

Yıl:2024

Cilt:8

Sayı:1

Year:2024

Vol:8

No:1

UYBİSBBD

ULUSLARARASI YÖNETİM BİLİŞİM SİSTEMLERİ
VE
BİLGİSAYAR BİLİMLERİ DERGİSİ

ULUSLARARASI INTERNATIONAL JOURNAL OF
YÖNETİM MANAGEMENT
BİLİŞİM SİSTEMLERİ INFORMATION SYSTEMS
VE AND
BİLGİSAYAR BİLİMLERİ DERGİSİ COMPUTER SCIENCE

Cilt: 8 • Sayı: 1 • Haziran 2024

Vol: 8 • No: 1 • June 2024

e-ISSN: 2618 - 5954

**ULUSLARARASI YÖNETİM BİLİŞİM SİSTEMLERİ
VE
BİLGİSAYAR BİLİMLERİ DERGİSİ**

**INTERNATIONAL JOURNAL OF MANAGEMENT INFORMATION SYSTEMS
AND
COMPUTER SCIENCE**

Cilt: 8 • Sayı: 1 • Haziran 2024
Vol: 8 • No: 1 • June 2024

e-ISSN: 2618-5954

E-mail : ybsbb.info@gmail.com

Web : dergipark.gov.tr/uybisbbd

UYBİSBBD'in tarandığı İndeksler (*The indexes that UYBİSBBD is scanned*):

ERIHPLUS, Crossref, BASE, Cite Factor, Index Copernicus, Academic Resource Index
ResearchBib, Scientific Indexing Services, Cosmos Impact Factor, WorldCat, ESJI (Eurasian
Scientific Journal Index), Rootindexing, Google Scholar, SOBIAD

UYBİSBBD, uluslararası hakemli, uluslararası indeksli, açık erişimli bilimsel bir dergidir.
UYBİSBBD is an international peer-reviewed, internationally indexed, open-access scientific journal.



**ULUSLARARASI YÖNETİM BİLİŞİM SİSTEMLERİ VE BİLGİSAYAR BİLİMLERİ
DERGİSİ**
**INTERNATIONAL JOURNAL OF MANAGEMENT INFORMATION SYSTEMS
AND COMPUTER SCIENCE**

Kurucu (Founder)

Doç. Dr. Adem KORKMAZ

Baş Editör (Editor-in-Chief)

Doç. Dr. Adem KORKMAZ

Editörler (Editors)

Prof. Dr. Aysun COŞKUN

Doç. Dr. Tarık TALAN

Doç. Dr. Selahattin KOŞUNALP

Doç. Dr. Ayşe ÇİÇEK KORKMAZ

Dr. Öğr. Üyesi Selma BULUT

Yayın Kurulu (Editorial Board)

Prof. Dr. Florentin SMARANDACHE	(University of New Mexico, USA)
Prof. Dr. Aysun COŞKUN	(Gazi Üniversitesi)
Doç. Dr. Selahattin KOŞUNALP	(Bandırma Onyediy Eylül Üniversitesi)
Doç. Dr. Tarık TALAN	(Gaziantep İslam Bilim ve Teknoloji Üniversitesi)
Dr. Öğr. Üyesi Mustafa Mikail ÖZÇİLOĞLU	(Kilis 7 Aralık Üniversitesi)
Doç. Dr. Ayşe ÇİÇEK KORKMAZ	(Bandırma Onyediy Eylül Üniversitesi)
Dr. Bogdan PATRUT	(Alexandru Ioan Cuza University of Iasi, Romania)
Dr. Iulian FURDU	(Vasile Alecsandri University of Bacau, Romania)
Dr. Sadiq HUSSAIN	(Dibrugarh University, India)
Dr. Svitlana ILNYTSKA	(National Aviation University, Ukraine)

Danışma Kurulu (Advisory Board)

Prof. Dr. Abdulkadir YILDIZ	(Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi)
Prof. Dr. Aysun COŞKUN	(Gazi Üniversitesi)
Prof. Dr. Erdem UÇAR	(Trakya Üniversitesi)
Prof. Dr. Florentin SMARANDACHE	(University of New Mexico)
Prof. Dr. H. Mustafa PAKSOY	(Gaziantep Üniversitesi)
Prof. Dr. İsmail Rakıp KARAS	(Karabük Üniversitesi)
Prof. Dr. Sadettin PAKSOY	(Gaziantep Üniversitesi)
Prof. Dr. Sevinç GÜLSEÇEN	(İstanbul Üniversitesi)
Prof. Dr. Ülkü BAYKAL	(İstanbul Üniversitesi)
Prof. Dr. Yılmaz KILIÇASLAN	(Adnan Menderes Üniversitesi)
Prof. Dr. Mustafa ŞEKELİ	(Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi)
Prof. Dr. Yusuf Ekrem AKBAŞ	(Adıyaman Üniversitesi)
Doç. Dr. Ercan BULUŞ	(Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi)
Doç. Dr. Erdinç UZUN	(Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi)
Doç. Dr. İlhan UMUT	(Trakya Üniversitesi)

Adres (Address)

Bandırma Onyediy Eylül Üniversitesi, Gönen Meslek Yüksekokulu
10900 Balıkesir / TÜRKİYE

E-mail : ybsbb.info@gmail.com

Web : <https://dergipark.org.tr/tr/pub/uybisbbd>

YAYIN POLİTİKASI

Uluslararası Yönetim Bilişim Sistemleri ve Bilgisayar Bilimleri Dergisi yılda iki kez Haziran ve Aralık aylarında yayınlanan uluslararası hakemli bir dergidir. Dergide yer alan yazılar kaynak gösterilmeksizin kısmen ya da tamamen iktibas edilemez. Bu dergide yayınlanan çalışmaların bilim ve dil sorumluluğu yazarlarına aittir.

Dergimize gönderilen çalışmalar, alanında uzman iki ayrı hakem tarafından incelendikten sonra uygun görülenler yayınlanmaktadır. Yazım kurallarına ilişkin bilgilere dergimizin web adresinde yer verilmiştir. Bu derginin tüm hakları saklıdır. Önceden yazılı izin almaksızın hiçbir iletişim ve kopyalama sistemi kullanılarak yeniden kopyalanamaz, çoğaltılamaz ve satılamaz.

International Journal of Management Information Systems and Computer Science is an international peer-reviewed journal which is published two times a year in June and December. The articles cannot be cited partly or entirely without showing resources. The responsibility about scientific and grammatical issues is belong to authors.

The papers sent to the journal are reviewed by two referees and after their approval, they will be sent to edit before being published. Writing & Publishing Policies can be found in the journal's website. All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored or introduced into a retrieval system without prior written permission.

Makaleler / Articles

Türkiye'nin Dijitalleşme Performansının BM Sürdürülebilir Kalkınma Endeksi Çerçevesinde Değerlendirilmesi

Assessment Of Türkiye's Digitalization Performance Within the Framework of The UN Sustainable Development Index

Makale Türü: Araştırma Makalesi / Paper Type: Research Paper
Üzeyir FİDAN 1-14

AHP ve ELECTRE I Yöntemleri ile Kurumsal Mimari Çerçeve Seçimi

Enterprise Architecture Framework Selection with AHP and ELECTRE I Methods

Makale Türü: Araştırma Makalesi / Paper Type: Research Paper

Levent ŞAHİNTÜRK & Nilgün FİĞLALI & Zerrin ALADAĞ & Berrin DENİZHAN 15-40

Uyku Sağlığı ile Yaşam Tarzı Arasındaki İlişkinin PCA, Naive Bayes ve Rastgele Orman Ağaçları Yöntemleri ile İncelenmesi ve Karşılaştırılması

Discovery and Comparison of the Relationship between Sleep Health and Lifestyle with PCA, Naive Bayes and Random Forest Trees Methods

Makale Türü: Araştırma Makalesi / Paper Type: Research Paper
Serkan AYAN & Turgay Tugay BİLGİN 41-56

Teknoloji ve Bilgi Çağında Veri Okuryazarlığı: Tanım, Özellikler ve Türkiye'deki Uygulamalara Bakış

Data Literacy in the Age of Technology and Information: Definition, Characteristics and Overview of Practices in Türkiye

Makale Türü: Derleme Makalesi / Paper Type: Review Paper
Kaan ARIK 57-74

Türkiye'nin Dijitalleşme Performansının BM Sürdürülebilir Kalkınma Endeksi Çerçevesinde Değerlendirilmesi

Assessment Of Türkiye's Digitalization Performance Within the Framework of The UN Sustainable Development Index

DOI:10.33461/uybisbbd.1373965

Üzeyir FİDAN¹ 

Öz

Makale Bilgileri

Makale Türü:
Araştırma Makalesi

Geliş Tarihi:
10.10.2023

Kabul Tarihi:
25.01.2024

©2023 UYBISBBD
Tüm hakları saklıdır.



Bu çalışmanın amacı, Türkiye'de 2000'li yıllarda hızlanan dijitalleşme süreci ile aynı dönemde gözlenen Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (SKH) endeksindeki gelişmeler arasındaki ilişkiyi incelemektir. Çalışmayı motive eden temel soru, artan dijitalleşmenin sürdürülebilir kalkınmaya olan etkilerinin niteliğidir. Çalışmada nicel veri analitiği yöntemleri kullanılmıştır. Türkiye'ye ait dijitalleşme ve SKH endeksi zaman serisi verileri toplanmış, tanımlayıcı ve çıkarımsal istatistiksel analizler uygulanmıştır. Elde edilen bulgular, 2000'lerden itibaren Türkiye'de dijitalleşme göstergelerinde kaydedeğer artış olduğunu göstermektedir. Aynı dönemde SKH endeksinde de yükseliş gözlenmiştir. İki değişken arasında pozitif yönlü bir ilişki saptanmış olmakla birlikte, nedensellik bağlamında kesin yargıya varmak için daha detaylı analizlere ihtiyaç olduğu anlaşılmıştır. Çalışma, Türkiye'de dijitalleşme ve sürdürülebilir kalkınma ilişkisi konusunda farkındalık yaratması ve gelecek araştırmalara yol göstermesi açısından önem taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilirlik, Veri Analitiği, Dijital Dönüşüm.

Abstract

Article Info

Paper Type:
Research Paper

Received:
10.10.2023

Accepted:
25.01.2024

©2023 UYBISBBD
All rights reserved.



The aim of this study is to examine the relationship between the accelerated digitalization process in Türkiye in the 2000s and the developments in the Sustainable Development Goals (SDG) index observed in the same period. The main question motivating the study is the nature of the effects of increasing digitalization on sustainable development. Quantitative data analytics methods are used in the study. Time series data on digitalization and the SDG index for Türkiye are collected, descriptive and inferential statistical analyses are applied. The findings show that there has been a significant increase in digitalization indicators in Türkiye since the 2000s. In the same period, an increase is also observed in the SDG index. Although a positive relationship is found between the two variables, it is understood that more detailed analyses are needed to make a definitive judgment in terms of causality. The study is important in terms of raising awareness of the relationship between digitalization and sustainable development in Türkiye and guiding future research.

Keywords: Sustainability, Data Analytics, Digital Transformation.

Atıf/ to Cite (APA): Fidan, Ü. (2024). Assessment Of Türkiye's Digitalization Performance Within the Framework of The UN Sustainable Development Index. International Journal of Management Information Systems and Computer Science, 8(1), 1-14. DOI: 10.33461/uybisbbd.1373965

¹ Dr. Öğretim Görevlisi, Uzaktan Eğitim Meslek Yüksekokulu, Uşak Üniversitesi, uzeyir.fidan@usak.edu.tr, Uşak, Türkiye.

1. INTRODUCTION

Digitalization, in the most general terms, refers to the process of adopting and using informatics and information technologies in all areas of society. With the proliferation of technologies such as the Internet, mobile devices, cloud computing, artificial intelligence, and the internet of things, digitalization has accelerated both at the institutional and individual levels (Kohnke, 2017:71). Digitalization is transforming many areas from economy to trade (Degryse, 2016:33), education to health (Sætra & Fosch-Villaronga, 2021), and public services to employment (Fernández-Macías, 2018).

Digitalization can play an important role in achieving SDG. Sustainable development is a holistic approach that balances economic growth, social welfare and environmental sustainability (Waas, Hugé, Verbruggen & Wright, 2011:1639). Digitalization acts as a catalyst for these goals by optimizing resource use, facilitating access to services, and increasing efficiency (Bleicher & Stanley, 2017:67). However, inclusive and sustainable policies are needed to harness the potential benefits of digitalization.

A limited number of studies in Türkiye holistically address the relationship between digitalization and sustainable development (Demirkıran et al., 2022; Taş, Örk and Veysikarani, 2021; Konu, 2020). Other studies have focused either on digitalization or sustainable development (Atmaca and Karaçay, 2020; Karasoy and Babaoğlu, 2020; Akçakaya, 2017). There is a significant gap in the literature regarding the analysis of the current situation by examining the interaction between these two concepts. The purpose and main motivation of this study is to examine the relationship between digitalization and sustainable development goals in Türkiye and to present the current situation through descriptive and exploratory analytical methods. Thus, by presenting the conceptual framework on the subject, it aims to contribute to the literature and raise awareness among the relevant parties. Accordingly, the study aims to address the following research questions:

RQ1: How does Türkiye's sustainable development performance compare to the average of the OECD and other groups of nations categorized by their level of economic development?

RQ2: Which indicators should be focused on to examine the relationship between sustainability and digital transformation?

RQ3: Does a statistically significant correlation exist between the rise in digitization witnessed in Türkiye since the 2000s and the changes in the sustainable development index during the same timeframe?

In the other sections of the study, the conceptual framework and related studies, methodology, findings, conclusions and implications for future studies are presented respectively.

2. CONCEPTUAL FRAMEWORK AND RELATED WORKS

2.1. Digital Transformation in Türkiye

Digital transformation is a multidimensional process in which developments in information and communication technologies radically change the way organizations function, their production processes, operational activities, and the nature of the products and services offered to their stakeholders (Daidj, 2019:99). It also involves the redesign of business models, value chain activities, decision-making mechanisms, employee profiles and organizational culture through the adoption and integration of new technologies (Dwivedi & Paul, 2022:1250; Gunasekaran & Ngai, 2004:277). This transformation process requires an innovative redefinition of traditional ways of doing business using digital technologies. Thus, organizations aim to increase both their internal operational efficiency and the quality of the products and services they offer to their external stakeholders.

When the digitalization efforts in the public sector in Türkiye are examined, it is seen that e-government applications were initiated in 2010 (Tamer and Övgün, 2020:1), while systematic efforts

to analyze public data using big data and advanced analytical technologies started to be implemented as of 2018 (Avaner and Çelik, 2021:14). However, the digitalization process observed in the private sector and at the level of individuals follows a course independent of the digital transformation activities carried out by the state. The level of digitalization of the private sector and individuals is shaped by factors such as adaptation capacity to digital technologies at the societal level and access to these technologies. Türkiye has experienced a significant increase in internet access and internet usage rates, which are components of digital transformation. By 2022, the share of households with access to the internet reached 94%, while the share of individuals using the internet was 85%. The number of broadband subscribers exceeded 80 million (TURKSTAT, 2022).

The digitalization process in Türkiye showcases the prominent role of technology-based innovation, as seen by the dynamic changes occurring in both the business world and the public sector. To implement digital business models, firms must enhance their technological infrastructures and also revamp their strategic goals. Specifically, the Turkish corporate world has begun to embrace emerging technologies such as artificial intelligence, the internet of things, and blockchain in order to enhance their competitive edge and establish a strong presence in the global market (Soylu, 2018:45). Within this particular framework, the private sector has witnessed digitalization trends that have prompted inventive endeavors focused on enhancing consumer experience, augmenting operational efficiency, and cultivating novel business models.

The digitalization in Türkiye has substantial effects on the economy, finance, and e-commerce (Ustaömer, 2019:19). Specifically, e-commerce has experienced substantial growth during the process of digital transformation. This incentivizes firms to build a more efficient online presence and provide a diverse range of products and services to consumers on digital platforms. Simultaneously, the widespread use and growing utilization of digital payment technologies expedite the metamorphosis of the financial industry (Akin, 2020:16). Developments such as access to the internet and technology have accelerated digitalization in Türkiye. E-commerce and digital payment systems are becoming widespread. In 2022, the e-commerce rate reached 46% (TURKSTAT, 2022). Within the scope of public digital transformation, steps are being taken to digitalize critical infrastructures as well as e-government applications. However, Türkiye is far behind the OECD average in areas such as workforce with digital skills, R&D expenditures, innovation capacity, and fiber internet infrastructure (Sachs, Lafortune, Fuller & Drumm, 2023).

The process of digitization in Türkiye is causing a transformation in business models and value chain activities, leading conventional sectors to adopt digital ecosystems. Mobile banking applications, digital wallets, and fintech solutions are significant advancements in the financial sector, enabling quicker and more convenient access to financial services for consumers (Aktuğ, 2020:489). Türkiye's digitization endeavors in this context are focused on attaining sustainable development objectives in terms of financial accessibility and e-commerce, with the aim of bolstering economic expansion. The advancements in this digital ecosystem carry substantial potential to enhance the country's competitiveness and attain a more efficient standing in the global market.

Another crucial aspect of digital change in Türkiye is the digitization of the education sector. An essential requirement for staying in line with the future digital economy is having a workforce equipped with digital skills (Radmard & Atik, 2019:1357). Within this framework, the collaboration between educational institutions and sectors seeks to equip students with digital competencies and facilitate their ability to adjust to the utilization of technology. Furthermore, Türkiye's attainment of lasting success in its digital transformation journey relies on augmenting investments in research and development, endorsing pioneering initiatives, and fortifying the entrepreneurial ecosystem (Kasa & Arslan, 2020:1811). By doing so, Türkiye can effectively harness its full potential in digitization, both domestically and on the international stage.

In order for Türkiye to accelerate its digital transformation, policies such as digitalization of education, qualified human resources, strengthening the entrepreneurship ecosystem, increasing R&D investments, and encouraging innovative business models are needed.

2.2. UN Sustainable Development Index and Indicators

The Sustainable Development Index (SDI) is a composite index that measures the extent to which countries are achieving their SDG. At the United Nations Sustainable Development Summit in September 2015, an outcome document entitled "Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development" (UN, 2015). This document provides an international framework to guide global development efforts. The document addresses global challenges such as poverty reduction, eliminating inequalities, climate change, ensuring peace and justice, and innovative production. A total of 17 SDG and 169 sub-goals have been set. Member states have committed to make progress towards these goals by 2030 (UN, 2017). The United Nations General Assembly has developed and adopted a comprehensive list of 244 SDG indicators (UN, 2017). This list of indicators provides a framework for monitoring Member States' progress towards the 17 SDG set out in the 2030 Agenda for Sustainable Development (Fig 1).

Figure 1. UN Sustainable Development Goals



Source: Sachs et al. 2018

From 2015 to 2019, the world made partial progress towards the SDG, but there was still a long way to go (Sachs et al., 2023). Unfortunately, the outbreak of the Covid-19 pandemic in 2020 and other concurrent global crises led to a halt in progress towards the SDG (Qadeer et al., 2022:2). In the last few years, progress towards the goals has slowed considerably and in some cases even regressed. Worldwide progress on sustainable development was severely hampered by 2020 (Zhao et al., 2022:2).

2.3. Relationship between Digitalization and Sustainable Development Indicators

Digitalization is recognized as one of the key components of sustainable development (Mondejar et al., 2021:13). The proliferation of information and communication technologies contributes positively to many sustainable development goals.

Applications such as digital financial services and e-commerce will increase women's access to economic opportunities. This contributes to the goal of Gender Equality. Ojo (2022) examined the extent to which digital financial inclusion facilitates women's economic empowerment in Ghana, Kenya, Namibia and Lesotho. All the initiatives highlighted in the study were found to have a positive impact of digital financial inclusion on women's economic empowerment. Yu & Cui (2019) investigated how the success of rural e-commerce affects the evolving gender entitlement and hierarchy in a competitive market economy in China. They found that female store owners and operators have a significant impact on the expansion of e-commerce in rural China.

Distance education and digital learning tools are expected to expand access to quality education. This contributes to the goal of Quality Education. In their study, Zhang et al. (2020) focused on the development of a widely applicable e-learning model consisting of seven successive levels of professional and personal development. It was concluded that education for sustainable development will contribute to the creation of a resilient and sustainable society through a systematic approach and provide new foundations, quality, values and goals to the education and training system.

Smart cities and digital infrastructure improvements make cities more livable and sustainable. This supports the goal of Sustainable Cities and Communities. Depiné et al. (2017) aimed to investigate the application of design thinking in the development of smart cities. As a result, it was seen that design thinking will create a sustainable quality in human life. Clement et al. (2023) focused on the localization of SDG in their study on smart cities. They concluded that for cities using smart city strategies to promote a fundamental shift towards a more sustainable urban model, attention should be paid to the inclusion of initiatives that address issues that are often not addressed.

The UN has developed some indicators to monitor the contribution of digitalization to sustainable development. Indicators such as internet usage prevalence, digital skills level, e-commerce volume are within this scope (Hidalgo et al., 2020:2). This study focuses on the relationship between statistics such as the proportion of households with access to the internet, the proportion of individuals using the internet, the proportion of individuals using e-government services and the proportion of e-commerce in Türkiye and the SDI.

3. MATERIAL AND METHOD

This section provides an overview of the data sources utilized in the study and the methodologies employed to acquire these data. As the research adheres to ethical rules and relies on secondary data, there is no need to seek approval from an ethics commission. In addition, the methods used in data analysis are described. In particular, descriptive-analytic methods such as descriptive statistics and data visualization techniques and exploratory analytic methods such as association rules were introduced. The data were summarized, visualized and analyzed using these analytical approaches. In this way, key features, trends, patterns and interesting relationships in the dataset are revealed.

3.1. Data Collection and Ethical Principles

In this study, various secondary data sources were utilized. The United Nations' Sustainable Development Report 2023 is a comprehensive report that evaluates the progress made by all United Nations member states in line with the SDG and was used as the main data source in this study. In addition, data on indicators related to digitalization were compiled from statistics published by the Turkish Statistical Institute at regular intervals and included in the study. Thus, the study utilizes up-to-date and reliable data sources that are directly related to the subject.

In this study, qualitative or quantitative research techniques such as questionnaires, interviews, focus groups, observations and experiments, which are primary data collection methods, were not used. The data of the study were obtained from reliable and valid secondary data sources related to the subject. Considering the nature of the data used in the study and the way it was collected, ethics committee approval was not required. Because the study does not collect data directly from the participants, only secondary data available in the literature are analyzed. Therefore, there is no violation in terms of research and publication ethics.

3.2. Data Analytics

The purpose of this study is to examine Türkiye's digitalization process and the relationship between improvements in this process and the SDG Index. For this purpose, a descriptive and exploratory data analytics methodology is adopted. Descriptive data analytics techniques were used to identify digitalization indicators and SDG Index trends in Türkiye, while exploratory data analytics

techniques were used to examine the relationships between these two variables. Thus, by applying statistical and visualization techniques to quantitative data, it is aimed to obtain insights into the structure of the relationship between the digitalization process and the SDG Index in Türkiye.

First, the raw data collected for the purpose of the study were cleaned, combined and transformed to make them suitable for analysis. In this study, both descriptive and exploratory analyses were used together. First, descriptive analyses were used to reveal the general view of the data set, and then exploratory analyses were used to investigate the relationships between variables. Quantitative analyses such as descriptive statistical analyses, comparative analyses, and correlation analyses were performed on the prepared data set to answer the research question. In addition, the data were transformed into graphs and tables using visualization techniques. Thus, it was aimed to obtain comprehensive and versatile information on the subject. All applied analyses and results are reported in detail in the findings section of the study. The findings are interpreted in the light of the literature and the theoretical framework of the study.

4. RESULTS

When the general view of the data in the Sustainable Development Report 2023 is analyzed, summary information on the ranking of countries is presented in Table 1.

Table 1. SDG 2023 Summary

Country	2023 SDG Index Score	2023 SDG Index Rank	Regions used for the SDR	Population in 2022
Finland	86.8	1	OECD	5538263
Sweden	86.0	2	OECD	10517669
Denmark	85,7	3	OECD	5867977
...
Algeria	70.8	71	MENA	44543592
Türkiye	70.8	72	OECD	85091633
El Salvador	70.7	73	LAC	6323795
...
Chad	45.3	164	Sub-Saharan Africa	17449262
Central African Republic	40.4	165	Sub-Saharan Africa	5500295
South Sudan	38.7	166	Sub-Saharan Africa	10829532

Source: Summary data compiled from the SDG 2023 Report.

The SDG Index is based on the 17 sustainable development goals set by the United Nations. For each goal, a score between 0 and 100 is assigned and the country's performance level in that goal is quantified in this way. Then, each goal is given equal weight and the arithmetic average of the 17 goal scores is calculated and this numerical value gives the total SDR Index score of the relevant country. Thus, each of the 17 core goals for sustainable development is equally influential on the total score in the index. Thanks to this calculation methodology of the index, a multidimensional and holistic approach to sustainable development is adopted. Descriptive statistics on the 17 core goals are presented in Table 2.

Table 2. Descriptive Statistics for indicators of the SDG INDEX 2023

	SDG Index Score	SDG1	SDG2	SDG3	SDG4	SDG5	SDG6	SDG7	SDG8
max	86.761	100.000	83.401	97.115	99.762	94.022	95.058	99.551	93.383
Q3	74.948	98.951	67.264	85.524	95.644	76.137	76.044	74.364	79.626
median	69.377	93.301	61.028	75.438	84.773	65.870	67.878	68.613	73.158
Q1	60.547	55.779	54.007	51.860	61.418	51.046	55.237	47.521	66.427
min	38.676	3.155	19.806	12.953	1.232	13.055	32.600	8.697	39.535
s.d.	10.264	31.067	10.589	20.293	23.112	16.350	14.049	20.303	10.560
	SDG9	SDG10	SDG11	SDG12	SDG13	SDG14	SDG15	SDG16	SDG17
max	99.129	100.000	99.858	98.811	99.925	90.395	97.849	93.845	94.027
Q3	74.713	84.613	86.499	94.085	96.711	72.992	76.585	73.716	71.647
median	48.169	69.701	76.852	84.566	90.903	65.412	66.296	60.909	60.805

Q1	30.206	41.608	59.970	68.592	72.543	57.648	56.607	49.029	50.855
min	1.655	5.493	13.826	37.729	1.289	36.579	26.478	29.438	29.350
s.d.	26.482	27.257	18.161	16.044	21.112	11.430	14.133	15.471	12.953

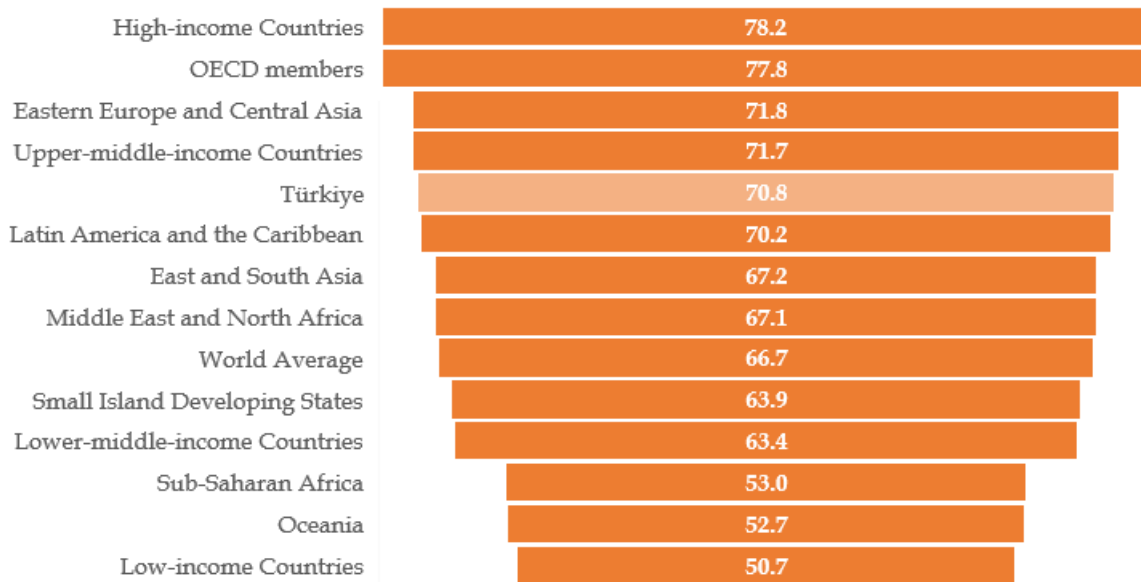
Source: Summary data compiled from the SDG 2023 Report.

