity focuses on methods of long-term and strategic planning such as forecasts, benchmarking future trends, and “what-if” analysis to minimize the residual uncertainty (Morgan & Strong, 2003);
- Company pro-activeness focuses on developing new products and services, acquiring businesses, and seeking new opportunities;
- Company riskiness is those who do not hesitate to take risks for businesses and projects;
- Company innovativeness focuses on development of solutions through experimentation and creativity.

As in studies like Chan et al. (1997), Ilmudeen and Bao (2020), Ilmudeen, Bao, and Alharbi (2019) and Sabherwal and Chan (2001), ERP/ES Strategic Attributes were developed through a mirroring approach for alignment as matching approach where the same categories were used for both business and ES strategy attributes. The categories include ERP Support for aggressiveness, analysis, defensiveness, futurity, pro-activeness, riskiness, and innovativeness. These attributes refer to the extent to which current ERP systems provide support to the company strategy attribute for each business strategy attribute. As Chan et al. (1997) argue this way we can focus on activity regarding the ERP rather than on plans. Therefore, for each question for business strategy, there is one matching question in the ERP section. For example, a question of defensiveness would be in ERP part as a corresponding attribute to determine whether the ERP systems support that strategy.

This study focuses on realized strategy (Epik & Gökşen, 2020), in terms of both ERP and business, rather than the planned strategy. Chan et al. (1997) state this approach “challenges managers to think not only in terms of their planned IS [ES] portfolio and infrastructure investments, but to explicitly assess and reckon with emergent IS [ES] strategy...; realized and intended IS [ES] strategies frequently diverge” (p.142). Therefore, this approach focuses on the current system and perceptions about it.

The main proposed model is composed of five constructs: business strategies (defined as Strategic Orientation of Business Enterprise (STROBE) by Chan (1992)), ERP/ES strategies (similar to definition of Strategic Orientation of Enterprise Systems (STROES) by Chan (1992)), alignment or fit, strategic ERP flexibility, and finally business performance. The conceptual model (see Figure 1) illustrates business strategy, ERP strategy, and their alignments have an impact on business performance. In addition, ERP flexibility has direct and indirect effects on business performance as well.

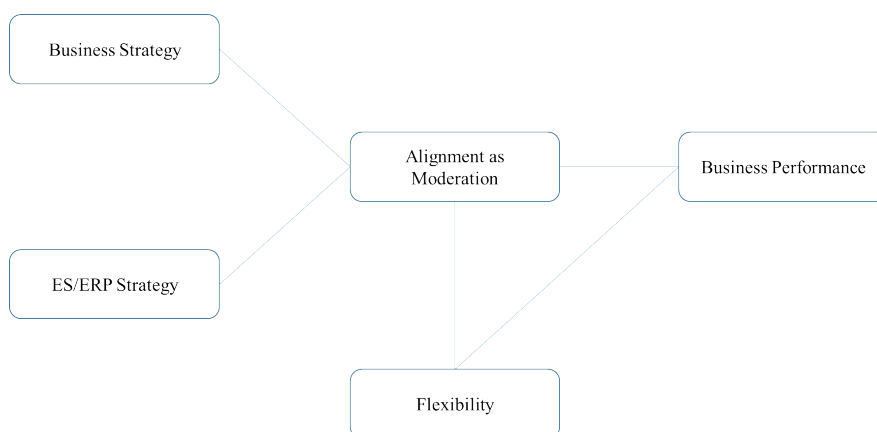


Figure 1. Theoretical Model as Part of a Structural Equation Model

### 3. Research Methodology

Survey research is the suitable and preferred method for collecting primary data relating to “describe, compare, or explain individual and societal knowledge, feelings, values, preferences, and behavior” (Fink, 2008, p.1). The most appropriate strategy considering the research questions, objectives, and foreseen analysis of the current study, is the questionnaire surveys followed by quantitative data analysis.

The instrument for this study was adapted from Venkatraman’s (1985) study of Strategic Orientation of Business Enterprise (STROBE) and mirrored for the ES strategy construct with a similar perspective of Chan (1992) and Cragg et al. (2002). Within this study, the appropriate aspects of works of Sabherwal and Chan (2001), Chan (1992), Venkatraman (1985), Segev (1989), Chan (2002) and Luftman, Papp, and Brier (1999) have been used as well as the appropriate perspectives of fit, which are fit as matching. The survey questions used a five-point Likert scale. As suggested by Dillman (2007), a small pre-test was conducted to make sure respondents understood the questions correctly and their responses were as expected based on literature.

Potential participants were identified from various databases like Industry Canada Site, Lexis Nexis, and Hoovers working in North America from manufacturing and service industries, and invited to fill-out the survey after obtaining ethics approval from the ethics board of the university. One hundred and fourteen surveys were returned. However, because of incomplete or missing data, we had to eliminate 22 of the questionnaires. Therefore, we had 92 usable surveys for analysis. Among the participants, 12 of them were CIOs, 37 of them were IT managers, six reported themselves as users and 37 of the respondents were “Other” including CEO, CFO, and Managers (see Table 1).

Most of the companies, of which the data have been collected, can be considered as big companies since their annual sales are more than (US) \$10 million. There were only seven companies whose sales were less than half a million dollars; eight of the companies had sales between a half and one million dollars, and about 12 of the companies’ sales were between one million and 10 million dollars (see Table 1).

Table 1. *Demographics of participants*

<b>Job Title</b>	<b>Percentage</b>	<b>Sales Volume</b>	<b>Percentage</b>
CIO	13	100.000.000 plus	45.7
IT Manager	40.25	10.000.000-99.999.999	25.0
User*	6.50	1.000.000-9.999.999	13.0
Other	40.25	500.000-999.999	8.7

(CEO, CFO)

\*: Six of the respondents marked as user. However, these respondents also explained that they are also a kind of manager (i.e., Supply Chain). Therefore, we can report these respondents under “Other”, where they refer to managerial positions related to IT.

Considering the roles of participants, the return rate, which is not very high, was as expected. Accordingly, to examine any potential issues with the study, we investigated the possibility of non-response bias. With this purpose, data were divided into two, based on time of responses categorized as early and late respondents. A non-response bias test was conducted through the examination of difference on two waves, early and late returns (Armstrong & Overton, 1977; Lambert & Harrington, 1990; Bose, 2001). After examination of the response times, early respondents corresponded to two-thirds of the whole data. After performing a t-test for differences in the means of early and late responses, we did not find any significant difference among these survey items. Therefore, our results indicate that a non-response bias is unlikely to be a problem for internal validity.

### 4. Analysis

In this study, we have utilized SPSS and WarpPLS, a Structured Equation Modeling (SEM) based statistical tool to conduct the analysis. Partial Least Squared (PLS) is a SEM based tool that has been used for the analysis of data. PLS is known as a second-generation multivariate method that can identify linear as well as nonlinear relationships among the constructs. PLS is a variance based method, unlike SEM, that is covariance based (Chin & Newsted, 1999). PLS is also prediction oriented

and a nonparametric method capable of modeling both formative and reflective relationships. PLS demonstrates high accurate prediction capability, with even complex models (Chin & Newsted, 1999, p.314). In addition, PLS is capable of simultaneously apprising the theoretical model and measurement model (Chin, Marcolin, & Newsted, 2003). PLS has superiority over SEM under several conditions: i) predicting a model; ii) lack of clearly defined theory or measures; iii) large number of indicators; iv) data are not normally distributed; and v) small sample size (Barclay, Higgins, & Thompson, 1995; Chin & Newsted, 1999; Fornell & Larcker, 1981). The minimum sample size for PLS analysis, as a rule of thumb, is five (Bahli & Büyükkurt, 2005) (Gopal, Bostrom & Chin, 1992) or ten times (Chin & Newsted, 1999) “the maximum number of paths aiming at any construct in the model (including the paths of formative indicators)” (Huth, 2008, p. 92).

In PLS-based analysis, first the measurement model is tested. This set of analysis includes validity and reliability tests. Factor analysis reveal the loadings of all items were above the threshold value of 0.5, stating acceptable discriminant validity of the instrument. Two well-known and established measures to assess reliability are Cronbach’s alpha and composite reliability (Fornell & Larcker, 1981) (Nunnally, 1978). The acceptable value for Cronbach’s alpha is 0.7, while 0.6 is marginally acceptable (Hair, Black, Babin, Anderson, & Tatham, 2006). The threshold for composite reliability is 0.7. Our results show both Cronbach’s alpha and composite reliability measurements are above the required levels. The minimum reliability measurement of Cronbach’s alpha is 0.589 and the largest value is 0.767; while the minimum composite reliability measurement is 0.785 for risk aversion and the maximum value is 0.843 for analysis. The reliability score is closely related to the number of items in a scale as the relationship between the two is curvilinear (Komorita & Graham, 1965). In cases where the reliability score is less than six, while one option could be removing one item from the scale or keeping it if it is close to six. Although Cronbach’s alpha for the Risk Assessment construct is slightly lower than 0.6, as results are very close and composite reliability, the more conservative measure of reliability, is above the threshold value of 0.7, our results indicate an acceptable reliability for the measurement model. Table 2 shows factor loadings and reliability measurements of the study.

Table 2. Factor Loadings and Reliabilities for Business Strategy Types

Business Strategies	Variables	Factor1	Factor2	Factor3	Factor4	Factor5	Cronbach's Alpha	CR
Defensiveness	DEFF1	<i>(0.773)</i>	-0.188	0.023	0.220	0.109	<b>0.764</b>	<b>0.842</b>
	DEFF2	<i>(0.741)</i>	-0.029	-0.149	-0.100	0.006		
	DEFF3	<i>(0.732)</i>	0.082	0.010	-0.079	0.007		
	DEFF4	<i>(0.832)</i>	-0.003	-0.077	-0.031	0.020		
	DEFF5	<i>(0.503)</i>	0.131	0.230	0.020	-0.157		
Analysis	ANLY1	0.023	<i>(0.476)</i>	0.130	-0.333	0.096	<b>0.767</b>	<b>0.843</b>
	ANLY2	-0.039	<i>(0.720)</i>	0.023	0.161	0.020		
	ANLY3	0.210	<i>(0.764)</i>	-0.153	0.120	0.039		
	ANLY4	0.058	<i>(0.748)</i>	-0.080	-0.156	-0.071		
	ANLY5	-0.274	<i>(0.871)</i>	0.119	0.163	-0.068		
Aggressiveness	AGGRS1	0.102	0.023	<i>(0.759)</i>	-0.089	-0.084	<b>0.618</b>	<b>0.798</b>
	AGGRS2	-0.101	0.042	<i>(0.873)</i>	-0.002	-0.009		
	AGGRS3	-0.001	-0.093	<i>(0.627)</i>	0.131	0.133		
Risk Aversion	RSKAV1	-0.068	0.007	-0.103	<i>(0.725)</i>	-0.155	<b>0.589</b>	<b>0.785</b>
	RSKAV2	0.178	-0.046	0.339	<i>(0.721)</i>	0.033		
	RSKAV3	-0.055	0.024	-0.129	<i>(0.810)</i>	0.132		
Futurity	FUTUR1	-0.076	0.102	-0.095	0.124	<i>(0.644)</i>	<b>0.685</b>	<b>0.828</b>
	FUTUR2	0.011	-0.092	0.110	-0.049	<i>(0.849)</i>		
	FUTUR3	0.045	0.013	-0.034	-0.045	<i>(0.852)</i>		

Notes:

DEFF: Defensiveness

ANLY: Analysis

AGGRS: Aggressiveness

RSKAV: Risk Aversion

FUTUR: Futurity

Following the factor analysis for business strategy types, we checked how constructs are correlated. Table 3 shows the correlations among the constructs. Our results indicate defensiveness is positively and significantly correlated with analysis ( $\beta=0.492$  at 0.01 level), aggressiveness ( $\beta=0.454$  at 0.01 level), and futurity ( $\beta=0.229$  at 0.05 level); and analysis is positively



and significantly correlated with aggressiveness ( $\beta=0.301$  at 0.01 level), and futurity ( $\beta=0.475$  at 0.01 level). Following the factor analysis, another discriminant validity was measured using average variance extracted (AVE) values (shown in diagonal, in parentheses). For a valid discriminant validity, the square roots of AVE values are expected to be greater than the correlations of that variable with all the factors in the model. The AVE value for defensiveness is 0.720; for analysis is 0.722; for aggressiveness is 0.758; for risk aversion is 0.746; and finally, for futurity is 0.787.

Table 3. Correlations and Square Roots of Average Variance Extracted (AVE) Values for Business Strategy Types

Business Strategy	Defensiveness	Analysis	Aggressiveness	Risk Aversion	Futurity
Defensiveness	<b>(0.720)</b>				
Analysis	0.492**	<b>(0.722)</b>			
Aggressiveness	0.454**	0.301**	<b>(0.758)</b>		
Risk Aversion	0.029	0.013	-0.019	<b>(0.746)</b>	
Futurity	0.229*	0.475**	0.187	-0.023	<b>(0.787)</b>

Notes:

\*\* Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

\* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

After establishing a valid and reliable measurement model for the business strategy component of the study, the same analysis was performed for the ES/ERP strategy component as well. The results, as in Table 4, indicate the item loadings are high and above the required threshold values and the reliability of the instrument is marginally acceptable (Hair et al., 2006). The Cronbach's alpha is 0.838 for defensiveness; 0.854 for analysis; 0.592 for aggressiveness; 0.750 for risk aversion; and 0.738 for futurity. In addition, the composite reliability for defensiveness is 0.887; analysis is 0.895; aggressiveness is 0.786; risk aversion is 0.857; and futurity is 0.852. The results show the measurement is reliable.

Table 4. Factor Loadings and Reliabilities for ERP/ES Strategy Types

ES Strategies	Variables	Factor1	Factor2	Factor3	Factor4	Factor5	Cronbach's Alpha	CR
Defensiveness	DEFF1	<b>0.631</b>	-0.277	0.243	0.216	-0.056	<b>0.838</b>	<b>0.887</b>
	DEFF2	<b>0.928</b>	0.070	-0.203	0.082	-0.135		
	DEFF3	<b>1.118</b>	-0.040	-0.044	-0.210	-0.144		
	DEFF4	<b>0.697</b>	-0.017	0.068	0.037	0.169		
	DEFF5	<b>0.483</b>	0.264	-0.034	-0.112	0.185		
Analysis	ANLY1	0.386	<b>0.444</b>	0.157	-0.171	0.074	<b>0.854</b>	<b>0.895</b>
	ANLY2	-0.283	<b>1.314</b>	-0.241	0.058	-0.353		
	ANLY3	-0.052	<b>1.308</b>	-0.320	-0.195	-0.045		
	ANLY4	-0.202	<b>0.590</b>	0.300	0.171	0.074		
	ANLY5	0.139	<b>0.357</b>	0.078	0.142	0.216		
Aggressiveness	AGGRS1	0.291	-0.107	<b>0.607</b>	-0.149	0.115	<b>0.592</b>	<b>0.786</b>
	AGGRS2	0.236	-0.228	<b>0.473</b>	0.284	0.074		
	AGGRS3	-0.460	0.292	<b>1.266</b>	-0.281	-0.165		
Risk Aversion	RSKAV1	-0.107	0.493	-0.140	<b>0.608</b>	-0.211	<b>0.750</b>	<b>0.857</b>
	RSKAV2	-0.068	-0.308	0.014	<b>1.051</b>	0.170		
	RSKAV3	0.157	-0.132	0.108	<b>0.777</b>	0.020		
Futurity	FUTUR1	-0.222	0.004	-0.050	0.262	<b>0.786</b>	<b>0.739</b>	<b>0.852</b>
	FUTUR2	0.242	-0.083	0.153	-0.297	<b>0.759</b>		
	FUTUR3	-0.004	0.067	-0.086	0.014	<b>0.885</b>		

Factor loadings above one do not show any problems with oblique rotation, the default rotation was used for confirmatory analysis using WarpPLS. "Because an oblique rotation is employed by WarpPLS, in some (relatively rare) cases loadings may be higher than 1, which should have no effect on their interpretation" (Kock, 2010, n.d.).

Further analysis on performance and flexibility showed that all items for these constructs are loading on the right factors as they were supposed to. While the Cronbach's alpha for flexibility was 0.880, the composite reliability measure was found as 0.907, indicating good reliability. The performance construct was designed as a second order construct for the study. However, in order to ensure the validity of the performance construct, it was examined in more detail by performing a reliability analysis on it at first level. The results showed that there was no cross-loading on the factors and each sub-level of performance

measures as Absolute Financial Performance (0.887 and 0.912), Relative Financial Performance (0.862 and 0.907) and Product-Service Innovation (0.697 0.832) had acceptable Cronbach’s alpha and composite reliability scores, respectively.

For testing the relationships between alignment, flexibility and business performance, fit as matching with absolute difference was used as suggested by Chan (1992). The results indicate a positive and significant association between alignment and business performance ( $\beta=0.24, p<0.05$ ), as well as alignment and flexibility ( $\beta=0.24, p<0.05$ ). On the other hand, the results did not reveal a significant association between performance and flexibility. The variance explained by the model was 0.47. Structural models using SEM-based analysis must provide an acceptable level of model fit. PLS analysis uses Average Path Coefficient (APC) and Average R-Square (ARS) to indicate model fit (Kock, 2010). Results show that both APC (0.342,  $p<0.05$ ) and ARS (0.284,  $p<0.05$ ) have significant results while the Average Variance Inflation Factor (AVIF) is 1.552 and less than five (see Table 5). These results indicate good model fit.

Table 5. Alignment as matching, performance and flexibility

Alignment Type	Construct	Relational Constructs		R2	Model Fit		
		Alignment	Flexibility		APC	ARS	AVIF
Matching – Absolute Differ.	Alignment	-	0.69**	0.47	0.342**	0.284**	1.552
	Performance	0.24**	0.10 / NS	0.10			

Notes:

\*\* Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

\* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

NS: Not Significant

APC: Average Path Coefficient

ARS: Average R-Square

AVIF: Average Variance Inflation Factor

Flexibility: Strategic ERP Flexibility

In addition to the structural model, additional tests to assess mediation were conducted. Among these mediation tests, the Sobel test (Sobel, 1982; Baron & Kenny, 1986), the Aroian test (Aroian, 1944/1947) and the Goodman test (Goodman, 1960) are highly used. Our results show strong mediation of alignment on the relationship between flexibility and business performance with the results of 2.82 for the Sobel test ( $p<0.05$ ), 2.8 for the Aroian test ( $p<0.05$ ) and 2.83 for the Goodman test ( $p<0.05$ ).

After conducting the required analysis, our results indicate our hypotheses have been supported. Table 6 shows the status of all hypotheses.

Table 6. Status of Hypotheses

Hypotheses	Status
Hypothesis 1: Alignment is positively associated with business performance.	Supported
Hypothesis 2: Alignment mediates the relationship between flexibility and business performance.	Supported

## 5. Discussion

### 5.1 Results

Underpinned by contingency theory, in this study, we have examined the strategic alignment of business and ES strategies and its relationship with performance. In addition, theorizing the role of strategic ERP flexibility provides a better understanding of alignment and its antecedents.

Business performance is associated with other functions of business and ES. Alignment of ES with business strategies and its flexibility are among the most important factors that academics have cited for the last several years that have an impact on performance (Chen, Wang, Nevo, Benitez, & Kou, 2017; Mikalef, Pateli, & van de Wetering, 2021; Tallon & Pinsonneault, 2011). ERP systems are considered as the strategic component of ES, and they are at the top of the project list for any company. Therefore, not only ERP but also the strategy concept should be studied to get a better understanding of business performance. The alignment of business and ERP allows organizations to adapt to dynamic environments (Majhi et al., 2021; Tallon & Pinsonneault, 2011) faster and more efficiently, and ERP flexibility helps organizations to update their technical structure

more effectively (Albu et al., 2015; Jorfi, Nor, & Najjar, 2017; Kumar & Stylianou, 2014). Having access to up-to-date technology with the ability to use it would bring competitive advantage to organizations over their competitors; thus, leading to an increase in their performance.

In this study, we have examined strategic alignment and used alignment as matching. ERP systems are considered strategic tools. However, in order for ERP to contribute to business value or performance, ERP strategies need to be aligned with business strategies. Our results demonstrate that alignment has a significant and positive impact on performance, and these results support the findings of previous studies (Alghamdi, 2018; Chan & Reich, 2007; Sabherwal et al., 2019). Results also reveal that flexibility has an impact on performance through alignment. In other words, alignment mediates the relationship between flexibility and performance. Our results support studies, such as Chung et al. (2003) and Bazrafshan and Mahmoudi (2018), whose findings indicate ES flexibility has an impact on alignment. Our results are also parallel with previous researchers' statements (e.g., Duncan, 1995; Al-Surmi et al., 2020; Chen et al., 2017) regarding a flexible ES improving the performance of organizations, and the flexibility of ERP systems having a role on performance change when there is strategic alignment between business and ERP.

## 5.2 Implications

Because of the strategic importance of ERP systems, alignment of ERP should be included in strategic planning by management. When it comes to strategic planning, professionals from top management to stakeholders, ES people to customers, should be involved and participate through discussions. This type of coordination is more beneficial to organizations since it allows organizations to see i) whether their applications or systems are addressing the needs of organizations; ii) whether the systems still have the support and priority of stakeholders under the dynamic business world; iii) and whether the ES and business objectives are still matching (Lederer & Mendelow, 1989). An organization can employ one or a combination of planning techniques such as “stages of growth”, “critical success factors”, “competitive forces model”, “three emerging forces”, “value chain analysis”, “e-business value matrix”, “linkage analysis planning”, and “scenario planning” (Pollack, 2010). We recommend that, regardless of the technique, management should consider the impact of ERP on the organization and proceed with their planning.

This study can also help ES practitioners to prioritize their ES plans and investments. When there is a shift in a business environment, organizations will probably need to assess their plans and investments through the ERP and/or business strategies in order to keep up with or improve their performance (Bergeron, Raymond, & Rivard, 2004; Sabherwal & Chan, 2001). In that case, this study will help managers and practitioners to guide and assess their situation.

## 5.3 Limitations and Future Study

The study is not without limitations. The main limitation of this study we can mention is the sample size. Our sample of usable data consists of 92 responses. There were several reasons for the low response rate. It was difficult to identify and reach top management (i.e., CIO, CFO, and CEO), and those we did find, had very tight schedules. There were company policies regarding not participating in surveys, companies changing address, length of the questionnaire survey, and finding knowledgeable participants. In spite of this limitation, our results can still provide valuable information regarding the validity of the instrument.

Data was collected through survey questionnaires, and participants were asked to answer based on their perception of the performance. Therefore, one can argue about the subjective nature of performance measures. However, literature shows perceptions are close enough to objective measures of alignment (Reich & Benbasat, 2000), and based on the size of the company, financial data may be unreliable or unavailable (Bergeron et al. 2004). Since several researchers (e.g., Chan et al., 1997; Venkatraman, 1989; Venkatraman, 1985) have proven the validity of the instrument and measurement on various contexts, we have not foreseen any problems with proceeding with the extended instrument.

Another limitation may arise because of the nature of the data. In this study, we have used cross-sectional data rather than a longitudinal study. Therefore, causality cannot be inferred. Finally, we have used one person per organization to respond

to our survey. Multiple respondents and triangulation from organizations would provide more detailed results (Bergeron et al. 2004). However, based on the size of the firms (usually small and medium sized firms), it might not be possible to find another individual knowledgeable about ERP, business strategies, and performance (Bergeron et al. 2004).

Alignment has several antecedents, and testing the model with one or more of these antecedents (e.g., management support, communication between ES and business departments, ease of integration, and connection between ES and business plans) would add to the alignment and strategy literature as future research. Other future studies may examine alignment at the process level to examine the alignment concept in more detail. In addition, studies about antecedents and enablers of strategic alignment under the concepts of flexibility and ERP systems, as well as other ES including supply chain, customer relationship management and knowledge management would provide a deeper understanding of such a complex and important phenomenon as alignment.

## 6. Conclusion

ERP systems are different from traditional software because of their complex structures and intertwined nature with people and organizational processes. Choosing and installing software for ES is relatively easy, but this is not the case for ERP systems. Studies reveal ERP provides many benefits to organizations such as integrating data, supporting business functions, customer satisfaction, better business performance, etc. However, it is difficult to reap the benefits from ERP immediately. They require a detailed and careful plan before acquiring the system, during implementation, and after implementation. Considering they are expensive systems; failure of an ERP could cause both tangible and intangible costs to an organization. Meanwhile, research shows adopting an ERP system alone does not guarantee a competitive advantage or business performance benefits (Muscatello, Small, & Chen, 2003). ERP systems may require significant changes in business practices or even in the strategies of an organization. ERP projects are more successful when management understands their strategic importance and gives a high priority to alignment. In other words, strategic alignment is a requirement for an ERP system's success (Esteves & Pastor, 1999; Gibson, Holland, & Light, 1999). In fact, most ERP projects either fail during implementation or conflict with the business strategy after adoption because of a mismatch in objectives (Stefanou, 2001). One way to avoid this mismatch is to align ERP and business strategies.

Alignment between business and enterprise-wide Information Systems is a way to improve business performance and business value. However, there are different views about alignment in terms of its direction, structure, type, measurement, etc. Literature (e.g., Bitsini, 2015; Coltman et al., 2015) shows that while the right alignment brings the promised benefits to organizations, failure to align may cause huge damage.

Chan and Reich (2007) reported managers agreed to include ES alignment among their top priorities to improve the performance and add value to their businesses. Researchers (e.g., Drummond et al., 2017; Gable et al., 2001; Panayiotou et al., 2015) state organizations need to align their business strategies and even their business processes in order to be able to fully benefit from ERP systems. Several researchers find that ES alignment, when it is strategic, has indirect positive impacts through effectiveness and business profitability, as well as direct impacts on performance (Afandi, 2017; Johansson et al., 2014; Ilmudeen, 2021). In addition, according to Kang, Park, and Yang (2008) and Siswanto and Utomo (2008), aligning ERP with organizational goals would enhance the competitive benefits as well as the organizational performance. These studies have inspired us to conduct this research to help practitioners and to theorize ERP alignment as an important subset of ES alignment.

The complex nature of alignment and performance connection requires deeper examination because such concepts do not usually exhibit a simple independent/dependent variable relationship (e.g., Prieto & de Carvalho, 2018; Wu et al., 2015; Yuliansyah & Jermias, 2018). Considering the fact that ERP is an enterprise-wide information system encompassing information technology, the flexibility of its structure would have an impact on alignment (Kumar & Stylianou, 2014). Based on these facts, aligning the ERP strategy would enhance the business performance while improving the business value (Gerow et al., 2014; Li et al., 2011; Wiedemann et al., 2020). Our findings suggest ERP alignment is not just a simple function of ERP and business strategies; it is part of a relatively complex mechanism that incorporates the flexibility of an enterprise system.

In conclusion, we argue alignment between business strategies and enterprise systems is a way to improve the business value of information and hence the business performance. Adopting flexible ERP systems is a way to reach strategic alignment. Based on these facts, aligning ERP, a strategic component of ES, would enhance the business performance while improving the business value. Organizations need to pay attention to both ES and business strategies during the alignment in order to succeed. As also mentioned by Chan (1992), managers need to consider the ERP strategy that will support and fit their organizations' strategic orientation when they are conducting their ES planning.

**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- N.T.,J.V.,M.Y.; Data Acquisition- N.T.,J.V.; Data Analysis/Interpretation- N.T.,J.V.; Drafting Manuscript- N.T.,J.V.,M.Y.; Critical Revision of Manuscript- N.T.,J.V.; Final Approval and Accountability- N.T.,J.V.,M.Y.

**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- N.T.,J.V.,M.Y.; Veri Toplama- N.T.,J.V.; Veri Analizi/Yorumlama- N.T.,J.V.; Yazı Taslağı- N.T.,J.V.,M.Y.; İçeriğin Eleştirel İncelemesi- N.T.,J.V.; Son Onay ve Sorumluluk- N.T.,J.V.,M.Y.

## References/Kaynaklar

- Afandi, W. (2017). The Impact of Strategic IT-Business Alignment: Evidence from Saudi Private Small and Midsize Enterprises. *International Journal of Business and Social Science*, 8 (10), 48-63.
- Al-Mudimigh, A., Zairi, M., & Al-Mashari, M. (2001). ERP Software Implementation: An Integrative Framework. *European Journal of Information Systems*, 10, 216–226.
- Al-Surmi, A., Cao, G., & Duan, Y. (2020). The impact of aligning business, IT, and marketing strategies on firm performance. *Industrial Marketing Management*, 84, 39-49.
- AlBar, A.M., & Hoque, M.R. (2019). Factors affecting cloud ERP adoption in Saudi Arabia: An empirical study. *Information Development*, 35(1), 150-164.
- Albu, C.-N., Albu, N., Dumitru, M., & Dumitru, V. F. (2015). The impact of the interaction between context variables and enterprise resource planning systems on organizational performance: A case study from a transition economy. *Information Systems Management*, 32(3), 252-264.
- Alghamdi, H. A. (2018). *A service driven method for evaluating business and IT alignment* University of Reading]
- Armstrong, J. S., & Overton, T. S. (1977). Estimating Nonresponse Bias in Mail Surveys. *Journal of Marketing Research*, 14, 396-402.
- Aroian, L. A. (1944/1947). The Probability Function of the Product of Two Normally Distributed Variables. *Annals of Mathematical Statistics*, 18, 265-271.
- Avison, D., Jones, J., Powell, P., & Wilson, D. (2004). Using and Validating the Strategic Alignment Model. *Journal of Strategic Information Systems*, 13(3), 223-246.
- Bahli, B., & Büyükkurt, M.D. (2005). Group Performance in Information Systems Project Groups: An Empirical Study. *Journal of Information Technology Education*, 4, 97-113.
- Barclay, D. W., Higgins, C., & Thompson, R. (1995). The Partial Least Squares (PLS) Approach to Causal Modeling: Personal Computer Adoption and Use as an Illustration. *Technology Studies, Special Issue, Research Methodology*, 2(2), 285-309.
- Baron, R.M., & Kenny, D.A. (1986). The Moderator Mediator Variable Distinction in Social Psychological-Research - Conceptual, Strategic, and Statistical Considerations. *Journal of Personality and Social Psychology*, 15(6), 1173-1182.
- Barua, A., Kriebel, C., & Mukhopadhyay, T. (1995). Information Technologies and Business Value: An Analytic and Empirical Investigation. *Information Systems Research*, 6(1), 3-24.
- Bazrafshan, H., & Mahmoudi, S. M. (2018). The Role of IT Flexibility in IT-Business Strategic Alignment. *Toloue Mehr*, 1(1), 103-124.
- Bergeron, F., Raymond, J., & Rivard, S. (2001). Fit in Strategic Information Technology Management Research: An Empirical Comparison of Perspectives. *Omega*, 29(2), 125-142.
- Bergeron, F., Raymond, J., & Rivard, S. (2004). Ideal Patterns of Strategic Alignment and Business Performance. *Information & Management*, 41(8), 1003-1020.
- Bingi, P., Sharma, M. K., & Godla, J. (1999). Critical Issues Affecting an ERP Implementation. *Information Systems Management*, 16(3), 7-14.
- Bitsini, N. (2015). Investigating ERP misalignment between ERP systems and implementing organizations in developing countries. *Journal of Enterprise Resource Planning Studies*, 2015, 1-12.
- Bose, J. (2001). *Achieving Data Quality in a Statistical Agency: A Methodological Perspective*. Paper presented at the Proceedings of Statistics Canada

## Symposium.

- Bowman, E.H., & Hurry, D. (1993). Strategy through the Option Lens: An Integrated View of Resource Investments and the Incremental-Choice Process. *Academy of Management Review*, 18(4), 760-782.
- Brewer, G.A. (2006). All measures of performance are subjective: More evidence on US federal agencies. *Public Service Performance: Perspectives on Measurement and Management*, 35-54.
- Brozovic, D. (2018). Strategic flexibility: A review of the literature. *International Journal of Management Reviews*, 20(1), 3-31.
- Carignani, A., & Seifert, F. (2000, July). *Competitive Advantage, Online Brokerage and IT: Evidence from Italian and German Companies*. Paper presented at the Proceedings of ECIS2000, Wien.
- Chan, Y.E. (1992). *Business Strategy, Information Systems Strategy, and Strategic Fit: Measurement and Performance Impacts*. The University of Western Ontario.
- Chan, Y.E. (2002). Why Haven't We Mastered Alignment? The Importance of the Informal Organizational Structure. *MIS Quarterly Executive*, 1(2-June).
- Chan, Y.E., Huff, S.L., Barclay, D.W., & Copeland, D.G. (1997). Business Strategy Orientation, Information Systems Orientation and Strategic Alignment. *Information Systems Research*, 8(2), 125-150.
- Chan, Y.E., & Reich, B.H. (2007). IT Alignment: What Have We Learned? *Journal of Information Technology*, 1-19. 228
- Chaveesuk, S., & Hongsuwan, S. (2017). A structural equation model of ERP implementation success in Thailand. *Review of Integrative Business and Economics Research*, 6(3), 194.
- Chen, Y., Wang, Y., Nevo, S., Benitez, J., & Kou, G. (2017). Improving strategic flexibility with information technologies: insights for firm performance in an emerging economy. *Journal of Information Technology*, 32(1), 10-25.
- Chin, W.W., Marcolin, B.L., & Newsted, P.R. (2003). A Partial Least Squares Latent Variable Modeling Approach for Measuring Interaction Effects: Results from a Monte Carlo Simulation Study and an Electronic-mail Emotion/adoption Study. *Information Systems Research*, 14(2), 189-217.
- Chin, W.W., & Newsted, P.R. (1999). Structural Equation Modeling Analysis with Small Samples Using Partial Least Squares. In R. H. Hoyle (Ed.), *Statistical Strategies for Small Sample Research* (pp. 307-341): Thousand Oaks.
- Chung, S.H., Byrd, T.A., Lewis, B.R., & Ford, F.N. (2005). An Empirical Study of the Relationships between IT Infrastructure Flexibility, Mass Customization, and Business Performance. *The DATABASE for Advances in Information Systems*, 36(3).
- Chung, S.H., Rainer Jr., R.K., & Lewis, B.R. (2003). The Impact of Information Technology Infrastructure Flexibility on Strategic Alignment and Applications Implementations. *Communications of the Association for Information Systems*, 11(11), 191-206.
- Coltman, T., Tallon, P., Sharma, R., & Queiroz, M. (2015). Strategic IT alignment: twenty-five years on. *Journal of Information Technology*, 30(2), 91-100.
- Cragg, P., King, M., & Hussin, H. (2002). IT Alignment and Firm Performance in Small Manufacturing Firms. *Journal of Strategic Information Systems*, 11(2), 109-132.
- Davenport, T.H. (1998). Putting the Enterprise into the Enterprise System. *Harvard Business Review*, July/ August, 121-131.
- Davenport, T.H. (2000). The Future of Enterprise System-Enabled Organizations. *Information Systems Frontiers; special issue of on The Future of Enterprise Resource Planning Systems Frontiers*, 2(2), 163-180.
- Demi, S., & Haddara, M. (2018). Do cloud ERP systems retire? An ERP lifecycle perspective. *Procedia Computer Science*, 138, 587-594.
- Dillman, D.A. (2007). *Mail and Internet Surveys: The Tailored Design Method* (2nd Ed.). New York: John Wiles and Sons Inc.
- Drazin, R., & Van de Ven, A.H. (1985). Alternative Forms of Fit in Contingency Theory. *Administrative Science Quarterly*, 30(4), 514-539.
- Drummond, P., Araujo, F., & Borges, R. (2017). Meeting halfway: Assessing the differences between the perceptions of ERP implementers and end-users. *Business Process Management Journal*, 23(5), 936-956.
- Duncan, N.B. (1995). Capturing Flexibility of Information Technology Infrastructure: A Study of Resource Characteristics and their Measure. *Journal of Management Information Systems*, 12(2), 37-57.
- Epik, H. & Gökşen, Y. (2020). Küçük otellerde kurumsal strateji belirleme için bir karar destek sistemi: Pilot çalışma. *Acta Infologica*, 4(1), 11-19. <https://doi.org/10.26650/acin.648401>
- Esteves, J.M., & Pastor, J.A. (1999). *An ERP Life-cycle-based Research Agenda*. Paper presented at the First International workshop in Enterprise Management and Resource Planning: Methods, Tools and Architectures – EMRPS'99, Venice, Italy.
- Fink, A. (2008). *How to Conduct Surveys: A Step by Step Guide* (4th ed.): SAGE.
- Fornell, C., & Larcker, D.F. (1981). Evaluating Structural Equation Models with Unobservable Variables and Measurement Error. *Journal of Marketing Research*, 18(1), 39-50.
- Gable, G.G., Chan, T., & Tan, W.G. (2001). Large Packaged Application Software Maintenance: A Research Framework. *Journal of Software Maintenance and Evolution: Research and Practice*, 13(6), 351-371.
- Gerow, J.E., Grover, V., Thatcher, J., & Roth, P.L. (2014). Looking toward the future of IT-business strategic alignment through the past. *MIS Quarterly*, 38(4), 1159-1186.
- Gerow, J.E., Thatcher, J.B., & Grover, V. (2015). Six types of IT-business strategic alignment: an investigation of the constructs and their measurement. *European Journal of Information Systems*, 24(5), 465-491.
- Ghasemaghaei, M., Hassanein, K., & Turel, O. (2017). Increasing firm agility through the use of data analytics: The role of fit. *Decision Support Systems*, 101, 95-105.
- Gibson, C.F., Holland, C.P., & Light, B. (1999). *Enterprise Resource Planning: A Business Approach to Systems Development*. Paper presented at the

- 32nd Hawaii International Conference on System Sciences, Hawaii, IEEE Computer Society Press, Los Alamitos, California.
- Goodhue, D.L., & Thompson, R.L. (1995). Task-technology fit and individual performance. *MIS Quarterly*, 213-236.
- Goodman, L.A. (1960). On the Exact Variance of Products. *Journal of the American Statistical Association*, 55, 708-713.
- Gopal, A., Bostrom, R.P., & Chin, W.W. (1992). Applying Adaptive Structuration Theory to Investigate the Process of Group Support Systems Use. *Journal of Management Information Systems*, 9(3), 45-69.
- Gupta, S., Kumar, S., Singh, S.K., Foropon, C., & Chandra, C. (2018). Role of cloud ERP on the performance of an organization: Contingent resource-based view perspective. *The International Journal of Logistics Management*, 29(2), 659-675.
- Gupta, S., Qian, X., Bhushan, B., & Luo, Z. (2019). Role of cloud ERP and big data on firm performance: a dynamic capability view theory perspective. *Management Decision*, 57(8), 1857-1882.
- Hair, J. F., Black, B., Babin, B., Anderson, R. E., & Tatham, R. L. (2006). *Multivariate Data Analysis* (6 Ed.). Upper Saddle River: Prentice Hall.
- Hirschheim, R., & Sabherwal, R. (2001). Detours in the Path toward Strategic Information Systems Alignment. *California Management Review*, 44(1 - Fall), 87-108.
- Holland, C. P., & Light, B. (1999). A Critical Success Factors Model for ERP Implementation. *IEEE Software*, May/ June, 30-36.
- Hou, C.-K. (2020). The effects of IT infrastructure integration and flexibility on supply chain capabilities and organizational performance: An empirical study of the electronics industry in Taiwan. *Information Development*, 36(4), 576-602.
- Huth, H. (2008). *Organizing Cross-functional New Product Development Projects: The Phase-specific Effects of Organizational Antecedents*.
- Ilmudeen, A. (2021). The impact of managing IT on business-IT alignment and firm performance: an empirical study. *Foresight*, 23(6), 679-697.
- Ilmudeen, A., & Bao, Y. (2020). IT strategy and business strategy mediate the effect of managing IT on firm performance: empirical analysis. *Journal of Enterprise Information Management*.
- Ilmudeen, A., Bao, Y., & Alharbi, I.M. (2019). How does business-IT strategic alignment dimension impact on organizational performance measures: Conjecture and empirical analysis. *Journal of Enterprise Information Management*. 3(2),457-476.
- Johansson, B., Sudzina, F., & Pucihar, A. (2014). Alignment of business and information strategies and its impact on business performance. *Journal of Business Economics and Management*, 15(5), 886-898.
- Johnson, A.M. and Lederer, A.L. (2010). CEO/CIO mutual understanding, strategic alignment, and the contribution of IS to the organization. *Information & Management*, 47 (2010), 138–149.
- Jorfi, S., Nor, K.M., & Najjar, L. (2017). An empirical study of the role of IT flexibility and IT capability in IT-business strategic alignment. *Journal of Systems and Information Technology*. 19(1/2), 2-21.
- Kang, S., Park, J.H., & Yang, H.D. (2008). ERP Alignment for Positive Business Performance: Evidence from Korea's Market. *The Journal of Computer Information Systems*, 48(4), 25-38.
- Kappelman, L., McLean, E., Luftman, J., & Johnson, V. (2013). Key Issues of IT Organizations and Their Leadership: The 2013 SIM IT Trends Study. *MIS Quarterly Executive*, 12(4).
- Kirmizi, M., & Kocaoglu, B. (2020). The key for success in enterprise information systems projects: development of a novel ERP readiness assessment method and a case study. *Enterprise Information Systems*, 14(1), 1-37.
- Kock, N. (2010). *WarpPLS 1.0 User Manual*. Unpublished manuscript, Laredo, Texas.
- Komorita, S.S., & Graham, W.K. (1965). Number of scale points and the reliability of scales. *Educational and Psychological Measurement*, 25, 987-995.
- Kumar, R.L., & Stylianou, A.C. (2014). A process model for analyzing and managing flexibility in information systems. *European Journal of Information Systems*, 23(2), 151-184.
- Lambert, D.M., & Harrington, T.C. (1990). Measuring Nonresponse Bias in Mail Surveys. *Journal of Business Logistics*, 11(5-25).
- Lederer, A.L., & Mendelow, A.L. (1989). The Coordination of Information Systems Plans with Business Plans. *Journal of Management Information Systems*, 6(2-Fall), 5-19.
- Li, Q., Wang, C., Wu, J., Li, J., & Wang, Z. Y. (2011). Towards the business-information technology alignment in cloud computing environment: an approach based on collaboration points and agents. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 24(11), 1038-1057.
- Loukis, E., Sapounas, I., & Aivalis, K. (2010). *Enterprise Systems Strategic Alignment and Business Value*.
- Luftman, J., Papp, R., & Brier, T. (1999). Enablers and Inhibitors of Business-IT Alignment. *Communications of the AIS*, 1(11), 238.
- Luftman, J.N. (Ed.). (1996). *Competing in the Information Age: Strategic Alignment in Practice*. New York: Oxford University Press.
- Majhi, S.G., Anand, A., Mukherjee, A., & Rana, N.P. (2021). The Optimal Configuration of IT-Enabled Dynamic Capabilities in a firm's Capabilities Portfolio: a Strategic Alignment Perspective. *Information Systems Frontiers*, 1-16.
- Malik, M.O., & Khan, N. (2021). Analysis of ERP implementation to develop a strategy for its success in developing countries. *Production Planning & Control*, 32(12), 1020-1035.
- Matalamäki, M.J., & Joensuu-Salo, S. (2021). Digitalization and strategic flexibility—a recipe for business growth. *Journal of Small Business and Enterprise Development*.
- Mikalef, P., Pateli, A., & van de Wetering, R. (2021). IT architecture flexibility and IT governance decentralisation as drivers of IT-enabled dynamic capabilities and competitive performance: The moderating effect of the external environment. *European Journal of Information Systems*, 30(5), 512-540.
- Miles, R.E., & Snow, C.C. (1978). *Organizational Strategy, Structure, and Process*. New York: McGraw-Hill.

- Morgan, R.E., & Strong, C.A. (2003). Business performance and dimensions of strategic orientation. *Journal of Business Research*, 56(3), 163-176.
- Motalab, M.B., & Shohag, S.A.M. (2011). Cloud computing and the business consequences of ERP use. *International Journal of Computer Applications*, 28(8), 31-37.
- Muscatello, J.R., Small, M.H., & Chen, I.J. (2003). Implementing Enterprise Resource Planning (ERP) Systems in Small and Midsize Manufacturing Firms. *International Journal of Operations & Production Management*, 23(8), 850.
- Nunnally, J. (1978). *Psychometric Theory*. New York, NY: McGraw Hill.
- Oh, W., & Pinsonneault, A. (2007). On the assessment of the strategic value of information technologies: conceptual and analytical approaches. *MIS Quarterly*, 239-265.
- Ozbek, A., Yildiz, A., & 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>
- Panayiotou, N.A., Gayialis, S.P., Evangelopoulos, N.P., & Katimertzoglou, P.K. (2015). A business process modeling-enabled requirements engineering framework for ERP implementation. *Business Process Management Journal*, 21(3), 628-664.
- Panorama, C.S. (2016). 2016 ERP Report. Retrieved from <http://go.panorama-consulting.com/rs/panoramaconsulting/images/2016/ERPReport.pdf>
- Pasaribu, R.B. (2016). Flexibility of Adempiere Free Open Source ERP. Proceeding, The 1st Sebelas Maret Conference on Entrepreneurship, Innovation and Community Development (SMARTCEIC)(2016).
- Pollack, T.A. (2010). *Strategic Information Systems Planning*. Paper presented at the Proceedings of ASCUE.
- Porter, M.E. (1980). *Competitive Strategy*. New York: The Free Press.
- Porter, M.E. (1987). *From Competitive Advantage to Corporate Strategy*. In Readings in Strategic Management (pp. 234-255). Palgrave, London.
- Prieto, V.C., & de Carvalho, M.M. (2018). Can internal strategic alignment influence performance? An empirical research applying structural equation modelling. *Academia Revista Latinoamericana de Administración*, 31(3), 585-604.
- Rao, S.S. (2000). Enterprise Resource Planning: Business Needs and Technologies. *Journal: Industrial Management & Data Systems*, 100(2), 81-88.
- Reich, B.H., & Benbasat, I. (1996). Measuring the Linkage between Business and Information Technology Objectives. *MIS Quarterly*, 20(1), 55-81.
- Reich, B.H., & Benbasat, I. (2000). Factors that Influence the Social Dimensions of Alignment Between Business and Information Technology Objectives. *MIS Quarterly*, 24(1), 81-113.
- Sabherwal, R., & Chan, Y.E. (2001). Alignment between Business and IS Strategies: A Study of Prospectors, Analyzers, and Defenders. *Information Systems Research*, 12(1), 11-34. Copyright (2001), the Institute for Operations Research and the Management Sciences, 7240 Parkway Drive, Suite 300, Hanover, Maryland 21076 USA.
- Sabherwal, R., Sabherwal, S., Havakhor, T., & Steelman, Z. (2019). How does strategic alignment affect firm performance? The roles of information technology investment and environmental uncertainty. *MIS Quarterly*, 43(2), 453-474.
- Sadrzadehrafiei, S., Chofreh, A.G., Hosseini, N.K., & Sulaiman, R. (2013). The benefits of enterprise resource planning (ERP) system implementation in dry food packaging industry. *Procedia Technology*, 11, 220-226.
- Segev, E. (1989). A Systematic Comparative Analysis and Synthesis of Two Business-Level Strategic Typologies. *Strategic Management Journal*, 10(5), 487-505.
- Shukla, S., Agarwal, S., & Shukla, A. (2012). Trends in cloud-ERP for SMB's: A review. *International Journal of New Innovations in Engineering and Technology*, 1(1), 7-11.
- Singh, S., Darwish, T.K., & Potočník, K. (2016). Measuring organizational performance: A case for subjective measures. *British Journal of Management*, 27(1), 214-224.
- Siswanto, J., & Utomo, A.P. (2008). ERP System Selection Model for Low Cost NGN Phone Company. *International Journal of Electronic Business Management*, 6(3), 153-160.
- Sobel, M.E. (1982). Asymptotic Intervals for Indirect Effects in Structural Equations Models. In S. Leinhardt (Ed.), *Sociological Methodology* (pp. 290-312). San Francisco: Jossey-Bass.
- Stefanou, C. (2001). A Framework for the Ex-Ante Evaluation of ERP Software. *European Journal of Information Systems*, 10(4), 204.
- Tallon, P.P., & Pinsonneault, A. (2011). Competing Perspectives on the Link between Strategic Information Technology Alignment and Organizational Agility: Insights from a Mediation Model. *MIS Quarterly*, 35(2), 463-486.
- Taskin, N., Verville, J., & Keskin, T. (2014). Strategic alignment of enterprise systems and business strategies under systems and bivariate approaches. In 2014 47th Hawaii International Conference on System Sciences (pp. 4034-4043).
- Tian, J., Wang, K., Chen, Y., & Johansson, B. (2009). From IT Deployment Capabilities to Competitive Advantage: An Exploratory Study in China. *Information Systems Frontiers*. 12(3), 239-255.
- Umble, E.J., Haft, R.R., & Umble, M.M. (2003). Enterprise Resource Planning: Implementation Procedures and Critical Success Factors. *European Journal of Operational Research*, 146(2), 241-257.
- Uysal, M. P., & Cetinkaya, E. (2021). Information technology governance practices, challenges and effects on enterprise performance. *Acta Infologica*, 5(1), 65-78. <https://doi.org/10.26650/acin.832561>
- Venkatraman, N. (1989). Strategic Orientation of Business Enterprises: The Construct, Dimensionality, and Measurement. *Management Science*, 35(8), 942-963.
- Venkatraman, N. (1985). *Strategic Orientation of Business Enterprises: The Construct and its Measurement (Management)* University of Pittsburgh].
- Vij, S., & Bedi, H.S. (2016). Are subjective business performance measures justified? *International Journal of Productivity and Performance Management*, 66(5), 603-621.



- Ward, J., & Peppard, J. (2002). *Strategic Planning for Information Systems* (3rd Edition ed.): John Wiley and Sons Ltd.
- Weill, P., & Broadbent, M. (1998). *Leveraging the New Infrastructure: How Market Leaders Capitalize on Information Technology*. Boston: Harvard University Press.
- Weill, P., & Olson, M. (1989). Managing Investment in Information Technology - Mini Case Examples and Implications. *MIS Quarterly*, 13(1), 3-17.
- Wiedemann, A., Wiesche, M., Gewalt, H., & Krcmar, H. (2020). Understanding how DevOps aligns development and operations: a tripartite model of intra-IT alignment. *European Journal of Information Systems*, 29(5), 458-473.
- Wu, S. P.-J., Straub, D.W., & Liang, T.-P. (2015). How information technology governance mechanisms and strategic alignment influence organizational performance. *MIS Quarterly*, 39(2), 497-518.
- Yuliansyah, Y., & Jermias, J. (2018). Strategic performance measurement system, organizational learning and service strategic alignment: Impact on performance. *International Journal of Ethics and Systems*, 34(4), 564-592.



# Usability Evaluation of the Online Skill Assessment Tool

## Online Beceri Değerlendirme Aracının Kullanılabilirliğinin Değerlendirilmesi

Merve Yıldız<sup>1</sup> , Muhammet Berigel<sup>2</sup> , Furkan Kalyoncu<sup>3</sup> , Özlem Özgenç<sup>4</sup> 



<sup>1</sup> (Lect. PhD.), Karadeniz Technical University, Department of Distance Education Application and Research Center, Trabzon, Türkiye

<sup>2</sup> (Assoc. Prof.), Karadeniz Technical University, Department of Management Information Systems, Trabzon, Türkiye

<sup>3</sup> (Expert), Karadeniz Technical University, Department of Technology Transfer Application Research Center, Trabzon, Türkiye

<sup>4</sup> (Assoc. Prof.), Karadeniz Technical University, Department of Forest Products Engineering, Trabzon, Türkiye

ORCID: M.Y. 0000-0002-8665-0287;  
M.B. 0000-0001-5682-8956;  
F.K. 0000-0003-2214-3347;  
Ö.Ö. 0000-0001-9428-5681

### Corresponding author:

Merve YILDIZ  
Karadeniz Technical University, Department of  
Distance Education Application and Research  
Center, Trabzon, Türkiye  
E-mail address: mrvyildiz.86@gmail.com

Submitted: 22.02.2022

Revision Requested: 18.05.2022

Last Revision Received: 27.05.2022

Accepted: 27.05.2022

Published Online: 09.06.2022

Citation: Yıldız, M., Berigel, M., Kalyoncu F., and Ozgenç, Ö. (2022). Usability evaluation of the online skill assessment tool. *Acta Infologica*, 6(1), 19-32. <https://doi.org/10.26650/acin.1077400>

### ABSTRACT

This study was conducted to evaluate the usability of the online skill assessment tool which was developed to evaluate the literacy, numeracy, and digital skills of adults with low skill levels. The sample consisted of 14 participants who were between the ages of 18 and 40 and who had graduated from secondary school at most. In the study, the user-based method, in which user experiences are employed, was used, and according to the effectiveness, efficiency and satisfaction criteria determined by ISO 9241-11, the usability of the online skill assessment tool was evaluated. According to the data obtained from the screen recordings, effectiveness was considered as the completion rate of the tasks, and efficiency was considered as the completion duration of the tasks. Satisfaction was also considered as the values obtained from the questionnaire data. The findings indicated that the participants were able to complete most of the tasks and were generally satisfied with the use of the system. Some usability problems were identified as a result of the observations and the detailed examination of the screen recordings. These problems have been a guide for updates to render the system more usable before the system is used by end users.

**Keywords:** Usability, Online Assessment System, Skill Assessment, User-based Method

### ÖZ

Bu çalışmada, düşük beceri seviyesine sahip yetişkinlerin okuryazarlık, sayısal ve dijital becerilerinin değerlendirilebilmesi için geliştirilen online beceri değerlendirme aracının kullanılabilirliğinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda, çalışma grubunu, 18-40 yaşları arasında ve en fazla ortaokul mezunu olan 14 katılımcı oluşturmaktadır. Çalışmada, kullanıcı deneyimlerinin işe koşulduğu kullanıcı tabanlı yöntem kullanılmış ve online beceri değerlendirme aracının kullanılabilirliğinin değerlendirilmesinde, ISO 9241-11 tarafından belirlenen etkililik, verimlilik ve memnuniyet ölçütleri temel alınmıştır. Bu bağlamda, görevlerin tamamlanma oranı olarak kabul edilen etkililik ile görevlerin tamamlanma süresi olarak kabul edilen verimlilik ekran kayıtlarından elde edilen verilere göre belirlenmiştir. Memnuniyet ise araştırmacılar tarafından geliştirilen anketten elde edilen veriler doğrultusunda belirlenmiştir. Elde edilen bulgular, katılımcıların, görevlerin çoğunluğunu tamamlayabildiklerini ve sistemin kullanımı ile ilgili genel olarak memnun olduklarını göstermiştir. Bunun yanı sıra, kullanılabilirlik testi sırasında yapılan gözlemler ve ekran kayıtlarının detaylı incelenmesi sonucunda bazı kullanılabilirlik problemleri tespit edilmiştir. Bu problemler, sistemin son kullanıcılara açılmadan önce, daha kullanılabilir olması adına sistemin tasarımında yapılacak güncellemeler için yol gösterici olmuştur. **Anahtar kelimeler:** Kullanılabilirlik, Online Değerlendirme Sistemi, Beceri Değerlendirme, Kullanıcı Tabanlı Yöntem

## 1. INTRODUCTION

Based on the development of information and communication technologies, access to digital systems such as web pages, online environments and mobile applications has become easier. Digital systems are preferred more by people as they provide a more comfortable and flexible usage opportunity (Anam, Sadiq, & Jamil, 2020). However, users who easily access a system and start using it quickly may leave the system with the same speed when they cannot use the system (Ersoy, 2004; KAMIS, 2018). This is because people have differences in terms of gender, age, nationality, culture, experience, skill, or disability. All these individual characteristics determine whether a person will use that system or not (Çağiltay, 2016; Dix et al., 2004; Şahin, Hebebe, & Çelik, 2014). Therefore, it is an important issue to design systems acceptably so that everyone can use them (de Castro Lozano et al., 2011; Newell & Gregor, 2002). At this point, the concept of universal design comes in sight. Universal design is defined as a product design process that can be used by as many people as possible in as many situations as possible (Dix et al., 2004). Story, Mueller, & Mace (1998) proposed seven universal design principles for products or systems to be designed: equitable use, flexibility in use, simple and intuitive, perceptible information, tolerance for error, low physical effort, size and space for approach and use. These principles provide a framework to develop a user-centered design for researchers and developers. Certainly, this does not mean that there will be no problems in a well-designed system. Thus, systems that are developed need to be tested. At this point, the concept of usability also comes to the fore.

Usability can be defined as a combination of factors that affect the user's interaction with the product or system (Nielsen, 1994). According to the definition of ISO 9241-11 (1998), usability is "the extent to which a product (hardware, software or service) can be used by specified users to achieve specified goals with effectiveness, efficiency and satisfaction in a specified context of use". In this context, usability should be evaluated to determine the usability measure of a system or product. There are many different methods and approaches for evaluating usability. Dillon (2001) grouped evaluations of usability under three categories: user-based, expert-based, and model-based. In the user-based method, an application is tested with a sample of users performing a set of pre-determined tasks. The expert-based method refers to any form of usability evaluation which involves a group of HCI experts examining the application and estimating its likely usability for a given user population. In model-based approaches, an HCI expert employs several methods to predict certain aspects of user performance. This approach involves measuring only one component of usability and limited task applicability. In the literature, it is stated that the user-based method is superior to the others in terms of generally providing reliable and valid estimates in usability evaluation (Dillon, 2001), finding deep usability problems (Lyzara et al., 2019) and being effective in exploring various interface options at the early stages of system design (Ogolla, 2011).

Usability is one of the most important features that determine the quality of a product or system. Unusable products and systems lead to lower efficiency and effectiveness, and so, end users face difficulties while using them (Sagar & Saha, 2017). This also causes the product or system to fail in real-world practice (Seffah et al., 2006). Thereby, there are many usability studies in various fields for different purposes. When the literature is examined, it is seen that usability studies have generally focused on websites. There are examples of studies on the website usability of a university (Akgül, 2020; Cengiz, 2016; Hasan, 2014; Ismail & Kuppusamy, 2018; Mentis & Turan, 2012; Pant 2015; Van Den Haak, De Jong, & Jan Schellens, 2003), e-commerce (Gonçalves et al., 2018; Hasan, Morris, & Proberts, 2012; Lee & Koubek, 2010; Li & Li, 2011), e-government (Chang & Almaghalsah, 2020; Huang & Benyoucef, 2014; Paul & Das, 2019) and many more. Alongside these, evaluation of the usability of educational environments such as e-learning platforms (Granić & Ćukušić, 2011; Harrati et al., 2016; Shi et al., 2013; Ventayen et al., 2018), learning management systems (Althobaiti & Mayhew, 2015; Kakasevski et al., 2008; Phongphaew & Jiamsanguanwong, 2017) and other tutoring systems (Chao et al., 2016; Lin et al., 2011; Pensabe-Rodriguez et al., 2020) is also within this field of study.

One of the most important dynamics of educational processes is assessment. According to the purpose of the assessment, it is divided into three categories - diagnostic, formative and summative (Dumit, 2012; Güven, 1987; Senemoğlu, 2013). In diagnostic assessment, it is aimed to determine the readiness levels, interests, tendencies, knowledge, and skill levels of students and direct them to the areas where they can be productive. The main purpose of formative assessment is to complete learning deficiencies by identifying learning deficiencies in the learning-teaching process and eliminating learning difficulties.

Summative assessment is usually made to determine the level of the student at the end of the learning-teaching process. In other words, it is aimed to reveal the progress made in line with the objectives of a course. Within this context, in the literature, it is possible to encounter studies on evaluation of the usability of various assessment systems developed for different purposes (Bayrak & Akcam, 2015; Battal & Çağıltay, 2015; Karahoca, Karaoca, & Günoğlu, 2009; Lai, Chen, & Chou, 2017; Majzub, 2009; Vairamuthu & Anuncia, 2016), even though the number of such studies is limited. However, when these studies were examined, it was seen that survey data mostly based on self-reported user opinions were used in the usability evaluation of assessment systems. Therefore, it may be stated that there is a gap in the literature regarding user-based usability evaluation of assessment systems. From this point of view, this study aimed to evaluate the online skills assessment tool which was developed to evaluate the literacy, numeracy, and digital skills of low-skilled/underqualified adults within the scope of the online skill assessment project, by using the user-based method.

## 2. ONLINE SKILL ASSESSMENT PROJECT

According to 2019 data from the Turkish Statistical Institute (TÜİK, 2019), 15% of secondary school graduates over the age of 15 were at that time unemployed in Turkey. For low-skilled/underqualified adults to contribute to the economy by entering the labor market, there is a need to provide opportunities to increase their skill levels with appropriate training. However, in order to be able to create appropriate training opportunities, it is necessary to determine the skills and the skill levels of these adults by first making diagnostic assessment. Within this context, in the project supported by the European Union Programme for Employment and Social Innovation “EaSI”, it was aimed to determine the literacy, numeracy and digital skill levels of low-skilled/underqualified adults in Turkey. The objectives of the project are as follows:

- The main objective of the project is to develop a new, web-based and adaptive assessment tool to assess the literacy, numeracy and digital skills of low-skilled/underqualified adults and to test the reliability and validity of this tool.
- The second objective of the project is to present the evaluation results through the reports generated by the assessment tool to be developed. These reports will include information about both the current skill levels of individuals and the potential skills that individuals need to be improved.
- The final objective of the project is to provide the basis for creating tailored learning methods for adults.

In line with the main purpose of the project, an adaptive, web-based assessment tool which was named the “Online Skill Assessment Tool (OSAT)” was developed for assessment of skill levels. The target group with low-skilled/underqualified individuals consisted of adults between the ages of 18 and 40 who had graduated from secondary school at most. Skills were determined as Turkish literacy, numeracy and digital skills. Question pools were created for the three skill areas that were determined. A total of 1053 questions, 338 of which are about Turkish literacy, 303 of which are about numeracy and 412 of which are about digital skills, were prepared by field experts. The questions were prepared in accordance with a conceptual framework based on the European Qualifications Framework (EQF). The system works according to the CAT (Computerized Adaptive Testing) algorithm. CAT is a form of computer-based test that adapts to the examinee’s ability level. In other words, it is a form of computer-administered test in which the next item or set of items selected to be administered depends on the correctness of the test taker’s responses to the most recent items administered. In this direction, the developed system determines a different starting level for each user according to some demographic information that is entered. According to the adaptation in the system, each user is faced with questions of different difficulty levels. Depending on the answers to the questions, the questions get more difficult, or the test is interrupted.

Developed as an adaptive web-based assessment system, OSAT consists of two main modules which are the admin module and the application module. The admin module is the interface where authorized institutions that will use the system perform operations such as user management, test creation, question adding and reporting. The application module is the web interface where OSAT is located and can be used by the target group. If the user logs in to the application module for the first time, they must first register to the system. After the registration, the demographic form field appears in front of the user who logs into the system. After filling in the demographic form, the user has to choose institution information. After that, the user can access the test or tests defined for themselves by the institution from the test list in the menu. The user logs out of the

system after the relevant test or tests are completed. The tests consist of question types such as multiple choice, fill-in-the-blank, matching, true and false, but there are also questions with different features such as simulation, picture or audio questions in the question pool. In this context, while determining usability tasks for the application module for which a usability test was performed, in order to make a comprehensive evaluation, all menu operations and test interfaces of the application module were aimed to be included.

### 3. METHOD

#### 3.1. Usability Evaluation Process of OSAT

In this study, the user-based method, in which user experiences are employed, was used to evaluate the usability of OSAT. In the process of the usability evaluation of OSAT shown in Figure 1, the usability framework determined by ISO 9241-11 (1998) was taken as a basis.

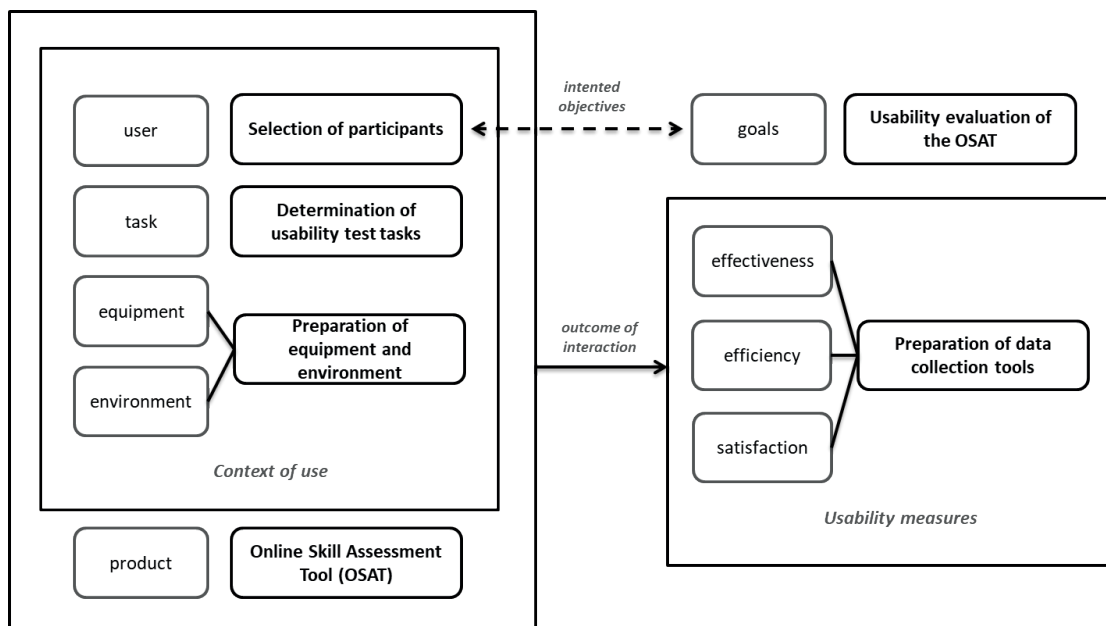


Figure 1. Usability evaluation process of OSAT

##### 3.1.1. Selection of participants

Since the target group of the project was adults between the ages of 18 and 40 and who had graduated from secondary school at most, the criterion sampling method, one of the purposive sampling methods, was used in determining the participants (Yıldırım & Şimşek, 2013). In order to reach participants with these criteria, an interview was held with the Trabzon Employment Agency, one of the stakeholders of the project. The participants who were contacted were given information about the purpose and scope of the study. Accordingly, 18 participants agreed to participate in the study. However, four participants requested support from the researchers during the usability test, as their computer use abilities were low. Since there should be no intervention while performing the usability tests, the data obtained from these four participants were excluded from the analysis. Therefore, the study group consisted of 14 participants. Information on the demographic characteristics of the study group is presented in Table 1.

Table 1  
*Demographic information of the participants*

		<b>n</b>
Gender	Male	8
	Female	6
Age	18-25	5
	26-30	5
	31-40	4
Education level	Graduated from secondary school	10
	Dropped out of high school	4
Employment status	Unemployed	6
	Permanent worker	4
	Temporary worker	3
	Self-employed	1

According to Table 1, eight men and six women participated in the study. Five of the participants were between the ages of 18 and 25, five were between 26 and 30, and four were between 31 and 40 years old. While ten of the participants had graduated from secondary school, four of them had dropped out of high school. Six participants were unemployed.

### 3.1.2. Determination of usability test tasks

Seven main tasks were determined for the usability test. In the sixth task, 14 sub-tasks related to each question type were determined. The descriptions of the tasks determined for the usability test are presented in Table 2.

Table 2  
*Usability test tasks*

<b>Task no</b>	<b>Task name</b>	<b>Task definition</b>
1	Registration	Press the register link Fill in the registration form Press the send button
2	Login	Open the website Fill in the login form Press the login button
3	Demographic form	Click the menu Click the demographic form item Fill in the demographic form Press the save button
4	Institution information	Click the menu Click the institution information item Select the institution from the list Press the save button
5	Start test	Click the menu Click the test list item Select the test and click Answer the question
6	Questions*	Press the confirm and skip to next question button or Click the "I want to leave the question blank" box
6.1		Multiple choice (options text)
6.2		Multiple choice (options picture)
6.3		Multiple choice (audio question)
6.4		Short answer
6.5		More than one correct choice
6.6		Two options (true / false)
6.7		Two options (other)
6.8		Drag and drop into text
6.9		Short answer into text
6.10		Matching
6.11		Sorting
6.12		Simulation

6.13		Simulation
6.14		Simulation
7	Logout	Click the profile icon Press the logout button

\* The same steps were followed for all question types (6.1-6.14)

### 3.1.3. Preparation of data collection tools

Usability can basically be defined as effectiveness, efficiency, and satisfaction (ISO 9241-11, 1998). These three attributes common to evaluating usability are a measure of the impact on usability. At this point, these standard attributes may be defined as follows:

- Effectiveness: measures the degree to which users completely achieve specified goals correctly.
- Efficiency: measures the resources expended by users to completely achieve specified goals correctly.
- Satisfaction: measures which user needs are satisfied by using a product or system.

Depending on this, in the usability evaluation of OSAT, effectiveness; rate of task completion, efficiency; tasks completion duration, and satisfaction were considered as values obtained from the questionnaire data. Accordingly, the data collection tools are:

*Screen recordings:* Screen recordings were taken during the usability test in order to examine the behaviors of the participants on the system. And then, the task form was created to record information about the users' behaviors in a dataset in line with the tasks determined for the usability test. The data obtained from the screen recordings of each user, the task completion rate and other results for effectiveness and the task completion duration results for efficiency were entered in the task form.

*Observation form:* The observation form was developed to note the questions asked by the users during the usability test and important situations that could not be obtained from the screen recordings. The data obtained from the observation form were used to support the data obtained from the screen recordings.

*Satisfaction questionnaire:* The satisfaction questionnaire was developed to determine the opinions of the users about OSAT. Following a literature review, questionnaire questions on a 5-point Likert-type scale (1 = Strongly disagree to 5 = Strongly agree) consisting of 16 items were prepared (Appendix). Six of the items were about design, six were about navigation, and four were about ease of use.

### 3.1.4. Preparation of equipment and environment

The usability test was carried out at a meeting hall of the Eastern Black Sea Development Agency, which is the executive institution of the project. Before the implementation, the laptops on which the users would take the usability test were checked in terms of software and hardware. In order to prevent possible interruption problems, two different screen recording programs were installed on the laptops. Due to the Covid-19 pandemic, the headsets for audio questions and pens for filling in the forms were provided, one for each user. The data collection tools (observation form and satisfaction questionnaire), informed consent form and task list for the participants to be used in the data collection process were printed out. Finally, due to the Covid-19 pandemic, the necessary social distancing arrangement was created at the meeting hall, and disinfection procedures were carried out.

## 3.2. Data Collection Process

The participants contacted through the Trabzon Employment Agency, which is one of the associate organizations of the project, were notified via a message of the day and time of the usability test implementation. The data collection process was carried out in two sessions. Ten participants attended the first session, and eight participants attended the second session. Before the implementation started, after giving brief information about the project and the research process, the informed consent form was signed by the participants. After the screen recording programs were activated, OSAT's web page was



opened on the laptops. Important situations observed during the implementation were noted on the observation form by four researchers. The satisfaction questionnaire was given to the participants who then completed them. Later, incentive payments were given to every participant, and the implementation process shown in Figure 2 was completed.

### 3.3. Data Analysis

The data collected through screen recordings were analyzed, and the rate of completion and the completion duration for each task were reported. Mean and standard deviation were calculated for the data obtained from the satisfaction questionnaire. Additionally, usability problems related to OSAT were identified in line with the data obtained from the observation form and screen recordings. Frequency values were calculated for these usability problems.



Figure 2. Data collection process

## 4. FINDINGS

### 4.1. Findings on Effectiveness

In the usability evaluation of OSAT, effectiveness was handled as the rate of completion of the tasks. Correspondingly, the rate of completion of each task and the rate of each participant's task completion were calculated and are presented in Table 3.

Table 3

*Findings on effectiveness*

Task no	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	Rate of each task completion
1	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	14/14
2	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	14/14
3	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	14/14
4	√	X	X	X	√	X	X	X	X	√	√	√	X	√	6/14
5	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	14/14
6.1	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	14/14
6.2	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	14/14
6.3	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	14/14
6.4	X	√	√	√	√	√	√	√	X	√	√	√	√	√	12/14
6.5	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	14/14
6.6	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	14/14
6.7	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	14/14
6.8	X	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	X	√	√	12/14
6.9	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	X	√	√	13/14
6.10	X	√	√	√	√	√	√	√	X	√	√	X	√	√	11/14
6.11	X	X	√	X	√	√	X	√	X	√	√	X	√	√	8/14
6.12	X	√	√	X	√	√	X	√	X	X	√	X	√	X	7/14
6.13	X	√	√	√	√	√	√	X	√	X	√	X	√	X	9/14
6.14	√	√	√	√	√	√	√	√	√	X	√	√	√	X	12/14
7	√	√	√	√	√	√	X	√	√	X	√	X	√	X	10/14

Rate of each participant' task completion	14/ 20	18/ 20	19/ 20	17/ 20	20/ 20	19/ 20	16/ 20	18/ 20	15/ 20	16/ 20	20/ 20	13/ 20	19/ 20	16/ 20
---	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

P: participant

As seen in Table 3, when the rate of completion of each task was examined, it was seen that most of the tasks could be completed at a high rate. It was determined that the most problematic tasks were 4, 6.11, 6.12 and 6.13. When the observation data and the detailed results of the screen recordings were examined, it was determined that the institution information task number 4 could not be completed due to the fact that the 'select the institution' item could not be found in the menu. The problem in task 6.11 regarding the sorting question was that the drag and drop pointer was not detected. In the simulation questions 6.12 and 6.13, the completion rate of these tasks was low, as it was not understood how to perform these tasks. The findings on usability problems are explained in detail in section 4.4.