The median value for the SDG Index overall score is 69.377. In other words, half of the countries have an SDG Index score below 69.377. The highest value is 86.761, while the lowest value is 38.676. The standard deviation is 10.264.

RQ1: How does Türkiye's sustainable development performance compare to the average of the OECD and other groups of nations categorized by their level of economic development?

In the Sustainable Development Report 2023, the Sustainable Development Index is scored according to specific country groups as well as countries. These groups are categorized as World average, OECD Members, High-Income Countries, Upper Middle-Income Countries, Lower Middle-Income Countries, Low-Income Countries, Eastern Europe and Central Asia, Latin America and the Caribbean, East and South Asia, Middle East and North Africa, Small Island States, Sub-Saharan Africa and Oceania. Thus, Türkiye's sustainable development performance is compared with these groups and presented in Figure 2.

Figure 2. Grouped SDG Index Scores

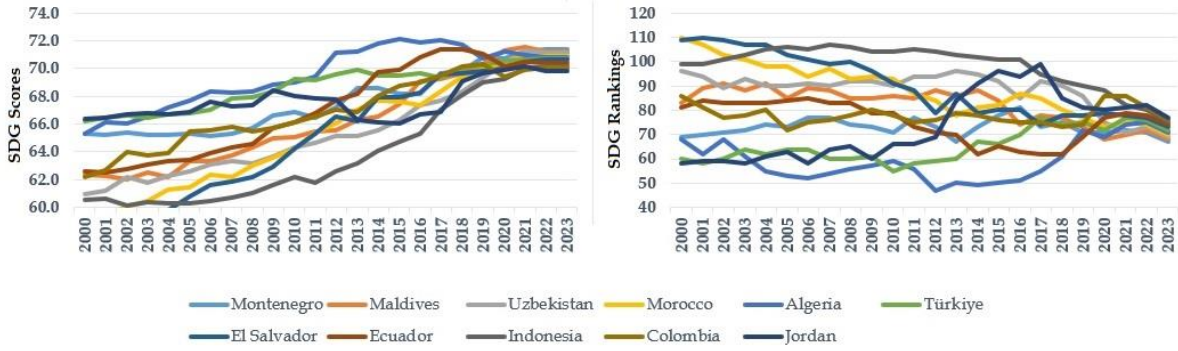


Source: Compiled from Sachs et al., 2023. Türkiye is ranked among OECD members.

The analysis shows that Türkiye's 2023 SDI score is 7 points below the average of OECD countries of which Türkiye is a member. At the same time, it was also found that it was not above the averages of countries in the high and upper-middle-income groups and countries in the Eastern Europe and Central Asia region. On the other hand, Türkiye's score is 4.1 points above the global average. In light of these findings, it is concluded that Türkiye's performance in the field of sustainable development lags behind country groups with similar levels of development, but is above the global average. Therefore, Türkiye needs to make further progress in the area of sustainable development, especially when compared to the OECD, high-income countries and countries in its geographically close region.

In this study, five countries ranked above and below Türkiye in the 2023 SDI scoring were identified and their index performances between 2000 and 2023 were analyzed comparatively (Figure 3).

Figure 3. Scores and rankings of the five countries above and below Türkiye



Source: Compiled from Sachs et al., 2023.

This comparative analysis aims to reveal the historical trends in sustainable development in countries with higher and lower index scores than Türkiye. It is believed that the findings obtained will shed light on the evaluation of Türkiye's possible future index performance. Thus, inferences can be made about the possible policies and strategies that the country should follow in line with its sustainable development goals.

The analysis shows that Türkiye's 2023 SDI score has generally moved in the direction of increase in the range of 66.2-70.8 points in the last 24 years. However, the same positive momentum with the change in other countries is not seen in the rankings. While the ranking obtained in 2010 was 55, the ranking obtained in 2023 was determined as 72. With this information, it can be concluded that most of the countries are making a significant effort for the SDG Index.

An analysis of Türkiye's SDI scores over the last 24 years reveals a general upward trend. However, when compared to other countries, Türkiye's acceleration does not provide the expected rise in its position in international rankings. Ranked 55th in 2010, Türkiye dropped to 72nd place in 2023. Although these data indicate that the performance in the index is an important area of development for countries, it can be concluded that Türkiye's efforts towards sustainable development are not in line with international standards and competitive.

RQ2: Which indicators should be focused on to examine the relationship between sustainability and digital transformation?

The following indicators should also be taken into account when examining the relationship between sustainability and digital transformation (Esses, Csete & Németh, 2021:5):

- SDG1: No Poverty.
- SDG2: Zero Hunger.
- SDG3: Good Health and Well-Being.
- SDG4: Quality Education.
- SDG8: Decent Work and Economic Growth.
- SDG9: Industry, Innovation and Infrastructure.
- SDG11: Sustainable Cities and Communities.
- SDG13: Climate Action.

The effect of the score obtained from these indicators on the overall score obtained by countries is very important (Table 3). Based on this information, indirect effects of digitalization can be observed.

Table 3. Impact of indicator scores on the 2022 SDG Index

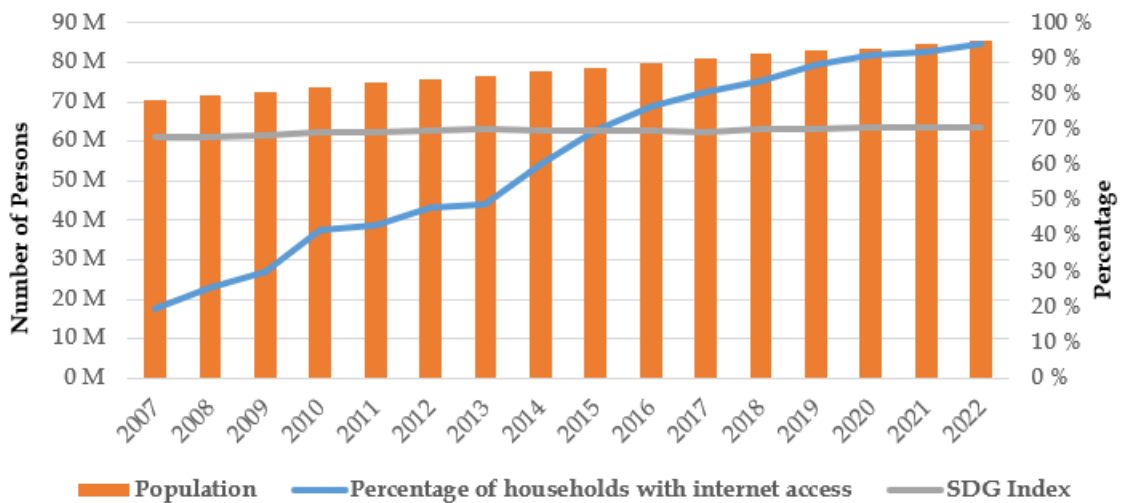
	SDG1	SDG2	SDG3	SDG4	SDG8	SDG9	SDG11	SDG13
Number of Countries with Positive Impact	110	40	101	125	64	88	51	131
Number of Countries with Negative Impact	56	126	65	41	102	78	115	35

Source: Compiled from Sachs et al., 2023.

The scores obtained by taking the equally weighted average of the 17 indicators in the Sustainable Development Goals Indicator Index (SDG Index) allow for easy comparisons between countries (Sachs et al., 2023). In the SDG2 (no hunger), SDG8 (decent work and economic growth) and SDG11 (sustainable cities and communities) indicators, the overall scores of 75.9%, 61.5% and 69.3% of the 166 countries analyzed, respectively, are negatively affected. This indicates that the vast majority of countries have significant room for improvement in these indicators. In the case of Türkiye, SDG2, SDG8 and SDG13 (climate action) indicators have a negative contribution to the overall score.

Türkiye has experienced significant developments in the field of digitalization in recent years. With the spread of information technologies, internet usage rates and the number of mobile subscriptions have increased significantly.

Figure 4. The population of Türkiye, Percentage of households with Internet Access and SDG Index

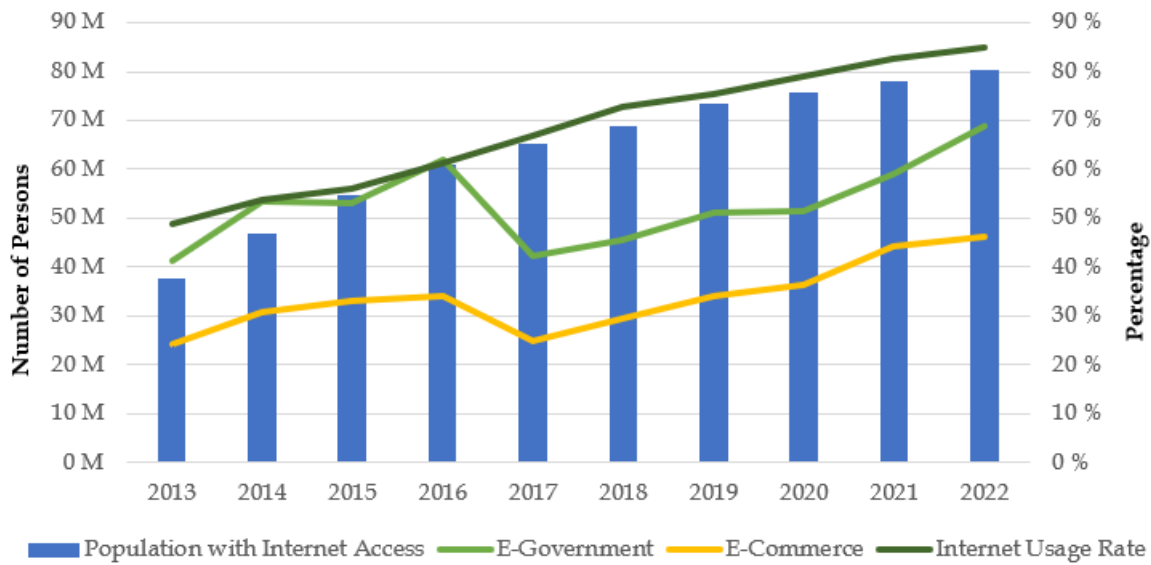


Source: Compiled from Sachs et al., 2023 and TURKSTAT, 2023..

The data in Figure 4 shows the change in the percentage of households with internet access in Türkiye between 2007 and 2022. While only 19.7% of households had internet access in 2007, this percentage increased to 94.1% in 2022. The largest increase occurred between 2014 and 2015, when the share of households with internet access rose from 60.2% to 69.5%. Internet access in Türkiye has increased rapidly, especially with the widespread use of smartphones. The share of households with internet access has increased every year since 2007. By 2022, almost all households in Türkiye (94.1%) have internet access. This rate is close to the level of developed countries. The data shows that internet infrastructure and access opportunities are improving rapidly in Türkiye. While there is a positive correlation between the increase in SDG Index scores and the increase in internet access rates, more extensive academic analysis is needed to determine the exact role of internet access in this increase. There is evidence that increased internet access may be positively related to the SDG targets. The relationship between the two variables is correlational and does not indicate causality.

In Türkiye's digitalization process, the proportion of the population with internet access, the prevalence of internet usage, the use of e-government services and the development of e-commerce are important indicators (Figure 5). Academic analyses on these indicators can provide a better understanding of the level of digitalization and the digital divide in Türkiye.

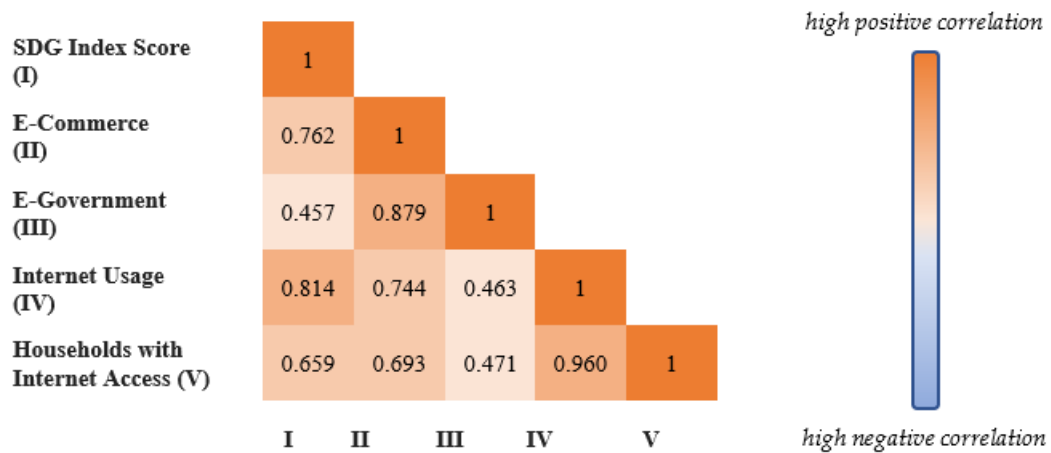
Figure 5. Key indicators in the digitalization process



Source: Compiled from TURKSTAT, 2023.

RQ3: Does a statistically significant correlation exist between the rise in digitization witnessed in Türkiye since the 2000s and the changes in the sustainable development index during the same timeframe?

Figure 6: Correlation between SDG Index and other parameters



Source: Created by the author.

When statistical data are analyzed, it is observed that there is a positive relationship between these indicators. As the proportion of the population with internet access increases, the prevalence of internet use and the use of e-government services also tend to increase. Similarly, the volume of e-commerce shows a parallel development with these indicators. We can examine the direction and strength of the linear relationship between digitalization indicators and SDG Index scores by calculating the Pearson correlation Coefficient (Figure 6).

According to the data of the Turkish Statistical Institute for 2023, when the Internet access rates of enterprises with 10 or more employees are analyzed, it is seen that the rate, which was 85.4% in 2007, has gradually increased. The 93.0% Internet access rate in 2011 showed a continuous upward trend and reached 96.0% by 2023 (TURKSTAT, 2023). These data indicate that enterprises in Türkiye have made significant progress in adopting ICT and digitalization processes. Almost all enterprises with 10 or more employees have Internet access.

4. CONCLUSION

This study examines the relationship between the digitalization process in Türkiye and the SDG. As a result of the findings, it is observed that digitalization in Türkiye has increased significantly in the last 15 years. With this development in digitalization indicators, especially internet access, it was determined that the country's SDG Index scores also increased in the same period. Indicators such as the increase in internet access, the rise in digital literacy rates, and the spread of e-government applications prove this development. However, when the SDG Index is analyzed, it is understood that Türkiye's digitalization performance is not sufficiently reflected in the field of sustainable development. It is important to effectively use the opportunities offered by digitalization in areas that will contribute to indicators such as health, education, productivity, and reducing inequalities in the SDG Index. Therefore, in order to increase the positive effects of digitalization on sustainable development in Türkiye, it is critical to develop policies integrated with the sustainability dimension of digital transformation.

An analysis of Türkiye's position and scores in the SDG Index reveals that the score gap between Türkiye and its immediate neighbors is quite small. For example, while the score difference with Jordan, which is five places below Türkiye, is only 0.9, the difference with Montenegro, which is five places above Türkiye, is 0.6. This indicates that Türkiye's position in the rankings is quite sensitive. Small score differences indicate that steps to be taken in the field of digitalization have the potential to significantly improve Türkiye's ranking. On the other hand, the small score gap with the lagging countries brings with it the risk that Türkiye could fall to the lower rungs of the ranking if sufficient efforts are not made. The close scores in the ranking constitute both an opportunity and a threat for Türkiye. This situation reveals the urgency of concrete steps and improvements focused on sustainable development in the field of digitalization.

In conclusion, there are multidimensional interactions between digitalization and sustainable development in Türkiye and interdisciplinary research is needed to understand these interactions. Although there is a positive relationship between these two variables, it is understood that more detailed analyses are needed to make definitive judgments in terms of causality.

5.1. Managerial Implications

The findings of this research reveal the multidimensional relationship of the digitalization process in Türkiye with sustainable development goals. In light of the results, it is possible to draw some important conclusions for both policy-makers and decision-makers. These implications include suggestions for effectively managing digitalization in line with the country's sustainable development goals:

- Policymakers should adopt a holistic perspective on digitalization and consider its multidimensional relationship with SDG.
- When preparing digitalization strategies and action plans, their compatibility with sustainable development goals should be considered.
- To maximize the benefits of digitalization, policies and projects that reduce inequalities and the digital divide should be prioritized.
- Efficiency and sustainability should be increased through digital transformation in many areas such as education, health, agriculture and transportation.
- Measures should be taken to reduce the environmental footprint of digital technologies and green computing should be encouraged.
- Integrated policies and strategies on digitalization should be developed by increasing coordination among public institutions and with the private sector.

- Data-based indicators and indices should be developed to monitor the impact of digitalization on sustainable development.

In conclusion, the research findings reveal the importance of adopting a holistic and sustainable perspective on digitalization, considering multidimensional interactions and interdisciplinary approaches when developing policies and strategies.

5.2. Implications for Future Research

The findings and conclusions of this study offer some important implications for future research. In order to examine the relationship between digitalization and sustainable development in Türkiye in more depth, it would be useful to focus on the following issues:

- Studies to test the causal relationships between digitalization and sustainable development,
- Comparative analysis covering different Countries,
- Studies examining the impacts of digitalization on different dimensions of sustainable development,
- Studies assessing the compatibility of digitalization policies with SDG.

In conclusion, although the results obtained are instructive for future studies, it is understood that there is a need for interdisciplinary and multifaceted research to fill the gap in the literature.

REFERENCES

- Akçakaya, O. (2017). Yerel sürdürülebilirliğin sağlanmasında etkin bir yaklaşım: kamu sektörü ve özel sektör ortaklığı. *Sakarya İktisat Dergisi*, 6(3), 46-62.
- Akın, F. (2020). Dijital dönüşümün bankacılık sektörü üzerindeki etkileri. *Balkan & Near Eastern Journal of Social Sciences*, 6(2).
- Aktuğ, S. S. (2020). Development of fintech sector in Turkey. *BİLTÜRK Journal of Economics and Related Studies*, 2(3), 487-499.
- Atmaca, Y., & Karaçay, F. (2020). Türkiye'deki Kamu Yönetimi Reformlarında Dijitalleşme ve E-Yönetişim. *International Journal of Management and Administration*, 4(8), 260-280.
- Avaner, T., & Çelik, M. (2021). Türkiye'de dijital dönüşüm ofisi ve yapay zekâ yönetimi: Büyük Veri ve Yapay Zekâ Daire Başkanlığı'nın geleceği üzerine. *Medeniyet Araştırmaları Dergisi*, 6(2), 1-18.
- Bleicher, J., & Stanley, H. (2017). Digitization as a catalyst for business model innovation a three-step approach to facilitating economic success. *Journal of Business Management*, 12.
- Clement, J., Ruyschaert, B., & Crutzen, N. (2023). Smart city strategies—A driver for the localization of the sustainable development goals?. *Ecological Economics*, 213, 107941.
- Daidj, N. (2019). Strategic and Business-IT Alignment Under Digital Transformation: Towards New Insights?. In *Business transformations in the era of digitalization* (pp. 93-105). IGI Global.
- Degryse, C. (2016). Digitalisation of the economy and its impact on labour markets. ETUI research paper-working paper.
- Demirkıran, S., Beyoğlu, A., Terzioğlu, M. K., & Yaşar, A. (2022). Sürdürülebilir kalkınma odaklı dijitalleşme belirleyicilerinin verimlilik üzerindeki etkilerinin yapay sinir ağları ile sınıflandırılması. *Verimlilik Dergisi*, 30-47.
- Depiné, Á., de Azevedo, I. S. C., Santos, V. C., & Eleutheriou, C. S. T. (2017, February). Smart Cities and Design Thinking: Sustainable development from the citizen's perspective.




In Proceedings of the February 2017 Conference: IV Regional Planning Conference, Aveiro, Portugal (pp. 23-24).

- Dwivedi, A., & Paul, S. K. (2022). A framework for digital supply chains in the era of circular economy: Implications on environmental sustainability. *Business Strategy and The Environment*, 31(4), 1249-1274.
- Esses, D., Csete, M. S., & Németh, B. (2021). Sustainability and digital transformation in the visegrad group of central european countries. *Sustainability*, 13(11), 5833.
- Fernández-Macías, E. (2018). Automation, digitalisation and platforms: Implications for work and employment.
- Gunasekaran, A., & Ngai, E. W. (2004). Information systems in supply chain integration and management. *European Journal of Operational Research*, 159(2), 269-295.
- Hidalgo, A., Gabaly, S., Morales-Alonso, G., & Urueña, A. (2020). The digital divide in light of sustainable development: An approach through advanced machine learning techniques. *Technological Forecasting and Social Change*, 150, 119754.
- Karasoy, H., & Babaoğlu, P. (2020). Türkiye’de Elektronik Devletten Dijital Devlete Doğru. *Karadeniz Sosyal Bilimler Dergisi*, 12(23), 397-416.
- Kasa, A. & Arslan, G. (2020). Endüstri 4.0 kapsamında teorik bir analiz: Türkiye örneği. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 2020; 19(76) 1810-1826.
- Kohnke, O. (2017). It’s not just about technology: The people side of digitization. *Shaping the Digital Enterprise: Trends and Use Cases in Digital Innovation and Transformation*, 69-91.
- Konu, A. (2020). Sürdürülebilir kalkınma ve dijital ekonomi ilişkisi: AB ülkeleri için bir araştırma. *Akademik İncelemeler Dergisi*, 15(2).
- Mondejar, M. E., Avtar, R., Diaz, H. L. B., Dubey, R. K., Esteban, J., Gómez-Morales, A., ... & Garcia-Segura, S. (2021). Digitalization to achieve sustainable development goals: Steps towards a Smart Green Planet. *Science of The Total Environment*, 794, 148539.
- Ojo, T. A. (2022). Digital Financial Inclusion for Women in the Fourth Industrial Revolution: A Key towards Achieving Sustainable Development Goal 5. *Africa Review*, 14(1), 98-123.
- Qadeer, A., Anis, M., Ajmal, Z., Kirsten, K. L., Usman, M., Khosa, R. R., ... & Zhao, X. (2022). Sustainable development goals under threat? Multidimensional impact of COVID-19 on our planet and society outweigh short term global pollution reduction. *Sustainable Cities and Society*, 83, 103962.
- Radmard, S., & Atik, Ö. (2019). Eğitimde dijitalleşme faaliyetleri ve eğitim yöneticilerinin sürece uyumuna ilişkin bir araştırma. *International Journal of Social Humanities Sciences Research*, 6(37), 1343-1361.
- Sachs, J., Schmidt-Traub, G., Kroll, C., Lafortune, G., Fuller, G. (2018). *SDG Index and Dashboards Report 2018*. New York: Bertelsmann Stiftung and Sustainable Development Solutions Network (SDSN). Retrieved September 1, 2023 https://s3.amazonaws.com/sustainabledevelopment.report/2018/2018_sdg_index_and_dashboards_report.pdf
- Sachs, J.D., Lafortune, G., Fuller, G., Drumm, E. (2023). *Implementing the SDG Stimulus. Sustainable Development Report 2023*. Paris: SDSN, Dublin: Dublin University Press, 2023. 10.25546/102924 Retrieved September 1, 2023 from <https://dashboards.sdgindex.org/chapters>
- Sætra, H. S., & Fosch-Villaronga, E. (2021, August). Healthcare digitalisation and the changing nature of work and society. *In Healthcare* (Vol. 9, No. 8, p. 1007). MDPI.

- Soylu, A. (2018). Endüstri 4.0 ve girişimcilikte yeni yaklaşımlar. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (32), 43-57.
- Tamer, H. Y., & Övgün, B. (2020). Yapay zekâ bağlamında dijital dönüşüm ofisi. *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, 75(2), 775-803.
- Taş, Ç. K., Örk, S., & Veysikarani, D. (2021). Dijital ekonominin sürdürülebilir kalkınma hedefleri üzerine etkisi: Avrupa Birliği ülkeleri için bir inceleme. *Abant Sosyal Bilimler Dergisi*, 21(2), 55-78.
- Turkish Statistical Institute (TURKSTAT, 2023). Girişimlerde Bilişim Teknolojileri Kullanım Araştırması. Retrieved September 10, 2023 from <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Girisimlerde-Bilisim-Teknolojileri-Kullanim-Arastirmasi-2021-37435>
- Turkish Statistical Institute (TURKSTAT, 26 August 2022). Hanehalkı Bilişim Teknolojileri (BT) Kullanım Araştırması. Retrieved September 10, 2023 from [https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Survey-on-Information-and-Communication-Technology-\(ICT\)-Usage-in-Households-and-by-Individuals-2022-45587](https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Survey-on-Information-and-Communication-Technology-(ICT)-Usage-in-Households-and-by-Individuals-2022-45587)
- UN (2015) A/RES/70/1 UN General Assembly Transforming our World: the 2030 Agenda for Sustainable Development. Seventieth session of the General Assembly on 25 Sept 2015. Retrieved September 1, 2023 https://ggim.un.org/documents/a_res_71_313.pdf
- UN (2017) A/RES/71/313 Work of the Statistical Commission pertaining to the 2030 Agenda for Sustainable Development. Seventy-first session of the General Assembly on 6 July 2015. Retrieved September 1, 2023 from <https://sustainabledevelopment.un.org/post2015/summit>
- Ustaömer, K. (2019). Türkiye'nin bankacılık sektöründe dijitalleşme olgusu. *Ekonomi İşletme ve Yönetim Dergisi*, 3(1), 1-24.
- Waas, T., Hugé, J., Verbruggen, A., & Wright, T. (2011). Sustainable development: a bird's eye view. *Sustainability*, 3(10), 1637-1661.
- Yu, H., & Cui, L. (2019). China's e-commerce: empowering rural women?. *The China Quarterly*, 238, 418-437.
- Zhang, T., Shaikh, Z. A., Yumashev, A. V., & Chlād, M. (2020). Applied model of E-learning in the framework of education for sustainable development. *Sustainability*, 12(16), 6420.
- Zhao, W., Yin, C., Hua, T., Meadows, M. E., Li, Y., Liu, Y., ... & Fu, B. (2022). Achieving the Sustainable Development Goals in the post-pandemic era. *Humanities and Social Sciences Communications*, 9(1), 1-7.

AHP ve ELECTRE I Yöntemleri ile Kurumsal Mimari Çerçeve Seçimi*

Enterprise Architecture Framework Selection with AHP and ELECTRE I Methods

Levent ŞAHİNTÜRK¹ 
Nilgün FIĞLALI² 
Zerrin ALADAĞ³ 
Berrin DENİZHAN⁴ 

DOI:10.33461/uybisbbd.1404710

Öz

Makale Bilgileri

Makale Türü:

Araştırma Makalesi

Geliş Tarihi:

14.12.2023

Kabul Tarihi:

26.02.2024

©2023 UYBISBBD

Tüm hakları saklıdır.



Gelişen teknoloji ile birlikte kurumlar hayatta kalabilmek için dijital dönüşümlerini başlatarak, iş süreçlerini bu dönüşüme adapte etmek zorunda kalmaktadırlar. Dijital dönüşüm süreci, kurumsal mimariyi (KM) oluşturmak ve uygulamak ile mümkündür. KM, kurumun stratejisi, hedefleri, organizasyon yapısı, iş süreçleri ve bilgi teknoloji altyapısı arasında devamlı uyumun sağlanmasını hedefleyen bir metodolojidir. Zaman içinde kurumlar kendine özgü güçlü ve dezavantajlı yönleri olan farklı KM çerçeveleri geliştirmiştir. Bu yüzden KM çerçeve seçiminde değerlendirme yöntemleri birçok faktörü içermeli ve karar verme, çok kriterli ortamda yapılmalıdır. Bu çalışmada dijital dönüşüm projesine başlayacak bir kurumun, iş süreçlerine uygun bir KM çerçeve seçiminin yapılışı anlatılmıştır. TOGAF, Zachman, DoDAF ve FEAF gibi çeşitli KM çerçevelerinin yapısı, kullanımındaki faydalar ile uygulanmasındaki zorluklar açıklandıktan sonra KM çerçeve seçiminin bilimsel bir temele dayandırılması amacıyla çok kriterli karar verme yöntemlerinden AHP ve ELECTRE I teknikleri açıklanarak karar verme aşamasında uygulanmıştır. Kararı etkileyebilecek olan kriterler, literatür taraması ve söz konusu kurumun ilgili bölümü ve projede çalışan uzman bir ekip ile birlikte belirlenmiştir. Çalışma sonucunda TOGAF çerçevesi anlaşılmasının kolay olması ve uygulama için net bir süreç sunmasından dolayı en uygun KM çerçevesi olarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kurumsal Mimari, TOGAF, Zachman, Çok Kriterli Karar Verme, AHP, ELECTRE.

Abstract

Article Info

Paper Type:

Research Paper

Received:

14.12.2023

Accepted:

26.02.2024

©2023 UYBISBBD

All rights reserved.



With developing technology, institutions are forced to adapt their business processes to this transformation by initiating their digital transformation in order to survive. The digital transformation process is possible by creating and implementing Enterprise Architecture (EA). EA is a methodology that aims to ensure continuous harmony between the institution's strategy, goals, organizational structure, business processes and information technology infrastructure. Over time, organizations have developed different EA frameworks that have their own unique strengths and disadvantages. Therefore, evaluation methods in EA framework selection should include many factors and decision-making should be made in a multi-criteria environment. In this study, the selection of a KM framework suitable for the business processes of an institution that will start a digital transformation project is explained. After explaining the structure of various KM frameworks such as TOGAF, Zachman, DoDAF and FEAF, the benefits of their use and the difficulties in their implementation, AHP and ELECTRE I techniques, which are multi-criteria decision-making methods, were explained and applied in the decision-making stage in order to base the KM framework selection on a scientific basis. Criteria that may affect the decision were determined through literature review and the relevant department of the institution in question and an expert team working on the project. As a result of the study, the TOGAF framework was determined to be the most appropriate KM framework because it is easy to understand and provides a clear process for implementation.

Keywords: Enterprise Architecture, TOGAF, Zachman, Multi-criteria Decision Making, ELECTRE, AHP.

Atıf / to Cite (APA): Şahintürk L., Fiğlali N., Aladağ Z. & Denizhan B. (2024). AHP ve ELECTRE I Yöntemleri ile Kurumsal Mimari Çerçeve Seçimi. Uluslararası Yönetim Bilişim Sistemleri ve Bilgisayar Bilimleri Dergisi, 8(1), 15-40. DOI: 10.33461/uybisbbd.1404710

* Bu makale Prof. Dr. Nilgün FIĞLALI danışmanlığında yazılan KM Çerçevesi İçerik Metamodelinin Şebeke Teorisi Yaklaşımıyla Analitik Olarak Ele Alınması ve Sentetik Bir İşletmenin Analizi adlı doktora tezinden elde edilmiştir.

¹ Doktora, Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, leventsahinturk@yahoo.com.

² Prof. Dr., Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, figlalin@kocaeli.edu.tr

³ Prof. Dr., Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, zaladag@kocaeli.edu.tr

⁴ Doç. Dr., Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, denizhan@sakarya.edu.tr

1. GİRİŞ

Teknolojideki büyük ve hızlı gelişmeler, insan-süreç-teknoloji faktörlerinin en iyi şekilde yönetilmesi, ekonomik iklimin yarattığı maliyet baskısı ile kıt kaynakların etkin kullanımı bazı sektörlerdeki kurumları “geride kalma” endişesi ile teknoloji yatırımları konusunda hızlı karar almaya yönlendirmiştir. Kurumlar bu zorlukları aşabilmek adına dijital dönüşümlerini başlatarak, iş süreçlerini ve uygulamalarını bu dönüşüme adapte etmek zorunda kalmaktadırlar. Ancak bir soruna çare olduğu düşünülen noktasal çözümler aslında kurumun genel teknoloji altyapısı içerisinde verimsizlik ve karmaşıklık içerebilmektedir. Örneğin, sistemler arası entegrasyonun eksikliği, ilgili süreçlerde kullanılan bilginin geçerliliği ve doğruluğu, yarattığı toplam değer, bunların kurum politika ve stratejileri ile uyumu gibi parametrelerle bakıldığında, çözümün ne derece verimli veya verimsiz olabileceğine yönelik ipuçları vermektedir (Wetering vd., 2021).

Giderek kurumların anlamaya ve uygulamaya çalıştıkları bir yaklaşım olan KM kavramı bu sorunların giderilmesine hizmet etmektedir. KM, kurumun değerini maksimize etme hedefi ile organizasyonların temel bileşenlerinin hiyerarşik, soyut, ilişkisel ve bütünsellik içinde tanımlanması esasına dayanır. Daha açık bir ifade ile kurumun stratejisi, hedefleri, organizasyon yapısı, iş süreçleri ve bilgi teknoloji (BT) altyapısı arasında etkili iletişim ve uyum sağlanmasını hedefleyen bir metodolojidir (Castillo vd., 2019). KM tesis edildiği takdirde bir görevin hangi amaca hizmet ettiği, bir uygulamanın hangi süreçte kullanıldığı, bilgi çalışanlarının hangi bilgilere ne şekilde ihtiyaç duyduğu gibi pek çok bilgiye kolaylıkla erişmek mümkün hale gelir. Bu da değiştirilmesi uzun süren sistem davranışlarının daha iyi tanımlanmasıyla süreç yönetimini kolaylaştırır.

KM, iş ve süreç mimarisi, veri ve bilgi mimarisi, çözüm ve uygulama mimarisi ile teknoloji ve altyapı mimarisi gibi dört temel mimari öğeden oluşmakta, kullanılan modeller bu öğelerin ayrıntılarını ve aralarındaki ilişkileri betimlemekte ve çözümlenmekte kullanılmaktadır (Alamri vd., 2018). KM'nin amacı, bir kurumun mevcut ve gelecekteki hedeflerine en etkin şekilde nasıl ulaşabileceğini belirlemek olup en önemli özelliği kurumun bütünsel görünümünü sağlamasıdır (Abdallah ve Galal-Edeen, 2006).

Bunun yanı sıra KM, paydaşların yatırımları ve süreçlerdeki değişiklikler hakkında etkili kararlar alınmasına olanak tanıyarak kurumun işlevlerini, fonksiyonlarını ve yapısını görmek için bir temel sunmaktadır. Zaman içerisinde her bir kurum kendine özgü güçlü ve dezavantajlı yönleri olan farklı KM çerçeveleri geliştirir (Nyale ve Karume, 2023). Birçok KM standardı bulunmasına rağmen genel olarak KM çerçeveleri, literatürdeki mimari çerçevelerinin büyük bir kısmına altyapı oluşturan TOGAF'da (The Open Group Architecture Framework) da belirtildiği şekilde kurumların sırasıyla iş ve süreç mimarisini, veri ve bilgi mimarisini, çözüm ve uygulama mimarisi ile teknoloji ve altyapı mimarisini belirler (Kotusev ve Kurnia, 2020).

1980'li yılların sonuna doğru artan BT ve iş karmaşıklığından dolayı ortaya çıkan sorunları çözebilmek için KM kurumlar tarafından bir çözüm aracı olarak kullanılmıştır. KM dünyada 1980'li yıllardan beri kullanılmasına rağmen ülkemizde yeni yeni kullanılmaya başlamış olan bir kavramdır. Özellikle ülkemizde bankalar BT kapsamında bu standardı kullanmakta, kamu sektöründe ise TÜBİTAK, Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi, Deniz Kuvvetleri Komutanlığı bu alanda çalışmalara başlamış bulunmaktadır. Dünya literatüründe bu konu ile ilgili çok fazla makale ve yayın olmasına karşın, Türkiye'de ise bu alan ile ilgili çok az sayıda çalışma mevcuttur.

KM ile ilgili ülkemizdeki YÖK-TEZ veri tabanı incelendiğinde son 6 yıl içerisinde beş adet yüksek lisans tezi, “Kurumsal Mimari Çerçeve Yönetimi'nin Verimliliğe Etkisi: Bankacılık Sektöründe Uygulamalı Bir Araştırma” adlı bir adet de Doktora Tezi bulunmaktadır (Web_1, 2024). Doktora çalışması, ülkemizdeki bankacılık sektöründe kurumsal mimarinin verimlilik üzerine etkisini araştırmaya dayanmaktadır.

Ancak Google Akademik, Science Direct ya da Scopus örün siteleri incelendiğinde KM ile ilgili uluslararası seviyede 2200'ün üzerinde makalenin ve 90.000 adedin üzerinde kitap v.b. çalışmanın olduğu tespit edilmiştir.

KM'nin uygulama alanlarından biri akıllı şehirlerdir. Son zamanlarda oldukça popüler bir alan olan bu konu, ülkemizde olduğu gibi tüm dünyanın da gündeminde yer almaktadır. KM, şehirlerde hayata geçirilecek uygulamaların birbiri ile iletişim kurmasını ve entegre olmasını sağlayacak bir mimari çerçeve sunar (Bastidas vd., 2023). Yakın zamanda dünyamızı tehdit eden ve etkileri halen sürmekte olan COVID-19 salgını kapsamında KM odaklı yeteneklerin geliştirilmesi ve karar vericilerin iş değerini artırmak için yatırım yapması gereken temel alanların ortaya konulduğu çalışmalar yürütülmüştür (Van De Wetering, 2022). KM'nin bir başka kullanım alanı da enerji dağıtım hatları olmuştur. Araştırmacılar elektrik sistemlerinin dünyada fiziksel kullanımı ile siber ortamın birlikte kullanılabilirliğini incelemiş, KM'nin enerji kaynaklarının kullanımında yeni olanaklar açabileceğini tespit etmişlerdir (Kannisto vd., 2023). Günümüz değişen dünyasında elektrifikasyon, otonom sürüş ve bağlantılı araçlar gibi otomotiv sektöründe yeni bir devir açan büyük gelişmeler meydana gelmektedir. Pelliccione vd. tarafından yapılan bir çalışmada Volvo arabaların mevcut ve gelecekteki ihtiyaçları ve karmaşıklık ile başa çıkmak için bir mimari çerçeve oluşturulmuştur.

Çalışmanın sonraki bölümleri şu şekilde organize edilir: ikinci bölümde ABD Savunma Bakanlığı Kurumsal Mimari (Department of Defense Architecture Framework-DoDAF), Zachman, Federal Kurumsal Mimari (Federal Enterprise Architecture Framework-FEAF) ve Açık Grup Mimarisi (The Open Group Architecture Framework-TOGAF) çerçevelerinin temel özellikleri, kısıtları avantaj ve dezavantajları incelenecek. Üçüncü bölümde Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemlerinden Analitik Hiyerarşi Süreci (Analytic Hierarchy Process-AHP) ve Gerçeği İfade Etme ve Seçme (Elimination and Choice Translating Reality English-ELECTRE) yöntemleri detaylı olarak tanıtılacak. Son bölümde de daha önce KM çerçevesi seçimi konusunda yapılmış bir çalışmada (Rouhani vd., 2015) tespit edilen kriterlerden önemli olan 4'ünün anket yöntemi ile belirlenerek ilk bölümde anlatılan 4 farklı KM çerçeve alternatiflerinin bu kriterlere göre AHP ve ELECTRE I yöntemleri kullanılarak sıralamasının yapılması anlatılacaktır.

2. KURUMSAL MİMARİ ÇERÇEVELERİ

KM'nin temelleri, 1980'lerde John Zachman ile atılmış, sonrasında ise özellikle askeri alanda gelişimi hız kazanmış ve oluşturulan onlarca farklı çerçeve ile kurumlar için stratejik noktalara ulaşmıştır (Alkharbushi vd., 2023). KM çerçevesi, kurumun temel yapısını temsil eden, kurumu oluşturan yapı taşlarını ve birbirleriyle olan ilişkilerini gösterir (Vargas vd., 2016). KM yapıtaşlarını tanımlamak için farklı yaklaşımlar bulunmaktadır. KM uygulamalarının karmaşıklığından dolayı daha kolay anlaşılması için farklı firmalar farklı KM çerçevesi geliştirmişlerdir. KM çerçevesi, anlaşılması zor olan bilgilerin, görsel olarak düzenlenerek sergilenmesidir. KM çerçevesi bu bilgileri sınıflandırarak anlaşılır ve mantıklı bir yapı sunar (Hinkelmann vd., 2016).

Bu bölümde TOGAF, Zachman, FEAF ve DoDAF çerçevelerinin temel özellikleri, yapıları, avantaj ve dezavantajları karşılaştırılarak analiz yapılmıştır.

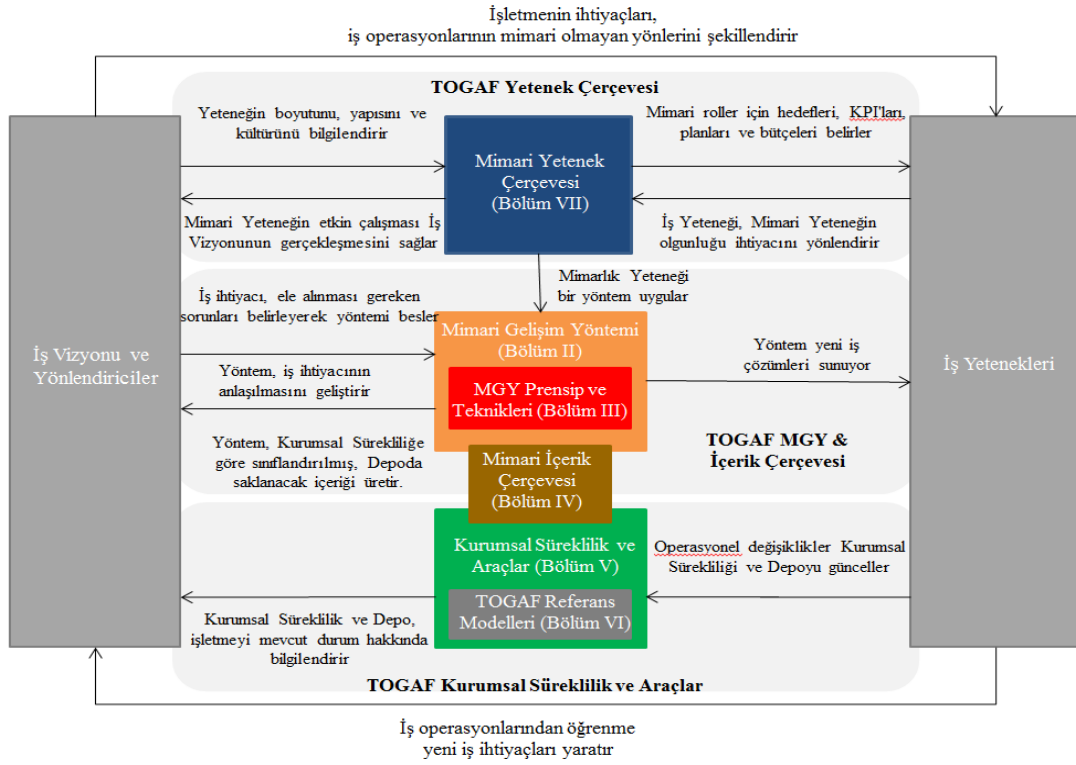
2.1. TOGAF Çerçevesi

TOGAF, bir kuruluşun bilgi teknoloji altyapısını tasarlamak, planlamak, yürütmek ve sürdürmek için eksiksiz bir yöntem sağlayan, yaygın olarak kullanılan bir KM çerçevesidir. TOGAF çerçevesi, işletmelerin, kuruluşların ve hükümetlerin bilişim sistemlerini ve iş süreçlerini daha etkili bir şekilde planlamalarını, tasarlama ve yönetmelerini sağlamak amacıyla kullandıkları bir standarttır.

TOGAF, 1995'te geliştirilmeye başlanmış olup Amerikan Savunma Bakanlığı Bilgi Yönetimi Teknik Mimari Çerçevesi'ne dayanmaktadır. TOGAF, Open Group firmasının bir standardı olup dünyanın önde gelen kuruluşları tarafından iş etkinliğini ve verimliliğini artırmak için kullanılan kanıtlanmış bir KM çerçevesidir (Meneses-Ortegón ve Gonzalez, 2016).

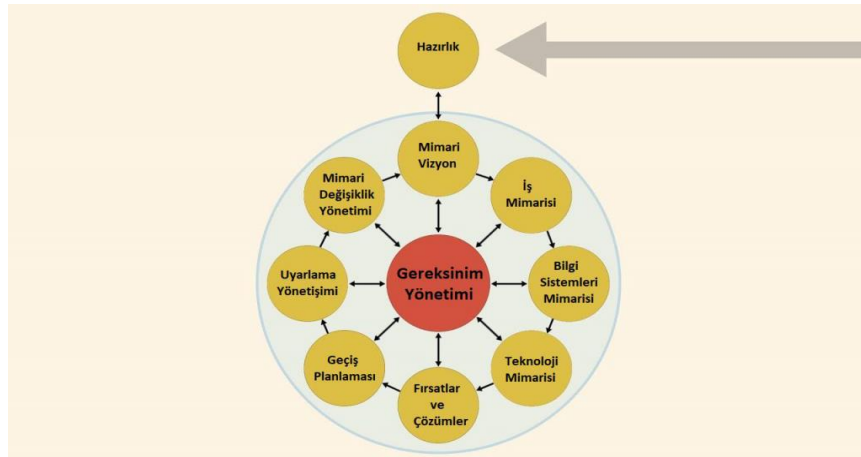
2.1.1 TOGAF Çerçevesinin Yapısı

TOGAF mimarisi, Şekil 2-1'de gösterildiği gibi dört ana bileşenden oluşur (Lei vd., 2011):



Şekil 2-1: TOGAF Mimari Bileşenleri (Lei vd., 2011)

- Mimari Yetenek Çerçevesi: KM kapasitesinin oluşturulması ve işletilmesine yardım eder. Bir mimariyi gerçekleştirmek için gerekli olan yetenekler, süreçler, roller, sorumluluklar ve organizasyonun bütünü olarak tanımlanabilir.
- Mimari Geliştirme Yöntemi (MGY): TOGAF çerçevesi MGY etrafında oluşturulmuştur. KM oluşturmak için adım adım uygulanan bir yöntemdir. MGY, kurumların taleplerine uyacak şekilde ayarlanabilen Şekil 2-2’de olduğu gibi dokuz yinelemeli aşamadan oluşur.



Şekil 2-2: TOGAF Mimari Geliştirme Yöntemi (MGY) (Lei vd., 2011)

- Mimari İçerik Çerçevesi: KM bilgiler düzenlenir. Yeniden kullanılabilir mimari yapı taşlarının kullanımını ve metamodeli içerir.
- Kurumsal Süreklilik: Mimari eserlerin düzenlenmesi ve sınıflandırılmasına yönelik bir paradigmadır.

2.1.2. TOGAF Çerçevesinin Faydaları

TOGAF çerçevesinin faydaları aşağıda olduğu gibidir (Gorkhali ve Xu, 2017);

Tutarlılık ve Standardizasyon: Kurumun amaç ve hedefleriyle uyumun sağlanmasına yardımcı olan KM'ye tek tip ve standart bir yaklaşım sağlar. Bu, verimliliğin, etkililiğin ve çevikliğinin artmasına neden olabilir.

Esneklik ve Uyarlanabilirlik: Çeşitli kurumlara ve sektörlerle uyumlanabilir. Bu, firmaların değişen iş gereksinimlerine, pazar koşullarına ve teknolojik gelişmelere yanıt vermelerine yardımcı olabilir.

Maliyet Azaltma: Birlikte çalışabilirliği geliştirerek ve kaynak kullanımını en üst düzeye çıkararak maliyetin azaltılmasına yardımcı olabilir. Bu, maliyet etkinliğinin ve yatırım getirisinin artmasına neden olabilir.

Geliştirilmiş İletişim ve İşbirliği: KM için paydaşların iletişim kurmasına ve işbirliği yapmasına yardımcı olan ortak bir kelime dağarcığı, çerçeve ve yöntem sağlar. Bu daha iyi anlama, uyum sağlama ve benimseme ile sonuçlanabilir.

Risk Yönetimi: İş tasarımı risklerini tespit etmek, değerlendirmek ve azaltmak için sistematik bir yol sağlar. Bu, firmaların potansiyel olumsuz iş sonuçlarından kaçınmasına veya bunları en aza indirmesine yardımcı olabilir.

2.1.3. TOGAF Çerçevesinin Uygulanmasındaki Zorluklar

TOGAF çerçevesinin uygulanmasındaki zorluklar aşağıda olduğu gibidir;

Karmaşıklık ve Genel Yük: TOGAF, birçok konuyu ve alanı içeren, öğrenmeyi ve uygulamayı zorlaştıran geniş bir çerçevedir (Jeston ve Nelis, 2016).

Esneklik: TOGAF, KM'ye standartlaştırılmış bir yaklaşım sunmaktadır; bu, tutarlı ve tekrarlanabilir bir yöntem arayan kuruluşlar için avantajlı olabilir. Ancak bu, çerçevenin belirli kurumsal talepleri karşılayacak şekilde özelleştirilme kapasitesini sınırlayabilir (Meneses-Ortegón ve Gonzalez, 2016).

Etkinliği Ölçmedeki Zorluk: TOGAF, iş mimarisine yapılandırılmış bir yaklaşım sunarken, çerçeveyi benimsemenin etkisini ölçmek zor olabilir (Gerber vd., 2020).

2.2. Zachman Çerçevesi

Zachman çerçevesi, iyi bilinen ve yaygın olarak kullanılan bir KM çerçevesidir. 1980'lerde John Zachman tarafından oluşturulmuş ve o zamandan beri dünyanın her yerindeki işletmeler tarafından bilgi teknolojisi altyapılarını yönetmelerine yardımcı olmak için kullanılmaktadır. Zachman, bir kuruluşun bilgi sistemlerinin yapılandırılması ve yönetilmesi için organize ve eksiksiz bir yaklaşım sunar (Aswar vd., 2023).

Zachman çerçevesi, bilgi teknolojilerindeki süreçlerin ve yapı taşlarının bütüncül olarak tanımlanabilmesi için kavramsal bir envanter çıkartarak mimari bir yapı oluşturmaktadır. Mimari yapı, iki boyutlu bir matris ile ifade edilmektedir.

Bu matris kim, nerede, niçin, ne, nasıl ve ne zaman gibi soruları BT bileşenleri, sistem modeli, kapsam, teknoloji modeli, kurumsal model ve sistem katmanlarına göre iş, teknolojik ve bilgi bakış açısına uygun olarak cevaplanması ile oluşturulmaktadır (Gümüş, 2018).

Zachman çerçevesi ilgi çekicidir, çünkü farklı birçok çerçevenin temelini oluşturur (Matthes, 2011). Ayrıca Zachman çerçevesi % 22 - % 25 arasında değişen bir pazar payı ile kullanılmaktadır (Hinkelmann vd., 2016). Bir kurumun sahip olduğu iş süreçlerini modelleyerek ve değişiklikleri yönetmek için kullanılan bir araç olan Zachman çerçevesi kurumun mimarisini sınıflandırmaya yardımcı olmaktadır.

2.2.1. Zachman Çerçevesinin Yapısı

Zachman çerçevesindeki satırlar ve sütunlar, çözümün farklı bakış açısından oluşan görünümünü temsil eder. Şekil 2.3'te olduğu gibi her satır ve sütun diğerinden farklı bakış açısını

temsil ettiğinden, ayrı ayrı çalışılabilirliğine sahiptir. Matrisin sütunları bilgi teknolojisi altyapısına ilişkin çeşitli perspektifleri yansıtırken, satırlar çeşitli soyutlama düzeylerini temsil eder.

Zachman Çerçevesi	VERİ Ne	ETKİLEŞİM Nasıl	KONUM Nerede	KİŞİLER Kim	ZAMAN Ne zaman	MOTİVASYON Niçin
KAPSAM (Bağlamsal) Planlayıcı	İş için Önemli Varlıklar	İş için Uygulanan Süreçler	İşin Faaliyet Gösterdiği Yerler	İş için Önemli Kuruluşlar	İş Açısından Önemli Olaylar / Döngüler	Kurum Hedefleri / Stratejileri
İŞ MODELİ (Kavramsal) Sahibi	Kavramsal Veri Modeli	İş Süreci Modeli	İşletme Lojistiği	İş Akış Modeli	Ana Plan	Kurumsal Plan
SİSTEM MODELİ (Mantıksal) Tasarımcı	Mantıksal Veri Modeli	Uygulama Mimarisi	Dağıtık Sistem Mimarisi	İnsan Arayüz Mimarisi	Süreç Yapısı	Kurumsal Kural Modeli
TEKNOLOJİ MODELİ (Fiziksel) Kurucu / Mimar	Fiziksel Veri Modeli	Sistem Tasarımı	Teknoloji Mimarisi	Kullanıcı Arayüzü	Kontrol Yapısı	Kural Tasarımı
KONFIGÜRASYON	Veri Tanımı	Program	Ağ Mimarisi	Güvenlik Mimarisi	Zamanlama Tanımı	Kural Belirtimi
İŞLEYEN KURUM	Veri	İşlev	Ağ	Organizasyon Birimleri	Plan	Strateji

Şekil 2.3: Zachman Çerçevesi (Zachman, 2016)

Altı perspektif şu şekildedir (Zachman, 2016):

- *Ne:* Bu bakış açısı, veritabanları, dosyalar ve belgeler gibi BT altyapısı tarafından kullanılan verilere odaklanır.
- *Nasıl:* Bu bakış açısı, donanım, yazılım ve ağlar gibi BT altyapısını oluşturmak için gereken teknolojilere odaklanır.
- *Nerede:* Bu bakış açısı, BT altyapısının kullanıldığı fiziksel konumlara ve ağ bağlantılarına odaklanır.
- *Kim:* Bu bakış açısı, çalışanlar, müşteriler ve ortaklar gibi BT altyapısıyla etkileşimde bulunan kişilere odaklanır.
- *Ne zaman:* Bu bakış açısı, programlar, son teslim tarihleri ve zaman dilimleri gibi BT altyapısı içindeki faaliyetlerin zamanlaması ile ilgilidir.
- *Niçin:* Bu bakış açısı, kurumsal hedefler, müşteri ihtiyaçları ve düzenleyici yükümlülükler gibi BT altyapısının neden kullanıldığına odaklanır.