### 4.2. Findings on Efficiency

In the usability evaluation of OSAT, efficiency was handled as the task completion duration. Correspondingly, the mean of each task's completion duration and the total duration were calculated and are presented in Table 4.

Table 4

Findings on efficiency

Task no	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	Mean of each task completion duration (≈)
1	60	73	18	53	19	89	70	46	327	180	20	21	36	28	74"
2	3	49	37	10	46	12	60	104	26	197	20	83	30	75	54"
3	275	256	180	297	188	308	351	273	345	369	296	218	144	156	261"
4	62	0	0	0	145	0	0	0	0	17	61	200	48	63	43"
5	120	14	21	67	10	97	43	20	47	94	51	142	36	66	59"
6.1	33	16	16	14	10	42	19	16	17	23	12	13	14	24	19"
6.2	87	60	52	27	23	67	81	27	49	54	45	57	47	54	52"
6.3	65	42	18	26	15	19	31	29	43	42	86	32	40	14	36"
6.4	46	48	12	67	43	53	57	55	45	22	21	12	61	21	40"
6.5	28	29	33	34	13	12	38	30	42	23	40	17	28	19	28"
6.6	26	18	16	10	14	20	32	52	21	24	10	11	18	14	20"
6.7	46	40	35	40	23	49	30	25	45	22	20	32	28	35	34"
6.8	55	71	39	47	54	63	47	40	61	43	47	46	28	35	48"
6.9	28	38	20	46	23	44	45	34	40	50	33	29	37	32	36"
6.10	35	49	43	24	20	54	32	40	142	34	25	51	17	30	43"
6.11	8	33	25	27	42	24	4	29	43	38	19	42	16	14	26"
6.12	55	131	55	50	60	78	67	43	60	142	42	70	46	20	66"
6.13	25	33	25	14	28	25	78	51	67	0	54	28	18	0	32"
6.14	26	33	21	27	27	60	31	47	41	0	21	41	31	0	29"
7	9	12	27	15	16	63	23	249	42	0	21	332	17	0	59"
Total duration (≈)	18'	17'	12'	15'	14'	20'	19'	20'	25'	23'	16'	25'	12'	12'	

P: participant, "': second, ': minute

When the total durations shown in Table 4 were examined, it was seen that the participants completed all the tasks approximately between 12 and 25 minutes. The mean of the completion durations of each task varied. The task with the longest completion duration was the demographic form filling task, task no 3. The reason for this was that there were several form fields, and the participants tried to complete the task without filling all of these fields. Additionally, it was determined that the mean completion duration of the login task no 2, which was the relatively shortest task compared to the others, was also long. When the observation data and the detailed results of the screen recordings were examined, it was observed that the participants tried to enter the system without registration. These findings on the usability problems are explained in detail in section 4.4.

### 4.3. Findings on Satisfaction

In the usability evaluation of OSAT, satisfaction was handled as the values obtained from the questionnaire data. Correspondingly, the mean and standard deviation for each item were calculated, and they are presented in Table 5.

Table 5

#### Findings on satisfaction

Item no	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	$\bar{X}$	SD
1	5	4	5	5	4	4	4	2	5	4	2	3	4	1	3.71	1.27
2	5	4	5	5	4	4	4	4	5	4	5	5	4	1	4.21	1.05
3	5	4	5	5	3	4	4	4	5	4	4	5	5	5	4.43	0.65
4	5	4	5	5	1	4	4	4	5	4	5	5	5	4	4.29	1.07
5	5	4	5	5	1	4	4	4	4	4	3	5	5	4	4.07	1.07
6	5	4	5	5	1	4	4	4	4	3	4	3	2	4	3.71	1.14
7	5	4	5	5	3	4	4	4	4	3	5	5	5	3	4.21	0.80
8	5	4	5	5	5	4	4	4	4	4	4	5	5	4	4.43	0.51
9	5	4	5	5	5	4	4	4	4	3	5	5	5	5	4.50	0.65
10	5	4	5	5	5	4	4	4	4	3	5	5	4	4	4.36	0.63
11	5	4	5	5	5	4	4	4	4	4	4	5	5	3	4.36	0.63
12	5	4	5	5	5	4	4	4	5	4	5	3	3	5	4.36	0.74
13	5	5	5	5	5	3	4	4	5	4	5	5	5	4	4.57	0.65
14	2	4	5	5	5	3	4	4	2	3	5	5	5	3	3.93	1.14
15	4	4	5	5	4	3	4	4	5	3	4	5	5	5	4.29	0.73
16	4	3	3	4	3	4	4	4	4	2	5	5	4	5	3.86	0.86

P: participant

As seen in Table 5, when the mean values were analyzed, it may be stated that the participants were generally satisfied with OSAT. The item no 13 which was expressed “generally, the system is easy to use”, supported this with the highest mean value. The items with the lowest mean values were item no 1-“the font and font size in the system make it easy to read”, and item no 6-“the colors of the navigation elements (such as buttons, scroll bars, drag-and-drop markers) are appropriate”. During the observations, it was determined that the question root statement was not seen due to the small font size, especially in the simulation questions, and therefore, the questions were skipped before they could be answered. Furthermore, the low mean value in item 6 coincided with the “drag and drop pointer was not detected” finding in section 4.1.

### 4.4. Findings on Usability Problems

In the usability evaluation of OSAT, some usability problems were identified as a result of the observations and screen recordings. These problems are presented in Table 6.

Table 6

#### Findings on usability problems

Task no	Problem	f
1 - 2	Trying to login to the system without registration	11
3	Trying to complete the task without filling all the demographic form fields	12
4	Cannot find institution information selection menu	10
5	Cannot find the test list in the menu	8
6.11	Cannot detect the drag and drop pointer in sorting question	5
6.12 - 6.13 - 6.14	Cannot understand how to respond to simulation questions	9
7	Cannot find the logout menu	6

As seen in Table 6, one of the situations where the participants experienced the most problems was trying to login to the system without registration. It was determined that this was due to the fact that the login was located as a button, and the registration was also located as a link under the login button, and thus, the participants did not notice the registration link. Additionally, since the target group was low-skilled adults, it was observed that their digital skill level for online activities was quite low.

After login to the system, the demographic form is presented to the participants, and other operations cannot be started without filling all the fields. If there are fields left blank, the save button should be pressed after filling them. Therefore, another common problem was trying to complete the task without filling all the demographic form fields. The participants spent a lot of time in this task until they realized this situation. It may be stated that this was due to the long demographic form and the carelessness of the participants.

In addition to these, failure to find the institution information selection menu and failure to find the test list in the menu were among the important problems. When the screen recordings and observation data were examined, it was determined that the participants clicked on different places on the web page and randomly found the menu after a few tries. However, the menu icon was a standard icon used in digital systems. For this reason, it is thought that these problems were experienced due to the very low digital skill level of the target group.

It was observed that some participants could not use the drag and drop pointer in the sorting question task. In the simulation questions, it was determined that most of the participants did not understand how to respond to the question. Such that, according to the data in Tables 3 and 4, it was seen that the participants P10 and P14 left the system without answering any of these questions. It may be stated that this was again due to the low digital skill level of the target group.

Furthermore, it was determined that some participants found the exit menu by trying (like other problems regarding not finding the menu), and some of them even dropped out of the system by closing the browser. Similarly, although the logout icon was also a standard icon used in digital systems, the users experienced problems here as well due to their low digital skill levels and the small font size of the question root statement.

## **5. DISCUSSION AND CONCLUSION**

In this study, it was aimed to evaluate the usability of OSAT developed to evaluate the literacy, numeracy and digital skills of low-skilled/underqualified adults within the scope of the online skill assessment project. The sample consisted of 14 adults between the ages of 18 and 40 who had graduated from secondary school at most and these formed the target group of the project. In the process of the usability evaluation of OSAT, the user-based method, in which user experiences are employed (Dillon, 2001), and the usability framework determined by ISO 9241-11 (1998) were used. An observation form and a satisfaction questionnaire developed by the researchers were used as the data collection tools. The effectiveness, efficiency and satisfaction attributes of OSAT were evaluated as usability measures. Depending on this, in the usability evaluation of OSAT, according to the data obtained from the screen recordings, effectiveness was considered as the completion rate of the tasks, and efficiency was considered as the completion duration of the tasks. Satisfaction was also considered as values obtained from the satisfaction questionnaire data. The usability test was conducted for the application module, which is the user web interface of OSAT. For this, a total of 20 tasks, including 7 main tasks, were determined. While determining the usability tasks for the application module for which the usability test was performed, to make a comprehensive evaluation, all menu operations and test interfaces of the application module were aimed to be included.

According to the findings, the participants completed most of the tasks at a high rate. Although the mean time to complete each task varied, the participants completed the tasks approximately between 12 and 25 minutes. Gülbahar, Kalelioğlu, & Madran (2008), in their study with 5 students and 5 academicians, evaluated the usability of a higher education web-based assessment and evaluation tool, WebQuest, and concluded that the tasks were completed with a 75% success rate. According to the findings of the satisfaction questionnaire, it is possible to say that the participants were generally satisfied with the use of the system. Karahoca, Karahoca, & Günoğlu (2009) analyzed the usability of a web-based exam automation system they developed in terms of the learnability, controllability, design, and satisfaction factors through a survey and concluded that the system was successful in terms of satisfaction. In another study, Lai, Chen, & Chou (2017) aimed to examine the interface design of a web-based formative assessment system. In the study attended by 28 college students, user experiences were collected through a web assessment usability questionnaire and a web assessment interface survey. So, the results indicated that overall usability scores were high. Similarly, in the usability evaluation of a web-based assessment tool developed for improvement of communication and active listening skills, no technical difficulty was reported, and the participants were satisfied with the system according to the survey data (Cheon & Grant, 2009).

Some usability problems were identified as a result of the observations and the detailed examination of the screen recordings. These problems provided important clues for the updates to be made in the design of the system to make the system more usable before the system is opened to end users. Primarily, one of the situations where the participants experienced the most problems was trying to login to the system without registration. It was determined that this was caused by the participants not noticing the registration link. To solve this problem, the registration link was changed to a button like the login and positioned next to the login button to increase its visibility. Another common problem was trying to complete the task without filling all the demographic form fields. For this situation, an explanation was added at the beginning of the relevant page that all fields are mandatory. Not being able to find the menus was also one of the major problems. Although the most widely used icons were used in the OSAT design, the very low digital skill level of the target group led to these icons not being understood. For this reason, the icons were removed, and the related operations were transformed into text forms such as “menu” and “logout” in order to make it easier for users to understand. In addition to these, it was observed that some participants could not use the drag and drop pointer in the sorting question task. Therefore, the explanation “by dragging up and down” was added to the root statement of the question, and the pointer was made more explicit. In the simulation questions, it was determined that most of the participants did not understand how to answer the questions. It was observed that this problem was due to the small font size of the question root statement and the low digital skill level of the target group. In order to overcome this problem, the font size of the question root statements in the simulation questions was changed, and small hints on how to answer the questions were added.

Although the discussion was limited due to the scarcity of studies on the usability of online assessment systems and the fact that most of them were based on survey data, it is possible to say that task-based usability tests, in which user experiences are employed, are guiding researchers in designing and developing systems. Nowadays, when learning and teaching processes are transferred to online environments, assessment, which is a part of this process, comes to the fore. So, many online assessment tools are used or developed to determine the quality of education. Therefore, it may be stated that more detailed usability studies are needed for these online assessment systems. Moreover, although no matter how the system was designed in line with universal design principles, situations where features such as the prior knowledge and skill level of the target group come to the fore, and as in this study, they oblige the system to be designed specifically for the target users. As a matter of fact, Battal & Çağıltay (2015) emphasized that the user profile that will use the system according to the intended use of the system should also be taken into consideration while designing systems. Finally, for future research, it may be recommended to conduct studies on the usability evaluation of online assessment systems with larger samples, where different methods may be employed, and in-depth findings and indicators may be revealed.

By the way, OSAT, which was developed within the scope of the project supported within the framework of the EaSI Program, sets an example of supporting the dissemination of skills assessment in the implementation of the EU’s Upskilling Pathways policy. In this context, the OSAT is expected to serve stakeholders such as Turkish Employment Agencies or Development Agencies, who need individual skills assessment of low-skilled/underqualified adults nationally and/or regionally. Thus, it will be possible to determine the training they need by evaluating the current skill levels of the individuals and to provide the necessary training opportunities, as well as to ensure the sustainability of the developed tool.

**Hakem Değerlendirmesi:** Dış bağımsız.

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

**Yazar Katkıları:** Çalışma Konsepti/Tasarımı: M.Y., M.B., Ö.Ö.; Veri Toplama M.Y., F.K., Ö.Ö.; Veri Analizi /Yorumlama: M.Y.; Yazı Taslağı: M.Y., M.B., F.K., Ö.Ö.; İçeriğin Eleştirel İncelemesi: M.Y., M.B., Ö.Ö.; Son Onay ve Sorumluluk: M.Y., M.B., F.K., Ö.Ö.

**Finansal Destek:** Bu çalışma, Avrupa Birliği’nin İstihdam ve Sosyal Yenilik Programı “EaSI” (2014-2020) kapsamında finansal destek almıştır. Proje Sözleşme Numarası: VS/2019/0127. Daha detaylı bilgi için: <http://ec.europa.eu/social/easi>

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

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

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

**Grant Support:** This study was received financial support from the European Union Programme for Employment and Social Innovation “EaSI” (2014-2020), Project Contract Number: VS/2019/0127. For further information please consult: <http://ec.europa.eu/social/easi>

## References/Kaynaklar

- Akgül, Y. (2020). Accessibility, usability, quality performance, and readability evaluation of university websites of Turkey: a comparative study of state and private universities. *Universal Access in the Information Society*, 1-14. doi:10.1007/s10209-020-00715-w.
- Althobaiti, M. M., & Mayhew, P. (2015, September). Assessing the usability of learning management system: user experience study. In *Second International Conference on E-Learning, E-Education, and Online Training* (pp. 9-18).
- Anam, H., Sadiq, M., & Jamil, H. (2020). Development of System Usability Scale (SUS) for the Urdu Language. *International Journal of Computer Science and Information Security*, 18(6), 73-78.
- Battal, A., & Çağiltay, K. (2015). Investigation of usage frequency and department on usability issues with the Online Examination System (OSS). *Mersin University Journal of the Faculty of Education*, 11(3), 752-763.
- Bayrak, T., & Akcam, B. (2015). Exploring benefits of a web based testing and training tool. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 195, 1032-1041. Doi:10.1016/j.sbspro.2015.06.146.
- Cengiz, E. (2016). Hacettepe Üniversitesi Kütüphaneleri web sitesinin kullanılabilirliğinin eğitimle desteklenmesi ve değerlendirilmesi: Hacettepe Üniversitesi Bilgi ve Belge Yönetimi Bölümü öğrencileri üzerine bir çalışma. *Türk Kütüphaneciliği*, 30(1), 84-95.
- Chang, C., & Almaghalsah, H. (2020). Usability evaluation of e-government websites: A case study from Taiwan. *International Journal of Data and Network Science*, 4(2), 127-138.
- Chao, J. Y., Chao, S. J., Yao, L. Y., & Liu, C. H. (2016). A case study of design and usability evaluation of the collaborative problem solving instructional platform system. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(10), 2647-2655. Doi:10.12973/eurasia.2016.1278a.
- Cheon, J., & Grant, M. (2009). Active listening: Web-based assessment tool for communication and active listening skill development. *TechTrends*, 53(6), 24-34. Doi:10.1007/s11528-009-0340-4.
- Çağiltay, K. (2016). İnsan bilgisayar etkileşimi ve eğitim teknolojileri. In K. Çağiltay and Y. Gökteş (Eds.) *Öğretim Teknolojilerinin Temelleri: Teoriler Araştırmalar Eğilimler* (pp. 297-314). Pegem Akademi, Ankara.
- de Castro Lozano C. et al. (2011). Usable interface design for everyone. In Cipolla Ficarra FV, de Castro Lozano C, Nicol E, Kratky A, Cipolla-Ficarra M (Eds) *Human-Computer Interaction, Tourism and Cultural Heritage* (pp. 157-172). Springer, Berlin, Heidelberg. Doi:10.1007/978-3-642-18348-5\_15.
- Dillon, A. (2001). The evaluation of software usability. In Karwowski W (Ed) *Encyclopedia of Human Factors and Ergonomics*. Taylor and Francis, London. <https://repository.arizona.edu/bitstream/handle/10150/105344/Adusability.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Accessed 15 October 2020.
- Dix, A., Finlay, J., Abowd, G., & Beale, R. (2004). *Human-computer interaction*. Prentice Hall, England.
- Dumit, N. Y. (2012). Diagnostic/formative/summative assessment. <https://vb.ckfu.org/attachments/%E3%E1%CA%DE%EC-%C7%E1%CE%D1%ED%CC%ED%E4/303900d1479934616-%E3%D1%CC%DA-%D4%C7%E3%E1-%E1%DF%DD%C7%ED%C7%CA-%C7%E1%DE%D3%E3-%C7%E1%DA%CE%3-%E6%DF%DD%C7%ED%CE%3-%C7%E1%CA%CE%D5%D5-%C7%E1%DB%CE%9-%C7%E1%CE%4%CC%E1%ED%D2%ED%CE%9-diagnostic-formative-summative-asst.pdf>. Accessed 20 October 2020.
- Ersoy, H. (2004). Bir çevrimiçi öğrenim destek sisteminin kullanılabilirlik testi: Planlama, uygulama, değerlendirme. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 3(1), 75-82.
- Gonçalves, R., Rocha, T., Martins, J., Branco, F., & Au-Yong-Oliveira, M. (2018). Evaluation of e-commerce websites accessibility and usability: An e-commerce platform analysis with the inclusion of blind users. *Universal Access in the Information Society*, 17(3), 567-583. Doi:10.1007/s10209-017-0557-5.
- Granić, A., & Ćukušić, M. (2011). Usability testing and expert inspections complemented by educational evaluation: A case study of an e-learning platform. *Journal of Educational Technology & Society*, 14(2), 107-123.
- Gülbahar, Y., Kalelioğlu, F., & Madran, O. (2008). Usability evaluation of "web macerası" as an instructional and evaluation method. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 41(2), 209-236.
- Güven, Ç. (1987) Okulda öğrenme-öğretme sürecinin denetimi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(1), 271-285.
- Harrati, N., Bouchrika, I., Tari, A., & Ladjaïlia, A. (2016). Exploring user satisfaction for e-learning systems via usage-based metrics and system usability scale analysis. *Computers in Human Behavior*, 61, 463-471. Doi:10.1016/j.chb.2016.03.051.
- Hasan, L. (2014). The website of the University of Jordan: Usability evaluation. *International Arab Journal of e-Technology*, 3(4), 258-269.
- Hasan, L., Morris, A., & Probets, S. (2012). A comparison of usability evaluation methods for evaluating e-commerce websites. *Behaviour & Information Technology*, 31(7), 707-737. Doi:10.1080/0144929X.2011.596996.
- Huang, Z., & Benyoucef, M. (2014). Usability and credibility of e-government websites. *Government Information Quarterly*, 31(4), 584-595. Doi:10.1016/j.giq.2014.07.002.
- Ismail, A., & Kuppasamy, K. S. (2018). Accessibility of Indian universities' homepages: An exploratory study. *Journal of King Saud University-Computer and Information Sciences*, 30(2), 268-278.
- ISO 9241-11 (1998). Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) - Part 11: Guidance on usability. <https://pdfs.semanticscholar.org/17e5/3f6fa806ea573e4ee0904fbb12c3a527d5f0.pdf>. Accessed 10 October 2020.
- Kakasevski, G., Mihajlov, M., Arsenovski, S., & Chungurski, S. (2008, June). Evaluating usability in learning management system Moodle. In *ITI 2008 - 30th International Conference on Information Technology Interfaces* (pp. 613-618).

- KAMIS (2018). Kullanılabilirlik ilkeleri. <https://kamis.gov.tr/wp-content/uploads/2018/03/Bolum3.pdf>. Accessed 12 October 2020.
- Karahoca, A., Karahoca, D., & Günoğlu, S. (2009). Web tabanlı sınav otomasyon sisteminin kullanılabilirlik analizi. In *4. Ulusal Yazılım Mühendisliği Sempozyumu* (pp 183-190).
- Lai, T. L., Chen, P. Y., & Chou, C. Y. (2017, May). A user experience study of a web-based formative assessment system. In *2017 International Conference on Applied System Innovation* (pp. 899-902).
- Lee, S., & Koubek, R. J. (2010). The effects of usability and web design attributes on user preference for e-commerce web sites. *Computers in Industry*, *61*(4), 329-341. Doi:10.1016/j.compind.2009.12.004.
- Li, F., & Li, Y. (2011). Usability evaluation of e-commerce on B2C websites in China. *Procedia Engineering*, *15*, 5299-5304. Doi:10.1016/j.proeng.2011.08.982.
- Lin, H. C. K., Hsieh, M. C., Wang, C. H., Sie, Z. Y., & Chang, S. H. (2011). Establishment and usability evaluation of an interactive AR learning system on conservation of fish. *Turkish Online Journal of Educational Technology*, *10*(4), 181-187.
- Lyzara, R., Purwandari, B., Zulfikar, M. F., Santoso, H. B., & Solichah, I. (2019, January). E-government usability evaluation: Insights from a systematic literature review. In *Proceedings of the 2nd International Conference on Software Engineering and Information Management* (pp 249-253).
- Majzub, R. M. (2009). The development of a web based ecological assessment of school readiness (WEBEASR). *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, *1*(1), 2568-2572. Doi:10.1016/j.sbspro.2009.01.453.
- Mentes, S. A., & Turan, A. H. (2012). Assessing the usability of university websites: An empirical study on Namik Kemal University. *Turkish Online Journal of Educational Technology*, *11*(3), 61-69.
- Newell, A. F., & Gregor, P. (2002). Design for older and disabled people—where do we go from here?. *Universal Access in the Information Society*, *2*(1), 3-7. Doi:10.1007/s10209-002-0031-9.
- Nielsen, J. (1994). *Usability engineering*. Morgan Kaufmann.
- Ogolla, J. A. (2011). Usability evaluation: Tasks susceptible to concurrent think-aloud protocol. Dissertation, Linköping University.
- Pant, A. (2015). Usability evaluation of an academic library website: Experience with the Central Science Library, University of Delhi. *The Electronic Library*, *33*(5), 896-915. Doi:10.1108/EL-04-2014-0067.
- Paul, S., & Das, S. (2019). Accessibility and usability analysis of Indian e-government websites. *Universal Access in the Information Society*, *19*, 949–957. Doi:10.1007/s10209-019-00704-8.
- Pensabe-Rodriguez, A., Lopez-Dominguez, E., Hernandez-Velazquez, Y., Dominguez-Isidro, S., & De-la-Calleja, J. (2020). Context-aware mobile learning system: Usability assessment based on a field study. *Telematics and Informatics*, *48*, 101346. Doi: 10.1016/j.tele.2020.101346.
- Phongphaew, N., & Jiamsanguanwong, A. (2017, July). Usability evaluation on learning management system. In *International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics* (pp 39-48).
- Sagar, K., & Saha, A. (2017). A systematic review of software usability studies. *International Journal of Information Technology*. Doi:10.1007/s41870-017-0048-1.
- Seffah, A., Donyaee, M., Kline, R. B., & Padda, H. K. (2006). Usability measurement and metrics: A consolidated model. *Software Quality Journal*, *14*(2), 159-178. Doi:10.1007/s11219-006-7600-8.
- Senemoğlu, N. (2013) *Gelişim, öğrenme ve öğretim. Kuramdan uygulamaya* (23.baskı). Yargı Yayınevi, Ankara.
- Shi, L., Al Qudah, D., Qaffas, A., & Cristea, A. I. (2013, June). Topolor: a social personalized adaptive e-learning system. In *International Conference on User Modeling, Adaptation, and Personalization* (pp 338-340).
- Story, M. F., Mueller, J. L., & Mace, R. L. (1998). The universal design file: Designing for people of all ages and abilities. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED460554.pdf>. Accessed 15 October 2020.
- Şahin, İ., Hebecci, M. T., & Çelik, İ. (2014, May). Çevrimiçi öğrenme ortamlarında kullanılabilirlik: Bir literatür tarama çalışması [Usability in the online learning environments: A literature review study]. In *International Conference on Education in Mathematics, Science & Technology* (pp 1354-1362).
- TÜİK (2019). Sorgulama ekranı. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/>. Accessed 11 October 2020.
- Vairamuthu, S., & Anuncia, S. M. (2016). Reconnoitering students' satisfaction of an online based assessment system to improve usability using PSO: An examination into a problem solving and programming course. *Engineering, Technology & Applied Science Research*, *6*(5), 1207-1211. Doi:10.48084/etasr.800.
- Van Den Haak, M., De Jong, M., & Jan Schellens, P. (2003). Retrospective vs. concurrent think-aloud protocols: Testing the usability of an online library catalogue. *Behaviour & Information Technology*, *22*(5), 339-351. Doi: 10.1080/0044929031000.
- Ventayen, R. J. M., Estira, K. L. A., De Guzman, M. J., Cabaluna, C. M., & Espinosa, N. N. (2018). Usability evaluation of google classroom: Basis for the adaptation of gsuite e-learning platform. *Asia Pacific Journal of Education, Arts and Sciences*, *5*(1), 47-51.
- Yıldırım, A. & Şimşek, H. (2013). Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri (9.baskı). Seçkin Yayıncılık, Ankara.

## APPENDIX

## Satisfaction Questionnaire

Item No	Items	(1) Strongly disagree	(2) Disagree	(3) Neutral	(4) Agree	(5) Strongly agree
1	Design					
2						
3						
4						
5						
6						
7	Navigation					
8						
9						
10						
11						
12						
13	Ease of use					
14						
15						
16						



# Mathematical Modeling and Optimization of Supply Chain for Bioethanol

Yunzile Dzhelil<sup>1</sup> , T. Mihalev<sup>2</sup> , B. Ivanov<sup>3</sup> , D. Dobrudzhaliev<sup>4</sup> 



## ABSTRACT

Biofuels today are a good solution in the tendentiously declining stocks of raw materials for conventional fuels. They are used by adding in a certain percentage to usable fuels for transport combustion systems. Their environmental performance is also a good feature in environmental protection. European and global scale, there is an increased use in the coming years, adopted in prescriptions and directives. One of these biofuels is bioethanol, which also finds other applications in the industry and bits. For this purpose, optimal supply chains (SC) are developed, including suitable raw materials, technologies and equipment. This can be done by developing a mathematical model describing the extremely large number of parameters and factors, as well as their limits for real application. Then it is necessary to conduct numerical experiments through multifactorial and multi-critical optimization. The development presents the mathematical model and its software implementation on the GAMS platform. Modeling and optimization has been carried out according to economic and environmental criteria, and the results obtained can be used to build optimal SC for a particular territory – region, state or country.

**Keywords:** Modeling, Optimization, Bioethanol, Supply Chain

<sup>1</sup> (Dr.) Bulgarian Academy of Sciences, Institute of Chemical Engineering, Sofia, Bulgaria

<sup>2</sup> (Assoc. Prof.) Executive Environment Agency, Burgas, Bulgaria

<sup>3</sup> Bulgarian Academy of Sciences, Institute of Chemical Engineering, Sofia, Bulgaria

<sup>4</sup> (Prof.) Bulgarian Academy of Sciences, Institute of Chemical Engineering, Sofia, Bulgaria

**ORCID:** Y. D. 0000-0001-6199-369X;  
T. M. 0000-0002-3475-6696;  
D. D. 0000-0003-1222-6165

### Corresponding author:

Yunzile DZHELIL  
Bulgarian Academy of Sciences, Institute of  
Chemical Engineering, Sofia, Bulgaria  
**E-mail address:** unzile\_20@abv.bg

**Submitted:** 18.11.2020

**Revision Requested:** 06.04.2021

**Last Revision Received:** 11.04.2022

**Accepted:** 19.04.2022

**Published Online:** 31.05.2022

**Citation:** Dzhelil, Y., & Mihalev, T., Ivanov, B., & Dobrudzhaliev, D. (2022). Mathematical modeling and optimization of supply chain for bioethanol.

*Acta Infologica*, 6(1), 33-42.

<https://doi.org/10.26650/acin.817655>

## 1. INTRODUCTION

In recent years, the global population has markedly increased, resulting in a greater demand for energy and a higher consumption of petroleum fuels, which has led to the gradual depletion of reserves. Rising population also puts greater demands on the transport sector, which accounts for about 30% of total energy consumption in Europe. In turn, all of this leads to an increase in greenhouse gases released into the atmosphere. These facts motivate scientists to look for alternative energy sources, especially those derived from renewable raw materials, such as biomass. It is the only suitable and renewable primary energy resource from which alternative transport fuels such as bioethanol, biodiesel and biogas can be obtained in the short and long term (Sun et al., 2002; Hamelinck et al., 2005).

The expert group set up by the European Commission has estimated that there is great potential for biofuel production (out of the actual 2% of total fuels used, with a target of 25% in 2030) (<ftp://ftp.cordis.europa.eu>). In order to replace the share of fossil fuels required by Directive 2003/30 / CE (European Parliament Directive), it is permissible for the land used for biomass production to be between 4-18% of the total EU agricultural land. Sustainability assessment requires sustainable technologies for the production of biofuels from different types of raw materials. In addition, technical and economic analyses (Sassner et al., 2008) are also important to assess long-term sustainability in terms of resource consumption.

To achieve this goal, as well as to deliver a competitive product to the market, it is necessary to establish a stable, reliable, sustainable, environmentally friendly and optimal resource-supply chain (SC). The construction of such a SC can be a difficult task due to the scale and complexity of the system. SCs have great economic and environmental potential, which makes them a promising source for the production of environmentally friendly biofuels (Bowling et al., 2011). For this purpose, sustainable resource-supply chains must be established, which consider all stages of the production of the respective biofuel. Biofuel supply chains provide opportunities to improve the economic, environmental, and social performance of production systems (Harahap et al., 2020). However, careful planning of plant configuration, harvesting, production and field, and plant locations have a significant value in obtaining the maximum benefits from these systems. Likewise, feedstock availability and spatial distribution, product demand, and biofuel supply chain costs affect the overall economics of the plants, requiring proper strategy preparation to direct and promote investments over time (Gupta et al., 2020).

A bi-objective mixed-integer linear programming (MILP) model was proposed to formulate the optimal design and planning of a bioethanol supply chain network considering competition of food and biomass feedstock over the available croplands. The performance of the proposed model was demonstrated through a multi-feedstock bioethanol supply chain. From this study we can conclude that the proposed integrated land planning-network design framework outperforms hierarchical approaches in which network design and land planning problems are solved separately in a sequential manner (Rahemi et al., 2020).

Biofuels have a number of advantages over conventional fuels: They are high in calories, they are cheap and affordable, they burn less harmful oxides and they have little residual ash. Bioethanol can be produced from different types of raw materials. They are classified into three categories of agricultural biomass containing starchy materials (wheat, potatoes, cassava, corn, rice, barley and sweet potatoes), sucrose (sugar beet, sugar cane, sweet sorghum and fruit) and lignocellulosic materials (for example of straw, wood and grass). The environmental impacts caused by large-scale lignocellulosic biomass production and the economic impacts of inefficient bioenergy production from low-energy biomass feedstocks are two factors which limit the successful development of the bioenergy sector (De Meyer et al., 2014; Ko et al., 2020). Therefore, efficient management of the lignocellulosic biomass supply chain (BBSC) is essential for second-generation biofuel development projects (Sharma et al., 2013).

In recent years, bioethanol has become one of the most important biofuels, which is renewable and environmentally friendly. (Balat et al., 2008; Balat et al., 2009). Bioethanol can be used in its pure form in special hybrid engines or mixed with gasoline in various proportions. Another advantage should be noted, namely the higher octane number and higher heat of vaporization (Kim et al., 2005). It is an enriched fuel with 35% oxygen, which reduces particulate matter and nitric oxide (NO<sub>x</sub>) emissions during combustion. It is biodegradable and contributes to sustainability (Balat et al., 2009). In addition, bioethanol is also an excellent fuel for future modern hybrid vehicles.

Bioethanol-gasoline blends in the range of 5-20% can be used without any engine improvement. This mixing contributes to the increase of fuel in the combustion process (Hsieh et al., 2002). The profile of greenhouse gas emissions (CO, HC and NOx) emitted during the combustion of such mixtures is also improved by reducing CO and hydrocarbon (HC) emissions, which are the results of increased flammability of the overall combination (Hsieh et al., 2002; Najafi et al., 2009). However, CO<sub>2</sub> emissions are increased by mixing gasoline and bioethanol, precisely because of the improved combustion (Hsieh et al., 2002). At the same time, NOx emissions vary significantly compared to clean petrol engines, but the results are usually less predictable than HC and CO measurements, with NOx generation directly dependent on the engine type (Hsieh et al., 2002).

## 2. AIM

The main purpose of this study is to conduct modeling and optimization of the bioethanol supply chains needed for a particular territory, region, state or country.

The optimization problem is solved using an economic criterion, as the environmental one is defined as a constraint or vice versa. The article includes a mathematical model and software implementation for multifactorial and multi-criteria optimization. The approach should be used to meet the bioethanol needs of a particular region, state or country.

## 3. MATHEMATICAL MODEL DESCRIPTION

We need to create mathematical models so that the created Supply Chain can work at an optimal level.

Mathematical modeling goes through the following main stages: Problem statement; Creating a mathematical model; Selection or development of a numerical method; Compiling an algorithm; Programming; Obtaining results from the model; Modeling a cycle until satisfactory results are achieved in comparison with the real modeled process or object, experiment; Implementing the results of the model in practice.

A super-structured SC for biofuels includes a set of biomass sites, a set of search areas, as well as potential locations for a number of collection facilities and biorefineries. The mathematical model is coded using GAMS software and is a decision tool.

### *Basic dependencies*

As noted above, the assessment of the production and distribution of bioethanol (E100) has to be made on the basis of three criteria: economic, environmental and social.

- *Model of total environmental impact of Bioethanol Supply Chain (BSC)*

The environmental impact of the SC is measured in terms of total greenhouse gas emissions ( $kg\ CO_2 - eq$ ) resulting from the life-cycle activity. They are converted into carbon credits multiplied by the market price of carbon emissions ( $kg\ CO_2 - eq$ ).

The environmental objective is to minimize the total amount of equivalent greenhouse gas emissions resulting from the operation of SC. The wording of this objective is based on a “life cycle” analysis, which takes into account the stages from the biomass production to its use as liquid fuel in the transport sector and includes:

- ▶ *cultivation and harvesting of biomass,*
- ▶ *transport of biomass to processing facilities,*
- ▶ *transport of bioethanol (E100) to mixing areas and customer centers,*
- ▶ *liquid transport fuels distribution in the search areas,*
- ▶ *emissions from the use of bioethanol (E100) and petrol in internal combustion engines.*

The ecological criteria will represent the total impact on the environment during the operation of SC, through the obtained greenhouse gas emissions at each time interval.  $t \in T$ . These emissions are equal to the sum of the environmental impacts

of each stage of the life cycle. Greenhouse gas emissions are usually determined as follows for each time interval  $t \in T$ :

$$TEI_t = ELS_t + ELB_t + ELD_t + ETT_t + ESW_t + ESTRAW_t + ECAR_t, \forall t \tag{1}$$

where,

$TEI_t$  Total GHG impact at work on BSC for each  $t \in T$ . [ $kg CO_2 - eq d^{-1}$ ];

$\left\{ \begin{matrix} ELS_t \\ ELB_t \\ ELD_t \\ ETT_t \end{matrix} \right\}$  Environmental impact of the life cycle stages;

$ESW_t$  GHG impact from solid waste recovery for all time intervals  $t \in T$ ;

$ESTRAW_t$  GHG impact generated by the utilization of residual straw in the areas for each time interval  $t \in T$ ;

$ECAR_t$  GHG impact of Usage bioethanol and gasoline, [ $kg CO_2 - eq d^{-1}$ ].

The environmental impact assessment at each stage of the life cycle includes:

- $ELS_t$  Cultivation of biomass;
- $ELB_t$  Production of bioethanol (E100);
- $ELD_t$  Preparation of petroleum gasoline;
- $ESW_t$  Recovery of solid waste;
- $ETA_t$  Transport of biomass;
- $ETE_t$  Bioethanol transportation (E100);
- $ETD_t$  Gasoline transportation;
- $ETW_t$  Solid waste transportation;
- $ETU_t$  Straw transportation;
- $ETV_t$  Transportation of wheat/corn for food security;
- $ECAR_t$  Bioethanol (E100) and gasoline uses in vehicles .

• Model of total cost BSC  $TDC_t$ , [ $\$ year^{-1}$ ]

Annual operating costs include biomass cultivation costs, local fuel distribution costs, costs for production of final products, costs for transport of raw materials and final products. Production costs include fixed annual operating costs, as a percentage of total investment capital, and variable costs, which are proportional to the amount of processing. Transportation costs take into account both distance-fixed costs and distance-variable costs. The economic assessment is determined according to the total investment costs for the bioethanol production facilities (E100), the costs for the construction of the production facilities and the operation of the BSC for the period of operation. This price is expressed by the dependence (2) for each time interval  $t \in T$ :

$$TDC_t = TIC_t + TIW_t + TPC_t + TPW_t + TTC_t + TTAXB_t - TL_t - TS_t, \forall t \tag{2}$$

where,

$TDC_t$  Common cost of an BSC for year [ $\$ year^{-1}$ ];

$TIC_t$  Common investment costs of production capacity of BSC per year [ $\$ year^{-1}$ ];

$TIW_t$  General investment costs of solid waste plants per year [ $\$ year^{-1}$ ];

$TPC_t$  Costs for production of biorefineries [ $\$ year^{-1}$ ];

$TPW_t$  Production cost for solid waste plants [ $\$ year^{-1}$ ];

$TTC_t$  Total costs for transportation of a BSC [ $\$ year^{-1}$ ];

$TTAXB_t$  A carbon tax levied according to the total amount of  $CO_2$  generated in the work of BSC [ $\$ year^{-1}$ ];

$TL_t$  Government incentives for bioethanol production and use [ $\$ year^{-1}$ ].

$TS_t$  Total costs of selling straw for other purposes, [ $\$ year^{-1}$ ].

• *Model of social assessment of a BSC  $Job_t$ , [Number of Jobs]*

The IBSC Social Assessment Model is to determine the expected total number of jobs created ( $Job_t$ ) as a result of the operation of all elements of the system during its operation.

$$Job_t = NJ1_t + LT_t NJ2_t + LT_t NJ3_t, \quad \forall t \quad (3)$$

The components of Eq (3) are defined according to the relations for each time interval,

$NJ1_t$  number of jobs created during the installation of bioethanol refineries and solid waste plants,

$NJ2_t$  number of jobs created during the operation of bioethanol refineries and solid waste plants,

$NJ3_t$  number of jobs created by cultivation of bioresources for bioethanol production,

$LT_t$  Duration of time intervals [ $year$ ]

$$\left. \begin{aligned} NJ1_t &= \sum_{p \in P} \sum_{f \in F} (M_{ft}^{JobP} JobB_p Z_{pft}) + \sum_{s \in S} \sum_{w \in W} (M_{wt}^{JobW} JobW_s ZW_{swt}) \\ NJ2_t &= \sum_{p \in P} \sum_{f \in F} (M_{ft}^{JobP} JobO_p ZF_{pft}) + \sum_{s \in S} \sum_{w \in W} (M_{wt}^{JobW} JobOW_s ZWF_{swt}) \\ NJ3_t &= \sum_{i \in I} \sum_{g \in G} (JobG_{ig} PBB_{igt}) \end{aligned} \right\}, \quad \forall t \quad (4)$$

Equations (3 and 4) represent a simplified model of the social evaluation criterion, which was first discussed in detail in (Osmani et al., 2017).

#### 4. FORMULATION OF THE OPTIMIZATION PROBLEM USING THE MATHEMATICAL MODEL

The optimization procedure uses a set of decision variables, both binary and continuous, that minimize the selected objective function. The independent variables of the solution are:

- *SC structure, which includes: size, location of biorefineries and number,*
- *rate of biomass cultivation of each type and technology for bioethanol production,*
- *location of bioethanol production facilities and biomass sites,*
- *location of the facilities for utilization of the generated solid waste in the production of bioethanol,*

- flows of each type of biomass and bioethanol between cells,
- modes of transport for delivery of biomass and bioethanol,
- greenhouse gas emissions for each stage of the life cycle,
- transport costs for each transport connection and transport regime,
- biofuel distribution processes to be sent to blending and search areas.

#### 4.1. The Following Model Considers Two Objective Functions that Determine:

**4.1.1. Economic sustainability** ( $COST$  or  $COST_{TBG}$ ): Minimization of the total logistics costs of the supply system, taking into account fixed, variable and emission costs [\$]:

$$COST = \sum_{i \in T} (LT_i TDC_i) \tag{5}$$

$$COST_{TBG} = \sum_{i \in T} (LT_i TBG_i) \tag{6}$$

**4.1.2. Environmental resilience** ( $ENV$  or  $Cost_{ENV}$ ): Minimize the total amount of greenhouse gas emissions, calculated in units of [kg or \$] carbon dioxide equivalent [  $kg CO_2 - eq$  ]:

$$ENV = \sum_{i \in T} (LT_i TEI_i) \tag{7}$$

$$Cost_{ENV} = C_{CO_2} ENV \tag{8}$$

Which  $Cost_{ENV}$  [ $\$/year$ ] is the price to be paid to prevent the environmental impact of the amount of carbon dioxide equivalent, while the Global Warming Ratio [ $\$/kg CO_2 - eq$ ] (the most commonly used values are  $0.135 \$/kg CO_2 - eq$ ) is according to (Miret et al., 2016).

**4.1.3. Social sustainability** ( $JOB$ ): Increasing the social impact of the systematic operation of the supply chain [Number of Jobs]:

$$JOB = \sum_{i \in T} (LT_i Job_i) \tag{9}$$

The problem for the optimal design of BSC is formulated as MILP for different target functions, as follows:

#### 4.2. Models of Objects with One Criterion

The first approach considers that the SCM problem has only one target optimization function, which is usually an economic or environmental variable.

The strategic design of the SC integrates two levels of planning: solutions for the configuration of the SC and the task of each refinery, solutions for planning the flows of biomass and fuels in the network.

##### 4.2.1. Minimizing greenhouse gas emissions, [kgCO<sub>2</sub>-eq.]

The environmental objective is to minimize the total annual CO<sub>2</sub>- equivalent greenhouse gas emissions resulting from the operation of the bioethanol and gasoline SC's used to ensure the energy balance of the regions. The formulation of this task is based on the total greenhouse gas emissions in the SC and other fuels are calculated based on the LCA approach, in which emissions are added throughout the life cycle.

The task for determining the optimal location of the facilities in the regions and their parameters is formulated as follows:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Find : } X_i [\text{Decision variables}]^T \\ \text{MINIMIZE} \{ \text{ENV}(X_i) \} \rightarrow (\text{Eq.7}) \\ \text{s.t. : } \{ \text{subject to pre-imposed restrictions} \} \end{array} \right\} \quad (10)$$

The objective function (7) and the constraints (subject to pre-imposed restrictions) are linear functions with respect to all independent variables.

#### 4.2.2. Minimize annual costs [\$]

Economic value is of the utmost importance and it is not necessary to integrate other objectives, such as environmental greenhouse gas emissions, in models based on the same objective.

The economic objective is to minimize total annual costs, including total annual capital costs, annual operating costs, annual government incentives and CO<sub>2</sub>-issuance costs. The task for determining the optimal location of the facilities in the regions and their parameters is formulated as follows:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Find : } X_i [\text{Decision variables}]^T \\ \text{MINIMIZE} \{ \text{COST}(X_i) \} \rightarrow (\text{Eq.5}) \\ \text{s.t. : } \{ \text{subject to pre-imposed restriction} \} \end{array} \right\} \quad (11)$$

The objective function (5) and the constraints (subject to pre-imposed restrictions) are linear functions with respect to all independent variables.

#### 4.3. Multicriteria models

The second class formulates the strategic decisions of SC as multi-criteria (multi-purpose) models. The planning decisions are almost the same. However, additional goals are added in the optimization process.

The reference point approach uses the target values  $F_i^{ref}$  found by separately solving the optimization problem for a given set of targets (5) - (9) and finding an optimal Pareto solution that minimizes the overall loss function of the reference values  $F_i^{ref}$ . For example, for two purposes - total costs  $\text{MINIMIZE}\{\text{COST}(X_i)\}$  and  $\text{MINIMIZE}\{\text{ENV}(X_i)\}$  greenhouse gas emissions - the decision problem is solved as follows:

$$\left( \begin{array}{l} \text{Find : } X_i [\text{Decision variables}]^T \\ \text{To MIN. : } F_i(X_i) = \begin{pmatrix} \text{COST}(X_i) = \text{Total cost} \\ \text{ENV}(X_i) = \text{GHG Emissions} \end{pmatrix} \\ \text{s.t. : } \{ \text{subject to pre-imposed restrictions} \} \end{array} \right) \Rightarrow \left( \begin{array}{l} \text{Find : } X_i [\text{Decision variables}]^T \\ \text{To MIN. : } Z_i(X_i) = \sum_{i=1}^2 (\delta_i^2(X_i) w_i) \\ \text{s.t. : } \{ \text{subject to pre-imposed restrictions} \} \end{array} \right) \quad (12)$$

Where  $\delta_i(X_i)$  are the normalized losses for each objective of the reference value  $F_i^{ref}$  and  $w_i$  are the weighting factors representing the priorities given for each objective.

The “ $\epsilon$ -limitation” method is used to minimize costs while ensuring that life-cycle greenhouse gas emissions are acceptable. In this method (with inverse articulation of preferences), one goal is chosen for optimization, and the rest are reformulated as constraints:

$$\left( \begin{array}{l} \text{Find : } X_i [\text{Decision variables}]^T \\ \text{To MIN. : } F_i(X) = \begin{pmatrix} \text{COST}(X_i) = \text{Total cost IBSC} \\ \text{ENV}(X_i) = \text{GHG Emissions} \end{pmatrix} \\ \text{s.t. : } \{ \text{subject to pre-imposed restrictions} \} \end{array} \right) \Rightarrow \left( \begin{array}{l} \text{Find : } X_i [\text{Decision variables}]^T \\ \text{To MIN. : } F_i(X_i) = \text{COST}(X_i) \\ \text{s.t. : } \left\{ \begin{array}{l} \text{ENV}(X_i) \leq \epsilon \\ \text{subject to pre-imposed restriction} \end{array} \right\} \end{array} \right) \quad (13)$$

By progressively changing the limits  $\epsilon$ , which represent the greenhouse gas emission limit in this case, samples can be taken from different points on the front of the Pareto. By calculating the extremes of the Pareto front, the range of different objective functions can be calculated and the constraints can be selected accordingly.

Problems 4.1.1. and 4.1.2. are standard MILPs and can be solved using standard MILP techniques. The model was developed by the commercial software General Algebraic Modeling System (GAMS) (McCarl et al., 2008) and chooses the cheaper routes from a set of biomass supply points to a specific plant and in addition to a set of points to achieve bioethanol. The end result of the optimization problem will be a set of installations together with their respective points of biomass, bioethanol and gasoline.

## 5. RESULTS

The approach described above is applied for numerical modeling of Supply Chains for bioethanol for the territory of the Republic of Bulgaria. It occupies an area of 110,000 square kilometers on the Balkan Peninsula in Europe. The country is divided into 27 administrative regions (Ivanov et al., 2014), each of which has specific geographical and climatic features.

For the practical application of the approach it is necessary:

- to introduce the constant and known parameters, as well as the variables that are subject to optimization;
- to define the target functions and all restrictions;
- to introduce the time set of intervals on the planning horizon  $t=\{1,2,\dots,T\}$ . The index  $t$  indicates the variable or parameter corresponding to the scheduling interval  $t^{\text{th}}$ ;
- to introduce the restrictions on:
  - o The capacity of the production facilities, which is restricted by the lower and upper limits:
  - o Current eligibility limit of SC
  - o Restriction guaranteeing the regions' needs for biomass for technical purposes
  - o Restriction guaranteeing the regions' needs for grain to meet food requirements
  - o Limitation of the capacities for utilization of the solid waste from the upper and lower limits
  - o Logical constraints
  - o Transport restrictions
  - o The total environmental impact of all neighboring regions
  - o The material balance for bioethanol and biomass in the regions
  - o The mass balance between bioethanol production facilities and customer consumption areas
  - o Crop rotation of crops in the region
  - o Guaranteeing the overall energy balance of the region
  - o Ensuring and guaranteeing the energy balance of each customer area
  - o Guarantee and delivery of the required amount of fuel for each region

For the successful application of the approach for numerical modeling and optimization of SC for bioethanol it is necessary to use information about the territorial and climatic features of the region (Kondili et al., 2007), with the possibilities for cultivation and use of potential raw materials (Lennartsson et al., 2014), location of biorefineries and gasoline warehouses, transport communications (Ivanov et al., 2013; <http://www.europabio.org/>) and specific climatic features are all matters to be taken into account. The main target functions are related to the total costs of SC for bioethanol (<http://www.biofuels.apec.org/>), its price to the end user and compliance with environmental standards for environmental pollutants.

Optimization problems can be formulated and solved at the following Optimization criterion: minimum amount of GHG emissions and minimum average annual costs.

In Fig. 1 presents the result of the modeling of SC for bioethanol in the territory of Bulgaria for the location and logistics of biorefineries, gasoline storages and utilization capacities in 2020 in case of minimum total annual costs.



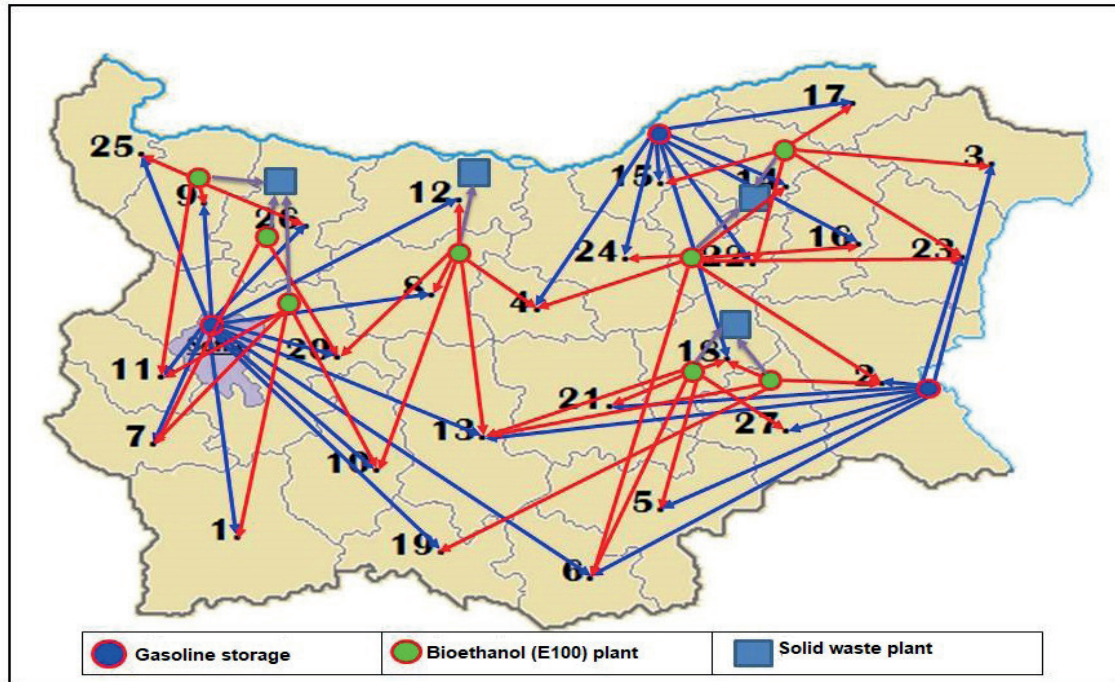


Figure 1. Optimal structure of the SC for bioethanol and logistics links in terms of the supply of bioethanol and petrol, as well as the logistics of solid waste transportation to the recycling plants for 2020.

## CONCLUSION

Biofuel production is expected to develop rapidly in the coming decades because of growing environmental pollution, the inefficient use of energy and a global energy crisis. The energy future of the world is inextricably linked with the development of techniques for the controlled production of biofuels.

This paper presents an approach for a Bioethanol Supply Chain on economic and environmental criteria, taking into account the main characteristics of biofuels such as seasonality for supply of raw materials, geographic diversity and availability of biomass, other conversion technologies, recycling of by-products, distribution demand, and the regional economic situation. The presented model allows for the minimizing of economic costs and the reduction of harmful emissions released in the chain by making the necessary compromises. The design of optimal SC for biofuel can solve a wide range of issues related to biofuels because this area changes very quickly.

In this study, an approach for numerical modeling and optimization according to economic and environmental criteria of bioethanol supply chains was developed. It includes a mathematical model and its software implementation on the GAMS platform for multiparametric optimization. The approach was successfully applied to the territory of the Republic of Bulgaria and it is hoped that it can be applied to another country, state or region.

**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- B.I., D.D., Y.D., T.M.; Data Acquisition- Y.D., B.I.; Data Analysis/Interpretation- B.I., D.D., Y.D., T.M.; Drafting Manuscript- Y.D., B.I.; Critical Revision of Manuscript- B.I., D.D., Y.D., T.M.; Final Approval and Accountability- B.I., D.D., Y.D., T.M.

## References

- Balat, M., Balat, H., 2008, Progress in bioethanol processing. *Progress in Energy and Combustion Science*, 34, 551–573.  
 Balat, M., Balat, H., 2009, Recent trends in global production and utilization of bioethanol fuel. *Applied Energy*, 86(11), 2273–2282.

- Biofuels in the European Union. A vision for 2030 and beyond- final report of the Biofuels Research Advisory Council, [ftp://ftp.cordis.europa.eu/pub/fp7/energy/docs/biofuels\\_vision\\_2030\\_en.pdf](ftp://ftp.cordis.europa.eu/pub/fp7/energy/docs/biofuels_vision_2030_en.pdf) 2006 [accessed 28.07.08].
- Bowling, I.M., Ponce-Ortega, J.M., El-Halwagi, M.M., 2011, Facility location and supply chain optimization for a biorefinery. *Industrial&Engineering Chemistry Research* 50(10), 6276-6286.
- De Meyer, A, Cattrysse, D., Rasinmäki, J., Van Orshoven, J., 2014, Methods to optimise the design and management of biomass-for-bioenergy supply chains. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 31, 657–670.
- Development of an Optimization Model for the Location of Biofuel Production Plants, [http://pure.ltu.se/portal/files/2745819/Sylvain\\_Leduc\\_DOC2009.pdf](http://pure.ltu.se/portal/files/2745819/Sylvain_Leduc_DOC2009.pdf), [last visited: Feb. 1, 2014].
- Digital Library of National Statistical Institute-Online Catalogue,[http://statlib.nsi.bg:8181/FullT/FulltOpen/SRB\\_7\\_5\\_2012\\_2013.pdf](http://statlib.nsi.bg:8181/FullT/FulltOpen/SRB_7_5_2012_2013.pdf), [last visited: Feb. 1, 2014].
- European Commission, Well-to-wheels analysis of future automotive fuels and powertrains in the European context. (Online). (2006), Available from: <<http://www.europabio.org/Biofuels%20reports/well-to-wheel.pdf>> Accessed July 2011.
- European Parliament. Directive 2003/30/CE, [eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:123:0042:0046:IT:PDF](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:123:0042:0046:IT:PDF) [accessed 28.07.08].
- Gupta, H., Kusi-Sarpong, S., Rezaei, J., 2020, Barriers and overcoming strategies to supply chain sustainability innovation. *Resources, Conservation and Recycling* 161, 104819
- Hamelinck, C.N., van Hooijdonk, G., Faaij, A.P.C., 2005, Ethanol from lignocellulosic biomass: techno-economic performance in short-, middle- and long-term. *Biomass Bioenergy* 28, 384–410.
- Rahemi H., Ali Torabi S., Avami A., Jolai F., 2020, Bioethanol supply chain network design considering land characteristics. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 119, 109517.
- Harahap, F., Leduc, S., Mesfun, S., Khatiwada, D., Kraxner, F., Silveira, S., 2020, Meeting the bioenergy targets from palm oil based biorefineries: An optimal configuration in Indonesia. *Applied Energy* 278, 115749
- Hsieh, W.D., Chen, R.H, Wu, T.L, Lin, T.H., 2002. Engine performance and pollutant emission of an SI engine using ethanol–gasoline blended fuels. *Atmos Environ* 36, 403–410.
- [http://www.biofuels.apec.org/pdfs/ewg\\_2010\\_biofuel-production-cost.pdf](http://www.biofuels.apec.org/pdfs/ewg_2010_biofuel-production-cost.pdf).
- Ivanov B., Dimitrova B., Dobrudzhaliev D., 2013, Optimal location of biodiesel refineries the Bulgarian scale. *Journal of Chemical Technology and Metallurgy* 48 (5), 513-523.
- Ivanov B., Dimitrova B., Dobrudzhaliev D., 2014, Optimal design and planning of biodiesel supply chain considering crop rotation model. Part 2. Location of biodiesel production plants on the Bulgarian scale. *Bulgarian Chemical Communications* 46(2), 306 – 319.
- Kim, S., Dale, B.E., 2005. Environmental aspects of ethanol derived from no-tilled corn grain: nonrenewable energy consumption and greenhouse gas emissions. *Biomass Bioenergy* 28(5), 475–489.
- Ko, J.K., Lee, J.H., Jung, J.H., Lee, S.M., 2020, Recent advances and future directions in plant and yeast engineering to improve lignocellulosic biofuel production. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 134, 110390.
- Kondili E., Kaldellis J., 2007, Biofuel implementation in East Europe: Current status and future prospects. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 11, 2137–2151.
- Lennartsson P. R., Erlandsson P., Taherzadeh M. J., 2014, Integration of the first and second generation bioethanol processes and the importance of by-products. *Bioresource Technology* 165, 3–8.
- McCarl, B., Meeraus, A., Eijk P., Bussieck M., Dirkse, S., Steacy, P., 2008, McCarl Expanded GAMS user Guide Version 22.9. GAMS Development Corporation.
- Miret, C., Chazara, P., Montastruc, L., Negny, S., Domenech, S., 2016, Design of bioethanol green supply chain: Comparison between first and second generation biomass concerning economic, environmental and social criteria. *Computers and Chemical Engineering* 85, 16–35.
- Najafi, G., Ghobadian, B., Tavakoli, T., Buttsworth, D., Yusaf, T., Faizollahnejad, M., 2009, Performance and exhaust emissions of a gasoline engine with ethanol blended gasoline fuels using artificial neural network. *Applied Energy* 86, 630–639.
- Osmani A., Zhang J., 2017, Multi-period stochastic optimization of a sustainable multi-feedstock second generation bioethanol supply chain – A logistic case study in Midwestern United States. *Land Use Policy* 61, 420–450.
- REPUBLIC OF BULGARIA National statistical institute, <http://www.nsi.bg>, [last visited:Feb. 1, 2015].
- Sassner, P., Galbe, M., Zacchi, G., 2008, Techno-economic evaluation of bioethanol production from three different lignocellulosic materials. *Biomass and Bioenergy* 32, 422–430.
- Sharma, B., Ingalls, R., Jones, C., Khanchi, A., 2013, Biomass supply chain design and analysis: Basis, overview, modeling, challenges, and future. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 24, 608–627.
- Sun, Y., Cheng, J., 2002, Hydrolysis of lignocellulosic materials for ethanol production: a review. *Bioresource Technology* 83, 1–11.

# Derin Öğrenme (CNN, RNN, LSTM, GRU) Kullanarak Protein İkincil Yapı Tahmini

Using Deep Learning (CNN, RNN, LSTM, GRU) methods for the prediction of Protein Secondary Structure

Ezgi Çakmak<sup>1</sup> , İhsan Hakan Selvi<sup>2</sup> 



\* Bu çalışma, Doç. Dr. İhsan Hakan Selvi danışmanlığında hazırlanan "Derin Öğrenme Yöntemi ile Protein İkincil Yapı Tahmini" başlıklı yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

<sup>1</sup> (Arş. Gör.), Sakarya Üniversitesi, Bilgisayar ve Bilişim Bilimleri Fakültesi, Bilişim Sistemleri Mühendisliği, Sakarya, Türkiye  
<sup>2</sup> (Doç Dr.), Sakarya Üniversitesi, Bilgisayar ve Bilişim Bilimleri Fakültesi, Bilişim Sistemleri Mühendisliği, Sakarya, Türkiye

ORCID: E.Ç. 0000-0002-6970-8651;  
İ.H.S.0000-0002-8837-2137

#### Corresponding author:

Ezgi ÇAKMAK  
Sakarya Üniversitesi, Bilgisayar ve Bilişim Bilimleri Fakültesi, Bilişim Sistemleri Mühendisliği, Sakarya, Türkiye  
E-mail address: ezgicakmak@gmail.com

Submitted: 11.10.2021

Revision Requested: 16.01.2022

Last Revision Received: 16.02.2022

Accepted: 14.03.2022

Published Online: 28.04.2022

Citation: Çakmak, E. & Selvi, I. H. (2022). Derin öğrenme (CNN, RNN, LSTM, GRU) kullanarak protein ikincil yapı tahmini. *Acta Infologica*, 6(1), 43-52. <https://doi.org/10.26650/acin.1008075>

#### ÖZ

Protein, canlı organizmaların biyolojik süreçlerinde çok önemli bir role sahiptir. Proteinin işlevini bilmek, biyoloji ve tıp alanında gelecekteki çalışmalara büyük katkı sağlar. Proteinin fonksiyonunu anlamak için üç boyutlu yapısını anlamak önemlidir. Protein yapısını çözümlemek için X-ışını kristalografisi ve NMR gibi deneysel yöntemler kullanılmasına rağmen, sonuçların yetersiz olduğu kanıtlanmıştır. Bu nedenle, proteinlerin üç boyutlu yapısının tahmini, süreçlerdeki en önemli konulardan biri haline gelmektedir. Birincil yapı olarak bilinen amino asit dizisinden proteinin üç boyutlu şeklinin belirlenmesi zorlu olarak tanımlandığından, ikincil yapının tahmin edilmesi bu konuda önemli bir rol oynamaktadır. Literatürde protein ikincil yapısını tahmin etmek için makine öğrenmesi ve son zamanlarda derin öğrenme gibi birçok yöntem kullanılmıştır. Bu makale, yaygın olarak uygulanan dört derin öğrenme yöntemi olan CNN, RNN, LSTM ve GRU kullanılarak geliştirilen modellerin performanslarının bir karşılaştırmasını sağlamayı amaçlamaktadır. Bu modellerin eğitimi ve test edilmesi amacıyla CB513 veri seti kullanılmış, buna ek olarak doğruluk, f1 skoru, doğruluk ve kesinlik gibi performans değerlendirme ölçütleri uygulanmıştır. CNN, RNN, LSTM ve GRU modellerinin doğruluk oranları sırasıyla %82,54, %82,06, %81,1 ve %81,48'dir.

**Anahtar kelimeler:** Protein İkincil Yapı Tahmini, CNN, RNN, GRU

#### ABSTRACT

Proteins play a crucial function in the biological processes of living organisms. Knowing the function of the protein offers significant insight into future biological and medical research. Since a protein's shape determines its function, it is important to understand the protein's 3D structure. Although experimental methods such as X-ray crystallography and nuclear magnetic resonance (NMR) have been used to examine the shape of proteins, so far the results have been insufficient. As a result, predicting the 3D structure of proteins is crucial. Determining the 3D structure of a protein from its primary structure is challenging. Therefore, predicting the protein secondary structure becomes important for studying its structure and function. Many emerging methods, including machine learning, as well as deep learning, have been used to predict the secondary structure of proteins and comprise a crucial part of Structural Bioinformatics. The goal of this study is to compare the results generated by predictive models that were created using the four most frequently utilized deep learning methods: convolutional neural networks (CNN), recurrent neural networks (RNN), long short term memory networks (LSTM), and gated recurrent units (GRU). The CB513 dataset was used to train and test these models, and performance evaluation metrics viz. accuracy, f1 score, recall, and precision were applied. The CNN, RNN, LSTM, and GRU models had an accuracy of 82.54%, 82.06%, 81.1%, and 81.48%, respectively.

**Keywords:** Protein Secondary Structure Prediction, CNN, RNN, GRU

## 1. GİRİŞ

Proteinler, canlı organizmaların temel bileşeni olup tüm canlı yapılarında bulunarak biyolojik süreçlere katılırlar (Allison, 2007). Proteinlerin temel yapısı olan amino asit dizilimlerinde meydana gelen katlanmalar proteinin üç boyutlu yapısını ve fonksiyonunu belirler (Dill & MacCallum, 2012). Bu sebeple, proteinlerin yapılarının bilinmesi, fonksiyonlarını ve proteinlerin rol aldığı biyolojik süreçleri anlamak için oldukça önemlidir (Liu & Hsu, 2005).

Proteinler birincil ikincil, üçüncül ve dördüncül yapı durumlarında bulunmaktadır. Proteinlerin yapı taşı olarak bilinen amino asitler arasında kurulan peptid bağları ile oluşan polipeptid zinciri birincil yapı olarak adlandırılmaktadır. Birincil yapı proteinin üç boyutlu yapısını ve işlevini belirleyen temel yapıdır. Birincil yapıda meydana gelen düzenli katlanmalar proteinin ikincil yapısını oluşturur. Temel ikincil yapı motifleri sarmal (Helix), tabaka (Sheet) ve döngü (Loop) olarak tanımlanmaktadır. Üçüncül yapı, ikincil yapı durumunda meydana gelen etkileşimler sonucunda oluşan üç boyutlu yapıdır. Birden fazla polipeptid zincirinden oluşan bazı proteinlerin oluşturduğu yapı ise dördüncül yapı olarak bilinmektedir.

Proteinlerin üç boyutlu yapıları X-ışını kırınımı, Nükleer Manyetik Rezonans ve elektron kristalografisi gibi deneysel yöntemlerle çözümlenebilmektedir. Ancak bu yöntemlerle çözümlenebilen protein sayısı sınırlı olduğundan ve zaman aldığından (Moraes, Evans, Sanchez-Weatherby, Newstead, & Stewart, 2014) bilgisayarlı teknikler kullanılarak gerçekleştirilen protein yapı tahmini çalışmaları öne çıkmaktadır. Proteinlerin amino asit dizilimi kullanılarak ikincil yapısında meydana gelen katlanmaların tahmin edildiği ikincil yapı tahmin çalışmaları, proteinlerin yapı tahmininde kullanılan önemli bir aşamadır (Branden & Tooze, 2012).

Protein ikincil yapı tahmini çalışmaları ilk olarak 1970'li yıllarda başlamıştır. İstatiksel metotlar kullanılarak gerçekleştirilen bu çalışmalar %50-60 tahmin başarısına sahiptir. Literatürde bu çalışmalar birinci nesil olarak tanımlanmaktadır (B. Rost & Sander, 2000). GOR (Garnier, Osguthorpe, & Robson, 1978) ve Chou-Fasman (Chou & Fasman, 1974) algoritmaları birincil nesil yöntemler arasında yer almaktadır. 1980-1990 yılları arasında, tek bir amino asit kalıntısı yerine kayan pencere yöntemi kullanılmaya başlanmıştır. Bu dönemde, yapay sinir ağları, en yakın komşu algoritmaları ve istatistiksel bilgi kullanılarak geliştirilen yöntemler kullanılmıştır. İkincil nesil olarak değerlendirilen bu yöntemlerin başarı oranları ise %70'leri aşamamıştır.

Deneysel yöntemlerle çözümlenen protein yapı bilgisinin zaman içerisinde artması ile birlikte, verilerden öğrenen makine öğrenmesi yöntemleri tahmin çalışmalarında sıklıkla kullanılmıştır. Protein ikincil yapı tahmin çalışmalarında sıklıkla kullanılan makine öğrenmesi yaklaşımları arasında yapay sinir ağları (Burkhard Rost & Sander, 1994), (Kneller, Cohen, & Langridge, 1990), k-en yakın komşu (Yi & Lander, 1993), (Salamov & Solovyev, 1995), destek vektör makineleri (Chen, Tian, Zou, Cai, & Mo, 2007), (Nguyen & Rajapakse, 2003) yer almaktadır. Son yıllarda, farklı problemleri öğrenmede başarılı olan derin öğrenme yöntemleri protein ikincil yapı tahmini çalışmalarında da ön plana çıkmıştır.

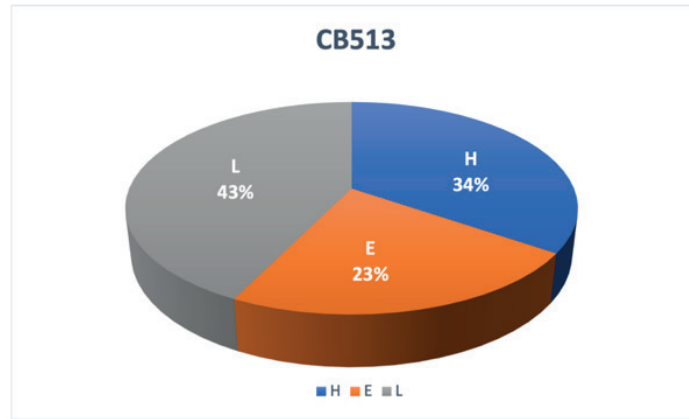
Evrişimli Sinir Ağları (CNN) ve Tekrarlayan Sinir Ağları (RNN) ikincil yapı tahmin çalışmalarında sıklıkla kullanılmaktadır. Baldi ve arkadaşları protein ikincil yapısını tahmin etmek için PSI-BLAST (Altschul et al., 1997) hizalaması ile elde ettikleri pozisyona özgü skorlama matrisi (PSSM) ve çift yönlü (bidirectional) tekrarlayan sinir ağı kullanarak %76 Q3 başarı oranı elde etmişlerdir (Baldi, Brunak, Frasconi, Soda, & Pollastri, 1999). Bu yöntem geliştirilerek Porter adı verilen bir web sunucusu oluşturulmuştur (Pollastri & McLysaght, 2005). Porter 4.0 protein ikincil yapı tahmininde %82,2 Q3 başarı oranına ulaşmıştır (Mirabello & Pollastri, 2013). Heffernan ve arkadaşları tarafından geliştirilen yöntemde, çift yönlü tekrarlayan sinir ağı ve Uzun-Kısa Süreli Bellek (Long-Short Term Memory, LSTM) hücreleri kullanılmış ve %84,48 Q3 başarı elde etmişlerdir (Heffernan, Yang, Paliwal, & Zhou, 2017). Wang ve arkadaşları, SSREDNs (Secondary Structure Recurrent Encoder-Decoder Networks) adını verdikleri yöntemde çift yönlü geçitli yinelenen birim (Gated Recurrent Unit, GRU) kullandıkları ağı CB513 veri seti ile test etmişler ve %82,9 Q3 başarı oranı elde etmişlerdir (Y. Wang, Mao, & Yi, 2017). Wang ve arkadaşları tarafından CNN ve LSTM katmanlarından oluşan yöntem %80,18 Q3 başarı oranına ulaşmıştır (J. Wang, Cheng, Zhao, & Lu, 2019). İkincil yapı tahmin çalışmalarında teorik limit %88 Q3 başarı oranı olarak belirtilmektedir (Rost, 2003).