Altı soyutlama düzeyi şu şekildedir (Zachman, 2016):

- *Kapsam:* Bu seviye, şirketin misyonu, hedefleri ve hedefleri dahil olmak üzere BT altyapısının genel erişimine odaklanır.
- *İş Modeli:* Bu düzey, operasyonel prosedürleri, bilgi akışını ve organizasyonel tasarımı içeren bir bütün olarak organizasyonla ilgilidir.
- *Sistem:* Donanım, yazılım ve ağlar gibi BT altyapısını oluşturan bireysel sistemlere odaklanır. BT altyapısını oluşturan çeşitli sistemlere odaklanan bu seviyenin ana konuları ağlar, donanım ve yazılım gibi sistemlerdir.
- *Teknoloji:* Bu düzey, veri işleme, iletişim ve depolama gibi BT altyapısının tamamladığı belirli görevlere odaklanır.
- *Konfigürasyon:* Bu düzey, BT altyapısını temsil etmek için kullanılan veri modelleri, süreç modelleri ve ağ modelleri gibi modellere odaklanır.

• *Örnek:* Bu düzey, bir BT altyapısı örneğini oluşturan belirli donanım kurulumlarına, yazılım kurulumlarına ve ağ bağlantılarına odaklanır.

2.2.2. Zachman Çerçevesinin Faydaları

Zachman çerçevesinin faydaları aşağıda olduğu gibidir (Sowa ve Zachman, 1992);

Açıklık ve Yapı: Zachman çerçevesi, KM'ye organize ve net bir yaklaşım sunarak işin ilgili tüm bölümlerinin dikkate alındığından emin olunmasına yardımcı olur. Bu, paydaşların anlayışının ve uyumunun gelişmesiyle sonuçlanabilir.

Tutarlılık ve Standardizasyon: Zachman çerçevesi, tutarlı ve standartlaştırılmış bir teknik ve yaklaşım sunarak tüm paydaşların aynı dili konuşmasını sağlamaya yardımcı olur. Bu, etkinliğin, verimliliğin ve çevikliğin artmasına neden olabilir.

Esneklik ve Uyarlanabilirlik: Zachman çerçevesi birçok işletmeye, pazara ve duruma uyarlanabilir. Bu, işletmelerin değişen müşteri taleplerine, pazar dinamiklerine ve teknolojik gelişmelere uyum sağlamasına olanak tanır.

Geliştirilmiş İletişim ve İşbirliği: Zachman çerçevesi, paydaşların iletişim kurmasını ve birlikte çalışmasını kolaylaştıran kurumsal bir mimari ortak dil, çerçeve ve metodoloji sunar. Bu daha iyi anlama, anlaşma ve kabullenme ile sonuçlanabilir.

Risk Yönetimi: KM ile ilişkili riskler, Zachman çerçevesi kullanılarak belirlenebilir, incelenebilir ve azaltılabilir. Bu, işletmelerin operasyonları üzerindeki potansiyelin olumsuz etkilerden kaçınmasına veya en aza indirilmesine yardımcı olabilir.

2.2.3. Zachman Çerçevesinin Uygulanmasındaki Zorluklar

Bir kuruluşun bilgi teknoloji altyapısını yönetmek, Zachman Çerçevesi ile etkili bir şekilde yapılabilir. Çerçevenin kullanılması, firmaların esneklik ile verimliliği artırmasına ve bilgi teknoloji altyapılarını kurumsal hedefleriyle daha iyi eşleştirmesine olanak tanır. Ancak her çerçevede olduğu gibi Zachman'ın uygulanmasında aşağıdaki zorluklar mevcuttur.

Karmaşıklık: Zachman çerçevesinin karmaşıklığı, sunduğu en büyük sorunlardan biridir. Çerçevenin uygulanması, bir kuruluşun operasyonel prosedürlerinin, bilgi sistemlerinin ve teknik temelini kapsamlı bir şekilde anlaşılmasını gerektirdiğinden zorlayıcı olabilir. Zachman mimarisi, bazı firmalar için, özellikle de karmaşık iş süreçleri ve bilgi sistemlerine sahip olanlar için korkutucu olabilir (Espadas ve Arturo, 2008).

Esneklik eksikliği: Zachman çerçevesinin katılığı başka bir zorluk daha ortaya çıkarmaktadır. Çerçeve, bir kuruluşun bilgi altyapısının statik bir temsili olması amaçlandığından, teknoloji veya operasyonel prosedürlerdeki değişikliklere kolayca uyum sağlayamayabilir. Zachman çerçevesi aşırı katı olduğu ve çağdaş organizasyonların değişen karakterini hesaba katmadığı için sıklıkla eleştiriliyor (Zhou ve Shuichiro, 2020).

Standardizasyon eksikliği: Zachman mimarisi standartlaştırılmadığından, çeşitli işletmeleri karşılaştırmak ve kıyaslamak zor olabilir. Zachman çerçevesinin standardizasyon eksikliği, karmaşıklığa ve tutarsızlıklara neden olabilir, bu da çeşitli organizasyonları veya sistemleri karşılaştırmayı zorlaştırır (Richard, 2006).

Rehberlik eksikliği: Zachman çerçevesi bir kuruluşun bilgi altyapısının düzenlenmesi için bir çerçeve sunmasına rağmen, bu altyapının nasıl oluşturulacağı veya yönetileceği konusunda talimatlar içermez. Zachman mimarisi işletmelere BT altyapılarını oluşturmak ve sürdürmek için takip edecekleri net bir yol haritası sunmamaktadır (Armour ve Jeff, 2007).

2.3. Federal Kurumsal Mimari Çerçevesi

ABD Hükümeti karmaşık sistemlerin geliştirilmesinde ve anlaşılmasında yardımcı olabilecek mimari çerçeveleri inceleyerek sonucunda FEAF olarak bilinen ve bilgi teknoloji sistemlerini ve

hizmetlerini organize etmek, oluşturmak ve uygulamaya koymak için standart yöntem sunan KM tekniğini kullanmaya başladı (Urbaczewski ve Mrdalj, 2006). FEAF strateji ve vizyon ile teknoloji yönetimi ve iş entegrasyonunu sağlayarak performans geliştirme ve tasarım için ortak bir çerçeve sunar (Hsiung vd., 2020).

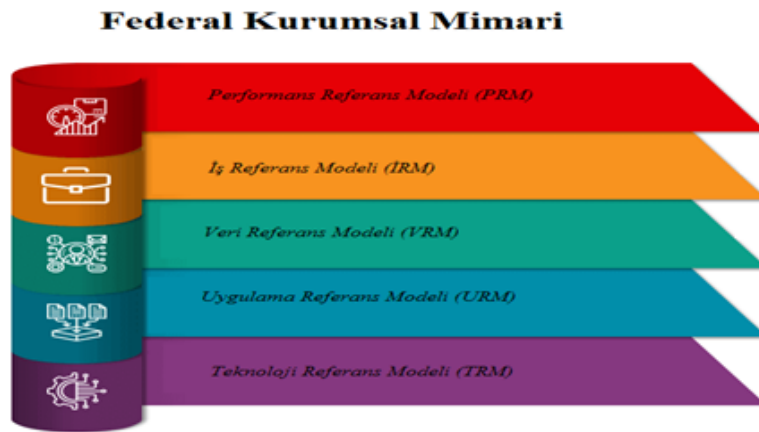
Bu çerçevenin öncelikle hedefi hükümet için ulusal bilgilerin paylaşımını organize etmektir. FEAF çerçevesi, tüm kurumlar tarafından kullanılacak araçların, yöntemlerin ve iş süreçlerinin kullanım esnekliğini sağlar (Urbaczewski ve Mrdalj, 2006).

2.3.1. Federal Kurumsal Mimari Çerçevesinin Yapısı

Federal Kurumsal Mimari çerçevesinin yapısı Şekil 2.4'te olduğu gibidir (Bellman ve Rausch, 2004):

Performans Referans Modeli (PRM): Kurumun amaç ve hedeflerinin yanı sıra bu hedeflere doğru ilerlemeyi izlemek için kullanılan performans ölçümlerini ana hatlarıyla belirtir. Çerçevenin en üst düzey katmanı olan PRM, alt katmanların içeriğini verir.

İş Referans Modeli (IRM): Kurumun operasyonel prosedürlerini ve iş süreçlerini belirtir. Şirket operasyonlarını tartışmak için standart bir kelime dağarcığı oluşturur ve temel iş süreçlerini ve bunlarla birlikte gelen veri parçalarını belirtir.



Şekil 2.4: FEAF Çerçevesi (Bellman ve Rausch, 2004)

Veri Referans Modeli (VRM): Verileri ve bilgileri tanımlamak için kuruluş çapında bir kelime dağarcığı sağlar. Veri öğelerini, özelliklerini ve bağlantılarını ana hatlarıyla belirtir.

Uygulama Referans Modeli (URM): Kurumun ticari operasyonlarını desteklemek için kullanılan sistem ve uygulamaları kapsar. Herkese birçok uygulama türü ve bunların nasıl kullanılacağı konusunda ortak bir anlayış sağlar.

Teknoloji Referans Modeli (TRM): Kurum tarafından kullanılan donanım, yazılım ve iletişim teknolojilerini destekleyen uygulamaları ve sistemleri tanımlar. İnsanlara teknoloji hakkında konuşmak için ortak bir dil sağlar ve teknolojinin standartlaştırılmasının ve konsolidasyonunun mümkün olduğu alanların tespit edilmesini kolaylaştırır.

FEAF, çeşitli işletmelerin gereksinimlerini karşılayacak şekilde çok yönlü ve ölçeklenebilir olacak şekilde yapılmıştır. KM oluşturma, portföy yönetimi ve stratejik planlama gibi birçok farklı görevi desteklemek için kullanılabilir.

2.3.2. Federal Kurumsal Mimari Çerçevesinin Faydaları

FEAF çerçevesinin faydaları aşağıda olduğu gibidir (Bellman ve Rausch, 2004);

Karar verme sürecinin iyileştirilmesi: FEAF, KM'ye kapsamlı bir bakış açısı sağlayarak işletmelerin daha doğru kararlar almasına yardımcı olur. Bunun sonucunda daha eğitilmiş ve mantıklı kararlar alınabilir.

Artan verimlilik: Bir organizasyonun mimarisindeki fazlalıklar ve verimsizlikler FEAF'ın yardımıyla bulunabilir ve ortadan kaldırılabilir. Sonuç olarak harcamalar azalabilir ve verimlilik artabilir.

Daha iyi iletişim: KM'yi tartışmak ve analiz etmek için FEAF standart bir kelime dağarcığı ve yapı sunar. Bu, daha iyi paydaş işbirliği ve iletişimini kolaylaştırabilir.

Geliştirilmiş uyum: FEAF, kurumların bilgi teknoloji planlarını operasyonel hedefleriyle koordine etmelerine yardımcı olabilir. Sonuç olarak bilgi teknoloji yatırımları daha etkili ve verimli olabilir.

Gelişmiş çeviklik: FEAF, işletmelerin değişen pazar koşullarına ve teknolojik değişikliklere hızla uyum sağlamasına yardımcı olabilir. Bu onların yenilik ve pazar rekabeti kapasitelerini artırabilir.

2.3.3. Federal Kurumsal Mimari Çerçevesinin Uygulanmasındaki Zorluklar

FEAF, çeşitli işletmelerin gereksinimlerini karşılayacak şekilde çok yönlü ve ölçeklenebilir olacak şekilde yapılmıştır. KM oluşturma, portföy yönetimi ve stratejik planlama gibi birçok farklı görevi desteklemek için kullanılabilir.

Çerçevenin karmaşıklığı: FEAF, gerçek dünyadaki durumlarda anlaşılması ve kullanılması zor olabilecek çok sayıda farklı bileşenden oluşan çok katmanlı bir yapıdır. Karmaşıklığı nedeniyle işletmelerin FEAF'ı başarıyla kullanması zor olabilir (Neo, 2014).

KM'nin sürekli bakımının gerekliliği: FEAF'ın kuruluşun değişen taleplerine uygun kalmasını sağlamak için düzenli olarak güncellenmesi ve bakımının yapılması gerekir. Gelişmiş kurumsal yapılara sahip büyük firmalar için bu, zaman ve kaynak açısından yoğun olabilir ((Bellman ve Rausch, 2004).

KM'nin kuruluşun daha geniş amaç ve hedefleriyle uyumu: FEAF'ın stratejik karar almayı destekleme kapasitesinin kısıtlanabileceğini ve bunun da kurumun genel hedefleri ile kurumsal mimarinin uyumlu olduğundan emin olmayı zorlaştırabileceği ileri sürülmektedir (Neo, 2017).

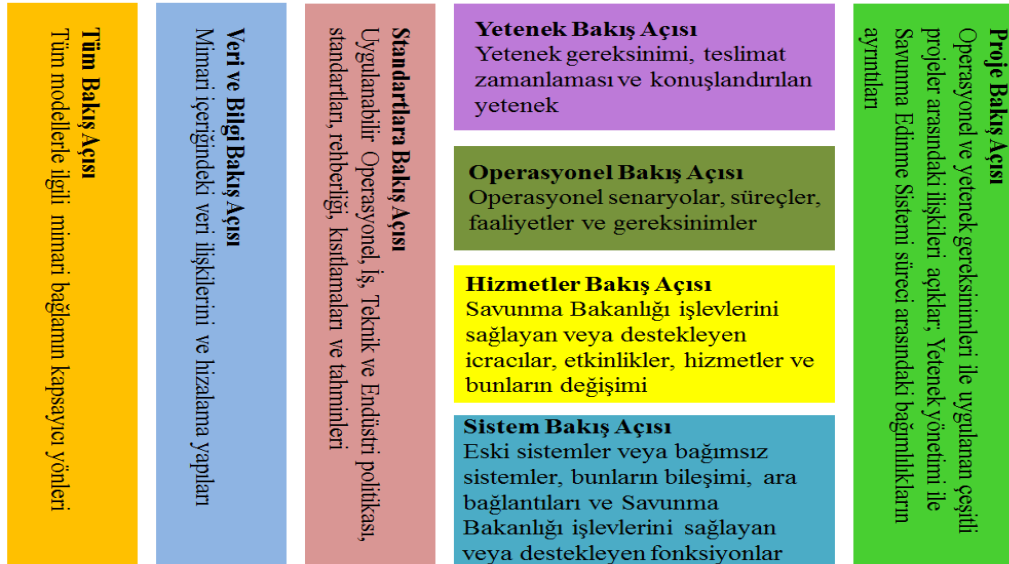
2.4. Savunma Bakanlığı Mimari Çerçevesi

Amerikan Savunma Bakanlığı, kullandığı karmaşık sistem ve prosedürlerin iyi tasarlanmış, bütünleşmiş ve verimli olmasını sağlamaya yardımcı olmak için DoDAF çerçevesini kullanmaktadır. DoDAF ile farklı Savunma Bakanlığı paydaşlarını, sistemlerini ve prosedürlerini anlamak, düzenlemek ve kontrol etmek amacını gütmektedir.

DoDAF, farklı bakış açılarına göre görsel altyapı sunmaktadır. Aslında bu bakış açıları mimari tanımın karmaşıklığını ve kapsamının genişliğini görselleştiren dokümanlardır (Nyale ve Karume, 2023).Veri ile doldurulan içeriği DoDAF tarafından tanımlanan modellerden sonra bu görüşler tanımlanarak değiştirilmiş olarak kullanılabilirler (Nyale ve Karume, 2023). DoDAF, üst seviye mimari ve tasarımı tanımlayan bir çerçevedir (Zeigler ve Mittal, 2005).

2.4.1. Savunma Bakanlığı Mimari Çerçevesinin Yapısı

DoDAF, Amerikan Savunma Bakanlığı'nın KM'sini açıklamaya hizmet eden bir grup model, bakış açısı ve üründen oluşmaktadır (Nyale ve Karume, 2023).



Şekil 2.5: DoDAF Çerçevesi (Web_2, 2024)

Amerikan Savunma Bakanlığı'nın operasyonel, sistem ve teknik mimarilerini karakterize etmek için tutarlı bir terminoloji, yaklaşım ve yapı sunar. KM geliştirme ve yönetimine organize bir yöntem sağlayan bir çerçevedir. DoDAF yaklaşımı, Şekil 2.5'te olduğu gibi sekiz ana bölümden oluşmaktadır (Web_2, 2024):

Tüm Bakış Açısı: Bu perspektif, Savunma Bakanlığı'nın tüm bakış açılarıyla ilgili olan mimari durumunun kapsayıcı yönlerini açıklar.

Veri ve Bilgi Bakış Açısı: Bu perspektif, Savunma Bakanlığı'nın yetenek ve operasyonel gereksinimlerini, sistem mühendisliği süreçlerini, sistemler ve hizmetler için mimari içeriğindeki veri ilişkilerini ve hizalama yapılarını ifade eder.

Standart Bakış Açısı: Bu perspektif, Savunma Bakanlığı'nın yetenek ve operasyonel gereksinimlerini, sistem mühendisliği süreçlerini ve hizmetleri için geçerli olan uygulanabilir Operasyonel, İş, Teknik ve Endüstri politikalarını, standartlarını, rehberliğini, kısıtlamalarını ve tahminlerini ifade eder.

Yetenek Bakış Açısı: Bu perspektif, Savunma Bakanlığı'nın yetenek gereksinimlerini, teslimat zamanlamasını ve konuşlandırılan yeteneğini ifade eder.

Operasyonel Bakış Açısı: Bu perspektif, Savunma Bakanlığı'nın operasyonel prosedürlerini, girişimlerini ve işlerini ana hatlarıyla belirtir. Savunma Bakanlığı'nın misyonu, vizyonu ve hedefleri hakkında geniş bir genel bakış sunar. Etkinlik ve sıra diyagramları iki tür operasyonel bakış açısı diyagramıdır.

Sistem Bakış Açısı: Bu bakış açısı Savunma Bakanlığı içindeki sistemleri ve birbirleri ile olan etkileşimlerini açıklar. Ağları, yazılımları ve donanımları da dâhil olmak üzere Savunma Bakanlığı sistemlerine kapsamlı bir genel bakış sunar. Sistem bağlam diyagramları ve sistem sıra diyagramları, sistem bakış açısı diyagramlarının iki örneğidir.

Hizmetler Bakış Açısı: Savunma Bakanlığı'nın operasyonel ve yetenek fonksiyonlarını sağlayan veya destekleyen, icracıları, faaliyetleri, hizmetleri ve bunların değişimlerini ifade eden çözümlere yönelik tasarım sunar.

Proje Bakış Açısı: Bu perspektif, Savunma Bakanlığı'nın çeşitli projeleri arasındaki ilişkilerini açıklar. Ayrıca Proje Bakış Açısı Savunma Tedarik Sistemi sürecindeki yetenek ve operasyonel gereksinimleri ile sistem mühendisliği süreçleri, sistem tasarımı ve hizmet tasarımı arasındaki bağımlılıkları da ayrıntılarıyla anlatır.

2.4.2 Savunma Bakanlığı Mimari Çerçevesinin Faydaları

DoDAF çerçevesinin faydaları aşağıda olduğu gibidir;

Geliştirilmiş Birlikte Çalışabilirlik: DoDAF çerçevesi, Savunma Bakanlığı'nın mimari çalışmaları boyunca tekdüzeliği ve standardizasyonu teşvik ederek sistemlerin ve bileşenlerin birlikte çalışabilirliğini artırır. Sonuç olarak misyonun yerine getirilmesi ve bilgi paylaşımı daha verimli ve başarılı hale gelir (Miranda ve João, 2017).

Gelişmiş İletişim: DoDAF çerçevesi tarafından tutarlı bir kelime dağarcığı ve mimari ilkeleri bilgisi sağlanır ve bu da paydaş işbirliğini ve iletişimi geliştirir. Bu, daha akıllıca karar vermenizi mümkün kılar ve istediğiniz sonuçları alma olasılığınızı artırır (Dam, 2015).

Kolaylaştırılmış Karar Verme Süreçleri: DoDAF çerçevesi, mimari seçeneklerin oluşturulması ve değerlendirilmesi için, bilgiye dayalı kararlar alma yeteneğini teşvik eden resmi bir yöntem sunar. Bu, pahalı hatalar yapma olasılığını azaltır ve verimli kaynak tahsisini garanti eder (Holly, 2016).

2.4.3. Savunma Bakanlığı Mimari Çerçevesinin Uygulanmasındaki Zorluklar

Savunma Bakanlığı Mimari çerçevesinin uygulanmasındaki zorluklar aşağıda olduğu gibidir;

Karmaşıklık: Mimarlar, paydaşlar ve kullanıcılar çerçevenin birçok bakış açısını, modelini ve standardını anlamalı ve uygulamaya koymalıdır. Kurumlar, DoDAF çerçevesini tam olarak anlama ve yürütme konusunda zorluk yaşamakta ve bu da eksik veya yanlış mimarilere yol açabilmektedir (Zahedian ve Hossein, 2009).

Entegrasyon Eksikliği: DoDAF çerçevesinin diğer çerçeveler ve standartlarla olan uyum eksikliği, uygulanmasında başka bir zorluğu ortaya çıkarmaktadır. DoDAF çerçevesi özel olarak Amerikan Savunma Bakanlığı için oluşturulmuştur. Dolayısıyla sektörde kullanılan diğer çerçeveler ve standartlarla uyumlu olmayabilir. Sonuç olarak DoDAF çerçevesini Zachman Çerçevesi veya TOGAF gibi diğer çerçevelerle entegre etmek işletmeler için zor olabilir (Zahedian ve Hossein, 2009).

Sınırlı Benimseme: Savunma Bakanlığı ve bağlı kuruluşları, DoDAF çerçevesini benimseyebilecek tek kuruluştur. Bu, çerçeve hakkında az miktarda bilgi ve beceri bulunduğu anlamına gelir; bu da Savunma Bakanlığı dışındaki firmaların çerçeveyi tamamen anlamasını ve uygulamasını zorlaştırabilir. DoDAF çerçevesinin yavaş benimsenmesinin, çerçevenin Savunma Bakanlığı dışından anlaşılmasının bir sonucu olduğunu ileri sürülmektedir (Jalaliniya, 2011).

3. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ

Karar verme; bir kurumun amaç ve hedeflerine ulaşabilmesi için belirlemiş olduğu bir takım alternatifler arasından birinin seçilmesidir. Karar vermede tek bir kriter olduğu zaman kişinin o kritere göre karar vermesi kolaydır ancak kişilerin günlük yaşamlarında karşlarına çıkan karar verme sorunları, genellikle ikiden fazla ve birbiriyle çelişen karmaşık kriterlere sahiptir. Kriter sayısı arttıkça kişilerin karar vermesi için yapılan işlemler çoğalmakta dolayısıyla karar verme zorlaşmaktadır (Cengiz, 2012).

Kurumu yönetenlerin en önemli görevi, doğru ve etkin karar vermeleridir. Gelişen teknoloji ile birlikte artık büyük ya da küçük karar vermek zorunda olan insanlar çok fazla sayıda kriteri göz önünde bulundurmak zorundadırlar.

ÇKKV yöntemleri (ÇKKVY) 1960'lı yıllarda, çok kriter olduğu durumda karar verme işlemini kolaylaştıracak bir takım yöntemlerin gerekli görülmesiyle geliştirilmeye başlanmıştır (Cengiz, 2012). Öncelikle karar teorisinde ve yöneylem araştırmasında (Aslan vd., 2023) kullanılmış daha sonra mali ve iktisadi alanlarda da (Aslan vd., 2023) kullanılmaya başlanmıştır.

ÇKKV, karar vericinin sayılabilir sonlu ve sayılamaz seçenekler arasından en az iki kriteri dikkate alarak seçim yapmasıdır. Karar birimlerinin bir alt dalı olan ÇKKV, karar sürecini kriterlere göre modeller ve analiz eder. Çok kriterli modeller, elde bulunan ve her biri çoklu ve genellikle

çakışan kriterlerle karakterize edilen alternatifler üzerinde tercih kararı verme temeline dayanmaktadır (Timor, 2011).

ÇKKV problemleri; en uygun alternatifin seçilebilmesi maksadıyla birden fazla kriterin birbirleri ile kıyaslanarak özelliklerinin karşılaştırıldığı problemlerdir (Cengiz, 2012). Bu problemlerin çözümünde çok fazla sayıda teknik kullanılmaktadır (Yıldırım ve Önder, 2015). Bu tekniklere ÇKKVY denmektedir. Analitik Ağ Süreci (ANP), Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP), MOORA, VIKOR, TOPSIS, ELECTRE, PROMETHEE gibi birçok çeşitli ÇKKVY vardır (Özcan ve Asker, 2023).

Alternatif sayısına göre, ÇKKVY aşağıdaki gibi iki gruba ayrılabilir (Triantaphyllou, 2000).

- Çok Amaçlı Karar Verme (ÇAKV): Seçeneklerin bir matematiksel programlama yapısı aracılığıyla dolaylı olarak tanımlandığı sürekli durumda karar vermedir. ÇAKV problemlerinde alternatiflerin sayısı önceden belirlenmemektedir. Bu tip problemlerde amaç en iyi alternatifi belirlemektir. Bir tasarım problemidir. Dinamik programlama ve hedef programlama bu grupta sayılabilecek yöntemlerdir.

- Çok Nitelikli Karar Verme (ÇNKV): Alternatiflerin sonlu sayıda olduğu ve açıkça tanımlandığı kesikli durumda karar vermedir. ÇNKV problemlerinde alternatifler önceden belirlenen sayıdadır ve bu alternatiflere ilişkin ulaşılacak başarı düzeyleri bilinmektedir. Bir tasarım probleminden çok seçim problemidir. Bu çalışmada kullanacağımız AHP ve ELECTRE yöntemleri bu grupta sayılabilecek yöntemlerdendir.

Bu bölümde ÇKKVY'den AHP ve ELECTRE I yöntemleri detaylı olarak anlatılacak, sonraki bölümde ise bu yöntemler kullanılarak alternatifler içerisinde en iyi KM çerçevesi seçilecektir.

3.1. Analitik Hiyerarşi Süreci Yöntemi

AHP, Thomas L. Saaty tarafından 1977 yılında geliştirilen ve birçok alanda kullanılan çok amaçlı karar verme yöntemlerinden biridir (Denizhan vd., 2017). Çoklu hiyerarşik yapıya sahip olan AHP; amaç, kriter ile alternatif problemlerinin birbirlerinden ayrılmasında karar vericiye yardımcı olur. Bu yöntem, ÇKKV problemini hiyerarşik bir yapıda ele alarak amaç, kriterler, bu kriterlere ait alt kriterler ile alternatifler arasında kurulan bir ilişki şeklinde ifade edilebilir (Baş vd., 2022).