Bu çalışmada, derin öğrenme yöntemlerinden CNN, RNN, LSTM ve GRU kullanılarak ağ yapıları oluşturulmuş ve protein ikincil yapı tahmini için CB513 veri seti kullanılarak ağlar eğitilmiş ve test edilmiştir. Ağların performansları başarı oranı, doğruluk, kesinlik ve F1 skoru hesaplanarak karşılaştırılmıştır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1. Veri Seti

Cuff ve Barton tarafından oluşturulan CB513 veri seti (Cuff & Barton, 1999), protein ikincil yapı tahmin çalışmalarında sıklıkla kullanılmaktadır. Bu veri seti, toplamda 84119 amino asitten oluşan 513 protein içermektedir. Bu çalışmada kullanılan veri seti, CB513 veri setinde bulunan her bir amino asidin 539 öznitelikle temsil edildiği veri seti Aydın ve ark. çalışmasından (Aydın, Kaynar, & Görmez, 2018) elde edilmiştir. Veri setinde kullanılan öznitelik sayısının, her bir amino asit için hesaplanan 49 öznitelik ve kayan pencere yöntemi olarak adlandırılan hedef amino asidin ortada bulunduğu 11 amino asit seçilerek etrafındaki amino asitlerle etkileşimini ölçmek için kullanılan yöntem ile toplamda  $49 \times 11$  olmak üzere hesaplandığı belirtilmiştir. Kullanılan veri seti, 513 proteinin her birinin eğitim ve test aşamalarında kullanılması için hazırlanmış olan yedi çapraz doğrulama kümesinden oluşmaktadır. Hazırlanan dört model belirtilen her çapraz doğrulama kümesi ile eğitilmiş ve test edilmiştir.



Şekil 2.1. CB513 Veri Seti İkincil Yapı Dağılımı

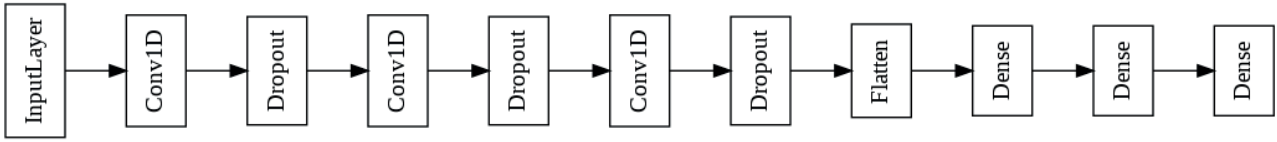
Veri setinde yer alan 84119 amino aside karşılık gelen sarmal (H), iplik (E) ve döngü (L) ikincil yapılarında bulunma sıklığı Şekil 2.1.'de gösterilmektedir. Bu ikincil yapı durumları veri setinde 0, 1 ve 2 değerleri ile temsil edilmektedir.

### 2.2. Derin Öğrenme Modellerin Geliştirilmesi

Bu çalışmada, protein ikincil yapısının tahmini için CNN, RNN, LSTM ve GRU olmak üzere farklı derin öğrenme modelleri kullanılarak dört farklı derin ağ oluşturulmuştur. Modeller, Google Colaboratory ("Colab," n.d.) platformu kullanılarak Python programlama diliyle hazırlanmıştır. Veriler, çalışma ortamına aktarıldıktan sonra program üzerinde  $49 \times 11$  olmak üzere, 49 hedef amino asidin öznitelik sayısını ve 11 hedef amino asit etrafındaki seçilen amino asit sayısını (pencere boyutu) temsil etmektedir, yeniden boyutlandırılmış ve eğitim için hazır hale getirilmiştir. Amino aside karşılık gelen üç adet ikincil yapı durumu, sarmal (H), iplik (E) ve döngü (L), bulunduğundan üç sınıflı tahmin yapılmıştır. Her çapraz doğrulama eğitim setinin %10'u doğrulama seti olarak ayrılmıştır. Ağ katmanları ve parametreleri belirlenen modeller her çapraz doğrulama seti ile eğitilmiştir. Geliştirilen tüm modeller için aynı işlemler tekrarlanmıştır.

#### 2.2.1 CNN Modeli

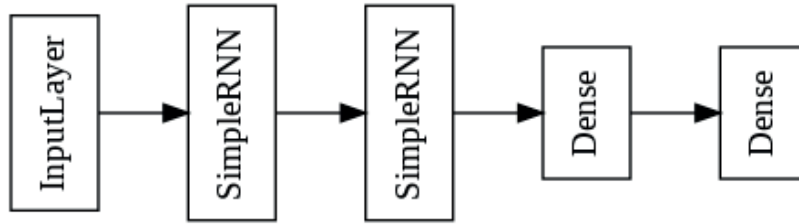
Evrişimli Sinir Ağları kullanılarak geliştirilen bu model, girdi katmanı, bir boyutlu konvolüsyon katmanları, seyreltme katmanları, düzleştirme katmanı ve yoğun katmanlardan oluşmaktadır. Konvolüsyon katmanlarında sırasıyla 128, 64 ve 32 filtre tanımlanmıştır. Kernel ise sırasıyla 5, 3 ve 3 olarak belirlenmiştir. Ağırlıkların düzenlenmesini sağlayan L2 regülasyonu bu katmanlarda 0,001 olarak seçilmiştir ve ReLu aktivasyon fonksiyonu kullanılmıştır. Seyreltme işlemi için 0,20 oranı belirlenmiştir. Çıktı katmanında sınıf sayısını temsil eden üç çıkış tanımlanmıştır ve sınıflandırma problemlerinde her sınıf için tahmin olasılığını hesaplayan softmax aktivasyon fonksiyonu kullanılmıştır. Şekil 2.2.'de CNN modelinin katman yapısı gösterilmektedir.



Şekil 2.2. CNN Modeli Katmanları

### 2.2.2. RNN Modeli

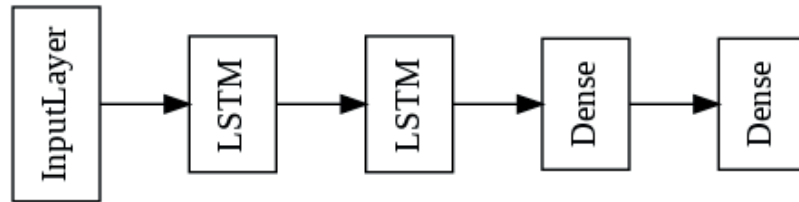
Yineleyen Sinir Ağları kullanılarak geliştirilen RNN modeli, iki RNN katmanı ile iki yoğun katmandan oluşmaktadır. RNN katmanlarında sırasıyla 64 ve 32 nöron tanımlanmıştır. RNN katmanları ve ilk yoğun katmanın aktivasyon fonksiyonu ReLu olarak belirlenmiştir. Çıktı katmanında, 3 nöron ve softmax aktivasyon fonksiyonu tanımlanmıştır. Modelin katman yapısı Şekil 2.3'te gösterilmektedir.



Şekil 2.3. RNN Modeli Katmanları

### 2.2.3. LSTM Modeli

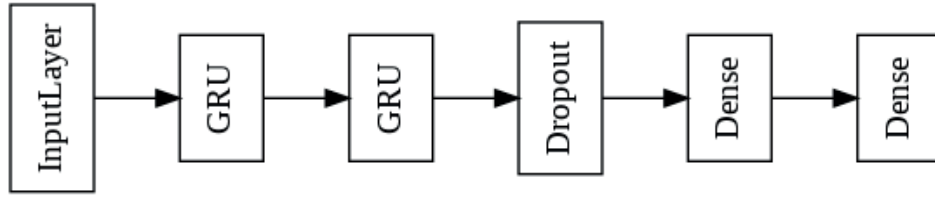
Kısa-Uzun Süreli Bellek kullanarak geliştirilen üçüncü model LSTM modeli olarak adlandırılıp iki LSTM katmanı ve iki yoğun katmandan oluşmaktadır. LSTM katmanlarında sırasıyla 128 ve 64 nöron yer almaktadır. LSTM katmanlarını aktivasyon fonksiyonu tanh, yoğun katmanın aktivasyon fonksiyonunda ise ReLu seçilmiştir. Çıktı katmanı diğer modellerde olduğu gibi 3 çıkıştan oluşmakta ve softmax aktivasyon fonksiyonu kullanılmaktadır. Şekil 2.4'te LSTM modelinin ağ katmanları gösterilmektedir.



Şekil 2.4. LSTM Modeli Katmanları

### 2.2.4. GRU Modeli

Bu çalışmada geliştirilen dördüncül modelde, geçitli yinelenen birim kullanılmıştır. Girdi katmanı, GRU katmanları, seyreltme ve yoğun katmanlardan oluşan modelin katman yapısı şekilde gösterilmektedir. GRU katmanlarında sırasıyla 100, 50, yoğun katmanda 50 nöron ile aktivasyon fonksiyonu olarak tanh tanımlanmıştır. GRU katmanlarının ardından 0,20 oranında seyreltme işlemi uygulanmaktadır. Çıktı katmanında, 3 nöron ile softmax aktivasyon fonksiyonu belirlenmiştir. Şekil 2.5.'te geliştirilen GRU modeli katmanları gösterilmektedir.



Şekil 2.5. GRU Modeli Katmanları

Modeller, 0,0001 öğrenme katsayısı ile ADAM optimizasyon algoritması ve 64 yığın boyutu kullanılarak eğitilmiştir.

### 2.3. Performans Değerlendirme Metrikleri

Bu çalışmada geliştirilen dört farklı derin öğrenme ağının performanslarını karşılaştırabilmek için, sınıflandırma problemlerinde kullanılan başarı oranı, kesinlik, duyarlılık ve F1 skoru değerleri hesaplanmıştır. Değerlendirme metriklerinin hesaplanması, Sklearn kütüphanesi kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

#### 2.3.1. Başarı Oranı

Q3 başarı oranı, üç sınıflı protein ikincil yapı tahmin çalışmalarında kullanılmakta ve sarmal (H), döngü (L) ve iplik (E) sınıflarının doğru tahmin edildiği örnek sayısının toplam örnek sayısına bölünmesi ile hesaplanmaktadır.

$$\text{Başarı Oranı} = \frac{TP + TN}{TP + FP + TN + FN}$$

#### 2.3.1. Duyarlılık

Çok sınıflı tahmin çalışmalarında duyarlılık (recall) her sınıf için ayrı olarak, doğru tahmin edilen pozitif durumların (TP, True Pozitif), pozitif durumların toplamına bölünmesi ile hesaplanır. FN (False Negative), yanlış tahmin edilen negatif durumları temsil etmektedir.

$$\text{Duyarlılık} = \frac{TP}{TP + FN}$$

#### 2.3.1. Kesinlik

Kesinlik (precision), doğru tahmin edilen pozitif durumların (TP), pozitif tahmin edilen tüm durumlara bölünmesi ile elde edilir. Yanlış pozitif (FP, False Positive), yanlış tahmin edilen pozitif sınıfları temsil etmektedir.

$$\text{Kesinlik} = \frac{TP}{TP + FP}$$

#### 2.3.1. F1 Skoru

Duyarlılık ve kesinlik değerlerinin harmonik ortalaması alınarak hesaplanan metrik F1 skoru olarak tanımlanmaktadır.

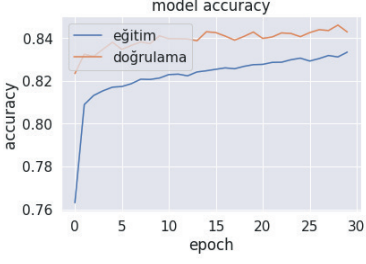
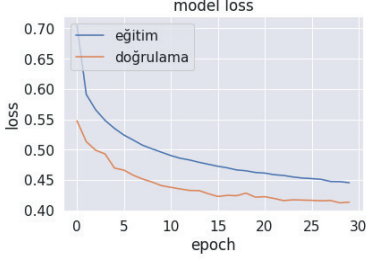
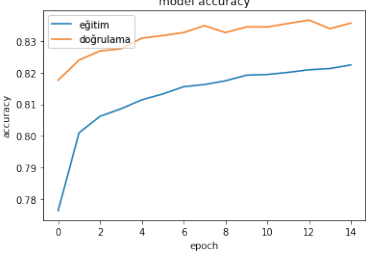
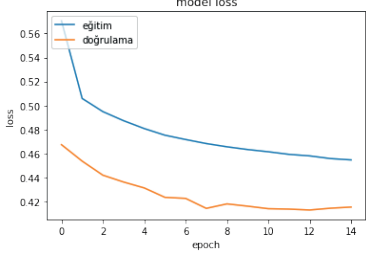
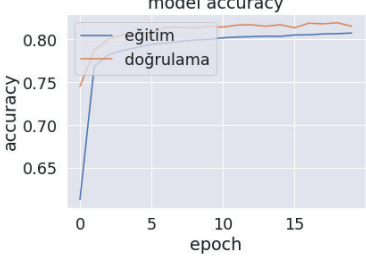
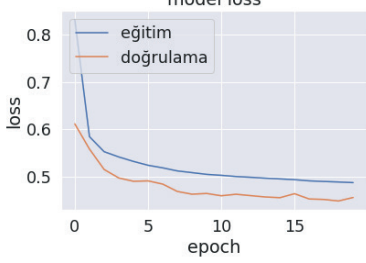
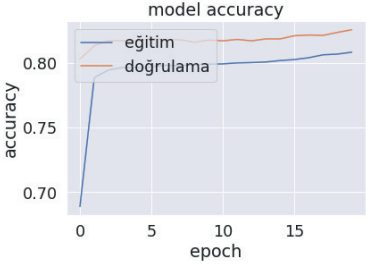
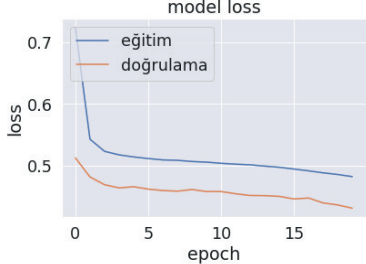
$$\text{F1 Skoru} = 2 * \frac{\text{Duyarlılık} * \text{Kesinlik}}{\text{Duyarlılık} + \text{Kesinlik}}$$

## 3. ARAŞTIRMA BULGULARI

Bu çalışmada, CNN, RNN, LSTM ve GRU olmak üzere dört farklı derin öğrenme modeli geliştirilerek protein ikincil yapı tahmini yapılmıştır. Geliştirilen modellerin eğitimleri gerçekleştirildikten sonra, her çapraz doğrulama kümesi için test edilmiştir. Ağların eğitim ve test aşamaları Google Colaboratory platformunda GPU kullanılarak gerçekleştirilmiştir. RNN ağının GPU üzerinde eğitimi CPU üzerinde çalıştığından daha uzun sürdüğünden, tüm aşamaları CPU üzerinde yürütülmüştür.

Geliştirilen dört model, yedi çapraz doğrulama seti ile eğitilip test edildiğinden her model için 14 yakınsama grafiği elde edilmiş olup, her bir modelin birinci çapraz doğrulama seti ile eğitim aşamasında elde edilen yakınsama grafikleri örnek olarak Tablo 3.1.'de verilmiştir.

Tablo 3.1. Birinci Çapraz Doğrulama Seti ile Modellerin Eğitimi Sonucunda Elde Edilen Başarı Oranı ve Kayıp Değeri Grafikleri

Model	Başarı Oranı	Kayıp Değeri
CNN Modeli	 <p>model accuracy</p> <p>accuracy</p> <p>epoch</p> <p>eğitim</p> <p>doğrulama</p>	 <p>model loss</p> <p>loss</p> <p>epoch</p> <p>eğitim</p> <p>doğrulama</p>
RNN Modeli	 <p>model accuracy</p> <p>accuracy</p> <p>epoch</p> <p>eğitim</p> <p>doğrulama</p>	 <p>model loss</p> <p>loss</p> <p>epoch</p> <p>eğitim</p> <p>doğrulama</p>
LSTM Modeli	 <p>model accuracy</p> <p>accuracy</p> <p>epoch</p> <p>eğitim</p> <p>doğrulama</p>	 <p>model loss</p> <p>loss</p> <p>epoch</p> <p>eğitim</p> <p>doğrulama</p>
GRU Modeli	 <p>model accuracy</p> <p>accuracy</p> <p>epoch</p> <p>eğitim</p> <p>doğrulama</p>	 <p>model loss</p> <p>loss</p> <p>epoch</p> <p>eğitim</p> <p>doğrulama</p>

Eğitilen ağların her çapraz doğrulama seti ile test edilmesinden sonra performanslarını karşılaştırmak için kesinlik, duyarlılık, F1 skoru, Q3 başarı oranları ve karmaşıklık matrisleri hesaplanmıştır. Her bir modelin birinci çapraz doğrulama sonucunda hesaplanan karmaşıklık matrisleri örnek olarak Şekil 3.1., 3.2., 3.3. ve 3.4.'te gösterilmektedir.



Gerçek Sınıf	H	3079	18	456
	E	88	1939	645
	L	325	356	3591
		H	E	L

Tahmin Edilen Sınıf

Şekil 3.1. CNN Modeli Birinci Çapraz Doğrulama Seti Karmaşıklık Matrisi

Gerçek Sınıf	H	3050	11	492
	E	89	1833	750
	L	319	301	3652
		H	E	L

Tahmin Edilen Sınıf

Şekil 3.2. RNN Modeli Birinci Çapraz Doğrulama Seti Karmaşıklık Matrisi

Gerçek Sınıf	H	2873	53	627
	E	51	1840	781
	L	223	350	3699
		H	E	L

Tahmin Edilen Sınıf

Şekil 3.3. LSTM Modeli Birinci Çapraz Doğrulama Seti Karmaşıklık Matrisi

Gerçek Sınıf	H	3010	28	515
	E	84	1840	748
	L	291	341	3640
		H	E	L
		Tahmin Edilen Sınıf		

Şekil 3.4. GRU Modeli Birinci Çapraz Doğrulama Seti Karmaşıklık Matrisi

Modellerin toplam eğitim süreleri, çapraz doğrulama setleri için hesaplanan değerlendirme metriklerinin ağırlıklı ortalamaları ve başarı oranlarının standart sapma değeri tablo 3.2.'de yer almaktadır.

Tablo 3.2. Geliştirilen Modellerin Ortalama Değerlendirme Metrikleri

	Eğitim Süresi	Kesinlik	Duyarlılık	F1 skoru	Başarı oranı	Standart Sapma
CNN	13 dk. 39 sn.	0,8267	0,82	0,82	0,8254	0,0100
RNN	50 dk. 52 sn.	0,8267	0,8133	0,82	0,8206	0,0081
LSTM	19 dk. 36 sn.	0,8167	0,80	0,81	0,8110	0,0087
GRU	16 dk. 18 sn.	0,8167	0,8034	0,81	0,8148	0,0087

Tablo 3.2.'de görüldüğü gibi geliştirilen CNN, RNN, LSTM ve GRU modelleri ile protein ikincil yapılarının tahmininde sırasıyla %82,54, %82,06, %81,1 ve %81,48 başarı elde edilmiştir. Modellerin duyarlılık değerleri 0,8167 ile 0,8267, duyarlılık değerleri 0,80 ile 0,82 arasında yer almaktadır. F1 skoru, CNN ve RNN modelleri için 0,82, LSTM ve GRU modelleri için ise 0,81 olarak hesaplanmıştır.

#### 4. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Bu çalışmada, proteinlerin birincil yapı bilgisinden ikincil yapısının tahmini için CNN, RNN, LSTM ve GRU yöntemleri kullanılarak dört farklı derin öğrenme modeli geliştirilmiştir. Google Colaboratory ortamında hazırlanan derin ağlar, CB513 veri seti kullanılarak eğitilmiş ve test edilmiştir.

Test sonuçlarına göre, %82,54 doğruluk değeri ile CNN modeli başarı oranı en yüksek model olmuştur. LSTM modeli %81,1 doğruluk ile modeller arasında ikincil yapı tahmin başarısı en düşük model olmuştur. Ortalama F1 skorları değerlendirildiğinde, CNN ve RNN modellerinin diğer modellere göre %1 daha iyi sonuç elde ettiği görülmüştür. GPU üzerinde çalışan modeller arasında en hızlı eğitilen model CNN, en yavaş eğitilen modelin ise LSTM olduğu görülmüştür. RNN modelinin eğitimi CPU üzerinde çalıştırılmış ve 50 dk. 52 sn. de tamamlanmıştır.

Literatürde yer alan çalışmalar ile karşılaştırıldığında, RNN kullanılarak %76 başarı elde edilmiş olan (Baldi, Brunak, Frasconi, Soda, & Pollastri, 1999), CNN ve LSTM modellerinin hibrit olarak kullanılması sonucu %80,18 başarı edilen (J. Wang, Cheng, Zhao, & Lu, 2019) çalışmalardan daha iyi sonuç verdiği görülmektedir. Bu çalışmada RNN ile elde edilen %82,06'lık başarı oranının, RNN modeli kullanan Porter 4.0 test sonucunda %82,2 ile geçildiği görülmektedir (Mirabello & Pollastri, 2013). Mirabello ve Pollastri'nin çalışmasında kullanılan veri setinde aminoasit sayısının fazla olması ve veri setinin hacmi bu çalışmada kullanılan CB513 veri setinden daha büyük olduğu göz önüne alındığında başarının oldukça yakın olduğu görülmektedir. Rost'un çalışmasında belirttiği teorik başarı oranı olan %88 (Rost, 2003) baz alındığında ve literatürdeki çalışmaların başarı oranlarına bakıldığında %76 ile %85 arasında değiştiği gözlemlenmektedir. Bu çalışmada kullanılan tüm modellerin literatürde yer alan çalışmalar ile yakın sonuçlar verdiği görülmektedir.

Sonuç olarak, çalışmada geliştirilen modellerin tahmin başarılarının birbirine yakın olduğu görülmüştür. Modellerin eğitim sürelerinin literatürde yer alan diğer çalışmalardan oldukça kısa olması sebebiyle, tahmin hızının önemli olduğu durumlarda bu çalışmada geliştirilen derin ağ yöntemlerinin ve geliştirme ortamının kullanılabilirliği görülmektedir.

**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- E.Ç.,İ.H.S.; Veri Toplama- E.Ç.,İ.H.S.; Veri Analizi/Yorumlama- E.Ç.,İ.H.S.; Yazı Taslağı- E.Ç.,İ.H.S.; İçeriğin Eleştirel İncelemesi- E.Ç.,İ.H.S.; Son Onay ve Sorumluluk- E.Ç.,İ.H.S.

**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- E.Ç.,İ.H.S.; Data Acquisition- E.Ç.,İ.H.S.; Data Analysis/Interpretation- E.Ç.,İ.H.S.; Drafting Manuscript- E.Ç.,İ.H.S.; Critical Revision of Manuscript- E.Ç.,İ.H.S.; Final Approval and Accountability- E.Ç.,İ.H.S.

## Kaynaklar/References

- Allison, L. A. (2007). From gene to protein. In *Fundamental Molecular Biology* (1. Baskı). Blackwell Publishing.
- Altschul, S. F., Madden, T. L., Schäffer, A. A., Zhang, J., Zhang, Z., Miller, W., & Lipman, D. J. (1997). Gapped BLAST and PSI-BLAST: a new generation of protein database search programs. *Nucleic Acids Research*, 25(17), 3389–3402. <https://doi.org/10.1093/nar/25.17.3389>
- Aydin, Z., Kaynar, O., & Görmez, Y. (2018). Comparison of NR and UniClust databases for protein secondary structure prediction. *2018 26th Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU)*, 1–4. <https://doi.org/10.1109/SIU.2018.8404285>
- Baldi, P., Brunak, S., Frasconi, P., Soda, G., & Pollastri, G. (1999). Exploiting the past and the future in protein secondary structure prediction. *Bioinformatics*, 15(11). <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/15.11.937>
- Branden, C. I., & Tooze, J. (2012). Introduction to Protein Structure. In *Introduction to Protein Structure*. <https://doi.org/10.1201/9781136969898>
- Chen, C., Tian, Y., Zou, X., Cai, P., & Mo, J. (2007). Prediction of protein secondary structure content using support vector machine. *Talanta*. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2006.09.015>
- Chou, P. Y., & Fasman, G. D. (1974). Prediction of Protein Conformation. *Biochemistry*. <https://doi.org/10.1021/bi00699a002>
- Colab. (n.d.). Retrieved from <https://research.google.com/colaboratory/intl/tr/faq.html>
- Cuff, J. A., & Barton, G. J. (1999). Evaluation and improvement of multiple sequence methods for protein secondary structure prediction. *Proteins: Structure, Function, and Bioinformatics*, 34(4), 508–519. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0134\(19990301\)34:4<508::AID-PROT10>3.0.CO;2-4](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0134(19990301)34:4<508::AID-PROT10>3.0.CO;2-4)
- Dill, K. A., & MacCallum, J. L. (2012). The protein-folding problem, 50 years on. *Science*. <https://doi.org/10.1126/science.1219021>
- Garnier, J., Osguthorpe, D. J., & Robson, B. (1978). Analysis of the accuracy and implications of simple methods for predicting the secondary structure of globular proteins. *Journal of Molecular Biology*. [https://doi.org/10.1016/0022-2836\(78\)90297-8](https://doi.org/10.1016/0022-2836(78)90297-8)
- Heffernan, R., Yang, Y., Paliwal, K., & Zhou, Y. (2017). Capturing non-local interactions by long short-term memory bidirectional recurrent neural networks for improving prediction of protein secondary structure, backbone angles, contact numbers and solvent accessibility. *Bioinformatics*. <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btx218>
- Kneller, D. G., Cohen, F. E., & Langridge, R. (1990). Improvements in protein secondary structure prediction by an enhanced neural network. *Journal of Molecular Biology*. [https://doi.org/10.1016/0022-2836\(90\)90154-E](https://doi.org/10.1016/0022-2836(90)90154-E)
- Liu, H. L., & Hsu, J. P. (2005). Recent developments in structural proteomics for protein structure determination. *Proteomics*. <https://doi.org/10.1002/pmic.200401104>
- Mirabello, C., & Pollastri, G. (2013). Porter, PaleAle 4.0: High-accuracy prediction of protein secondary structure and relative solvent accessibility. *Bioinformatics*. <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btt344>
- Moraes, I., Evans, G., Sanchez-Weatherby, J., Newstead, S., & Stewart, P. D. S. (2014). Membrane protein structure determination—the next generation. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Biomembranes*, 1838(1), 78–87.
- Nguyen, M. N., & Rajapakse, J. C. (2003). Multi-class support vector machines for protein secondary structure prediction. *Genome Informatics. International Conference on Genome Informatics*. <https://doi.org/10.11234/gi1990.14.218>
- Pollastri, G., & McLysaght, A. (2005). Porter: A new, accurate server for protein secondary structure prediction. *Bioinformatics*. <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/bti203>
- Rost, B., & Sander, C. (2000). Third generation prediction of secondary structures. In *Webster, D. (Ed.), Protein Structure Prediction: Methods and Protocols* (pp. 71–95). <https://doi.org/10.1385/1-59259-368-2:71>
- Rost, B. (2003). *Rising Accuracy of Protein Secondary Structure Prediction*. 207–249.
- Rost, Burkhard, & Sander, C. (1994). Combining evolutionary information and neural networks to predict protein secondary structure. *Proteins: Structure, Function, and Bioinformatics*. <https://doi.org/10.1002/prot.340190108>

- Salamov, A. A., & Solovyev, V. V. (1995). Prediction of protein secondary structure by combining nearest-neighbor algorithms and multiple sequence alignments. *Journal of Molecular Biology*. <https://doi.org/10.1006/jmbi.1994.0116>
- Wang, J., Cheng, J., Zhao, Z., & Lu, W. (2019). Protein Secondary Structure Prediction Using Ensemble of LSTM Neural Networks. *2019 2nd International Conference on Information Systems and Computer Aided Education, ICISCAE 2019*. <https://doi.org/10.1109/ICISCAE48440.2019.221626>
- Wang, Y., Mao, H., & Yi, Z. (2017). Protein secondary structure prediction by using deep learning method. *Knowledge-Based Systems*, *118*, 115–123. <https://doi.org/10.1016/j.knosys.2016.11.015>
- Yi, T. M., & Lander, E. S. (1993). Protein secondary structure prediction using nearest-neighbor methods. *Journal of Molecular Biology*. <https://doi.org/10.1006/jmbi.1993.1464>

# Otomatik Gerilim Regülatör Sistemi için Deniz Yırtıcıları Algoritmasının Performans Analizi

## Performance Analysis of Marine Predators Algorithm for Automatic Voltage Regulator System

Zeynep Garip<sup>1</sup> , Murat Erhan Çimen<sup>2</sup> , Ali Fuat Boz<sup>3</sup> 



<sup>1</sup>(Dr. Öğr. Üyesi), Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği, Sakarya-Türkiye  
<sup>2</sup>(Arş. Gör.), Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği, Sakarya-Türkiye  
<sup>3</sup>(Prof. Dr., Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği, Sakarya-Türkiye

ORCID: Z.G. 0000-0002-0420-8541;  
M.E.Ç. 0000-0002-1793-485X;  
A.F.B. 0000-0001-6575-7678

### Corresponding author:

Zeynep GARİP  
Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi,  
Teknoloji Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği,  
Sakarya-Türkiye  
E-mail address: zbatik@subu.edu.tr

Submitted: 20.11.2021  
Revision Requested: 09.03.2022  
Last Revision Received: 16.03.2022  
Accepted: 28.03.2022  
Published Online: 16.05.2022

Citation: Z., Çimen, M. E., & Boz, A. F. (2022). Performance analysis of marine predators algorithm for automatic voltage regulator system. *Acta Infologica*, 6(1), 53-64. <https://doi.org/10.26650/acin.1026494>

### ÖZ

Bu makalede otomatik gerilim regülatör sistemin oransal integral türev denetleyici optimal parametre değerlerini ayarlamak amacıyla yeni bir algoritma olan deniz yırtıcıları algoritması önerilmiştir. Önerilen algoritma ile terminal geriliminin maksimum yüzde aşımı, yerleşme süresi, yükselme süresi ve kararlı durum hatasını en aza indirmek ve optimal oransal integral türev denetleyicisi ile otomatik gerilim regülatör sisteminin geçici durum yanıtının iyileştirilmesi amaçlanmıştır. Denetleyici parametrelerini ayarlamak için karesel hatanın integrali, ağırlıklı karesel hatanın integrali, zaman'ın karesel integrali ve Zwe-Lee Gaing amaç fonksiyonları kullanılmıştır. Deniz yırtıcıları algoritma tabanlı oransal-integral-türev denetleyicinin performansı, literatürde önerilen çeşitli amaç fonksiyonları kullanılarak gerçekleştirilen farklı meta-sezgisel algoritmalar tarafından uyarlanmış oransal integral türev denetleyicileri ile karşılaştırmalı analizler yapılmıştır. Bu analizler geçici tepki analizi, kök konum analizi ve sağlamlık gibi analiz yöntemleri ile gerçekleştirilmiştir. Simülasyon sonuçları, deniz yırtıcıları algoritmasıyla ayarlanan oransal integral türev kontrollü otomatik gerilim regülatör sisteminin yerleşme süresi, tepe aşımı ve kararlılık açısından daha iyi performans gösterdiğini kanıtlamıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Otomatik Gerilim Regülatörü, Oransal-Integral-Türev, Deniz Yırtıcıları Algoritması, Optimizasyon

### ABSTRACT

In this study, the emerging, novel marine predators algorithm is proposed to adjust the proportional-integral-derivative controller of the automatic voltage regulator system. With the proposed algorithm, this study aimed to minimize the maximum percent excess of the terminal voltage, settling time, rise time, and steady-state error and improve the transient response of the automatic voltage regulator system with an optimal proportional-integral-derivative controller. The integral of squared error, integral of weighted squared error, squared integral of time, and Zwe-Lee Gaing objective functions were used to set the controller parameters. The performance of the proportional-integral-derivative controller based on the marine predators algorithm was compared with those of the proportional-integral-derivative controllers adapted by different metaheuristic algorithms using various objective functions suggested in the literature. These analyses were conducted using analysis methods such as transient response, root locus, and robustness. The simulation results show better performance in terms of the settling time, over-peak, and stability of the proportional-integral-derivative-controlled automatic voltage regulator system tuned with the marine predators algorithm.

**Keywords:** Automatic Voltage Regulator, Proportional-Integral-Derivative, Marine Predators Algorithm

## 1. GİRİŞ

Son yıllarda, geleneksel yaklaşımlarla çözüm üretilmeye çalışılan zor ve karmaşık mühendislik problemlerinde doğadan ilham alınarak geliştirilen hesaplamaya dayalı sezgisel yaklaşımlar sıklıkla kullanılmaktadır. Mühendislikte karşılaşılan problemlerden biri, bir sistemin kontrolünde kullanılan PID denetleyici kazançlarının istenen performansı karşılayacak şekilde ayarlanmasıdır. Sistemden istenen optimum cevabın elde edilebilmesi en uygun PID parametreleri ile mümkündür. PID kontrol tekniği süreç kontrolü, motor sürücüleri, uçuş kontrolleri gibi birçok endüstri uygulamasında sıklıkla kullanılmaktadır.

AVR sisteminin davranışını, hızını ve kararlılığını iyileştirmek amacıyla terminal gerilimindeki değişimlere verimli bir şekilde dönüş sağlanabilmesi için denetleyici seçimine dikkat edilmesi gerekmektedir. PID kontrol, tüm sistemlere uyum sağlaması, kolay anlaşılabilir ve gerçekleştirilebilir basit bir yapısından kaynaklanmaktadır. PID kontrolünün özelliklerine ek olarak kararlılık, tasarım ve performans da eklenmiştir (Bingul ve Karahan, 2018). Bundan dolayı AVR sistemler için PID kontroller uygulanmasına karar verilmiştir.

AVR sisteminde PID denetleyici uygulamasının yeterliliği literatürde birçok çalışma ile kanıtlanmıştır. PID denetleyicisinin parametrelerinin ayarlanmasında geleneksel ve sezgisel hesaplama yöntemleri kullanılmaktadır. Ziegler-Nichols (ZN), Cohen-Coon (CC) yöntemleri gibi geleneksel yöntemler büyük salınım ve aşım ile optimum PID denetleyici parametrelerini sağlarlar (Bingul ve Karahan, 2018). Son zamanlarda, birçok araştırmacı tarafından AVR sistemler için PID ayarlanmasına uygun çözüm bulmak amacıyla sezgisel algoritmalar kullanılmaktadır. Denetleyicinin performansını artırmak için uygulanan sezgisel optimizasyon tabanlı ayarlama yöntemleri Tablo 1’de özetlenmiştir. Tablo 1’de algoritmaların uyguladığı AVR sistemlerinin performanslarını belirlemedeki kriterler verilmiştir. Gözde ve ark. AVR sistemde PID kontrolüyle optimal kontrol sağlamak amacıyla yapay arı koloni (ABC) algoritmasını önermişlerdir. Algoritmanın performansını analizinde diferansiyel evrim (DE) ve parçacık sürü optimizasyon (PSO) algoritmasıyla karşılaştırmıştır (Gozden ve Taplamacioglu, 2011). Panda ve ark. (2012) PSO algoritmasının en iyi bilinen parçacığın konumunu ortadan kaldırarak Optimizasyon bağlantıları (MOL) algoritmasını önermişlerdir. Önerilen MOL algoritması ile MOL-PID kontrolü ile AVR sistemini tasarlamış ve gerçekleştirmişlerdir. Önerilen algoritmanın performansını test etmek amacıyla ABC, PSO ve DE algoritmaları kullanmışlardır. Mohanty ve ark. (2014) pattern arama algoritmasının bir uzantısı olan yerel tek modlu örnekleme optimizasyon (LUS) algoritmasına dayalı AVR sistem için PID parametrelerini elde edilmesine uyarlanmış ve ABC, PSO ve DE algoritmalarına göre daha kararlı ve daha iyi bir cevap vermiştir. Güvenç ve ark. (2016) AVR sistemde PID kontrolünün kontrol parametrelerini optimize etmek amacıyla biyocoğrafya tabanlı optimizasyon (BBO) algoritması önermişlerdir ve ABC, PSO ve DE algoritmalarına göre daha iyi ayarlama yeteneğine sahip olduğu belirlenmiştir. Hekimoğlu ve ark. (2018) AVR sisteme uygulanan optimal PID kontroller parametrelerinin ayarlanması amacıyla çekirge optimizasyon algoritması (GOA) kullanılmıştır. Algoritmanın etkinliğini ve sağlamlığını göstermek amacıyla ZN, DE ve ABC algoritmalarıyla karşılaştırmıştır. Hekimoğlu (2019), AVR sisteminin PID denetleyicisinin optimal parametrelerini ayarlamak amacıyla Sinüs-Cosinüs (SCA) seçmişlerdir ve algoritmayı test etmek amacıyla DE, ABC, BBO ve ZN kullanmışlardır. Diğer bir çalışmalarında ise böbrek ilhamlı algoritmayı (IKA) yine aynı sisteme uygulamışlardır (Ekinci ve Hekimoğlu, 2019). Micev ve ark. (2021) geliştirdikleri AVR sistemi için optimal PID parametrelerini belirlemek amacıyla yeni bir amaç fonksiyonu geliştirmiştir. Denge optimizasyon algoritması ile amaç fonksiyonunu kullanarak sistemin optimizasyonu sağlamışlardır. DO algoritmasının performansını test etmek amacıyla sağlamlık analizi yapmışlardır. Sonuç olarak geliştirilen algoritma literatürdeki algoritmalara göre daha iyi sonuç vermiştir. Bu sonuçlara karşın AVR sistemine uygun çözümü bulmada kesin bir algoritma yoktur.

Tablo 1.

*AVR-PID sistemi için literatürde kullanılan algoritmalar*

Algoritma	Yılı	Performans Kriteri
ABC (Gozden ve Taplamacioglu, 2011)	2011	ITSE
PSO (Gozden ve Taplamacioglu, 2011)	2011	ITSE
DE (Gozden ve Taplamacioglu, 2011)	2011	ITSE
MOL(Panda vd., 2012)	2012	ITAE, IAE, ITSE, ISE
LUS (Mohanty vd., 2014)	2014	ITAE, IAE, ITSE, ISE, OF
BBO (Guvenc vd., 2016)	2016	ITSE
GOA (Ekinci ve Hekimoğlu, 2019)	2018	ITSE
SCA (Hekimoğlu, 2019)	2019	ITSE, ZLG
IKA (Ekinci ve Hekimoğlu, 2019)	2019	ITSE, ZLG

Bu çalışmada, AVR sistemin terminal geriliminin maksimum yüzde aşımı, yerleşme süresi, yükselme süresi ve kararlı durum hatasını en aza indirmek amacıyla yüksek dereceli bir AVR sistemi için DAA tabanlı bir PID denetleyicisi önerilmiştir. DAA kullanarak AVR sistemine uyarlanan PID denetleyicisinin  $Kp$ ,  $Ki$  ve  $Kd$  parametrelerinin nasıl verimli bir şekilde elde edileceğine odaklanılmıştır. DAA basit olması, kolay ayarlanabilen parametreler ve esnek olması sebebiyle tercih edilmiştir. Burada algoritmanın basit olması, optimum denetleyici parametrelerinin belirlenerek istenen çıkışın yüksek kalitede elde edilmesini sağlamaktadır. Bunlara ek olarak algoritma optimal çözüm noktasına kararlı bir şekilde yakınsama gerçekleştirmektedir (Afshin vd., 2020). Sistemin dinamik yanıtı kullanılarak önerilen yaklaşımın performans üstünlüğü doğrulanmak için önerilen yaklaşımla literatürde bulunan sezgisel tabanlı yaklaşımlar karşılaştırılmıştır.

## 2. DENİZ YIRTICILARI ALGORİTMASI

Deniz yırtıcıları algoritması (DAA), deniz yırtıcıları ve avları arasındaki av-avcı sosyal ilişkisinden ilham alınarak Faramarzi ve ark. tarafından geliştirilmiştir (Faramarzi vd., 2020). DAA, deniz avcılarının ve avlarının karşılaşma oranına bağlı olarak geliştirilen sezgisel optimizasyon algoritmadır (Chen vd., 2021). DAA başlangıç çözümü arama uzayında rasgele dağılımla başlar. DAA temelinde av ve avcı arasındaki hız oranına göre algoritmanın yapısındaki fazlar arasındaki geçiş sağlanmaktadır (Yousri vd., 2021). Deniz avcılarını avlarını yakalarken adım boyutunu üç fazda tamamlamaktadır (Abdel-Basset vd., 2021). Algoritmanın birinci fazındaki en belirgin özellik büyük hıza sahip olmasıdır. Diğer fazlarda ise birlik ve zayıf oran ön plana çıkmaktadır.

DAA rasgele ve üniform dağılımlı olarak arama uzayı kullanılarak başlangıç çözümü belirlenir. Avcı sayısı  $n$ , yineleme sayısı  $m$ , optimizasyon parametresi boyutu  $d$ ,  $Av$  avın ilk konumunu göstermektedir. Denklem 1'deki  $X_{max}$  ve  $X_{min}$  maksimum ve minimum değerleri,  $rand$  ise  $[0,1]$  aralığında rasgele vektördür.

$$X_0 = X_{min} + rand(X_{max} - X_{min}) \quad (1)$$

Bu kısımda başlangıç popülasyonunun konumlarını tutan  $Av$  matrisi, en iyi uygunluk fonksiyonuna sahip  $Elit$  matrisini oluşturmaktadır. Her bir aşama aşağıdaki gibi özetlenmektedir.

Algoritmanın Faz 1 aşamasında  $av$  yüksek hıza sahip olduğu için  $avcının$  hareketini durdurulmalıdır. Bu süreç tüm iterasyonun yalnızca üçte biri için gerçekleştirilmektedir.  $Av$  Brownian hareketine göre davranışını belirler. Denklem 3 ile  $Av$ 'in kullandığı matrisler güncellenmektedir. Denklem 2 ve 3'deki  $P=0.5$ ,  $R [0,1]$  arasındaki üniform dağılımlı rasgele sayılar ve  $R_B$ , Brownian hareketinin normal dağılımına dayalı rasgele sayılar içeren bir vektör olarak tanımlanmıştır.

$$\overrightarrow{adim}_i = \overrightarrow{R_B} \otimes (\overrightarrow{Elit}_i - (\overrightarrow{R_B} \otimes \overrightarrow{Av}_i)) \quad (2)$$

$$\overrightarrow{Av}_i = \overrightarrow{Av}_i + (P \cdot \overrightarrow{R} \otimes \overrightarrow{adim}_i) \quad (3)$$

Faz 2 aşamasında  $av$  ve  $avcı$  aynı hızla hareket etmektedir ve algoritmanın ikinci üçte ikisine sahiptir. Burada  $Av$  ve  $avcı$  farklı hareket metotları kullanmaktadır. Bu fazda,  $Avcı$  Brownian hareketini,  $Av$  ise Levy hareketini kullanmaktadır.  $R_L$  Levy'nin hareket normal dağılımına dayalı rasgele sayılar içeren bir vektör ile  $Av$  bu adımda çarpılmaktadır. Bu adımda popülasyonun ilk yarısının hareketleri Denklem 4 ve 5'e göre güncellenmektedir.

$$\overrightarrow{adim}_i = \overrightarrow{R_L} \otimes (\overrightarrow{Elit}_i - (\overrightarrow{R_L} \otimes \overrightarrow{Av}_i)) \quad (4)$$

$$\overrightarrow{Av}_i = \overrightarrow{Av}_i + (P \cdot \overrightarrow{R} \otimes \overrightarrow{adim}_i) \quad (5)$$

Popülasyonun diğer yarısı Denklem 6 ve 7'e göre güncellenmektedir. Elit matris  $R_B$  ile çarpılmaktadır. Burada  $CF$ ,  $Avcı$  hareketi için adım boyutunu kontrol etmek için uyarlanabilir bir parametredir.

$$\overrightarrow{adim}_i = \overrightarrow{R_B} \otimes ((\overrightarrow{R_B} \otimes \overrightarrow{Elit}_i) - \overrightarrow{Av}_i) \quad (6)$$

$$\overrightarrow{Av}_i = \overrightarrow{Elit}_i + (P \cdot CF \otimes \overrightarrow{adim}_i) \quad (7)$$

$$CF = [1 - (Iter./Max.Iter)]^{(2 \cdot Iter./Max.Iter)} \quad (8)$$

Faz 3 aşamasında ise avın avcıdan daha yavaş hareket ettiği varsayılmakta ve algoritma iterasyonun kalan kısmında *Avcı* tarafından Levy hareketini kullanılmaktadır. Bu noktada *Elit* matrisi  $R_L$  ile çarpılır. *Av* matrisi Denklem 10 kullanılarak güncellenmektedir.

$$\overrightarrow{adv}_i = \overrightarrow{R}_L \otimes ((\overrightarrow{R}_L \otimes \overrightarrow{Elit}_i) - \overrightarrow{Av}_i) \quad (9)$$

$$\overrightarrow{Av}_i = \overrightarrow{Av}_i + (P.CF \otimes \overrightarrow{Av}_i) \quad (10)$$

DAA'da her yinelemeden sonra *Elit* matrisi en iyi çözümlerle yer değiştirir. Ayrıca maksimum iterasyon sayısına ulaşıldığında veya algoritmanın durdurma kriteri sağlandığında elde eden çözüm son çözümdür.

### 3. AVR SİSTEMİNİN MODELLENMESİ

#### 3.1. AVR Sisteminin Matematiksel Modeli

AVR sisteminin kullanım amacı güç sisteminin kararlılığını ve kalitesini artırmada senkron jeneratörün terminal voltaj büyüklüğünü önceden belirlenmiş bir seviyede tutmaktır. AVR sisteminin matematiksel modellenmesinde yükselteç, uyarıcı, jeneratör ve sensör gibi temel bileşenler kullanılmaktadır. Bu bileşenler zaman sabiti ve kazançlarından oluşan basitleştirilmiş birinci dereceden transfer fonksiyonu ile temsil edilir.  $K_A$ ,  $K_E$ ,  $K_G$  ve  $K_S$  sırasıyla yükseltici, uyarıcı, jeneratör ve sensör bileşenlerinin kazançları temsil ederken,  $T_A$ ,  $T_E$ ,  $T_G$  ve  $T_S$  aynı bileşenler için ilgili zaman sabitlerini temsil etmektedir. Bu bileşenlerin kazanç ve zaman sabitinden oluşan transfer fonksiyon modelleri Denklem 11-14 ile temsil edilmektedir. Bu bileşenlerin alabileceği parametre aralıkları ve bu çalışmada kullanılan parametre değerleri Tablo 2'de verilmiştir.

Yükselticinin transfer fonksiyonu:

$$G_A(s) = \frac{K_A}{1+sT_A} \quad (11)$$

Uyarıcının transfer fonksiyonu:

$$G_E(s) = \frac{K_E}{1+sT_E} \quad (12)$$

Sistemin en önemli parçası olan jeneratör transfer fonksiyonu:

$$G_G(s) = \frac{K_G}{1+sT_G} \quad (13)$$

Sensör bileşenin transfer fonksiyonu:

$$G_S(s) = \frac{K_S}{1+sT_S} \quad (14)$$

Tablo 2

*AVR bileşenlerinin parametreleri (Gaing 2004).*

Bileşenler	Parametre	
	Alt ve Üst Sınırları	Değeri
Yükseltici	$10 \leq K_A \leq 40,$ $0.02 \leq T_A \leq 0.1$	$K_A = 10, T_A = 0.1$
Uyarıcı	$1 \leq K_E \leq 10,$ $0.4 \leq T_E \leq 1$	$K_E = 1, T_E = 0.4$
Jeneratör	$0.7 \leq K_G \leq 1,$ $1 \leq T_G \leq 2$	$K_G = 1, T_G = 1$
Sensör	$0.9 \leq K_S \leq 1.1,$ $0.001 \leq T_S \leq 0.06$	$K_S = 1, T_S = 0.01$

Denetleyici olmaksızın AVR sisteminin transfer fonksiyonu Denklem 15'te verilmiştir. Burada  $V_t(s)$  jeneratör terminal gerilimi,  $V_{ref}(s)$  referans giriş gerilimini temsil etmektedir.

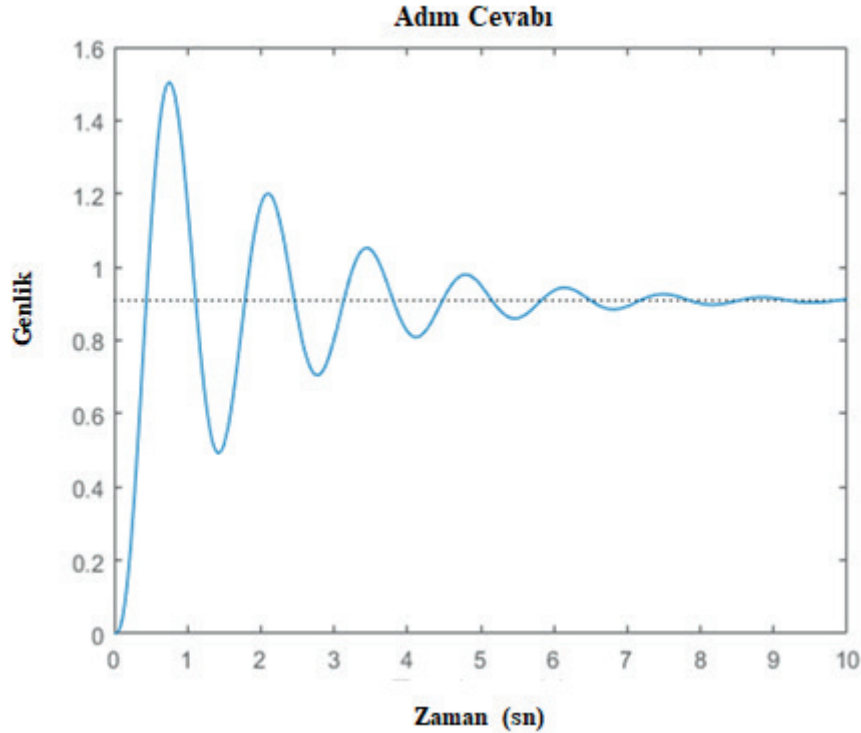
$$\frac{V_t(s)}{V_{ref}(s)} = \frac{K_A K_E K_G (1+sT_S)}{(1+sT_A)(1+sT_E)(1+sT_G)(1+sT_S) + K_A K_E K_G K_S} \quad (15)$$



Tablo 2'deki verilen bileşen parametreleri AVR sisteme uygulandıktan sonra elde edilen transfer fonksiyonu Denklem 16'da verilmiştir.

$$G(s) = \frac{V_t(s)}{V_{ref}(s)} = \frac{0.1s+10}{0.004s^4+0.0454s^3+0.555s^2+1.51s+11} \quad (16)$$

PID kontrolsüz AVR sistemin terminal gerilimindeki artımlı değişimin adım cevabı Şekil 1'de gösterilmiştir. Bu koşullardaki sistemin sıfır noktası  $z = -100$ ,  $s_1 = -98.8170$  ve  $s_2 = -12.6261$  gerçek kutba ve  $s_3 = -0.5285 + 4.6649i$  ve  $s_4 = -0.5285 - 4.6649i$  karmaşık kutba sahip olduğundan dolayı sistem kararlıdır. AVR sisteminin yükselme zamanı ( $tr$ ) 0.2626 sn, tepe zamanı ( $tp$ ) 0.7513 sn, yerleşme zamanı ( $ts$ ) 6.9662, yüzdelerik aşım ( $Mp$ ) %65.43 ve kalıcı durum hatası ( $Ess$ ) 0.0909'dur.



Şekil 1. PID kontrolsüz AVR sistemin terminal gerilimindeki artımlı değişimi

### 3.2. PID Denetleyicisinin Matematiksel Modeli

PID denetleyicinin sistemlere göre adapte olması basit olduğundan dolayı endüstri de yaygın olarak kullanılmaktadır (Gozden ve Taplamacioglu, 2011). Jeneratör çıkış gerilimi ( $V_t$ ), Referans gerilimine ulaşabilmek için sürekli olarak PID denetleyicisini kullanarak genliğini düzeltmeye çalışmaktadır (Blondin vd., 2018). PID denetleyicisinin s düzleminde verilen transfer fonksiyonu Denklem 17 ile ifade edilir (Li vd., 2006). Burada  $U(s)$  kontrol sinyali,  $E(s)$  ise ölçülen ve istenen işlemler arasındaki hata,  $K_p$ ,  $K_i$  ve  $K_d$  sırasıyla orantılı, integral ve türev kazançlarıdır.

$$G_{PID}(s) = P + I + D = \frac{U(s)}{E(s)} = K_p + \frac{K_i}{s} + K_d s \quad (17)$$

PID kontrollü AVR sisteminin transfer fonksiyonu Denklem 18'de verilmiştir. Tablo 1'deki verilen değerler AVR sistemine uygulandığında elde edilen PID kontrollü AVR sistemin transfer fonksiyonu Denklem 18'de verilmiştir.

$$\frac{V_t(s)}{V_{ref}(s)} = \frac{K_a K_e K_g (1+sT_s)(s^2 K_d + sK_p + K_i)}{s(1+sT_a)(1+sT_e)(1+sT_g)(1+sT_s) + K_a K_e K_g K_s (s^2 K_d + sK_p + K_i)} \quad (18)$$

### 3.3. Amaç Fonksiyonun Tasarımı

PID denetleyicisinin parametrelerinin optimizasyonu sağlanabilmesi için bir amaç fonksiyonu tanımlanması gerekmektedir. Sistemi optimize edecek amaç fonksiyonu, AVR sisteminin geçici durum parametrelerinden yükselme zamanı, tepe zamanı, yüzdelik aşım ve kalıcı durum hatası gibi çıktıları içermesi gerekmektedir. Optimizasyon sürecinde asıl değişkenler sistemin kontrolünü gerçekleştiren PID denetleyicisinin parametrelerinin ( $K_p$ ,  $K_i$ ,  $K_d$ ) optimize edilmesi ile sağlanmaktadır. Literatürde denetleyicileri analiz etmek amacıyla yükselme zamanı, tepe zamanı, yüzdelik aşım ve kalıcı durum hatası gibi farklı performans kriterleri de bulunmaktadır. Mutlak hatanın integrali (IAE), hata karelerinin toplamı (ISE), zaman ağırlıklı hata karelerinin toplamı (ITSE) bunlar arasında en fazla tercih edilendir. Bu çalışmada ise ISE, ITSE, Zamanın Karesel İntegrali (IT2SE) ve Zwe-Lee Gaing (ZLG) klasik yöntemi kullanılmaktadır. ZLG zaman alanlı Mp%, Ess, ts ve tr içeren geçici yanıt kriterlerini içeren bir amaç fonksiyonudur.  $\beta$  ise 0.5 ve 1.5 arasında ayarlanabilen ağırlık vektörüdür. Bu çalışma da ise  $\beta$  değeri 1 olarak belirlenmiştir. Matematiksel olarak ISE, ITSE, IT2SE ve ZLG Tablo 3'te verilen Denklem 19-22 ile ifade edilmektedir. Simülasyon zamanı  $t$ ,  $e_v(t)$  AVR çıkış terminallerinde ölçülen voltaj ile referans voltaj arasındaki fark hata sinyalinin ifadesidir.

Tablo 3  
Performans Kriterleri ve Matematiksel Denklemleri

Performans Kriteri	Matematiksel Denklem
ISE	$F(t) = \int (e_v(t)^2) dt$ (19)
ITSE	$F(t) = \int t(e_v(t)^2) dt$ (20)
IT2SE	$F(t) = \int (e_v(t))^2 dt$ (21)
ZLG	$F(t) = (1 - e^{-\beta}) \cdot (M_p + E_{ss}) + e^{-\beta}(t_s - t_r)$ (22)

## 4. SİMÜLASYON SONUÇLARI

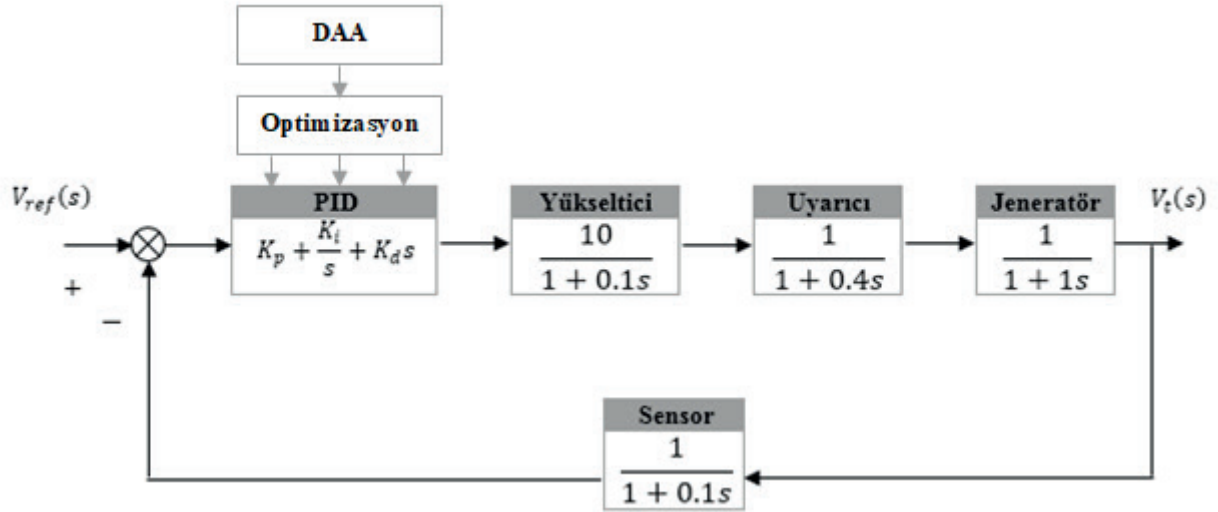
İstatiksel analizler, PID denetleyicisinin mühendislik çalışmaları için uygun olup olmadığı konusunda referans olarak gösterilmektedir. Bu makalede AVR sisteminin geçici durum yanıtını iyileştirmek amacıyla DAA-PID olarak adlandırılan PID denetleyicisi ile kontrol edilen DAA algoritması önerilmiştir.

MATLAB R2019 kullanılarak gerçekleştirilen istatiksel analizlerde algoritma 30 kere bağımsız çalıştırılarak elde edilmiştir. DAA'da sürü sayısı 25 ve iterasyon boyutu 100 olarak belirlenmiştir. Algoritmalar arasında en iyi olanı bulmak amacıyla performans kriteri olarak ISE, ITSE, IT2SE ve ZLG seçilmiştir. PID kontrolünün dinamik yanıtını iyileştirmek ve sabit durum hatasını azaltmak veya ortadan kaldırmak amacıyla kazanç parametrelerinin ayarlanmasında optimizasyon tekniklerinin kullanılması tercih edilmiştir. Ayrıca optimizasyon tekniklerinde arama sürecinin kalitesini arttırmak amacıyla arama uzayının sınırların belirlenmesi gerekmektedir. Bunlara ek olarak da PID kontrolünün alt ve üst sınırlarının doğru belirlenmesi kararlılığı üzerinde etkilidir. Bu çalışmada kullanılan PID kontrol parametrelerinin alt ve üst sınırları Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4  
PID kontrol parametre sınırları

Sınır	PID Parametreleri		
	Kp	Ki	Kd
Alt	0.2	0.2	0.2
Üst	2	2	2

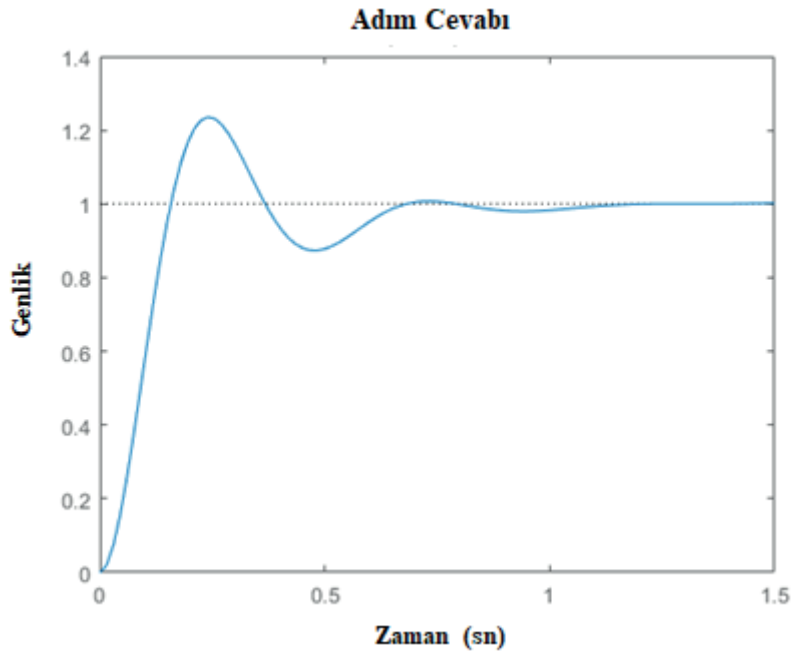
PID kontrollörlü AVR sisteminin transfer fonksiyon model diyagramı Şekil 2'de (Mohanty vd., 2014) ve uygulanan adım cevabı Şekil 3'te gösterilmiştir. Bunlara ek olarak DAA ile optimize edilen PID kontrolünü karşılaştırmak amacıyla literatürde bulunan ABC (Gozde ve Taplamacioglu, 2011), LUS (Bhookya ve Jatoh, 2019), PSO (Gozde ve Taplamacioglu, 2011), DE (Gozde ve Taplamacioglu, 2011), BBO (Guvencet vd., 2016), GOA (Ekinci ve Hekimoğlu, 2019), PSA (Bhullar vd., 2020), SCA (Ekinci vd., 2019) ve IKA (Hekimoğlu 2019) algoritmalar seçilmiştir.



Şekil 2. PID kontrollü AVR sistem tasarımı

Şekil 2’de verilen sistem Denklem 19 ile ifade edilmektedir.

$$G(s) = \frac{V_t(s)}{V_{ref}(s)} = \frac{0.07361s^3 + 7.505s^2 + 14.5s + 12.2}{0.004s^5 + 0.0454s^4 + 0.555s^3 + 8.871s^2 + 15.38s + 12.2} \quad (19)$$



Şekil 3. PID kontrollü AVR sistemin terminal gerilimindeki artımlı değişimi

DAA’da seçilen amaç fonksiyonlarında elde edilen PID parametreleri birbirlerine yakındır. Fakat amaç fonksiyon değerleri birbirlerinden farklıdır. DAA kullanılarak elde edilen  $K_p = 1.4381$ ,  $K_i = 1.2204$  ve  $K_d = 0.7361$  optimize edilmiş PID parametreleridir.

PID kontrollü AVR sistemin terminal gerilimindeki artımlı değişimin adım cevabı Şekil 3'te gösterilmiştir. Adım cevabıyla terminal gerilim kararlılığı ve tepkisi test edilmiştir. Bunlara ek olarak sisteminin yükselme zamanı, tepe zamanı, yerleşme zamanı da kontrol edilmektedir. Bu koşullardaki sistemin  $s_1 = -101.9900$  gerçek kutup ve  $s_2 = -4.8301 + 13.07889i$ ,  $s_3 = -4.8301 - 13.07889i$  ve  $s_4 = -0.9239 + 0.82750i$ ,  $s_5 = -0.9239 - 0.82750i$  karmaşık kutuplara sahip olduğundan dolayı sistem kararlıdır. AVR sisteminin yükselme zamanı ( $t_r = 0.1065$ ), tepe zamanı ( $t_p = 0.2420$ ), yerleşme zamanı  $t_s = 0.9580$  yüzdeler aşım ( $M_p = \%23.56$ ) ve kalıcı durum hatası ( $E_{ss} = 7.3275e - 15$ )'dur. Bununla beraber bode diyagramından elde edilen tepe kazancı, faz marjı ve bant genişlik parametreleri sırasıyla 3.09 db, 62.7° ve 19.22 olarak hesaplanmıştır. Sonuç olarak DAA 'sı PID kontrol sisteminin frekans yanıtını iyileştirdiği görülmektedir. Önerilen algoritma ve literatürdeki algoritmalar ile tasarlanan AVR sisteminin karşılaştırmalı kutup/sıfır haritası Tablo 5'de verilmiştir. Tablo 5'de yer alan tüm sistemler kapalı döngü kutupları sol düzlemde sol-yarisında bulunduğu için gerçekleştirilen tüm AVR sistemleri kararlı olduğu açık bir şekilde görülmektedir.

Tablo 5

PID Tabanlı AVR Sisteminin Karşılaştırmalı Kapalı Çevrim Kutupları ve Sönüm Oranları

Denetleyici	Çevrim Kutupları	Sönüm Oranları	Denetleyici	Çevrim Kutupları	Sönüm Oranları
	-102	1.00		-101	1.00
DAA	-4.8300 + 13.0100i	<b>0.346</b>	GOA	-1.18 + j1.06	0.74
	-4.8300 - 13.0100i	<b>0.346</b>		-1.18 - j1.06	0.74
	-0.9240 + 0.8280i	0.745		-4.83 + j10.9	0.40
	-0.9240 - 0.8280i	0.745		-4.83 - j10.9	0.40
BBO	-101.25	1.00	PSO	-102	1.00
	-4.8024+9.892i	0.437		-1.02	1.00
	-4.8024-9.892i	0.437		-2.00	1.00
	-2.0568	1.00		-4.64 + j9.50	0.439
IKA	-0.58505	1.00	DE	-4.64 - j9.50	0.439
	-102	1.00		-100.91	1.00
	-5.13+11.7i	0.40		-3.02 + j8.19	0.34
	-5.13-11.7i	0.40		-3.02 - j8.19	0.34
LUS	-0.80+0.93i	0.65	SCA	-6.29	1.00
	-0.80-0.93i	0.65		-0.22	1.00
	-101.25	1.00		-101.37	1.00
	-4.8842+9.8807i	0.443		-5.16 + j10.52	0.44
PSA	-4.8842-9.8807i	0.443	ABC	-5.16 - j10.52	0.44
	-1.2388+0.56033i	0.911		-0.91 + j0.82	0.74
	-1.2388-0.56033i	0.911		-0.91 - j0.82	0.74
	-101.3	1.00		-100.98	1.00
	-4.8163+10.109i	0.430		-3.7585+8.4058i	0.408
	-4.8163-10.109i	0.430		-3.7585-8.4058i	0.408
	-1.2829+0.14614i	0.994		-4.7483	1.00
	-1.2829-0.14614i	0.994		-0.25108	1.00

Tablo 6 incelendiğinde maksimum aşım ve yerleşme zamanı daha fazla olduğu için kontrolsüz sistem yavaş tepki vermektedir. Sisteme PID kontrol eklendiğinde bu değerlerin düştüğü görülmektedir. Ayrıca kalıcı durum hatası kontrollü sistemde da düşüktür.

Tablo 6

Kontrolsüz ve kontrollü PID denetleyicisinin geçici tepkisinin sonuçları

PID	MP (%)	Tepe Değeri(sn)	Tr (sn)	Tp (sn)	Ts(sn)	Ess
Kontrolsüz	65.43	1.5066	0.2626	0.7513	6.9662	0.0909
Kontrollü	23.56	1.2350	0.1065	0.2420	0.9580	7.3275e-15

Sistemin kontrol parametre değerleri, ISE, ITSE, IT2SE ve ZLG uygunluk fonksiyon değeri Tablo 7'de listelenmiştir. ITSE amaç fonksiyonu göz önünde bulundurulduğunda minimum değeri DAA uygunluk değeri (0.0055) vermektedir. DAA minimum hata verdiği için dolayı daha güvenilir ve daha doğrudur. Tablo 7-8'de verilen kalın değerler kontrollerin elde edilen minimum sonuçları göstermektedir.

Tablo 7

*PID kontrollerin optimum parametreleri*

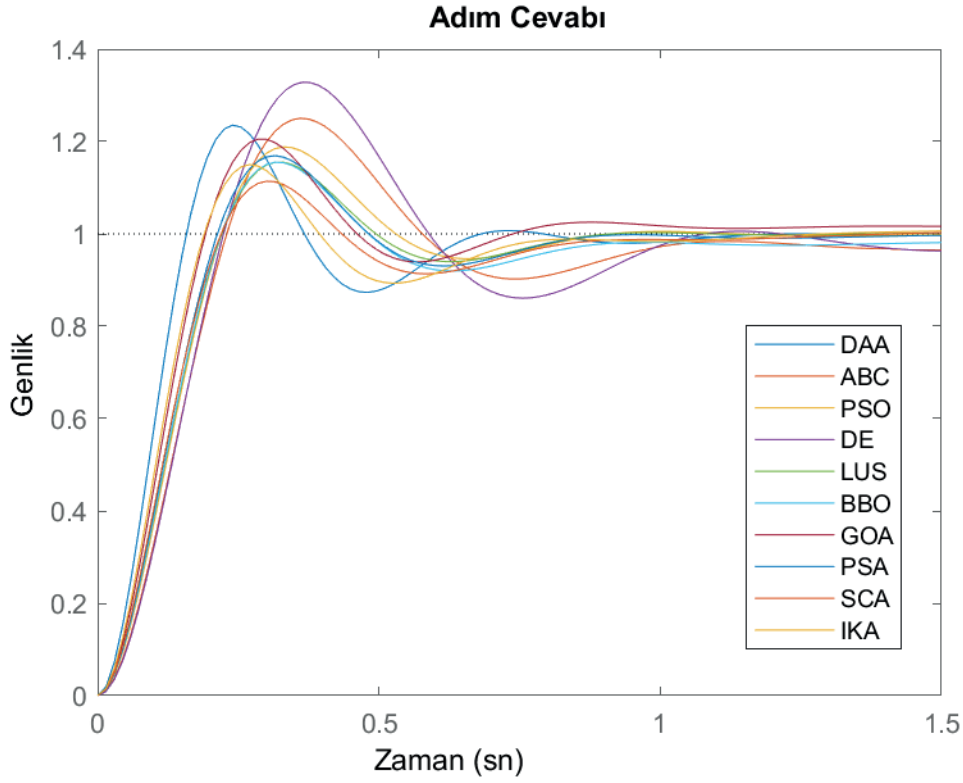
Algoritma	Kp	Ki	Kd	ISE	ITSE	IT2SE	ZLG
DAA	1.4381	1.2204	0.7361	<b>0.0753</b>	<b>0.0055</b>	<b>0.0016</b>	0.4622
ABC	1.6524	0.4083	0.3654		0.0125		
PSO	1.3541	0.9266	0.4378		0.0071		0.3640
DE	1.9499	0.4430	0.3427		0.0235		1.1272
LUS	1.2012	0.9096	0.4593	0.0750	0.0850		
BBO	1.2464	0.5893	0.4596		0.0073		
GOA	1.3825	1.4608	0.5462		0.0063		0.4390
PSA	1.2771	0.8471	0.4775		0.0064		<b>0.3496</b>
SCA	0.9826	0.8337	0.4982		0.0064		
IKA	1.0426	1.0093	0.5999		0.0061		<b>0.3247</b>

Tablo 8

*Çeşitli denetleyiciler için geçici cevap analiz sonuçları*

Algoritma	Geçici Durum Parametreleri				Amaç Fonksiyonu
	Mp	Ts(s)	Tr	Tp	ITSE
DAA	1.235	0.9580	<b>0.1065</b>	<b>0.242</b>	<b>0.0055</b>
ABC	1.250	0.9200	0.1560	0.360	0.0125
PSO	1.882	0.8120	0.1490	0.328	0.0071
DE	3.285	2.6490	0.1520	0.360	0.0235
LUS	1.156	<b>0.6960</b>	0.1490	0.322	0.0064
BBO	1.160	0.7660	0.1490	0.317	0.0073
GOA	2.053	0.9710	0.1300	0.286	0.0063
PSA	1.684	0.8040	0.1440	0.316	0.0064
SCA	<b>1.114</b>	0.7240	0.1480	0.304	0.0064
IKA	1.150	0.753	0.128	0.269	0.0061

Tablo 7'deki optimum parametre sonuçları incelendiğinde AVR sistemi için önerilen DAA'nın literatürdeki diğer algoritmalara göre daha iyi sonuç verdiği görülmektedir. Sistemin geçici cevap Mp, Tr, Ts ve Tp analiz değerleri ve ITSE amaç fonksiyonu değeri Tablo 8'de listelenmiştir. Tablo 8'ye göre minimum aşım noktası SCA algoritmasıyla yerleşim süresinde LUS algoritması, yükselme ve tepe sürelerinde diğer algoritmalara göre DAA algoritması daha yavaş gerçekleştirmektedir. DAA maksimum aşım ve yerleşme zamanı olarak PSO, DE ve GOA algoritmalarına daha düşük değerlere sahiptir. Bu da DAA temelli sistemin daha hızlı yanıt verdiğini göstermektedir. Performans kriterine göre minimum değeri önerilen DAA algoritması verdiği için PID kontrollü AVR sistemi tasarımında en iyi performansı gösterdiği belirlenmiştir. Tablo 7-8'de verilen algoritmaların PID denetleyicisinin Kp, Ki, Kd kazanım parametreleri ile elde edilen gerilim değişim eğrisi Şekil 4'te karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



Şekil 4. Çeşitli denetleyiciler için AVR sistemin terminal gerilimindeki artımlı değişimi

Sağlamlık analizi denetleyicinin sistem parametrelerindeki belirsizlikleri tolere etme yeteneğini değerlendirmek amacıyla gerçekleştirilir. AVR sisteminin zaman sabitleri ( $T_a$ ,  $T_e$ ,  $T_g$  ve  $T_s$ ) değişim aralığı %25'lik adım boyutlarıyla nominal değerlerinin  $\mp$ %50'si aralığında ayrı ayrı değiştirilmiştir. AVR sisteminin geçici tepki özellikleri de Tablo 9'da verilmiştir. Tablo 7'da açıkça görüldüğü üzere DAA tabanlı nominal şartlar altında tasarlanan PID denetleyicisinin parametrelerinin değişmesi geçici tepki değerlerini değiştirmiştir. Buna ek olarak sağlamlık analizinde parametrelerdeki değişimin tolere edilebilir olduğu ortaya çıkmıştır. Sonuç olarak önerilen DAA-PID tabanlı AVR sisteminin sağlam olduğunu göstermektedir.