Alternatiflerin birbirleri ile olan ikili karşılaştırmalarında kullanılan AHP yöntemi, kriterlerin ikili karşılaştırmalarında da kullanılabilir. İkili karşılaştırmalar yapılırken; “Kriterler birbirlerine göre ve her alternatif herhangi bir kriterle göre kıyaslanırken karar vericiye; “Hangisi daha önemli ve hangisi ne kadar önemli?” sorusu” sorulmaktadır (Kecek ve Yüksel, 2016).

AHP, aşağıdaki dört adımdan oluşmaktadır:

- Adım 1: *Karar verme*

Bu aşamada problemi anlayarak tanıma ve ayrıştırmaya çalışılır. Problemin daha kolay ve net anlaşılabilmesi, değerlendirilebilmesi için hiyerarşik bir sistemde daha alt problemlere ayrıştırılır. İlk olarak çalışmanın hedefi tespit edilir, daha sonra bu hedefe uygun kriterler belirlenir. Konuyu ilgilendiren birden çok kriter belirlenebileceği gibi bu kriterlerin alt kriterleri de eklenebilir. Kararın en tepesinde ana hedef yer almaktadır. Ana hedefi etkileyebilecek özellikleri olan bir kriter varsa, hiyerarşiye başka alt hedefler de eklenebilir. Hiyerarşik yapının en altında karar alternatifleri yer almaktadır (Aladağ vd., 2017).

- Adım 2: *İkili karşılaştırmalar*

Kriterler birbiriyle karşılaştırılır. Karşılaştırmalar karar vericinin yargısına dayanır. İkili karşılaştırmaların sonucunda her bir kriterin ağırlıkları belirlenir (Saaty, 1987). Daha sonra diğer kriterlerin birbirleri ile olan karşılaştırmaları yapılarak bir matris oluşturulur. Oluşturulan matristeki

W_i/W_j indeksi, amaca ulaşmak için i . kriterin, j . kriterden ne kadar fazla önemli olduğunu ifade etmektedir. Bu değerlendirmeler için Tablo 2-1’de gösterilen Saaty’nin “1-9 ölçeği” kullanılmaktadır. Karşılıklı bulunan değerler; i, j ile karşılaştırılırken herhangi bir x değeri atanmış ise; j, i ile karşılaştırılırken atanacak değer $1/x$ olacaktır. Bu matrisin köşegenleri üzerindeki bileşenler 1 değerini alır (Saaty, 1987). İkili karşılaştırmalar, eşit önem derecesinin göstergesi olan 1’den, aşırı düzeyde önem derecesi olan 9’a kadar değişen ölçeğe göre yapılmaktadır. Örneğin bu değer 7 ise, i . kriterin j . kriterine göre çok kuvvetli düzeyde önemli olduğu anlaşılmaktadır. Bu durumda benzer şekilde j . kriter de i . kriterine göre $1/7$ düzeyinde önemli olmaktadır.

Tablo 3.1: AHP Önem Düzeyleri (Saaty, 1987).

Önem Derecesi	Tanım	Açıklama
1	Eşit Düzeyde Önemli	İki kriter/alternatif hedefe eşit düzeyde katkıda bulunuyor
3	Orta Düzeyde Önemli	İlk kriter/alternatif diğerine göre orta düzeyde tercih ettiriyor.
5	Kuvvetli Düzeyde Önemli	İlk kriter/alternatif diğerine göre kuvvetli düzeyde tercih ettiriyor
7	Çok Kuvvetli Düzeyde Önemli	Bir kriter/alternatif diğerine göre çok kuvvetli düzeyde tercih ediliyor.
9	Mutlak Düzeyde Önemli	Bir kriter/alternatifin diğerine tercih edilmesine ilişkin kanıtlar mutlak düzeyde yüksek.
2, 4, 6, 8	Ara düzeyleri göstermektedir.	Mutabakat gerektiğinde kullanmak üzere iki ardışık düzey arasında kullanılır.

- Adım 3: *Sentez*

Burada karşılaştırılan her elemanın bağlı önceliği hesaplanır. Öncelik vektörlerinin oluşturulmasında, lineer cebirden yararlanılmaktadır. Sentez adımı; hesaplanan en büyük özdeğer ve bu özdeğere karşılık gelen özvektörün hesaplanarak normalize edilmesini içermektedir (Chakraborty vd., 2024). Hemen hemen tüm ÇKKVY olduğu gibi normalizasyon tekniğinde, her sütunun elemanları, o sütunun toplamına bölünür. Daha sonra elde edilen değerlerin satırları toplamı, satırdaki eleman sayısına bölünür. Bu teknik ile her bir kriter için, öncelik vektörleri hesaplanır (Tavana vd., 2023).

- Adım 3: *Tutarlılık Kontrolü*

Tespit edilen kararların tutarlılıkları kontrol edilir. Tutarlı olmak ön şart olarak kabul edilir. Genel olarak uygulamalarda bütünüyle tutarlılığa ulaşmak neredeyse imkânsızdır. Ancak AHP yöntemi mükemmel düzeyde tutarlılık istememektedir. Hesaplamalarda tutarsızlığa izin verilir fakat her karşılaştırma sonrasında tutarsızlığın hesaplanmasını zorunlu kılmaktadır. Yapılan ikili karşılaştırmaların tutarlı kabul edilebilmesi için tutarlılık oranının $0,1$ ’ in altında olması (Saaty, 1987) beklenir.

AHP yöntemi aşağıda olduğu gibi özetlenebilir;

Kriterler $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$ ve ağırlıkları $w_1, w_2, w_3, \dots, w_n$ olacak şekilde n adet kriterin ya da alternatifin birbirleri ile gerçekleştirilen ikili karşılaştırmaları sonucunda oluşan A ikili karşılaştırmalar matrisi aşağıdaki gibi gösterilebilir (Golfam vd., 2019).

$$A_{ij} = \begin{bmatrix} a_{11} & \dots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix}; i, j = 1 \dots n \quad (3.1)$$

Matristeki a_{ij} terimi, karşılaştırma matrisinde amaca ulaşmada i . kriterin j . kriterden ne kadar daha önemli olduğunu ifade etmektedir. Matematiksel olarak bu ilişki; $w_i/w_j = a_{ij}$ ($i, j = 1, 2, \dots, n$) (w_i : i . alternatifin ağırlığı w_j : j . alternatifin ağırlığı) ile ifade edilir (Arsu ve Özdemir, 2019).

Ağırlık matrisinin genel formülü:

$$W = \begin{matrix} w_1 & \begin{bmatrix} w_1/w_1 & \cdots & w_1/w_n \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ w_n & w_n/w_1 & \cdots & w_n/w_n \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (3.2)$$

W ve w değerleri çarpılır.

$$W * w = \begin{matrix} w_1 & \begin{bmatrix} w_1/w_1 & \cdots & w_1/w_n \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ w_n & w_n/w_1 & \cdots & w_n/w_n \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} w_1 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} = n * \begin{bmatrix} w_1 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (3.3)$$

Özdeğer (λ), (3.3) formülünün çözümü ile hesaplanır. Göreceli ağırlıklar, $A_{W=\lambda_{Maks}} * w$ eşitliğini sağlayan λ_{Maks} göz önünde bulundurularak hesaplanan w özvektörü ile bulunur. A matrisinin hesaplanan en büyük özdeğeri λ_{Maks} 'tır. W özvektörü $(A - \lambda_{Maks}I) * w$ formülünün çözülmesi ile elde edilir.

İkili karşılaştırmalardaki nispi ağırlıkların doğruluklarını bulabilmek için Tutarlılık İndeksi (CI) ve Tutarlılık Oranı (CR) hesaplanır.

$$\text{Tutarlılık İndeksi (CI): } CI = \frac{\lambda_{Maks} - n}{n - 1} \quad (3.4)$$

$$\text{Tutarlılık Oranı (CR): } CR = \frac{CI}{RI^5} < 0,10 \quad (3.5)$$

3.2. Gerçeği İfade Etme ve Seçme Yöntemi

İlk kez Beneyoun tarafından 1966 yılında ortaya atılan ELECTRE I (Elimination and Choice Translating Reality English) yöntemi, optimizasyon amaçlı matematiksel programlama tekniklerinden biri olup, her bir kriter için alternatif karar noktaları arasındaki ikili üstünlük karşılaştırmalarına dayanan bir çoklu karar verme yöntemidir (Keleş, 2019). ELECTRE I yöntemi ile çok sayıda nicel ve nitel kriter karar verme sürecine dâhil edebilmektedir. Hedef doğrultusunda bu kriterler ağırlıklandırılır ve ağırlıklar toplanarak en uygun alternatif tespit edilir (Arslan ve Uysal, 2017).

Farklı araştırmacılar, tercih ve üstünlük ilişkilerini kurmak ve aynı zamanda tutarlı araştırma ve analizler yaparak karar vericileri desteklemek için benzer teorilere dayanan bu yöntem hakkında çok sayıda çalışma yayımlayarak ELECTRE I, II, III, IV, IS, TRI, TRIB, TRE ve TRI-C gibi çeşitli versiyonlarını ortaya koydular (Taherdoost ve Madanchian, 2023). Hepsi üstün çok kriterli karar verme yöntemleri ailesine dâhil olan bu yöntemlerin bazıları (ELECTRE I gibi) seçim problemlerinde, bazıları sıralama problemlerinde (ELECTRE II ve III gibi) bazıları da atama problemlerinde (ELECTRE TRI) kullanılmaktadır (Taherdoost ve Madanchian, 2023). Ayrıca

⁵ RI (Rastgele Değer Endeksi) Tablo 4.2 'de bulunan indeksten seçilir. Saaty tarafından önerilen ölçüğe göre doğru ve güvenilir bir sonuç tutarlılık oranının < 0,1 olması beklenir (Yıldırım ve Önder, 2015).

ELECTRE I yöntemi üstünlük veya baskınlık ilişkilerine dayandığından her kriterin etkinliğinin ve öneminin ölçüsü belirlenir (Özmen ve Demir, 2023).

ELECTRE I’de standart yöntemlerin haricinde, tercihler arasında Üst Derecelendirme İlişkisi (Outranking) de denilen farklı bir yöntem geliştirilmiştir. Üst derecelendirme ilişkisi ile alternatiflerin karşılaştırılmasının genellikle karar vericinin tercihlerini daha doğru yansıtacağı ileri sürülmüştür. Uyum-Uyumsuzluk Modelleri (Concordance - Discordance) olarak da ifade edilen üst derecelendirme ilişkisi de ELECTRE I yönteminde kullanılan bir yöntemdir (Başdar, 2018).

Yöntemin adımları şu şekildedir (Özmen ve Demir, 2023):

- Adım 1: *Karar matrisinin oluşturulması*

Karar matrisindeki satırlar, karar probleminin *kriterlerini* (n), sütunları ise *alternatifleri* (m) ifade etmektedir. Karar vericiler tarafından A matrisi tutarlı bir şekilde oluşmuş ilk veri setidir. Karar matrisi aşağıda olduğu şekilde ifade edilir:

$$A_{ij} = \begin{bmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & \cdots & a_{mn} \end{bmatrix} \quad i = 1 \dots m, \quad j = 1 \dots n \quad (3.6)$$

Matristeki a_{ij} terimi, karşılaştırma matrisinde amaca ulaşmada i . kriterin j . kriterden ne kadar daha önemli olduğunu ifade etmektedir. Matematiksel olarak bu ilişki; $w_i / w_j = a_{ij}$ ($i, j = 1, 2, \dots, n$) (w_i : i . alternatifin ağırlığı w_j : j . alternatifin ağırlığı) ile ifade edilir (Özmen ve Demir, 2023).

- Adım 2: *Normalize karar matrisinin oluşturulması*

Öncelikle bir A karar matrisi oluşturulur. Daha sonra (3.7)’de gösterilen formül yardımıyla X_{ij} normalize yani standart karar matrisi elde edilir. Fayda ve maliyet kriterleri için aşağıdaki farklı normalizasyon formüllerinden birinin kullanılması gerekmektedir.

Fayda kriterleri için kullanılan (3.7) formülü için her bir a_{ij} değerinin kareleri alınır. Karelerinin toplamından sütun toplamları hesaplanır ve her bir a_{ij} değeri ilgili sütunun toplamının kareköküne bölünerek normalizasyon işlemi tamamlanır.

$$X_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^m a_{kj}^2}} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (3.7)$$

(3.8) formülü kullanılarak ise maliyet kriterleri için hesaplama yapılır.

$$X_{ij} = \frac{1/a_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^m \left(\frac{1}{a_{kj}}\right)^2}} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (3.8)$$

Yapılan hesaplama sonucunda oluşan X_{ij} matrisi aşağıdaki şekilde gösterilmektedir:

$$X_{ij} = \begin{bmatrix} x_{11} & \cdots & x_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix}$$

- Adım 3: *Ağırlıklandırılmış normalize karar matrisinin oluşturulması*

Önem dereceleri farklı olan değerlendirme faktörlerinin ELECTRE I yöntemine yansıtılabilmesi için öncelikli olarak bir V matrisinin oluşturulması ve bu değerlendirme faktörlerinin ağırlıklarının (W_i) belirlenmesi gerekmektedir. Daha sonra normalize edilen X matrisinin her bir sütununda bulunan değerler, ilgili W_i değeri ile çarpılır ve Ağırlıklandırılmış V Normalize Karar Matrisi oluşturulur. Burada, W_j kriterin (j 'inci) ağırlığını göstermektedir.

$$V_{ij} = \begin{bmatrix} w_1^{x_{11}} & \dots & w_n^{x_{1n}} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ w_1^{x_{m1}} & \dots & w_n^{x_{mn}} \end{bmatrix}; V_{ij} = W_j X_{ij}, \quad \sum_{i=1}^n W_j = 1$$

- Adım 4: Uyum ve uyumsuzluk kümelerinin belirlenmesi

V matrisi, uyum ve uyumsuzluk küme tespitinin yapılması için yararlanılan bir metottur. Bu aşamada karar kriterleri değerlendirme faktörleri açısından kıyaslanmaktadır ve her ikili alternatifin karşılaştırılabilmesi için kriterler iki ayrı kümeye ayrılır.

A_p ve A_q ($1, 2, \dots, m$ ve $p \neq q$) uyum kümesinde A_p alternatifi A_q 'ye tercih edilir.

$$C(p, q) = \{j \mid V_{pj} \geq V_{qj}\}$$

A_p, A_q 'dan daha kötü bir alternatif ise uyumsuzluk kümesi oluşturulur.

$$D(p, q) = \{j \mid V_{pj} \leq V_{qj}\}$$

- Adım 5: Uyum ve uyumsuzluk indekslerinin hesaplanması

ELECTRE I yönteminde kriterlerin ve alternatiflerin birbirleri ile olan ilişkisini ölçmek için uyum C_{ab} ile uyumsuzluk D_{ab} indeksleri olarak belirlenen iki indeks bulunmaktadır. Bu indekslerden uyum indeksi, ilk kriterin en az diğeri kadar iyi olup olmadığını ölçer. Uyumsuzluk indeksi ise diğeri kriterin kesinlikle ilk kriter göre tercih düzeyini belirlemektedir.

(3.9) formülü kullanılarak C matrisinin elemanları hesaplanabilmektedir.

$$C(p, q) = \sum_j W_j \tag{3.9}$$

Burada C_{pq} uyum indeksi, ikili kıyaslamalarla hesaplanan sonuçlara yüksek derecede güvenildiğini göstermektedir. Uyum kümesi $C(p, q)$ 'inde yer alan faktörler J indeksini oluşturmaktadır. Örneğin; $C_{24} = \{2, 3, 4\}$ ise C matrisinin C_{24} indeksinin değeri;

$C_{24} = W_2 + W_3 + W_4$ olacaktır. C matrisi aşağıdaki gibi gösterilir.

$$C = \begin{bmatrix} - & c_{12} & c_{13} & c_{1m} \\ c_{21} & - & c_{23} & c_{2m} \\ \vdots & \vdots & - & \vdots \\ c_{m1} & c_{m2} & c_{m3} & - \end{bmatrix}$$

Uyumsuzluk matrisinin (D_{pq}) indeksleri (3.9) formülü ile hesaplanmaktadır. Aynı zamanda uyumsuzluk indeksi (D_{pq}) oluşturulabilmesi için uyumsuzluk matrisinden de faydalanılabilmektedir:

$$D_{pq} = \frac{\sum_{j=0} |V_{pj}^0 - V_{qj}^0|}{\sum_j |V_{pj} - V_{qj}|} \tag{3.10}$$

D matrisi aşağıda gösterilmiştir. (3.10) formülünde gösterilen j^0 uyumsuzluk kümesinde yer alan faktörlerdir.

$$D = \begin{bmatrix} - & d_{12} & d_{13} & d_{1m} \\ d_{21} & - & d_{23} & d_{2m} \\ \vdots & \vdots & - & \vdots \\ d_{m1} & d_{m2} & d_{m3} & - \end{bmatrix}$$

- Adım 6: *Üstünlük karşılaştırmasının yapılması*

Uyumsuzluk ve uyum indekslerinin hesaplanmasından sonra üstünlük karşılaştırmasının yapılabilmesi için indekse uymayan alternatifler elenmektedir. Ayrıca A_p 'nin A_q 'ya ne kadar baskın olduğu; uyum indeksinin ne kadar büyük ve uyumsuzluk indeksinin ne kadar küçük olduğunun hesaplanmasıyla belirlenebilir. Bu işlemin doğru sonuç vermesi için C ve D 'nin ortalamaları (C^- ve D^-) hesaplanır.

Eğer $C_{pq} \geq C^-$ ve $D_{pq} \leq D^-$ ise A_p , A_q alternatifine göre tercih sebebidir.

- Adım 7: *Net uyum ve uyumsuzluk indekslerinin hesaplanması*

Alternatif miktarının fazla olması durumunda “net uyum ve uyumsuzluk indeksleri”nin hesaplanmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Alternatiflerin birbirlerine olan baskınlıkları da bu indekslerle belirlenebilmektedir. Çözüm kümesini; en büyük “net uyum indeksi” ile en küçük “net uyumsuzluk indeksi” oluşturur. D_p 'ler küçükten büyüğe C_p 'ler ise büyükten küçüğe sıralanmaktadır. Net uyum ve uyumsuzluk indeksleri (3.11) ve (3.12) formülleri ile bulunur.

$$C_p = \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq p}}^m C_{pk} - \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq p}}^m C_{kp} \quad (3.11)$$

$$D_p = \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq p}}^m D_{pk} - \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq p}}^m D_{kp} \quad (3.12)$$

Daha sonra en büyük “ C ” değeri ile en küçük “ D ” değeri seçilerek nihai sıralamaya ulaşılmaktadır.

ELECTRE I, alternatifler arasında ikili sıralama yöntemini kullanırken bazı durumlarda tercih edilen alternatifleri belirlemede yeterli olmayabilmektedir. Sadece en iyi alternatifin belirlendiği bu yöntemde, uygun olmayanlar ortadan kaldırılmakta ve daha belirgin alternatifler seçilmektedir. Bu sebeple ELECTRE I yöntemini birden fazla seçeneğin bulunduğu ve az sayıda kriterin karşılaştırıldığı ÇKKV problemlerinin çözümünde kullanmak uygun olmaktadır.

4. UYGULAMA

Bu bölümde daha önce KM çerçevesi seçimi konusunda yapılmış bir çalışmada (Rouhani vd., 2015) tespit edilen kriterlerden önemli olan 4'ü konusunda uzman kişilerle yapılan anket yöntemi ile belirlenerek ilk bölümde anlatılan 4 farklı KM çerçeve alternatiflerinin bu kriterlere göre AHP ve ELECTRE I yöntemleri kullanılarak sıralamasının yapılması anlatılmıştır.

Bu çalışmada, gerçekleştirilen literatür taraması ile birlikte KM Uygulama yöntemlerini etkileyen 19 kriter tanımlanmıştır (Rouhani vd., 2015). Bu kriterler; tanımları, atif yapılan yayım sayıları ve projede görevli 60 alan uzmanı ile yapılan anket sonucunda almış oldukları oy sayıları ile birlikte hazırlanan önem sıralamaları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 4.1: KM Uygulama Metodolojileri Kriterleri, Atıf Sayıları ve Anket Sonucu

Nu.	Faktör	Tanım	Atıf Yapılan Yayın Sayısı (Rouhani vd., 2015)	Uzmanlar Tarafından Yapılan Anket Sıralaması / Alınan Oy ⁶
1	Sürekli İyileştirme	KM Uygulamalarının sürekli iyileştirilmesi, düzenlenerek güncellenmesi anlamına gelir.	13	1 / 23
2	Etkili İletişim	Karmaşıklıkları ortadan kaldırır ve çalışmalarını olumlu yönde etkiler.	12	2 / 20
3	Adım Adım Kılavuz	KM uygulaması için kullanımını anlatan belgeleri ifade etmektedir.	13	3 / 20
4	Yeterli KM Aracı Desteği	Modelleme ve geliştirme araçları gibi uygulamalarından alınacak desteği gösterir.	9	4 / 19
5	Optimal Uyum	İşletme içinde bütüncül uyum için memnuniyet verici bir çözüme ulaşmak demektir.	13	5 / 18
6	Verim	Karmaşıkların anlaşılması ve yönetilmesi anlamına gelir.	8	6 / 16
7	Bütüncül Kapsamlı	İşletmenin tüm yönlerinin ele alınması ve bilgi teknolojileri ile ilişkilendirilerek bütüncül bakış açısı sağlar.	7	7 / 15
8	Etkili İşbirliği	Proje ekibi ile paydaş arasındaki işbirliğini ifade eder.	6	8 / 14
9	Tutarlılık	KM uygulamasında tutarlı uygulama ve bileşen anlamına gelir.	6	9 / 13
10	Net Kapsam ve Amaç	KM uygulamalarının vizyon ve kapsamının açık olarak belirlenmesine atıfta bulunur.	6	10 / 12
11	Esneklik	Yaratıcılık için destek demektir. Kurum ve bilgi teknolojilerinde gerçekleşebilecek değişikliklerle hızlı uyum anlamına da gelir.	4	11 / 11
12	Yapısal tasarım ve analiz	KM projesinde yapısal tasarım ve analizi dikkate alması gerektiği anlamına gelir.	5	12 / 10
13	Uygun Yönetim Uygulaması	Etkin ve verimli geliştirme uygulamaları kullanmak anlamına gelir.	5	13 / 9
14	Çeviklik	KM'nin piyasadaki iş ve süreç gereksinim ve değişikliklerine ani tepki vermesini anlatır.	4	14 / 8
15	Değer odaklı	KM çözümlerinin iş akışını güncel tutmaya yardımcı olan iş süreçlerini tanımlamak için farklı yöntemlerin belirlenmesi gerektiğini ifade eder.	5	15 / 8
16	Etkili süreç seçimi	Süreç seçimlerinin doğru ve tutarlı yapılmasını ifade eder.	4	16 / 7
17	Adapte Olabilirlik	Kurumlarda işletme ve bilgi teknolojinin gelişimini benimseyerek ayak uydurmak anlamına gelir.	4	17 / 7
18	Uygun Yönetim Mekanizması	KM uygulamalarını ve güncellemelerini izleme ve kontrol etme anlamına gelir.	3	18 / 6
19	Soyutlama düzeyleri standardizasyonu	KM projesinde uygun soyutlama düzeylerini tespit etmek için bazı standartların belirlenmesini ifade eder.	2	19 / 4

⁶ Alan uzmanlarının sayısı 60 olup dijital dönüşüm projesi gerçekleştirilen kurum ile proje yüklenicisi olan bir savunma sanayii firmasında çalışan bilgi teknolojileri ve KM konusunda uzman/sertifikalı personellerden oluşmaktadır.

Ankete katılanlara KM çerçevesi kullanırken Tablo 4.1'deki faktörlerden hangi 4 adedini görmek istediklerini sorduk. Anket sonuçlandıktan sonra bu faktörler arasında ikili karşılaştırmalar yaparak Saaty ölçeğine göre değerlendirmelerini istedik. Sonuçta Tablo 4.1'deki veriler ortaya çıktı.

KM çerçeve seçimi için makale ve anket taramasında en çok geçen ilk dört kriter seçilmiştir. Bu kriterler; *Sürekli İyileştirme*, *Etkili İletişim*, *Adım Adım Kılavuz* ve *Yeterli KM Aracı Desteği* olarak belirlenmiştir.

Karar alternatifleri olarak da daha önceki bölümde anlatılan ve akademisyenler ve uygulayıcılar tarafından önerilen *TOGAF*, *Zachman*, *FEAF*, *DoDAF* belirlenmiştir.

4.1. AHP Yöntemi ile KM Çerçeve Seçimi

Bu bölümde, makale ve anket taraması ile tespit edilen kriterler ve ağırlıklarına göre AHP yöntemi kullanılarak KM çerçeve alternatiflerinden en uygununun nasıl seçildiği uygulamalı olarak anlatılacaktır.

KM çerçeve seçiminde konusunun uzmanı 60 personelin görüşleri anket ile alınarak daha önce belirlenen kriterler birbirleri arasında ikili olarak karşılaştırılmış ve Tablo 4.2’de olduğu gibi karşılaştırma matrisi oluşturulmuştur.

Tablo 4.2: Kriterlerin İkili Karşılaştırma Matrisi

Kriterlerin Karşılaştırma Matrisi	Sürekli İyileştirme	Etkili İletişim	Adım Adım Kılavuz	Yeterli KM Aracı Desteği
Sürekli İyileştirme	1	7	5	7
Etkili İletişim	0,14	1	0,2	1
Adım Adım Kılavuz	0,2	5	1	5
Yeterli KM Aracı Desteği	0,14	1	0,2	1
Toplamlar	1,48	14	6,4	14

3’üncü bölümde anlatıldığı şekilde sütun toplamaları alınır ve her sütuna ait değerler ilgili sütunun toplamına bölünerek normalizasyon işlemi gerçekleştirilerek Normalizasyon Matrisi bulunur. Normalize edilmiş matriste satır değerlerinin ortalaması ile “öncelikler vektörü” bulunur. (3.2) ve (3.3)’deki formüller kullanılarak kriter ağırlıkları hesaplanır.

Sonraki adımda, ikili kriterler karşılaştırma matrisinin tutarlılık oranı hesaplanır. Bunun için öncelikler vektörü ile başlangıçtaki karşılaştırmalar matrisi çarpılarak Tablo 4.3’te olduğu gibi “Tüm Öncelikler Matrisi” elde edilir.

Tablo 4.3: Tüm Öncelikler Matrisi

Öncelikler vektörü	*	Karşılaştırmalar Matrisi				=	Tüm Öncelikler Matrisi
0,614		1	7	5	7	2,821	
0,068		0,14	1	0,2	1	0,272	
0,251		0,2	5	1	5	1,053	
0,068		0,14	1	0,2	1	0,272	

Özdeğer (λ)’i bulabilmek için *tüm öncelikler matris elemanları* öncelikler vektörü elemanlarına bölünerek bu değerlerin ortalaması alınır.

$$\lambda = ((2,821 / 0,614) + (0,272 / 0,068) + (1,053 / 0,251) + (0,272 / 0,068)) / 4 = 16,789 / 4 = 4,194$$

(3.4) ve (3.5) formülleri kullanarak Tutarlılık İndeksi (*CI*) ve Tutarlılık Oran (*CR*)’ları hesaplanır. Rastgele Değer Endeksi (*RI*) ise Tablo 4.4.’ten seçilir.

$$CI = \frac{\lambda - n}{n - 1} = \frac{4,194 - 4}{4 - 1} = 0,064$$

$n^7=4$ ve $RI=0,9$ için

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0,064}{0,9} = 0,0718 < 0,1 \text{ olduğu için yapılan karşılaştırmaların tutarlı olduğu görülür.}$$

Tablo 4.4: Rastgele Değer İndeksi (RI) (Macharis vd., 2004)

Karar Alternatiflerinin sayısı	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Rastgele Değer İndeksi	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

4.1.1. Kriterler Açısından Alternatiflerin Değerlendirilmesi

Bu bölümde *Sürekli İyileştirme*, *Etkili İletişim*, *Adım Adım Kılavuz* ve *Yeterli KM Aracı Desteği* kriterleri için uzmanların görüşleri anket ile alınarak alternatiflerin ikili karşılaştırma matrisi oluşturulur. Daha sonra yukarıda anlatıldığı gibi normalize edilmiş matris bulunur ve matrislerin tutarlılık değerleri hesaplanır. Ölçümlerin tutarlı olduğu tespit edildikten sonra aşağıdaki sonuç matrisi oluşturulur.

Bu aşamada sadece *Sürekli İyileştirme* kriteri için alternatiflerin ikili karşılaştırma hesapları örnek olarak anlatılmış, diğer kriterlere göre alternatiflerin ikili karşılaştırmalarının ölçüm sonuçları Tablo 4.7’de verilmiştir.

Tablo 4.5: Sürekli İyileştirme Kriteri için İkili Karşılaştırma Matrisi

Kriterlerin Karşılaştırma Matrisi	TOGAF	Zachman	FEAF	DoDAF
TOGAF	1,00	9,00	5,00	5,00
Zachman	0,11	1,00	0,20	1,00
FEAF	0,20	5,00	1,00	5,00
DoDAF	0,20	1,00	0,20	1,00

KM çerçeve seçiminde “*Sürekli İyileştirme*” kriteri için alternatiflerin ikili karşılaştırmaları konusunun uzmanı 60 personelin görüşleri anket ile alınarak Tablo 4.5’te olduğu gibi karşılaştırma matrisi oluşturulmuştur.

3’üncü bölümde anlatıldığı şekilde sütun toplamları alınır ve her sütuna ait değerler ilgili sütunun toplamına bölünerek normalizasyon işlemi gerçekleştirilerek Normalizasyon Matrisi bulunur. Normalize edilmiş matris ve ağırlıkları (3.2) ve (3.3)’deki formüller kullanılarak hesaplanır.

Tablo 4.6: Normalize Edilmiş Matris ve Ağırlıkları

Kriterlerin Karşılaştırma Matrisi	TOGAF	Zachman	FEAF	DoDAF	Ağırlıklar
TOGAF	0,662	0,563	0,781	0,417	0,606
Zachman	0,073	0,063	0,031	0,083	0,062
FEAF	0,132	0,313	0,156	0,417	0,254
DoDAF	0,132	0,063	0,031	0,083	0,077
Toplam	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

“*Sürekli İyileştirme*” kriteri için hesaplanan ikili karşılaştırma matrisinin tutarlılık oranı;

$$CI = \frac{\lambda - n}{n - 1} = \frac{4,258 - 4}{4 - 1} = 0,086$$

$n=4$ ve $RI=0,9$ için

⁷ Çalışmalarda Karar Alternatifleri Sayısı 4 ve Rastgele Değer Endeksi 0,9 olarak alınmıştır.

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0,086}{0,9} = 0,095 < 0,1 \text{ olduğu için karşılaştırmaların tutarlı olduğu görülmektedir.}$$

Benzer ikili karşılaştırmalara ilişkin hesaplamalar diğer 3 kriter içinde yapılarak Tablo 4.7.'deki sonuçlara ulaşılabilmektedir.

Tablo 4.7: AHP Değerlendirme Sonucu

Alternatiflerin Kriterleri Karşılama Ağırlıkları	Sürekli İyileştirme	Etkili İletişim	Adım Adım Kılavuz	Yeterli KM Aracı Desteği	*	Kriter Ağırlıkları	=	AHP Sonucu
TOGAF	0,606	0,590	0,562	0,565		0,614		0,592
Zachman	0,063	0,085	0,063	0,083		0,068		0,066
FEAF	0,254	0,272	0,308	0,272		0,251		0,270
DoDAF	0,077	0,053	0,067	0,081		0,068		0,072

Buna göre en uygun KM çerçevesi % 59,2 ile TOGAF Çerçevesidir.

4.2. ELECTRE I Yöntemi ile KM Çerçeve Seçimi

ELECTRE I yöntemi kullanılarak KM çerçeve seçimi için öncelikler karar matrisi oluşturulmuş ve MS Excel programı ile hesaplamalar yapılmıştır. ELECTRE I yöntemi hesaplamalarında, AHP tekniği ile elde edilen Tablo 4.7'de verilen alternatif ve kriter ağırlıkları kullanılmıştır.

Tablo 4.7.'deki karar matrisinin tüm elemanları (3.7) formülü kullanılarak normalize edilmiştir. Karar verici açısından değerlendirme faktörlerinin ELECTRE I çözümüne yansıtılabilmesi için normalize karar matrisindeki her bir değer ilgili sütundaki kriterlere ait ağırlıklar ile çarpılarak Tablo 4.8'deki ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi (V) elde edilmiştir.

Tablo 4.8: Ağırlıklandırılmış Normalize Karar Matrisi

Kriterlerin Karşılaştırma Matrisi	Sürekli İyileştirme	Etkili İletişim	Adım Adım Kılavuz	Yeterli KM Aracı Desteği
TOGAF	0,5599	0,0610	0,2179	0,0602
Zachman	0,0582	0,0088	0,0244	0,0088
FEAF	0,2347	0,0323	0,1194	0,0290
DoDAF	0,0712	0,0055	0,0260	0,0086

Ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi hesaplandıktan sonra karar noktaları birbirleriyle değerlendirme faktörleri açısından kıyaslanarak (3.9) formülü ile uyum ve uyumsuzluk indeksleri oluşturulur.

Uyum ve uyumsuzluk indeksi satır elemanlarının birbirlerine göre büyüklüklerinin kıyaslanması felsefesine dayanmaktadır. Buna göre oluşturulan Uyum ve Uyumsuzluk İndeksleri hesaplanır.

Uyum ve uyumsuzluk indeksleri oluşturulduktan sonra, uyum (C) ve uyumsuzluk matrisi (D) hesaplanır. Uyum ve uyumsuzluk matrisi belirlenerek aşağıda verilmiştir.

$$C = \begin{bmatrix} - & 1 & 1 & 1 \\ 0 & - & 0 & 0,136 \\ 0 & 1 & - & 1 \\ 0 & 0,834 & 0 & - \end{bmatrix} \quad D = \begin{bmatrix} - & 0 & 0 & 0 \\ 1 & - & 1 & 1 \\ 1 & 0 & - & 0 \\ 1 & 0,26 & 1 & - \end{bmatrix}$$

Daha sonra (3.10) ve (3.11) formülleri kullanılarak *net uyum ve uyumsuzluk indeksleri* hesaplanır. Bunun için üstünlük karşılaştırması yapılır. Bu sebeple *uyumsuzluk eşik değeri ve uyum eşik değeri* bulunur.

Yapılan hesaplamalar sonucunda $C_{eşik}$ değeri 0,5 ve $D_{eşik}$ değeri 0,526 olarak bulunmuştur. $C_{pq} \geq C^-$ ve $C_{pq} \leq D^-$ ise A_p alternatifi A_q alternatifine tercih edileceğine göre; $C_{eşik}$ değeri ile uyum matrisi elemanlarının karşılaştırma sonucu Tablo 4.9’da, $D_{eşik}$ değeri ile uyumsuzluk matrisi elemanlarının karşılaştırma sonuçları Tablo 4.10’da verilmiştir.

Tablo 4.9: Uyum Üstünlük Matrisi

$$C = \begin{bmatrix} - & 1 & 1 & 1 \\ 0 & - & 0 & 0 \\ 0 & 1 & - & 1 \\ 0 & 1 & 0 & - \end{bmatrix}$$

Tablo 4.10: Uyumsuzluk Üstünlük Matrisi

$$D = \begin{bmatrix} - & 1 & 1 & 1 \\ 0 & - & 0 & 0 \\ 0 & 1 & - & 1 \\ 0 & 1 & 0 & - \end{bmatrix}$$

C_p uyum üstünlük matrisi ve D_p uyumsuzluk üstünlük matrisi hesaplandıktan sonra karar noktalarının önem sırasının tespit edilebilmesi için toplam baskınlık matrisinin bulunması gerekmektedir. Uyum üstünlük matrisi ve uyumsuzluk üstünlük satır ve sütunlarının çarpılmasıyla elde edilen toplam baskınlık matrisi Tablo 4.11’de, sonucunda oluşan baskınlık tablosu da Tablo 4.12’de verilmiştir.

Tablo 4.11: Baskınlık Matrisi

$$C = \begin{bmatrix} - & 1 & 1 & 1 \\ 0 & - & 0 & 0 \\ 0 & 1 & - & 1 \\ 0 & 1 & 0 & - \end{bmatrix}$$

Tablo 4.12: Baskınlık Tablosu

Baskınlık	TOGAF	Zachman	FEAF	DoDAF
TOGAF	-	1	1	1
Zachman	0	-	0	0
FEAF	0	1	-	1
DoDAF	0	1	0	-

Buna göre; TOGAF; Zachman, FEAF ve DoDAF’den baskındır,
FEAF; Zachman ve DoDAF’den baskındır,
DoDAF; Zachman’den baskındır.

5. SONUÇ

Çalışmada dijital dönüşüm projesine başlayacak bir kurumun, iş süreçlerine uygun bir KM çerçeve seçiminin yapılışı anlatılmıştır. TOGAF, Zachman, DoDAF ve FEAF gibi çeşitli KM çerçevelerinin yapısı, kullanımındaki faydalar ile uygulanmasındaki zorluklar açıklandıktan sonra KM çerçeve seçiminin bilimsel bir temele dayandırılması ve doğru bir şekilde gerçekleştirilmesi amacıyla çok kriterli karar verme yöntemlerinden AHP ve ELECTRE I teknikleri açıklanarak karar verme aşamasında uygulanmıştır. Kararı etkileyebilecek olan kriterler, literatür taraması ve söz konusu kurumun ilgili bölümü ve projede çalışan uzman bir ekip ile birlikte belirlenmiştir.

Ankete katılan uzmanların sayısı 60 olup dijital dönüşüm projesi gerçekleştirilen kurum ile proje yüklenicisi olan bir savunma sanayii firmasında çalışan bilgi teknolojileri ve KM konusunda uzman/sertifikalı personellerden oluşmaktadır.

Daha sonra, bu ekipte bulunan uzmanlar, nasıl puanlama yapmaları gerektiğiyle ilgili bilgilendirilmiş ve kriterleri ikili olarak karşılaştırıp 1-9 arası bir puanlama gerçekleştirmeleri istenmiştir. Bu işlem sonucunda elde edilen sonuçlar kullanılarak AHP yöntemi ile kriterlerin önem ağırlıkları belirlenmiştir. KM çerçeve seçimi için ilgili makalede bahsedilen “atıf yapılan yayım sayıları” ve “konu uzmanları” tarafından gerçekleştirilen anket taramasında en çok geçen ilk dört kriter seçilmiştir. Bu kriterler; Sürekli İyileştirme, Etkili İletişim, Adım Adım Kılavuz ve Yeterli KM Aracı Desteği olarak belirlenmiştir.

Uygulanan AHP ile ELECTRE I tekniklerinin sonucunda oluşan durum aşağıdaki tabloda verilmiş olup, TOGAF çerçevesi, anlaşılmasının kolay olması ve uygulama için net bir süreç sunmasından dolayı geçmişte yapılan çalışmalar paralelliğinde en iyi KM çerçevesi olarak belirlenmiştir.

Tablo 4.13: Karşılaştırılmalı ÇKKVY sonuçları

KM Çerçevesi	AHP Ağırlık	AHP Sıralama	ELECTRE I Net Uyum İndeksi	ELECTRE I Net Uyumsuzluk İndeksi	ELECTRE I Sıralama
TOGAF	0,592	1	3	-3	1
Zachman	0,066	4	-2,728	2,89	4
FEAF	0,270	2	1	-1	2
DoDAF	0,072	3	-1,272	1,11	3

Çalışmanın danışmanlar ve hakemler tarafından incelenmesi sonrasında; gerçekleştirilen anket sonucunda belirlenen 4 adet karar kriterinin yeterliliğinin bilimsel bir altyapıya oturtulması gerektiği ortaya konulmuştur. Bu sebeple müteakip çalışmada kriterleri, ilişkilerin birbirleri üzerindeki etkilerinin önemi yönünden öncelik sırasına göre düzenleyebilen ve diğer kriterler üstünde daha çok etkisi olan kriterleri belirleyebilen DEMATEL yöntemi incelenecek ve uygulamaya sokulacaktır.

KAYNAKÇA

- Abdallah, S., & Galal-Edeen, G. H. (2006). Towards a framework for enterprise architecture frameworks comparison and selection.
- Alamri, S., Abdullah, M., & Albar, A. (2018). "Enterprise architecture adoption for higher education institutions". International Journal of Simulation: Systems, Science and Technology, 19(5), 16-1.
- Alkharbushi, M. M., Zohdi Mahmoud, M. H., & Abu Bakar, N. A. (2023). "A Review of Enterprise Architecture for Strategic Performance Management in the Transportation Sector Digital Transformation.", Open International Journal of Informatics, 11(1), 74-87.
- Aladağ Z., Avcı S., Çelik B., Alkan A. (2017). "Özel hastane seçim kriterlerinin analitik hiyerarşi prosesi ile değerlendirilmesi ve kocaali ili uygulaması". In 5th International Symposium on Innovative Technologies in Engineering and Science 29-30
- Armour F, K., Jeff S, B. (2007). "Enterprise Architecture: Challenges and Implementations." 217. 10.1109/HICSS.2007.211.
- Arslan H. M., Uysal H. T. (2017). "ELECTRE I Yöntemi ile en Uygun Tedarikçinin Belirlenmesi: Ahşap Sektörü Uygulaması.", Düzce Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 7(1), 44-57.
- Arsu, T., & Özdemir, A. (2019). "Hedef programlama ve analitik hiyerarşi prosesi (AHP) ile yeniden üretim sistemlerinin stok kontrolünün incelenmesi.", Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 21(4), 1230-1245.
- Aslan, A., Hüseyinoğlu, M., & Budak, C. (2023). İşe alım süreçlerinde aşamalı olarak TOPSIS ve VIKOR yöntemleri uygulanarak iş gören seçimi yapılması. Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi, 14(1), 113-122.
- Aswar, N. F., Alam, A. R. P., Isma, A., & Balo, M. R. I. (2023). "Enterprise Architecture Planning Design Using Zachman Framework on TIX. ID Application.", Indonesian Journal of Enterprise Architecture, 1(1), 39-44.

- Bastidas, V., Reyachav, I., & Helfert, M. (2023). "Design Principles for Strategic Alignment in Smart City Enterprise Architectures (SCEA).", *Procedia Computer Science*, 219, 848-855.
- Baş K., Avcı A, S., Aladağ Z. (2022). "Türkiye’de Turistik Bir İldeki Otellerin Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleriyle Sıralanması" *Journal of Applied Tourism Research*, 3(2), 191-208.
- Başdar C. (2018). "Topsis ve Electre Yöntemleri İle Finansal Performansın Sıralanması: Bist Bilişim Sektörü Uygulaması.", (Doctoral dissertation, Bursa Uludag University (Turkey)).
- Bellman, B., Rausch, F. (2004). "Enterprise Architecture for e-Government. In: Traunmüller, R. (eds) *Electronic Government*.", EGOV 2004. *Lecture Notes in Computer Science*, vol 3183. Springer, Berlin, Heidelberg.
- Castillo R P., Ruiz F., Piattini M., Ebert C. (2019). "Enterprise Architecture," in *IEEE Software*, vol. 36, no. 4, pp. 12-19.
- Chakraborty, S., Chatterjee, P., & Das, P. P. (2024). "Analytic Hierarchy Process (Ahp). In *Multi-Criteria Decision-Making Methods in Manufacturing Environments* (pp. 23-38). Apple Academic Press.
- Dam D. S. H. (2015). "DoD Architecture Framework 2.0: A Guide to Applying Systems Engineering to Develop Integrated, Executable Architectures. In *Amazon* (1st edition). CreateSpace Independent Publishing Platform", <https://www.amazon.com/DoD-ArchitectureFramework-2-0-Architectures/dp/1502757621>, 11/10/2023
- Denizhan B., Yalçiner A. Y., Berber Ş. (2017). "Analitik hiyerarşi proses ve bulanık analitik hiyerarşi proses yöntemleri kullanılarak yeşil tedarikçi seçimi uygulaması." *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6(1), 63-78.
- Espadas J, R., Arturo D, M. (2008). "Using the Zachman Framework to Achieve Enterprise Integration Based on Business Process Driven Modelling." 283-293. 10.1007/978-3-540-88875- 8_49.
- Gerber A., le Roux P., Kearney C., van der Merwe A., (2020). "The Zachman Framework for Enterprise Architecture: An Explanatory IS Theory. *Responsible Design, Implementation and Use of Information and Communication Technology*".
- Gorkhali A., Xu L. D. (2017). "Enterprise Architecture: A Literature Review.", *Journal of Industrial Integration and Management*.
- Golfam, P., Ashofteh, P. S., Rajaei, T., & Chu, X. (2019). Prioritization of water allocation for adaptation to climate change using multi-criteria decision making (MCDM). *Water Resources Management*, 33, 3401-3416.
- Gümüş C. (2018). "Kurumsal mimari çerçeve yönetimi'nin verimliliğe etkisi: Bankacılık sektöründe uygulamalı bir araştırma", *Haliç Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*.
- Hinkelmann K., Gerber A., Karagiannis D., Thoenssen B., Merwe A., Woitsch R. (2016). "A new paradigm for the continuous alignment of business and IT: Combining enterprise architecture modelling and enterprise ontology" *Computers in Industry*, cilt 79, pp. 77-86.
- Holly A, M, H. (2016). "A process for DoDAF based systems architecting".
- Hsiung, C. H., Chen, H. J., Tu, S. W., & Ho, Y. C. (2020). *How the Federal Enterprise Architecture Framework (FEAF) Supports Government Digital Transformation*.
- Jalaliniya S. (2011). "Enterprise Architecture & Security Architecture Development".
- Jeston, J., & Nelis, J. (2014). *Business process management*. Routledge.
- Kannisto, P., Supponen, A., Repo, S., & Hästbacka, D. (2023). "Electricity System Built on Cyber-physical Enterprises: Architecture Analysis.", *IFAC-PapersOnLine*, 56(2), 8197-8202.

- Kecek G., Yüksel R. (2016). “Analitik Hiyerarşi Süreci (Ahp) Ve Promethee Teknikleriyle Akıllı Telefon Seçimi”, Sosyal Bilimler Dergisi, no. 49.
- Keleş M. K. (2019). “Entropi Temelli ELECTRE III Yöntemi ile B Segmenti Otomobil Markalarının Sıralanması.”, Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi(33), 29-50.
- Kotusev S., Kurnia S. (2020). “The theoretical basis of enterprise architecture: A critical review and taxonomy of relevant theories”. *Journal of Information Technology*.
- Künkücü, H., AYTEKİN, O., & KUŞAN, H. (2023). “Sarsma Tablası Test Modelinin Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Seçilmesi: Bir Uygulama.” *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 31(2), 620-629.
- Lei, D. D., Gorp, D. P. V., & Angelov, D. S. (2011). “TOGAF based EA maturity assessment instrument design and validation.”
- Macharis C., Springael J., De Brucker K., Verbeke A. (2004). PROMETHEE and AHP: The design of operational synergies in multicriteria analysis.: Strengthening PROMETHEE with ideas of AHP. *European journal of operational research*, 153(2), 307-317. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(03\)00153-X](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(03)00153-X).
- Mandal, S. ve Mondal, S. (2019). *Statistical approaches for landslide susceptibility assessment and prediction*, Springer international publishing, Cham, 193 s.
- Matthes D., “Enterprise Architecture Frameworks Kompendium, SpringerVerlag”, Heidelberg, 2011.
- Meneses-Ortegón, J. P., & Gonzalez, R. A. (2016, November). “Knowledge Management Framework for Early Phases in TOGAF-based Enterprise Architecture.”, In KMIS (pp. 31-40).
- Miranda G, A., João G, A. (2017). “An Ontological Analysis of Capability Modeling in Defense Enterprise Architecture Frameworks”.
- Neo B, Q. (2014). “Patterns of Enterprise Architecture Implementation: Lessons Learned from 50 U.S. State Governments.”
- Neo B, Q. (2017). “Evaluate Enterprise Architecture Frameworks Using Essential Elements. *Communications of the Association for Information Systems*.” 41. 121-149.
- Nyale D., Karume S. (2023). “Examining the Synergies and Differences Between Enterprise Architecture Frameworks: A Comparative”.
- Özcan B., Asker C. (2023). “Personel Atama Problemi İçin Çok Kriterli ve Çok Amaçlı Karar Verme Yöntemleri ile Hibrit Bir Model Önerisi. *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*”, 14(2), 415-428.
- Özmen E. P., Demir B. (2023). “The analysis of risk assessment for the transmission of COVID-19 by using PROMETHEE and ELECTRE methods.”, *Sigma*, 41(2), 232-242.
- Pelliccione, P., Knauss, E., Heldal, R., Ågren, S. M., Mallozzi, P., Alminger, A., & Borgentun, D. (2017). *Automotive architecture framework: The experience of volvo cars*. *Journal of systems architecture*, 77, 83-100.
- Richard M. (2006). “Toward a unified enterprise architecture framework: An analytical evaluation. *Issues in Information Systems*.”.
- Rouhani B. D., Mahrin M., Nikpay, N., Ahmad F. R. B., Nikfard P. (2015). “A systematic literature review on Enterprise Architecture Implementation Methodologies” *Information and Software Technology*, no. 62, pp. 1-20.
- Saaty R.W. (1987). “The Analytic Hierarchy process-what it is and how it is used”, *Mathematical Modelling*, Vol 9, Issue 3-5, pp 161-176.

- Sowa J. F., Zachman J. A. (1992). "Extending and formalizing the framework for information systems architecture." *IBM Systems Journal*, 31(3), 590-616.
- Taherdoost H., Madanchian M. (2023). "A Comprehensive Overview of the ELECTRE Method in Multi Criteria Decision-Making.", *Journal of Management Science & Engineering Research*, 6(2).
- Tavana, M., Soltanifar, M., & Santos-Arteaga, F. J. (2023). "Analytical hierarchy process: Revolution and evolution. *Annals of operations research*", 326(2), 879-907.
- Timor, M. (2011). *Analitik hiyerarşi prosesi*. Türkmen Kitabevi.
- Triantaphyllou, E., (2000). "Multi-Criteria Decision Making Methods: A Comparative Study", Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 3:13
- Urbaczewski L., Mrdalj S. (2006). "A Comparison of Enterprise Architecture Frameworks" *Issues in Information Systems*.
- Van De Wetering, R. (2022). "The role of enterprise architecture-driven dynamic capabilities and operational digital ambidexterity in driving business value under the COVID-19 shock.", *Heliyon*, 8(11).
- Vargas A., Boza A., Patel S., Patel D., Cuenca L., Ortiz A. (2016). "Inter-enterprise architecture as a tool to empower decision-making in hierarchical collaborative production planning" *Data & Knowledge Engineering*, no. 105, pp. 5-22.
- Yıldırım B. F., Önder E. (2015). "Operasyonel, Yönetimsel ve Stratejik Problemlerin Çözümünde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri", Bursa : DORA
- Wetering R., Kurnia S., Kotusev S. (2021). "The Role of Enterprise Architecture for Digital Transformations. Sustainability". 13(4):2237.
- Zahedian A., Hossein S. (2009). "A Uniform Method for Evaluating the Products of DoDAF Architecture Framework"
- Zachman, J.A. "The Framework for Enterprise Architecture: Background, Description and Utility.", 2016.
- Zhou Z., Shuichiro S, Y. (2020). "A Systematic Literature Review on Enterprise Architecture Visualization Methodologies." *IEEE Access*. PP. 1-1. 10.1109/ACCESS.2020.2995850.
- Zeigler B. P., Mittal S. (2005). "Enhancing DoDAF with a DEVS-Based System Lifecycle Development Process"
- Web_1, Ulusal Tez Merkezi, <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>, 31/01/2024
- Web_2, Amerikan Savunma Bakanlığı, https://dodcio.defense.gov/Library/DoD-Architecture-Framework/dodaf20_viewpoints/, 31/01/2024

Uyku Sağlığı ile Yaşam Tarzı Arasındaki İlişkinin PCA, Naive Bayes ve Rastgele Orman Ağaçları Yöntemleri ile İncelenmesi ve Karşılaştırılması

Discovery and Comparison of the Relationship between Sleep Health and Lifestyle with PCA, Naive Bayes and Random Forest Trees Methods

Serkan AYAN¹ 

Turgay Tugay BİLGİN² 

DOI:10.33461/uybisbbd.1415925

Öz

Makale Bilgileri

Makale Türü:

Araştırma Makalesi

Geliş Tarihi:

07.01.2024

Kabul Tarihi:

29.02.2024

©2023 UYBISBBD
Tüm hakları saklıdır.



Uyku, günlük yaşamın temel bir unsuru olarak kabul edilir ve genel sağlık ile refahın sürdürülmesinde önemli bir rol oynar. Bu araştırma, Kaggle platformundan elde edilen "Uyku Sağlığı Yaşam Tarzı" veri setini kullanarak bir tahmin modeli oluşturmayı, bu modeli Principal Component Analysis (PCA) yöntemi, Naive Bayes yöntemi ve Rastgele Orman Ağaçları yöntemiyle değerlendirmeyi ve görselleştirmeler gerçekleştirmeyi amaçlamaktadır. İncelenen veri seti, KNIME platformunda PCA modülü ile boyut azaltma işlemine tabi tutulmuş ve elde edilen çıktılar sunulmuştur. Uyku kalitesini etkilediği düşünülen öznitelikler arasındaki ilişkiler, korelasyon hesaplamaları ile belirlenmiştir. Ayrıca, veri seti Naive Bayes ve Rastgele Orman Ağaçları yöntemleriyle analiz edilmiş, tahmin sonuçları KNIME ortamında değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar tablolar halinde sunulmuştur. Bu karşılaştırmaların dağılım matrisleri, KNIME platformundaki Scatter Plot modülü kullanılarak görselleştirilmiştir. Bu çalışmanın en önemli katkısı uyku verileri içeren veri setlerinde kullanılacak metodolojiler arasında en etkili olan yöntemi belirlemektir. Bulgular, tartışma ve sonuçlar bölümünde detaylı bir şekilde ele alınmıştır.