Tablo 9

AVR Sisteminin Gürbüzlük Analizi Sonuçları

Model Parametreleri	Değişim Oranı(%)	Mp	ts(s)	tr(s)	tp(s)
-	-	<b>1.2350</b>	<b>0.9580</b>	<b>0.1065</b>	<b>0.2420</b>
Ta	-50	1.2056	8.0567	0.0610	<b>0.1342</b>
	-25	1.3913	1.2350	<b>0.0574</b>	0.1409
	+25	1.2571	5.9448	0.0939	0.2117
	+50	<b>1.2007</b>	<b>1.0448</b>	0.1863	0.4220
Te	-50	1.5799	7.6024	<b>0.0409</b>	<b>0.1075</b>
	-25	<b>1.0609</b>	4.0421	0.1465	2.7384
	+25	1.1403	2.6798	0.1359	0.2774
	+50	1.2666	<b>1.1281</b>	0.1036	0.2408
Tg	-50	1.4402	<b>1.1954</b>	<b>0.0574</b>	<b>0.1412</b>
	-25	1.1804	2.5171	0.0982	0.2106
	+25	1.2409	4.0519	0.0903	0.2022
	+50	<b>0.1199</b>	5.6915	0.1199	0.2461
Ts	-50	<b>1.1725</b>	1.5521	0.1018	0.2120
	-25	1.3332	<b>0.8244</b>	0.0764	0.1798
	+25	1.5228	2.0976	<b>0.0565</b>	0.1504
	+50	1.5751	1.8417	0.0563	<b>0.1482</b>

## 5. SONUÇLAR

Bu makalede DAA tabanlı AVR sistemini optimal PID kontrol parametreleriyle gerçekleştirilmesi amaçlanmıştır. PID kontrol parametreleri aşım, kararlı durum hatası, yükselme süresi, yerleşme sürelerinin etkisiyle oluşan ISE, ITSE, IT2SE ve ZLG amaç fonksiyonu ile minimize edilerek belirlenmektedir. Önerilen sistemin performansı geçici durum yanıtları ve kalıcı durum hatasını göz önünde bulundurarak literatürde bulunan ABC, LUS, PSO, DE, BBO, GOA, PSA, SCA ve IKA optimizasyon algoritmalarıyla karşılaştırılmıştır. Önerilen yaklaşım literatürdeki bazı yaklaşımlara göre üstünlüğü göstermek amacıyla geçici yanıt cevabı, kök konum ve bode analizi kullanılmıştır. Bu analizlere ek olarak sistem parametreleri değiştirilerek AVR sistemin sağlamlık analizi gerçekleştirilmiştir. Simülasyon sonuçlarına göre DAA tabanlı PID kontrollerin geçici davranış yanıtlarından yükselme, tepe değerleri ve ITSE amaç fonksiyonu açısından diğer algoritmalara göre daha iyi sonuçlar vermiştir.

**Hakem Değerlendirmesi:** Dış bağımsız.

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

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

**Yazar Katkıları:** Çalışma Konsepti/Tasarım- Z.G., M.E.Ç.; Veri Toplama- Z.G., M.E.Ç.; Veri Analizi/Yorumlama- Z.G., M.E.Ç.; Yazı Taslağı- Z.G.; İçeriğin Eleştirel İncelemesi- Z.G.; Son Onay ve Sorumluluk- Z.G., A.F.B.; Supervision- Z.G.

**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- Z.G., M.E.Ç.; Data Acquisition- Z.G., M.E.Ç.; Data Analysis/Interpretation- Z.G., M.E.Ç.; Drafting Manuscript- Z.G.; Critical Revision of Manuscript- Z.G.; Final Approval and Accountability- Z.G., A.F.B.; Supervision- Z.G.

## Kaynaklar/References

- Abdel-Basset, M., El-Shahat, D., Chakraborty, R.K. & Ryan, M. (2021). Parameter estimation of photovoltaic models using an improved marine predators algorithm, *Energy Conversion and Management*, 227, 113491. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2020.113491>.
- Ayas, M.S. (2019). Design of an optimized fractional high-order differential feedback controller for an AVR system. *Electrical Engineering*, 101,1221–1233. <https://doi.org/10.1007/s00202-019-00842-5>.
- Bhookya, J., Jatoh, R. K. (2019). Optimal FOPID/PID controller parameters tuning for the AVR system based on sine–cosine-algorithm. *Evolutionary Intelligence*, 12,725–733.<https://doi.org/10.1007/s12065-019-00290-x>.
- Bhullar, A.K., Kaur, R. & Sondhi, S. (2020). Enhanced crow search algorithm for AVR optimization. *Soft Computing*, 24,11957–11987.<https://doi.org/10.1007/s00500-019-04640-w>.
- Bingul, Z., & Karahan, O. (2018). A novel performance criterion approach to optimum design of PID controller using cuckoo search algorithm for AVR system. *Journal of the Franklin Institute*, 355, 5534–5559. <https://doi.org/10.1016/j.jfranklin.2018.05.056>
- Blondin, M., Sanchis, J., Sicard P. & Herrero J.M. (2018). New optimal controller tuning method for an AVR system using a simplified Ant Colony Optimization with a new constrained Nelder–Mead algorithm. *Appl Soft Comput*, 62,216–229. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2017.10.007>
- Blondin, M.J., Sanchis, J. Sicard, P. & Herrero, J.M. (2018). New optimal controller tuning method for an AVR system using a simplified Ant Colony Optimization with a new constrained Nelder–Mead algorithm. *Applied Soft Computing*, 62, 216–229. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2017.10.007>.
- Çelik, E. (2018). Incorporation of stochastic fractal search algorithm into efficient design of PID controller for an automatic voltage regulator system. *Neural Computing and Applications*, 30,1991–2002. <https://doi.org/10.1007/s00521-017-3335-7>.
- Chen, X., Qi, X., Wang Z., Cui, C., Wu, B. & Yang Y. (2021) .Fault diagnosis of rolling bearing using marine predators algorithm-based support vector machine and topology learning and out-of-sample embedding. *Measurement*, 176,109116. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2021.109116>.
- Ekinci, S. & Hekimoğlu, B. (2019). Improved Kidney-Inspired Algorithm Approach for Tuning of PID Controller in AVR System. *IEEE Access*, 7, 2169–3536. <http://dx.doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2906980>.
- Faramarzi, A., Heidarinejad, M., Mirjalili, S. & Gandomi, A. H. (2020). Marine predator algorithm, a nature-inspired metaheuristic. *Int J Expert Syst Appl*, 52, 113377. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2020.113377>.
- Faramarzi, A., Heidarinejad, M., Mirjalili, S. & Gandomi, A. H. (2020). Marine Predators Algorithm, A nature-inspired metaheuristic. *Expert Systems With Applications*, 152, 113377. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2020.113377>.
- Gaing, L. (2004). A particle swarm optimization approach for optimum design of PID controller in AVR system. *IEEE Trans. Energy Convers.*, 19(2),384–391. <https://doi.org/10.1109/TEC.2003.821821>
- Gozde, H., & Taplamacioglu, M.C. (2011). Comparative performance analysis of artificial bee colony algorithm for automatic voltage regülatör (AVR) system. *Journal of the Franklin Institute*, 348, 1927–1946. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfranklin.2011.05.012>
- Guvenc, U., Yiğit, T., Işık, A.H. & Akkaya İ. (2016). Performance analysis of biogeography-based optimization for automatic voltage regulator system.

- Turk J Elec Eng & Comp Sci*, 24, 1150 -1162. <http://dx.doi.org/10.3906/elk-1311-11>.
- Hekimoğlu, B. & Ekinci, S. (2018). Grasshopper Optimization Algorithm for Automatic Voltage Regulator System. *5th International Conference on Electrical and Electronics Engineering*, 152-156.
- Hekimoğlu, B. (2019). Sine-cosine algorithm-based optimization for automatic voltage regulator system. *Transactions of the Institute of Measurement and Control*, 41(6), 1761–1771. <http://dx.doi.org/10.1177/0142331218811453>.
- Li, Y., Ang, K.H. & Chong, G.C.Y. (2006). PID control system analysis and design. *IEEE Control Systems Magazine*, 26(1),32-41. <https://doi.org/10.1109/TCST.2005.847331>.
- Micev, M., Calasan, M., Ali, Z.M., Hasanien, H.M. & Aleem, S.H.E. A. (2021). Optimal design of automatic voltage regulation controller using hybrid simulated annealing – Manta ray foraging optimization algorithm. *Ain Shams Engineering Journal*, 12, 641–657. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2020.07.010>.
- Mohanty, P.K., Sahu, B.K. & Sidhartha Panda (2014) Tuning and Assessment of Proportional–Integral–Derivative Controller for an Automatic Voltage Regulator System Employing Local Unimodal Sampling Algorithm. *Electric Power Components and Systems*, 42(9), 959-969. <http://dx.doi.org/10.1080/15325008.2014.903546>
- Panda, S., Sahub, B.K. & Mohanty, P.K. (2012). Design and performance analysis of PID controller for an automatic voltage regulator system using simplified particle swarm optimization. *Journal of the Franklin Institute*, 349, 2609–2625. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfranklin.2012.06.008>
- Sahib, M.A. (2015). A novel optimal PID plus second order derivative controller for AVR system. *Engineering Science and Technology an International Journal*, 18(2), 194-206. <https://doi.org/10.1016/j.jestch.2014.11.006>.
- Yousri, D., Hasanien, H.M. & Fathy, A. (2021). Parameters identification of solid oxide fuel cell for static and dynamic simulation using comprehensive learning dynamic multi-swarm marine predators algorithm. *Energy Conversion and Management*, 228, 113692. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2020.113692>.



# Metin Madenciliği Yöntemiyle Dijital Katılım Analizi ve 2017 Türkiye Sosyal Medya Referandumu

## Analysis of Digital Participation with Text Mining Method and 2017 Turkey Social Media Referendum

Serkan Savaş<sup>1</sup> 



### ÖZ

Sosyal ağlar günümüzde pek çok alanda toplulukları yönlendirici unsur haline gelmiştir. Twitter bu ağlar içerisinde anlık gündem belirleyen en önemli platformlardan birisidir. Özellikle son on yılda dünyanın her ülkesinde siyasi süreçlerde de sosyal ağlardan faydalanılmaktadır. Gerek siyasi partilerin propagandalarını yönetmeleri gerekse de halkın görüşlerini dile getirmesi açısından sosyal ağlar önemli platformlar haline gelmiştir. Buradan yola çıkarak Türkiye’de 2017 yılında gerçekleştirilen Referandum sürecinde Twitter üzerinde bir metin madenciliği çalışması gerçekleştirilmiştir. Çalışmada toplumun Twitter aracılığıyla paylaştığı görüşler incelenmiş ve siyasi süreçlerin etkililiğinin ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda referandumun tercih seçenekleri olan evet/hayır görüşleri, siyasi partileri ve siyasi parti liderlerini içeren görüşlerin oranları karşılıklı olarak analiz edilmiştir. Bu analizlerle, sosyal siber istihbaratta örnek teşkil edebilecek bir çalışma gerçekleştirilmiş ve politika belirleyiciler için karar destek sistemlerinin potansiyelleri ortaya çıkarılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Sosyal Medya Analizi, Metin Madenciliği, Referandum, Büyük Veri, Veri Analizi

<sup>1</sup> (Assist) Kırıkkale University, Department of Computer Engineering, Kırıkkale, Türkiye

ORCID: 0000-0003-3440-6271

### Corresponding author:

Serkan SAVAŞ  
Kırıkkale University, Department of Computer Engineering, Kırıkkale, Türkiye  
E-mail address: serkansavas@kku.edu.tr

Submitted: 24.02.2022

Revision Requested: 20.04.2022

Last Revision Received: 28.04.2022

Accepted: 28.04.2022

Published Online: 16.05.2022

**Citation:** Savaş, S. (2022). Metin madenciliği yöntemiyle dijital katılım analizi ve 2017 Türkiye sosyal medya referandumu. *Acta Infologica*, 6(1), 65-81. <https://doi.org/10.26650/acin.1078857>

### ABSTRACT

Social networks have recently become a guiding factor for communities in many areas. Twitter is one of the most important platforms on the social network for setting instant agendas among these networks. Especially in the last decade, social networks have been used in political processes globally. Social networks have become important platforms for political parties to manage their propaganda and for the public to express their opinion. Based on this, a text mining study was carried out on Twitter during Turkey’s 2017 referendum process. In the study, public opinions posted on Twitter were examined to reveal the effectiveness of political processes. For this purpose, the ratios of yes/no opinions, political parties, and political party leaders were analyzed, which are the preferred options of the referendum. With these analyses, an empirical study on social-cyber intelligence was carried out, and the potential of decision support systems for policymakers was revealed.

**Keywords:** Social Media Analysis, Text Mining, Referendum, Big Data, Data Analysis

## 1. GİRİŞ

İnsanlar sosyal ağlarda birbirleriyle etkileşimleri sırasında metinler, resimler, videolar, müzikler vs. paylaşmaktadır. Sosyal ağlardaki bu veri akışı içerisinden anlamlı bilgilere ulaşmak her ne kadar zorlaşsa da buradaki verilere kayıtsız kalmak mümkün değildir. Farklı kurumlar, farklı amaçlarla bu verileri işleyerek içerisinden anlamlı bilgilere ulaşmaya çalışmaktadır. Sosyal ağlar, nesnelerin interneti, bulut bilişim gibi teknolojilerin günlük hayata ve çalışma hayatına dahil olmasıyla birlikte üretilen verilerin çeşitliliği, hacmi ve hızı da artmıştır. Bunun sonucunda da klasik veri analiz yöntemleri bu verileri işlemekte yetersiz kalmıştır. Bu yüzden sunucu kümelerinde paralel olarak çalışan yazılımlar gibi farklı algoritmalar, teknikler (veri madenciliği, metin madenciliği, vb.) (Jacobs, 2009) ve makine öğrenmesi gibi teknolojiler gerektirmektedir. Veri madenciliği, büyük ölçekli verilerden değerli veriler elde etme süreci olup bu sayede veriler arasındaki ilişkileri ortaya çıkarmak ve doğru tahminlerde bulunmak mümkün hale gelir. Madencilik sonucunda elde edilen kazanımlar göz önüne alındığında, kurumların sahip oldukları ve/veya dışarıdan aldıkları verileri korumaları ve işlemeleri oldukça hassas bir konu haline gelmiştir (Uzut ve Buyrukoğlu, 2020).

Verilerin analiz edilmesi, veriler içinden örüntü tanıma ve gizli bağlantıları ortaya çıkarma gibi işlemler, büyük veri analizi anlamına gelmekte olup günümüz dünyasında teknoloji şirketlerinin gerek performans ve yönetim zorluğundan ötürü gerekse de rekabet avantajı yaratmak için gündem maddelerinin başında gelmektedir (Sağiroğlu ve Sinanç, 2013). Büyük veri analizi, metin madenciliği, veri madenciliği gibi metotlarla bu avantajları elde etmek isteyen kurum ve kuruluşlar, analiz ettikleri verileri en iyi temsil eden özellikleri elde edebilmek için öznelik seçimi, topluluk özellik seçimi (Buyrukoğlu, 2021) vb. teknikleri geliştirerek uygulamaktadırlar.

Özellikle son yıllarda sosyal medyanın gücü arttıkça, üzerinde gerçekleştirilen araştırmalar da artmış ve çeşitlenmiştir. Kitlelere ulaşmanın, kitleleri etkilemenin, onları harekete geçirmenin ya da kitleler hakkında bilgi toplamanın en mümkün yolu sosyal medya olmuştur. İşletmeler, akademisyenler, devlet görevlileri ve analistler, sosyal medya verilerini analiz ederek kendi kurumları veya çalışmalarını için yön belirlemektedirler. Literatürde sosyal medya verileri üzerinde çeşitli amaçlarla yapılan farklı çalışmalar bulunmaktadır. Dijital teknolojilerin bu denli yoğun olarak insan hayatına dâhil olmasıyla birlikte araştırmacılar Twitter ve Facebook başta olmak üzere farklı sosyal medya platformları üzerinde analiz çalışmalarını gerçekleştirmeye başlamışlardır.

Sosyal ağlar içerisinde Twitter, Tweetlerin belirli konular halinde gruplanmasını sağlayan hashtagler (#) (başlık etiketleri) ile her bir kullanıcının takipçi listesinin çok daha ötesine ulaşmasını mümkün kılmaktadır. Twitter'ın bu açık ve aracısız yapısı yakınlığı, doğrudanlığı ve görünürlüğü kolaylaştırmaktadır. Bu açıdan Twitter, siyasal iletişim bağlamında Facebook'tan ayrılmaktadır. Facebook, sunduğu gizlilik ayarları yoluyla bireylerin çoğunlukla önceden tanımlı bir arkadaş listelerine hitap etmesini tesis ederken, Twitter hashtagler ve retweetler yoluyla bireylerin büyük bir alıcı kitlesine ulaşmasını ve milyonlarca kullanıcı içerisinde bir yer edinmesini sağlamaktadır (Zararsız ve Sönmez, 2018). Ayrıca Twitter, Facebook ve Tumblr gibi diğer sosyal ağlarla karşılaştırıldığında sadece bir sosyal medya olmaktan çıkıp bir bilgi ağı haline gelmiştir (Adedoyin-Olowe ve ark., 2016).

Metin madenciliği de yine sosyal medya analizinde kullanılan tekniklerden birisidir. Metin madenciliği, hesaplamalı dilbilim, bilgiye erişim ve veri madenciliği gibi çeşitli araştırma alanlarına dâhil edilen ve son dönemlerde sık kullanılan alanlarından biri haline gelmiştir. Doğal dil işleme teknikleri, insanlar tarafından yazılan metinlerden bilgi çıkarmak için kullanılmaktadır. Metin madenciliğinde, doğal dil işleme teknikleri kullanılarak en kısa sürede anlamlı enformasyon kalıpları sağlamak için yapılandırılmamış bir veri biçimi okunabilir. Günümüz dünyasında çoğu insan bu siteleri günlük yaşamlarında birbirleriyle bağlantıda kalmak için kullandıklarından, sosyal ağ siteleri hem bir iletişim kaynağı hem de bir araştırma kaynağıdır (Salloum ve ark., 2017).

Sosyal medya analizi çalışmaları içerisinde yer alan siyasi araştırmalar, sosyal siber istihbarat çalışmalarıdır. Siyasetçilerin neredeyse tamamının bireysel Twitter hesabı kullanıyor olmaları, vatandaşların kendilerini temsil eden kişileri doğrudan takip etmesini, hatta onlarla iletişime geçmesini mümkün kılmaktadır. Geleneksel kitle iletişim araçları siyasal iletişimde çoğunlukla sadece yukarıdan aşağıya iletişimi mümkün kılmaktadır. Twitter gibi mikroblog siteleri aksi yönde (aşağıdan

yukarıya) bir iletişimi de mümkün kılmış, dolayısıyla siyasal iletişim sürecinde çok yönlü iletişimin temel mecralarından biri haline gelmiştir (Zararsız ve Sönmez, 2018).

Halk oylaması anlamına gelen referandumlar, toplumun da yönetime katılma ve görüş belirtme yöntemlerinden biridir. Dünyada pek çok defa gerçekleştirilen referandumlarda yönlendirme ve kampanyalar için iletişim kanalları kullanımının önemi büyüktür. Özellikle son yirmi yılda bilgi ve iletişim teknolojilerindeki gelişmelerle birlikte bu önem daha da artmıştır. Sosyal ağlar ise özellikle son on yılda aktif olarak gündem belirleme ve yönlendirme çalışmalarında kullanılmaktadır. Sosyal medyanın etkisiyle birlikte artan analiz çalışmaları literatürde yoğun olarak İngiltere için Brexit referandumu sırasında görülmüştür. Brexit, Birleşik Krallık'ın Avrupa Birliği'nden çekilme sürecidir (AB Türkiye D., 2022). Araştırmacılar gerek Twitter gerekse Facebook üzerinde bu oylamayı derinlemesine analiz etmişlerdir. Bu analizler arasında sosyal medya üzerinde bilinçli ve/veya bilinçsiz olarak yürütülen yalan haber kampanyalarının analizi (Gaber ve Fisher, 2021; Preston ve ark., 2021), eş zamanlı olarak kullanıcıların yorumlarının incelenmesi (Maynard ve ark., 2017), bölgesel bazda kullanıcıların paylaşımlarının analizi (Agarwal ve ark., 2018), yürütülen siyasi kampanyaların analizi (Bossetta ve ark., 2018; Dobreva ve ark., 2020; McLoughlin ve ark., 2020; Usherwood ve Wright, 2017) ve referandumda halk üzerinde etkili olan faktörlerin incelenmesi (Hall ve ark., 2018; Lilleker ve Bonacci, 2017; Mora-Cantalops ve ark., 2021; North ve ark., 2020) gibi çalışmalar bulunmaktadır.

Son dönemde gerçekleştirilen sosyal medyada referandum analizleri sadece Brexit üzerinde gerçekleştirilmekle kalmamış, dünyanın farklı ülkelerinde de uygulanmıştır. Sosyal medyadaki nefret söylemleri ile demokratik olmayan davranışların incelendiği Romanya'daki aile referandumu (Bader ve ark., 2019), Katalan vatandaşların sosyal medya davranışları ve tutumlarının incelendiği Katalan referandumu (Goyanes ve Skoric, 2021), göçmenlerin ve İrlanda'da yerleşik olmayanların hakları ile siyasi katılımlarının incelendiği İrlanda Evlilik Eşitliği referandumu (Gray, 2018), hem Twitter hem de Facebook üzerinde çapraz olarak analiz gerçekleştirilen İtalyan Anayasa referandumu (Del Vicario ve ark., 2017), sosyal medya üzerinden kullanıcıların oy eğilimlerinin incelendiği Yunan referandumu (Tsakalidis ve ark., 2018), sosyal medya üzerindeki kampanyaların incelendiği İskoç Bağımsızlık referandumu (Langer ve ark., 2019), Twitter kullanıcılarının Ukrayna referandumu ile ilgili görüşlerinin incelendiği Hollanda araştırması (van Klingeren ve ark., 2021) ve kullanıcı yorumlarının incelendiği Amerikan seçimleri (Fang ve ark., 2019) çalışmaları belirtilen çalışmalardan bazılarıdır.

Türkiye'de de sosyal medya platformlarının yoğun olarak kullanılmaya başlandığı son on yıl içerisinde iki referandum (2010 ve 2017) gerçekleştirilmiştir. Son referandum, 2017 yılındaki Anayasa değişikliği referandumudur. Bu referandumu farklı yöntem ve tekniklerle inceleyen bazı çalışmalar bulunmaktadır.

Türkiye'de gerçekleştirilen 2017 Referandumunu inceleyen çalışmalardan biri Zararsız ve Sönmez (2018) tarafından gerçekleştirilmiştir. Araştırmacılar çalışmada, bir analiz firmasından alınan Tweet sayılarına göre Evet ve Hayır oranlarını günlük bazda incelemiş ayrıca siyasi liderlerin yazmış oldukları Tweet ve Hashtag'lere de örnekler vermişlerdir. Referandum sürecinde Arklan ve Kartal (2020) tarafından gerçekleştirilen başka bir çalışmada ise tersine bir süreç izlenerek, Referandum sürecinin sosyal medya kullanımına olan etkisi incelenmiştir. Araştırma anketine katılan üniversite öğrencileri sosyal medya ortamını referandum sürecini takip etmek için pek güvenilir bulmamakla birlikte, çok fazla olmasa da referandum sürecinden etkilendiği belirtmişlerdir. Anket yöntemini kullanan bir başka çalışma ise Çolakoğlu ve Tan (2018) tarafından gerçekleştirilmiş olup, katılımcılar 2017 referandumu için etkili olan iletişim araçlarında arasında mitingler, TV programları ve gazeteleri saymışlardır. Sosyal medya paylaşımları ise katılımcılar için anlamlı fark yaratan medya aracı olarak belirtilmemiştir. Bu çalışmanın aksine, üniversite öğrencileri arasında gerçekleştirilen bir başka çalışmada ise katılımcıların; son dakika gelişmelerini takip etme, bir politik aday veya partiyi beğenme, siyasi bir olayın fotoğrafını paylaşma ve siyasi bir anket yapma ya da ankete katılma gibi aktiviteleri sosyal medya üzerinden daha sık gerçekleştirdikleri bulgulanmıştır (Olkun ve ark., 2018). 2017 referandumunu siyasi partilerin Twitter paylaşımları üzerinden inceleyen ve 15 günde toplam 842 Tweet üzerinden değerlendirmenin gerçekleştirildiği bir çalışmada ise kullanılan Tweetler kategorilere ayrılarak, konu başlıklarına göre partilerin gündem ve yönlendirmeleri incelenmiştir (Budak, 2018). Aynı şekilde partilerin referandum sürecini nitel analiz yoluyla inceleyen başka bir çalışma ise Kılıçaslan (2018) tarafından gerçekleştirilmiştir. Benzer bir çalışma bu defa siyasi partiler değil de parti liderlerinin paylaşımlarına odaklanarak, içerik analizi şeklinde gerçekleştirilmiştir (Doğan, 2019). Ayrıca hem partiler, hem de liderlerin Twitter kullanımlarına yönelik nitel analiz çalışması da gerçekleştirilmiştir

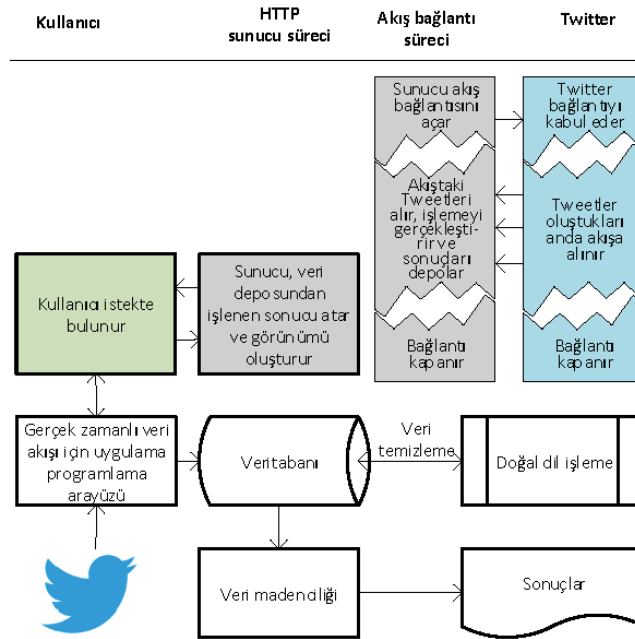
(Örselli ve ark., 2018). Referandum sürecinde kullanılan hashtaglerin değerlendirildiği betimsel analiz çalışması da mevcut olup bu çalışmada partilerin seçim sürecindeki sosyal medya kampanyalarındaki bilinçli propaganda süreci irdelenmiştir (Güler ve Çelik, 2017). Demirhan (2017) ise “anayasa” kelimesini içeren 150Bin Tweet içerisinden referandum için evet/hayır kelimelerini içeren 5745 Tweet verisi üzerinde analiz gerçekleştirmiş ve kullanıcıların referandum sürecine ilişkin görüşlerini değerlendirmiştir. Çalışmasını seçim günü ile sınırlandırarak, evet/hayır kelimeleri ile birlikte kullanılan hashtagleri inceleyerek, kullanıcılar arasındaki bağlantıları ve kişilerin seçim sonuçlarına ilişkin görüşlerini inceleyen bir çalışma ise Furman ve Tunç (2020) tarafından gerçekleştirilmiştir.

Tüm bu araştırmalar göstermektedir ki sosyal medya araçları insanların günlük hayatlarının vazgeçilmezleri arasında olduğu için yakın zaman diliminde en etkin siyasi kampanya aracı olarak kullanılacaktır. Hatta bir araştırmaya göre, büyük insan grupları, sorunları çözmeye, yeniliği teşvik etmeye, akıllıca kararlar almaya ve hatta geleceği tahmin etmeye, ne kadar parlak veya daha iyi olurlarsa olsunlar küçük bir seçkinden daha akıllıdır (Surowiecki, 2005). Bu nedenle sosyal medya üzerinde yapılan araştırmaların sonuçları gerek politika belirleyiciler gerekse de sosyal medya kullanıcıları tarafından iyi anlaşılmalı ve daha etkili teknoloji okuryazarlığı oluşturulmalıdır. Buradan yola çıkarak Türkiye’de gerçekleştirilen 2017 Referandum sürecinin Twitter üzerindeki yansımaları ve sonuçları bu çalışmada detaylı olarak analiz edilmiş ve sosyal medya araçlarının toplum üzerindeki etkilerinin açıklanması amaçlanmıştır.

Bu çalışmanın kapsamı şöyle devam etmektedir. İkinci bölümde kullanılan veriler, bu verileri elde etmek için kullanılan arayüz ve programlama dilleri ile analiz yöntemi hakkında bilgiler sunulmuştur. Üçüncü bölümde elde edilen bulgular yorumlanmıştır. Dördüncü bölümde ise çalışmanın sonuçları ve tartışmalar sunulmuştur.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Twitter üzerinde araştırma gerçekleştirmenin farklı yolları bulunmaktadır. Anket, kişi profiline yönelik incelemeler, etiketler ve trend konular üzerine incelemeler ve Twitter’ın akışının canlı olarak dinlenmesi, bu yollardan bazılarıdır. Bu çalışmada Twitter akışının canlı olarak dinlenmesi için öncelikle belirli aşamalar izlenmiştir. Bu aşamalardan ilki, Twitter üzerinde bir geliştirici olarak Twitter Uygulama Programlama Arayüzü (Application Programming Interface – API) oluşturmak ve gerekli erişim izinlerini sağlamaktır. Bu aşama tamamlandıktan sonra ise verileri elde etmek ve elde edilen veriler üzerinde işlem yapmak için bir model kullanılmıştır. Kullanılan model Şekil 1’de gösterilmiştir.



Şekil 1. Çalışmada kullanılan model (Savaş ve Topaloğlu, 2017) (Türkçe çevirisi)

Model oluşturulduktan sonra Türkiye’de 16 Nisan 2017 tarihinde gerçekleştirilecek olan Referandum için Twitter dinlenmeye başlanmıştır. Referandum tarihinin açıklandığı gün olan 11 Şubat 2017 tarihi ile referandum öncesi 15 Nisan 2017 tarihine kadar Twitter üzerinden veriler çekilmiştir. Veri çekmek için Python programlama dilinde bir program yazılmış ve Tweepy (Tweepy, 2021) kütüphanesi kullanılmıştır. Twitter üzerinden elde edilen toplamda 6.577.031 Tweet metni içerisinde, doğal dil işleme ve ayrıca makine öğrenmesi algoritmalarıyla işlem yapabilmek için öncelikle veri temizleme ve veri ön-işleme aşamaları gerçekleştirilmiştir. Python programlama dili kullanılarak yapılan bu işlemlerde öncelikle mention (@) işaretleri, etiket (#) işaretleri ve linkler temizlenmiştir. Daha sonra metin içerisindeki iki nokta, sılaş, parantez vb. gibi çeşitli işaretler temizlenmiştir. Sonrasında tab boşlukları, yeni satır kısayolları ve en sonunda da emoji denilen karakterler temizlenerek, sadece metin verilerinden oluşan bir veri kümesi elde edilmiştir. Bu veri kümesi, bütünlük sağlanması amacıyla küçük harflere dönüştürülmüştür.

Veri temizleme işlemlerinden sonraki aşamada, Tweet metinleri kelimelere ayrılarak analiz işlemleri için veri ön-işleme adımlarına başlanmıştır. Eldeki veri kümesi içerisinde toplamda 82.224.417 adet kelime tespit edilmiş ve bir kelime veri kümesi oluşturulmuştur. Bu kelime veri kümesi içerisinde doğal dil işleme araçlarından olan ve Türkçe “stopwords” (bağlaçlar, edatlar, zarflar vb.) kütüphanesinde yer alan 6.931.712 kelime belirlenmiştir. Bu kelimeler, kelime setinden temizlenerek, eldeki kelime veri kümesi 75.292.705’e indirgenmiştir. Eldeki yeni kelime veri kümesinde en çok tekrar eden kelimeler saydırılarak incelendiğinde, içerisinde “rt”, “yaa”, “lı” vb. gibi anlam ifade etmeyen çeşitli kelimeler tespit edilmiş ve bu kelimeler de yine veri kümesinden çıkarılmıştır. Bu işlem sonucunda eldeki veri kümesi içerisinde toplam 69.499.939 adet kelime kalmıştır. Analiz ve değerlendirme işlemleri bu kelimeler üzerinde gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışmada, Twitter üzerinden daha önce gerçekleştirilen benzer konudaki araştırmalardan farklı bir yaklaşım kullanılmıştır. Sosyal medya üzerinden gerçekleştirilen benzer konudaki araştırmalar çoğunlukla duygu analizi işlemleri üzerine yoğunlaşmıştır. Bu çalışmada ise anahtar kelimeler üzerinden metin madenciliği gerçekleştirilmiş ve diğer kelimeler ile arasındaki bağıntılar tespit edilmiş, kullanıcı bilgileri olmadan sadece paylaşımlar üzerinden analizler gerçekleştirilmiş ve dijital katılımcı profilleri oluşturulmuştur.

Çalışmadaki veri analizi üç aşamada gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada referandumun ana oylama seçenekleri olan “evet” ve “hayır” kelimelerinin günlük ve aylık değişimleri ile nihai oranları incelenmiş ve grafikleri oluşturulmuştur. Böylece propaganda sürecinin insanların dijital katılımlarını nasıl etkilediği belirlenmiştir. Referanduma katılan siyasi partilerin yine günlük ve aylık değişimleri ile nihai oranları incelenmiş ve grafikleri oluşturulmuştur. Son olarak siyasi parti liderlerinin veri kümesi içerisindeki durumları analiz edilerek çalışma tamamlanmıştır.

### 3. BULGULAR

Çalışmada ilk olarak 69.499.939 kelime içerisinde en sık tekrarlanan ilk 100 kelime tespit edilerek, bu kelimeler için frekans analizi gerçekleştirilmiştir. Sayısal verilerin her geçen gün artması ile bu verilerden gerekli enformasyonun sağlanması daha da zorlaşmaktadır. Bu nedenle, büyük miktarda veriyi işleme ve analiz etme tekniklerini kullanmak büyük önem taşımaktadır. Betimsel yöntemlerden biri olarak frekans analizi bu gibi durumlarda kullanılabilir. Bu çalışmada da Referandum sürecinde atılan Tweetler içerisinde en çok kullanılan ilk 100 kelimeye ait Frekans Tablosu, Tablo 1’de verilmiştir (Savaş, 2021).

Tablo 1.

*En çok kullanılan ilk 100 kelimeye ait frekans tablosu (Savaş, 2021)*

S. No	Kelimeler	Frekans	Yüzde	Geçerli Yüzde	Kümülatif Yüzde	S. No	Kelimeler	Frekans	Yüzde	Geçerli Yüzde	Kümülatif Yüzde
1	evet	2.305.392	3,317113703	3,32	3,32	51	chpli	77.278	0,111191464	0,11	16,89
2	hayır	1.485.542	2,13747238	2,14	5,45	52	bugün	77.012	0,11080873	0,11	17,00
3	bir	882.797	1,270212626	1,27	6,72	53	güzel	75.501	0,108634628	0,11	17,11
4	referandum	483.091	0,695095574	0,70	7,42	54	olacak	75.447	0,10855693	0,11	17,22
5	AKP	356.768	0,513335702	0,51	7,93	55	diyoruz	75.255	0,108280671	0,11	17,33
6	16	354.737	0,510413398	0,51	8,44	56	akpnin	69.189	0,099552605	0,10	17,43
7	CHP	334.254	0,480941429	0,48	8,92	57	böyle	68.798	0,098990015	0,10	17,53
8	Erdoğan	243.174	0,349890955	0,35	9,27	58	gün	68.442	0,098477784	0,10	17,63
9	ak	236.423	0,340177277	0,34	9,61	59	diyenler	68.187	0,098110877	0,10	17,72

10	kadar	213.571	0,307296673	0,31	9,92	60	adam	65.603	0,094392889	0,09	17,82
11	tek	200.175	0,288021836	0,29	10,21	61	diyorum	65.437	0,094154039	0,09	17,91
12	Türkiye	198.870	0,286144136	0,29	10,50	62	başkan	65.437	0,094154039	0,09	18,01
13	diyor	192.246	0,276613192	0,28	10,77	63	iyi	64.311	0,092533894	0,09	18,10
14	parti	190.905	0,274683694	0,27	11,05	64	öncesi	64.102	0,092233174	0,09	18,19
15	var	182.697	0,262873612	0,26	11,31	65	şimdi	62.453	0,089860511	0,09	18,28
16	nisan	160.415	0,230813152	0,23	11,54	66	yine	62.208	0,089507992	0,09	18,37
17	değil	158.461	0,228001639	0,23	11,77	67	artık	61.478	0,088457632	0,09	18,46
18	nisanda	151.997	0,218700911	0,22	11,99	68	birlikte	61.001	0,0877713	0,09	18,55
19	için	148.312	0,213398748	0,21	12,20	69	aynı	60.520	0,087079213	0,09	18,63
20	yok	143.391	0,206318167	0,21	12,41	70	sadece	59.545	0,085676334	0,09	18,72
21	diyen	142.157	0,204542626	0,20	12,61	71	oldu	59.013	0,084910866	0,08	18,80
22	ben	134.883	0,194076429	0,19	12,81	72	fetö	58.612	0,084333887	0,08	18,89
23	millet	129.145	0,185820307	0,19	12,99	73	önce	58.265	0,083834606	0,08	18,97
24	MHP	121.505	0,174827492	0,17	13,17	74	olduğu	58.105	0,08360439	0,08	19,06
25	15	113.376	0,163131078	0,16	13,33	75	Avrupa	57.848	0,083234605	0,08	19,14
26	devlet	111.593	0,160565609	0,16	13,49	76	Allah	56.871	0,081828849	0,08	19,22
27	sonra	111.242	0,160060572	0,16	13,65	77	il	56.769	0,081682086	0,08	19,30
28	güçlü	110.528	0,159033233	0,16	13,81	78	Hollanda	56.242	0,080923812	0,08	19,38
29	son	106.820	0,153697977	0,15	13,96	79	halk	55.272	0,079528127	0,08	19,46
30	olarak	106.047	0,152585745	0,15	14,12	80	eden	55.272	0,079528127	0,08	19,54
31	olsun	104.469	0,15031524	0,15	14,27	81	karşı	54.490	0,078402947	0,08	19,62
32	oy	102.778	0,147882144	0,15	14,41	82	basbakan	54.306	0,078138198	0,08	19,70
33	yeni	102.306	0,147203007	0,15	14,56	83	milletvekili	53.648	0,077191435	0,08	19,78
34	vatan	101.692	0,146319553	0,15	14,71	84	zaman	53.511	0,076994312	0,08	19,85
35	olan	99.802	0,143600126	0,14	14,85	85	sayın	52.221	0,075138195	0,08	19,93
36	demek	96.519	0,138876381	0,14	14,99	86	bunu	51.441	0,074015892	0,07	20,00
37	referandumda	96.003	0,138133934	0,14	15,13	87	ülke	51.368	0,073910856	0,07	20,08
38	büyük	95.733	0,137745445	0,14	15,27	88	bütün	50.743	0,073011575	0,07	20,15
39	genel	92.073	0,132479253	0,13	15,40	89	Kılıçdaroğlu	50.709	0,072962654	0,07	20,22
40	çıkarsa	92.048	0,132443282	0,13	15,53	90	bizim	50.451	0,072591431	0,07	20,30
41	Türk	90.760	0,130590043	0,13	15,66	91	hükümet	50.338	0,072428841	0,07	20,37
42	bile	90.284	0,12990515	0,13	15,79	92	olur	49.661	0,071454739	0,07	20,44
43	sen	89.845	0,129273495	0,13	15,92	93	kadın	49.230	0,070834595	0,07	20,51
44	başkanı	89.444	0,128696516	0,13	16,05	94	gazetesi	47.851	0,06885042	0,07	20,58
45	akpli	88.469	0,127293637	0,13	16,18	95	sistemi	47.469	0,068300779	0,07	20,65
46	anayasa	88.230	0,126949752	0,13	16,30	96	dedi	47.385	0,068179916	0,07	20,72
47	pkk	88.210	0,126920975	0,13	16,43	97	kendi	47.141	0,067828837	0,07	20,78
48	HDP	87.342	0,125672053	0,13	16,56	98	Bahçeli	47.118	0,067795743	0,07	20,85
49	oyu	78.789	0,113365567	0,11	16,67	99	milletin	46.669	0,067149699	0,07	20,92
50	devam	77.834	0,111991465	0,11	16,78	100	chpnin	46.566	0,067001498	0,07	20,99

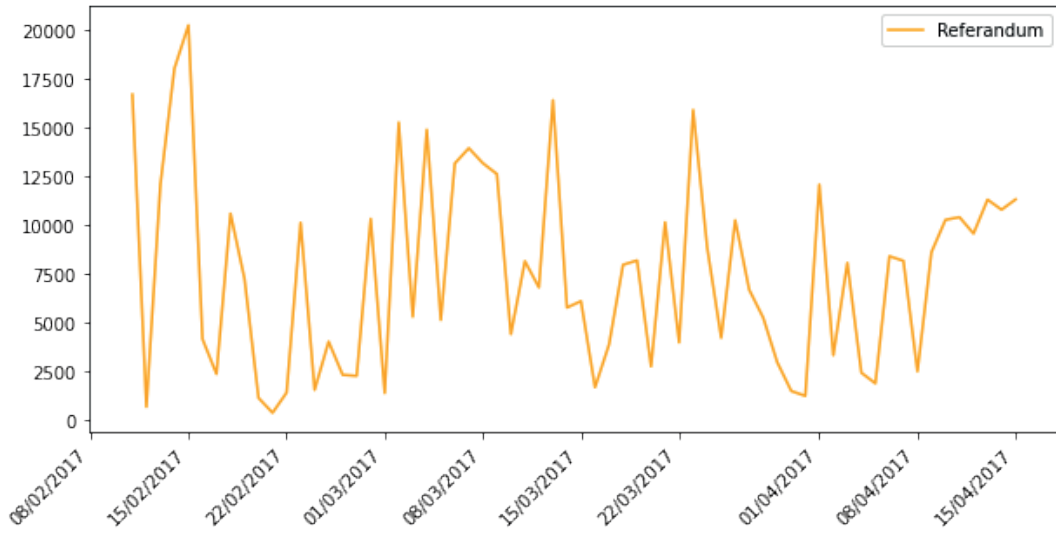
Tablo 1’de görüldüğü gibi yaklaşık 70 milyon kelime içerisinde ilk iki sırayı referandumun ana oylama temaları olan “evet” ve “hayır” kelimeleri almıştır. “Evet” kelimesi toplamda 2.305.392 defa tekrarlanarak tüm kelimeler içerisinde %3,32’lik bir oran elde etmiştir. “Hayır” kelimesi ise toplamda 1.485.542 defa tekrarlanarak tüm kelimeler içerisinde %2,14’lük bir oran elde etmiştir. Tabloda gösterilen ve en çok tekrarlanan ilk 100 kelime kümülatif toplam incelendiğinde, tüm kelimelerin aynı zamanda %21’ine denk gelmektedir. Siyasi partiler incelendiğinde “AKP” kelimesi 356.768 defa kullanılarak %0,51 oranında kullanılırken, “ak” kelimesi 236.423 defa, “parti” kelimesi ise 190.905 defa kullanılarak yine en çok kullanılan kelimeler arasında yer almıştır. Siyasi parti isimlerinin kullanıldığı kelimelerden “akpli” kelimesi 88.469 defa tekrar edilmesi ile 45. sırada, “akpnin” kelimesi ise 69.189 defa kullanılarak 56. sırada yer almıştır. Bir diğer siyasi parti olan “CHP” kelimesi 334.254 defa kullanılarak %0,48 oranında kullanılmıştır. Benzer şekilde parti isminin geçtiği diğer kelimeler içerisinde “chpli” kelimesi 77.278 defa kullanılarak 51. sırada yer alırken, “chpnin” kelimesi ise 46.566 defa kullanılarak 100. sırada yer almıştır. Siyasi partiler içerisinde “MHP” kelimesi 121.505 defa kullanılarak %0,17’lik bir oranda tekrar edilmiştir. Diğer siyasi parti “HDP” kelimesi ise tüm Tweetler içerisinde 87.342 defa tekrar edilerek en çok tekrar edilen 100 kelime içerisinde 48. sırada yer almıştır.

Yalnızca referandumun oylama teması olan “evet” ve “hayır” kelimeleri ile siyasi partilerin isimleri değil aynı zamanda siyasi parti liderleri de en sık tekrarlanan kelimeler arasına girmiştir. Referanduma katılan siyasi parti liderlerinden “Erdoğan”

ismi 243.174 defa tekrar edilerek %0.35'lik oranla tüm Tweetler içerisinde en çok tekrarlanan ilk 10 kelime arasında yer almıştır. Diğer siyasi liderlerden “Kılıçdaroğlu” ismi 50.709 defa tekrar edilerek %0.07 oranında, “Bahçeli” ismi ise 47.118 Tweet içerisinde kullanılarak yine yaklaşık %0.07 oranına ulaşmıştır.

Bu aşamada incelenen bir diğer konu, Twitter’ı dinlemek için seçilen anahtar kelimelerin tüm Tweetler içerisinde tekrar edilme sıklıkları olmuştur. Seçilen anahtar kelimelerden en çok kullanılanı 2.305.392 tekrar ile “evet” kelimesi olmuştur. İkinci sırada ise 1.485.542 defa tekrar edilen “hayır” kelimesi olmuştur. Anahtar kelimeler arasında üçüncü sırada, tüm kelimeler içerisinde ise dördüncü sırada yer alan “referandum” kelimesi 483.091 defa tekrar edilmiştir. Referandum tarihi olan 16 Nisan tarihi için iki ayrı anahtar kelime belirlenmiş olup, bunlardan bitişik yazılanı ilk 100 kelime içerisinde yer almamıştır. “16” sayısı 354.737 defa, “Nisan” kelimesi ise 160.415 defa, “Nisanda” kelimesi ise 151.997 defa kullanılmıştır. Anahtar kelimeler içinde yer alan siyasi parti isimlerinin kullanım sayıları ise “AKP”, “AK Parti”, “CHP”, “MHP”, “HDP” için sırasıyla; 356.768, 236.423 (ak), 190.905 (parti), 334.254, 121.505 ve 87.342 olarak tespit edilmiştir.

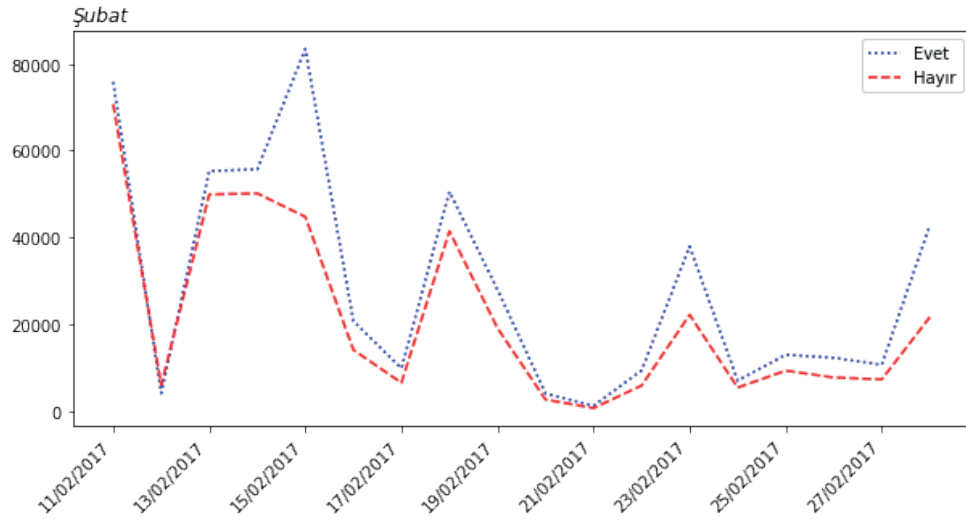
Frekans analizinde derinlemesine inceleme için ilk olarak, seçilen anahtar kelimelerden referandum kelimesinin günlük kullanım seyrini gösterir grafik Şekil 2’de sunulmuştur.



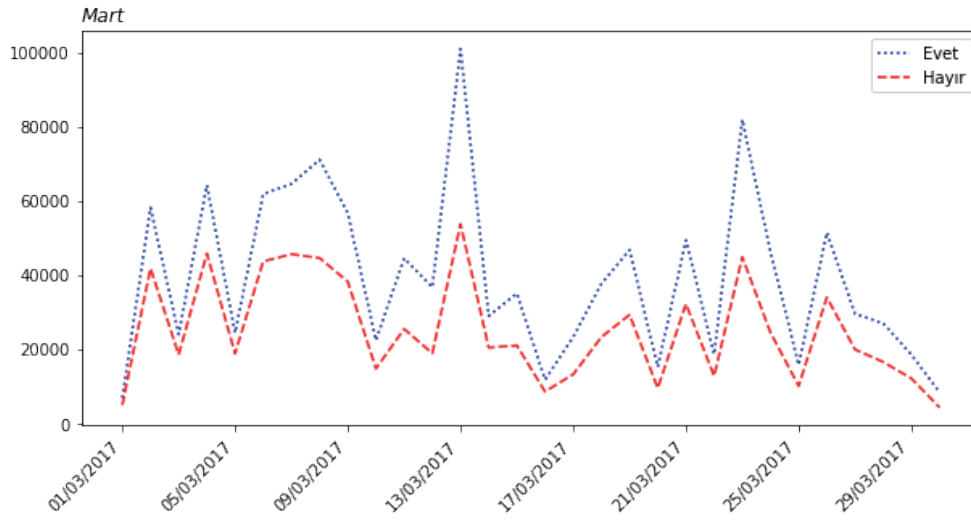
Şekil 2. Günlük Tweetler içerisinde “referandum” anahtar kelimesi

Çalışma sırasında elde edilen Tweetler içerisinde “referandum” kelimesinin bulunma sıklığı, Şekil 2’de görüldüğü gibi dalgalı bir seyir izlemiştir. Burada belirtilmesi gereken bir konu, günlük elde edilen Tweet sayısının da bu grafiklerde etkili olduğudur. Özellikle Twitter’ın uyguladığı bazı sınırlamalar ile birlikte diğer sınırlılıklar da, çalışmanın sonuç bölümünde belirtilmiştir. Grafikte görüldüğü gibi, referandum ile ilgili görüşlerin belirtildiği Tweetler bazı günlerde 14 Bin ile 20 Bin sınırlarında bulunurken, genel seyir 4 Bin Tweet ve üstü şeklinde gerçekleşmiştir. Bu grafikten de anlaşıldığı üzere, sosyal medya üzerinde referanduma olan ilgi sürekli canlı tutulmuş ve süreçte insanların görüş ve önerilerini belirttiği önemli bir iletişim platformu olarak yer almıştır.

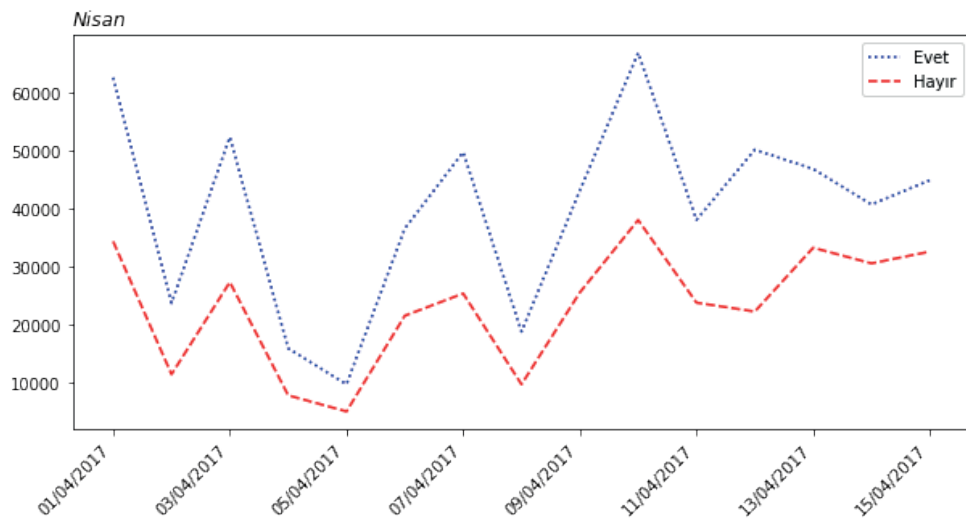
Çalışma ayrıca üç farklı grupta aylık (günlük) veriler halinde karşılaştırmalı olarak ele alınmıştır. Bu gruplar; “Evet – Hayır” olarak referandum oylama konusu, süreçteki partiler olan “AKP, MHP, CHP ve HDP” partileri ve son olarak bu partilerin liderleri “Erdoğan, Bahçeli, Kılıçdaroğlu ve Demirtaş ile eş başkan (HDP) Yüksekdağ” kelime grupları olarak belirlenmiştir. Elde edilen Tweetler içerisinde “Evet” ve “Hayır” kelimelerinin aylık kullanım sıklıkları Şekil 3’te sırasıyla gösterilmiştir.



(a)



(b)

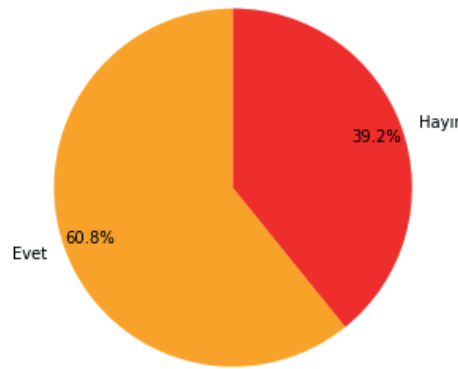


(c)

Şekil 3. Referandum sürecinde Evet ve Hayır kelimelerinin (a) Şubat, (b) Mart ve (c) Nisan aylarındaki kullanımları



Şekil 3'te ilk dikkate değer bulgu, “Evet” kelimelerinin “Hayır” kelimelerine kıyasla tüm aylarda daha yüksek oranda bir seyir gösterdiği olmuştur. Bu kelimelerin aylık oranları incelendiğinde Şubat ayında kullanım sıklıkları birbirine yakın oran gösterirken (Şekil 3a), Mart ayında ikisinin arasındaki fark artmış (Şekil 3b) ve Nisan ayında ise giderek açılmıştır (Şekil 3c). Buradan anlaşılacağı üzere, referandumda propaganda süreci, sosyal medya üzerinde “Evet” lehine doğru ilerlemiştir. Üç aylık süreç incelendiğinde Şubat ayında referandum tarihi açıklandıktan hemen sonra ilk hafta “Evet” ve “Hayır” kullanım oranları 20 Bin ile 80 Bin arasında yer alırken, ilk haftadan sonra bir düşme olmuş ve genellikle 20 Bin kelimenin altında seyretmiştir. Mart ayında referandum konusu gündemi belirlemeye devam etmiş ve ay boyunca genellikle 10 Bin ile 80 Bin Tweet arasında seyretmiştir. En yoğun Tweet oranları yine bu ayda gerçekleşmiş ve 13 Mart tarihinde yaklaşık 100 Bin Evet ve 55 Bin Hayır kelimesi kullanılarak üç ay içerisindeki en yüksek seviye burada yaşanmıştır. Referandumun gerçekleştirildiği ay olan Nisan ayında ise “Evet” ve “Hayır” kelimelerinin kullanım sıklığı, 10 Bin ile 70 Bin arasında dalgalı bir seyir göstermiştir. Tüm bu veriler ışığında, 11 Şubat - 15 Nisan arasında elde edilen tüm Tweetler içerisinde “Evet” ve “Hayır” kelimelerinin toplamda birbirine oranları Şekil 4'te gösterilmiştir.



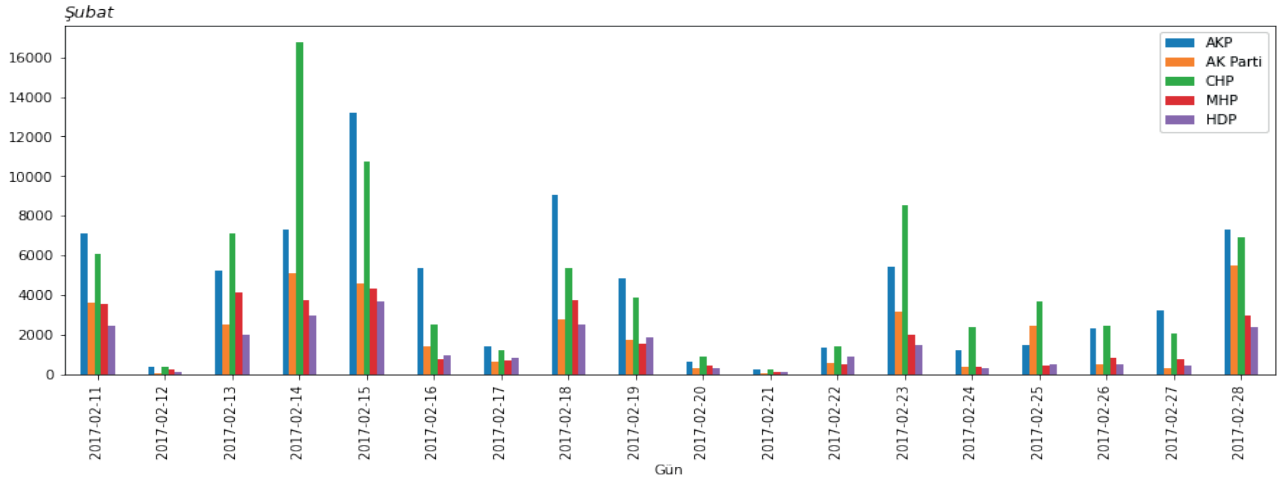
Şekil 4. Tweetler içerisinde yer alan “Evet” ve “Hayır” oranları

Elde edilen Tweetler içerisinde “Evet”, “Hayır” ya da her ikisinin birlikte kullanıldığı Tweetlerden her iki anahtar kelimenin toplamına oranları Şekil 4'te gösterilmiştir. Tablo 1'de verilen 2.305.392 adet “Evet” kelimesinin tüm kelimelere oranı %3,32 ve 1.485.542 adet “Hayır” kelimesinin tüm kelimelere oranı %2,14 iken, bu iki kelimenin oylama konusu toplamına oranları Evet ve Hayır için sırasıyla %60,8 ve %39,2 olmuştur. Bu oranların hesabında Eşitlik (1) kullanılmıştır.

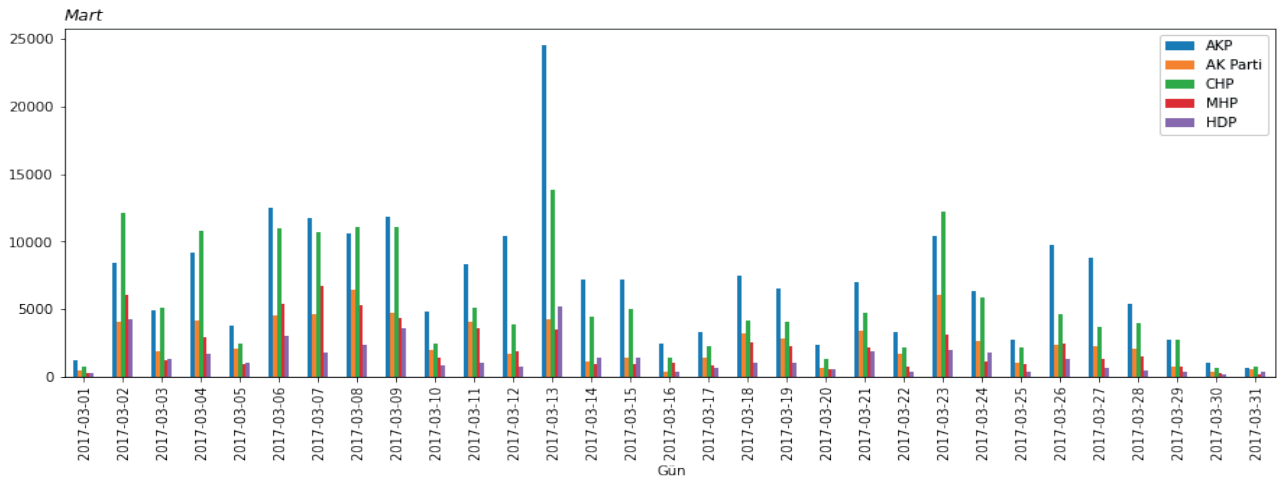
$$\% (E \vee H) = \frac{\sum_{11.02.2017}^{15.04.2017} E \vee H}{\sum_{11.02.2017}^{15.04.2017} E \wedge H} \quad (1)$$

Eşitlikte “Evet” için “E”, “Hayır” içinse “H” kısaltması kullanılmıştır.

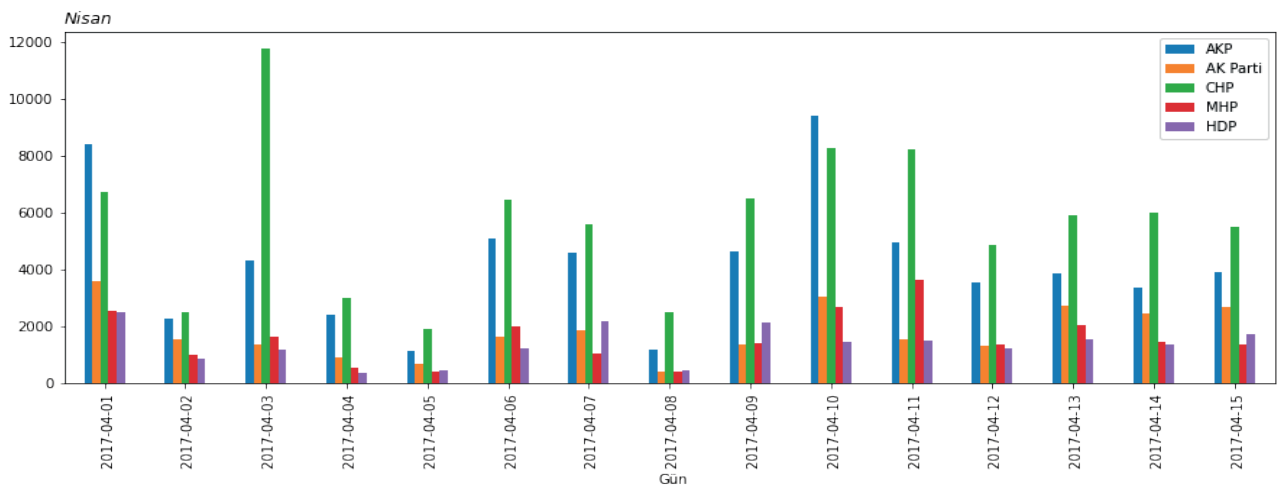
“Evet” ve “Hayır” oranlarından sonra çalışmada, veri tabanında yer alan Tweetler içerisinde siyasi partilerin gündemde olma oranları da aylık (günlük) ve toplam oranlarıyla incelenmiştir. Bu inceleme sırasında anahtar kelimeler arasında yer alan “AKP”, “CHP”, “MHP”, “HDP” ve yine kısaltma olarak kullanılan “AK Parti” kelimeleri seçilerek analizler gerçekleştirilmiştir. Parti kısaltmalarının Tweetler içerisinde aylık kullanım sayıları Şekil 5'te sırasıyla gösterilmiştir.



(a)



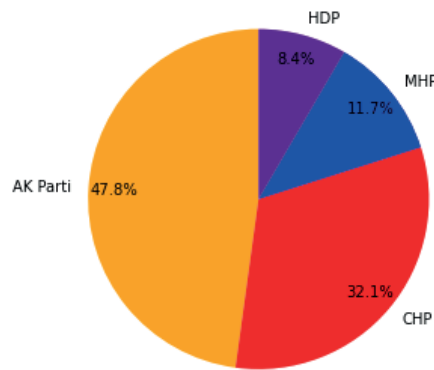
(b)



(c)

Şekil 5. Referandum sürecinde siyasi partilerin (a) Şubat, (b) Mart ve (c) Nisan aylarındaki durumları

Şekil 5 incelendiğinde, üç ay boyunca her ay en çok kullanılan iki siyasi parti kısaltması olarak “AKP” ve “CHP” kısaltmalarının olduğu görülmektedir. Bu iki kelimenin birbirine en fazla fark attığı günler “AKP” lehine 13 Mart 2017 tarihi olurken, “CHP” lehine ise 14 Şubat 2017 tarihi olmuştur. Ancak burada “AKP” ve “AK Parti” kısaltmasının kullanıldığı Tweetler de göz önüne alındığında, genel toplamda AK Parti kelimesinin diğer siyasi partilere oranla daha fazla kullanıldığı görülmektedir. Diğer anahtar kelimeler içerisinde yer alan “MHP” kelimesi üç ay boyunca zaman zaman en çok kullanılan üçüncü, bazı günlerde ise dördüncü anahtar kelime durumunda olmuştur. Yine bir diğer anahtar kelime olarak seçilen “HDP” kelimesi ise bazı günlerde üçüncü sıklıkta kullanılan siyasi parti kısaltması olurken, zaman zaman da dördüncü sıklıkta kullanılan kelime olarak tespit edilmiştir. Siyasi partiler için belirlenen anahtar kelimelerin oranlarını daha iyi inceleyebilmek adına, Tablo 1’de verilen frekans tablosundaki genele oranlarının haricinde, birbirlerine olan oranları da incelenmiştir. Bu oranlar Şekil 6’da gösterilmiştir.



Şekil 6. Siyasi partilerin Tweetler içerisinde kullanılma oranları

Şekil 6 incelendiğinde “AK Parti” (AKP dâhil) anahtar kelimesinin %47,8 ile en çok oranda kullanıldığı görülmektedir. “CHP” %32,1 ile ikinci, “MHP” %11,7 ile üçüncü ve “HDP” ise %8,4 ile dördüncü sırada yer almıştır. Şekilde yer alan oranlar içinde “AK Parti” anahtar kelimesi, iki ayrı kelimedenden oluştuğu için Tweetler içerisinde filtreleme yöntemi kullanılmıştır. Veri ön-işleme aşamasında kelimelere ayrıştırılarak dizi listeleri oluşturulan Tweetler içinde “ak” ve “parti” kelimeleri bir arada bulunan Tweetler seçilerek bu sayılar orana dâhil edilmiştir. Tek başına “ak” ve/veya tek başına “parti” kelimeleri, oranlara dâhil edilmemiştir. Günlük Tweetler incelendiğinde farklı zamanlarda “AK Parti” ve “CHP” anahtar kelimelerinin birbirlerine üstünlük sağladıkları gözlemlense de genel oranlar dikkate alındığında bu iki siyasi partinin birbirine oranı yaklaşık 2/3 (CHP/AK Parti) şeklinde gerçekleşmiştir. Çizelge 1’de tüm Tweetler içerisinde “AKP” oranı %0,51, “ak” oranı %0,34 ve “parti” oranı %0,27 iken bu oranlar siyasi partilerinin birbirine karşı oranları karşılaştırıldığında %47,8 olarak gerçekleşmiştir. “CHP” oranı tüm Tweetler içerisinde %0,48 iken siyasi partiler arasında %32,1 oranında gerçekleşmiştir. “MHP” oranı tüm Tweetler içerisinde %0,17 olup, siyasi partiler arasında %11,7’lik bir oran elde ederken “HDP” ise tüm Tweetler içerisinde %0,13 oranında kullanılıp siyasi partiler arasında %8,4 oranı elde etmiştir. Siyasi partilerin oranlarının hesabında Eşitlik (2) kullanılmıştır.

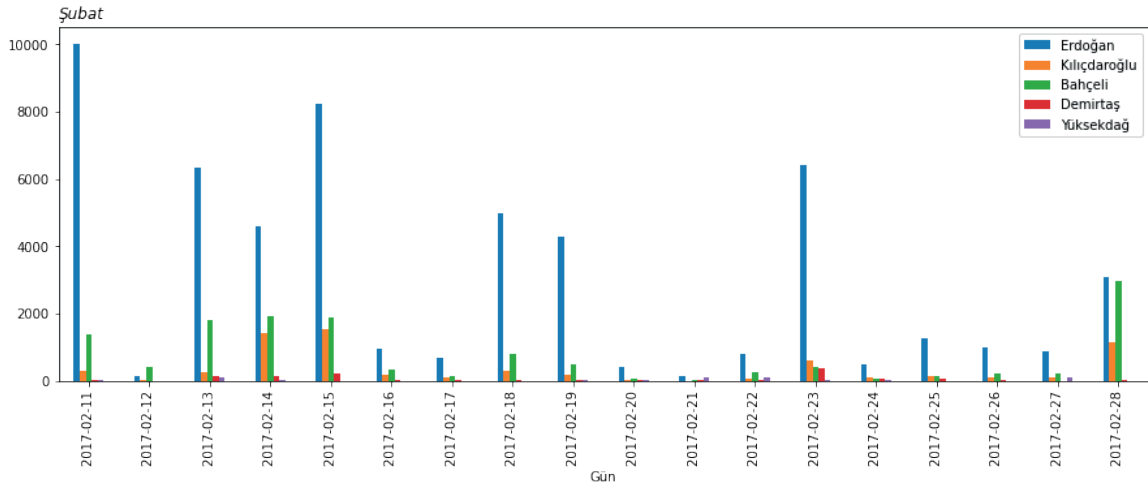
$$\% (SP) = \frac{\sum_{11.02.2017}^{15.04.2017} SP}{\sum_{11.02.2017}^{15.04.2017} \forall SP} \quad (2)$$

Eşitlikte “Siyasi Parti” için “SP” kısaltması kullanılmıştır.

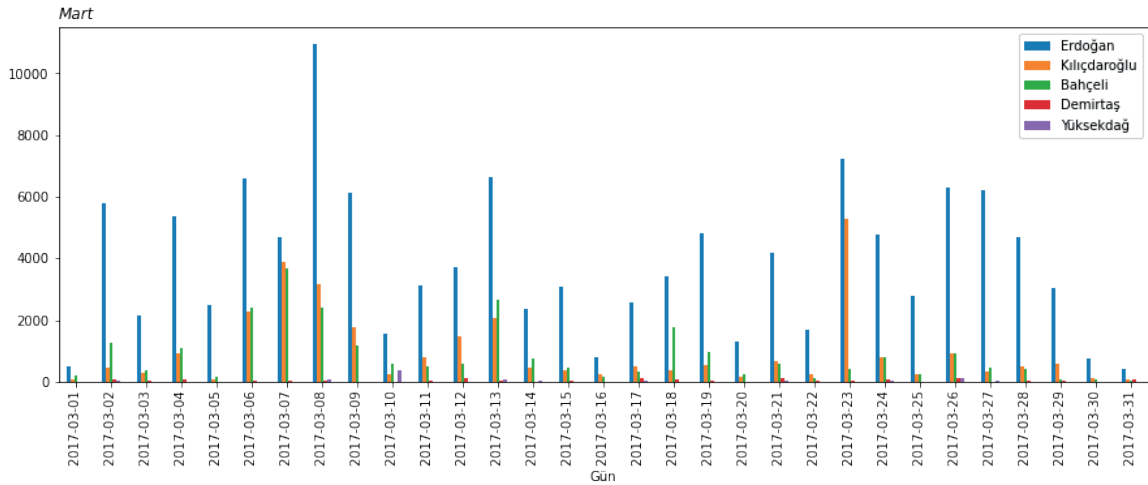
Şekil 5 ve Şekil 6’da belirtilen oranlar, siyasi partilerin sosyal medya kullanıcılarının gündeminde bulunma sıklıklarının göstergesi olmuştur. Çalışmada duygu analizi gerçekleştirilmemiş olup bu grafikler partilerin propaganda süreçleri ve bu süreçlerin gündeme olan etkisi hakkında görüşler sağlamaktadır.