Anahtar Kelimeler: Uyku Sağlığı, Tahmin Modelleme, Temel Bileşen Analizi, Veri Görselleştirme.

Abstract

Article Info

Paper Type:

Research Paper

Received:

07.01.2021

Accepted:

29.02.2024

©2023 UYBISBBD
All rights reserved.



Sleep is considered a fundamental element of daily life and plays a crucial role in maintaining overall health and well-being. This study aims to develop a predictive model using the "Sleep Health Lifestyle" dataset downloaded from the Kaggle platform. The model is constructed using Principal Component Analysis (PCA), Naive Bayes, and Random Forest methods, and its performance is evaluated. Additionally, the dataset undergoes dimensionality reduction through the PCA module in the KNIME platform, and the results are presented. Relationships between attributes that influence sleep quality are determined through correlation calculations. Furthermore, the dataset is analyzed using the Naive Bayes and Random Forest methods, and the prediction results are assessed using the KNIME platform. The results are presented in tabular form. The scatter matrices of these comparisons are visualized using the Scatter Plot module in the KNIME platform. The primary contribution of this study is to identify the most effective methodology for mining datasets containing sleep-related information. The findings are discussed in the conclusion section.

Keywords: Sleep Health, Predictive Modeling, Principal Component Analysis, Data Visualization.

Atıf/ to Cite (APA): Ayan, S. & Bilgin T.T. (2024). Uyku Sağlığı ile Yaşam Tarzı Arasındaki İlişkinin PCA, Naive Bayes ve Rastgele Orman Ağaçları Yöntemleri ile İncelenmesi ve Karşılaştırılması. Uluslararası Yönetim Bilişim Sistemleri ve Bilgisayar Bilimleri Dergisi, 8(1), 41-56. DOI: 10.33461/uybisbbd.1415925

¹ Araştırma Görevlisi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Bursa Teknik Üniversitesi, serkan.ayan@btu.edu.tr, Bursa, Türkiye.

² Prof. Dr., Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Bursa Teknik Üniversitesi, turgay.bilgin@btu.edu.tr, Bursa, Türkiye.

1. GİRİŞ

Uyku günlük yaşamımızın vazgeçilmez bir bileşenidir ve genel sağlık ve refahımızı korumada önemli bir rol oynar. Yaşam tarzı seçimleri de dahil olmak üzere çeşitli faktörler, uyku kalitesi ve süresi üzerinde önemli etkilere sahip olabilir. Uyku sağlığı ile yaşam tarzı alışkanlıkları arasındaki ilişkiyi anlamak, uykuyla ilgili sonuçları iyileştirmek için desenleri ve potansiyel müdahaleleri belirlemek açısından önemlidir. Buna ek olarak, uyku sağlığı ile yaşam tarzı arasındaki ilişkilere benzer olabilecek Brink-Kjaer vd (2022)'deki çalışma da araştırmacılar, uyku apnesinin kesin teşhisi olan polisomnogramlar (PSG'ler) aracılığıyla yaş ve ölüm riskini tahmin eden derin sinir ağları üzerine bir takım sonuçlar sunmuştur. Bu bağlamda, uyku sağlığının kapsamlı bir şekilde ele alınması ve tanımlanması, yaşam tarzı seçimlerinin ve çevresel faktörlerin uyku kalitesi üzerindeki etkilerini daha iyi anlamamıza ve dolayısıyla bireysel ve toplumsal sağlık sonuçlarını iyileştirmek için etkili stratejiler geliştirmemize olanak tanır (Buysse, 2014).

Uyku sağlığının çok boyutlu doğası ve sosyoekolojik faktörlerin etkileşimi, uyku kalitesi ve sağlık sonuçları arasındaki karmaşık ilişkilerin anlaşılmasında kritik bir rol oynar. Ghose vd (2023) tarafından gerçekleştirilen çalışma, uyku sağlığı ve kendine yeterlilik arasındaki ilişkiyi inceleyerek, uyku sağlığının çok boyutlu doğasını ve bunun bireylerin yaşam tarzı seçimleri üzerindeki etkilerini ortaya koymuştur. Bu çalışma, uyku sağlığı ile ilgili farklı alanlarda kendine yeterliliğin rolünü belirleyerek, uyku kalitesi ve süresi üzerinde önemli etkileri olabilecek yaşam tarzı seçimlerinin anlaşılmasına katkıda bulunur. Diğer yandan, uyku sağlığının çok boyutlu yapısı ve insanların hem kendi aralarında hem de fiziksel çevreleri arasındaki uyum üzerine yapılan kapsamlı çalışma gösteriyor ki uyku sağlığı ve onun geniş çaplı sağlık sonuçları üzerindeki etkisinin daha iyi anlaşılmasına olanak tanır (Hale vd., 2020). Buna ek olarak bu çalışmada incelenen kişiler ile onların uyku sağlığını etkileyecek parametreler arasındaki ilişkilerin doğrudan keşfedilmesi, birtakım zorluklar içermektedir. Bu bağlamda, veri setindeki latent desenleri ve yapısal özellikleri ortaya çıkarmak, uyku ve yaşam tarzı profilleri bakımından benzer grupları saptamak ve öznitelikler arasındaki ilişkileri görsel bir biçimde sergilemek için keşifsel veri analizinin bir parçası olarak Temel Bileşen Analizi (PCA) gibi boyut indirgeme yöntemlerinin uygulanması öngörülmüştür. PCA, çok değişkenli veri setlerinin temel bileşenlerini çıkararak, ana veri yapısını daha az sayıda bileşenle temsil etmeyi ve böylelikle veri seti içerisindeki karmaşıklığı azaltmayı hedeflemektedir. Bu yöntemle, veri setindeki değişkenler arası ilişkilerin ve grupların daha açık bir şekilde tanımlanması mümkün hale gelmiştir.

PCA, çok boyutlu verilerdeki kalıpları bulmak için kullanılan bu teknik, gözlemlenen değişkenlerin olası korelasyonlarını ortadan kaldırarak doğrusal olarak bağımsız değişkenler kümesine dönüştürmek için bir dizi matematiksel işlem yapmaktadır. Bu işlem sonucunda, veri setindeki boyut sayısı azaltılabilir ve verinin çoğu bilgisi korunabilir. Yani bu yeni değişkenlerin varyansını maksimize ederek en önemli bilgileri korur ve diğer değişkenleri atar. Bu nedenle, daha az boyutlu bir veri seti elde edilirken, orijinal verinin büyük bir kısmı korunur. Bro vd (2014) ve Karamizadeh vd (2013) çalışmalarında yazarlar PCA'nın nasıl anlaşılacağı, kullanılacağı ve yorumlanacağı konusunda kapsamlı bir rehber sunmaktadır. Ayrıca Ricciardi vd (2020) tarafından yapılan çalışmalarda kalp damar hastalığı olan veya şüphesi olan hastaların sınıflandırılması için veri madenciliği uygulamasının kullanılmasını test etmektedir. Bu amaçla, başka bir veri madenciliği algoritması olan doğrusal diskriminant analizi (LDA) algoritması ve burada ilgilendiğimiz temel bileşen analizi (PCA) kullanılmıştır. PCA yöntemi kullanılarak veri setinde boyut azaltma yapılmış ve anlamlı bileşenlerin çıkarılması sağlanmıştır. Ayrıca verideki genel varyansa katkılar incelenmiş ve bilgilendirici grafikler ve tablolar aracılığıyla değişkenler arasındaki ilişkiler görselleştirilmiştir. Bu analiz çalışmasında, KNIME platformunun kullanımı, veri analizi sürecini daha kolay ve verimli hale getirmiştir. Bu çalışmanın bulguları, uykuyla ilgili konuların anlaşılmasına katkıda bulunabilir ve sağlıklı uyku alışkanlıklarının teşvik edilmesine yönelik hedefe odaklı müdahalelerin geliştirilmesine rehberlik edebilir.

2. MATERYAL METOT

Bu çalışmada, veri seti KNIME veri platformunda işlenmiş ve PCA yöntemi uygulanmadan önce normalize edilmiştir. Daha sonra, veri görselleştirme işlemleri KNIME'in gömülü düğümleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ek olarak, çalışmada Naive Bayes ve Rastgele Orman Algoritması gibi makine öğrenmesi yöntemleri de kullanılmıştır. Bu yöntemler, veri setindeki ilişkileri daha fazla analiz etmek ve sınıflandırma yapmak için kullanılan yaygın algoritmalar arasındadır. Bu yöntemler, veri setindeki öznitelikler arasındaki ilişkileri anlamak ve uyku sağlığıyla ilişkilendirmek için kullanılabilir.

Naive Bayes ve Rastgele Orman Ağaçları sınıflandırma gibi makine öğrenmesi yöntemleri kullanarak veri setindeki öznitelikler arasındaki ilişkiler, verilen bu üç veri madenciliği yöntemlerinin karşılaştırılmasıyla birlikte analiz edilmiştir.

2.1. Veri Seti

Bu çalışmada, bireylerin uyku düzeni ve günlük alışkanlıklarına dair önemli içgörüler sunan Uyku Sağlığı ve Yaşam Tarzı veri seti ele alınmaktadır. Uyku Sağlığı ve Yaşam Tarzı veri seti, 374 satır ve 13 sütundan oluşan uyku ve günlük alışkanlıklara ilişkin değişkenlerin kapsamlı bir koleksiyonunu içermektedir.

Tablo 1. Veri Setinden bir kesit.

Kişi Kimliği	Cinsiyet	Yaş	Meslek	Uyku Süresi	Uyku Kalitesi	Fiziksel Aktivite Seviyesi	Stres Seviyesi	BMI Kategorisi	Kan Basıncı	Kalp Atış Hızı	Günlük Adımlar	Uyku Bozukluğu
1	Male	27	Yazılım Mühendisi	6,1	6	42	6	Fazla kilolu	126/83	77	4200	Hiçbiri
2	Male	28	Doktor	6,2	6	60	8	Normal	125/80	75	10000	Hiçbiri
3	Male	28	Doktor	6,2	6	60	8	Normal	125/80	75	10000	Hiçbiri
4	Male	28	Satış Temsilcisi	5,9	4	30	8	Obez	140/90	85	3000	Uyku Apnesi
5	Male	28	Satış Temsilcisi	5,9	4	30	8	Obez	140/90	85	3000	Uyku Apnesi
6	Male	28	Yazılım Mühendisi	5,9	4	30	8	Obez	140/90	85	3000	Uykusuzluk
7	Male	29	Öğretmen	6,3	6	40	7	Obez	140/90	82	3500	Uykusuzluk
8	Male	29	Doktor	7,8	7	75	6	Normal	120/80	70	8000	Hiçbiri
9	Male	29	Doktor	7,8	7	75	6	Normal	120/80	70	8000	Hiçbiri
10	Male	29	Doktor	7,8	7	75	6	Normal	120/80	70	8000	Hiçbiri
11	Male	29	Doktor	6,1	6	30	8	Normal	120/80	70	8000	Hiçbiri
12	Male	29	Doktor	7,8	7	75	6	Normal	120/80	70	8000	Hiçbiri
13	Male	29	Doktor	6,1	6	30	8	Normal	120/80	70	8000	Hiçbiri
14	Male	29	Doktor	6	6	30	8	Normal	120/80	70	8000	Hiçbiri
15	Male	29	Doktor	6	6	30	8	Normal	120/80	70	8000	Hiçbiri

Veri seti, cinsiyet, yaş, meslek, uyku süresi, uyku kalitesi, fiziksel aktivite düzeyi, stres seviyeleri, BMI kategorisi, kan basıncı, kalp atış hızı, günlük adım sayısı ve uyku bozukluklarının varlığı ya da yokluğu gibi bilgileri içermektedir. Bu değişkenler, uyku sağlığı ile çeşitli yaşam tarzı faktörleri arasındaki ilişkileri araştırmak için zengin bir veri kaynağı sunmaktadır (Tharmalingam, 2023). Ele alınan Uyku Sağlığı ve Yaşam Tarzı veri seti, bireylerin uyku düzeni ve günlük alışkanlıklarına ilişkin verileri derinlemesine incelemeyi amaçlamaktadır. Seçilen 374 kişilik örneklem, hem demografik çeşitliliği hem de uyku ve yaşam tarzı değişkenlerinin geniş bir yelpazesini temsil etmektedir. Bu özel örneklem, uyku kalitesi ve süresi ile yaşam tarzı faktörleri arasındaki ilişkileri analiz etmek ve sağlık sonuçları üzerindeki potansiyel etkilerini aydınlatmak için belirlenmiştir. Nihai amacı, uyku düzenini ve yaşam tarzını iyileştirmek için müdahaleler geliştirirken, bu faktörlerin birbiriyle olan karmaşık etkileşimlerini ortaya koymaktır. Yapılan analizler ve bulgular, uyku sağlığını destekleyen

yaşam tarzı değişikliklerinin tanımlanmasına ve kişiye özel sağlık önerilerinin geliştirilmesine katkı sağlayabilir.

Bu çalışmanın ilgili bölümünde, toplamda 374 birey üzerinde yürütülen araştırmanın bulgularına derinlemesine bir inceleme gerçekleştirilmiştir. Ancak, makalenin görsel materyallerine entegre edilen tablo, bu bireyler arasından seçilen ilk 15'ini kapsayacak şekilde özel bir sınırlamaya tabi tutulmuştur. Söz konusu tablo, katılımcıların mesleki bilgileri, uyku düzenleri, fiziksel aktivite düzeyleri, stres seviyeleri, vücut kitle indeksleri, kan basıncı ölçümleri, kalp atış hızları ve günlük olarak attıkları adım sayıları gibi çok yönlü sağlık ve yaşam tarzı parametrelerini detaylandırmaktadır. Bu öncü 15 kişilik örneklem, genel popülasyon içerisinde sağlık profilleri ve yaşam alışkanlıkları üzerine yapılan kapsamlı analizin doğruluğunu ve genelleştirmesini temsil etmek üzere özenle seçilmiştir. Araştırma sonuçlarının genel geçerliliği ve kapsamı açısından, bu örneklem grubunun temsilci bir alt küme oluşturduğu kabul edilmektedir. Bu veri kesiti, çalışmanın metodolojik dizaynını ve analitik süreçlerini kavramak açısından kritik bir öneme sahiptir. Araştırmanın ilerleyen kısımlarında, bu özel örneklem üzerinden elde edilen bulgular, genel veri setinin geri kalanıyla karşılaştırmalı bir biçimde ele alınmakta ve bu karşılaştırma sonuçları ayrıntılı bir şekilde tartışılmaktadır.

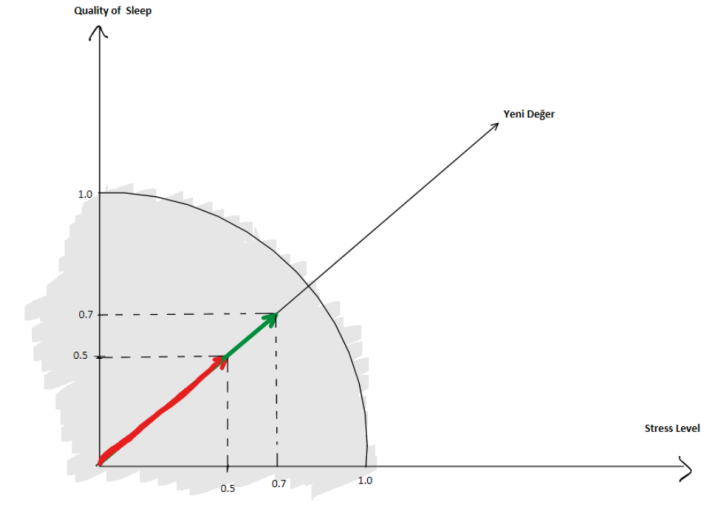
Ek olarak, bu çalışmada, Uyku Sağlığı ve Yaşam Tarzı veri setinin seçilmesinin temel nedeni, kapsamlı ve multidisipliner özellikleri barındırmasıdır. Bu zengin veri seti, uyku sağlığı ile yaşam tarzı arasındaki karmaşık ilişkileri detaylı bir şekilde analiz etme ve bu ilişkilerin sağlık sonuçları üzerindeki potansiyel etkilerini ortaya koyma fırsatı sunmaktadır. Ayrıca, demografik çeşitliliği temsil eden geniş bir örneklem grubunu içermesi, bulguların genel bir popülasyona uygulanabilirliğini artırırken, aynı zamanda çeşitli alt gruplar arasında özgül ilişkilerin incelenmesine olanak tanımaktadır.

2.2. Temel Bileşen Analizi (Principal Component Analysis - PCA)

Temel Bileşen Analizi (Principal Component Analysis-PCA), çok değişkenli veri setlerindeki değişkenler arasındaki ilişkileri anlamak ve veriyi daha az sayıda öz değerlerle temsil etmek için kullanılan bir istatistiksel analiz yöntemidir. Temel Bileşen Analizi, bir veri setindeki değişkenler arasındaki varyansın büyük bir kısmını açıklayan ve değişkenler arasındaki korelasyon yapısını ortaya koyan temel bileşenleri bulmayı amaçlar. Burada veri setindeki değerleri modelleyen matematiksel matrise $X_{D \times N}$ diyelim. X matrisinin x_j , ($j = 1, \dots, N$) sütun değerlerine D boyutlu uzayın vektörleri denir.

$$t = w_1x_1 + w_2x_2 + \dots + w_Nx_N$$

eşitliğine bu x değerlerinin bir lineer kombinasyonu denir ve bu denklem sistemini temsil eden ifade $t = Xw$ eşitliğiyle verilir. X matrisi problemle ilgili varyasyonu içerdiğinden, bu varyasyonun mümkün olduğunca büyük bir kısmının t 'de de bulunması makul görünmektedir. t 'deki bu varyasyon miktarı kayda değer ise, o zaman x değişkenlerinin iyi bir özeti olarak hizmet edebilir. Dolayısıyla, X 'in on üç değişkeni, ilgili bilgilerin çoğunu koruyan tek bir t değişkeni ile değiştirilebilir. Eğer t 'deki bu varyasyon miktarı kayda değer ise, o zaman x değişkenlerinin iyi bir özeti olarak hizmet edebilir. Dolayısıyla, X 'in on dört değişkeni, ilgili bilgilerin çoğunu koruyan tek bir t değişkeni ile değiştirilebilir. t 'deki varyasyon, varyansı olan $var(t)$ ile ölçülebilir, istatistikte olağan şekilde tanımlanmıştır. O zaman problem, w_1, \dots, w_N optimal ağırlıklarını seçerek bu varyansı maksimize etmeye dönüşür. Bununla birlikte, bir uyarı vardır, çünkü optimal bir w değerini keyfi büyük bir sayı ile çarpmak t 'nin varyansını da keyfi büyük yapacaktır. Dolayısıyla, düzgün bir problem için ağırlıkların normalize edilmesi gerekir. Bu, normlarının, yani kareler toplamı değerlerinin bir olmasını gerektirerek yapılır (bkz. Şekil 1). Şekil Microsoft One Note kullanılarak Bro ve Smilde, (2014) makalesinden motivasyon alınarak çizilmiştir.



Şekil 1. Birim Vektör Konsepti

Burada ele alınan uzaklıkları ifade etmek için $\| \cdot \|$ Öklid normu kullanılmıştır. PCA, öncelikle veri setindeki değişkenler arasındaki korelasyon matrisini oluşturur:

$$var(\mathbf{x}) = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})(x_i - \bar{x})^T \quad 2.1$$

\bar{x} , i -inci sınıftaki özneliklerin ortalamasıdır. Orijinal uzaydaki (2.1) Korelasyon matrisi, değişkenlerin birbirleriyle nasıl ilişkilendiğini gösteren bir matristir. Daha sonra, bu matris üzerinde yeni uzaya izdüşürülen veriler üzerine eigenvalue-eigenvector analizi uygulanır. Böylece biçimsel problem

$$\operatorname{argmax}_{\|w\|=1} var(\mathbf{t}) \quad 2.2$$

eşitliğiyle incelenir. Burada ifade t varyansını maksimize eden w vektörünün bulunması olarak okunmalıdır ($\|w\|=1$) olması gerektiğine dikkat edin). argmax fonksiyonu, maksimizasyon fonksiyonunun w argümanını döndürmek için kullanılan matematiksel gösterimdir. Bu, $t = Xw$ eşitliğini kullanarak daha açık hale getirilebilir:

$$\operatorname{argmax}_{\|w\|=1} (\mathbf{t}^T \mathbf{t}) = \operatorname{argmax}_{\|w\|=1} \mathbf{w}^T \mathbf{X}^T \mathbf{X} \mathbf{w}. \quad 2.3$$

Bu ifadeyi özetleyecek olursak, eski uzaydaki verinin yeni uzaya izdüşümünü almak için uygun bir w vektörünü bulunarak optimizasyon problemi çözülmektedir, burada; yeni eksene yapılan izdüşüm sonrası varyans, çözülen denklem sisteminde elde edilen özdeğerdir. Bu sayede burada bir özdeğer problemi ile karşılaşmış oluyoruz.

2.3. Naive Bayes

Naive Bayes sınıflandırıcısı, bir öğenin hangi sınıfa ait olduğunu belirlemek için kullanılan bir makine öğrenmesi algoritmasıdır. Bu sınıflandırıcı, Bayes teoremi temelinde çalışır ve her özellik için sınıf olasılıklarını hesaplar. Ardından, bu olasılıkları kullanarak en yüksek olasılığa sahip sınıfı tahmin eder. "Naive" terimi, algoritmanın her özelliğin diğer özelliklerden bağımsız olduğunu varsayması nedeniyle kullanılır. Bu varsayım gerçekte doğru değildir, ancak uygulamada yüksek başarı oranları elde edilir. Naive Bayes Sınıflandırıcısı, aşağıdaki denklemi ifade eden Bayes Teoreminden esinlenmiştir:

$$P(A | B) = \frac{P(B | A)P(A)}{P(B)} \quad 2.4$$

Bu denklem, anlaşılmasını kolaylaştırmak için X (girdi değişkenleri) ve Y (çıkıktı değişkeni) kullanılarak yeniden yazılabilir. Daha basit bir ifadeyle, bu denklem X girdi özellikleri göz önüne alındığında Y olasılığını çözmektedir.

$$P(Y | X) = \frac{P(X | Y)P(Y)}{P(X)} \quad 2.5$$

Sınıf göz önüne alındığında değişkenlerin bağımsız olduğu Naive varsayımı (dolayısıyla adı) nedeniyle, $P(X|Y)$ 'yi aşağıdaki gibi yeniden yazabiliriz:

$$P(X | Y) = P(X_1 | Y)P(X_2 | Y) \dots P(X_n | Y) \quad 2.6$$

Naive Bayes'in amacı maksimum olasılıkla Y sınıfını seçmektir. (2.2) denkleminde de ifade edildiği gibi argmax basitçe, bir hedef fonksiyondan maksimum değeri veren argümanı bulan bir fonksiyondur. Bu durumda, maksimum Y değerini bulmak için

$$Y = \underset{Y}{\operatorname{argmax}} [P(Y) \prod_{i=1}^n P(X_i | Y)] \quad 2.7$$

eşitliğiyle verilen denklem kullanılır (Rish., J., 2001). Bu çalışmada ele alınan veri setiyle birlikte, KNIME ortamında Naive Bayes modülü kullanılarak verilerin test edilmesi ve tahmin edilmesi ile elde edilen sonuçlar analiz edilmiştir.

2.4. Rastgele Orman Ağaçları (ROA)

Rastgele Ormanlar sınıflandırma, regresyon ve diğer görevler için kullanılan popüler bir makine öğrenimi algoritmasıdır. Breiman, L. (2001) tarafından yapılan çalışma gösteriyor ki birden fazla karar ağacını birleştirerek çalışır ve bu sayede tek bir karar ağacının karşılaşılabileceği aşırı uyum (overfitting) sorununu azaltır. Rastgele Ormanlar, hem özellik uzayını hem de eğitim örneklerini rastgele seçerek bir "orman" oluşturur. Bu, her bir karar ağacının eğitim sırasında farklı veri kümelerinden ve özelliklerden öğrenmesini sağlar. Bununla birlikte, Hastie vd (2009) tarafından yapılan çalışmada ağaç öğrenimi veri madenciliği için kullanıma hazır bir prosedür olarak hizmet etme gereksinimlerini karşılamaya en yakın yöntemdir, çünkü ölçekleme ve özellik değerlerinin diğer çeşitli dönüşümleri altında değişmezdir, ilgisiz özelliklerin dahil edilmesine karşı dayanıklıdır ve denetlenebilir modeller üretir.

Çok derin yetiştirilen ağaçlar oldukça düzensiz modeller öğrenme eğilimindedir: eğitim setlerine aşırı uyum sağlarlar, yani düşük önyargıya, ancak çok yüksek varyansa sahiptirler. Rastgele ormanlar, varyansı azaltmak amacıyla aynı eğitim setinin farklı bölümleri üzerinde eğitilen birden fazla derin karar ağacının ortalamasını almanın bir yoludur. Bu, önyargıda küçük bir artış ve yorumlanabilirlikte bir miktar kayıp pahasına gerçekleşir, ancak genellikle nihai modeldeki performansı büyük ölçüde artırır.

Bu sınıflandırıcı, eğitim verilerinin bootstrapped örneği ve rastgele seçilmiş özelliklerin alt kümesi kullanılarak büyütülen bir karar ağacı topluluğu olarak düşünülebilir. Sınıflandırıcı daha sonra ağaçların en popüler sınıf için oy kullanmasına izin verir, bu da arazi örtüsü sınıflandırması için artan doğruluk sağlar. ROA sınıflandırıcısı, diğer sınıflandırıcılarla karşılaştırıldığında daha az aşırı uyum eğilimindedir ve birçok girdi değişkenini ele alabilir. Ayrıca yüksek doğruluk oranına sahiptir ve ikili ve çoklu sınıflandırma problemleri için kullanılabilir. Ek olarak, rastgele orman sınıflandırıcısı hesaplama açısından verimlidir ve eksik verileri imputasyon yapmadan ele alabilir Pal, M. (2005). Burada yapılan araştırma çalışmasında da ele alınan veri seti üzerine, KNIME ortamında ROA modülü uygulanarak sonuçlar elde edilmiş ve diğer sınıflandırma modelleriyle kıyaslanmıştır.

2.5. KNIME

KNIME, açık kaynaklı bir yazılımdır ve kullanıcıların veri analiz süreçlerini görsel bir arabirim üzerinden sürükle-bırak yöntemiyle tasarımlarına olanak tanır. Fillbrunn (2017) tarafından yapılan çalışmada, KNIME'in yaşam bilimleri verilerinin çapraz alan analizinde tekrarlanabilirliği sağlama kapasitesi detaylandırılmıştır. Bu, KNIME'in görsel programlama aracı olarak veri madenciliği ve

makine öğrenmesi iş akışlarını yönetmede etkin bir çözüm sunduğunu gösterir, bu sayede veri madenciliği ve makine öğrenmesi iş akışlarını etkili bir şekilde yönetmeyi sağlar. Sınıflandırma, regresyon, kümeleme, boyut azaltma ve daha fazlası gibi popüler algoritmaları uygulamak için önceden oluşturulmuş bileşenler mevcuttur. Ayrıca, kullanıcılar kendi özel algoritmalarını entegre etmek için açık API'leri kullanabilir. Maraza-Quispe vd (2022) tarafından yapılan çalışmada yazarlar öğrenme analitiği temelli bir tahmin modelinin KNIME üzerinde uygulandığına dair bir araştırma sunmuşlardır. Bu çalışma, sanal öğrenme ortamlarında zamanında karar alma için öğrenme analitiğinin kullanımının önemini vurgulamaktadır. Ek olarak Dietz vd (2020) tarafından yapılan çalışmada KNIME, kimyo-informatik ve kütle spektrometrisi gibi çeşitli topluluklarda karmaşık uçtan uca talepleri karşılamada başarılı olduğu gösterilmiştir. Yazarlar biyogörüntü analizi topluluğundaki benzer ihtiyaçları, ImageJ'i KNIME Analytics Platforma entegre eden KNIME Image Processing uzantısını oluşturmuştur.