Çalışmada seçilen anahtar kelimelerin haricinde, Tablo 1’de görülen frekans tablosundaki veriler incelendiğinde ortaya çıkan bir diğer bulgu olan, siyasi parti liderlerinin referandum süreci boyunca gündemde olma sıklığının incelenmesi, aylık (günlük) ve toplam veri incelemelerinin son aşaması olmuştur. Bu aşamada referandum sürecindeki siyasi parti liderlerinden “Erdoğan”, “Kılıçdaroğlu”, “Bahçeli”, “Demirtaş” ve (eş başkan) “Yüksekdağ” kelimeleri incelenmiştir. Bu kelimelerin tüm çeşitlilikleri

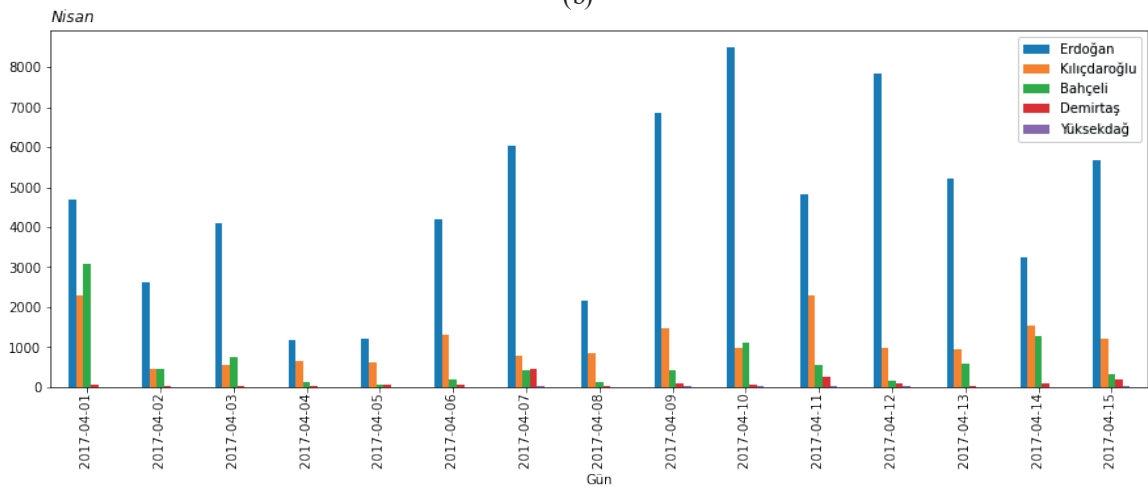
(Türkçe karakter farklılıkları vb.) incelemeye dâhil edilmiştir. Liderlerin referandum süreci boyunca Twitter'da gündemde bulunma sıklıkları Şekil 7'de gösterilmiştir.



(a)



(b)



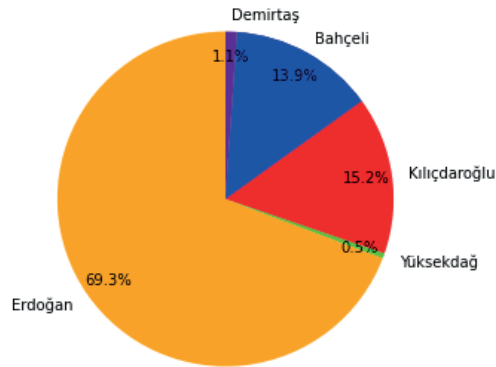
(c)

Şekil 7. Siyasi parti liderlerinin (a) Şubat, (b) Mart ve (c) Nisan aylarında Tweetler içerisindeki durumları

Şekil 7’de görüldüğü gibi tüm Tweet verisi içerisinde siyasi parti liderlerinden en çok bahsedilene, tüm referandum sürecinde “Erdoğan” olmuştur. Şubat, Mart ve Nisan ayları boyunca “Erdoğan” kelimesi, diğer siyasi parti liderlerinin isimlerinden daha çok kullanılan kelime olmuştur. Daha sonra “Kılıçdaroğlu” ve “Bahçeli” kelimeleri birbirlerine yakın sayılarda kullanılmış, en az bahsedilen kelimeler ise “Demirtaş” ve “Yüksekdağ” kelimeleri olmuştur. Siyasi parti liderlerinin referandum sürecindeki genel değerlendirmesinin ardından birbirlerine oranları da incelenmiştir. Bu oranların elde edilmesinde Eşitlik (3) kullanılmıştır.

$$\% (L) = \frac{\sum_{11.02.2017}^{15.04.2017} L}{\sum_{11.02.2017}^{15.04.2017} \forall L} \quad (3)$$

Eşitlikte “Siyasi Parti Liderleri” için “L” kullanılmıştır. Eşitlik (3) ile hesaplanan oranlar Şekil 8’de gösterilmiştir.



Şekil 8. Siyasi parti liderlerinin referandum sürecinde birbirlerine karşı gündemde yer alma oranları.

Şekil 8’de görüldüğü gibi siyasi parti liderlerinin oranları, toplam siyasi parti liderlerinin oranıyla değerlendirildiğinde “Erdoğan” %69,3 ile en çok gündemde olan lider olmuştur. Bu oran tüm kelimeler ile frekans analizi gerçekleştirildiğinde %0,35 ile yine en fazla oran olarak belirlenmiştir. Daha sonra “Kılıçdaroğlu” %15,2 oranda yer almaktadır. Kılıçdaroğlu’nun tüm kelimeler içerisinde gündemde olma oranı %0,07 olurken hemen sonrasında %13,9 ile yer alan “Bahçeli” de benzer şekilde tüm kelimeler içerisinde yaklaşık %0,07 oranında gündemde yer almıştır. Diğer siyasi liderler “Demirtaş” %1,1 oranında, “Yüksekdağ” ise %0,5 oranında gündemde yer alan liderler olmuştur. Bu iki lider frekans tablosunda ilk 100 kelime arasında yer almamıştır.

#### 4. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Sosyal ağlar gittikçe yaygınlaşarak insan hayatını her geçen gün daha çok etkiler duruma gelmiştir. Sosyal medya platformlarında hemen hemen her konuda tartışmalar yapılmakta ve gündemler oluşturulmaktadır. İnsanlar aktif olarak bu platformları takip etmekte, buralarda paylaşımlar yapmakta ve buralardaki paylaşımlardan da etkilenmektedir. Platformların en etkin kullanıldığı alanlardan bir tanesi de siyaset ve siyasi propagandalardır. Diğer tüm alanlarda yapıldığı gibi siyasi partiler de buralardan propagandalarını gerçekleştirmekte, kitlelere ulaşmakta ve kitleleri etkilemektedir. Üstelik bu paylaşımlar ve etkileşimler sadece profesyonel siyasetçiler tarafından değil aynı zamanda tüm toplum tarafından da gerçekleştirilmektedir. Böylesine büyük etkileşimlerin gerçekleştiği sosyal medya platformlarında da insanların bu paylaşımlardan etkilenmemesi artık neredeyse mümkün değildir.

Sosyal medyanın etkisinin bu kadar güçlü olması sonucunda gerek Türkiye’de gerekse de dünyada siyasi katılım faaliyetlerine yönelik akademik çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalar siyasi tercihleri ölçme, platformların etkinliğini belirleme, propagandaların etkinliği belirleme gibi pek çok farklı amaçlarla yapılmıştır. Türkiye’de gerçekleştirilen 2017 referandumu ile ilgili araştırmalar Tablo 2’de gösterilmiştir.

Tablo 2.

*2017 Türkiye Referandumu için daha önce gerçekleştirilen çalışmalar*

Yazar	Çalışmanın Amacı	Kullanılan Veri
Zararsız ve Sönmez (2018)	Evet / Hayır incelemesi	14.975.595 Tweet
Arklan ve Kartal (2020)	Referandumun sosyal medyaya etkileri	400 anket
Kılıçaslan (2018)	Siyasi Liderlerin siyasal iletişimde Twitter kullanımı	192 Tweet
Doğan (2019)	Siyasi Liderlerin siyasal iletişimde sosyal medya kullanımı	-
Çolakoğlu ve Tan (2018)	Siyasal iletişim araçlarının oy verme davranışı üzerindeki etkisi	495 anket
Olkun ve ark., (2018)	Sosyal medya üzerinden propagandaların gençler üzerine etkileri	400 anket
Budak (2018)	Siyasi partilerin gündem yönlendirmelerinin incelenmesi	842 Tweet
Örselli ve ark., (2018)	Siyasi parti ve liderlerin mikroblog seçim aktiviteleri	16 Twitter hesabı
Güler ve Çelik (2017)	Twitter üzerinden kampanya süreçlerinin bilinçli bir şekilde yönetilip yönetilmediğinin tespiti	-
Demirhan (2017)	Evet / Hayır incelemesi	5745 Tweet
Furman ve Tunç (2020)	Evet / Hayır incelemesi	150 Hashtag

Bu çalışmada gerçekleştirilen analizler, Tablo 2’de verilen çalışmalardan yöntem, uygulama ve analiz bakımından farklılıklar içermektedir. Zararsız ve Sönmez (2018) tarafından gerçekleştirilen çalışma bir sosyal medya analiz şirketinden alınan veriler üzerinden yürütülmüştür. Bu çalışmada ise tüm veriler araştırmacı tarafından elde edilerek veri temizleme ve analiz işlemleri birebir gerçekleştirilmiştir. Böylece araştırmanın verilerinin geçerlik ve güvenilirliği sağlanmıştır. Benzer şekilde evet/hayır temaları üzerine gerçekleştirilen diğer çalışmalar (Demirhan, 2017; Furman ve Tunç, 2020) ise veri boyutu açısından bu çalışmadan çok daha az verileri içermektedir. Bir başka Twitter verisi üzerinde gerçekleştirilen çalışmada ise 842 Tweet üzerinden kategoriler oluşturularak partilerin propagandaları incelenmiştir (Budak, 2018). Bu çalışma da özellikle incelenen Tweet sayısı ve odak noktası açısından gerçekleştirilen bu araştırmadan ayrılmaktadır. Kılıçaslan (2018) da aynı şekilde siyasi partilerin ve parti liderlerinin referandum sürecindeki sosyal medya paylaşımlarını nitel analiz yöntemleriyle analiz etmiştir. Benzer bir çalışmada ise siyasi parti liderlerinin referandum paylaşımları değerlendirilmiş ve bu çalışmada da yine oy kullananların söylemleri değil, liderlerin propaganda söylemlerine odaklanılmıştır (Doğan, 2019). Arklan ve Kartal (2020), 2017 referandumunun sosyal medyaya etkilerini, anket yöntemiyle araştırmışlardır. Bu araştırma tersine bir yöntem izleyerek referandumun sosyal medyaya etkisini araştırırken, sosyal medyanın referandum üzerinde etkisi olmadığı sonucunu belirten başka bir anket çalışması da Çolakoğlu ve Tan (2018) tarafından gerçekleştirilmiştir. Üniversite öğrencileri arasında gerçekleştirilen bir başka çalışmada ise katılımcıların son dakika gelişmelerini takip etme, bir politik aday veya partiyi beğenme, siyasi bir olayın fotoğrafını paylaşma ve siyasi bir anket yapma ya da ankete katılma gibi aktiviteleri sosyal medyadan daha sık gerçekleştirdikleri bulgulanmıştır (Olkun ve ark., 2018). Referandum sürecini nitel analiz yoluyla inceleyen başka bir çalışma ise Kılıçaslan (2018) tarafından gerçekleştirilmiştir. Benzer bir çalışma bu defa siyasi partiler değil de parti liderlerinin paylaşımlarına odaklanarak, içerik analizi şeklinde gerçekleştirilmiştir (Doğan, 2019). Ayrıca hem partiler, hem de liderlerin Twitter kullanımlarına yönelik nitel analiz çalışması da gerçekleştirilmiştir (Örselli ve ark., 2018). Referandum sürecinde kullanılan hashtaglerin değerlendirildiği betimsel analiz çalışması da mevcut olup bu çalışmada partilerin seçim sürecindeki sosyal medya kampanyalarındaki bilinçli propaganda süreci irdelenmiştir (Güler ve Çelik, 2017). Demirhan (2017) ise “anayasa” kelimesini içeren 150 Bin Tweet içerisinden referandum için evet/hayır kelimelerini içeren 5745 Tweet verisi içerisinde analiz gerçekleştirmiş ve kullanıcıların referandum sürecine ilişkin görüşlerini değerlendirmiştir. Çalışmasını seçim günü ile sınırlandırarak, evet/hayır kelimeleri ile birlikte kullanılan hashtagleri inceleyerek, kullanıcılar arasındaki bağlantıları ve kişilerin seçim sonuçlarına ilişkin görüşlerini inceleyen bir çalışma ise Furman ve Tunç (2020) tarafından gerçekleştirilmiştir.

Daha önce gerçekleştirilen çalışmalardan farklı olarak derinlemesine tüm boyutlarıyla gerçekleştirilen bu sosyal medya metin madenciliği araştırmasının alana katkıları şöyle sıralanabilir:

- Günlük veriler kullanılarak siyasi propagandalar analiz edilebilir ve süreç dinamik olarak yönetilebilir.
- Siyasi partilerin propaganda yönetimlerinde sosyal ağlardaki metin madenciliği, karar destek sistemi olarak kullanılabilir.
- Bu araştırmada gerçekleştirilen çalışmalara ek analizlerle (duygu analizi vs.) toplumun nabzı tutulabilir.
- Klasik yöntemlerle gerçekleştirilen anket araştırmalarına, ikinci bir boyut eklenerek dijital katılım ölçülebilir.

Ticari, güvenlik, akademik amaçlı siber istihbarat faaliyetlerine (Savaş ve Topaloğlu 2015) ek olarak artık sosyal amaçlı siber istihbarat faaliyetleri de gerçekleştirilebilmektedir. Siyasi istihbarat, bu açıdan karar vericiler ve politika belirleyiciler için en önemli faaliyetlerden biri olabilir. Bu çalışma toplum üzerinden siyasi istihbarata bir örnek teşkil etmekle beraber sonraki çalışmalar için de yol gösterici niteliktedir. Ayrıca bu çalışma, ülkemizin bir sonraki seçimleri için makine öğrenmesi ve derin öğrenme algoritmaları kullanılarak benzer araştırmalarla daha kapsamlı sonuçlara ulaşılması, toplumun nabzının tutulması ve politika belirleyicilere dijital katılım hakkında yol göstermesi açısından da önem taşımaktadır. Bu bağlamda, çalışmanın gelecek aşamasında planlanan adımlarından bir tanesi makine öğrenmesi algoritmalarının benzer veriler üzerinde kullanılması ve sonuçlarının değerlendirilmesidir.

Çalışmanın bazı sınırlılıkları da bulunmaktadır. Bunlardan ilki, sosyal medya üzerindeki metin madenciliğinin, klasik veri madenciliğinden daha zor uygulanmasıdır (Salloum ve ark., 2017). Çünkü sosyal medyada yapılandırılmamış pek çok veri bir arada bulunup, ciddi bir veri ön-işleme süreci gerektirmektedir. Bir diğer sınırlılık ise kelime bazlı doğal dil işleme çalışmaları, Twitter üzerindeki konu bazlı çalışmalar için bazen yanıltıcı olabilmektedir. Çok özel konular haricinde “evet” ya da “hayır” gibi genel kelimeler içeren çalışmalarda kullanılan kelimelerin konuyla ilgili olduğunu tespit edebilmek için ek araştırmalar ve analizler gerekmektedir. Diğer sınırlılıklar ise Twitter kaynaklıdır. Bunlardan ilki, Twitter üzerinden veri elde etmek için gerçekleştirilen bağlantının zaman zaman kopma ve veri akışının durma ihtimalidir. Bir diğeri ise Twitter’ın TT (Trend Topic – Eğilim Konusu) listesinde anlık gündem olan kelime veya etiketleri listeye alması ancak spesifik konuların bu listede yer almıyor olabileme ihtimalidir. Araştırma için böyle bir konu seçildiyse bu konular için ya özellikle arama yapılmalı ya da bir araç kullanılmalıdır. Son sınırlılık ise donanım ihtiyacıdır. Bu araştırmadaki gibi çok büyük boyutlarda veriyi işlemek için özel hesaplama kabiliyetlerine sahip donanımlar gerekmektedir.

**Hakem Değerlendirmesi:** Dış bağımsız.

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

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

**Teşekkür:** Bu makalenin özü, 5th International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies (ISMSIT) (Savaş, 2021) sempozyumunda sunulmuş ve sempozyum sonrasında yapılan eklemeler ve iyileştirmeler ile son halini almıştır. Bu makale, belirtilen sunumun yeni analizler ve eklemelerle genişletilmiş halidir.

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

**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.

**Acknowledgement:** The essence of this article was presented at the 5th International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies (ISMSIT) (Savaş, 2021) and was finalized with the additions and improvements made after the symposium. This article is an expanded version of the stated presentation with new analysis and additions.

## Kaynaklar/References

- AB Türkiye Delegasyonu, (2022), “Brexit süreci”, <https://www.avrupa.info.tr/tr/brexit-sureci-1062>, (20.04.2022).
- Adedoyin-Olowe, M., Gaber, M. M., Dancausa, C. M., Stahl, F., and Gomes, J. B. (2016). A rule dynamics approach to event detection in Twitter with its application to sports and politics. *Expert Systems with Applications*, 55, 351-360. doi:10.1016/j.eswa.2016.02.028
- Agarwal, A., Singh, R., and Toshniwal, D. (2018). Geospatial sentiment analysis using twitter data for UK-EU referendum. *Journal of Information and Optimization Sciences*, 39(1), 303-317. doi:10.1080/02522667.2017.1374735
- Arklan, Ü., ve Kartal, N. Z. (2020). Referandum Sürecinin Sosyal Medya Ortamına Etkisi: 16 Nisan 2017 Anayasa Referandumuna Üzerine Bir Araştırma. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 11(30), 811-835.
- Bader, S., Petrovici, I., and Sirb, C. (2019). Active Citizenship and Hate Speech on Social Media in the Context of Romanian Family Referendum. *Postmodern Openings/Deschideri Postmoderne*, 10(3), 33-43.
- Bossetta, M., Segesten, A. D., and Trenz, H.-J. (2018). Political participation on Facebook during Brexit: Does user engagement on media pages stimulate engagement with campaigns? *Journal of Language and Politics*, 17(2), 173-194.
- Budak, E. (2018). Sosyal medyada propaganda süreçleri: 2017 referandum örneği. *Kurgu*, 26(2), 39-55.
- Buyrukoğlu, S. (2021). Early detection of Alzheimer’s disease using data mining: Comparison of ensemble feature selection approaches. *Konya Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 9(1), 50-61. DOI: 10.36306/konjes.731624
- Çolakoğlu, E., ve Tan, A. (2018). Siyasal İletişim Araçlarının Oy Verme Davranışı Üzerindeki Etkisi: 2017 Referandumuna Üzerine Bir Araştırma. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 13(3), 89-102.
- Del Vicario, M., Gaito, S., Quattrociocchi, W., Zignani, M., and Zollo, F. (2017). *News consumption during the Italian referendum: A cross-platform analysis on facebook and twitter*. Paper presented at the 2017 IEEE International Conference on Data Science and Advanced Analytics (DSAA).

- Demirhan, K. (2017). Türkiye’de 2017 Anayasa referandumunu sürecinde siyasal iletişim aracı olarak Twitter kullanımı. *Erciyes İletişim Dergisi*, 5(2), 262-280.
- Dobrev, D., Grinnell, D., and Innes, M. (2020). Prophets and Loss: How “Soft Facts” on Social Media Influenced the Brexit Campaign and Social Reactions to the Murder of Jo Cox MP. *Policy & Internet*, 12(2), 144-164. doi:10.1002/poi3.203
- Doğan, Ş. (2019). Sosyal Medyanın Kamuoyu Oluşturmada Kullanımı: 16 Nisan 2017 Anayasa Değişikliği Referandumu Sürecinde Siyasi Aktörlerin Sosyal Medya Paylaşımlarının İçerik Analizi. *Erciyes İletişim Dergisi*, 6(1), 423-442.
- Fang, A., Habel, P., Ounis, I., and MacDonald, C. (2019). Votes on Twitter: Assessing Candidate Preferences and Topics of Discussion During the 2016 U.S. Presidential Election. *SAGE Open*, 9(1), 1-17. doi:10.1177/2158244018791653
- Furman, I., ve Tunç, A. (2020). The End of the Habermasian Ideal? Political Communication on Twitter During the 2017 Turkish Constitutional Referendum. *Policy & Internet*, 12(3), 311-331. doi:10.1002/poi3.218
- Gaber, I., and Fisher, C. (2021). “Strategic Lying”: The Case of Brexit and the 2019 UK Election. *The International Journal of Press/Politics*, 1-18. doi:10.1177/19401612211994100
- Goyanes, M., and Skoric, M. (2021). Citizen (dis) engagement on social media: How the Catalan referendum crisis fostered a teflonic social media behaviour. *Mediterranean Politics*, 1-22.
- Gray, B. (2018). Mobility, Connectivity and Non-Resident Citizenship: Migrant Social Media Campaigns in the Irish Marriage Equality Referendum. *Sociology*, 53(4), 634-651.
- Güler, Ş., ve Çelik, R. (2017). Twitter hashtaglarının oluşturulma sürecinin nitel bir çalışma ile incelenmesi: 2017 Anayasa referandumunu örneği. *Journal of International Social Research*, 10(51). doi:10.17719/jisr.2017.1831
- Hall, W., Tinati, R., and Jennings, W. (2018). From Brexit to Trump: Social media’s role in democracy. *Computer*, 51(1), 18-27.
- Jacobs, A. (2009). The pathologies of big data. *Communications of the ACM*, 52(8), 36-44.
- Kılıçaslan, E. (2018). Stratejik Siyasal İletişim Bağlamında Referandumlar 16 Nisan 2017 Anayasa Değişikliği Referandumu Twitter Analizi. *Karabük Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 8(2), 468-484.
- Langer, A. I., Comerford, M., and McNulty, D. (2019). Online allies and tricky freelancers: Understanding the differences in the role of social media in the campaigns for the Scottish Independence Referendum. *Political Studies*, 67(4), 834-854.
- Lilleker, D. G., and Bonacci, D. (2017). The structure of political e-expression: What the Brexit campaign can teach us about political talk on Facebook. *International Journal of Digital Television*, 8(3), 335-350.
- Maynard, D., Roberts, I., Greenwood, M. A., Rout, D., and Bontcheva, K. (2017). A framework for real-time semantic social media analysis. *Journal of Web Semantics*, 44, 75-88.
- McLoughlin, L., Ward, S., Gibson, R., and Southern, R. (2020). A tale of three tribes: UK MPs, Twitter and the EU Referendum campaign. *Information Polity*, 25, 49-66. doi:10.3233/IP-190140
- Mora-Cantalops, M., Sánchez-Alonso, S., and Visvizi, A. (2021). The influence of external political events on social networks: the case of the Brexit Twitter Network. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 12(4), 4363-4375. doi:10.1007/s12652-019-01273-7
- North, S., Piwek, L., and Joinson, A. (2020). Battle for Britain: Analyzing Events as Drivers of Political Tribalism in Twitter Discussions of Brexit. *Policy & Internet*, 13:2, 185-208.
- Olkun, E. O., Yüksel, E., ve Akdemir, G. Y. (2018). Sosyal medya ve siyasal katılım: 2017 referandumunda bir saha araştırması. *Journal of International Social Research*, 11(60), 991-1000.
- Örselli, E., Sevinç, İ., Karabulut, N., ve Dinçer, S. (2018). Web 2.0 uygulamalarının seçim çalışmalarındaki yeri: Anayasa referandumunu ve Twitter kullanımı. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 11(57), 696-713.
- Preston, S., Anderson, A., Robertson, D. J., Shephard, M. P., ve Huhe, N. (2021). Detecting fake news on Facebook: The role of emotional intelligence. *Plos one*, 16(3), e0246757. doi:10.1371/journal.pone.0246757
- Sağiroğlu, Ş., ve Sinanç, D. (2013). *Big data: A review*. Paper presented at the 2013 international conference on collaboration technologies and systems (CTS).
- Salloum, S. A., Al-Emran, M., Monem, A. A., and Shaalan, K. (2017). A survey of text mining in social media: facebook and twitter perspectives. *Advances in Science, Technology and Engineering Systems Journal*, 2(1), 127-133.
- Savaş, S. (2021). *Big Data Analysis on Twitter for 2017 Turkey Referendum: TReferendum*. Paper presented at the 2021 5th International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies (ISMSIT).
- Savaş, S. ve Topaloğlu, N. (2015). *Sosyal Medya Verileri Üzerinden Siber İstihbarat Faaliyetleri*. Paper presented at the 8. Uluslararası Bilgi Güvenliği ve Kriptoloji Konferansı, Ankara. [https://www.researchgate.net/publication/323178357\\_Sosyal\\_Medya\\_Verileri\\_Uzerinden\\_Siber\\_Istihbarat\\_Faaliyetleri](https://www.researchgate.net/publication/323178357_Sosyal_Medya_Verileri_Uzerinden_Siber_Istihbarat_Faaliyetleri)
- Savaş, S. and Topaloğlu, N. *Crime intelligence from social media: A case study*, 2017 IEEE 14th International Scientific Conference on Informatics, 2017, pp. 313-317, doi: 10.1109/INFORMATICS.2017.8327266.
- Surowiecki, J., 2005. *The wisdom of crowds*. Anchor.
- Tsakalidis, A., Aletras, N., Cristea, A. I., and Liakata, M. (2018). *Nowcasting the Stance of Social Media Users in a Sudden Vote: The Case of the Greek Referendum*. Paper presented at the Proceedings of the 27th ACM International Conference on Information and Knowledge Management, Torino, Italy. doi:10.1145/3269206.3271783
- Tweeepy, 2021. <https://www.tweeepy.org/>, (01.08.2021)
- Usherwood, S., and Wright, K. A. M. (2017). Sticks and stones: Comparing Twitter campaigning strategies in the European Union referendum. *The British Journal of Politics and International Relations*, 19(2), 371-388. doi:10.1177/1369148117700659



- Uzut, Ö.G. ve Buyrukoğlu, S. (2020). Hyperparameter optimization of data mining algorithms on car evaluation dataset. *Euroasia Journal of Mathematics, Engineering, Natural & Medical Sciences*, 8(9), 70-76.
- van Klíngeren, M., Trilling, D., and Möller, J. (2021). Public opinion on Twitter? How vote choice and arguments on Twitter comply with patterns in survey data, evidence from the 2016 Ukraine referendum in the Netherlands. *Acta Politica*, 56(3), 436-455. doi:10.1057/s41269-020-00160-w
- Zararsız, Ö. F. ve Sönmez, B. (2018). 2017 Anayasa Değişikliği Referandumu Kampanya Sürecinde Twitter Kullanımı. *İletişim Kuram ve Araştırma Dergisi*, 46, 207-221.



# Türkiye’de Sosyal ve Dijital Girişimcilik: Veri Kazıma Teknikleriyle Kitle Fonlaması Platformlarının İçerik Analizi

## Social and Digital Entrepreneurship in Turkey: Content Analysis of Crowdfunding Platforms with Data Scraping Techniques

Murat Kılınç<sup>1</sup> , Can Aydın<sup>2</sup> , Çiğdem Tarhan<sup>3</sup> 



### ÖZ

Dijitalleşen dünyada yeni nesil girişimcilik modeli olarak sunulan kitle fonlaması (KF) modeli iş fikirlerinin gerçekleştirilebilmesi noktasında büyük fayda sağlamaktadır. Zamanla kullanıcı ilgisinin artmasıyla birlikte popülerleşen KF için yurtdışında olduğu gibi Türkiye’de de birçok platform kurulmuştur. Kurulan web platformlarında toplanan fonların proje oluşturucuları tarafından kullanılabilmesi, projenin başarı durumuna bağlıdır. Projelerin başarısı KF ekosistemi için önemli bir yere sahip olduğundan dolayı, çalışma içerisinde platformlara göre başarı analizi yapılarak kategoriye göre dağılımlar, fonlamaya göre dağılımlar, özniteliklere göre dağılımlar, konulara göre dağılımlar ortaya koyulmuştur. Bu doğrultuda, Türkiye’de faaliyet gösteren Fongogo, Crowdfon, Buluşum, Fonbulucu, Arıkovani, Ideanest platformlarındaki 1635 KF projesi, öznitelikleri ve meta alanlarıyla birlikte veri kazıma teknikleriyle toplanıp içerik analizi yöntemi kullanılarak incelenmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre, yaklaşık 21 milyon TL’lik bir değere sahip olan Türkiye’deki kitle fonlaması ekosisteminde proje kampanyalarının başarı oranı %23,18’tir. Projeler en çok teknoloji, kültür-sanat ve film-video-fotoğraf kategorilerinde yayınlanmakta olup en başarılı kategori %34,36 ile film-video-fotoğraf kategorisidir. Projeler konularına göre değerlendirildiğinde, en başarılı bölge %30,25 başarı yüzdesiyle Marmara bölgesidir. Ayrıca destekçiler bir projenin gerçekleştirilebilmesi için ortalama 530 TL fon sağlamaktadır ve başarılı proje başına yaklaşık olarak 55.000 TL fon düşmektedir. Elde edilen bulgular Türkiye’deki KF platformlarındaki proje ve kullanıcı sayısının geçmişe göre arttığını fakat başarı oranının gözle görülür bir biçimde düştüğünü göstermektedir. Bu nedenle KF platformları için öneriler çalışma içerisinde tartışılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Kitle Fonlaması, Veri Kazıma, İçerik Analizi, Girişimcilik

### ABSTRACT

The crowdfunding (CF) model, which is presented as a new generation entrepreneurship model in the digitalizing world, provides great benefits in realizing business ideas. Many platforms have been established in Turkey as well as abroad for CF, which has become popular with the increase in user interest over time. The use of the funds collected on the established web platforms by the project creators depends on the success of the project. Since the success of the projects has an important place for the CF ecosystem, the distributions by category, distribution by funding, distribution by attributes, distributions according to locations were revealed by performing a success analysis according to platforms in the study. In this direction, the 1635 CF projects operating in Turkey on Fongogo, Crowdfon, Buluşum, Fonbulucu, Arıkovani, Ideanest platforms, together with their features and meta fields, were collected using data scraping techniques and analyzed using content analysis method. According to the results of the study, the success rate of project campaigns in the crowdfunding ecosystem in Turkey, which has a value of approximately 21 million TL, is 23.18%. The projects are mostly published in the categories of technology, culture-art and film-video-photo, with the most successful category being the category of film-video-photo with 34.36%. When the projects are evaluated according to their locations, the most successful region is the Marmara region with a success rate of 30.25%. In addition, supporters provide an average of 530 TL in funds for the realization of a project, and approximately 55,000 TL in funds per successful project. The findings show that the number of projects and users on CF platforms in Turkey has increased compared to the past, but the success rate has decreased noticeably. Therefore, recommendations for CF platforms are discussed in the study.

**Keywords:** Crowdfunding, Data Scraping, Content Analysis, Entrepreneurship

<sup>1</sup> (Öğr. Gör.), Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Bilgisayar Araştırma ve Uygulama Merkezi, Manisa, Türkiye

<sup>2</sup> (Doç. Dr.), Dokuz Eylül Üniversitesi, Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü, Kalite ve Mükemmellik Uygulama ve Araştırma Merkezi (DEÜ-KALMER), İzmir, Türkiye

<sup>3</sup> (Doç. Dr.), Dokuz Eylül Üniversitesi, Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü, Bölgesel Kalkınma ve İşletme Bilimleri Araştırma ve Uygulama Merkezi (DEÜ-BİMER), İzmir, Türkiye

ORCID: M.K. 0000-0003-4092-5967;  
C.A. 0000-0002-0133-9634;  
Ç.T. 0000-0002-5891-0635

### Corresponding author:

Murat KILINÇ

Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Bilgisayar Araştırma ve Uygulama Merkezi, Manisa, Türkiye  
E-mail address: kilinc.murat@cbu.edu.tr

Submitted: 19.09.2021

Accepted: 24.01.2022

Published Online: 02.03.2022

Citation: Kılınç, M., Aydın, C. & Tarhan, C. (2022). Türkiye’de sosyal ve dijital girişimcilik: Veri kazıma teknikleriyle kitle fonlaması platformlarının içerik analizi. *Acta Infologica*, 6(1), 83-97. <https://doi.org/10.26650/acin.997640>

## 1. GİRİŞ

Bilişim teknolojilerinin kullanımının yaygınlaşmasıyla birlikte son zamanlarda birçok sektördeki faaliyetler dijital bir şekilde dönüştürülerek etki alanını genişletmiştir. Girişimcilik ekosisteminin bir parçası olan kitle fonlaması da bu etki alanı içerisinde yer almaktadır. Kitle fonlaması (KF), projelerini gerçekleştirmek için fikirlerin internet üzerinden destekçilere sunulmasıyla geleneksel girişimciliğin problemlerini hafifleten teknoloji temelli kaynak yaratma ve fonlama sistemidir (Cumming ve ark., 2021; Petruzzelli ve ark., 2019; Sidiq ve ark., 2021). Web 2.0 teknolojilerinin etkisini arttırması ve sosyal girişimciliğin kabul görmesiyle birlikte desteklenen KF, büyük ölçeklerde genişleyerek milyonlarca kişiye ulaşacak altyapıyı sağlamıştır (Moysidou ve Hausberg, 2020). Bu sayede kullanım amacını genişleten KF, fikirlerini gerçekleştirmek isteyen kullanıcılar için popüler bir konumdadır. Bunun yanı sıra dünya genelindeki sosyal girişimciler de ortaya koymuş oldukları girişimlerinin kontrolünü elinde tutarken finansal kısıtlamaları kaldırmak veya azaltabilmek için KF platformlarını tercih etmektedir. (Farhoud ve ark., 2021). Çünkü girişimcilerin karşılaştığı en önemli kısıtlamalardan biri finansman eksikliğidir. Bir girişim oluşturmak ve büyütebilmek için iç ve dış finansman gereklidir (Walthoff-Borm ve ark., 2018). Bu doğrultuda, geçmişte geleneksel olarak yeni bir fikri olan ve finansman ihtiyacı duyan girişimciler banka kredisi ve risk sermayesi yatırımcılarıyla finansal gereksinimlerini sağlayabiliyordu. KF platformları tam da bu noktada ek bir unsur olarak ortaya çıkarak girişimciler için yeni bir finansman kaynağı oluşturmaktadır (Babich ve ark., 2020). Bu kaynaklarla birlikte, özellikle son 10-15 yıl içerisinde birçok iş fikri ulaşılabılır bir şekilde tasarlanan web tabanlı KF platformları üzerinden toplanan fonlarla hayata geçmiştir. Kitlelerden gelen finansmanla birlikte oluşturulan proje sayısı da büyük bir artış göstermektedir. Öyle ki yalnızca 2020 yılında yaklaşık olarak 6,5 milyon KF kampanyası platformlarda yer almıştır. Kampanyaların platformlardan topladığı fon miktarı ise bir önceki yıla göre yaklaşık %33’lük bir artış göstermiştir (Fundera, 2021). Bu doğrultuda ortaya koyulan istatistikler, yakın gelecekte dünya genelindeki KF ekosistemin büyümesini öngörmektedir. Yapılan pazar analizleri de küresel kitle fonlamasının 2021’den 2025’e kadar potansiyel olarak 196 milyar dolar büyüebileceğini ortaya koymakta ve büyümenin %62’sinin Asya-Pasifik ülkelerinden gelmesini beklemektedir. (Chang, 2021).

Türkiye’de ise KF finansmanının kullanımı, projelerin hayata geçirilmesi ve web platformlarının işlevselliği gelişim aşamasındadır. 2013 yılı sonrasında platform sayısındaki artışla beraber bir hareketlenme durumu söz konusu olmuştur. Fakat Türkiye’de diğer türlerle kıyaslandığında (bağış tabanlı, paya dayalı) ödül tabanlı KF platformlarının kullanımı daha yaygındır. Çünkü ödül tabanlı KF harici türlerde yasal sebepler ve yakın zamana kadar mevzuat olmayışı bu durumu zorunlu kılmıştır (Çonkar ve Canbaz, 2018). Günümüzde ise gerekli düzenlemelerle birlikte faaliyet gösterilebilen KF türü sayısı Türkiye’de artmıştır. Bu doğrultuda, ödül tabanlı, bağış tabanlı ve paya dayalı KF platformları faaliyetlerini sürdürmektedir. Yani, ilerleyen zaman dilimlerinde bağış tabanlı ve paya dayalı platformlardaki proje sayılarının da artış göstermesi beklenmektedir. Borç tabanlı platformlar ise henüz Türkiye’de uygulanmamaktadır.

Diğer taraftan, Türkiye’deki KF platformlarına olan ilgi geçtiğimiz yıllara göre artmış olsa da başarı oranı gözle görülür bir biçimde azalış eğilimi göstermektedir. KF platformlarıyla ilgili yapılan bir araştırmaya göre 2017’de KF başarı oranı %30 olarak belirtilmiştir (Çubukçu, 2017). Yine benzer bir araştırmada, 2018 yılında Türkiye’deki KF platformlarındaki başarı oranı %29,18 olarak belirtilmiştir (Çonkar ve Canbaz, 2018). 2021 yılına gelindiğinde ise proje sayısı yaklaşık 3-4 katına çıkmış fakat başarı oranı çalışmamızdaki veriler baz alındığında %23,18 oranına gerilemiştir. Bu gerilemenin sebepleri platformların proje oluşturucuları tarafından kullanışlı bulunamaması ve projelerin yeterince iyi hazırlanmadan veya yanlış meta verileriyle destekçilere sunulmasıdır (Kayhan, 2017). Dolayısıyla, KF platformlarında başarısız proje sayısının artması somut olarak kitle fonlamasını, girişimcilik ekosistemini ve katma değer oluşmasını olumsuz etkilemektedir. Çok iyi iş fikirleri ya da kampanyalar bile iyi hazırlanıp sunulmadığı için gerekli fonu alamamaktadır. Bu doğrultuda, başarısız olan her proje kalitesizdir anlamına gelmemektedir. Tam aksine, bazı projeler yaratıcı bir şekilde ortaya koyulmuş olmasına rağmen, hazırlanışı ve özniteliklerinden dolayı başarısız olabilmektedir (Shi ve ark., 2021). Bu nedenlerden ötürü Türkiye’de sosyal girişimciliği sağlayan KF dinamiklerinin daha iyi anlaşılması için platformların verimliliğinin ortaya koyulup özniteliklerle birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir.

Bu kapsamda ortaya koyduğumuz araştırmada, Türkiye’deki sosyal girişimcilik dinamikleri incelenmiş ve faaliyet gösteren KF platformlarındaki projeler veri kazıma teknikleriyle toplanıp platformlara göre içerik analizi gerçekleştirilmiştir.

Çalışmanın öz niteliklere, kategorilere, başarı durumlarına, konuma ve fonlamaya göre elde edilen sonuçları bulgular kısmında, KF gelişimi için öneriler ise tartışma ve sonuç bölümlerinde değerlendirilmiştir.

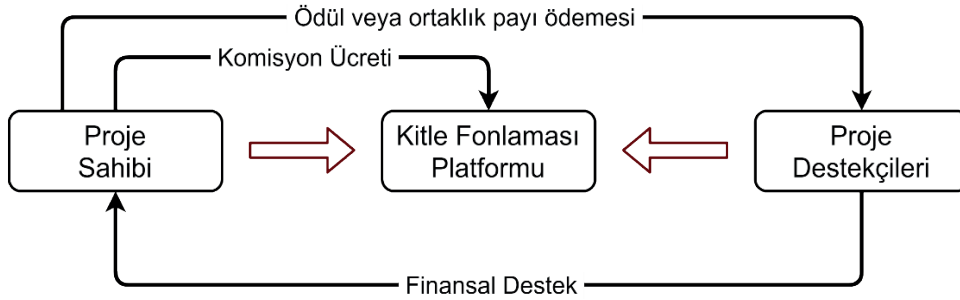
## 2. KİTLE FONLAMASI BİLEŞENLERİ VE TÜRLERİ

KF platformları temel olarak proje sahibi, kitle fonlaması platformu ve proje destekçileri olmak üzere 3 ana bileşenden oluşmaktadır (Şekil 1).

**Proje Sahibi:** Fikirlerini hayata geçirebilmek, ürününü test etmek veya bir sorunu çözebilmek amacıyla farkındalık sağlamak için KF platformları üzerinden finansal destek talebinde bulunan kullanıcı grubudur. Finansal desteğin sağlanabilmesi için proje sahiplerinin projenin hazır olduğuna dair destekçilere işaret verebilmesi gerekmektedir (İzmirli Ata, 2018). Çünkü destekçiler projeye ilgili; ödül sayısı, hedeflenen fon tutarı, içerik metni, kampanya gün sayısı, sosyal medya etkinliği gibi başarı faktörlerine odaklanmaktadır. Bu sebeple projenin hazır olduğuna dair sinyalin sadece proje oluşturucusu tarafından algılanması hedeflenen fon miktarı / destekçi oranını yükseltmektedir (Kromidha ve Robson, 2016). Diğer bir deyişle projenin destekçi sayısını azaltmaktadır. Dolayısıyla KF ekosisteminde, döngüyü başlatan konumunda bulunan proje sahibinin proje hazırlama süreçlerinde dikkat etmesi gerekmektedir.

**Kitle Fonlaması Platformu:** KF platformları, web üzerinden proje sahibi ile proje destekçileri arasında aracılık görevi üstlenmekte ve coğrafi engelleri ortadan kaldırmaktadır (Valančienė ve Jegelevičiūtė, 2013). Bu doğrultuda platformda bulunan proje sahipleri, kampanyalarını yayınladıktan sonra yine aynı platform üzerinde bulunan proje destekçilerinin sağladığı finansal destek KF platformu üzerinde toplanır. Toplanan fon üzerinden %5-10 arasında komisyon ücreti kesildikten sonra ise geriye kalan fon, proje sahibine aktarılmaktadır (Atsan ve Oruç Erdoğan, 2015).

**Proje Destekçileri-Yatırımcılar:** KF platformları üzerinde karşılıklı ya da karşılıksız finansal destek sağlayan, genellikle yatırım geçmişi olmayan ve inovasyona önem veren kullanıcı grubudur. Bu grup, küçük miktarda katkı sağlayan büyük bir kitleden oluşmakta ve kapsamlı bir etki sağlayabilmektedir. Fakat melek yatırımcılar ve yatırım konusunda uzman olan kişilerin de son zamanlarda özellikle paya dayalı KF platformları üzerinden yatırım yaptıkları gözlemlenmektedir. Bu sebeple proje destekçileri-yatırımcılar grubundaki kullanıcı profili zamanla değişebilme potansiyeline sahiptir.



Şekil 1. Kitle fonlamasındaki taraflar (Açıkgöz ve ark., 2020; Valančienė ve Jegelevičiūtė, 2013)

Diğer taraftan, fon sağlayıcılardan elde edilecek katkılardan dolayı elde edilecek sonuçlara dayanarak KF platformları; ödül tabanlı, bağış tabanlı, hisse tabanlı ve borç tabanlı olmak üzere 4 başlık altında incelenmektedir (Alazazi ve ark., 2020; Belleflamme ve Lambert, 2016). 4 ayrı türün tamamı, sermaye elde edebilmek için kitle kaynaklı mekanizmaya güvenmektedir (Frydrych ve ark., 2014). Ayrıca 4 KF türü içerisinde ödül ve bağış tabanlı platformlar yardım, paya dayalı ve borç tabanlı platformlar ise yatırım başlıkları altında değerlendirilmektedir (Tablo 1).

### 2.1. Ödül Tabanlı Kitle Fonlaması

Ödül tabanlı kitle fonlaması platformlarında proje oluşturucusu, desteği sağlayan kişilere maddi veya maddi olmayacak şekilde çeşitli ödüller sağlamaktadır (Zengin ve ark., 2017). Bu ödüller projenin yapısına, ortaya koyuluş şekline ve verilen destek miktarına göre değişiklik gösterebilmektedir. Örneğin, bir ürün tasarlayan proje oluşturucusu yüksek miktarda destek aldığı kullanıcılara ürünün prototipini gönderebilir ya da projede ismine yer verebilir. Benzer şekilde verilen destek miktarına göre proje oluşturucusu destekçilere; teşekkür kartlarının gönderilmesi, sosyal medya üzerinden destekçinin paylaşılması,

telefonla arayarak teşekkür etme, projeye ilgili bir toplantıya davet etme gibi maddi olmayacak şekilde küçük jestlerle bir ödül sağlayabilir.

## 2.2. Bağış Tabanlı Kitle Fonlaması

Bağış tabanlı kitle fonlaması, destekçilerin herhangi bir karşılık beklemediği fonlama türüdür. Diğer bir deyişle, proje destekçileri verdikleri finansal destek karşılığında herhangi bir maddi kazanım elde etmemektedir (Çonkar ve Canbaz, 2018). Bu KF türü genellikle toplumu ilgilendiren konularda, sosyal sorumluluk ve yardımlaşma projelerinde kullanılmaktadır.

## 2.3. Paya Dayalı (Hisse Tabanlı) Kitle Fonlaması

Paya dayalı kitle fonlaması, bir iş fikri ya da girişim tarafından ihtiyaç duyulan fonun kitlelerden temin edilmesinin yanı sıra destekçilerin projeye ortak olduğu KF türüdür (Ahlens ve ark., 2015). Yurtdışında uzun zamandır uygulanmasına rağmen Türkiye’de 2019 yılında “Paya Dayalı Kitle Fonlama Tebliği” ile hukuksal zemine kavuşmuştur. Sermaye Piyasası Kurulu (SPK)’dan alınan lisans sonrası 2021’in Nisan ayında fonbulucu.com tarafından Türkiye’de ilk kez hayata geçirilmiştir. Mayıs 2021’de platformdaki ilk proje olan PromoSEED isimli akıllı bakteri teknolojisi projesi kısa bir süre içerisinde hedeflediği fonun çok üzerinde bir fon toplamayı başarmıştır. Bu noktada, nitelikli yatırımcıların da paya dayalı KF üzerinden fonlama gerçekleştirdiği gözlemlenmektedir (Bloomberg, 2021).

## 2.4. Borç Tabanlı Kitle Fonlaması (P2P)

Borç tabanlı kitle fonlaması, kullanıcıların kitlelerden fon toplayıp projenin başarılı olması halinde aldığı borcun faiziyle ödendiği fonlama türüdür (Akyıldız, 2021). Diğer bir deyişle, fona ihtiyaç duyan kişiler ile fon fazlası olan ve yatırım geliri elde etmek isteyen kişileri bir araya getiren yapıdır. Günümüzde uygulanan mevzuatlarla birlikte, borç tabanlı platformlar paya dayalı platformlarla beraber yatırım ve yatırımcı barındırdığı için finansal piyasalara dair düzenleme kapsamında değerlendirilmektedir (Gago ve Zeytinler, 2020). Fakat borca dayalı KF platformları için SPK henüz bir düzenleme yapmamıştır. Bu sebeple borç tabanlı platformlar için ikincil bir düzenleme beklenmektedir (Tablo 1).

Tablo 1

*Kitle fonlaması türlerinin yasal mevzuatları*

Kullanım Amacı	KF Türleri	Temel Düzenleme	Düzenleyici Otorite
Yardım Amaçlı KF	Ödül Tabanlı	Yardım Toplama Kanunu + Borçlar Kanunu	-
	Bağış Tabanlı	Yardım Toplama Kanunu + Borçlar Kanunu	-
Yatırım Amaçlı KF	Paya Dayalı	SPK md.35/A Paya Dayalı Kitle Fonlaması Tebliği (III-35/A.1)	SPK
	Borç Tabanlı	SPK md.35/A	SPK

## 3. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Kitle fonlamasıyla ilgili literatüre bakıldığında dünya çapında birçok çalışmaya rastlanılmaktadır. Ele alınan konu, son 10 yıl içerisinde popülerliğini arttırdığı ve girişimciliği sosyal boyuta taşıdığı için girişimcilerin yanı sıra sosyal ve fen bilimlerindeki araştırmacıların da oldukça ilgisini çekmektedir. Bu doğrultuda KF ile ilgili yapılan çalışmalar 2 farklı başlık altında incelenmiştir.

### 3.1. İçerik Analizleri ve İncelemeler

Çubukçu’nun 2017’de gerçekleştirdiği araştırmada Türkiye’de faaliyet gösteren 5 KF platformu içerik analizi yöntemiyle incelenmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre 2017 itibariyle toplam 485 projenin 144 tanesi başarılı olmuş ve bir projenin gerçekleştirilmesini isteyen destekçiler, projeye ortalama 215 TL destek vermiştir (Çubukçu, 2017). Sakarya ve Bezirgan tarafından 2018’de gerçekleştirilen bir başka çalışmada ise kitle fonlaması platformları Türkiye ve yurt dışı başlıkları altında karşılaştırılmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre, 3 farklı platformun incelenmesiyle 2018 itibariyle Türkiye’de 103 projenin başarılı tamamlandığı vurgulanmıştır. Ayrıca verilen desteklerin baz alınmasıyla, başarılı bir proje için verilen ortalama fon tutarının Türkiye’de 144 dolar iken, yurt dışı örneğinde bu tutarın 7967 dolar olduğu belirtilmiştir (Sakarya ve Bezirgan, 2018). Atsan ve Erdoğan tarafından yürütülen bir başka çalışmada ise 2015 yılındaki dinamiklere göre mevcut literatür incelenerek bir bilgi kaynağı oluşturulmuştur. Çalışmada dikkat çeken noktalardan bir tanesi Türkiye’deki sosyal girişimciliğin

incelendiği bölüm olarak göze çarpmaktadır. Bu bölümde ortaya koyulan 4 KF platformundaki rakamlara göre 2015 yılında 2529 yatırımcıdan toplamda 406.523 TL fon toplandı olduğu görülmektedir (Atsan ve Oruç Erdoğan, 2015). 2014 yılında Mollick tarafından gerçekleştirilen bir başka çalışmada yaklaşık 50.000 adet projeden oluşan bir veri seti analiz edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre projelerin 237 milyon dolardan fazla fon aldığı görülmektedir. Ayrıca çalışma içerisinde proje oluşturucuların fon oluşturabilme başarısının projelerinin kalitesine, destekçilerden talep edilen miktara ve sosyal medyadaki etkinliğe bağlı olduğu da belirtilmiştir (Mollick, 2014). Borrero ve diğerlerinin yaptığı çalışmada, coğrafi konum değişkeni, insan sermayesi, cinsiyet ve deneyimin KF platformlarındaki başarı için büyük rolü olduğu vurgulanmaktadır. Çalışmada ayrıca İspanya'daki destekçilerin, proje sahibinin geçmiş deneyimlerine önem verdikleri belirtilmiştir (Borrero-Domínguez ve ark., 2020).

### 3.2. Başarı Sinyalini Yakalama ve Faktör Analizleri

Bu bölümde KF platformlarındaki proje özniteliklerinin kullanılmasıyla başarı sinyalini yakalama ve başarı faktörlerini analiz eden çalışmalar incelenmiştir.

Li ve diğerlerinin 2016 yılında gerçekleştirdiği çalışmada KF projelerinde başarı tahmini için sınıflandırma temelli yaklaşıma değinilmiş ve veri setindeki başarılı-başarısız proje sayısı dengesinin iyi kurulması gerektiği açıklanmıştır. Çalışmada önerilen diğer unsurlardan bir tanesi de proje yaratıcılarının, proje başlamadan önce hedef miktara ulaşma açısından diğer projelere göre nerede durdukları hakkında fikir sahibi olmalarının sağlanmasıdır. Bu öneri, karar destek süreçlerini yansıtmaktadır (Li ve ark., 2016). Gürler ve Çağlar'ın 2021 yılında yapmış oldukları bir başka çalışmada 8896 proje ve 19 öznitelik kullanılarak WEKA üzerinde projelerin başarı sınıflandırması yapılmıştır. Elde edilen deneysel sonuçlar karar ağaçlarıyla %74.55 doğruluk oranı ortaya koymaktadır (Gürler ve Çağlar, 2021). Qianzhou ve diğerlerinin 2021'de gerçekleştirdiği çalışmada proje başarısının tahmini için destekçilerin ikna kabiliyetleri değerlendirilmiştir. Kickstarter'da yayınlanmış olan 183.886 proje verisinin kullanıldığı çalışmanın sonuçları bir destekçinin daha önceki tercihlerine benzeyen bir proje tarafından ikna edilme olasılığının daha yüksek olduğunu göstermektedir (Du ve ark., 2021). Xiao ve ekibi tarafından yapılan bir başka çalışmada, destekçilerin bir projeyi finanse etme olasılığını tahmin etmek için derin öğrenmeye dayalı tavsiye yaklaşımı önerilmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre ortaya koyulan yaklaşımın öznitelik etkileşimlerini öğrenebileceği, tanımlayabileceği ve KF projesinin performansının iyileştirilebileceği gösterilmiştir (Xiao ve ark., 2021). Jhaveri ve diğerlerinin 2019'da ortaya koyduğu diğer bir çalışmada, proje başarısını en çok etkileyen faktörlerin kampanya gün sayısı, hedef miktarı, projenin kategorisi, konum ve medya içerikleri olduğu belirtilmiştir. Ayrıca çalışma içerisinde Random Forest, CatBoost, XGBoost ve AdaBoost algoritmalarıyla başarı tahmini yapılmış ve AdaBoost %84 ile en iyi sonucu vermiştir (Jhaveri ve ark., 2019). Alazazi ve diğerlerinin yaptığı çalışmada, KF platformlarına eklenen projelerdeki hedef miktarı, kampanya yorum sayısı, sosyal medyadaki etki ve proje görselleri özniteliklerinin başarıyı etkilediği görülmektedir. Çalışmada ayrıca makine öğrenmesi algoritmalarıyla başarı tahmini yapılmış ve en iyi sonucu Destek Vektör Makineleri (SVM) algoritması vermiştir (Alazazi ve ark., 2020). Koch ve Siering'in 2015 yılında yaptığı çalışmada ise, proje açıklamasına dahil edilen metin, resim ve video şeklindeki kapsamlı bilgilerin finansman başarısını pozitif anlamda etkilediği belirtilmiştir. Ayrıca çalışma, gelecek araştırmalarda proje açıklaması gibi özniteliklerde daha derine inilerek kelime sayısının veri setine dahil edilmesini önermektedir (Koch ve Siering, 2015).

Literatür dinamikleri özetlendiğinde, yapılan çalışmalar genellikle büyük çaptaki KF platformlarının (Kickstarter ve Indiegogo) analizine yöneliktir. Fakat Türkiye özelinde de ele alındığında yapılan çalışmaların sayısının artış gösterdiği gözlemlenmektedir. Çalışmaların birçoğunda dikkat çeken ortak nokta KF platformu sayısının dünya çapında oldukça fazla artmasından dolayı süregelen kalite eksikliği sinyalidir. Öyle ki, Türkiye'de ve yurtdışında projelerin başarı oranları geçmişe göre düşüş eğilimindedir. Bu düşüş eğiliminin farkında olan araştırmacılar projelerin başarı tahmini yapılabilmesi için bölüm 3.2'de de belirtildiği gibi birçok çalışma gerçekleştirmiştir. Fakat bu çalışmalar son kullanıcılara uygulama şeklinde sunulmadığı için projelerdeki genel kalite eksikliği sorunu devam etmektedir. Bu nedenle fon sağlayıcılara projeye dair kalite sinyali sağlanabilmesi için Türkiye'de faaliyet gösteren KF platformları detaylı olarak incelenmiştir.

## 4. YÖNTEM

Türkiye’deki KF ekosisteminde Fongogo, Crowdfon, Fonbulucu, Arıkovanı, Buluşum ve Ideanest gibi platformlar faaliyet göstermektedir (Arıkovanı, 2021; Buluşum, 2021; Crowdfon, 2021; Fonbulucu, 2021; Fongogo, 2021; Ideanest, 2021). Araştırmadaki hedef, bu platformlarda yayınlanmış olan projeler hakkında güncel açıklayıcı istatistiklere ulaşarak; karşılaştırma ve değerlendirme yapmaktır. Bu doğrultuda, web sitesi olarak son kullanıcıyla buluşarak proje oluşturucu ve proje destekçilerine ulaşan bu platformların tüm meta alanları veri kazıma teknikleriyle toplanmıştır. Sonrasında ise içerik analizi yöntemiyle oluşturulan veri seti incelenmiştir. Analiz sonuçlarıyla elde edilen karşılaştırma ve değerlendirmeler Türkiye’deki KF ekosisteminin mevcut durumunu özetlemeyi hedeflemektedir.

### 4.1. Veri Seti

Çalışma kapsamında, Türkiye’de faaliyet gösteren KF platformları bünyesindeki halka açık ve üyelik gerektirmeden ulaşılabilen meta alanları, veri kazıma teknikleriyle toplanmıştır. Her KF platformunun meta alanları sürece dahil edilirken farklı yazılım kütüphanelerine ve araçlara ihtiyaç duyulmuştur. Bu sebeple yapılan araştırmadaki veri kazıma işleminde platformlara göre değişik yöntemler kullanılmıştır (Tablo 2).

Tablo 2

*Veri kazıma kullanılan yazılım kütüphaneleri ve araçlar*

Nesne Tabanlı Programlama Dili (OOP)	Yazılım Kütüphaneleri	Araçlar
Phyton	BeautifulSoup	Webrobots.io
	Scrapy	MS Excel
	Requests	Octoparse
		WebHarvy

Bu doğrultuda, BeautifulSoup ve Scrapy kütüphaneleri Phyton ile derlenen, HTML veya XML dosyalarını işleyebilmek için oluşturulmuş yazılım kütüphaneleridir ve çalışma içerisinde veri kazıma araçlarının işlevsiz kaldığı durumlarda kullanılmışlardır.

Tablo 3

*Veri setinin özellikleri*

Başarı Faktörleri	Açıklama
Destekçi Sayısı	Kampanyada sunulan ödüllerden satın alarak projeye destek olan kişilerin sayısı
Hedef Miktarı	Projenin gerçekleştirilebilmesi için proje sahibinin destekçilerden istediği fon
Görsel Sayısı	Kampanya galerisine eklenmiş olup proje tanıtımı için
Güncelleme ve Sıkça Sorulan Sorular (SSS) Sayısı	Projenin kampanya gün sayısı bitene kadar yapılan güncelleme ve SSS sayısı
Yorum Sayısı	Proje ile ilgili destekçilerden gelen yorumların sayısı
Etiket Sayısı	Proje sahibi tarafından oluşturulan açıklayıcı etiketlerin sayısı
Açıklama Metni ve İçerik Kelime Sayısı	Projenin destekçilere tanıtıldığı metnin içerisindeki kelime sayısı
Toplanan Tutar ve Destek Oranı	Sunulan hedef miktarı ile kampanya gün sayısı içinde toplanan para miktarı ve destek oranı
Tanıtım Videosu Toplam Saniye	Proje için hazırlanan tanıtım videosunun saniye cinsinden uzunluğu
Ödül Sayısı	Proje sahibinin destekçiler için hazırlanmış olduğu ödüllerin sayısı
Sosyal Medya Takipçi Sayısı	Projeye ait Facebook, Instagram, Twitter veya LinkedIn hesaplarındaki toplam takipçi sayısı
Başladığı Tarih	Projenin destekçilere sunulduğu tarih
Kampanya Gün Sayısı	Projenin KF platformunda destek beklediği aktif gün sayısı
Ekip Kişi Sayısı	Proje ekibinde bulunan kişi sayısı
Desteklediği Proje Sayısı	Proje sahibinin KF platformunda desteklediği projelerin sayısı
Abone Olduğu Proje Sayısı	Proje sahibinin KF platformunda abone olduğu proje sayısı
Platformdaki Proje Sayısı	Proje sahibinin KF platformundaki toplam proje sayısı
Bulunduğu Proje Takımı Sayısı	Proje sahibinin KF platformu içerisindeki diğer projelerde ekipte yer alma sayısı
Cinsiyeti	Proje sahibinin cinsiyeti
Projenin Konumu	Projenin gerçekleştiği yer veya proje sahibinin bulunduğu konum
Proje Kategorisi	KF platformu içinde en az 1 proje bulduran proje kategorileri
Fonlama Şekli	“Ya hep ya hiç” veya “hepsi kalsın” modeline göre oluşturulan projeler
Web Sitesi	Projeye ait bir web sitesinin olup olmadığı
Sosyal Medya Hesap	Projeye ait Facebook, Instagram, Twitter veya LinkedIn hesaplarının olup olmadığı
Tanıtım Videosu	Proje tanıtımı için hazırlanmış bir video olup olmadığı
Başarı Durumu	Kampanya gün sayısı içerisinde hedef miktarına ulaşan proje başarılı, diğerleri başarısız sayılır.



Veri kazıma araçları olan Webrobots, Octoparse ve WebHarvy ise platformlara göre değişkenlik gösterecek şekilde verinin tutulduğu MS Excel tablosunun oluşturulmasında kullanılmıştır. Veri kazıma kütüphane ve araçlarının kullanılmadığı durumlarda ise manuel olarak veri toplama işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda, Mart 2021 ile Temmuz 2021 tarihleri arasındaki 5 aylık süreçte toplamda 1635 veriden oluşan Türkiye KF veri seti oluşturulmuştur. Veri kazıma ile elde edilen sonuçlara göre ödül ve bağış tabanlı platformlardaki projeler 19 nümerik, 8 kategorik başarı faktörü altında toplanmaktadır. Bu doğrultuda oluşturulan veri seti özellikleri tablosu başarı faktörleri ve açıklamaları ile eşleştirilmiştir (Tablo 3).

## 5. BULGULAR

Türkiye’de faaliyet gösteren KF platformlarındaki projelerin çeşitli kriterlere göre içerik analizleri yapılarak açıklayıcı istatistiklerle birlikte bu bölümde yer verilmiştir. Mart 2021 ve Temmuz 2021 tarihlerinde yapılan veri toplama işlemlerinden elde edilen verilerle oluşan analizler aşağıda bölümlerde detaylıca gösterilmiştir.

### 5.1. Kategoriye Göre Dağılımlar

Proje sayısı arttıkça Türkiye’deki KF platformları, farklılık göstermekle birlikte 17 ayrı kategoride proje eklemeye olanak sağlamaktadır. Kategorilerle ilgili detaylar, Tablo 4 ile birlikte aşağıda yer verilmiştir. Tablo 4’teki “Kategori Yüzdeler Dilim (KYD)”, seçili kategorinin tüm kategoriler içindeki yüzdesini ifade etmektedir. Diğer sütunlarda platformlara göre proje sayıları verilmiş olup seçili kategorideki toplam proje sayısı (TPS), başarılı proje sayısı (BPS) ve kategorinin başarı yüzdesi yer almaktadır (Tablo 4). Tabloya göre;

- **Teknoloji** kategorisi, toplamda 347 projeye sahip olup tüm kategoriler arasında %21,21’lik paya sahiptir ve Buluşum hariç tüm platformlarda bulunmaktadır. Başarı yüzdesi %15,85 olan teknoloji, tüm kategoriler arasında proje sayısı bakımından 2. sıradadır.
- **Çevre** kategorisi, 98 projeye %5,9’luk bir alanı oluşturmaktadır ve yalnızca Fongogo, Crowdfon ve Fonbulucu üzerinde kullanıcılara sunulmaktadır. 22 başarılı projenin bulunduğu kategoride başarı oranı %22,45 olarak bulunmuştur.
- **Film-Video-Fotoğraf**, en fazla projenin yer aldığı kategori olup toplamda 390 projenin listelendiği KF kategorisidir. Fongogo, Crowdfon ve Buluşum platformlarında aktif olan kategori, %23,85’lik bir paya sahiptir ve 134 başarılı proje sayısı ile başarı yüzdesi %34,36’dır.
- **Eğitim** kategorisi, 187 projenin yer aldığı ve 60 projenin başarıyla fonlandığı bir kategori olup %32 başarı yüzdesine sahiptir. Kategorideki projeler, tüm projeler içindeki %11,43 yüzdeler dilimi içindedir.
- **Turizm**, 6 projenin yer aldığı ve 2 projenin başarılı olduğu bir kategori olarak KF platformlarında yer almaktadır. %33 başarı yüzdesine sahip kategori, tüm projelerin %0,3’ünü oluşturmaktadır.
- Fongogo, Crowdfon, Fonbulucu platformlarında bulunan **Gıda-Yeme-İçme** kategorisi 3’ü başarılı olmak üzere 27 projeye sahiptir ve başarı oranı %11 olarak bulunmuştur. Gıda-Yeme-İçme tüm projelerin %1,65’ini oluşturmaktadır.
- 2’si başarılı olmak üzere toplam 11 projeden oluşan **Moda** kategorisinin başarı yüzdesi %18 olarak bulunmuştur. Fongogo ve Crowdfon’da bulunan kategori, tüm projelerin %0,67’sini oluşturmaktadır.
- Crowdfon ve Fonbulucu’da mevcut olan **Tasarım** kategorisi, 1 tanesi başarılı olmak üzere toplam 33 projeyi kapsamaktadır ve başarı yüzdesi %3’tür. Tasarım, tüm projelerin %2’sini oluşturmaktadır.
- 37’si başarılı olmak üzere toplam 194 projenin bulunduğu **Kültür-Sanat** kategorisi, %19 başarı yüzdesine sahiptir ve tüm projelerin %11,86’sını oluşturmaktadır.
- **Müzik** kategorisi, 11’i başarılı olmak üzere 59 projeden oluşmaktadır. Başarı yüzdesi %18,64 olan kategorinin tüm projeler içindeki yüzdesi ise %3,6’dır.
- 5’i başarılı olmak üzere toplam 27 projenin oluşturduğu **Yayınçılık** kategorisi Fongogo ve Crowdfon üzerinde mevcut olup tüm projelerin %1,65’ini oluşturmaktadır. Ayrıca, %18,52 başarı yüzdesine sahiptir.

- **Sağlık-Güzellik** kategorisi, 17’si başarılı olmak üzere 51 projeden oluşmakta olup tüm projelerin %3,11’üne denk gelmektedir. Kategorinin başarı yüzdesi %33’tür.
- 5’i başarılı olmak üzere toplam 20 projeden oluşan **Spor** kategorisinin başarı yüzdesi %25 olarak bulunmuştur. Kategori, tüm projelerin %1,22’sini oluşturmaktadır.
- 1’i başarılı olmak üzere toplam 7 projenin oluşturduğu **Dans-Performans** kategorisi tüm projelerin %0,42’sine denk gelmektedir. Kategorinin başarı yüzdesi %14,29’dur.
- Başarılı bir şekilde fonlanan proje bulunmayan **Hayvanlar** kategorisi 13 projeye sahip olup tüm projelerin %0,79’unu oluşturmaktadır.
- 5 başarılı projenin yer aldığı ve toplam 10 projeden oluşan **Sosyal Sorumluluk** kategorisi, tüm projelerin %0,61’ini oluşturmaktadır. Kategorinin başarı yüzdesi %50’dir.
- Son olarak **Diğer** kategorisinde 19’u başarılı olmak üzere toplam 155 proje bulunmaktadır. Tüm projelerin %9,48’ine denk gelen kategorinin başarı oranı ise %12,26’dır.

Bulgular incelendiğinde örneklem sayısı yeterli olan Film-Video-Fotoğraf ve Eğitim kategorilerindeki projelerin fonlama yüzdelerinin daha yüksek olduğu gözlemlenmektedir (Tablo 4). Fakat bu noktada Teknoloji kategorisine ayrı bir parantez açmak gerekmektedir. Çünkü en fazla meta alanına sahip kategorilerden biri olan teknoloji, yalnızca Arıkovani’nda %67,2 ile fonlanmaktadır. Bu durum aslında, fonlama başarısı için yalnızca kategoriye bakılmamasını gösteren en belirgin etkenlerden birisidir. Öyle ki, KF başarısına kategori haricinde birçok öznel etki etmektedir.

Tablo 4

Tüm projelerin kategoriye göre dağılımları

Kategori	Fongogo	Crowdfon	Fonbulucu	Arıkovani	Buluşum	Fonbulucu (Hisse)	Ideanest	TPS	BPS	Başarı Yüzdesi	KYD
Teknoloji	116	67	97	58	-	4	5	347	55	%15,85	%21,22
Çevre	43	24	31	-	-	-	-	98	22	%22,45	%5,9
Film-Video-Fotoğraf	348	41	-	-	1	-	-	390	134	%34,36	%23,85
Eğitim	156	-	26	-	3	1	1	187	60	%32	%11,43
Turizm	6	-	-	-	-	-	-	6	2	%33,3	%0,36
Gıda-Yeme-İçme	24	1	1	-	-	1	-	27	3	%11,1	%1,65
Moda	10	1	-	-	-	-	-	11	2	%18,18	%0,67
Tasarım	-	17	16	-	-	-	-	33	1	%3	%2
Kültür-Sanat	157	14	19	-	4	-	-	194	37	%19	%11,86
Müzik	42	14	3	-	-	-	-	59	11	%18,64	%3,6
Yayıncılık	9	18	-	-	-	-	-	27	5	%18,52	%1,65
Sağlık-Güzellik	39	-	7	-	-	1	4	51	17	%33	%3,11
Spor	18	-	2	-	-	-	-	20	5	%25	%1,22
Dans-Performans	7	-	-	-	-	-	-	7	1	%14,29	%0,42
Hayvanlar	-	-	13	-	-	-	-	13	0	0	%0,79
Sosyal Sorumluluk	-	-	5	-	5	-	-	10	5	%50	%0,61
Diğer	100	40	15	-	-	-	-	155	19	%12,26	%9,48

## 5.2. Başarı Durumlarına Göre Dağılımlar

KF platformlarındaki projeler, oluşturulan veri seti içerisinde başarı durumlarına göre incelenmiştir. Elde edilen bulgulara göre, Fongogo’da 284’ü başarılı olmak üzere toplam 1075 proje mevcut olup başarı yüzdesi %26,41 olarak bulunmuştur.

Tablo 5

*Platformlara göre kitle fonlaması projelerinin başarı durumları*

KF Türü	Platform Adı	Aktiflik Durumu	Başarılı Proje Sayısı	Başarısız Proje Sayısı	Toplam Proje Sayısı	Başarı Yüzdesi
Ödül Tabanlı	Fongogo	Aktif	284	791	1075	%26,41
	Crowdfon	Aktif	16	221	237	%6,75
	Fonbulucu	Aktif	15	220	235	%6,38
	Arıkovanı	Aktif	39	19	58	%67,2
	Buluşum	Pasif	13	0	13	%100
Hisse Tabanlı	Fonbulucu (Hisse)	Aktif	3	4	7	%42,8
Bağış Tabanlı	Ideanest	Pasif	9	1	10	%90
Genel Toplam			<b>379</b>	<b>1256</b>	<b>1635</b>	<b>%23,18</b>

Crowdfon'da 16'sı başarılı olmak üzere toplam 237 proje bulunmaktadır. Başarı yüzdesi ise %6,75'tir. Fonbulucu'nun ödül tabanlı olan platformunda 15'i başarılı olmak üzere 235 proje yer almaktadır ve başarı yüzdesi %6,38'dir. Paya dayalı olan bölümünde ise 3'ü başarılı olmak üzere 7 proje bulunmakta olup başarı yüzdesi %42,8 olarak bulunmuştur. Ayrıca paya dayalı oluşturulan yapıda henüz başarılı kabul edilmeyen projelerin fonlama süreçleri devam etmektedir. Yalnızca teknoloji kategorisinde faaliyet gösteren Arıkovanı platformunda 39'u başarılı olmak üzere toplam 58 KF projesi bulunmaktadır. Başarı yüzdesi ise %67,2 olarak bulunmuştur. Pasif bir görünümde olan Buluşum platformunda yayınlanan tüm projeler hedef miktarını aşarak desteklenmiştir. Son olarak revizyon sebebiyle pasif durumda olan bağış tabanlı Ideanest platformunda 9'u başarılı olmak üzere toplamda 10 proje bulunmakta olup bu projelerin yalnızca 1 tanesi desteklenmemiştir. Tüm platformlardaki projeler ele alındığında 379'u başarılı olmak üzere toplamda 1635 proje bulunmaktadır. Bu doğrultuda, Türkiye'deki KF platformlarındaki proje ve kampanyaların başarı oranı %23,18 olarak bulunmuştur (Tablo 5).

### 5.3. Fonlamaya Göre Dağılımlar

KF projelerinin fonlama dağılımları proje oluşturucusunun belirlediği hedef miktar, destekçilerden gelen fon miktarı ve toplam destekçi sayısına göre belirlenmiştir. Bu doğrultuda oluşturulan tabloda; "başarılı projelere aktarılan fon", %100 ve daha fazla oranda desteklenen projeleri ifade etmektedir. Yani, %100 altında desteklenen projelerdeki fonlar proje sahibine aktarılmadığı için bu kısma dahil edilmemiş olup "toplanan fon miktarı" bölümünde değerlendirilmiştir. "Proje başına düşen ortalama fon" bölümü, toplanan fon miktarının ilgili platformdaki toplam sayısına bölünmesiyle bulunmuştur. Benzer şekilde "başarılı proje başına düşen ortalama fon" bölümü de başarılı projelere aktarılan fonun ilgili platformdaki toplam başarılı proje sayısına bölünmesiyle elde edilmiştir. Son olarak "destekçi başına düşen ortalama fon" ise toplanan fon miktarının fonlayan destekçi sayısına bölünmesiyle bulunmuştur.

Tablo 6

*Platformlara göre kitle fonlaması projelerinin fonlama istatistikleri*

KF Türü	Platform Adı	Fonlayan Destekçi Sayısı	Hedeflenen Fon Miktarı	Toplanan Fon Miktarı	Başarılı Projelere Aktarılan Fon	Proje Başına Düşen Ort. Fon	Başarılı Proje Başına Düşen Ort. Fon	Destekçi Başına Düşen Ort. Fon
Ödül Tabanlı	Fongogo	26.316	24.913.495 TL	6.588.163 TL	6.574.748 TL	6.128 TL	23.150 TL	250 TL
	Crowdfon	1.597	9.309.269 TL	160.886 TL	145.365 TL	678 TL	9.085 TL	100 TL
	Fonbulucu	871	10.173.396 TL	3.693.542 TL	3.663.837 TL	15.717 TL	244.255 TL	4.240 TL
	Arıkovanı	9.668	5.474.100 TL	7.397.620 TL	7.246.252 TL	127.545 TL	185.801 TL	765 TL
	Buluşum	451	430.790 TL	430.790 TL	430.790 TL	33.137 TL	33.137 TL	955 TL
Hisse Tabanlı	Fonbulucu (Invest)	1.634	3.850.000 TL	3.062.832 TL	2.476.552 TL	434.547 TL	825.517 TL	2356 TL
Bağış Tabanlı	Ideanest	307	385.600 TL	335.154 TL	335.154 TL	38.560 TL	37.239 TL	1091 TL
Genel Toplam/Ort.		<b>40.844</b>	54.536.650 TL	<b>21.668.987 TL</b>	20.872.698 TL	13.253 TL	55.073 TL	<b>530 TL</b>

Tablo üzerinde elde edilen bulgulara göre Türkiye'deki KF ekosisteminin mali olarak büyüklüğü 21.668.987 TL'dir. Bu tutar, tüm platformlardaki toplam 40.844 destekçinin toplam fonlama miktarı ile elde edilmiştir. Ayrıca tüm platformlar ele

alındığında destekçi başına düşen ortalama fon 530 TL olarak bulunmuştur (Tablo 6). Fonlama dağılımları değerlendirildiğinde, yeni uygulanmaya başlamış olmasına rağmen paya dayalı Fonbulucu platformundaki yüksek fon oranları göze çarpmaktadır. Bunun temel sebebinin tüm dünyada olduğu gibi KF destekçilerinin gelecek vaat eden projelere MKK (Merkezi Kayıt Kuruluşu) aracılığıyla hisseyle ortak olarak finansal bir kazanç elde etme isteğinden kaynaklandığı söylenebilir. Bu sebeple, önümüzdeki 5 yıl içerisinde paya dayalı platformların sayılarının da artmasıyla bu alanda faaliyet gösteren KF platformlarının fon oranlarında artış olacağı öngörülmektedir. Çünkü ortaklık anlayışına dayanan paya dayalı girişimlerde destekçilerle projeye ilgili; belgeler, ödüller, hukuki durum, finansal tablolar, SWOT analizleri, iş planı, ürün, üretim gibi alanlarda tüm bilgiler verilmekte ve iş fikri iyi bir şekilde pazarlanmaktadır. Bu durum, paya dayalı platformlarda daha fazla fonlama potansiyeli olduğunu göstermektedir. Fakat kullanıcıya kalite sinyalini verebilen, öznitelik bakımından zengin olan ödül ve bağış tabanlı platformlardaki projeler de fonlama için yüksek potansiyele sahip durumdadır.

#### 5.4. Proje Özniteliklerinin Dağılımları

Tablo 3’te de belirtildiği üzere KF platformlarından elde edilebilen 27 farklı öznitelik bulunmaktadır. Bu özniteliklerden kategorik olmayan meta alanlarının genel ortalamaları ile öznitelik dağılım tablosu oluşturulmuştur.

Tablo üzerinde elde edilen bulgulara göre, bitmiş olan projelerin kampanya süresi yalnızca Fongogo platformu üzerinde gözükmüyor olup diğerlerinde sadece kampanya bitiş tarihleri yer almaktadır. Bu doğrultuda, kampanya sürelerinin genel Türkiye ortalaması 58,2 gündür. Fakat 40 günden az süren kampanyaların hedeflerine ulaşma olasılığı 40 günden uzun süren kampanyalara göre %6 daha yüksektir (Li ve ark., 2016; Lukkarinen ve ark., 2016). Projenin tanıtıldığı alanlardan biri olan görseller ve tanıtım videosu da proje öznitelikleri arasında önemli bir yere sahiptir (Greenberg ve ark., 2013; Orçun ve Boran Sezgin, 2020; Shneur ve Vik, 2020). Tüm platformlar ele alındığında görsel ortalaması 5,92 olarak bulunmuştur. Tanıtım videosunun saniye cinsinden uzunluk ortalaması ise 87,9 saniyedir. Yorum ve güncelleme sayısı destekçilerin projeye olan etkileşimini ve ilgisini arttırdığı için KF başarısında pozitif bir etkiye sahiptir. Bu kapsamda, KF projelerinin ortalama yorum sayısı 9,3 güncelleme sayısı ise 1,79 olarak bulunmuştur. Yalnızca ödül tabanlı platformlarda destekçilerle fon karşılığı verilen ödüllerin sayısı, verilecek fon aralığının olması açısından önemlidir ve platformlardaki ortalaması 4,7 olarak belirtilmektedir.

Tablo 7

*Diğer özniteliklerin KF platformlarındaki dağılım ortalamaları*

KF Türü	Platform Adı	Ort. Kampanya Süresi	Ort. Görsel Sayısı	Tanıtım Videosu Uzunluğu Ort.	Ort. Yorum Sayısı	Ortalama Güncelleme Sayısı	Ort. Ödül Sayısı	Ekipteki Kişi Sayısı Ort.	Sosyal Medya Takipçi Ort.	Proje Açıklamasındaki Kelime Sayısının Ort.	Proje Sayısı
Ödül Tabanlı	Fongogo	48 gün	6	81 sn.	0,1	0,59	6,56	1,9 kişi	3576 kişi	400 kelime	1075
	Crowdfon	60 gün	1,22	14,7 sn.	0,24	0	4,14	1 kişi	0 kişi	103 kelime	237
	Fonbulucu	60 gün	3,65	52,65 sn.	0,60	0	5,63	1,4 kişi	1131 kişi	328 kelime	235
	Arıkovanı	60 gün	8,8	100 sn.	30,7	3,41	6,2	3,6 kişi	428 kişi	634 kelime	58
	Buluşum	60 gün	1	0 sn.	0	0	1	1 kişi	0 kişi	199 kelime	13
Hisse Tabanlı	Fonbulucu (Hisse)	60 gün	21,8	214 sn.	32,1	8,57	-	5,2 kişi	1716 kişi	572 kelime	7
Bağış Tabanlı	Ideanest	60 gün	0	153 sn.	1,4	0	-	1,3 kişi	170 kişi	524 kelime	10
<b>Genel Ortalama</b>		<b>58,2 gün</b>	<b>5,92</b>	<b>87,9 sn.</b>	<b>9,3</b>	<b>1,79</b>	<b>4,7</b>	<b>2,2 kişi</b>	<b>1003 kişi</b>	<b>394 kelime</b>	<b>1635</b>

Diğer taraftan, şirketlerin daha fazla insan sermayesine sahip olması rakiplerinden daha iyi performans göstermesini sağlayabilmektedir. Proje ekiplerindeki insan sermayesi de buna dahil olduğu için proje ekibindeki kişi sayısı destekçilere kalite sinyalini veren unsurlardan biridir (Yeh ve Chen, 2020). Bu kapsamda, Türkiye’deki KF projelerinin ekip kişi sayısı ortalaması 2,2 olarak bulunmuştur. Sosyal medya ise KF kampanyalarının daha fazla kişiye ulaşması açısından fayda sağladığından KF başarısını olumlu etkileyen özniteliklerden biridir (Ryoba ve ark., 2020). Çalışma kapsamında KF proje sahiplerinin platform üzerinde belirtmiş olduğu sosyal medya hesaplarının takipçi ortalaması 1003 olarak bulunmuştur. Fakat takipçi sayıları arasında düzensiz bir dağılım mevcuttur. Son olarak, proje metin içerikleri destekçilerin ikna edildiği alan olarak öne çıkmaktadır ve kalite sinyalinin oluşmasında etkisi büyüktür (Zhou ve ark., 2018). Metin içeriğinin yeterince açıklayıcı olması, çok fazla uzun olmaması ve özetleyici bilgiler içermesi beklenir (Yuan ve ark., 2016). Tablo 7’deki bulgulara göre KF proje metin içeriklerinin kelime ortalaması 394’tür.

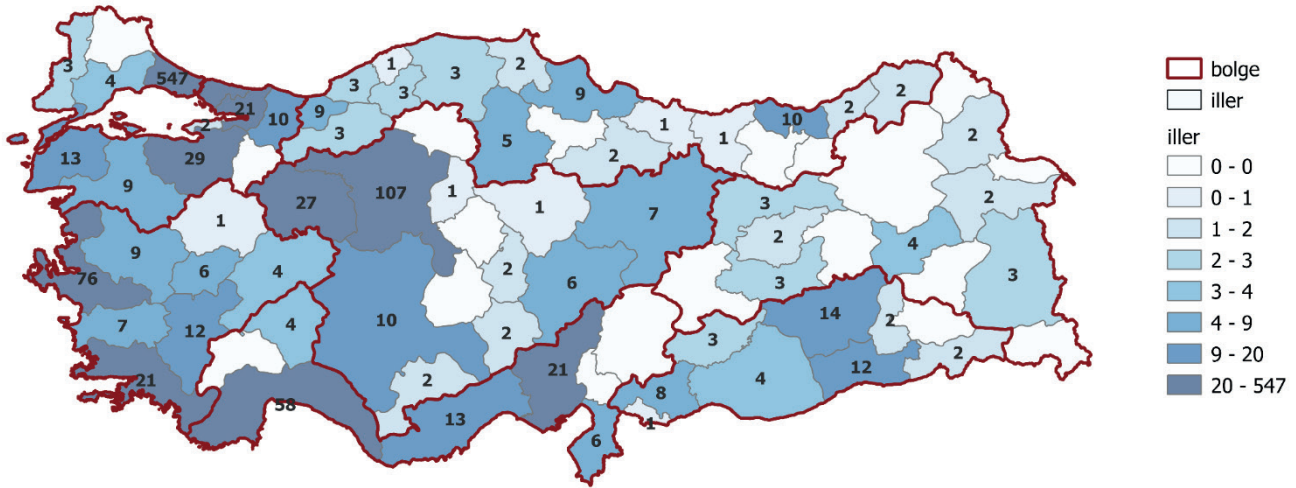
## 5.5. Proje Konumlarının Dağılımları

Her ne kadar KF destekçi ve proje sahibi arasındaki coğrafi engelleri ortadan kaldırıyor olsa da, literatürdeki bazı çalışmalarda coğrafi konumun kaynak yaratma açısından önemli bir unsur olduğu belirtilmiştir (Wang ve ark., 2020; Yuan ve ark., 2016). Türkiye'deki projelerin konum verileri incelendiğinde bazı projelerde konum bilgisinin belirsiz olduğu görülmüştür. Bunun nedeni ise ilgili projelerin yüklendiği platformda konumla ilgili bir meta alanının bulunmamasıdır. Belirtilen şekilde konumu belirsiz olan 374 proje bulunmakla birlikte bu projelerin 83'ü başarılı olmuştur. Benzer şekilde, Türkiye geneline hitap eden projeler de "genel" bölge kategorisinde değerlendirilmiştir. Bu doğrultuda genel kategorisinde yer alan 97 projenin 8'i başarılı olmuştur.

Konumu belli olan projelerin 7 farklı coğrafi bölgeye göre dağılımlarına bakıldığında ise, ilk olarak Marmara Bölgesi 638 toplam proje, 193 başarılı proje ile %30,25'lik bir başarı yüzdesine sahiptir. Ege bölgesi, 19'u başarılı olmak üzere toplamda 136 projenin konum bilgisinde yer almış olup başarı yüzdesi %13,97 olarak bulunmuştur. Akdeniz bölgesi 26'sı başarılı olmak üzere toplamda 102 projenin konum verisini içermektedir. Başarı yüzdesi %25,4 olarak göze çarpmaktadır. Karadeniz bölgesi, 9'u başarılı olmak üzere toplam 57 projeye sahiptir ve başarı oranı %15,78'dir. İç Anadolu Bölgesi, 30'u başarılı olmak üzere 165 projenin konum verisini içermektedir. Başarı oranı ise %18,18 olarak bulunmuştur. Güneydoğu Anadolu Bölgesi, 11'i başarılı olmak üzere toplamda 46 projeyi kapsamaktadır ve bölgenin başarı oranı %23,91'dir. Doğu Anadolu Bölgesi'nde ise destekçilere sunulan 19 projenin hiçbiri fonlanmamıştır (Tablo 8).

Konum dağılımları QGIS yazılımıyla oluşturulan haritada değerlendirildiğinde; Marmara, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri'ndeki başarı yüzdesinin Türkiye ortalamasının üzerinde olduğu gözükmektedir. Ege, Karadeniz ve İç Anadolu Bölgeleri ise başarılı proje yüzdesi bakımından Türkiye ortalamasının altında kalmıştır. Doğu Anadolu Bölgesi'nde ise başarılı proje faaliyeti gerçekleşmemiştir.

İller bazında bakıldığında da destekçi ve yatırımcılara en fazla projenin sunulduğu konumlarda ilk sırada 547 projeye İstanbul, ikinci sırada 107 projeye Ankara, üçüncü sırada 76 projeye İzmir, dördüncü sırada 58 projeye Antalya, beşinci sırada ise 29 projeye Bursa harita üzerinde gösterilmektedir (Şekil 2).



Şekil 2. KF platformlarındaki projelerin Türkiye genelinde illere göre dağılımları

Tablo 8

*Bölgelere göre proje dağılımları*

Bölge Adı	Başarılı Proje Sayısı	Başarısız Proje Sayısı	Toplam Proje Sayısı	Başarı Oranı	Türkiye Ortalaması
Marmara	193	445	638	<b>%30,25</b>	Üstünde
Ege	19	117	136	%13,97	Altında
Akdeniz	26	76	102	<b>%25,4</b>	Üstünde
Karadeniz	9	48	57	%15,78	Altında
İç Anadolu	30	135	165	%18,18	Altında
Güneydoğu Anadolu	11	35	46	<b>%23,91</b>	Üstünde
Doğu Anadolu	0	19	19	0	Altında

## 6. TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Ortaya koyulan çalışma Türkiye’deki KF platformlarını daha iyi anlayabilmek, eksikleri tespit etmek ve sorunlar için çözüm önerisi üretmek adına yapılmış en genel kapsamlı çalışmalardan biridir. Bu kapsamda, alternatif fon elde etme aracı olarak KF platformları Türkiye özelinde değerlendirildiğinde elde edilen bulgular geçtiğimiz yıllara göre kıyasla proje sayısının 3-4 kat artmasına rağmen başarı oranının gözle görülür bir biçimde düştüğü göstermektedir (Tablo 9). Benzer sorun yurtdışında faaliyet gösterip çok fazla proje verisine sahip olan Kickstarter ve Indiegogo gibi platformlarda da mevcuttur. Öyle ki, geçtiğimiz yıllarda %40’ın üzerinde proje başarılı bir şekilde fonlanabiliyorken, 2020’de bu oran %37,44’e düşmüştür (Yeh ve Chen, 2020). Bu sebeple KF platformları için genel bir sorun haline gelen başarı oranını iyileştirmek için literatürde birçok araştırmacının başarıyı tahmin etmeye çalıştığı görülmektedir. Fakat çok iyi bir şekilde kurulan modellerin son kullanıcıya yani destekçi veya proje sahibine aktarılamadığı gözlemlenmektedir. Bu nedenle başarılı fonlanan proje sayısı yeterince artmamaktadır.

Tablo 9

*Yıllara göre başarı oranlarının karşılaştırılması*

Çalışma	İncelenen Platform Sayısı	Proje Sayısı	Yıl	Başarı Oranı
(Çubukçu, 2017)	5	485	2017	%30
(Sakarya ve Bezirgan., 2018)	3	355	2018	%29,18
Mevcut Çalışma	6	1635	2021	%23,18

Bu doğrultuda elde ettiğimiz bulgular, gelecek çalışmalarda son kullanıcılara sunulabilecek bir web tabanlı karar destek sisteminin gerekliliğini ortaya koymaktadır. Çünkü destekçiler için yaratılacak kalite sinyali için projenin sahip olduğu öznitelikler önemli bir rol üstlenmektedir. Bu öznitelikler kullanılarak oluşturulacak sistem üzerinde sorgulanan proje özelliklerine göre bir mekanizma sağlanırsa, projelerdeki kalite düzeyi artış göstererek destekçilerin fonlama algısı üzerinde değişiklik yapmasını sağlayacaktır.

Diğer taraftan, Türkiye’deki KF ekosisteminin daha fazla ve hızlı gelişebilmesi için birtakım değişikliklere gereksinim vardır. Çalışmamız kapsamında ortaya koyulan ve KF üzerinde verimliliğin artmasını sağlayabilme potansiyeli olan öneriler şu şekilde sıralanmaktadır;

- KF projelerinin başarısını tahmin etmek için kullanılan faktörler arasında analiz etmesi en zor olan kısım video ve sesle ilgili materyallerdir (Shi ve ark., 2021). Fakat projeleri iyi anlayabilmek için bu faktörlerin göz ardı edilmemesi gerekmektedir. Bu sebeple, video ve sesle ilgili veriler toplandıktan sonra farklı yazılım kütüphaneleri kullanılarak matrislere çevrilip analiz edilebilir. Analizlerle birlikte projede kullanılacak görsellerle ilgili proje sahiplerine karar desteği sağlanabilir.
- KF platformlarının birçoğunda proje oluşturucular ödül gönderimini zamanında yapmamaktadır. KF platformları ise bu noktada sorumluluk kabul etmemektedir. Bu durum, destekçi ya da girişimcilerin KF ile ilgili algılarını olumsuz etkilemektedir. Bu sebeple ödül tabanlı platformlarda ödül gönderimleri bir denetim mekanizmasına tabi tutulmalıdır.
- KF platform verileri içerisinde birçok örüntü bulundurmaktadır. Bu örüntülerin daha iyi anlaşılabilmesi için veri madenciliği teknikleri aktif bir şekilde kullanılmalıdır.

- Platformlara eklenen projeler görevli bir editör kontrolünden geçmelidir. Çünkü bazı platformlarda kitle fonlamasıyla alakası olmayan projeler de yer almaktadır. Örneğin, “hayatımı finanse edin” türündeki projeler (tatile çıkmak, yeni ürün almak, fatura ödemek, askerlik parası toplamak) gibi projelerin sayısı KF kullanım amaçlarını olumsuz etkilemektedir.
- Bir KF projesi başlatılırken proje sahibinin karşılaştığı ana zorluklardan bir tanesi hedef miktar olarak ne kadar para toplanacağına karar vermektir. Gerçekçi olmayan yüksek bir hedef belirlemek yatırımcıyı ya da destekçiyi caydırabileceğinden dolayı miktarın çok iyi belirlenmesi gerekir. Bu noktada literatürdeki deneysel bulgular da göstermektedir ki; çok yüksek hedefler, başarıyı olumsuz anlamda etkilemektedir (Ralcheva ve Roosenboom, 2020). Bu sebeple bir kullanıcıya proje eklerken web platformu üzerinden ilgili özniteliğin kategoriye göre ortalaması gösterilirse daha gerçekçi hedeflerin ortaya koyulması sağlanacaktır.
- Platformlar üzerindeki kategoriler farklı sektörel alanlardaki iş fikirlerinin dahil edilebilmesi için genişletilebilir. Örneğin tarım, otomotiv, kimya ya da yapı gibi kategoriler proje sayısının artmasını sağlayacaktır. Aynı zamanda ana kategorilerin altında alt kategoriler oluşturularak kullanıcılara sunulabilir.

## 7. SONUÇ

Sosyal girişimcilik olarak tanımlanabilecek kitle fonlamasının önemi, COVID-19 pandemi döneminde daha iyi anlaşılmaktadır. Çünkü girişimlerin ya da projelerin fon sağlama süreçlerini web platformları üzerinden yapabilmesi coğrafi engelleri ortadan kaldırmaktadır. Bu kapsamda, dünya genelinde KF platformları üzerinde bir kullanıcı artışı gözlemlenmektedir. Fakat bu artış, beraberinde kalite düzeyinin azalmasına sebep olacak etkenlere sebep olmuştur. Çünkü ilk olarak yatırımcı ve destekçiler yatırım doygunluklarına ulaşmış ve yeni projeler için yeterli finansman sağlanamamıştır. İkinci olarak, platformlardaki proje sayıları geçmiş yıllara göre artış göstermiş fakat destekçilere ya da yatırımcılara verilen kalite sinyali düşüş göstermiştir. Üçüncü olarak, kitlelerin sağlayabileceği fonlama gücü hakkında web kullanıcıları henüz yeterli bir bilgiye sahip değildir. Son olarak ise, bir proje ya da kampanyanın vaat ettiği başarının yatırımdan önce ölçülmesini sağlayacak iş zekası temelli bilgi sistemleri henüz oluşturulmamıştır. Bu nedenler, tüm dünyada sosyal ve dijital girişimcilikte elde edilebilecek başarılı işlerin durağanlaşmasına sebep olmaktadır. Ayrıca, KF ile ilgili yapılan yasal düzenlemelerin ve platformların bu düzenlemelere göre entegrasyonunun yavaş ilerlemesi de KF’in Türkiye’de istenilen seviyede olmaması nedenlerinden biridir.

Diğer taraftan, 24-35 yaş grubundaki bireylerin kitle fonlaması kampanyaları için aktif olma olasılıkları çok daha yüksek olarak göze çarpmaktadır (Fundera, 2021). Fakat, Türkiye 24-35 yaş grubundaki nüfus bakımından dünyada 17. sırada olmasına rağmen kitle fonlamasında faaliyet gösteren ülkeler arasında toplanan fon bakımından ilk 30 içerisinde değildir (Crowdfunding Statistics Worldwide Report, 2021). Bu nedenle, 2025 yılında milyarlarca dolar hacme ulaşması beklenen KF ekosisteminde daha büyük bir pay elde edilebilmesi için Türkiye’deki KF platformlarında hazırlanan proje sayısının, KF bilinirliğinin, başarı oranlarının ve fonlama miktarının artırılması gerekmektedir. Böylece katma değeri yüksek olan projelerin ve iş fikirlerini hayata geçmesi sağlanacaktır.

Sonuç olarak, toplamda 1635 projeden oluşan ve 21 milyon TL büyüklüğe sahip Türkiye KF ekosisteminde %23,18 başarı yüzdesiyle projeler fonlanmaktadır. İçerik analiziyle sağlanan bulgular, en çok Teknoloji, Kültür-Sanat ve Film-Video-Fotoğraf kategorilerinde proje yayınlandığını göstermektedir. Ayrıca destekçiler beğendikleri bir projenin hayata geçmesi için ortalama 530 TL fon sağlamaktadır ve başarılı proje başına yaklaşık olarak 55.000 TL fon düşmektedir. Bölgesel olarak Marmara, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu fonlama yüzdeleri bakımından en başarılı bölgelerdir.

Gelecek çalışmalarda, KF platformlarında yeni yayınlanarak kampanya süresi bitmiş olan projeler veri setine dahil edilerek içerik analizi güncelleştirilebilir. Ayrıca platformlardaki özniteliklerden başarıya en çok etki eden faktörlerin öznitelik seçim yöntemleriyle bulunmasıyla birlikte KF projelerinin başarı tahmini mekanizması oluşturulabilir. Bu doğrultuda gelecek çalışmalarda, elde edilen veri setiyle birlikte başarıya en çok etki eden faktörler belirlenerek makine öğrenmesi ve iş zekası yöntemleriyle bir karar destek sistemi oluşturulacaktır. Sonrasında ise oluşturulan sistemin etkileri KF paydaşlarıyla görüşülerek test edilecektir. Hedeflenen yapının KF kullanıcılarına sunulmasıyla birlikte proje başarısını ve fonlama ihtimalini artırma potansiyeli bulunmaktadır.

**Hakem Değerlendirmesi:** Dış bağımsız.

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

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

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

**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- M.K.,C.A.; Data Acquisition- M.K.; Data Analysis/Interpretation- M.K.,C.A.,Ç.T.; Drafting Manuscript- M.K.; Critical Revision of Manuscript- M.K.,C.A.,Ç.T.; Final Approval and Accountability- M.K.,C.A.,Ç.T.

## Kaynaklar/References

- Açıkğöz, B., Ayanoğlu, Y. ve Yanık, S. S. (2020). Muhasebe bakış açısından bağış (yardım) ve ödüle dayalı kitlesel fonlama. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, 86, 99–120.
- Ahlers, G. K. C., Cumming, D., Gunther, C., & Schweizer, D. (2015). Signaling in equity crowdfunding. *Entrepreneurship Theory and Practice*, 39(4), 955–980.
- Akyıldız, B. (2021). *Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerdeki kitlesel fonlamanın karşılaştırılması üzerine bir inceleme*. (Yüksek Lisans Tezi), Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Alazazi, M., Wang, B. & Allan, T. (2020). Success factors of donation-based crowdfunding campaigns: a machine learning approach. *Proceedings of the 53rd Hawaii International Conference on System Sciences*, 2507-2516.
- Arikovani, (2021, August 16), Retrieved from <https://arikovani.com/>
- Atsan, N. ve Erdoğan, E. O. (2015), Girişimciler için alternatif bir finansman yöntemi: kitlesel fonlama (crowdfunding), *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 10(1), 297–320.
- Babich, V., Marinesi, S. & Tsoukalas, G. (2020), Does crowdfunding benefit entrepreneurs and venture capital investors ?, *Manufacturing ve Service Operations Management*, 23(2), 1-17.
- Belleflamme, P. & Lambert, T. (2016), An industrial organization framework to understand the strategies of crowdfunding platforms, *In International Perspectives on Crowdfunding*, Emerald Insight.
- Bloomberg, (2021, July 1), Retrieved from <https://www.bloomberght.com/kitle-fonlamasına-yatirimcidan-rekor-talep-2281097>
- Borrero-Dominguez, C., Cordon-Lagares, E. & Hernandez-Garrido, R. (2020), Analysis of success factors in crowdfunding projects based on rewards: a way to obtain financing for socially committed projects. *Heliyon*, 6(4), 1-9.
- Buluşum, (2021, August 14), Retrieved from <https://www.bulusum.biz/>
- Chang, J. (2021, August 3), 80 crowdfunding statistics you must see: 2021 platforms, impact ve campaign data, finances online reviews for business. Retrieved From <https://alternatives.financesonline.com/crowdfunding-statistics/#1>
- Çonkar, M. K. ve Canbaz, M. F. (2018), Kitle fonlaması finansman yöntemi: türkiye’de sistemin geliştirilmesine yönelik öneriler, *Optimum Ekonomi ve Yönetim Bilimleri Dergisi*, 5(2), 119–132.
- Crowdfon, (2021, August 3), Retrieved from <https://www.crowdfon.com/>
- Crowdfunding Statistics Worldwide Report, (2021, July 9), Retrieved From <https://p2pmarketdata.com/crowdfunding-statistics-worldwide/>
- Çubukçu, C. (2017), Kitlesel Fonlama : Türkiye’deki kitlesel fonlama platformları üzerinden bir değerlendirme, *Girişimcilik ve Inovasyon Yönetimi Dergisi*, 6(2), 155–172.
- Cumming, D., Meoli, M. & Vismara, S. (2021), Does equity crowdfunding democratize entrepreneurial finance?, *Small Business Economics*, 56(2), 533–552.
- Du, Q., Li, J., Du, Y., Wang, G. A. & Fan, W. (2021), Predicting crowdfunding project success based on backers’ language preferences. *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 1-17.
- Farhoud, M., Shah, S., Stenholm, P., Kibler, E., Renko, M. & Terjesen, S. (2021), Social enterprise crowdfunding in an acute crisis. *Journal of Business Venturing Insights*, 15, 1-6.
- Fonbulucu, (2021, June 4), Retrieved from <https://fonbulucu.com/>
- Fongogo, (2021, June 4), Retrieved from <https://fongogo.com/>
- Frydrych, D., Bock, A. J., Kinder, T. & Koeck, B. (2014), Exploring entrepreneurial legitimacy in reward-based crowdfunding, *Venture Capital*, 16(3), 247–269.
- Fundera, (2021, June 5), Crowdfunding statistics, Retrieved from <https://www.fundera.com/resources/crowdfunding-statistics>
- Gago, U. ve Zeytinler, E. G. (2020, June 4), Borçlanmaya dayalı kitle fonlaması, Retrieved from <https://www.gsg hukuk.com/tr/bultenler-yayinlar/makale-yazilar/borclanmaya-dayali-kitle-fonlamasi.html>
- Greenberg, M. D., Pardo, B., Hariharan, K. & Gerber, E. (2013), Crowdfunding support tools: predicting success ve failure. *CHI '13 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, 1815–1820.



- Gürler, C. & Çağlar, M. (2021), Success prediction of a crowdfunding project in art categories, *Crowdfunding in the Public Sector*, Springer. Ideanest, (2021, August 4), Retrieved from <https://www.ideanest.org/>
- İzmirlili Ata, F. (2018), Yeni nesil finansman yöntemi olarak kitle fonlama: türkiye potansiyeli, *Manisa Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 16(2), 273–296.
- Jhaveri, S., Khedkar, I., Kantharia, Y. & Jaswal, S. (2019), Success prediction using random forest, catboost, xgboost and adaboost for kickstarter campaigns, *Proceedings of the 3rd International Conference on Computing Methodologies and Communication*, 1170–1173.
- Kayhan, S. (2017), Fongogo: A case study on the usability of the local crowdfunding and fundraising websites in turkey, *Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi*, 5(9), 95–105.
- Koch, J.-A. & Siering, M. (2015), Crowdfunding success factors : the characteristics of successfully. *European Conference on Information Systems Proceedings*, 1–15.
- Kromidha, E. & Robson, P. (2016), Social identity and signalling success factors in online crowdfunding, *Entrepreneurship and Regional Development*, 28(9–10), 605–629.
- Li, Y., Rakesh, V. & Reddy, C. K. (2016), Project success prediction in crowdfunding environments, *Proceedings of the 9th ACM International Conference on Web Search and Data Mining*, 247–256.
- Lukkarinen, A., Teich, J. E., Wallenius, H. & Wallenius, J. (2016), Success drivers of online equity crowdfunding campaigns, *Decision Support Systems*, 87, 26–38.
- Mollick, E. (2014), The dynamics of crowdfunding: an exploratory study, *Journal of Business Venturing*, 29(1), 1–16.
- Moysidou, K. & Hausberg, J. P. (2020), In crowdfunding we trust: a trust-building model in lending crowdfunding, *Journal of Small Business Management*, 58(3), 511–543.
- Orçun, Ç. ve Boran Sezgin, O. (2020), Ödül temelli kitle fonlama projesi için kritik başarı faktörleri. *Proceedings 19th International Business Congress*, 668-676.
- Petruzzelli, A. M., Natalicchio, A., Pannielo, U. & Roma, P. (2019), Understanding the crowdfunding phenomenon and its implications for sustainability, *Technological Forecasting ve Social Change*, 141, 138–148.
- Ralcheva, A. & Roosenboom, P. (2020), Forecasting success in equity crowdfunding, *Small Business Economics*, 55(1), 39–56.
- Ryoba, M. J., Qu, S. & Zhou, Y. (2020), Feature subset selection for predicting the success of crowdfunding project campaigns, *Electronic Markets*, 1–14.
- Sakarya, Ş. ve Bezirgan, E. (2018), Kitlese fonlama platformları: türkiye ve yurtdışı karşılaştırması, *Düzce Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 8(2), 18-33.
- Shi, J., Yang, K., XU, W. & Wang, M. (2021), Leveraging deep learning with audio analytics to predict the success of crowdfunding projects, *Journal of Supercomputing*, 1–21.
- Shneor, R. & Vik, A. A. (2020), Crowdfunding success: a systematic literature review 2010–2017, *In Baltic Journal of Management*, 15(2), 149-182.
- Sidiq, R. S. S., Jalil, A., Willy, R. & Achmad, W. (2021), Virtual world solidarity: how social solidarity is built on the crowdfunding platform kitabisa.com, *Webology*, 18(1), 192–202.
- Valančienė, L. & Jegelevičiūtė, S. (2013), Valuation of crowdfunding: benefits and drawbacks, economics and management, *18(1)*, 39–48.
- Walthoff-Borm, X., Schwienbacher, A. & Vanacker, T. (2018), Equity crowdfunding: first resort or last resort?, *Journal of Business Venturing*, 33(4), 513–533.
- Wang, W., Zheng, H. & Wu, Y. J. (2020), Prediction of fundraising outcomes for crowdfunding projects based on deep learning: a multimodel comparative study, *Soft Computing*, 24(11), 8323–8341.
- Xiao, Y., Liu, C., Zheng, W., Wang, H. & Hsu, C. H. (2021), A feature interaction learning approach for crowdfunding project recommendation. *Applied Soft Computing*, 112, 1-8.
- Yeh, J. Y. & Chen, C. H. (2020), A machine learning approach to predict the success of crowdfunding fintech project. *Journal of Enterprise Information Management*, 107, 1-19.
- Yuan, H., Lau, R. Y. K. & Xu, W. (2016), The determinants of crowdfunding success: a semantic text analytics approach, *Decision Support Systems*, 91, 67–76.
- Zengin, S., Yüksel, S. ve Kartal, M. T. (2017), Kitle fonlaması sisteminin türkiye'ye faydaları, bankacılık ve sermaye piyasası araştırmaları dergisi, *1(2)*, 22–32.
- Zhou, M. J., Lu, B., Fan, W. P. & Wang, G. A. (2018), Project description and crowdfunding success: an exploratory study, *Information Systems Frontiers*, 20(2), 259–274.



# Forty Years of Management Information Systems From the Window of MIS Quarterly

## MIS Quarterly Penceresinden Yönetim Bilişim Sistemlerinin Kırk Yılı

Muhammet Damar<sup>1</sup> , Güzin Özdağoğlu<sup>2</sup> 



### ABSTRACT

In the globalizing and digital transformation corporate ecosystem, the management information systems discipline maintains its key place. 104 journals in the area of management information systems will continue to be published in 2021, according to SCImago Journal and Country Rank statistics. MIS Quarterly is one of the most prominent field journals in the field, with a publishing history spanning more than four decades and having the highest ranking in the SCImago. The study aims to present the forty-year portfolio of the related literature with scientometrics and bibliometrics from the perspective of MIS Quarterly. By presenting the findings of the analyzes carried out in many areas such as content, institution, country, researcher, and citation of 1,550 publications between 1980 and 2020, this research offers concrete inferences about how management information systems have evolved from past to present in a period of forty years, and discusses the change that the field has undergone, together with the dynamics of the related periods.

**Keywords:** Management Information Systems, MIS Quarterly, Bibliometrics, Scientometrics, Science Mapping, Journal Analysis

### ÖZ

Yönetim bilişim sistemleri disiplini, küreselleşen ve dijital dönüşümün içinde bulunan işletme ekosisteminde kritik konumunu korumaktadır. Scimago Jorunal and Country Rank sitesine göre yönetim bilişim sistemleri alanında 2021 yılında yayın faaliyetini sürdürmekte olan 104 dergi bulunmaktadır. Bunlardan SCImago Journal Rank Indicator değeri en yüksek olan dergi ise MIS Quarterly'dir. Kırk yılı aşkın yayın hayatını sürdüren MIS Quarterly, yönetim bilişim sistemleri için en önemli alan dergileri arasındadır. Çalışma, MIS Quarterly dergisi gözüyle, ilgili yazının kırk yıllık portföyünü bilimetri ve bibliyometri metodolojileriyle ortaya koymayı amaçlamaktadır. Araştırma, 1980-2020 yılı arasında gerçekleştirilen 1.550 yayının, içerik, kurum, ülke, araştırmacı, atıf gibi pek çok boyutta değerlendirilmesi sonucunda elde edilen bulguları sunarak, ele alınan kırk yıllık bir periyotta yönetim bilişim sistemlerinin geçmişten bugüne nasıl evrildiği konusunda somut çıkarımlar yapmakta ve alanın geçirdiği değişimi ilgili dönemlerin dinamikleriyle birlikte tartışmaktadır.

**Anahtar kelimeler:** Yönetim Bilişim Sistemleri, MIS Quarterly, Bibliyometri, Bilimetri, Bilimsel Haritalama, Dergi Analizi

<sup>1</sup>(Instructor), Dokuz Eylül University Information Center, İzmir, Türkiye  
<sup>2</sup>(Assoc.Prof. Dr), Dokuz Eylül University, Faculty of Business Administration, Department of Business Administration, İzmir, Türkiye

**ORCID:** M.D. 0000-0002-3985-3073;  
G.Ö. 0000-0003-3055-3055

**Corresponding author:**  
Muhammet DAMAR  
Dokuz Eylül University Information Center, İzmir, Türkiye  
**E-mail address:** muhammet.damar@deu.edu.tr

**Submitted:** 25.02.2022  
**Revision Requested:** 25.03.2022  
**Last Revision Received:** 13.04.2022  
**Accepted:** 13.04.2022  
**Published Online:** 20.06.2022

**Citation:** Damar, M., & Özdağoğlu, G. (2022). Forty years of management information systems from the window of MIS Quarterly. *Acta Infologica*, 6(1), 99-125.  
<https://doi.org/10.26650/acin.1079293>

## 1. INTRODUCTION

Management information systems (MIS) focus on using and managing information technology for strategic, managerial, and operational purposes at the social, organizational, and individual levels, evolving according to the current dynamics. As a result, this is an application field in which many disciplines collaborate, including cognitive psychology, computer science, economics, operations management, organizational theory, and engineering (Culnan 1987; Baskerville and Myers, 2002; Katerattanakul et al., 2006).

Argyris (1971) defines MIS as a system that enables standardized methods to manage, process, and transform data from various sources into useful information for all processes and at all managerial and administrative levels. According to Nath and Badgajar (2013), MIS is the process of gathering, processing, storing, retrieving, and transmitting relevant data for efficient management operations and business planning in any organization, and it is thus regarded as the heart of management and decision processes. Al-Mamary et al. (2013) define MIS as a type of information system that transforms and summarizes data into meaningful and usable forms for managerial decision-making. According to these definitions, MIS applications are systems that handle various organizational levels and incorporate data flow, information extraction, and reporting functions for decision support.

According to Akpınar (2011), instruction in this topic is referred to as *Wirtschaftsinformatik* (Business Informatics) in countries where German is the primary language, but different titles are used in nations where English is the primary language. These titles vary, such as Business Information Technology, Computer Information Technology, Business Computing, Business Informatics, Information Systems, Management of Information Systems, and Management of Business Systems. Gambill et al. (1999), Pierson et al. (2008), and Lunt et al. (2003) support these findings.

As stated by Bensghir Kaya (2002), MIS is conceptually used in various ways, with some definitions focusing on general concepts such as technologies related to information processing processes and procedures related to other business processes; others consider it to be an information system developed to support business functions. According to Reddy et al. (2009), MIS differs from regular information systems in that its primary goal is to analyze other systems that deal with the organization's operational activities. From this point of view, MIS can be thought of as a subset of general planning and control activities in organizations, which covers the deployment of people, technology, and related procedures. Therefore, as stated by Gorry and Scott-Morton (1971), MIS research integrates management, behavioral, and technical techniques and analyzes them as a whole, and studies are conducted in this manner (Damar et al., 2021). Adeoti-Adekeye (1997), in contrast to previous definitions, noted that there is no globally agreed definition of MIS and that existing definitions represent the interests of academics in the field, the management information systems discipline, and the researcher's judgment.

Given the current rate of technological and information change, it is unavoidable that the MIS discipline will evolve and transform. It is essential to keep an eye on this area and examine it on a regular basis if you want to reach a specific level of maturity and development (Palvia et al., 2004). Understanding how the MIS field's identity is established is feasible by analyzing accumulated information and discovering its philosophical foundations rather than individual studies (Holsapple, 2008). In particular, scientometrics and bibliometric approaches provide valuable information on how to conduct these studies directing a scientific field. Scientometrics is a methodology that uses quantitative techniques to examine literature and make holistic judgments, allowing researchers to dig deeper into the state and evolution of a scientific area (Cocosila et al., 2011). Such studies are essential for understanding the patterns and networks that define a field, popular subjects, research output, and diverse characteristics of publications (Damar et al., 2021).

The employment of techniques in reviewing studies, bibliometrics, and literature dates back to the early 1980s in the discipline of MIS (Damar and Aydın, 2021). Ives et al. (1980) created a classification scheme for possible MIS areas of study, which they utilized to categorize over 300 MIS doctorate theses. Ives and Olson (1984) investigated user participation in the MIS development process and questioned if it affected system success. Culnan and Swanson (1986) examined 271 articles published in six journals between 1980 and 1984 to assess the emergence of MIS as a field of scientific study distinct from reference disciplines such as computer science, management science, and organizational behavior, as well as the impact of the MIS

Quarterly journal and leading field congresses on the publication portfolio. The work of Culnan (1987), on the other hand, is a field study published in the MIS Quarterly that details the analyses conducted on the most commonly used citations in the papers. Farhoomand (1987) investigated the historical development of MIS research from a philosophical and scientific perspective, using 536 papers published between 1977 and 1985, and found that research tactics had swiftly moved from qualitative to empirical methods during the time they were under consideration.

These research attempts would continue in the years ahead, but they would be tailored to other areas that fall under the MIS umbrella. Two more studies that look at trends in the MIS field have been published in the previous decade. For example, Cocosila et al. (2011) revealed the holistic evaluation of the papers presented at events such as the International Conference on Information Systems (ICIS), Pacific Asia Conference on Information Systems (PACIS), and the Administrative Sciences Association of Canada Annual Conference (ASAC), which are the most prestigious scientific events in the field of MIS, within the scope of scientometrics. Mohanty (2014) examined the MIS Quarterly and reported the bibliometric structure of the journal's publications from 1995 to 2009. Similar studies in MIS and other domains show that the issues covered are revisited in multiple techniques and dimensions, as well as at different time intervals, in order to track changes in the literature in a long-term manner. Many studies in the national literature also raise concerns about recent advancements in the field of MIS and make recommendations (Akaranga and Makau, 2016; Damar and Aydın, 2021; Uğur et al., 2016; Yarlıkaş, 2015).

Nowadays, businesses and scientists conducting field research are exposed to far greater information production and change than in earlier periods because of the influence and rush of the digital revolution. These circumstances significantly impact MIS and associated research, and research and publication creation is substantially faster than in past decades. This proposition, which serves as the study's rationale, states that the evolution of the accumulated research portfolio from the past to the present should be examined over a more extended period to comprehend the dynamics in the MIS field. In this context, the study intends to assess influential researchers, topics, the field's evolution, references, countries, and institutions over forty years to holistically evaluate the field and explore the reflections of environmental dynamics in MIS. MIS Quarterly is currently the most important publication channel in terms of its long history and publication quality. The research aims to investigate the evolution of MIS research through the perspective of this journal. This research analyzes the comprehensive publication portfolio in many dimensions using scientometrics and bibliometrics techniques and tools (Hood and Wilson, 2001; Tonta and Al, 2007), i.e., trends in the number of publications over time, prominent authors and collaborative patterns, sources, citation relationships between journals and citation statistics, topics covered, and yearly evaluations of these issues. As a result, the findings shed light on MIS's past and current state, which is impacted by various disciplines but matures into its own area, providing many ideas for future research.

## 2. WHY MIS QUARTERLY?

New publications in MIS are introduced every day, and new journals that contribute to the field begin publishing operations, just as they do in every discipline. Scientific research and publications on the topic are on the rise, and the literature portfolio in this field has evolved, developed, and altered through time as organizations, computer science, technology, and the economy have grown. It is anticipated that the answer to what has been discussed throughout the years in this transition, development, and transformation will be of great use to all MIS researchers. According to Shotton et al. (2009), new research requires examining, integrating, and reusing valuable scientific outputs from prior investigations.

This study assesses the forty-year publication life of MIS Quarterly within this analysis context. MIS Quarterly has been one of the most prominent journals in the field (Gillenson and Stutz, 1991). Since 1980, the Management Information Systems Research Center in the United States has published MIS Quarterly in North America, which has been assigned to various research areas at the highest level, such as Management Information Systems (Q1), Computer Science and Applications (Q1), Information Systems (Q1), and Information Systems and Management (Q1). It has the highest score in the MIS field, with 5,283, according to Scimago journal and nation rankings. The journal's index value is 230, the average number of citations based on publication is 92.52, the total number of citations is 5,921, and the number of publications cited in the last three years is 184 (Scimagojr, 2021).

The development of information technology-based services, the management of information technology resources, and the

development and transmission of information about the managerial, organizational, and societal impacts of information technology, as well as its use, impact, and economy, are all goals of MIS Quarterly publishing activities. The journal is particularly interested in professional challenges affecting the subject of information systems as a whole. The response to the research issue of the article must offer an essential scientific contribution to the discipline of information systems, according to a requirement set forth by the journal for an article to be published. Another criterion is that the work produced has had or has the potential to have a broad societal influence. Because the discipline of management information systems is a heterogeneous topic, research that analyzes several fields together is seen positively in the journal (MIS Quarterly, 2021).

In the light of all of these considerations, MIS Quarterly was chosen as the journal of choice to see the MIS field, as well as the researchers' areas of interest and the texture of the field. In truth, MIS Quarterly has been an intriguing journal for bibliometric analyses in the literature at various points (Mohanty, 2014), but no study has been found in the literature for over forty years. Furthermore, the most important differentiating feature of the research is that it discusses the transformation of the MIS research area in partitioned periods.

### 3. METHODOLOGY

Scientific databases share data that is regarded as a valuable resource. These databases not only contain a wide range of publications in hundreds of study fields, but they also contain bibliometric data from those articles, such as title, abstract, keywords, references, and other demographic data. In its purest form, bibliometric data includes far more information than plain text views. This type of data may be evaluated more effectively with the advent of research fields such as bibliometrics and scientometrics, which combine statistics, network analysis, and data mining techniques with evolving technology infrastructure (Garfield, 2009; Hood and Wilson, 2001; Özdağoğlu et al., 2020; Damar et al., 2021).

The article utilizes scientometrics, bibliometrics, and related tools and follows a methodology in this direction. The bibliometric data used in the analyses were gathered on 04.02.2022 from the Web of Science Core Collection, covering all of the MIS Quarterly's articles from 1980 to 2020. Preprocessing was applied on a plain text stack before the analyses. There were 1,550 papers published within the considered period and analyzed in this study. In addition to the forty-year timeframe chosen, 79 new papers were released in 2021. In this regard, this paper reveals findings on the following issues in MIS Quarterly:

The distribution of the number of papers by years,

- Impact of the journal through scientometric indicators,
- Countries and institutions that are prominent in the journal,
- Collaboration patterns among institutions and authors,
- Most-cited papers in the journal,
- Most-cited references and co-citation patterns,
- Keyword distributions and most popular topics over keywords,
- Changes in subject popularity in different time periods (1980-1990, 1991-2000, 2001-2010, 2011-2015, 2016-2020).

Figure 1 depicts the methodological approach in general. From the pre-processed dataset, summary statistics and clustering-based network models are utilized to extract information in several dimensions, including the number of publications, significant authors and journals, references used, prominent institutions, and nations. The demographic structure was investigated using Web of Science reports and queries.

The VOSviewer software was used to perform clustering-based and multidimensional network analyses analyzing the relationships between dimensions; in addition to visuals displaying descriptive statistics, VOSviewer employs its own network analysis algorithm, which is a modular-based clustering technique based on an intelligent local motion algorithm, comparable to multidimensional scaling (van Eck and Waltman, 2009; Waltman and Van Eck, 2013; Waltman et al., 2010). The study

also used bibliometrix, an R tool, the VOSViewer package, SQL query language, and Microsoft Excel software. Analyses were enriched by using different bibliometric software tools to provide readers with the most relevant visuals and findings.

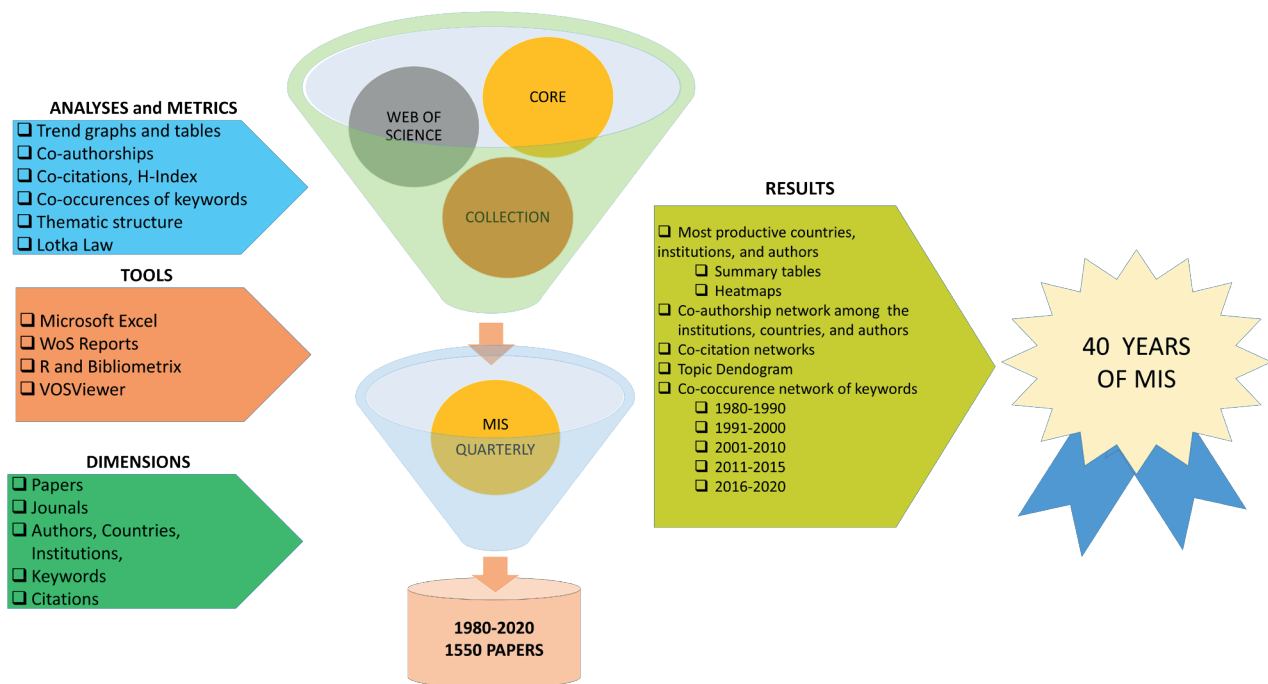


Figure 1. Research Framework

The study has been enhanced to include data from Scopus on the most contributed topics between 2016–2020 by the scholars who have made headlines in the MIS Quarterly journal. By doing so, researchers are informed about the topics that the field's pioneers had focused on in recent years.

## 4. FINDINGS and DISCUSSION

The study includes an appraisal of countries, institutions, and researchers, analyses based on references over the papers published during forty years to shed light on the growth of the MIS field. The data set is segmented into ten-year and five-year periods in the last years and discussed separately to make subject-based evaluations and discover the discussion topics across time. The goal of these analyses is to observe how information and communication technology, which has advanced quickly in recent years, is reflected in the literature. The findings are categorized under these topics, with relevant statistics and network analyses, as well as discussions of developing trends and patterns.

### 4.1. Generic Statistics

Between 1980 and 2020, there were 1,550 publications in MIS Quarterly. Distribution of these publications by years are 2020 ( $f:60$ ), 2019 ( $f:59$ ), 2018 ( $f:61$ ), 2017 ( $f:63$ ), 2016 ( $f:51$ ), 2015 ( $f:48$ ), 2014 ( $f:59$ ), 2013 ( $f:67$ ), 2012 ( $f:67$ ), 2011 ( $f:57$ ), 2010 ( $f:41$ ), 2009 ( $f:47$ ), 2008 ( $f:39$ ), 2007 ( $f:35$ ), 2006 ( $f:46$ ), 2005 ( $f:34$ ), 2004 ( $f:30$ ), 2003 ( $f:26$ ), 2002 ( $f:27$ ), 2001 ( $f:21$ ), 2000 ( $f:28$ ), 1999 ( $f:33$ ), 1998 ( $f:26$ ), 1997 ( $f:24$ ), 1996 ( $f:26$ ), 1995 ( $f:30$ ), 1994 ( $f:26$ ), 1993 ( $f:32$ ), 1992 ( $f:35$ ), 1991 ( $f:33$ ), 1990 ( $f:29$ ), 1989 ( $f:34$ ), 1988 ( $f:38$ ), 1987( $f:36$ ), 1986 ( $f:29$ ), 1985 ( $f:28$ ), 1984 ( $f:23$ ), 1983 ( $f:24$ ), 1982 ( $f:29$ ), 1981 ( $f:24$ ), 1980 ( $f:25$ ), respectively. The number of publications remained relatively modest in the early years, but as a result of the journal's parallel advances with the field, the annual average of articles grew to 60. When this figure is compared to that of the 1980s, it is clear that the growth is greater than 100 percent.

In the journal, there are several categories of publications, which are distributed as articles ( $f:1,266$ ), editorial materials ( $f:162$ ), review ( $f:98$ ), proceedings papers ( $f:18$ ), corrections ( $f:7$ ), notes ( $f:7$ ), letters ( $f:4$ ), bibliographies ( $f:3$ ), reprints ( $f:3$ ), and biographical-items ( $f:1$ ), respectively.

The research papers of scholars from 45 various nations were published in MIS Quarterly (Table 1). Table 1 does not include

Liechtenstein, which has three publications, and Egypt, Saudi Arabia, Thailand, and Wales, having two papers each. Brazil, Costa Rica, Cyprus, Hong Kong, Jamaica, Kenya, Malaysia, Northern Ireland, Oman, Philippines, Poland, Qatar, Scotland, and Turkey have one publication.

Table 1

*Distribution of the Papers Counts by Countries*

Rank	Country	N	C	ACPI	%	Rank	Country	N	C	ACPI	%
1	USA	1,209	215,870	178.55	78.00	14	Finland	19	3,169	166.79	1.22
2	Canada	166	36,207	218.11	10.71	15	Spain	14	1,875	133.93	0.90
3	China	100	14,428	144.28	6.45	16	Sweden	13	1,506	115.85	0.83
4	England	70	8,760	125.14	4.51	17	Norway	12	1,540	128.33	0.77
5	Singapore	48	8,867	184.73	3.09	18	Switzerland	12	1,019	84.92	0.77
6	Australia	46	6,803	147.89	2.96	19	Taiwan	10	733	73.30	0.64
7	S. Korea	39	10,534	270.10	2.51	20	India	9	352	39.11	0.58
8	Israel	29	2,010	69.31	1.87	21	Austria	6	896	149.33	0.38
9	Netherlands	27	6,151	227.81	1.74	22	Ireland	6	835	139.17	0.38
10	Germany	24	2,510	104.58	1.54	23	Italy	6	401	66.83	0.38
11	France	23	5,170	224.78	1.48	24	Portugal	6	712	118.67	0.38
12	New Zealand	23	4,771	207.43	1.48	25	Belgium	4	226	56.50	0.25
13	Denmark	21	1,902	90.57	1.35	26	S. Africa	4	401	100.25	0.25

\* N: Document Count, C: Citation Count, ACPI: Average Citations Per Item

Table 1 shows that South Korea is seventh in terms of publications with 39 and first in terms of citation averages with 270.1. The Netherlands, which ranks ninth with 27 publications, is second with an average of 227.81 citations, followed by France, which is third with 23 publications and 224.78 citations. The United States ranks top in terms of articles with a significant difference, but it falls behind the average number of citations. The United States of America, Canada, England, and Australia have the most publications. Aside from this, it is worth noting that China, Singapore, Israel, and South Korea all trail these countries. Although it is emphasized that countries with a strong software sector, such as Israel, India, and Ireland, published in this journal, the fact that only Israel is among the top ten countries is another factor to consider. However, these countries' interest in the software industry paralleled that of the United States, and they took steps to contribute to the sector's development, particularly in the 1980s and 1990s, and made these efforts part of institutional and state policy. Given the significance these countries place on the IT sector (Kannabiran and Sankaran, 2011; Issac et al., 2006; Damar et al., 2018), it is intriguing that this priority is not reflected in the MIS literature as much as the top-ranking countries.

The distribution of the number of publications by the countries published in the MIS Quarterly over the last five years is as follows: USA (f:229), China (f:54), Canada (f:33), England (f:18), Singapore (f:16), Australia (f:11), France (f:11), Israel (f:11), Germany (f:10), South Korea (f:10). China, which ranks third in the overall table, has produced 54 percent of all publications in the last five years. South Korea and Singapore, in addition to China, are two more countries that are distinguished in the industry. These countries stand out in computer science, information systems, information science and library science, and management, where MIS journals are classified.

## 4.2. Institutions and Researchers

The MIS Quarterly clearly shows that university output in the United States, and thus the productivity of researchers, is very high (Table 2). Other notable institutions on the list include the University of British Columbia, McGill University in Canada, and the City University of Hong Kong in Hong Kong. Another intriguing conclusion of the study is that institutions that are not listed in Table 2 but have had high levels of scientific productivity in the recent five years are also prominent, e.g., The Hong Kong University of Science Technology, National University of Singapore, University of Warwick, Copenhagen Business School, and Nanjing University. Figure 2 depicts the situation much more clearly. In many studies, the countries and institutions that the authors are a part of conduct research together to strengthen their cooperation and research capacities by bringing together limited research resources and applying them in accordance with the established goals. Co-authorship networks can be utilized to investigate these patterns of collaboration, and thus co-authorship analysis can be used to assess research program efficiency, evaluate the relationship between scientific and technological development, map priority thematic



areas, assess regional contributions to knowledge production, assess inter-organizational networks, and assess international cooperation (e Fonseca et al., 2016).

Table 2

*Productivity and Impact of Institutions*

Rank	Institutions	Country	N	%	X	STC	ACPI
1	University System of Georgia	USA	147	9.48	67	28,995	197.24
2	University of Texas System	USA	89	5.74	40	7,392	83.06
3	Pennsylvania Commonwealth System of Higher Education	USA	87	5.61	48	12,214	140.39
4	University of Minnesota System	USA	86	5.54	48	22,392	260.37
5	University of Minnesota Twin Cities	USA	86	5.54	48	22,392	260.37
6	State University System of Florida	USA	85	5.48	45	22,611	266.01
7	Georgia State University	USA	80	5.16	44	17,212	215.15
8	University System of Maryland	USA	65	4.19	47	25,420	391.08
9	University of Maryland College Park	USA	56	3.61	41	24,630	439.82
10	University of Georgia	USA	55	3.54	39	13,732	249.67
11	University of British Columbia	Canada	51	3.29	36	10,474	205.37
12	University of Arizona	USA	48	3.09	27	10,554	219.88
13	Indiana University System	USA	44	2.83	30	6,958	158.14
14	Temple University	USA	44	2.83	29	5,212	118.45
15	University of Arkansas Fayetteville	USA	43	2.77	27	18,378	427.4
16	University of Arkansas System	USA	43	2.77	27	18,378	427.4
17	University of Texas Austin	USA	42	2.71	27	4,283	101.98
18	Indiana University Bloomington	USA	41	2.64	27	6,575	160.37
19	City University of Hong Kong	Hong Kong	39	2.51	25	6,531	167.46
20	McGill University	Canada	38	2.45	28	4,861	127.92
21	University of California System	USA	38	2.45	26	6,180	162.63
22	State University of New York Suny System	USA	35	2.25	23	4,000	114.29
23	University of Pittsburgh	USA	33	2.12	20	3,859	116.94
24	Southern Methodist University	USA	32	2.06	16	1,859	58.09
25	Carnegie Mellon University	USA	31	2.00	17	1,840	59.35

\* N: Document Count, C: Citation Count, X: H-Index, STC: Sum of Times Cited, ACPI: Average Citations Per Item

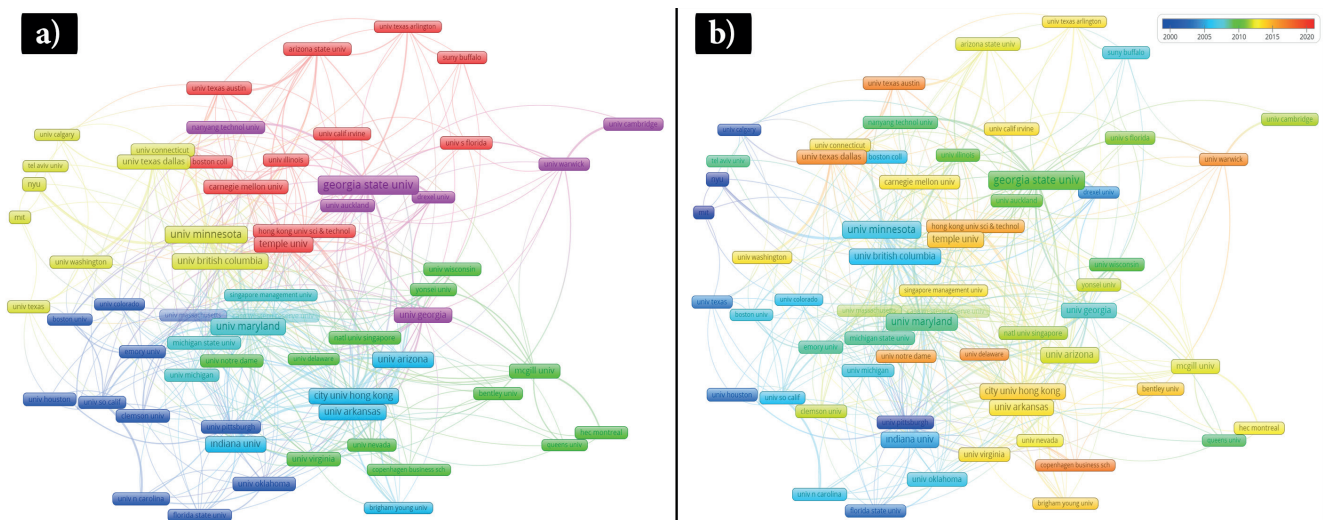


Figure 2. Co-authorship Network by Institutions (Min.10)

Figure 2 reflects the authors’ institutions who have co-authored at least ten papers. While the colors of “a” represent institutional clusters, the colors in “b”, which range from blue to red, indicate the year the studies were conducted or the study’s actuality. This makes current trends about authors, institutions, or countries, as well as primary studies. In Figure 3, seven different clusters stand out, thus, institutions are gathered in seven other clusters. In the 2000s, while the Massachusetts Institute of Technology (MIT), New York University (NYU), University of Calgary, Texas State University, the University of Pittsburgh

were at the forefront, the University of Warwick, Hong Kong University of Science and Technology, Copenhagen Business School, and the University of Delaware have recently emerged.

Furthermore, institutions in the United States collaborate with countries such as New Zealand, Canada, Israel, and Denmark. Tel Aviv University in Israel and Auckland University in New Zealand, HEC Montréal Business School, and the University of British Columbia in Canada are essential institutions. This inter-institutional network structure is crucial for identifying and analyzing possible trends, especially in enhancing developing countries' scientific productivity.

It is possible to display numerical and visual characteristics of author, institution, or country clusters, distances within and between clusters, and the degree of relationship in these networks, where clustering and network analysis are employed holistically. Furthermore, information regarding the actuality of these linkages may be gained by adding the time dimension to the network image. Figure 3 illustrates the co-authorship network and cross-country collaboration of the authors published in MIS Quarterly in this context.

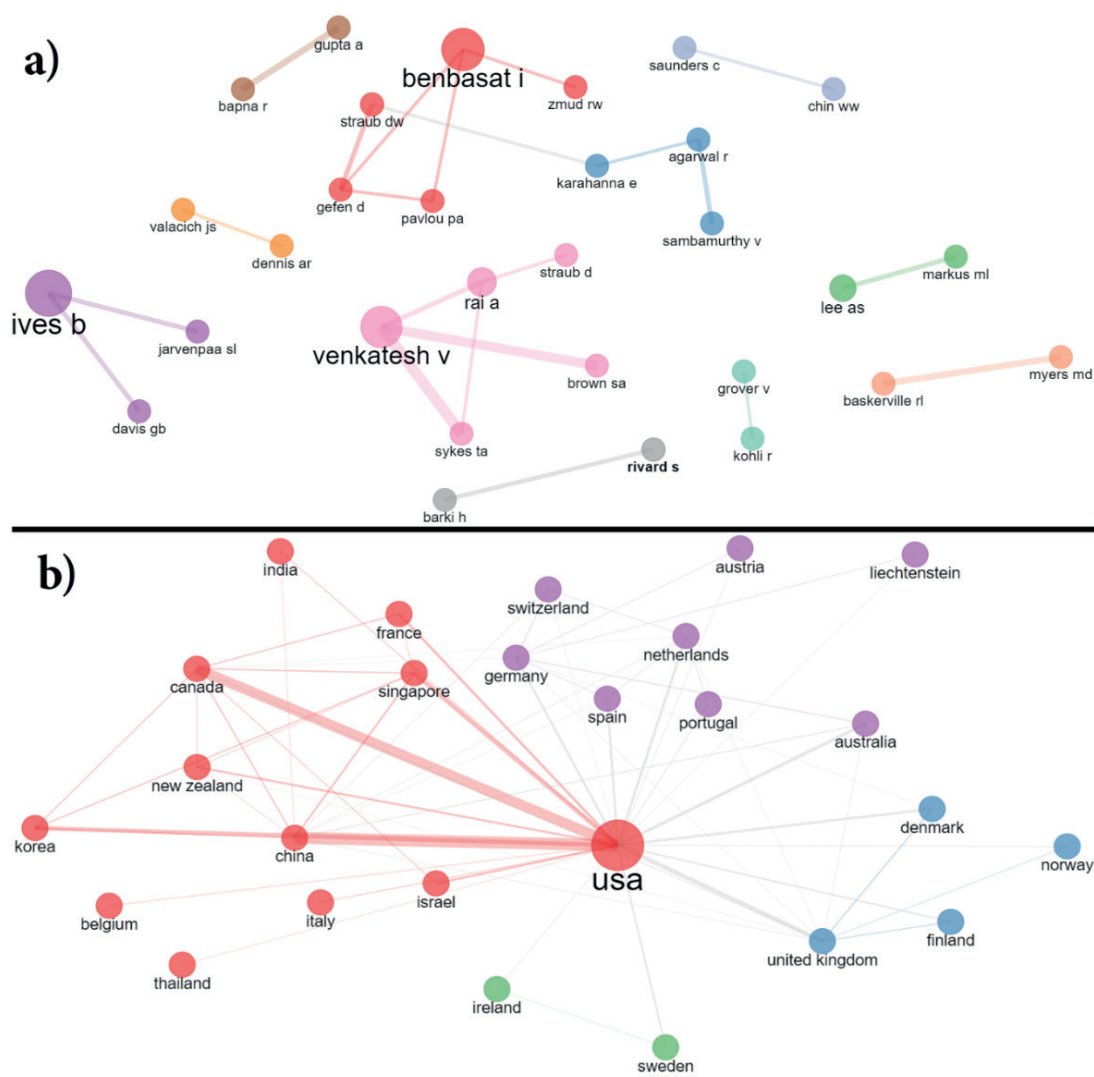


Figure 3. Collaborations among the Institutions, Researchers, and Countries

Between 1980 and 2020, Table 3 shows information such as the number of publications ( $N$ ) and citations ( $C$ ), the number of citations per publication ( $ACPI$ ), and the  $H$ -Index of academics who published ten or more research and review articles in the MIS Quarterly. According to the number of papers, the most prominent authors in these ranks are Benbasat I ( $N:31$ ;  $C:8997$ ;  $ACPI:290$ ,  $X:23$ ), Venkatesh V ( $N:28$ ;  $C:19650$ ;  $ACPI:701$ ,  $X: 79$ ), Ives B ( $N:22$ ;  $C:1876$ ;  $ACPI: 85$ ,  $X:27$ ), Zmud RW

( $N:18$ ;  $C:5607$ ;  $ACPI:311$ ,  $X:5$ ), Rai A ( $N:17$ ;  $C:3804$ ;  $ACPI: 223$ ,  $X: 76$ ). When the co-authorship network is reduced to the size of an author based on at least three publication criteria (Figure 4), the close collaboration between Benbasat I and well-known authors such as Zmud RW, Ives B, and Wethere JC, Venkatesh V, and Rai A is a remarkable finding.

Table 3

*Most Productive Authors*

Rank	Authors	N	C	ACPI	X	Rank	Authors	N	C	ACPI	X
1	Benbasat I.	31	8,997	290.23	27	13	Lyytinen K.	12	922	76.83	10
2	Venkatesh V.	28	19,650	701.79	22	14	Jarvenpaa S.L.	11	1,300	118.18	10
3	Ives B.	22	1,876	85.27	13	15	Mithas S.	11	1,021	92.82	10
4	Zmud R.W.	18	5,607	311.50	18	16	Straub D.W.	11	7,994	726.73	10
5	Rai A.	17	3,804	223.76	13	17	Whinston A.B.	11	1,105	100.45	8
6	Pavlou P.A.	15	4,823	321.53	13	18	Goodhue D.L.	10	2,791	279.10	9
7	Pinsonneault A.	15	1,683	112.20	12	19	Lee A.S.	10	1,327	132.70	9
8	Dennis A.R.	14	1,855	132.50	13	20	Rao H.R.	10	692	69.20	8
9	Grover V.	14	3,093	220.93	13	21	Rivard S.	10	1,053	105.30	8
10	Gupta A.	14	642	45.86	11	22	Sambamurthy V.	10	3,244	324.40	10
11	Karahanna E.	14	7,582	541.57	13	23	Valacich J.S.	10	1,489	148.90	9
12	Agarwal R.	13	4,144	318.77	13	24	Watson H.J.	10	1,133	113.30	10

*N*: Document Count, *C*: Citation Count, *X*: *H*-index, *STC*: Sum of Times Cited, *ACPI*: Average Citations Per Item

The topics that the most productive researchers handled have been evaluated based on the most contributed topics. The following information has been extracted through a parametric query executed on Scopus bibliometric data in between 2016-2020 (Scopus, 2022):

- *Benbasat, Izak (The University of British Columbia, Vancouver, Canada)*: social media, online reviews, brand community, privacy concerns, online shopping, electronic commerce, social networking sites, Instagram.
- *Venkatesh, Viswanath (Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, United States)*: technology acceptance model, mobile payment, e-learning, communication; transactive memory systems, shared mental model, boundary objects, affordances, innovation.
- *Ives, Blake (College of Charleston, Charleston, United States)*: business schools, management education, engaged scholarship, consumer search, price dispersion, community participation, bitcoin, ethereum, internet of things.
- *Zmud, Robert W. (Price College of Business, Management Information Systems, The University of Oklahoma, United States)*: Firm, Disclosure Control, Sarbanes-Oxley Act.
- *Rai, Arun (Georgia State University, Atlanta, United States)*: Technology Acceptance Model, Mobile Payment, E-Learning, Digital Transformation, Strategic Alignment, COBIT, Open-Source Software Development, User Innovation, Photographic Developers.
- *Pavlou, Paul A. (Fox School of Business, Philadelphia, United States)*: social media, online reviews, brand community, information systems, it outsourcing, offshoring, crowdfunding, lending, fintech.
- *Pinsonneault, Alain (Université McGill, Montreal, Canada)*: social media, online reviews, brand community, personnel, innovative behavior, creative performance, alliance portfolios, firm, open innovation.
- *Dennis, Alan R. (Indiana University Bloomington, Bloomington, United States)*: brainstorming, idea generation, artificial intelligence, information systems research, congresses, knowledge management, social media, online reviews, brand community.
- *Grover, Varun (Sam M. Walton College of Business, Fayetteville, United States)*: digital transformation, strategic alignment, cobit, information systems research, congresses, knowledge management, boundary objects, affordances, innovation.
- *Gupta, Alok (Carlson School of Management, Minneapolis, United States)*, first-price auction, auctions, independent

private values, combinatorial auctions, vehicle routing, pickup and delivery, electronic trading, automated trading, trading agent competition.

- *Karahanna, Elena (Terry College of Business, Athens, United States):* privacy concerns: online shopping, electronic commerce, communication, transactive memory systems, shared mental model, work-family conflict, work-life balance, personnel.

Therefore, especially new researchers in the field of MIS would infer on which topics the leading researchers of the field intensively have focused. These findings also indicate trends and current issues in the journal. Detailed findings on the topics handled in the journal from past to present are presented in Section 4.4 with enriched visualizations.

Creating and supporting an environment and conditions appropriate for new researchers by bringing together qualified professionals in a particular sector has become a prerequisite for the long-term sustainability of research and development activities. Governments, higher education institutions, and other funding organizations promote these ecosystems. The results of these analyses, in particular, provide significant information for evaluating the potential of partnering with other countries for conducting joint research during and after PhD processes.

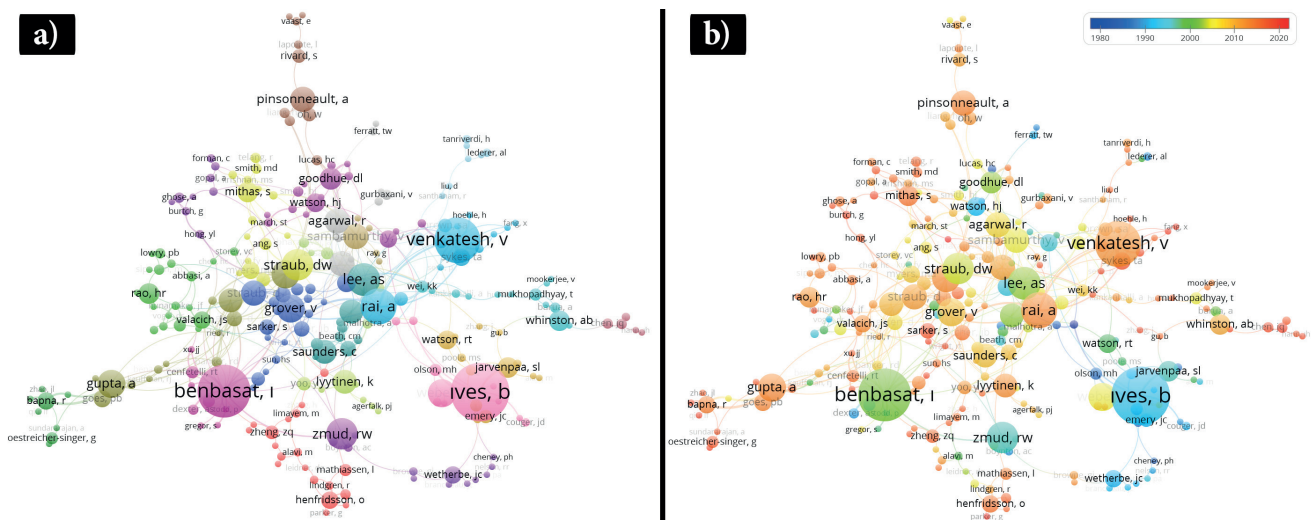


Figure 4. Co-authorship Network by Authors (Min. 3)

### 4.3. Citation Statistics and References

According to Culnan (1987), publishing and citation practices provide an empirical foundation for the socialization of novices in the field by transferring professional standards to science. Understanding the intellectual roots of fields with a certain maturity in the literature, such as MIS, and identifying the core concepts rely heavily on citation patterns. When this assessment is specialized to MIS Quarterly, it can be observed that 1,550 papers published over the forty years under examination received a total of 256,062 citations. Self-citations account for 7,807 of these citations. The dataset’s papers acquired a total of 165.2 citations on average. 230 is the *H*-index value. These are the most often used statistics for assessing the impact of research. Compared to overall statistics in various fields, the statistics acquired within the publication’s scope are comparable. In this regard, MIS Quarterly can be described as a high-quality, research-impacting journal that frequently serves as a reference for new studies.

The references in the papers are also worthwhile considering if one wants to learn more about the theoretical framework of these research attempts. Text analytics is used to process and analyze bibliometric data reference lists to uncover information such as which research in the literature are inspired by and which studies are discussed. The dataset’s publication portfolio includes references to 19,172 different references. The number of sources used five times or more is 1,816; ten or more 891; 50 or more 184; and 100 or more is 91. In this context, several findings such as the most cited sources, the linkages between

the publications employing common references or common journals can be revealed. In this regard, Table 4 highlights journals that the papers in the journal most cited. Although these sources are classified as journals, books, papers, or a website, it is apparent that the journals constitute the majority of the references.. While scientific breakthroughs continue, researchers who are new at handling this research subject encounter an extensive portfolio in the first stage. When you have such a vast portfolio, it is not easy to swiftly and effectively choose where to begin your research, which studies to focus on, and which journals to search first. The most striking outcome of Table 4 is how frequently journals connected with the research topic Business & Economics have been cited during a forty-year publication trend of a major journal of MIS. Then it was discovered that computer science, information science, library science, psychology, and operations research and management science had a priority. In particular, in a multidisciplinary field such as MIS, it can be noticed that various research areas also produce the appearance of the major and primary patterns focused by the researchers.

Table 4

*Most Cited Journals in the Papers*

Rank	Journal	Research Domain	5YIF	C
1	MIS Quarterly	Computer Science; Information Science & Library Science; Business & Economics	9.917	8,409
2	Information Systems Research	Information Science & Library Science; Business & Economics	5.634	3,761
3	Management Science	Business & Economics; Operations Research & Management Science	5.467	2,861
4	Organization Science	Business & Economics	4.947	1,869
5	Communications of The ACM	Computer Science	6.064	1,542
6	Academy of Management Review	Business & Economics	12.397	1,349
7	Academy of Management Journal	Business & Economics	11.807	1,248
8	Journal of Management Information Systems	Computer Science; Information Science & Library Science; Business & Economics	5.399	1,163
9	Administrative Science Quarterly	Business & Economics	9.787	1,057
10	Harvard Business Review	Business & Economics	6.849	977
11	Strategic Management Journal	Business & Economics	7.843	929
12	Journal of Marketing Research	Business & Economics	6.542	911
13	Journal of Applied Psychology	Psychology; Business & Economics	8.025	873
14	Journal of The Association for Information Systems	Computer Science; Information Science & Library Science	4.644	788
15	Journal of Marketing	Business & Economics	9.917	696
16	European Journal of Information Systems	Computer Science; Information Science & Library Science; Business & Economics	5.131	687
17	Journal of Personality and Social Psychology	Psychology	7.748	600
18	Journal of Management Information Systems	Computer Science; Information Science & Library Science; Business & Economics	5.399	599
19	Journal of Consumer Research	Business & Economics	7.366	563
20	Decision Sciences	Business & Economics	3.000	533

\* C: Citation Count, 5YIF: Five Year Impact Factor

Table 5 also shows the top 15 most cited articles in the MIS Quarterly over forty years. Davis's (1989) paper, "Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology", is by far the most cited. Venkatesh V, one of the most productive researchers, is also notable for his most frequently mentioned works. Venkatesh V is among the authors of two papers in a top-15 list of the most-cited articles. These papers are "User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View", and "Consumer Acceptance and Use of Information Technology: Extending The Unified Theory of Acceptance and Use of Technology", respectively. Karahanna E, among the most productive authors, is in sixth place in the most-cited article list with his study entitled "Trust and TAM in Online Shopping: An Integrated Model".

Table 5

*Most Cited 15 Papers*

Rank	Article Title	Year	Authors	C
1	Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology	1989	Davis, F. D.	18,951
2	User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View	2003	Venkatesh, V., Morris, M.G.,...& Davis, F.D.	12,571

3	Design Science in Information Systems Research	2004	Hevner, A.R., March, S.T.,... & Ram, S.	4,576
4	Review: Knowledge Management and Knowledge Management Systems: Conceptual Foundations and Research Issues	2001	Alavi, M., & Leidner, D. E.	4,287
5	Consumer Acceptance and Use of Information Technology: Extending The Unified Theory of Acceptance and Use of Technology	2012	Venkatesh, V., Thong, J. Y., & Xu, X.	3,283
6	Trust and TAM in Online Shopping: An Integrated Model	2003	Gefen, D., Karahanna, E., & Straub, D.W.	3,085
7	Understanding Information Systems Continuance: An Expectation-Confirmation Model	2001	Bhattacharjee, A.	2,933
8	Analyzing The Past to Prepare for The Future: Writing A Literature Review	2002	Webster, J., & Watson, R. T.	2,534
9	Computer Self-Efficacy - Development of A Measure and Initial Test	1995	Compeau, D.R., & Higgins, C.A.	2,469
10	Why Should I Share? Examining Social Capital and Knowledge Contribution in Electronic Networks of Practice	2005	Wasko, M.M., & Faraj, S.	2,357
11	Business Intelligence and Analytics: From Big Data to Big Impact	2012	Chen, H., Chiang, R.H.,& Storey, V. C.	2,141
12	Behavioral Intention Formation in Knowledge Sharing: Examining The Roles of Extrinsic Motivators, Social-Psychological Forces, and Organizational Climate	2005	Bock, G.W., Zmud, R.W.,... & Lee, J. N.	2,128
13	A Resource-Based Perspective on Information Technology Capability and Firm Performance: An Empirical Investigation	2000	Bharadwaj, A.S.	2,012
14	Task-Technology Fit and Individual-Performance	1995	Goodhue, D. L., & Thompson, R. L.	1,973
15	A Set of Principles for Conducting and Evaluating Interpretive Field Studies in Information Systems	1999	Klein, H.K., & Myers, M. D.	1,928

\* C: Citation Count

Co-citation networks among these publications can assess the frequency of publications being cited by other articles. The approach for analyzing and visualizing co-citation networks is similar to the method for analyzing and visualizing co-authorship networks described previously. This technique was applied to examine the references used in articles published in the MIS Quarterly, and the linkages between clusters and journals were discovered (Figure 5).

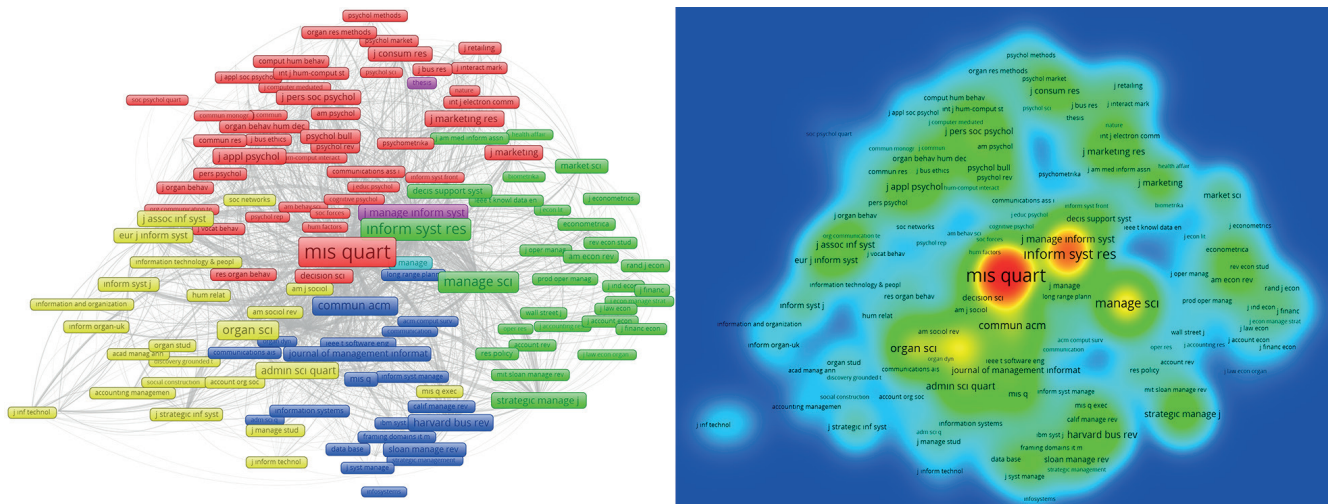


Figure 5. Co-citation Network of Journals (Min. 40 references)

Data from at least 40 co-cited publications were included in the analysis to ensure the readability of the network and the most cited sources, and it was discovered that the journals in which these papers were published were grouped into six different clusters.

#### 4.4. Keywords and Topic Structures

Keywords are another dimension in bibliometric data. Keywords that have been carefully chosen to reflect best the papers provide information about the topics covered in the publications. Network and text analysis can also reveal the composition of keywords and patterns embedded in the keywords in the portfolio. Accordingly, the Conceptual Structure Factorial Analysis

based on Multiple Correspondence Analysis was applied through Bibliometrix package of R embedded into Biblioshiny user interfaces to reveal the topic structures as shown in Figure 6. When the position of the journal in the MIS field is examined, keyword analysis of the papers carried out through title, author keywords, keyword plus, and abstract allows the movement of the field from the 1980s to 2020 to be seen more clearly.

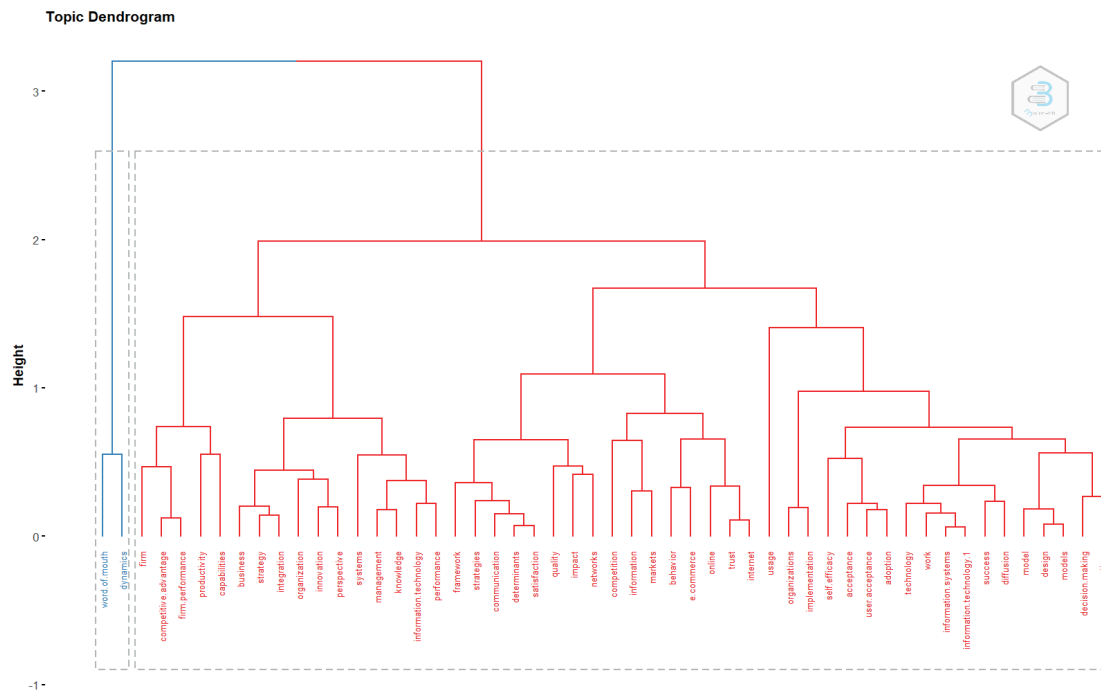


Figure 6. Topic Dendrogram (1980-2020)

When analyzing the topics addressed in the MIS Quarterly for forty years at once, the issues that stood out in the period compared to the overall statistics in this large-scale dataset may disappear. Likewise, a partition should be created in order to see how the age and dynamics of the period are reflected in the publications in the field of MIS. While the forty years between 1980 and 2020 are divided into ten-year sub-periods as 1980-1990, 1991-2000, 2001-2010 for the first periods, the remaining ten years are separated into five-year segments as 2011-2015 and 2016-2020 for the later periods. In this approach, readers will be able to have a better sense of current trends in the foremost journal of the field, and they will be able to learn more about the debates in international literature.

Co-occurrence analysis was performed for the keywords used in each period, and the findings were represented in three distinct ways: network, overlay, and density visualizations. Network visualization is the display of the relationships (edges or links) between data components that take roots from network analysis which is a collection of techniques for evaluating and visualizing the structure of those interactions (John Hopkins, 2022). To display changes over time, overlay visualization might be employed. As a heatmap, density visualization gives a simple summary of the key terms in a field (VOSviewer, 2022).

#### 4.4.1. Period 1: 1980-1990

Between 1980 and 1990, 319 papers were published in MIS Quarterly. 422 authors from 203 different institutions from nine countries collaborated on these studies. The papers include a total of 361 author keywords, and among them, information systems and analysis, MIS, MIS management and development, decision support systems, management information systems, office automation, systems analysis and development, strategic planning, life cycle, user involvement, and critical success factors have more weights and are heavily preferred. On the network, words like telephones, electronic mail, and office systems also stand out (Figure 7).

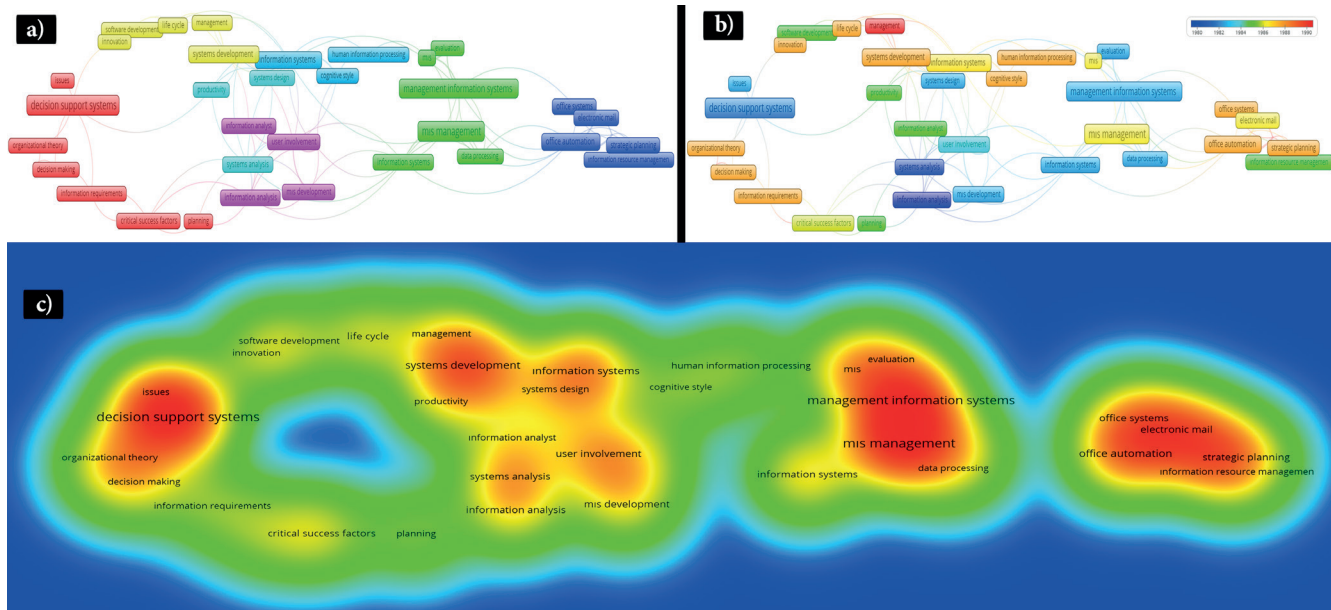


Figure 7. Keyword Network Patterns and Heatmap of Frequencies (1980-1990)

According to the findings collected from keyword clusters, the research primarily focuses on computer science, management science, and organization science. It naturally corresponds to Culnan and Swanson’s (1986) findings, published in the same period and context. Figure 7a depicts the co-occurrence network of keywords; Figure 7b, the network for the most popular research terms on the same network by year, and Figure 7c, heatmap for most frequently used keywords. In terms of today’s equivalent, 1980-1990 can be considered to be the foundation years for information systems. The frameworks that guide MIS research arose in the 1980s according to Ives et al. (1980). The subject became more structured in the 1990s, introducing a classification scheme for MIS research (Barki et al., 1993) and discussing diversity issues (Benbasat and Weber 1996). Topics found not to be problematic in recent years (such as telecommunications, electronic mail, and office systems) were debated in that period. At the beginning of the period, time-dependent topic changes were accumulated on technological topics such as systems analysis, data processing, and decision support systems, while the topics focused on organizational dimensions of MIS such as office automation, organizational theory, cognitive approaches, and strategic planning toward the end of the period.

Alican (2006) evaluated the issue of Israel, Ireland, and India, which are referred to as the 3I countries, with their success in the global software sector, and Ireland’s entry into the telecommunication sector to be strong in the information and communication technologies sector, particularly in the 1980s and 1990s. He added that he places a high value on addressing the sector’s infrastructural issues by developing cybercities, technoparks, and research institutions. He also mentioned that state regulations had been formed to design curricula in training programs following the requirements of the telecommunications industry. After a proper development environment was created for the sector, foreign investors were attracted. This program serves as a model for developing countries seeking a role in the software industry or information and communication technologies. These issues, which were explored at a macro level, were also reflected in the literature at those times.

#### 4.4.2. Period 2:1991-2000

There were 293 research papers published in the journal between 1991 and 2000. 437 authors from 195 different institutions from 22 countries collaborated on these papers. There were 907 author keywords used during that period. Figure 8 summarizes the keyword clusters, trends by year, and their densities. In that sense, information systems and information systems types, systems advances, personnel skills, and management are among the topics that came to the fore and were extensively addressed in the 1991-2000 period. The other hot topics of the period are management, group support systems, expert systems, executive information and executive support systems, decision support and group decision support systems, management of information



systems, electronic meeting systems, information requirements determination, information technology, information systems personnel, implementation, information systems development, measurement, and end-user computing, information systems, software project management, software engineering, service quality, software quality, career management, and human competencies and skills.

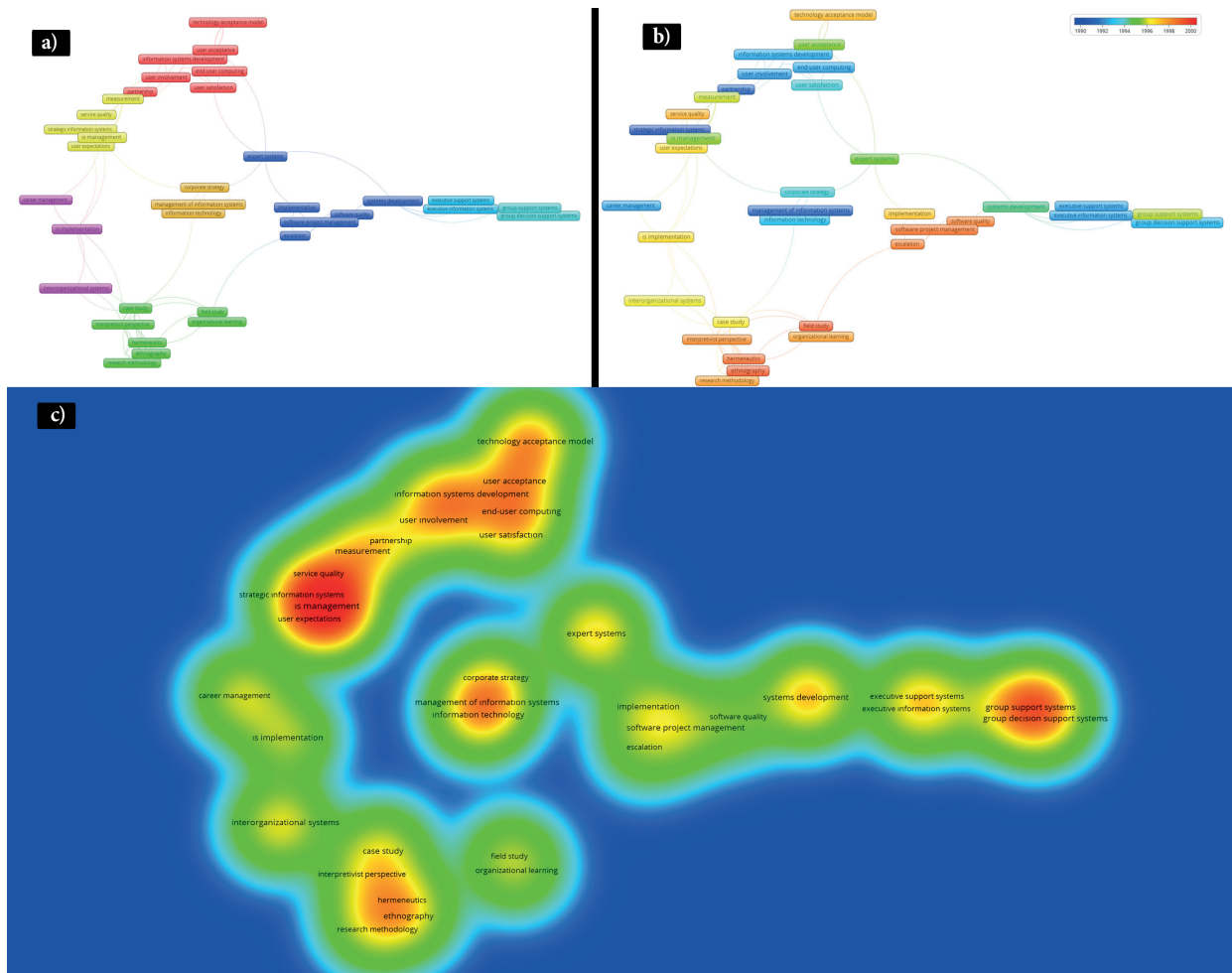


Figure 8. Keyword Network Patterns and Heatmap of Frequencies (1991-2000)

In the early 1990s and early 2000s, studies concentrating on organizational approaches from the preceding analytical period continued. As a result, at this level, the keyword networks established in the time dimension provide vital insights into the future of the relevant literature. Naturally, rapid technological advancements are reflected in MIS research. These studies, along with system analysis and design, system performance measurement, decision support systems, expert systems, and group decision-making systems, are commonly studied topics. The issues of user participation and satisfaction in the design process were handled more compared to the preceding period. Putting the user at the center of the system design was becoming more popular. Near the end of the period, issues such as software development and related service quality and project management became apparent. Project management methodologies were investigated in studies connected to the design of information systems and the development and licensing of relevant software.

Other research undertaken regularly in the literature has discussions in the same direction. The dimensions of the change in information and communication technologies that emerged toward the end of the 1990s, bringing memories and functional circuits to micro dimensions enhanced intelligent functionality, the interconnectivity of various systems, portability and wireless systems, distributed systems that can support parallel architecture or interoperability, and system integration through open system interface, hardware or software (Bowonder et al., 1993). According to Benbasat and Zmud (1999), the focus of

the MIS study during that time turned to the consideration of information technologies as artifacts, the search for MIS's identity, and the questioning of its relationship with related MIS research.

According to Anderson and Lee (2000), the advent of the Internet has significantly altered established business practices and competition regulations and introduced new value propositions and business models. As a result, it depicts the effects of information systems on the organization and its stakeholders and the sector's competitiveness in the research topics of the period. Development, strategic information systems, organizational learning, strategy, corporate strategy, inter-organizational systems, escalation, systems adoption, user involvement, participation, behavior and expectations, partnership, technology acceptance model, and user acceptance and satisfaction are topics covered in these studies.

According to Palvia et al. (2004), the issues of information systems sources and management are addressed extensively and even at the top of the list of topics in research on information systems management in the field of MIS. Figure 8 backs these assertions. This condition can be described as causing information systems to diversify by focusing on business demands and being employed more in organizational processes. The diversification of information systems has had a significant influence. This productivity has been examined as a production process, with software project management and people competencies being called into question more frequently. While interest in electronic commerce, the Internet, information systems, global information technology, artificial intelligence, expert systems, neural networks, and knowledge management issues grew in the same study, interest in executive information systems, information system planning, the internal and external environment, and information management issues decreased. Interest in system function applications has dwindled according to reports.

According to Reddy et al. (2009), MIS allows businesses to deliver the appropriate information to the right people at the right time by boosting interaction between the organization's employees, the data collected in information systems, and the procedures it employs. Of course, as rapidly developing information systems and information technology impact business processes, it is unavoidable for organizations and businesses to be prepared for this, to accept the relevant technologies, and many discussions and research in the field of MIS are taking place during this period. Keyword associations represent these principles in our paper.

On the other hand, Kızıl et al. (2014) stated that as technology evolves, the ecosystem in which businesses operate evolves as well. Companies can improve their competitiveness within this ecosystem by adapting to information technologies, a qualified workforce, and reliable and quality information. This review supports the conclusions drawn by Reddy et al. (2009). The processing, access, classification, protection, and use of information when necessary are examined within the framework of information management in another study (Henkoğlu and Erefoğlu, 2019), which reaches conclusions in parallel with these investigations. Information centers and information professionals mostly carried out these processes before the 1990s. With the increased volume of information produced and the more extensive use of information technologies, particularly for information access, studies on information management in several disciplines have increased since the 1990s.

The rapid rise of the Internet, intranets, extranets, and other interconnected worldwide networks in the 1990s, according to Ergüner Özkoç (2019), considerably boosted the capacities of information systems in the corporate world at the dawn of the twenty-first century. They noted that the role of information systems has changed dramatically and that the usage of internet-based and web-supported businesses and global e-commerce and e-commerce systems has become prevalent in today's commercial organizations' operations and internal processes.

Different conclusions stand out in other research examining the 1990-2000 timeframe regarding the development of the MIS field. These are usually concerned with developing field theories and the construction of a distinct identity. According to Palvia et al. (2004), the subject of MIS Theory, which was intensively explored in earlier years, has seen a dramatic fall throughout the relevant time. According to Benbasat and Zmud (2003), the discipline has yet to establish a distinct identity despite a thirty-year existence due to frequent changes in research techniques and constantly changing technical innovations. The approaches such as action research, case study, field study, research methodology, qualitative research, interpretive perspective, hermeneutics, learning, and ethnography are frequently used in the papers. These findings are similar to Palvia

et al. (2003)'s investigations, in which he reviewed publications from seven top MIS journals from 1993 to 1997. It is worth noting that the survey technique always comes out on top, followed by conceptual models, laboratory tests, and case studies.

Although the conclusions of this study are similar to those of systematic studies in the literature, the transitions between topics and the evolution of subjects in the MIS area can be understood holistically because of the continuous examination of the study over forty years.

#### 4.4.3. Period 3: 2001-2010

Between 2001 and 2010, 346 papers were published in MIS Quarterly. A total of 1,368 keywords were defined for these papers, which were carried out by 555 authors working in 235 different institutions from 24 other countries. According to Henry and Dalton (2002), due to the digital economy, there has been an increase in information technology expenditures in modern organizations in the 2000s. As a result of this transformation, the competencies of business department students for information systems have begun to be discussed. The effect can also be observed in the common word network created by studies published in the MIS Quarterly (Figure 9).

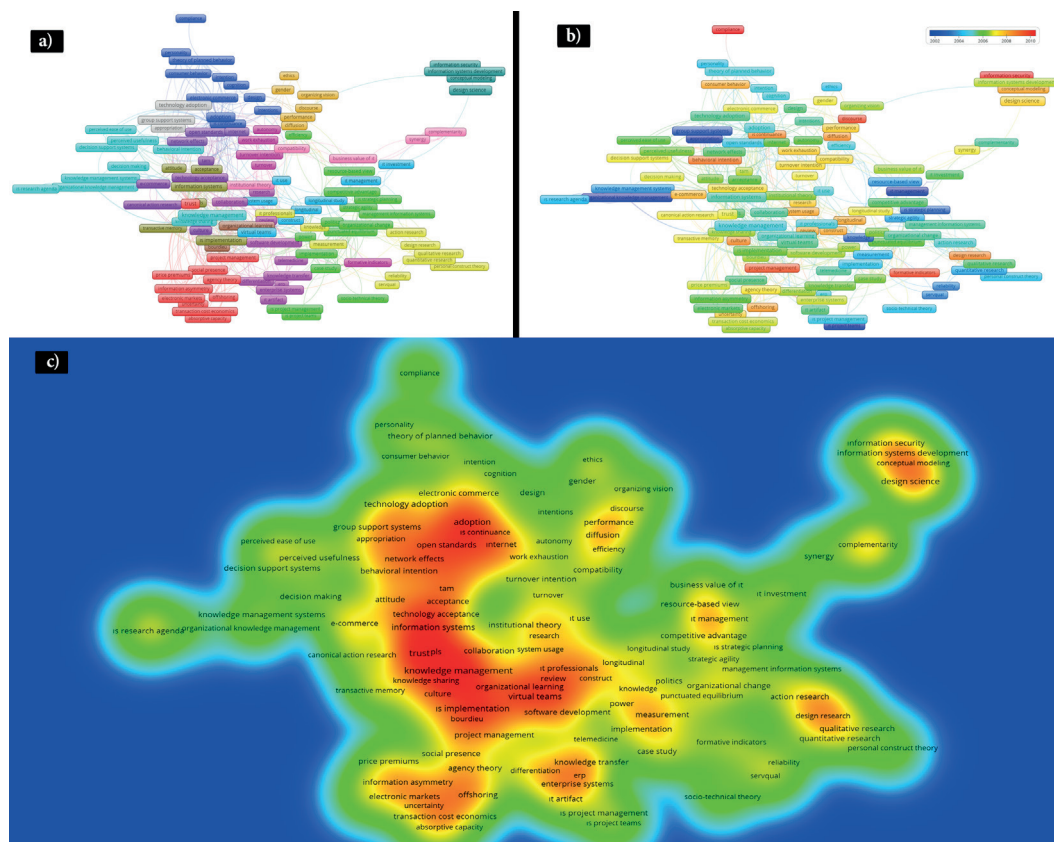


Figure 9. Keyword Network Patterns and Heatmap of Frequencies (2001-2010)

Topics of the period are around the keywords such as technology adoption, technology acceptance model, acceptance, technology acceptance model (TAM), culture, collaboration, IT use, agency theory, the business value of IT, IT investment, adoption, organizational learning, organizational change, competitive advantage, knowledge transfer, knowledge management, knowledge management systems, decision making, theory of planned behavior, and perceived usefulness. These discussions appear to focus mainly on the impact of information technology on businesses, their internal and external stakeholders, their implications for organizational processes, and their competitive advantage. Within the framework of the managerial approach, it is possible to say that the technology acceptance situations, cultural changes, created values, knowledge, and technology transfers experienced in this transformation of organizations that develop in conjunction with technology and adopt MIS are also the subjects of research.

According to US Bureau of Labor Statistics forecasts for the period 2000-2010, computer-related occupations occupy eight of the top ten fastest increasing occupations are as follows: Desktop publishers, database administrators, and systems analysts are examples of software applications engineers, support professionals, systems software engineers, network and systems administrators, network systems and data communications analysts, network and systems administrators, network systems and data communications analysts, and desktop publishers, database administrators, and systems analysts (Noll and Wilkins, 2002). Information systems, software development, information systems development, and implementation, information technology, outsourcing, trust, measurement, performance, relevance, design science, virtual teams, the existence of topics, the product produced in information technology, the production process of this product, and its satisfaction with the product are among the main topics that have been extensively studied and come to the fore.

According to Palvia et al. (2004), the scope of MIS study areas has expanded and become more diverse since 2000. As can be seen from the network, the obtained topic distribution confirms this thesis. Information systems, software development, approaches for these information systems, the necessity for individuals with practical competence, and the diversification of these information systems have still been debated.

Outsourcing software development projects has become a popular topic in recent years, and it is a significant concern in MIS systems that use holistic information technology. The outsourcing of software development to subcontractors outside the client organization's home country is known as global software outsourcing. Customers and software developers have indicated that global outsourcing connections should be prioritized to reap more immense rewards (Heeks et al., 2001). Outsourcing in this area allows a company to focus on its core competencies while making use of vendors' technological competence, economies of scale and scope, and capacity to moderate labor demand changes across multiple customers (Dey, 2010). India, realizing this, is one of the top countries in the area, although the competition is fierce. In the 1990s and 2000s, other nations such as Ireland, Israel, Russia, China, the Philippines, Taiwan, Singapore, and Vietnam gained a reputation for offshore outsourcing (Amoribieta et al., 2001; Nidumolu and Goodman, 1993). According to Athreye (2005), there was a slowdown in software demand in the 2000s, although there was a general increase in the outsourcing market. As a result, it can be said that the term outsourcing, which is one of the most hotly debated topics at the moment, backs up these claims. In the related years of the software business, it can be said that outsourcing of some jobs to overseas countries has been popular, and there has even been a diversification in this study field. According to Babar et al. (2007), reliance on outsourcing partnerships is a relatively recent field of research in software engineering in addition to software outsourcing. Customers and vendors, who are typically from diverse cultural backgrounds, are increasingly conscious of the importance of understanding the dynamics of developing and retaining trust.

Internet is one of the most prominent words in Figure 9. The Internet's power and the rapid growth of information and communication technologies have significantly impacted today's global business and service delivery models (Balaraman and Kosalram, 2013). The quick Internet entrance into our lives since the 1990s and the rapid installation of telecommunication infrastructure in the 2000s have accelerated the spread of global information technology.

Many positive and bad situations experienced during the commissioning of these systems in organizations are worth examining, and sharing the findings with the scientific world will add to the field. In this regard, the inclusion of sociotechnical theory in word networks is also a discovery that should be considered. The following is how O'Brien and Marakas (2011) described the evolution of information systems in processing management across time. Electronic data processing systems from the 1950s to the 1960s, management information systems for business decision processes from the 1960s to the 1970s, decision support systems from the 1970s to the 1980s, end-user information systems from the 1980s to the 1990s, expert and strategic systems from the 1990s. According to him, management information systems and the Internet-based e-commerce systems from the 1990s to the 2000s as well as enterprise resource planning, business intelligence, data visualization, customer and supply chain management systems from the 2000s and later play a critical role in business processes. Internet, e-commerce, electronic marketplaces, offshore, electronic commerce, and network effects are aspects that enable this situation during the period.

Another critical idea set is a computer and, in particular, communication networks. It should not be forgotten that the introduction of social media platforms into our lives, particularly after the first half of the period, resulted in significant

changes and transformations in personal and professional communication and business practices. Virtual teams, remote working environments, and large corporations' outsourcing of these environments are all on the agenda of this period. Keyword clusters in Figure 9 demonstrate this well-known phenomenon using an analytical approach based on scientific study data. While the concepts of Internet, e-commerce, e-government, privacy, and security were at the forefront in the 1990s, information systems, communication, and computer networks were addressed in the 2000s, notably in the 2000s and later according to Henkoğlu and Erefoğlu (2019). With the rapid entrance of media tools into our life, he remarked that access to knowledge and big data concepts are hotly debated topics.

In addition to these topics, the types of studies and methodologies studied in the relevant period, such as resource-based view, qualitative research, structural equation modeling, meta-analysis, case study, empirical research, action research, and so on, were studied in the relevant period, as they were in previous periods. The change in word clusters and diversity reflects itself in the co-occurrence of keyword networks as the period's progress. This shows that as the MIS field has matured, it has become increasingly intertwined with other ecosystems and the dynamics of the age, resulting in a plethora of discoveries and difficulties to investigate. This condition is particularly apparent between 2000 and 2010 when digital transformation signals are enhanced, and technology transfer is accelerated.

#### 4.4.4. Period 4: 2011-2015

Between 2011 and 2015, 1,408 keywords were used to characterize 298 articles published in the MIS Quarterly. 620 authors from 295 different institutions from 32 countries collaborated on these studies. The widespread issues in the preceding period are still prevalent in that period. Figure 10 depicts the research word density.

Information systems, information systems development, information technology (IT), digital infrastructure, enterprise systems, information privacy and security, information privacy concerns, knowledge management, cognition, recommender systems, sociomateriality, digital business strategy, organizational change, and information privacy and security are all terms that are frequently used. Organizational learning, coordination, the business value of information technology, firm performance, information technology, its effect on internal processes, and its value for the business are all concepts and subjects that can be counted. Compared to previous times, there has been an increase in the number of research looking into MIS and related technological breakthroughs in the field of health, and they have become visible in the common-word network. Electronic commerce has become one of the most popular topics as numerous company models have developed.

During this time, research fields such as business intelligence, business analytics, and big data analytics have grown significantly. All research and projects conducted to produce applications for lower-level users and provide application skills in this field to users at all levels with distant learning platforms maintain their leading position in the subject. Chen et al. (2012) stated that business intelligence and analytics have emerged as a field of study that is important for practitioners and researchers, reflecting the size and impact of data-related problems that need to be resolved in contemporary business organizations. It is seen that this field of study, with the motto of decision support not only for managers, but for everyone, surpasses information systems such as expert systems and decision support systems, which were frequently used in keyword co-occurrences networks of previous periods.

Topics like social network analysis and sociomateriality have been quite popular during this time. The most notable research from this period are Cecez-Kecmanovic et al. (2014), Jones (2014), and Scott and Orlikowski (2014). The relational basis of sociomaterialism, according to Carlile et al. (2013), has profound consequences for present conceptions of technology, agency, society, materialism, morality, and ethics. The tremendous rise in the global popularity of social media platforms such as Facebook, Twitter, Instagram, and others has drawn the attention of MIS experts. In their studies, the researchers extensively covered social networks and media, social, social network analysis, collaboration, network effects, networks, society, online communities. Oestreicher-Singer and Sundararajan (2012), Kane et al. (2014), Butler et al. (2014), Johnson et al. (2014) can be referenced for these inferences.

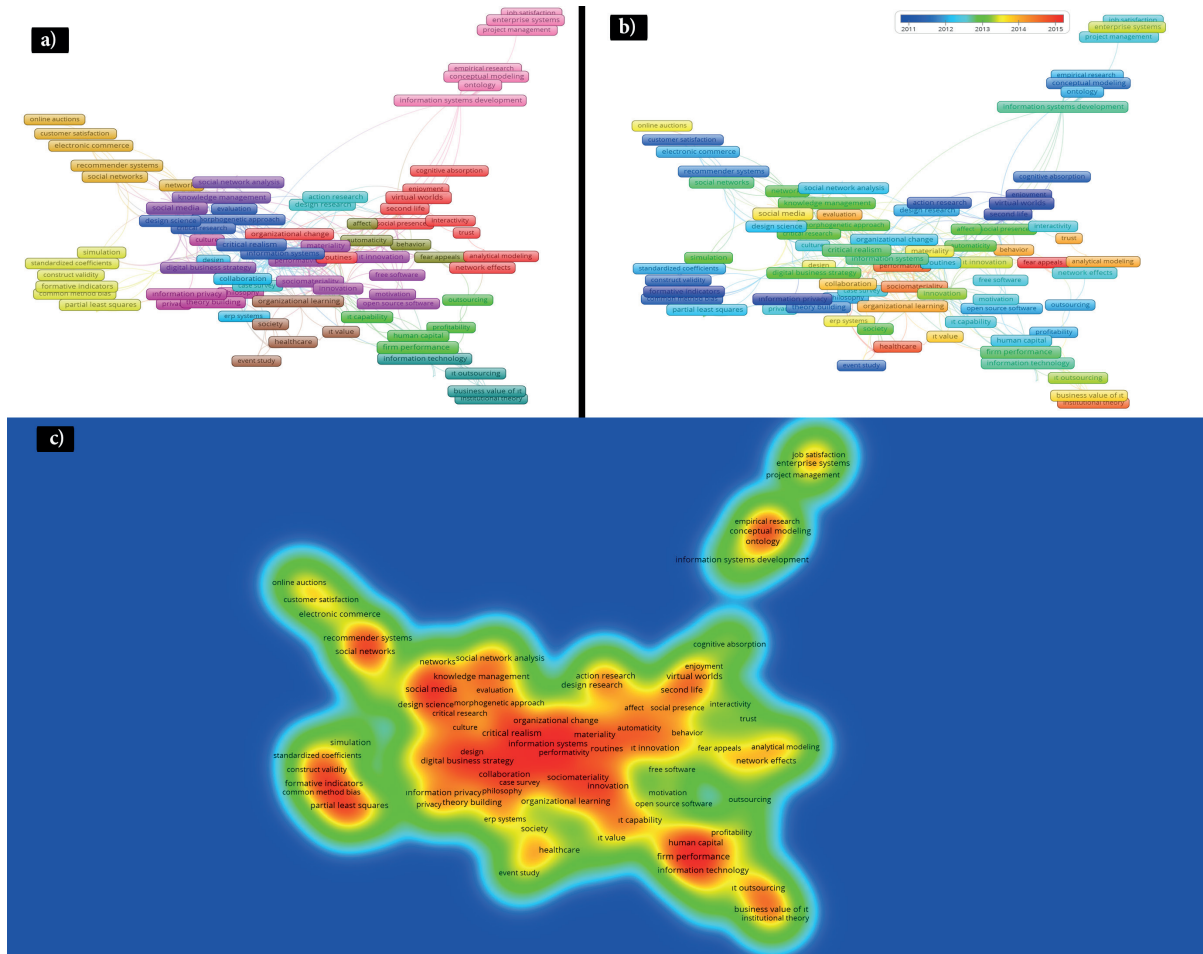


Figure 10. Keyword Network Patterns and Heatmap of Frequencies (2011-2015)

Another concept set that stands out in Figure 10 is gathered around Web 2.0 applications. Along with Web 2.0, online environmental search offers executives unprecedented opportunities to leverage aggregated web intelligence to develop better insights into cross-border sociocultural and political-economic factors (Lau et al., 2012). In this context, many different business models have taken their place in the literature and practice. With the development of data mining, machine learning, and artificial intelligence applications, applications within the scope of recommender systems have also developed rapidly, and opportunities have been created to automatically offer many options to users at mass and personal levels, at the shopping or selection stage. These practices have effectively gone beyond the classical marketing understanding and made digital marketing more dominant in related research. While digital marketing consisted of advertising tools on websites, Google ads, or essential websites in the previous years, in this period, it has advanced to the level of shaping user trends by finding different ways to reach users with Facebook, Instagram, and similar tools (Al-Waked, 2013; Joseph, 2012; Chen and Stallaert, 2014).

In this period, the software infrastructure of information systems, which was discussed in earlier periods, grew in density. This is assumed to be due to the globalization of the market, the increase in human resources entering the market, and the ambition of information technology and software businesses to gain more market share. Keywords of information technology innovation and competence, IT outsourcing and value, human capital, productivity, and performance have high frequencies in this context (Kotlarsky et al., 2014; Su, 2015; Gupta and Zhdanov, 2012; Mehra and Mookerjee, 2012).

In addition to these topics, as in other periods, keywords for research methodology can be listed as partial least squares, text mining, monte carlo simulation, regression, research methods, meta-analysis, theory, structural equation modeling, mixed methods, conceptual modeling, theory building, formative indicators, validity, case study, resource-based view, action

research, practice. Although the Industry 4.0 revolution announcement occurred during this period, concepts such as Industry 4.0 and the Internet of Things did not reach such a frequency that they could be included in the keyword network. Relative terms that can be used in the network have been gathered around the concept of digital transformation.

#### 4.4.5. Period 5: 2016-2020

The MIS Quarterly published 294 research between 2016 and 2020. Given that the latest two periods of the study are each five-year long, it can be concluded that the publishing frequency of the journal has increased in the last ten years. It is assumed that during these periods of rapid digital transformation, communication networks, and business model advancement, substantially more work is involved due to the necessity for more MIS research or increased opportunities. Of course, that rise did not affect the journal's quality or impact. Over five years, 685 authors from 302 different institutions and 30 different countries. 1,548 distinct keywords were used in the articles published in the journal. Figure 11 depicts the period's co-occurrences of keywords.

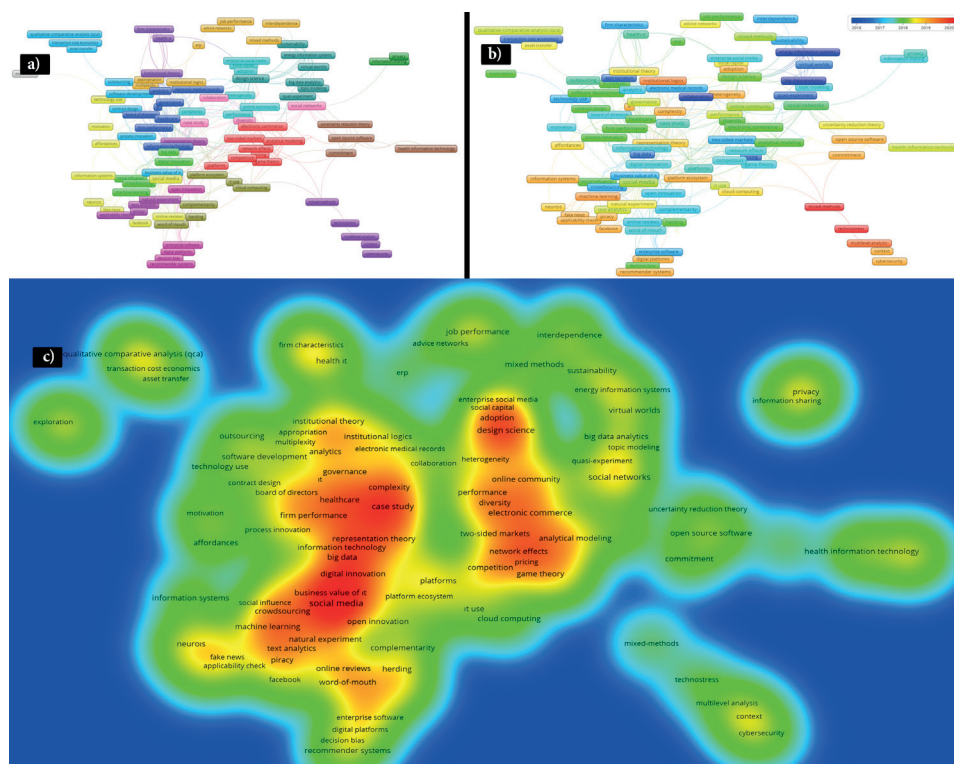


Figure 11. Keyword Network Patterns and Heatmap of Frequencies (2016-2020)

It is seen that understanding the sources of sustainable competitive advantage (Seviçin, 2006) (resource-based view), which was put forward in the 1980s, was one of the topics studied in that period as well (Faulkner and Runde, 2019; Ayabakan et al., 2017). However, software development, performance, job performance and satisfaction, knowledge management, information systems, electronic commerce, the economics of information systems, information technology, the business value of information technology, platforms, digital innovation and transformation, technology adoption and use, adoption, topics such as open innovation, firm performance, privacy, trust, piracy, and security are also up-to-date. With the acceleration of the digital transformation dynamics of the period, the density of concepts such as big data, big data analytics, cloud computing, software-as-a-service, platforms, crowdsourcing, and crowdfunding has increased. It is thought that the studies related to Industry 4.0 are considered around concepts such as digital transformation, digital innovation, and big data. However, it is interesting that the term Industry 4.0 is not directly involved in the network. The problem here may be the preference or frequent use of these terms in the MIS field.

One of the terms observed in Figure 11, Crowdfunding is a new generation investment and funding system that relies on small donations from prominent individuals. Crowdfunding is a method of fundraising that, due to advancements in

communication technologies and the participatory atmosphere provided by the Internet, allows people with innovative ideas and entrepreneurial spirit to pursue their dreams (Yazıcı, 2018; Fettahoğlu and Khusayan, 2017), especially for the developing countries that have low the entrepreneurial capital. Another advantage of the Internet and media is that it facilitates crowdsourcing, an open innovation technique. As traditional innovation relies solely on internal resources, it places a financial strain on businesses by resulting in high-cost items (Bozat, 2017). In this period, utilizing the activities of the virtual crowd or developing related approaches linked to them has been a prevalent issue (Mo et al., 2018; Jian et al., 2018).

In addition to these concepts, the institutional theory, which provides a basis for research in sociology and organizational studies (Angst et al., 2017), and institutional logic, which focuses on how systems shape the cognitive and organizational behaviors of actors (Berente et al., 2019; Faik et al., 2020); recommender systems aiming to present the right advertising points for businesses and the right services and products for users by analyzing mass and personal preferences through machine learning; complex search matching problems (Adomavicius et al., 2019; Malgonde et al., 2020); panel data analyzed in the field of statistics and econometrics (Angst et al., 2017) are among the subjects that left their marks on this period.

The development of digital tools has also closely affected the sociological characteristics and dynamics of activism, causing people to communicate more in virtual environments with the influence of environmental dynamics (Selander and Jarvenpaa, 2016). Therefore, these topics were displayed in the keyword network in Figure 11, with the terms herding, social change, networks and communities, diffusion, network effects, digital activism taking their place among the topics covered in MIS research.

Another area that receives a lot of attention is health informatics. Health information technology, healthcare, electronic health records, chronic disease self-management, health care patient systems, clinical decision making, healthcare predictive analytics, regional health services, information technology, and digital advantages for health services are some of the subtitles attached to the keyword network in this context (Lin et al., 2017; Bernardi et al., 2019; Son et al., 2020). The reflection of the Covid 19 pandemic affecting the entire world in the literature was also investigated, especially in 2019 and 2020; however, no publication on the global epidemic was discovered in the dataset. At this point, MIS researchers can conduct a variety of studies on how to handle epidemics in various ways, as well as their impact on business processes, organizational structure, and system actors. In reality, it has been observed that many distinct issues have been explored on this topic in prior periods. (Venkatesh et al., 2017; Salovaara et al., 2019; Tan et al., 2020). The fact that the pandemic was declared in 2019 and that research on the subject takes time to conduct and publish could have an impact on the outcome. Given that research in the social and technological sciences is published considerably faster on the epidemic, this might be viewed as MIS researchers progressing more slowly to develop solutions for providing information and knowledge. It is also worth noting that there is the possibility of conducting further in-depth research to get more concrete results.

Global warming and the difficulties it generates have also been examined in the literature in the field of MIS, with sustainability being one of recent debated topics (Jha et al., 2016; Vaast et al., 2017; Wunderlich et al., 2019) since MIS and the related information technologies are the essential tools for addressing climate change (Damar and Gökşen, 2018).

In this period and the previous period, we encountered other exciting topics: virtual worlds, second life, critical realism, virtual worlds, virtual reality, and virtual environments (Baskerville et al., 2019; Harrison and Windeler, 2020;). It is also common for these concepts, which have an important place in the historical development of the metaverse phenomenon (Damar, 2021a; Damar, 2021b), which is expressed as the future of the Internet, to be one of the research titles in a critical journal in the field of MIS. Especially in recent years, developments in blockchain technology, sensor technology, the advancement of augmented and virtual reality technologies, along with the latest statements of South Korea and Facebook founder Zuckerberg about Metaverse (Yonhap News Agency, 2021; Alang 2021), have come to the fore on these issues, and research on these issues is predicted to increase even more (Damar, 2021a).

In addition to these topics, as in other periods, such as game theory, mixed methods, machine learning, case study, natural experiment, representation theory, online reviews, qualitative comparative analysis, sentiment analysis, text analytics, literature review, theory development, and analytical modeling are the types of methodologies studied in the period.



MIS was initially defined as a relatively new academic discipline with its tradition and history, focusing on the strategic, managerial, and operational use of different information systems at different levels (Culnan 1987; Baskerville and Myers, 2002; Katerattanakul et al., 2006). The trends observed in this study, in which we evaluated the field's forty years, show that MIS has always been one of the leading research areas, with studies that assess all of today's dynamics from its perspective, in a variety of fields, and conjunction with the foundations in this definition.

## 5. CONCLUDING REMARKS

The study contributes to the MIS literature in many ways. The forty-year development of the field has been evaluated through the MIS Quarterly, one of the most critical journals in the MIS research field. The findings reveal the prominent publications, authors, journals, citations, and the relationships among these dimensions. In addition to descriptive statistics, analysis within the scope of cluster analysis, network model, and text analytics reveals the field's situation since the 1980s.

Field researchers and journal editors can learn a lot from the findings of such investigations. Researchers can learn about commonly utilized approaches and subject areas and know which topics are popular in the field. It allows researchers to compare their positions in the field as well as popular study topics to their own. It provides an overview of the overall structure of the field for journal editors, as well as a notion of the gaps in the literature (Palvia et al., 2004)

When the patterns among researchers and the diversity of referenced journals are evaluated together with word and subject analysis, it has been seen that the MIS field is related to many disciplines from human-computer interaction, user tendencies, use of information systems to data analysis. The transformation of the MIS field has directly paralleled the development of information and communication technologies. Researchers have revealed essential findings over the years on the impact of information and communication technologies on business. In the analyses made on the subject types, it is revealed that the journal approaches to the MIS field from a managerial and philosophical point of view. Although it parallels with the technological developments, the concepts such as the Internet of Things and Industry 4.0, which have left their marks on the agenda, especially in organizational levels recently, have not reached the level of visibility yet.

There have been particular bibliometric studies on MIS Quarterly or in the context of MIS in previous years. However, it is beneficial to repeat some research over time to update knowledge, conclusions and trends because the literature is a dynamic entity in constant motion and development. From this point of view, this study varies from others in that it deals with a forty-year-old portfolio with holistic and sub-fractions supported by various tools and visuals and its comparative findings to their literature counterparts.

From the window of the MIS Quarterly, this bibliometric and scientometric research conducted over forty years would provide useful information for researchers and practitioners who need to evaluate the MIS field holistically and find precursor studies that would provide a basis for future research. It is thought that such studies also have a catalytic effect by revealing the topics that have been effective in the historical process, especially for researchers in developing countries other than those published in this journal.

Researchers in countries with low productivity in MIS Quarterly such as Turkey, Kenya, Egypt, Malaysia, Qatar can be advised to focus on opportunities to study or participate in projects in these prominent institutions. Collaboration opportunities with leading institutions and academics can be created by making use of government scholarships, post-doc or visiting researcher funds. By doing so, it is possible for researchers to make significant contributions both to their personal academic development and to the development of the national MIS domain.

The foundation of MIS Quarterly is an unmissable success story. The Management Information Systems Research Center, one of the field's most important centers, publishes MIS Quarterly. Both the center's and journal's contributions to the field can serve as a source of inspiration for countries looking to improve in this area and generating policies. Such initiative is expected to have a good impact on academics' viewpoints and global collaborations.

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

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

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

**Author Contributions:** Conception/Design of Study-M.D., G.Ö.; Data Acquisition- M.D.; Data Analysis/Interpretation- M.D., G.Ö.; Drafting Manuscript- M.D., G.Ö.; Critical Revision of Manuscript- M.D., G.Ö.; Approval and Accountability- M.D., G.Ö.; Material and Technical Support- M.D., G.Ö.; Supervision- M.D., G.Ö.

**Hakem Değerlendirmesi:** Dış bağımsız.

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

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

**Yazar Katkıları:** Çalışma Konsepti/Tasarım- M.D., G.Ö.; Veri Toplama- M.D.; Veri Analizi/Yorumlama- M.D., G.Ö.; Yazı Taslağı- M.D., G.Ö.; İçeriğin Eleştirel İncelemesi- M.D., G.Ö.; Son Onay ve Sorumluluk- M.D., G.Ö.; Malzeme ve Teknik Destek- M.D., G.Ö.; Süpervizyon M.D., G.Ö.

## References/Kaynaklar

- Adeoti-Adekeye, W. B. (1997). The importance of management information systems. *Library Review*, 46 (5), 318-327.
- Adomavicius, G., Bockstedt, J. C., Curley, S. P., & Zhang, J. (2019). Reducing recommender system biases: An investigation of rating display designs. *MIS Quarterly*, 43(4), 1321-1341.
- Akaranga, S. I., & Makau, B. K. (2016). The Hermeneutics of Education Management Information Systems for Kitinga Primary School in Mwingi Central-Kenya. *Journal of Education and Practice*, 7(35), 36-40.
- Akpınar, H. (2011). Türkiye’de Enformasyon Sistemleri Öğretiminde 20. Yıl. Uluslararası 9. Bilgi, Ekonomi ve Yönetim Kongresi Bildirileri, 01 January 2011, pp.565-665
- Alang, N. (2021). Facebook wants to move to ‘the metaverse’ -here’s what that is and why you should be worried. Access date: 02/02/2022. <https://www.thestar.com/business/opinion/2021/10/23/facebook-wants-to-move-to-the-metaverse-heres-what-that-is-and-why-you-should-be-worried.html>
- Alican, F. (2006). Ekonomik ve Sosyal Boyutlarıyla Dünyada ve Türkiye’de Yazılım Sektörü. İstanbul: İletişim Yayınları.
- Al-Mamary, Y. H., Shamsuddin, A., & Abdul Hamid, N. A. (2013). The impact of management information systems adoption in managerial decision making: A review. *Management Information Systems*, 8(4), 010-017.
- Al-Waked, A. M. (2013). The effect of the information management policy on the growth of the Digital Economy: the case of the Arab Spring. *American Academic & Scholarly Research Journal*, 5(4), 136.
- Amoribieta, K., Bhaumik, K., & Kanakamedala, A. D. (2001). Parkhe Programmers abroad: A primer on offshore software development. *Mckinsey Quarterly*, 2 (2001), 129-139.
- Anderson, D. L., & Lee, H. L. (2000). The internet-enabled supply chain: From the “first click” to the “last mile”. *Achieving supply chain excellence through technology*, 2(4), 1-7.
- Angst, C. M., Wowak, K. D., Handley, S. M., & Kelley, K. (2017). Antecedents of information systems sourcing strategies in US hospitals: A longitudinal study. *MIS Quarterly*, 41(4), 1129-1152.
- Argyris, C. (1971). Management information systems: The challenge to rationality and emotionality. *Management Science*, 17(6), B275-B292.
- Athreye, S. S. (2005). The Indian software industry and its evolving service capability. Edited by Ashish Arora, Alfonso Gambardella. *From underdogs to tigers: The rise and growth of the software industry in Brazil, China, India, Ireland, and Israel*, 7-40. New York: Oxford Press.
- Ayabakan, S., Bardhan, I. R., & Zheng, Z. (2017). A data envelopment analysis approach to estimate it-enabled production capability. *MIS Quarterly*, 41(1), 189-205.
- Babar, M. A., Verner, J. M., & Nguyen, P. T. (2007). Establishing and maintaining trust in software outsourcing relationships: An empirical investigation. *Journal of Systems and software*, 80(9), 1438-1449.
- Balaraman, P., & Kosalram, K. (2013). E-Hospital Management & Hospital Information Systems- Changing Trends. *International Journal of Information Engineering & Electronic Business*, 5(1), 50-58.
- Barki, H., Rivard, S., & Talbot, J. (1993). A keyword classification scheme for IS research literature: An update. *MIS Quarterly*, 17(2), 209-226.
- Baskerville, R. L., & Myers, M. (2002). Information systems as a reference discipline. *MIS Quarterly*, 26(1), 1-14.
- Baskerville, R. L., Myers, M. D., & Yoo, Y. (2019). Digital first: The ontological reversal and new challenges for is research. *MIS Quarterly*, 44(2), 509-523.
- Benbasat, I., & Weber, R. (1996). Rethinking “diversity” in information systems research. *Information Systems Research*, 7(4), 389-399.
- Benbasat, I., & Zmud, R. W. (1999). Empirical research in information systems: The practice of relevance. *MIS Quarterly*, 23(1), 3-16.
- Benbasat, I., & Zmud, R. W. (2003). The identity crisis within the IS discipline: Defining and communicating the discipline’s core properties. *MIS Quarterly*, 27(2), 183-194.
- Bensghir Kaya, T. (2002). Türkiye’de Yönetim Bilişim Sistemleri Disiplininin Gelişimi Üzerine Düşünceler. *Amme İdaresi Dergisi*, 35(1), 77-103.
- Berente, N., Lyytinen, K., Yoo, Y., & Maurer, C. (2019). Institutional logics and pluralistic responses to enterprise system implementation: a qualitative meta-analysis. *MIS Quarterly*, 43(3), 873-902.
- Bernardi, R., Sarker, S., & Sahay, S. (2019). The role of affordances in the deinstitutionalization of a dysfunctional health management information system in Kenya: An identity work perspective. *MIS Quarterly*, 43(4), 1177-1200.

- Bowonder, B., Miyqake, T., & Singh, T. M. (1993). Emerging trends in information technology: Implications for developing countries. *International Journal of Information Management*, 13(3), 183-204.
- Bozat, Z. A. (2017). Kadın Girişimciler ve İnovasyon; Topluluktan Faydalanma (Crowdsourcing) Yönteminin Getirebileceği Çözümler: Şişli Bölgesindeki Kadın Girişimciler. *Artvin Çoruh Üniversitesi Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi*, 3(1), 26-37.
- Butler, B. S., Bateman, P. J., Gray, P. H., & Diamant, E. I. (2014). An attraction–selection–attrition theory of online community size and resilience. *MIS Quarterly*, 38(3), 699-729.
- Carlile, P. R., Nicolini, D., Langley, A., & Tsoukas, H. (2013). How matter matters: Objects, artifacts, and materiality in organization studies—introducing the third volume of perspectives on organization studies. P. R. Carlile, D. Nicolini, A. Langley, and H. Tsoukas. (eds.), *How matter matters: Objects, artifacts, and materiality in organization studies*, Oxford, UK: Oxford University Press, pp.1-15.
- Cecez-Kecmanovic, D., Galliers, R. D., Henfridsson, O., Newell, S., & Vidgen, R. (2014). The sociomateriality of information systems: Current status, future directions. *MIS Quarterly*, 38(3), 809-830.
- Chen, H., Chiang, R. H., & Storey, V. C. (2012). Business intelligence and analytics: From big data to big impact. *MIS Quarterly*, 36(4), 1165-1188.
- Chen, J., & Stallaert, J. (2014). An economic analysis of online advertising using behavioral targeting. *MIS Quarterly*, 38(2), 429-449.
- Cocosila, M., Serenko, A., & Turel, O. (2011). Exploring the management information systems discipline: a scientometric study of ICIS, PACIS and ASAC. *Scientometrics*, 87(1), 1-16.
- Culnan, M. J. (1987). Mapping the intellectual structure of MIS, 1980-1985: A co-citation analysis. *MIS Quarterly*, 11(3), 341-353.
- Culnan, M. J., & Swanson, E. B. (1986). Research in management information systems, 1980-1984: Points of work and reference. *MIS Quarterly*, 10(3), 289-302.
- Damar, M. (2021a). Metaverse Shape of Your Life for Future: A bibliometric snapshot. *Journal of Metaverse*, 1(1), 1-8.
- Damar, M. (2021b). Metaverse Eğitim Teknolojisi. Tarık Talan (Ed.). *Eğitimde Dijitalleşme Yeni Yaklaşımlar*. İstanbul: Efe Akademi Yayınevi, pp.169-192.
- Damar, M., & Aydın, Ö. (2021). Türkiye'nin 2010 Sonrası Yönetim Bilişim Sistemleri Alanında Uluslararası Q1 Dergilerinde Durumu. *İzmir İktisat Dergisi*, 36(4), 811-842.
- Damar, M., & Gökşen, Y. (2018). Yeşil Bilişim Yaklaşımıyla Kullanıcı ve Kurum Odaklı Enerji Yönetim Sistemi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 20(58), 259-274.
- Damar, M., Özdağoğlu, G., & Gökşen, Y. (2021). Yönetim Bilişim Sistemleri Alanında Ulusal Yayın Kaynaklarının Değerlendirilmesi. *Uluslararası Yönetim Bilişim Sistemleri ve Bilgisayar Bilimleri Dergisi*, 5(2), 194-211.
- Damar, M., Özdağoğlu, G., & Özdağoğlu, A. (2018). Software Quality and Standards on a Global Scale: Trends in the Literature from Scientific and Sectoral Perspective. *Alphanumeric Journal*, 6(2), 325-348.
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319-340.
- Dey, D., Fan, M., & Zhang, C. (2010). Design and analysis of contracts for software outsourcing. *Information Systems Research*, 21(1), 93-114.
- Donthu, N., Kumar, S., Pandey, N., & Gupta, P. (2021). Forty years of the International Journal of Information Management: A bibliometric analysis. *International Journal of Information Management*, 57(2021), 1-22. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2020.102307>
- e Fonseca, B. D. P. F., Sampaio, R. B., de Araújo Fonseca, M. V., & Zicker, F. (2016). Co-authorship network analysis in health research: method and potential use. *Health Research Policy and Systems*, 14(1), 1-10.
- Ergüner Özkoç, E. (2019). Türkiye'de Yönetim Bilişim Sistemleri Çalışmalarının Bibliyometrik Yapısı ve Sosyal Ağ Analizi ile Çözümlemesi. *Sosyal Bilimler Dergisi*, 12(1), 25-43.
- Faik, I., Barrett, M., & Oborn, E. (2020). How information technology matters in societal change: An affordance-based institutional logics perspective. *MIS Quarterly*, 44(3), 1359-1390.
- Farhoomand, A. F. (1987). Scientific progress of management information systems. *ACM SIGMIS Database: The Database for Advances in Information Systems*, 18(4), 48-56.
- Faulkner, P., & Runde, J. (2019). Theorizing the Digital Object. *MIS Quarterly*, 43(4), 1279-1302.
- Fettahoğlu, S., & Khusayan, S. (2017). Yeni finansman olanağı: Kitle fonlama. *Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 10(4), 497-521.
- Gambill, S., Clark, J., & Maier, J. L. (1999). CIS vs MIS vs...: The name game. *The Journal of Computer Information Systems*, 39(4), 22-25.
- Garfield, E. (2009). From the science of science to Scientometrics visualizing the history of science with HistCite software. *Journal of Informetrics*, 3(3), 173-179. <https://doi.org/10.1016/J.Joi.2009.03.009>
- Gillenson, M. L., & Stutz, J. D. (1991). Academic issues in MIS: Journals and books. *MIS Quarterly*, 15(4), 447-452.
- Gorry, G. A., & Scott Morton, M. S. (1971). A framework for management information systems. *Sloan Management Review*, 13(1), 55-70
- Gupta, A., & Zhdanov, D. (2012). Growth and sustainability of managed security services networks: An economic perspective. *MIS Quarterly*, 36(4), 1109-1130.
- Harrison, A., & Windeler, J. B. (2020). Framing Communication: How Agenda Alignment and Media Capabilities Shape Partially Cooperative Communication. *MIS Quarterly*, 44(2), 771-807.
- Heeks, R., Krishna, S., Nicholson, B., & Sahay, S. (2001). Synching or sinking: global software outsourcing relationships. *IEEE Software*, 18(2), 54-60.
- Henkoğlu, T., & Şerefoğlu H. (2019). Evaluation of the Department of Management Information Systems Curriculums from the Perspective of Information Management. *Journal of Higher Education and Science*, 9(3), 587-602.
- Henry, D., & Dalton, D. (2002). Information technology industries in the new economy. In J. Mayer & L. Price (Eds). *Digital Economy 2002. U.S.*

*Department of Commerce. Economics And Statistics Administration.*

- Holsapple, C. W. (2008). The pulse of multiparticipant systems. *Journal of Organizational Computing and Electronic Commerce*, 18(4), 333-343.
- Hood, W. W., & Wilson, C. S. (2001). The literature of bibliometrics, scientometrics, and informetrics. *Scientometrics*, 52(2), 291-314.
- Issac, G., Rajendran, C., & Anantharaman, R.N. (2006). An instrument for the measurement of customer perceptions of quality management in the software industry: An empirical study in India. *Software Quality Journal*, 14, 291-308.
- Ives, B., & Olson, M. H. (1984). User involvement and MIS success: A review of research. *Management science*, 30(5), 586-603.
- Ives, B., Hamilton, S., & Davis, G. B. (1980). A framework for research in computer-based management information systems. *Management science*, 26(9), 910-934.
- Jha, S. K., Pinsonneault, A., & Dubé, L. (2016). The evolution of an ict platform-enabled ecosystem for poverty alleviation. *MIS Quarterly*, 40(2), 431-446.
- Jian, L., Yang, S., Ba, S., Lu, L., & Jiang, C. (2018). Managing the Crowds: The Effect of Prize Guarantees and In-Process Feedback on Participation in Crowdsourcing Contests. *MIS Quarterly*, 43(1), 97-112.
- John Hopkins, (2022). Guide for technologies, techniques, and best practices for data visualization, Access date: 12/04/2022. <https://guides.library.jhu.edu/datavisualization/network>
- Johnson, S. L., Faraj, S., & Kudaravalli, S. (2014). Emergence of power laws in online communities. *MIS Quarterly*, 38(3), 795-A13.
- Jones, M. (2014). A matter of life and death: Exploring conceptualizations of sociomateriality in the context of critical care. *MIS Quarterly*, 38(3), 895-A6.
- Joseph, S. (2012). Social media, political change, and human rights. *Boston College International & Comparative Law Review*, 35(1), 145-188.
- Kane, G. C., Alavi, M., Labianca, G., & Borgatti, S. P. (2014). What's different about social media networks? A framework and research agenda. *MIS Quarterly*, 38(1), 275-304.
- Kannabiran G., & Sankaran K. (2011). Determinants of software quality in offshore development-An empirical study of an Indian vendor. *Information and Software Technology*, 53(2011), 1199- 1208.
- Katerattanakul, P., Han, B., & Rea, A. (2006). Is information systems a reference discipline? *Communications of the ACM*, 49(5), 114-118.
- Kızıllı, C., Şeker, S., & Bozan, D. (2014). Bilgi Teknolojileri Ve Bilgisayar Kullanımının Öğrencilerin Muhasebe Dersindeki Başarısına Etkisi. *Alphanumeric Journal*, 2(2), 77-97.
- Kotlarsky, J., Scarbrough, H., & Oshri, I. (2014). Coordinating expertise across knowledge boundaries in offshore-outsourcing projects. *MIS Quarterly*, 38(2), 607-A5.
- Lau, R. Y., Liao, S. S., Wong, K. F., & Chiu, D. K. (2012). Web 2.0 environmental scanning and adaptive decision support for business mergers and acquisitions. *MIS Quarterly*, 36(4), 1239-1268.
- Laudon, K., & Laudon, J. (2002). *Management Information Systems - 7th ed*, New Jersey, USA: Prentice-Hall,.
- Lin, Y. K., Chen, H., Brown, R. A., Li, S. H., & Yang, H. J. (2017). Healthcare predictive analytics for risk profiling in chronic care: A Bayesian multitask learning approach. *MIS Quarterly*, 41(2), 473-495.
- Lunt, B. M., Reichgelt, H., Ashford, T., Phelps, A., Slazinski, E., & Willis, C. (2003). An empirical comparison of baccalaureate programs in computing. In *Proceedings of the 2003 International Conference on Engineering and Computer Education (ICECE)* (pp. 17-20). March 16 - 19, São Paulo, Brazil.
- Malgonde, O., Zhang, H., Padmanabhan, B., & Limayem, M. (2020). Taming Complexity in Search Matching: Two-Sided Recommender Systems on Digital Platforms. *MIS Quarterly*, 44(1), 49-84.
- Mehra, A., & Mookerjee, V. (2012). Human capital development for programmers using open source software. *MIS Quarterly*, 36(1), 107-122.
- MIS Quarterly, (2021). About MIS Quarterly. Access date: 2/06/2021. <https://misq.org/about/>
- Mo, J., Sarkar, S., & Menon, S. (2018). Know when to run: Recommendations in crowdsourcing contests. *MIS Quarterly*, 42(3), 919-944.
- Mohanty, B. (2014). Management Information Systems Quarterly (MISQ): A Bibliometric Study. *Library Philosophy and Practice*, 0\_1, 1-16.
- Nath, R. P., & Badgujar, M. (2013). Use of Management Information System in an Organization for Decision Making. *ASM's International E-Journal of Ongoing Research in Management and IT*, 2(6), 160-171.
- Nidumolu, S. R., & Goodman, S. E. (1993). Computing in India: an Asian elephant learning to dance. *Communications of the ACM*, 36(6), 15-22.
- Noll, C., & Wilkins, M. (2002). Critical skills of IS professionals: A model for curriculum development. *Journal of Information Technology Education: Research*, 1(1), 143-154.
- O'Brien, J. A., & Marakas G.M. (2011). *Management Information Systems*. New York: McGraw-Hill/Irwin.
- Oestreicher-Singer, G., & Sundararajan, A. (2012). Recommendation networks and the long tail of electronic commerce. *MIS Quarterly*, 36(1), 65-83.
- Özdağoğlu, A., Özdağoğlu, G., Topoyan, M., & Damar, M. (2020). A predictive filtering approach for clarifying bibliometric datasets: an example on the research articles related to industry 4.0. *Technology Analysis & Strategic Management*, 32(2), 158-174.
- Palvia, P., Leary, D., Mao, E., Midha, V., Pinjani, P., & Salam, A. F. (2004). Research methodologies in MIS: an update. *The Communications of the Association for Information Systems*, 14(1), 58.
- Palvia, P., Mao, E., Salam, A. F., & Soliman, K. S. (2003). Management information systems research: what's there in a methodology?. *Communications of the Association for Information Systems*, 11(1), 239-309.
- Pierson, J. K., Kruck, S. E., & Teer, F. (2008). Trends in names of undergraduate computer-related majors in AACSB-accredited schools of business in the USA. *Journal of Computer Information Systems*, 49(2), 26-31.
- Reddy, G. S., Srinivasu, R., Rikkula, S. R., & Rao, V. S. (2009). Management information system to help managers for providing decision making in an organization. *International Journal of Reviews in Computing*, 5(1), 1-6.

- Salovaara, A., Lyytinen, K., & Penttinen, E. (2019). High reliability in digital organizing: Mindlessness, the frame problem, and digital operations. *MIS Quarterly*, 43(2), 555-578.
- Scimagojr, (2021). MIS Quarterly: Management Information Systems. Access date: 02/01/2022. <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=12402&tip=sid&clean=0>
- Scopus, (2022). Most contributed Topics 2016-2020. Access date: 12/04/2022. <https://www.scopus.com/>
- Scott, S. V., & Orlikowski, W. J. (2014). Entanglements in practice: Performing anonymity through social media. *MIS Quarterly*, 38(3), 873-894.
- Selander, L., & Jarvenpaa, S. L. (2016). Digital action repertoires and transforming a social movement organization. *MIS Quarterly*, 40(2), 331-352.
- Seviçin, A. (2006). Kaynaklara Dayalı Rekabet Stratejisi Geliştirme. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (15), 109-224.
- Shotton, D., Portwin, K., Klyne, G., & Miles, A. (2009). Adventures in semantic publishing: Exemplar semantic enhancements of a research article. *PLoS Computational Biology*, 5(4), 1-17.
- Son, J., Flatley Brennan, P., & Zhou, S. (2020). A Data Analytics Framework for Smart Asthma Management Based on Remote Health Information Systems with Bluetooth-Enabled Personal Inhalers. *MIS Quarterly*, 44(1), 285-303.
- Su, N. (2015). Cultural sensemaking in offshore information technology service suppliers. *MIS Quarterly*, 39(4), 959-984.
- Tan, B., Pan, S. L., Chen, W., & Huang, L. (2020). Organizational Sensemaking in ERP Implementation: The Influence of Sensemaking Structure. *MIS Quarterly*, 44(4), 1773-1809.
- Tonta, Y., & Al, U. (2007). Türkiye'nin bilimsel yayın haritası: Türkiye'de dergi yayıncılığı üzerine bibliyometrik bir araştırma. TÜBİTAK Proje, (105K088). Access date: 02/02/2021. <http://bby.hacettepe.edu.tr/bs/projeler/105K088.pdf>
- Uğur, N. G., Okursoy, A., & Turan, A. H. (2016). Türkiye'de Yönetim Bilişim Sistemleri Eğitimi ve Yetkinlik Alanı Değerlendirmesi. *İşletme Bilimi Dergisi*, 4(1), 111-122.
- Vaast, E., Safadi, H., Lapointe, L., & Negoita, B. (2017). Social Media Affordances for Connective Action: An Examination of Microblogging Use During the Gulf of Mexico Oil Spill. *MIS Quarterly*, 41(4), 1179-1205.
- Venkatesh, V., Windeler, J., Bartol, K. M., & Williamson, I. (2017). Person-organization and person-job fit perceptions of new employees: work outcomes and gender differences. *MIS Quarterly*, 41(2), 525-558.
- VOSViewer, (2022). Visualizing scientific landscapes, Access date: 12/04/2022. <https://www.vosviewer.com/features/highlights>
- Waltman, L., & Van Eck, N. J. (2013). A smart local moving algorithm for large-scale modularity-based community detection. *The European physical journal B*, 86(11), 1-14.
- Waltman, L., Van Eck, N. J., & Noyons, E. C. (2010). A unified approach to mapping and clustering of bibliometric networks. *Journal of informetrics*, 4(4), 629-635.
- Wunderlich, P., Veit, D. J., & Sarker, S. (2019). Adoption of sustainable technologies: A mixed-methods study of German households. *MIS Quarterly*, 43(2), 673-691.
- Yarlıkaş, S. (2015). Yönetim bilişim sistemleri disiplininin Türkiye'deki mevcut durumu üzerine bir inceleme. *Yükseköğretim ve Bilim Dergisi*, 5(2), 136-147.
- Yonhap News Agency, (2021). Seoul to offer new concept administrative services via metaverse platform, Access date: 02/02/2022. <http://www.koreaherald.com/view.php?ud=20211103000692>
- Yazıcı, T. (2018). Amatör İnovasyonun Destekçisi "Crowdfunding": "Buluşum" Sitesi Üzerine Bir İnceleme. *Global Media Journal: Turkish Edition*, 9(17), 225-249.



# Görüntü İşleme Teknikleri ve Kelime Benzerliklerinin Ağırlıkları Algoritması Kullanılarak Geleneksel Sınavların Değerlendirilmesi

## Grading Traditional Exams Using Image Processing Techniques and the Word Similarity Weights Algorithm

Yahya Gedik<sup>1</sup> , Serdar Solak<sup>2</sup> , Mustafa Hikmet Bilgehan Uçar<sup>2</sup> 



### ÖZ

Teknolojide yaşanan hızlı gelişmeler eğitim alanına da yansımıştır. Eğitim kurumları, bilgisayar destekli olarak verdikleri eğitimleri çevrim içi veya çevrim dışı platformlarla desteklemeye başlamışlardır. Bu platformların kullanılması ile yapılan sınavların değerlendirilmesi sistem tarafından hızlı bir şekilde gerçekleştirilebilmektedir. Diğer taraftan, öğrencilere geleneksel yöntemler kullanılarak sınıf ortamında test, klasik, eşleştirmeli ve doğru yanlış tiplerinde soruları içeren sınavlar da uygulanmaktadır. Özellikle, sınavın sadece çoktan seçmeli sorulardan oluşmadığı durumlarda, değerlendirme işlemi uzun zaman almaktadır. Bu kapsamda yapılacak değerlendirmelerin doğru, güvenilir ve hızlı bir şekilde yürütülmesi tasarlanacak otomatikleşmiş akıllı uzman sistemlerle mümkündür. Bu çalışmada, sınıf ortamında gerçekleştirilen geleneksel sınavların hızlı ve güvenilir bir şekilde değerlendirilmesi için önerilen kelime benzerliklerinin ağırlıkları algoritması (KBAA) ve görüntü işleme tekniklerini kullanan bir yazılım geliştirilmiştir. Bu yazılım ile sınav kâğıtları üzerinde yer alan soru türlerinin ayrıştırılması, soru ve cevap ayrımı, el yazılarının tanımlanması ve cevapların değerlendirilmesi görüntü işleme ve KBAA kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Deneysel çalışmalar sonucunda, sadece bir sınav kâğıdının değerlendirilmesi saniyeler içerisinde gerçekleştirilirken sınavda yer alan tüm kâğıtların toplu bir şekilde değerlendirilmesi ise değerlendirilen kâğıt başına yaklaşık 4 saniyede gerçekleştirilmektedir. Geliştirilen bu yazılım sayesinde geleneksel sınavların değerlendirilmesi hızlı, güvenilir, verimli ve adil bir şekilde gerçekleştirilebilmektedir.

**Anahtar kelimeler:** El Yazısı Tanıma, Görüntü İşleme, Optik Karakter Tanıma, Sınav Değerlendirme, Yapay Zekâ

### ABSTRACT

The rapid developments in technology have also been reflected in education. Educational institutions have started to support their computer-aided trainings with online and offline platforms. Exam evaluations can be carried out quickly by the system using these platforms. Meanwhile, exams containing test, classical, matching, and true-false types of questions are also applied to students in the classroom environment using traditional methods. The evaluation process for these takes a long time, especially when an exam has more than just multiple-choice questions. In this context, carrying out evaluations to be made accurately, reliably, and quickly becomes possible with the intelligent expert systems being designed. Using the word similarity weights algorithm (WSWA) and image processing techniques, this study develops software for quickly and reliably evaluating the traditional exams held in classrooms. By means of the proposed software, question types are separated, answers are distinguished from questions, handwriting is identified, and answers are evaluated on the exam papers using image processing techniques and WSWA. As a result of the experimental studies, the evaluation of just one exam paper is carried out in seconds, while the collective evaluation of all the papers in the exam is carried out in approximately 4 seconds per paper being evaluated. Thanks to this software, traditional exams can be evaluated quickly, efficiently, and accurately.

**Keywords:** Image Processing, Artificial Intelligence, Handwriting Recognition, Optical Character Recognition, Exam Assessment

<sup>1</sup> (Yüksek Lisans Öğrencisi), Kocaeli Üniversitesi, Bilişim Sistemleri Mühendisliği Bölümü, Kocaeli, Türkiye

<sup>2</sup> (Doç. Dr.), Kocaeli Üniversitesi, Bilişim Sistemleri Mühendisliği Bölümü, Kocaeli, Türkiye

ORCID: Y.G. 0000-0001-9014-251X;  
S.S. 0000-0003-1081-1598;  
M.H.B.U. 0000-0002-9023-0023

### Corresponding author:

Serdar SOLAK  
Kocaeli Üniversitesi, Bilişim Sistemleri  
Mühendisliği Bölümü, Kocaeli, Türkiye  
E-mail address: serdars@kocaeli.edu.tr

Submitted: 14.10.2021

Revision Requested: 19.11.2021

Last Revision Received: 17.06.2022

Accepted: 19.06.2022

Published Online: 24.06.2022

Citation: Gedik, Y., Solak, S., & Ucar, M.B.H., (2022). Görüntü İşleme Teknikleri ve Kelime Benzerliklerinin Ağırlıkları Algoritması Kullanılarak Geleneksel Sınavların Değerlendirilmesi. *Acta Infologica*, 6(1), 127-139. <https://doi.org/10.26650/acin.1009226>

## 1. GİRİŞ

Eğitim kurumları, öğrencilerin ders başarımlarını değerlendirmek amacıyla çeşitli sınavlar yapmaktadır. Bu sınavlar, eğitmenlere eğitim süreçleri hakkında geri bildirim sağlamada kilit bir role sahiptir, bu nedenle hazırlanacak sınav sorularının türü ve seçiciliği oldukça önemlidir. Sınavlarda, farklı yöntemler ve ölçekler kullanılarak çeşitli tip, kategori ve kalitede sorular hazırlanmaktadır. Genellikle çoktan seçmeli sorulardan oluşan sınavlar hızlı, kolay, tutarlı, doğru ve daha objektif değerlendirilebilir olduğundan eğitim kurumları tarafından daha yaygın kullanılmaktadır (Yorke, 2009; Walvoord ve Anderson, 2011; Solak, Uçar ve Albadwieh, 2020). Özellikle bu sınavlar eğitmenler tarafından, sınav okuma zamanını ciddi bir şekilde azaltmasından dolayı tercih edilmektedir. Ayrıca son yıllarda kullanımı artan öğrenme yönetim sistemleri (Learning Management Systems, LMS) (McGill ve Klobas, 2009; Solak ve ark., 2016) sayesinde, eğitmenler uzaktan veya sınıf ortamında gerçekleştirilen çoktan seçmeli, eşleştirmeli, boşluk doldurma, doğru yanlış ve klasik sorulardan oluşan sınavları gerçek zamanlı olarak değerlendirip öğrencilerine ilan edebilmektedir. Ancak, LMS kullanmadan, geleneksel yöntemlerle sınıf ortamında yapılan ve içerisinde çoktan seçmeli, doğru yanlış, eşleştirme ve klasik soruları barındıran sınavların doğru ve etkili bir şekilde değerlendirilmesi, değerlendirici için yorucu bir süreç olup uzun zaman almaktadır.

Literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde, LMS sistemlerinin kullanılması ile yapılan çoktan seçmeli, doğru yanlış ve klasik sorulardan oluşan veya sınıf ortamında kâğıt ve kalem kullanılarak yapılan çoktan seçmeli sorulardan oluşan sınavların değerlendirilmesine yönelik olduğu görülmektedir. Sınıf ortamında kâğıt ve kalem kullanılarak yapılan çoktan seçmeli sınavların değerlendirilmesinde genellikle optik okuyucular kullanılmaktadır. Ancak, çoktan seçmeli sınavlarda doğrudan sınav kâğıdına işaretlenen cevapların değerlendirilebildiği bazı çalışmalarda mevcuttur (Tomić, Paunović ve Bosnić, 2020). Ayrıca sınıf ortamında yapılan kısa cevaplı soruların değerlendirilmesinde kelime benzerliği için yapay sinir ağları yöntemi de kullanılmaktadır (Chi ve Zhang, 2018; Clark ve ark., 2019).

Makalede, sınıf ortamında kâğıt ve kalem kullanılarak yapılan sınavların görüntü işleme teknikleri ve önerilen kelime benzerliklerinin ağırlıkları algoritması (KBAA) kullanılarak değerlendirilmesine yönelik çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Sınıf ortamında gerçekleştirilecek bu sınavlarda, çoktan seçmeli, boşluk doldurma ve klasik sorular aynı anda sorulabilmektedir. Çalışmada ilk olarak, sınıf ortamında yapılan sınava ait kâğıtlar kamera yardımıyla bilgisayar ortamına aktarılmaktadır. Daha sonra soruların tipleri ayrıştırılarak, öğrencilerin işaretlediği ve/veya yazmış olduğu cevaplar önerilen akıllı sistem tarafından tanınmaktadır. Sistem tarafından algılanan cevaplar daha önceden tanımlanan cevap anahtarı ile karşılaştırılarak değerlendirilmektedir. Sınıf ortamında yapılan sınavların değerlendirilmesinin zor olmasından dolayı, genellikle literatürde yapılan çoğu çalışma LMS sistemleri kullanılarak yapılan sınavların değerlendirilmesine odaklanmıştır. Önerilen çalışmanın katkısı, sınıf ortamında kâğıt ve kalem ile yapılan sınavların değerlendirilmesine için yeni bir çözüm yöntemi sunmaktadır. Ayrıca eğitimcilerin zaman kaybı yaşamadan, hızlı, etkili ve verimli bir şekilde bu sınavların değerlendirebilmesini sağlamaktır. Bununla birlikte, bu sınavlarda çoktan seçmeli, boşluk doldurma ve klasik soruların yer aldığı çok sayıda soru tipi aynı sınavda sorulabilmektedir. Çalışmanın bir başka katkısı ise, önerilen soru cevap ayrıştırma algoritması, anket çalışmalarının değerlendirilmesinde de kullanılabilir.

Makalenin ikinci bölümünde literatürde yapılan çalışmalar, üçüncü bölümde önerilen yöntem ve dördüncü bölümünde örnek bir çalışma sunulmaktadır. Son bölümde ise sonuçlar ve ileriki çalışma yer almaktadır.

## 2. LİTERATÜR TARAMASI

Literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde, sınıf ortamında yapılmış çoktan seçmeli sorulardan oluşan test sınavları, sınıf ortamında gerçekleştirilen klasik sınavlar ve LMS sistemleri kullanılarak gerçekleştirilen sınavlar için çeşitli değerlendirme sistemleri önerilmektedir. Bu kapsamda, 2010 yılında yapılan çalışmada, geleneksel kâğıt temelli sınavlar veya ev ödevlerinin dijital ortama aktarılarak, değerlendirici tarafından notlandırılmasını sağlayan bir sistem tasarlanmıştır (Bloomfield, 2010). 2012 yılında yapılan çalışmada ise, kâğıt tabanlı sınavların değerlendirilmesi amacıyla Moodle LMS'e eklenti olarak bir işaretleme aracı geliştirilmiştir (Villalon, 2012). 2013 yılında yapılan başka bir çalışmada ise, e-öğrenme değerlendirme sisteminin sağladığı avantajlar, kâğıt tabanlı sınavların değerlendirilmesi amacıyla kullanılmıştır. Bu çalışmada, geleneksel yöntemle sınava katılan öğrencilerin notlandırılması ve sınavlara ait analizleri dijital ortamda gerçekleştirilmektedir. Sınavlar,

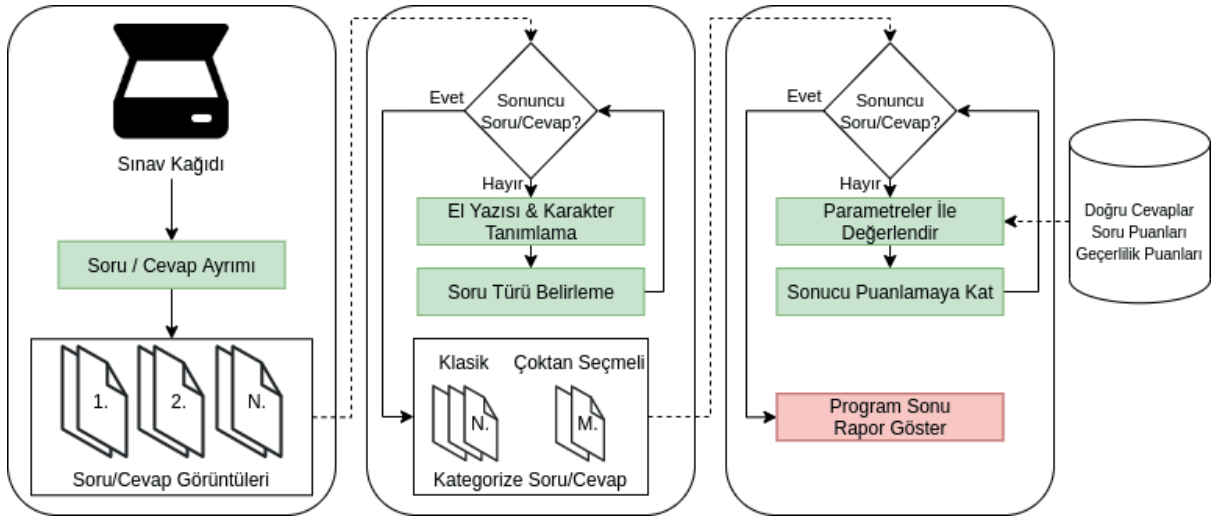


geleneksel yöntemlerle yapıldıktan sonra, tarayıcı sayesinde internet üzerinden sunucuya aktarılmaktadır. Bu sunucuya herhangi bir bilgisayardan erişilerek de not verme işlemi yapılabilmektedir (Llamas-Nistal ve ark., 2013). 2016 yılında yapılan çalışmada, Eclipse editörüne bir eklenti hazırlanarak programlama eğitimi için bir değerlendirme sistemi geliştirilmiştir. Bu sistem Java programlama dilinin açıklama özelliğini kullanarak öğrencilerin yazmış olduğu hatalı kod parçalarının tespit edilmesini sağlamakta ve aynı zamanda bu programlama dilinin yansıma uygulama programlama ara-yüzü (Application Programming Interface, API) kullanarak doğruluk tespitini yapmaktadır (Nemeth ve Tejfel, 2016). 2016 yılında yapılan bir başka çalışmada ise elektronik ortamda yapılan bilgisayar programlama derslerinin değerlendirmesi için sistem önerilmiştir. Öğrencilerin değerlendirilmesinde, eğitimcilere çeşitli analizler yapma olanağı sağlayarak geri bildirimlerin sağlanması gerçekleştirilmiştir (Rajala ve ark., 2016). 2019 yılında yapılan çalışmada, çevrimiçi olarak gerçekleştirilen klasik sınavların değerlendirilmesi için bir sistem geliştirilmiştir. Çalışma, ikili yaklaşımlar yöntemini kullanarak, öğrencilerin yazmış olduğu cevapları anlamsal olarak değerlendirmekte ve puanlayabilmektedir (Tashu, Esclamado ve Horvath, 2019). 2019 yılında yapılan çalışmada, kısa cevaplı soruları puanlamak için otomatik değerlendirme sistemi önerilmektedir. Çalışmada öğrenci yanıtları ile doğru yanıtlar arasında anlamsal ilişki kurularak model çıkarılmaktadır. Önermiş oldukları bu modeli K-12 veri seti üzerinde deneyerek iyi bir performans elde ettiklerini öne sürmüşlerdir (Liu ve ark., 2019). 2020 yılında çoktan seçmeli sınavların optik karakter formu kullanılmadan değerlendirilmesine yönelik bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada sınıf ortamında kâğıt ve kalem kullanarak gerçekleştirilen çoktan seçmeli sınavlar için hibrit bir sınav oluşturma ve değerlendirme sistemi önerilmektedir (Tomić, Paunović ve Bosnić, 2020). 2020 yılında yapılan bir çalışmada kısa cevaplı sorulara verilen yanıtlar otomatik değerlendiren bir sistem önermekte ve sınava girenlerin yeterliliğini tahmin etme sorununu ele almak için NLP ve psikometrik ölçüm alanlarındaki yaklaşımları bir araya getirmektedir. Çalışmada sunulan yaklaşım, incelenen kişinin yeterliliğini doğrudan modeller ve eğitim verisini oluşturmak için etiketlenmiş verilere ihtiyaç duymamaktadır (Ha ve ark., 2020). 2020 yılında yapılan çalışmada, öğrencilerin cevap kâğıtlarına yazdığı cevap ile doğru cevap arasındaki metin benzerliğini bulmak için WordNet grafi kullanılmaktadır. Yazarlar çalışmasında, cevap metninin anlamsal ilişkilerini dikkate alabilen yeni bir işaretleme algoritması sunulmaktadır (Vij, Tayal ve Jain, 2020). 2021 yılında yapılan çalışmada eğik karakterleri tanımada karşılaşılan zorluklara dikkat çekilmiş ve yeni bir yöntem önerilmiştir. Önerilen bu yöntemde açık kaynak kodlu Tesseract kütüphanesinin eğik karakter tanıma başarısı Titreşim (Dithering) görüntü işleme algoritması kullanılarak arttırılmıştır (Çelik 2021). 2021 yılında yapılan çalışmada, makine öğrenmesi algoritmaları kullanılarak Portekizce yazılan açık uçlu soruları değerlendirmek amacıyla bir sistem önerilmektedir. Sistem sayesinde alınan verileri ön işleme tabi tuttukten sonra Lojistik Regresyon, Ekstra Ağaçlar, Rastgele Orman ve Çok Katmanlı Algılayıcı algoritmalarının hem çok sınıflı hem de ikili sınıflandırma için iyi sonuçlar verdiğini gözlemlemişlerdir (Gomez Rocha ve ark., 2021). 2021 yılında yapılan çalışmada kâğıt kalem kullanılarak yapılan klasik sınavların değerlendirilmesi için otomatik değerlendirme sistemi önerilmektedir. Öğrencilerin yazdığı cevapların tanınması için optik karakter okuma, değerlendirilmesi için makine öğrenmesi / doğal dil işleme kullanılmaktadır (Sanuvala ve Fatima, 2021). 2021 yılında yapılan bir çalışmada, bilgisayar programlama derslerinde, programlama kodunun analiz edilerek açıklamaların yazılacağı kısa cevaplı soruların otomatik değerlendirilmesi için doğal dil işleme tabanlı bir sistem önerilmiştir (Fowler ve ark., 2021).

### 3. ÖNERİLEN YÖNTEM

Sınıf ortamında kâğıt ve kalem kullanılarak yapılan geleneksel klasik sınavların bilgisayar destekli olarak değerlendirilmesindeki en büyük sorunlardan birisi sınav kağıdının bilgisayar tarafından anlaşılır hale getirilmesidir. Bu sorunu çözerken karşılaşılan temel problemlerden biri kişiden kişiye değişen el yazılarının tanınmasıdır. El yazılarının tanınması (Handwriting Recognition, HWR) için bulut tabanlı ve yerel olmak üzere iki çözüm yöntemi bulunmaktadır (Plamondon ve Srihari, 2000). Bulut tabanlı HWR büyük şirketlerin bulut hizmetleri tarafından sağlanan, yüksek doğruluk oranına sahip ve hızlı olan bir el yazısı tanıma servisedir (Gao ve ark., 2011; Shaukat ve ark., 2020). Bu servislerin maliyeti düşük olmasına rağmen kullanım oranına bağlı olarak maliyetler artmaktadır. Ayrıca bulut tabanlı HWR servisinin kullanılması için kesintisiz internet bağlantısı gerekmektedir. Yerel HWR ise el yazısını tespit edecek bir yapay zekânın eğitilmesi ile mümkün olmaktadır (Marti ve Bunke, 2002; Plötz ve Fink, 2009). Bu yöntem bulut tabanlı el yazısı tespitine göre daha düşük oranda doğruluk vermektedir ancak maliyeti düşük ve çevrimdışı çalışma özelliği bulunmaktadır. Ayrıca, OpenCV (Bradski ve Kaehler, 2008) ve Tesseract (Smith, 2007) gibi çeşitli açık kaynak kodlu görüntü işleme kütüphaneleri de görüntülerde yer alan karakterlerin ve el yazılarının dijitalleştirilmesi sağlamaktadır (Çelik, 2020; Şahin ve ark., 2022).

Çalışmada, kâğıt ve kalem kullanılarak sınıf ortamında yapılan sınavları değerlendirmek amacıyla görüntü işleme ve yapay zekâ teknikleri kullanılarak yeni bir yöntem önerilmektedir. Şekil 1’de önerilen çalışmada kullanılan yöntemin akış şeması sunulmaktadır. Görüldüğü üzere, ilk olarak sisteme bağlı olan bir kamera veya tarayıcı vasıtasıyla sınav kağıdındaki veriler bilgisayar ortamına aktarılmaktadır. Daha sonra, görüntüsü alınan sınav kâğıdının karakteristik bir desen yardımıyla soru ve cevap yerlerinin tespit edilmesi ve ayrıştırılması yapılmaktadır. Bu işlemden sonra, bulut tabanlı HWR kullanılarak el yazısı tanıma işlemi gerçekleştirilmektedir. El yazısı tanıma işleminden sonra, öğrencinin verdiği cevaplar, cevap anahtarı ile karşılaştırılarak sonuçlar değerlendirilmektedir. Sonuç elde edilirken ilk olarak soru tipi bulunmaktadır. Soru tipinin çoktan seçmeli olması durumunda, işaretli cevap olup olmadığı ve cevabın doğruluğu kontrol edilmektedir. Soru tipinin klasik olması durumunda cevabın doğruluğu, öğrencinin vermiş olduğu cevap ile doğru cevap arasındaki kelime ağırlıklarına göre benzeşmeyi hesaplayan bir algoritma yardımı değerlendirilmektedir.



Şekil 1. Önerilen yönteme ait çalışma akış şeması.

Çalışmada C++ ve Python programlama dilleri ve OpenCV kütüphanesi kullanılmıştır. Geliştirilen sistemin tüm işletim sistemlerinde çalışması için web tabanlı ara-yüz hazırlanmış olup C# programlama dili kullanılarak yazılmıştır. Makale kapsamında gerçekleştirilen yazılım, sınav dokümanının hazırlanması ve bilgisayara ortamına aktarımı, karakter ve el yazısı tanıma, cevapların değerlendirilmesi, sonuçların elde edilmesi ve web ara-yüzünün geliştirilmesi olmak üzere beş alt bölümde ele alınmaktadır.

### 3.1. Sınav Belgesinin Hazırlanması ve Bilgisayara Aktarımı

Sınıf ortamında kalem ve kâğıt kullanılarak yapılan geleneksel sınavların değerlendirilebilmesi için sınav dokümanının belirli bir formata uygun olarak hazırlanması gerekmektedir. Bu kapsamda gerçekleştirilecek sınavlar için hazırlanacak belgeye ait format, sınav kağıdına olabildiğince az ekleme yapılarak tasarlanmıştır. Oluşturulacak sınav kâğıdında yer alan her sorunun başına bir desen yerleştirilmesi gerekmektedir. Yerleştirilen bu desen sorunun ve cevabın kâğıt üzerindeki konumlarını hesaplanmak için kullanılmaktadır.



(a)



(b)

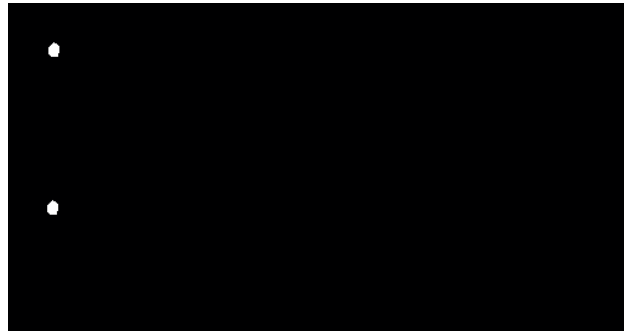
Şekil 2 Soruların başına yerleştirilmiş olan (a) desen örneği ve (b) maske görüntüsü

Sınav kâğıdı üzerindeki soru ve cevapların konumları belirlemek için kullanılan desen ve ona ait maske görüntüleri sırasıyla Şekil 2.(a) ve Şekil 2.(b)'de yer almaktadır. Çalışma kapsamında seçilen ve Şekil 2.(a)'da yer alan desen, örnek olarak seçilmiş olup farklı bir desen görüntüsü de kullanılabilir. Seçilen desenin sınav kâğıdı üzerindeki herhangi bir görüntüye kıyasla daha fazla özelliğe sahip olması gerekmektedir. Şekil 2.(a)'da örnek olarak sunulan desen, renk tonları, kenar ve köşe gibi oldukça fazla özelliğe sahip olmasından dolayı soruları tespit etme konusunda hata oranını minimize etmektedir. Desen eşleştirme işlemini sadece renkli desen görüntüsü ile eşleştirmek mümkündür, ancak bu görüntüde belirgin özelliklerin görüldüğü kısımlar dışında etrafında beyaz alanlar bulunmaktadır. Bu alanlara bazen harflerin gelmesi desen eşleştirmeyi yanıltmaktadır. Bu doğrultuda, Şekil 2.(b)'de sunulduğu gibi bir maske görüntüsü hazırlanması gerekmektedir. Bu maske görüntüsü desen görüntüsündeki belirgin alanları beyaz renkle, alakasız kısımları ise siyah renkle göstermektedir. Kâğıt, desen ve maske görüntüleri kullanılarak desen eşleştirme işlemi gerçekleştirilir. Desen eşleştirme işlemi sonucunda Şekil 3'te sunulan monokrom bir görüntü elde edilmektedir.



Şekil 3. Desen eşleştirmeden sonra elde edilen sonuç görüntüsü

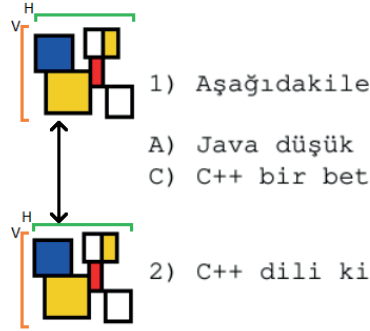
Şekil 3'te sunulan, görüntünün solunda yer alan beyaz pikseller eşleşmenin daha belirgin olduğu kısımlardır. Bu kısımlar şu anki haliyle bulanıktır. Bu noktaların daha belirgin hale getirilebilmesi için öncelikle eşikleme işlemi uygulanması gerekmektedir. Eşikleme işlemi sonrasında ikili görüntü elde edilmektedir. Eşikleme işleminde kullanılan eşik değeri fonksiyonu, koşul sağlanması durumunda beyaz rengi, sağlamadığı durumda ise siyah rengi vermektedir. Şekil 4 eşikleme işleminden sonra elde edilen ikili görüntüyü temsil etmektedir. Şekil 4'te yer alan görüntü kullanılarak, soru ve cevaplarının yerlerinin hesaplanması mümkündür. Soru ve cevapların konumlarının bulunabilmesi için sırasıyla matematiksel minimize ve maksimize işlemi ve boşlukların doldurulması işlemi bir döngü içinde gerçekleştirilmektedir.



Şekil 4. Eşikleme işlemi uygulanmasından sonra oluşan ikili görüntü

Matematiksel minimize ve maksimize işlemi, görüntüdeki en düşük ve en büyük değerli piksellerin konumlarının bulunmasını sağlamaktadır. Eşikleme işlemi sonunda elde edilen ikili görüntü sadece siyah ve beyaz piksellerden oluştuğu için elde edilecek maksimum değer 255 ve minimum değer 0 olacaktır. Bu işlem sonunda en büyük değerli pikselin konumu elde edileceğinden dolayı bulunan ilk konum, eşleşmenin ilk gerçekleştiği konum olacaktır. Bu konum ayrıca ilk sorunun ve cevabın sayfadaki yüksekliğini belirlemektedir. Döngü tekrar etmeden önce maksimum değerinin bulunduğu konum için boşluk doldurma işlemi gerçekleştirilmektedir. Bu işlem belirlenen pikseli ve etrafındaki aynı renkteki pikselleri belirlenen renge boyamak için kullanılır. Boşluk doldurma işlemi ile siyaha dönüştürülen beyaz pikseller bir sonraki döngüde matematiksel

minimize ve maksimize fonksiyonu tarafından fark edilmeyecektir. Bu sayede ilk soru için yapılan tüm işlemler bir sonraki soru ve cevaplar için gerçekleştirilebilir. Her döngüde soruların ve cevapların kâğıt üzerindeki konumlarının belirlenmesi için basit cebirsel işlemler uygulanmaktadır.



Şekil 5. Soru ve cevapların yerleri hesaplanırken desenler arasındaki pozisyon ilişkisi

Şekil 5'te iki soru ve onlara ait cevap alanlarına dair bazı bilgiler sunulmaktadır. Matematiksel minimize ve maksimize işleminden sonra elde edilen en yüksek değerli pikselin konumu, görüntüdeki desenin başlangıcını belirtmektedir. Bu bilgiye dayanarak sorunun yüksekliğini hesaplamak için desen görüntüsünün yüksekliği ve elde edilen en yüksek değerli pikselin yüksekliği toplanır ( $V+Max$ ). Sorunun genişliği tespit edilirken, eşleşmenin gerçekleştiği konumdan kâğıdın en sağına kadar olan kısım alınmaktadır. Kâğıttaki cevap alanlarının bulunması için daha önce bir soru alanının hesaplanmış olması gereklidir, yani cevapların konumlarının bulunması 2. sorudan itibaren başlar. 2. soru için sorunun yüksekliği ve genişliği hesaplandıktan sonra bir önceki cevap alanının yüksekliği ve genişliğinin hesaplanması gerçekleştirilir. Cevap alanının başlangıcını, önceki sorunun bitiş yüksekliği belirlemektedir. Cevap alanının bitiş yüksekliği için o anki sorunun başlangıç yüksekliği kullanılmaktadır. Cevap alanının genişliği içinse kâğıdın en solundan en sağına kadar olan kısım alınmaktadır. En sonda yer alan cevap alanı için önceki sorunun bitiş yüksekliğinden kâğıdın bitişine kadar olan kısım alınır, genişliği ise diğer cevap alanları ile aynı şekilde hesaplanmaktadır.

Sorunun yer aldığı alanın yüksekliğinin hesaplanması için aşağıdaki eşitlik kullanılır:

$$H_q = [H_m, (H_m + H_t)] \quad (1)$$

Eşitlik (1)'de,  $H_m$  eşleşmenin gerçekleştiği yüksekliği,  $H_t$  desen yüksekliğini ve  $H_q$  elde edilecek olan soru alanının yüksekliğini belirtmektedir. Eşleşme yüksekliği ve desen yüksekliği toplanarak sorunun yer aldığı alanın yüksekliği hesaplanmıştır. Cevabın yer aldığı alanın yüksekliğinin hesaplanması için aşağıdaki eşitlik kullanılır;

$$H_a = [(H_p + H_t), H_m] \quad (2)$$

Eşitlik (2)'de,  $H_p$  önceki sorunun kapladığı alanın yüksekliğini,  $H_t$  desen yüksekliğini,  $H_m$  o anki soru eşleşme yüksekliğini ve  $H_a$  ise elde edilecek olan cevap alanının yüksekliğini belirtmektedir. Önceki sorunun yer aldığı alanın bitiş yüksekliği ile mevcut sorunun yer aldığı alanın başlangıç yüksekliği arasında kalan alan, cevap alanını karşılık gelmektedir.

### 3.2. Karakter ve El Yazısı Tanıma

Sınav belgesinin hazırlanması ve bilgisayara aktarılması işleminden sonrasında sınav kağıtlarından elde edilen meta veriler karakter ve el yazısı tanıma aşamasında kullanılmaktadır. Bu aşamada ilk olarak soruların türleri belirlenmektedir. Eğer klasik veya boşluk doldurma soruları varsa bulut tabanlı HWR kullanılarak el yazısı tanıma işlemi gerçekleştirilmektedir. Çalışma kapsamında, Google tarafından sağlanan yapay zekâ destekli, yüksek doğruluğa ve hıza sahip Google bulut görme (Google Cloud Vision) HWR teknolojisi (Liu ve ark., 2020) kullanılmaktadır.

Şekil 6'da bozuk kenarlar ve kötü el yazısı gibi hatalara sahip olan örnek görüntü bilgisayar ortamında oluşturulmuştur. Çalışmada kullanılan bulut tabanlı HWR servisinin doğruluğunu tespit etmek amacıyla test aşamasında kullanılmıştır. Şekil 6'dan da görüldüğü üzere sistem yazıyı doğru bir şekilde algılamıştır.



Şekil 6. Fare kullanılarak yazılmış bir el yazısının (çerçeve içinde) tespiti (mor).

Önerilen çalışma, klasik soruların yanı sıra çoktan seçmeli sorular için yüksek doğrulukta tespit gerçekleştirerek değerlendirme yapabilmektedir. Çoktan seçmeli soruların tespiti için aşağıda verilen ön koşulların sağlanması gerekmektedir.

- Klasik sorular için yerleştirilen desen çoktan seçmeli soruların başında da bulunmalıdır.
- Çoktan seçmeli sorular 'A)', 'B)', 'C)', 'D)' seçeneklerini içerebilir, seçenek sayısı artırılabilir ancak seçeneklerin formatı değişmemelidir.
- Cevap seçenekleri arasında en az iki veya üç karakterlik boşluk bulunmalıdır.
- İşaretleme yapıldığında seçenek harfi okunamayacak kadar işaretli olmalıdır.

Belirtilen ön koşulların sağlanmaması durumunda çoktan seçmeli soruların değerlendirilmesinde problem yaşanabilmektedir. Çalışmanın çoktan seçmeli sorulardan oluşan sınavlarda kullanılan optik formlara göre avantajı, ek bir kâğıt ihtiyacının olmamasıdır. Ayrıca seçeneklerin cevap alanı için ayrılan alanda herhangi bir sırada ve yerde olması önemli bir avantajdır. Sınav kağıdında yer alan klasik ve çoktan seçmeli sorular bu işlemler sonunda sade yazı formatında bir dosyaya içerisine kaydedilmektedir. Bu dosya içerisinde, sorunun türünü ve verilen cevabın ne olduğunu bilgisi saklanmaktadır. Bu işlem, sınava katılan tüm öğrencilere ait sınav kağıtlarında yer alan tüm sorular için uygulanmaktadır.

### 3.3. Sorulara Verilen Yanıtların Değerlendirilmesi

Karakter ve el yazısı tanıma aşaması sonunda sınav kağıtları için elde edilen dosyalar cevap değerlendirme aşamasında kullanılmaktadır. Klasik ve çoktan seçmeli sorulara verilen yanıtların değerlendirilmesinde literatürde GPT-2 (Generative Pre-trained Transformer) (Lagler ve ark., 2013; Lee ve Hsiang, 2020) modelini kullanan yapay zeka teknikleri bulunmaktadır. GPT-2, OpenAI şirketi tarafından hazırlanmış bir açık kaynak kodlu yapay zekâ modelidir. Bu model önceden eğitilmiş olup belirli bir amaca hizmet etmek için kullanılabilir. Örneğin, GPT-2 George Orwell'in 1984 kitabından bir cümle okuyup devamını üretmeye çalışabilir veya bir yöneticinin ağzından bir cümle oluşturabilmektedir. GPT-2'nin Türkçe değerlendirme yapabilmesi için, eğitim aşamasında birçok Türkçe kelime ve cümleye hâkim olması gerekmektedir. Klasik sınav sorularının değerlendirilebilmesi için, GPT-2 modelinin Şekil 7'de sunulduğu gibi bir veri seti ile eğitilmesi gerekmektedir.

```

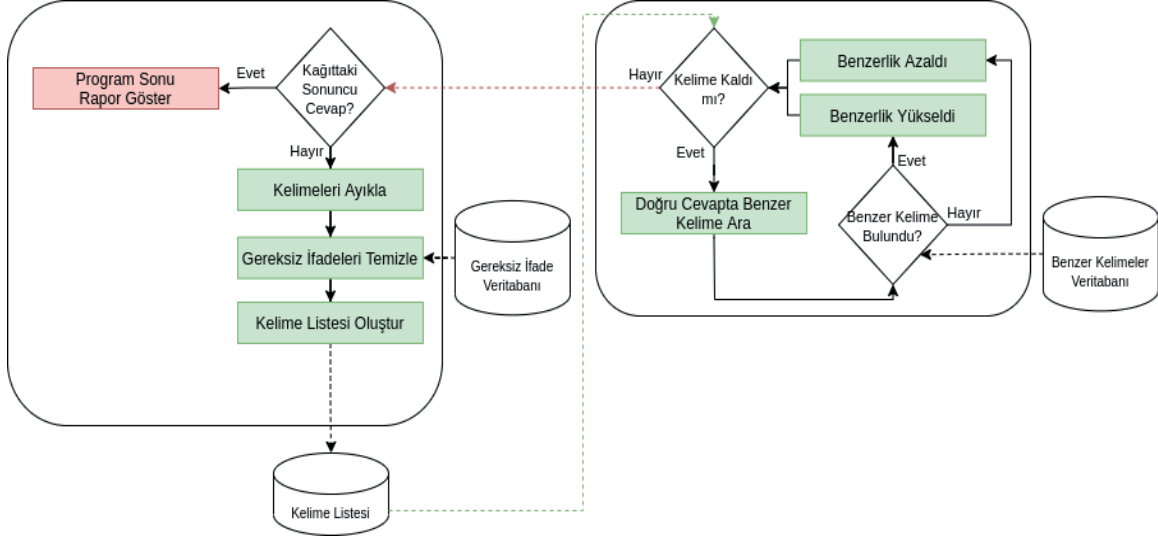
1 A: Dünyanın yarıçapı kaç kilometredir?
2 B: 6371.
3 A: Pi sayısı kaçtır?
4 B: 3.14159265359.
5 A: Ford şirketi kaç yılında kurulmuştur?

```

Şekil 7. GPT-2 için sağlanabilecek veri setinin bir kısmı.

Bu veri seti GPT-2 modelinin soru-cevap ve cevap-cevap ilişkilerini öğrenmesini amaçlamaktadır. Fakat böyle bir veri setinin faydalı olması ve iyi sonuçlar vermesi için oldukça büyük olması gerekmektedir. Ayrıca, eğitim için oldukça fazla zaman harcanması gerekir. GPT-2 yapay zekâ modelinin sonuç oluşturması oldukça uzun sürmektedir. Gerçekleştirilen çalışmadaki amaçlardan biri her sınav kâğıdı için sonuç alma süresini minimize etmektir. Bu çalışmada, klasik soruların değerlendirme işleminin daha hızlı gerçekleştirilebilmesi için kelime benzerliklerinin ağırlıkları isimli özel bir değerlendirme algoritması tasarlanmıştır. Bu algoritma, iki cümle arasındaki benzerliği kelime ağırlıklarına göre benzeşmeyi hesaplayarak bulmaktadır. Bu hesaplama işlemi sınav kâğıdı üzerindeki cevap ile doğru cevabı karşılaştırmakta ve soruya verilen yanıtın doğru olup olmadığını bulmaktadır. Bu işlemde yaygın olarak karakter ve dizi işlemleri kullanıldığından, hızlı ve verimli bir performans elde etmek amacıyla Python programlama dili kullanılmaktadır. Şekil 8'de klasik soruların değerlendirilmesi

için önerilen benzerlik hesaplama algoritması sunulmaktadır. Algoritmada, cevapların değerlendirilmesine geçilmeden önce el yazısı tanıma bölümünde elde edilen veriler üzerinde temizleme işlemleri yapılmaktadır.



Şekil 8. Klasik soruların benzerliğinin hesaplanmasında kullanılan algoritma.

Veri temizleme sürecinde aşağıdaki işlemler sırasıyla gerçekleştirilmektedir;

- Noktalama işaretlerini ayrıştırılıp silinmesi.
- Sayı ve yazıları ayrılması.
- Bazı doldurucu (örneğin, 've', 'veya', 'gibi') ifadeleri atlanması
- Eklerin ihmal edilmesi (örneğin, '-de', '-da', '-lar', 'ler')

Veri temizleme sürecinden sonra kelime sayım işlemi gerçekleştirilmektedir. Değerlendirme için öncelikle benzerlik verisini içeren bir dosya okunmaktadır. Bu dosya içerisinde birbirine benzeyen ifadeler gruplandırılmış bir şekilde yer almaktadır. Bu dosyada bulunamayan ifadeler kendi başına sayılır. Daha sonra kelimeler birbirine ne kadar benzediklerine göre bir 'benzerlik' değeri oluşturulmaktadır. Bu değer doğru cevap ve kâğıt üzerindeki cevabın ne kadar birbirine benzediğini belirtmektedir. Eğitimci veya sınav değerlendirmesinden sorumlu kişi değerlendirme yapılmadan önce sınav tanımlama ara-yüzü yardımıyla her soru için kontrol değeri ve puan belirlemesi gerçekleştirebilmektedir. Bu ara-yüz sayesinde soru türleri de belirtilebilmektedir. Soru tipleri belirtilmese de değerlendirme yapılabilmektedir ancak daha sağlıklı ve doğru sonuçlar elde etmek için belirtilmesi tavsiye edilmektedir. Kontrol değeri ile değerlendirilen cevaplar raporlanmak için bir Json (Javascript Object Notation) dosyasına kaydedilmektedir.

### 3.4. Değerlendirme Sonrası Sonuçların Elde Edilmesi

Sorulara verilen yanıtların değerlendirilmesinden sonra içerisinde sonuçların yer aldığı Json dosyası elde edilmektedir. Bu dosya içerisinde WEB-tabanlı ara-yüzünde kullanılacak olan önceki aşamalarda hesaplanmış anahtar veriler bulunmaktadır. Bu Json dosyasının içerisinde, type, result, weight, answer ve diff alanları mevcuttur. Bu alanlara ait tanımlamalar;

- 'type' alanı, sorunun türüne dair bilgi içermektedir. Bu alan, sorunun klasik ya da çoktan seçmeli olmasına göre sırasıyla 'multi' ya da 'classic' değerlerini alır.
- 'result' alanı, verilen cevabın doğru cevaba ne kadar yakın olduğunu belirtmektedir. Eğer soru çoktan seçmeli ise sonuç 1 veya 0 değerini almaktadır.
- 'weight' alanı, sorunun puanını belirlemektedir. Bu alana ait değer, eğitimci veya değerlendirmeyi yapacak sorumlu kişi tarafından sınav değerlendirme aşamasından önce hazırlanan sınav tanımlama ara-yüzünde belirtilmektedir.

- ‘answer’ alanı, soruya ait sınav kâğıdı üzerinde verilen cevabın tamamını içermektedir. Bu cevap üzerinde henüz temizleme gerçekleştirilmemiştir.
- ‘diff’ alanı, cevabın doğru kabul edilebilmesi için gerekli olan kontrol değeridir. Bu değer çoktan seçmeli sorular için önemli değildir ve ‘-1’ olarak belirlenmektedir. Klasik sorular için hesaplanan benzerlik değeri, bu değer üzerindeyse cevap doğru kabul edilmektedir.

Json dosyası, web ara-yüzü tarafından otomatik olarak okunmaktadır. Ayrıca sınav kağıtları için genel puanlamaları gösteren kullanıcı dostu bir ara-yüz ile sonuçlar sunulmaktadır. Bu ara-yüzde her soru için doğruluk oranları ve puanlamalar gösterilmektedir.

### 3.5. WEB-Tabanlı Sınav Değerlendirme Ara-yüzü

Önerilen sistemin kullanılmasını kolaylaştırmak amacıyla WEB-tabanlı sınav hazırlık ve değerlendirme uygulama ara-yüzü geliştirilmiştir. Geliştirilen bu WEB-tabanlı uygulama ara-yüzü için .NET platformunu kullanan özel bir sunucu geliştirilmiştir. Bu sunucu, WEB ve masaüstü ortamlarda çalışabilmektedir. Uygulama başlatıldığı zaman kullanıcılar herhangi bir WEB tarayıcısı üzerinden uygulamanın sunulduğu adrese ulaşarak sistemi kullanabilmektedirler. Şekil 9’da sunulduğu üzere, öncelikli olarak değerlendirilecek sınavında yer alacak soru sayısı belirlenir.

Şekil 9. Soru sayısı belirleme ekranı.

Şekil 10’da sunulan ikinci aşamada ise, kullanıcının sınav için cevap anahtarı oluşturması gerekmektedir. Her sorunun başında numaralandırma yer almaktadır. Bu numara sınavdaki soru numarası ile eşleşmesi gereklidir. Her soru için ayrıca bir cevap alanı bulunmaktadır. Bu alana klasik soru için doğru cevabı yazılırken, çoktan seçmeli sorular için tek harf girilmesi yeterlidir.

Şekil 10. Cevap anahtarı hazırlama ekranı.

WEB ara-yüzünde, cevap alanının karşısında soru türü seçim alanı bulunmaktadır. Normal şartlarda uygulama, soru türlerini otomatik olarak tespit etmektedir. Ancak soru türünün bu bölümde belirtilmesi ileride gerçekleştirilecek tanımlama hatalarının önüne geçecektir. Soru türü alanının altında kontrol değeri ve puanlama alanları bulunmaktadır. Kontrol alanı bir klasik cevabın doğru kabul edilebilmesi için doğru cevaba ne kadar benzemesi gerektiğini belirlemektedir. Puan alanı, soru eğer doğru ise genel puana eklenecek olan değeri belirlemektedir. Cevap anahtarı oluşturulduktan sonra ‘Save’ düğmesine basılarak bir sonraki aşamaya geçilir. Bu aşamada girdi klasöründeki sınav kağıtlarının tamamı otomatik olarak değerlendirilmeye alınacaktır. Değerlendirme işlemi tamamlandıktan sonra sonuçlar bir dosyaya kaydedilir ve kullanıcıya değerlendirme raporu görüntülenir.

#### 4. DENEYSEL ÇALIŞMA

Çalışmanın başarımını değerlendirmek için örnek bir sınav kâğıdı belgesi hazırlanarak önerilen WEB-tabanlı sınav değerlendirme ara-yüzü tarafından test edilmiştir. Şekil 11'de klasik, çoktan seçmeli ve boşluk doldurma şeklinde farklı soru türlerinden örnek soruların yer aldığı ve cevaplandırılmış sınav kâğıdı yer almaktadır. Önerilen çalışmada, ikinci bölümde ele alınmış olan tüm aşamalar otomatik olarak sistem tarafından gerçekleştirilerek, Json dosyası oluşturulmaktadır. Şekil 12'de sunulduğu şekilde, bu Json dosyası daha sonra web tabanlı ara-yüz tarafından rapor halinde sunulmaktadır.

1) Aşağıdakilerden hangisi doğrudur?  
 A) Java düşük seviyeli bir dildir. B) C# ile assembly ifadeleri kullanılabilir.  
 C) C++ bir betik dilidir. D) Mantık hataları yürütme esnasında belirir.

2) C++ dili kim tarafından icat edilip kaç yılında genel kullanıma sunulmuştur?  
 1985'te Bjarne Stroustrup tarafından

3) Aşağıdaki kodu tamamlayın.  

```
for (int i = 0; i < 10; i++)
  std::cout << "Number is " << _i_ << std::endl;
```

4) Programlama dillerinde döngünün bir kere kesin çalışması istenirse ne kullanılmalıdır?  
 A) While ifadesi B) Do-While ifadesi  
 C) For ifadesi D) Label-Goto ifadeleri

Şekil 11. Test için kullanılan sınav dokümanı.

input/YahyaGedik.png

Question 1

Question 2

Type: Classic  
 Answer: "1985'te Bjarne Stroustrup tarafından"  
 Similarity: "0.8"  
 Result: "Correct (>= 0.7)"

Question 3

Question 4

Total: 80 / 100

Şekil 12. Değerlendirme sonrasında elde edilen rapor.

Deneysel çalışmalar sonucunda, sadece bir sınav kâğıdının değerlendirilmesi saniyeler içerisinde gerçekleştirilirken sınavda yer alan tüm kâğıtların toplu bir şekilde değerlendirilmesi ise değerlendirilen kâğıt başına yaklaşık 4 saniyede gerçekleştirilmektedir. Tablo 1'de, bir öğrenciye ait sınav kâğıdı için değerlendirme sonuçları yer almaktadır. Görüldüğü üzere, tüm soru tipleri için önerilen sistem tarafında otomatik olarak değerlendirilmiş olup bu örnekte başarı oranı %100 çıkmıştır. Önerilen çalışmanın, kısa cevaplar içeren klasik sorularda başarı oranının çok yüksek olduğu görülmüştür. Ancak, çok uzun cevaplar içeren klasik sorularda değerlendirmenin başarı oranı düşmektedir. Yapılan deneysel çalışmalarda, sınavlarda yer alan çoktan seçmeli soruların yüksek oranda doğru bir şekilde tespit edilerek değerlendirilmesi başarıyla gerçekleştirilmiştir. Önerilen sistemin çoktan seçmeli ve klasik soru türlerindeki değerlendirme başarımını gözlemlemek için, 20 öğrenci için sırasıyla Soru-1 ve Soru-2 için analizler gerçekleştirilmiştir. Bu doğrultuda, Şekil 13'te yer alan Soru-1 ve Soru-2 karmaşıklık matrisleri oluşturulmuştur. Görüldüğü üzere çoktan seçmeli soru tipinde olan Soru-1 için sistemin başarı oranı %95 olarak hesaplanırken, klasik soru tipindeki Soru-2 için bu oran % 75 çıkmaktadır.



Tablo 1

Bir öğrenciye ait sınav kâğıdına için değerlendirme sonuçları.

	Soru 1	Soru 2	Soru 3	Soru 4
<b>Türü</b>	Çoktan Seçmeli	Klasik	Boşluk Doldurma	Çoktan Seçmeli
<b>Cevap</b>	-	“1985’te Bjarne Stroutrup tarafından”	“int” “cout” “i”	B
<b>Benzerlik</b>	-	0,8	1,0	-
<b>Sonuç</b>	Yanlış	Doğru ( $\geq 0,7$ )	Doğru ( $\geq 0,7$ )	Doğru
<b>Başarım</b>	% 100	% 100	% 100	% 100

Eğitici Değerlendirmesi		Önerilen Sistemin Değerlendirmesi	
		Doğru	Yanlış
Eğitici Değerlendirmesi	Doğru	D.D. (16)	D.Y. (1)
	Yanlış	Y.D. (0)	Y.Y. (3)
		<b>Doğru</b>	<b>Yanlış</b>
(a)			

Eğitici Değerlendirmesi		Önerilen Sistemin Değerlendirmesi	
		Doğru	Yanlış
Eğitici Değerlendirmesi	Doğru	D.D. (9)	D.Y. (3)
	Yanlış	Y.D. (2)	Y.Y. (6)
		<b>Doğru</b>	<b>Yanlış</b>
(b)			

Şekil 13. Soru-1 (a) ve Soru-2 (b) için karmaşıklık matrisi.

Ayrıca, Şekil 13’teki soru 1 ve soru 2 için verilen karmaşıklık matrisleri kullanılarak denklem 3-8 arasında verilen doğruluk (Accuracy, A), kesinlik (Precision, P), duyarlılık (Recall, R), F1 skoru ve kappa ( $\kappa$ ) gibi performans metrikleri hesaplanarak Tablo 2’de listelenmiştir.

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

$$P = \frac{TP}{TP + FP} \quad (4)$$

$$R = \frac{TP}{TP + FN} \quad (5)$$

$$F1 = 2 \times \frac{P \times R}{P + R} \quad (6)$$

$$\kappa = \frac{A - Pe}{1 - Pe} \quad (7)$$

Burada  $Pe$ :

$$Pe = \frac{(TP + FP) \times (TP + FN) \times (TN + FP) \times (TN + FN)}{(TP + TN + FP + FN)^2} \quad (8)$$

Tablo 2’de görüldüğü üzere çoktan seçmeli türünde yer alan soru 1 için, %95 Doğruluk, %94 Kesinlik, %100 Duyarlılık, %97 F1 Skoru ve %83 kappa skoru elde edilmiştir. Bununla beraber klasik türündeki soru 2 incelendiğinde %75 Doğruluk, %75 Kesinlik, %82 Duyarlılık, %78 F1 Skoru ve %49 kappa skoru hesaplanmıştır. Önerilen sistemin bu iki farklı türdeki soruları değerlendirme başarımı incelendiğinde çoktan seçmeli soru türlerinde yüksek başarı elde edilirken klasik soru türlerinde ortalama başarı gösterdiği görülmektedir.

Tablo 2

Soru 1 ve Soru 2 için performans analizi

Soru No	Soru Türü	Metrik Değerleri				
		Doğruluk (A)	Kesinlik (P)	Duyarlılık (R)	F1 Puanı	Kappa ( $\kappa$ )
1	Çoktan Seçmeli	0,95	0,94	1,00	0,97	0,83
2	Klasik	0,75	0,75	0,82	0,78	0,49

## 5. SONUÇLAR

Bu çalışmada sınıf ortamında kâğıt ve kalem ile yapılan geleneksel sınavların değerlendirilmesine için görüntü işleme teknikleri ve önerilen kelime benzerliklerinin ağırlıkları algoritmasını kullanan yeni bir yöntem önerilmiştir. Önerilen yöntem ile eğitimcilerin zaman kaybı yaşamadan, hızlı, etkili ve verimli bir şekilde, klasik, çoktan seçmeli ya da boşluk doldurma gibi farklı türden soruların yer aldığı sınav kâğıtlarının değerlendirebilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada, kamera veya belge tarayıcı yardımıyla bilgisayar ortamına aktarılan sınav kâğıtları, öncelikli olarak soru ve cevaplar şeklinde ayrıştırılarak Json dosyasına kaydedilmektedir. Kaydedilen veriler WEB-tabanlı ara-yüz vasıtasıyla değerlendirilerek raporlanmaktadır. Önerilen kelime benzerliklerinin ağırlıkları algoritması ile klasik soru değerlendirmesi hızlı ve güvenilir bir şekilde gerçekleştirilebilmektedir. Çalışmanın başarımını değerlendirmek için örnek bir sınav kâğıdı belgesi hazırlanarak WEB-tabanlı sınav değerlendirme ara-yüzü tarafından test edilmiştir. Buna göre kısa cevaplar içeren klasik sorularda başarı oranının çok yüksek olduğu görülmüştür. Öte yandan uzun cevaplı klasik sorularda başarı oranı düşmektedir. Bunun temel sebebi olası cevapları ifade eden cümlelerde yer alan kelimelerin sınırlı olmasından kaynaklanmaktadır. Ayrıca, önerilen sistemin çoktan seçmeli ve klasik soru türleri için başarıyı 20 adet öğrenci için değerlendirilmiş olup, çoktan seçmeli soru tipi için % 95, klasik soru tipi için ise % 75 olarak hesaplanmıştır. Önerilen çalışma, Modern C++ ve Python yardımıyla yüksek performansı sayesinde mobil cihazlar ve gömülü sistemlerde kullanıma uygundur. Bununla birlikte, hazırlanan uygulama, çapraz platform olduğu için Linux, Windows veya Mac işletim sistemlerinde de çalıştırılabilir. Çalışmada kullanılan yöntemler farklı uygulamalarda çeşitli amaçlarla oluşturulmuş el yazması belgelerin değerlendirilmesi için kullanılabilir. İleriki çalışmalarda, uzun cevaplardan oluşan klasik soruların değerlendirilmesi için yapay sinir ağı modeli kullanan bir yapının geliştirilmesi ve matematiksel ifadelerin değerlendirilebilmesi için bir matematik motorunun tasarlanması planlanmaktadır.

**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- Y.G., S.S., M.H.B.U.; Veri Toplama- Y.G.; Veri Analizi/Yorumlama- Y.G., S.S., M.H.B.U.; Yazı Taslağı- S.S., M.H.B.U.; İçeriğin Eleştirel İncelemesi- Y.G., S.S., M.H.B.U.; Son Onay ve Sorumluluk- Y.G., S.S., M.H.B.U.; Süpervizyon S.S., M.H.B.U.

**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-Y.G., S.S., M.H.B.U.; Data Acquisition- Y.G.; Data Analysis/Interpretation- Y.G., S.S., M.H.B.U.; Drafting Manuscript- S.S., M.H.B.U.; Critical Revision of Manuscript- Y.G., S.S., M.H.B.U.; Approval and Accountability- Y.G., S.S., M.H.B.U.; Supervision- S.M.

## Kaynaklar/References

- Bloomfield, A. (2010, October). Evolution of a digital paper exam grading system. In 2010 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE) (pp. T1G-1). IEEE.
- Bradski, G., & Kaehler, A. (2008). Learning OpenCV: Computer vision with the OpenCV library. "O'Reilly Media, Inc."
- Chi, Z., & Zhang, B. (2018). A sentence similarity estimation method based on improved siamese network. *Journal of Intelligent Learning Systems and Applications*, 10(4), 121-134.
- Clark, E., Celikyilmaz, A., & Smith, N. A. (2019, July). Sentence mover's similarity: Automatic evaluation for multi-sentence texts. In Proceedings of the 57th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics (pp. 2748-2760).
- Çelik, A., (2020). Optik karakter tanımadaki hata yayılım algoritmalarının performans kıyaslaması. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 10(4), 2328-2340.
- Çelik, A., (2021). Eğik Karakter Tanıma Başarısını Arttırmak için Yeni Bir Yöntemin Kullanılması. *Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi*, 6(1), 1-11.
- Gao, Y., Jin, L., He, C., & Zhou, G. (2011, September). Handwriting character recognition as a service: A new handwriting recognition system based on cloud computing. In 2011 International Conference on Document Analysis and Recognition (pp. 885-889). IEEE.
- Fowler, M., Chen, B., Azad, S., West, M., & Zilles, C. (2021, March). Autograding" Explain in Plain English" questions using NLP. In Proceedings of the 52nd ACM Technical Symposium on Computer Science Education (pp. 1163-1169).
- Gomes Rocha F., Rodriguez G., Andrade E.E.F., Guimarães A., Gonçalves V., Sabino R.F. (2021) Supervised Machine Learning for Automatic Assessment of Free-Text Answers. In: Batyrshin I., Gelbukh A., Sidorov G. (eds) *Advances in Soft Computing. MICAI 2021. Lecture Notes in Computer Science*, vol 13068. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-89820-5\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-030-89820-5_1).

- Ha, L., Yaneva, V., Harik, P., Pandian, R., Morales, A., & Clauser, B. (2020). Automated prediction of examinee proficiency from short-answer questions. *Proceedings of the 28th International Conference on Computational Linguistics*, pages 893–903 Barcelona, Spain (Online), December 8-13, 2020.
- Lagler, K., Schindelegger, M., Böhm, J., Krásná, H., & Nilsson, T. (2013). GPT2: Empirical slant delay model for radio space geodetic techniques. *Geophysical research letters*, 40(6), 1069-1073.
- Lee, J. S., & Hsiang, J. (2020). Patent claim generation by fine-tuning OpenAI GPT-2. *World Patent Information*, 62, 101983.
- Liu, T., Ding, W., Wang, Z., Tang, J., Huang, G. Y., & Liu, Z. (2019, June). Automatic short answer grading via multiway attention networks. In *International conference on artificial intelligence in education* (pp. 169-173). Springer, Cham.
- Liu, Z., Xu, Z., Escalera, S., Guyon, I., Junior, J. C. J., Madadi, M., ... & Tu, W. W. (2020). Towards automated computer vision: analysis of the AutoCV challenges 2019. *Pattern Recognition Letters*, 135, 196-203.
- Llamas-Nistal, M., Fernández-Iglesias, M. J., González-Tato, J., & Mikic-Fonte, F. A. (2013). Blended e-assessment: Migrating classical exams to the digital world. *Computers & Education*, 62, 72-87.
- Marti, U. V., & Bunke, H. (2002). The IAM-database: an English sentence database for offline handwriting recognition. *International Journal on Document Analysis and Recognition*, 5(1), 39-46.
- McGill, T. J., & Klobas, J. E. (2009). A task–technology fit view of learning management system impact. *Computers & Education*, 52(2), 496-508.
- Németh, B., & Tejfel, M. (2016, May). markfactory: Translation-based automatic exam evaluation for mass education. *Proceedings of the 11th Joint Conference on Mathematics and Computer Science*, Eger, Hungary
- Plamondon, R., & Srihari, S. N. (2000). Online and off-line handwriting recognition: a comprehensive survey. *IEEE Transactions on pattern analysis and machine intelligence*, 22(1), 63-84.
- Plötz, T., & Fink, G. A. (2009). Markov models for offline handwriting recognition: a survey. *International Journal on Document Analysis and Recognition (IJ DAR)*, 12(4), 269.
- Rajala, T., Kaila, E., Lindén, R., Kurvinen, E., Lökkila, E., Laakso, M. J., & Salakoski, T. (2016, February). Automatically assessed electronic exams in programming courses. In *Proceedings of the Australasian computer science week multiconference* (pp. 1-8).
- Sanuvala, G., & Fatima, S. S. (2021, February). A Study of Automated Evaluation of Student's Examination Paper using Machine Learning Techniques. In *2021 International Conference on Computing, Communication, and Intelligent Systems (ICCCIS)* (pp. 1049-1054).
- Shaukat, Z., Ali, S., Xiao, C., Sahiba, S., & Ditta, A. (2020). Cloud-based efficient scheme for handwritten digit recognition. *Multimedia Tools and Applications*, 79(39), 29537-29549.
- Smith, R. (2007, September). An overview of the Tesseract OCR engine. In *Ninth international conference on document analysis and recognition (ICDAR 2007)* (Vol. 2, pp. 629-633). IEEE.
- Solak, S., Altınışık, U., Yıldız, U., & İnal, M. (2016). Örgün Öğretim Derslerinin Moodle Öğrenme Yönetim Sistemi Kullanılarak Sunulması Deneyimi. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 5(2), 348-360.
- Solak, S., Ucar, M. H., & Albadwieh, M. (2020). Computer-based evaluation to assess students' learning for the multiple-choice question–based exams: CBE-MCQs software tool. *Computer Applications in Engineering Education*, 28(6), 1406-1420.
- Şahin, İ., Uçar, M. H. B., & Solak, S. (2022). Otomatik Türkçe Kartvizit Tanıma için Bulut Tabanlı WEB Uygulama Tasarımı ve Performans Değerlendirmesi. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Part C: Tasarım ve Teknoloji*, 10(1), 118-134.
- Tashu, T. M., Esclamado, J. P., & Horvath, T. (2019, June). Intelligent on-line exam management and evaluation system. In *International Conference on Intelligent Tutoring Systems* (pp. 105-111). Springer, Cham.
- Tomić, S., Paunović, V., & Bosnić, I. Computer-based question and exam evaluation in summative knowledge assessment. In *2020 43rd International Convention on Information, Communication and Electronic Technology (MIPRO)* (pp. 1520-1525). IEEE.
- Villalon, J. (2012, July). An eMarking tool for paper based evaluations. In *2012 IEEE 12th International Conference on Advanced Learning Technologies* (pp. 43-45). IEEE.
- Vij, S., Tayal, D., & Jain, A. (2020). A machine learning approach for automated evaluation of short answers using text similarity based on WordNet graphs. *Wireless Personal Communications*, 111(2), 1271-1282.
- Walvoord, B. E., & Anderson, V. J. (2011). *Effective grading: A tool for learning and assessment in college*. John Wiley & Sons.
- Yorke, M. (2009). Faulty signals? Inadequacies of grading systems and a possible response. In *Assessment, learning and judgement in higher education* (pp. 1-20). Springer, Dordrecht.



# 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 değerlendirilmeden 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 Anlaşması 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.org.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 Anlaşması 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 buldukları 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 Anlaşması 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 Agreement 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 [dergipark.org.tr/login](http://dergipark.org.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 Agreement 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 Agreement 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 ANLAŞMASI FORMU / COPYRIGHT AGREEMENT FORM

EK 2-A

İstanbul Üniversitesi  
Istanbul University



Dergi Adı: Acta INFOLOGICA (ACIN)  
Journal name: Acta INFOLOGICA (ACIN)

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 şahıslara 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 doldurularak 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
		...../...../.....