Bu platform, veri hazırlama, makine öğrenimi modellemesi, veri görselleştirme ve analizi gibi bir dizi işlevselliği kapsayan uçtan uca çözümler sunar. Özellikle, Python, R gibi programlama dillerine hakimiyet gerektirmeksizin, makine öğrenimi modelleri oluşturabilme imkanı sağlar. Bu, KNIME'in kullanıcı dostu Grafik Kullanıcı Arayüzü (GUI) ile mümkün kılınmaktadır; arayüz, çeşitli kullanım senaryoları için gerekli olan makine öğrenimi algoritmalarının geniş bir yelpazesini destekler. KNIME'in GUI'si, veri bilimi süreçlerini kolaylaştıran ve kullanıcıların veri bilimi iş akışlarını görsel olarak oluşturabilmelerine olanak tanıyan düğümler (node) adı verilen yapı taşlarına dayanır. Bu düğümler, veri ön işleme, veri temizleme, özellik mühendisliği, makine öğrenimi algoritmalarının uygulanması ve istatistiksel analizler gibi çeşitli işlevleri yerine getirebilir. Kullanıcılar, bu düğümleri bir araya getirerek karmaşık veri işleme ve analiz iş akışlarını, kod yazmadan grafiksel bir arayüz aracılığıyla kolayca oluşturabilirler. KNIME, veri bilimcilerin ve analistlerin .txt, .csv, .arff, .table gibi uzantılı dosyalardan veri setlerini yüklemelerine, ön işlemlerine, biçimlendirmelerine ve analiz etmelerine olanak tanıyan modüller sunar Kaya ve Özel (2014). Bu modüller, kullanıcıların veri üzerinde kapsamlı manipülasyonlar yapmasını sağlayarak, ham veriden anlamlı bilgiler çıkarmalarına yardımcı olur.

3. VERİ SETİNİN KNIME PLATFORMUNDA ANALİZİ

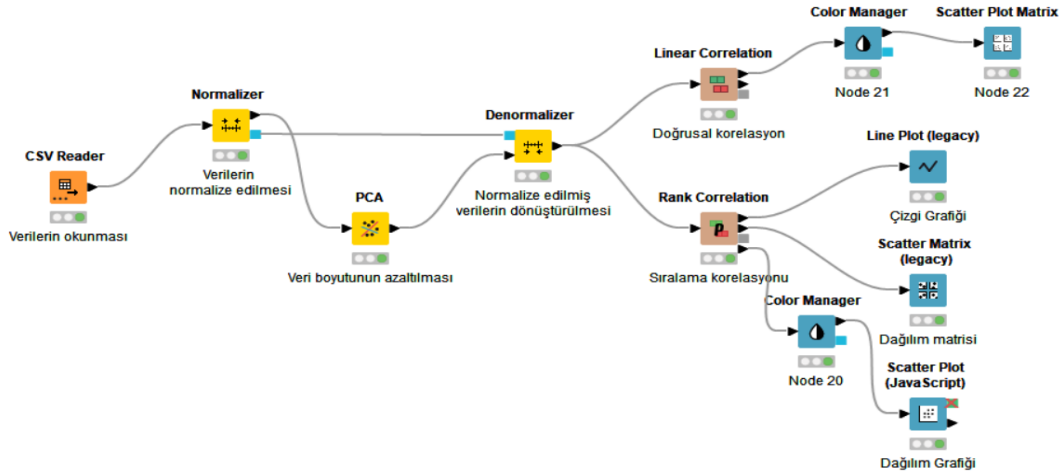
KNIME platformu, kullanıcıların özel düğümler oluşturmasına ve böylece platformun işlevselliğini kendi ihtiyaçlarına göre genişletmesine olanak tanır. Bu özelleştirme yeteneği, KNIME'i çeşitli endüstri ve araştırma uygulamaları için uygun hale getirmektedir. Özetle, KNIME platformu, kullanıcılara veri analizi ve modelleme süreçlerini uçtan uca, esnek ve etkili bir şekilde gerçekleştirme olanağı sunar. Platformun sunduğu geniş düğüm yelpazesi, kullanıcıların karmaşık veri setleri üzerinde analizler yapmalarına ve güçlü tahmin modelleri geliştirmelerine olanak tanır. Bu özellikler, KNIME'i sadece veri bilimcileri ve analistler için değil, aynı zamanda araştırmacılar için de değerli bir araç haline getirir.

Bu bölümde veri setinden elde edilen bulguların KNIME platformu üzerindeki incelemeleri detaylandırılmıştır. Veri setinin incelenmesi, iş akışının oluşturulması ve elde edilen sonuçların incelenerek görselleştirilmesi süreçleri, KNIME platformunun çok yönlülüğünü ve uygulanabilir bir arayüzünün olduğunu yansıtmaktadır.

3.1. İş Akışının Oluşturulması

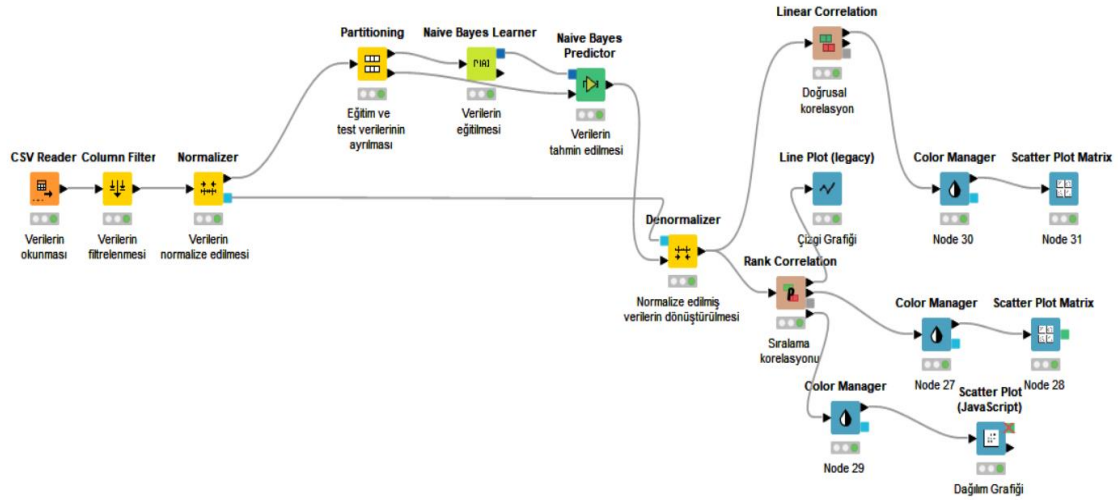
Şekil 2, 3 ve 4, veri işleme ve makine öğrenimi süreçlerini gösteren akış şemalarını temsil etmektedir. Her biri, veri setini işlemek ve çeşitli tahmin modelleri oluşturmak için kullanılan adımları ve kullanılan araçları göstermektedir.

Veri seti, KNIME iş akışı platformunda CSV Reader kullanılarak aşağıdaki görsellerde olduğu gibi okunmuştur. Bu işlem, veri setinin KNIME platformunda kullanılmak üzere hazır hale getirilmesini sağlar.



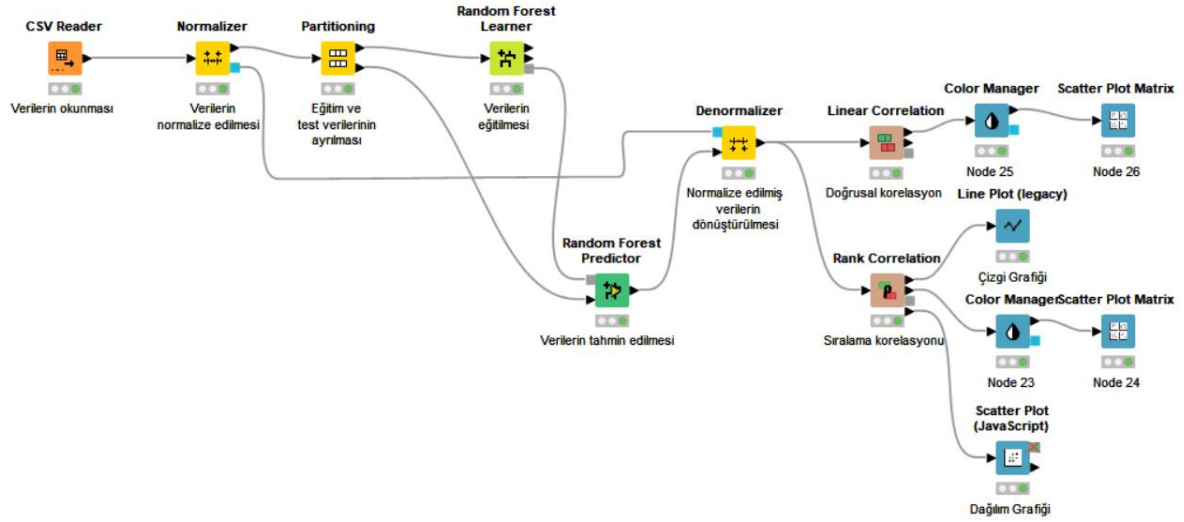
Şekil 2. KNIME Platformunda Veri Setinde PCA uygulaması.

Şekil 2’de, veri setini bir CSV dosyası olarak okuyan ve verileri normalleştiren bir akış başlatılmaktadır. Daha sonra, Temel Bileşen Analizi (PCA) ile veri boyutunun azaltılması gerçekleşiyor. Sonrasında ise, verilerin normalleştirme işleminden önceki hallerine dönüştürülmesi (denormalize edilmesi) sağlanmaktadır. Aynı zamanda, veriler üzerinde doğrusal ve sıralama korelasyonları gibi çeşitli istatistiksel analizler yapılmakta ve sonuçlar çeşitli görselleştirme yöntemleri ile sunulmaktadır. Şekil 3’te, veri seti CSV okuyucu ile okunduktan sonra, sütun filtresi uygulanarak belirli veriler seçiliyor ve normalleştirme işlemi yapılıyor.



Şekil 3. Veri Seti Üzerine Naive Bayes Yönteminin Uygulaması.

Bu süreçten sonra, veriler eğitim ve test verileri olarak bölünüyor (partitioning) ve Naive Bayes sınıflandırıcı algoritması ile bir model eğitilmektedir. Modelin tahmin performansı, denormalize edilmiş veriler üzerinde değerlendirilerek çeşitli istatistiksel analizler ve görselleştirmeler uygulanmaktadır.



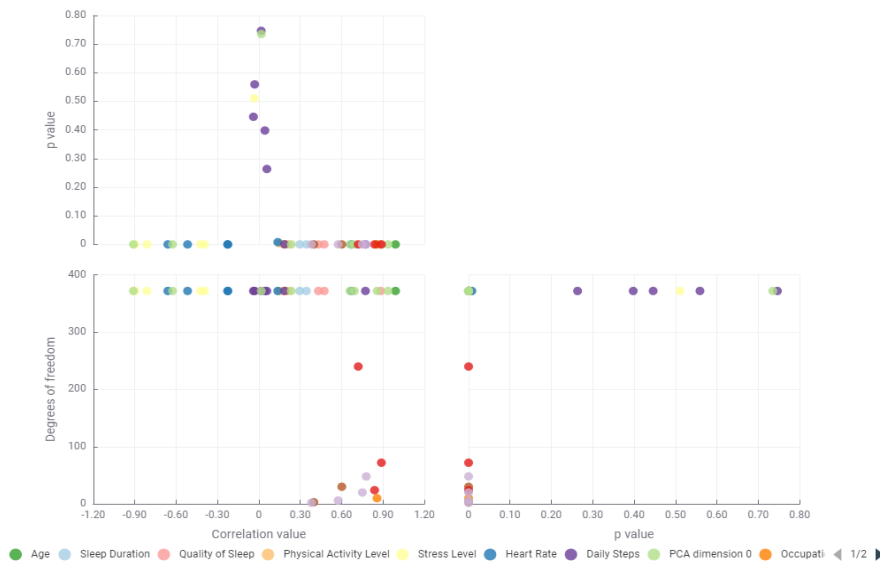
Şekil 4. Veri Setinde ROA uygulaması

Şekil 4’te de benzer bir süreç izleniyor: Veri seti CSV okuyucu ile yüklenerek, normalleştiriliyor ve eğitim/test olarak bölünüyor. Ancak bu sefer, model olarak ROA algoritması kullanılıyor. Model tahminlerinin değerlendirilmesi sonrasında denormalizasyon yapılıyor ve yine çeşitli istatistiksel analizler ve görselleştirmeler sunuluyor.

4. BULGULAR

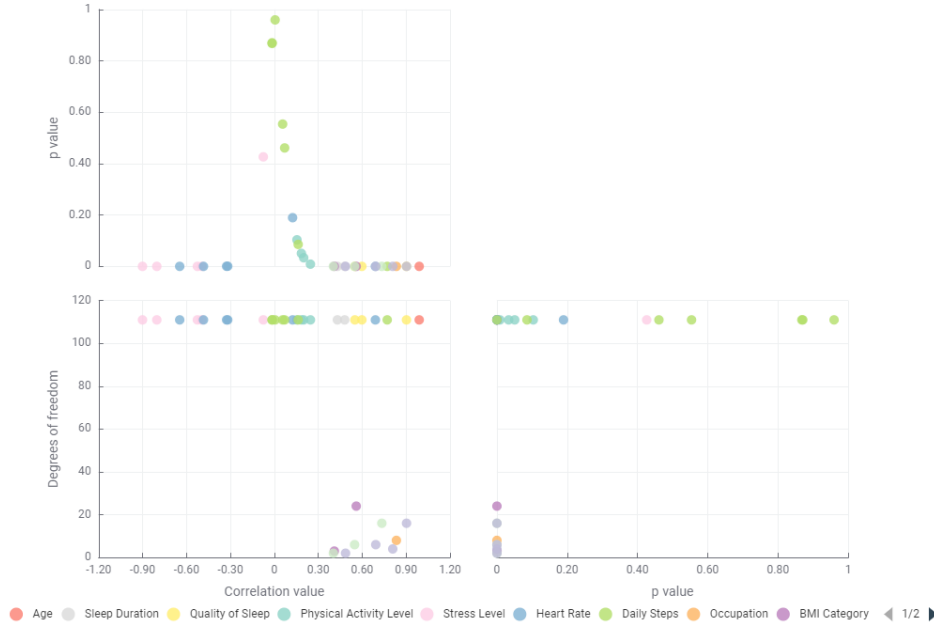
Veri setine PCA, Naive Bayes ve ROA yöntemleri kullanılıp veri üzerinde denormalizasyon uygulandıktan sonra doğrusal ve rank korelasyon sonuçlarının analizi sayesinde uyku sağlığıyla yaşam kalitesi arasındaki bağlantılı olduğu düşünülen parametreler arasındaki ilişkinin görselleştirilmesi bu bölümde elde edilmiştir. Şekil 5’te denormalize edilen verinin linear korelasyon uygulanarak p değeri ve korelasyon değeriyle birlikte elde edilen dağılım matrisi verilmiştir. P değeri, hiçbir etki veya fark olmadığı varsayımı (sıfır hipotezi) altında, gerçekte gözlemlenene eşit veya daha uç bir sonuç elde etme olasılığı olarak tanımlanır. P olasılık anlamına gelir ve gruplar arasında gözlenen herhangi bir farkın şansa bağlı olma olasılığını ölçer.

Şekil 5, 6 ve 7’de PCA, Naive Bayes ve ROA ile elde edilen Doğrusal Korelasyon değerleri ile P değerlerinin verildiği görseller KNIME platformundaki Scatter Plot Matrix modülü ile veri setindeki çoklu değişkenlerin birbiriyle olan ilişkileri görselleştirilmiştir.



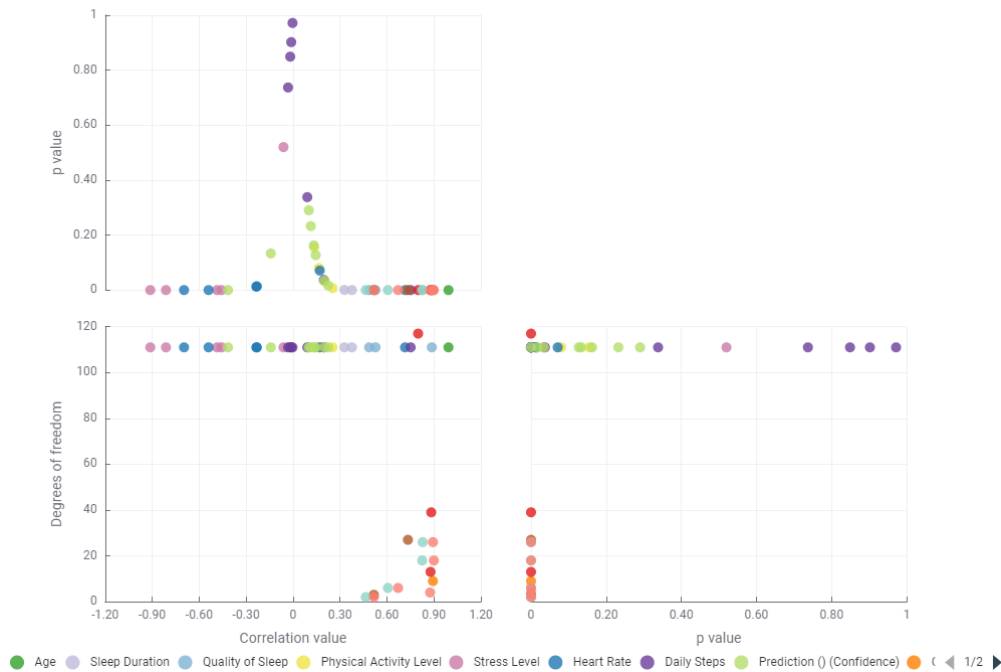
Şekil 5. PCA Sonucunda Elde Edilen Dağılım Matrisi

Birinci ve ikinci sütun isimleri olarak Person ID, Gender, Age, Occupation, Sleep Duration, Quality of Sleep, Physical Activity, Stress Level, BMI Category, Blood Pressure, Heart Rate ve Daily Steps ifadeleri PCA yöntemi uygulandıktan sonra doğrusal korelasyon ölçülerinden elde edilen karşılaştırmaların grafiği olarak verilmiştir. Şekil 6 ve 7'de Naive Bayes ve ROA yöntemleri için benzer dağılım matrisleri farklı doğrusal korelasyon değerleri için görülmektedir.



Şekil 6. Naive Bayes Yöntemiyle Elde Edilen Dağılım Matrisi

Elde edilen bu korelasyon sonuçlarına göre uyku sağlığı ve yaşam tarzı ile ilgili verilen öznitekler arasındaki ilişkilerin karşılaştırılması Tablo 2’de verilmiştir.



Şekil 7. ROA ile Elde Edilen Dağılım Matrisi

Buradaki bilgilere göre birbirleri ile ilişkili olan sütun başlıkları arasında korelasyon değeri pozitif olanların P değerinin sıfır ya da sıfıra çok yakın olduğu gözlemlenmiştir. Tablo 2, üç farklı istatistiksel yöntem (PCA, Naive Bayes ve ROA) kullanılarak elde edilen korelasyon ve p-değerleri karşılaştırmasını sunmaktadır. Sütun isimleri altında verilen parametreler arasındaki ilişkiler, PCA

(Ana Bileşen Analizi), Naive Bayes ve ROA (Rastgele Orman Ağaçları Analizi) yöntemleri ile incelenmiştir. Her bir parametre çifti için, bu üç yöntem kullanılarak hesaplanan korelasyon değerleri tabloda gösterilmiştir. Ayrıca, bu ilişkinin istatistiksel anlamlılığını belirlemek için hesaplanan p-değerleri de ilgili sütunlarda yer almaktadır.

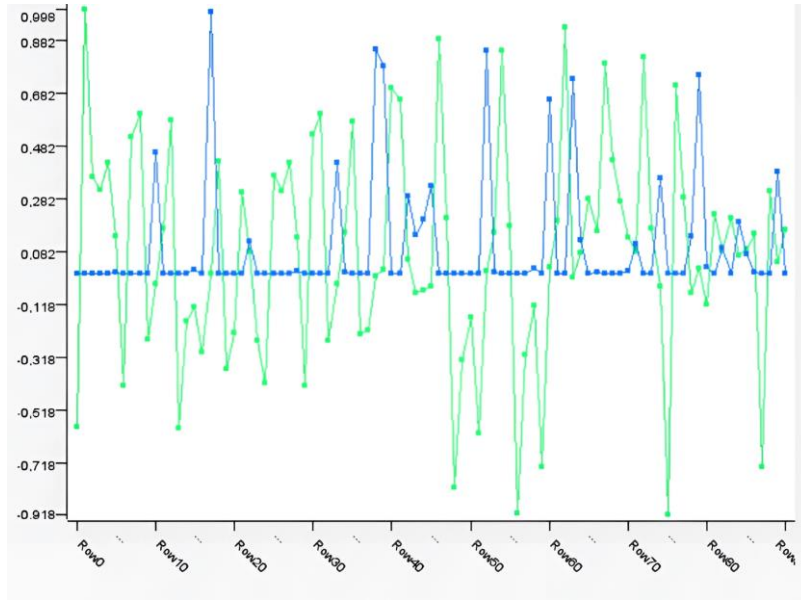
Tablo 2. PCA, Naive Bayes ve ROA Sonuçlarının Karşılaştırılması

Sütun isimleri	Korelasyon değeri			P değeri		
	PCA	Naive Bayes	ROA	PCA	Naive Bayes	ROA
Cinsiyet - Kan Basıncı	0.8385	-	0.8779	0	-	5.0259E-13
Kişi Kimliği - Yaş	0.9905	0.9892	0.9924	0	0	0
Yaş - Günlük Adımlar	0.0579	0.0701	-0.0034	0.2634	0.4611	0.9714
Meslek- Uyku Bozukluğu	0.7505	0.7339	0.82472	0	0	0
Uyku Süresi - Stres Seviyesi	-0.8110	-0.8030	-0.8117	1.2378E-88	1.0456E-26	1.0979E-27
Uyku Kalitesi – Stres Seviyesi	-0.8988	-0.9010	-0.9120	2.8801E-135	4.6215E-42	9.0116E-45
Fiziksel Aktivite Seviyesi – Günlük Adımlar	0.7727	0.7707	0.7509	0	0	0
Stres Seviyesi - Kalp Atış Hızı	0.67002	0.6898	0.7152	0	0	0
Kalp Atış Hızı – Günlük Adımlar	-0.0303	-0.0158	0.0909	0.5590	0.8677	0.3380

Örneğin, 'Cinsiyet - Kan Basıncı' parametre çiftinde PCA yöntemi ile elde edilen korelasyon değeri 0.8385 iken, ROA yöntemi ile bu değer 0.8779 olarak hesaplanmıştır. PCA için p-değeri verilmemişken, ROA yöntemi için çok düşük bir p-değeri ($5.0259E - 13$) gözlemlenmiştir, bu da bu iki değişken arasında güçlü bir ilişki olduğunun istatistiksel olarak anlamlı bir göstergesidir. Kişi Kimliği - Yaş ve Yaş - Günlük Adımlar gibi bazı parametreler için, PCA yöntemi ile elde edilen korelasyon değerleri sırasıyla 0.9905 ve 0.0579 olarak bulunmuştur. Naive Bayes ve ROA yöntemleri ise bu ilişkiler için farklı korelasyon değerleri ve p-değerleri sağlamıştır. Uyku Süresi - Stres Seviyesi ve Uyku Kalitesi - Stres Seviyesi gibi negatif ilişkiler gösteren parametre çiftleri, üç yöntem tarafından benzer şekilde yüksek negatif korelasyonlar ile işaretlenmiş ve bu ilişkilerin istatistiksel olarak son derece anlamlı olduğu gösterilmiş ($p < 0.05$). Fiziksel Aktivite Seviyesi - Günlük Adımlar parametresi pozitif bir ilişki sergilemiş ve PCA, Naive Bayes, ve ROA yöntemlerinin her biri için korelasyon değerleri sırasıyla 0.7727, 0.7707 ve 0.7509 olarak hesaplanmıştır, ancak bu ilişki için p-değeri sonuçlandırılmamıştır. Son olarak, Stres Seviyesi - Kalp Atış Hızı ve Kalp Atış Hızı - Günlük Adımlar gibi parametreler arasında düşük korelasyon değerleri gözlemlenmiş ve bu ilişkilerin p-değerleri, ilişkinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığını göstermektedir.

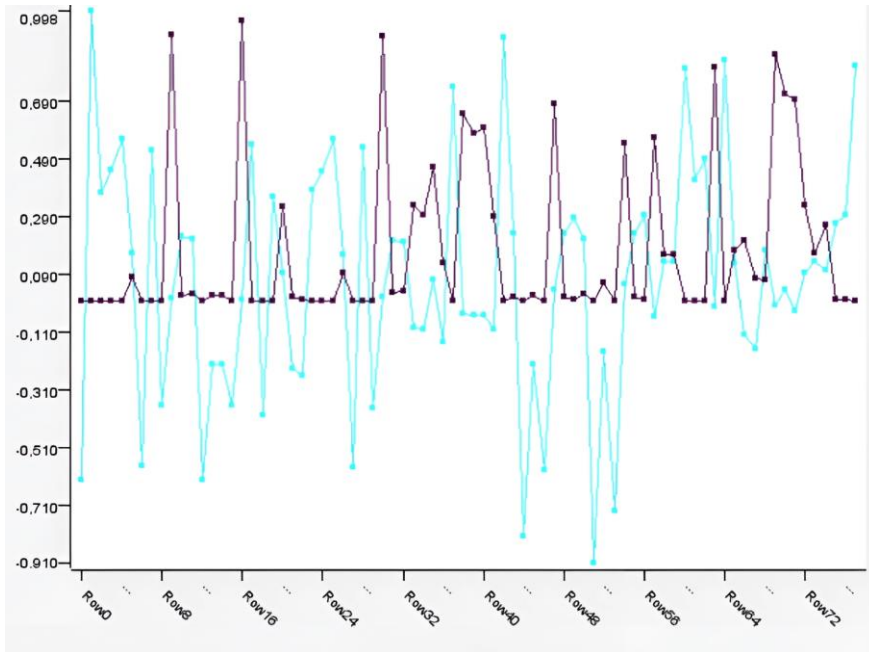
Burada bu iki öznelik için negatif korelasyonun olduğunu ROA yöntemi daha iyi sonuçlar vermiştir. Ayrıca bu bulunan sonuçların P değerine bakılacak olursa ROA yönteminden elde edilen sonuç diğer yöntemlere göre daha iyi olduğu görülmektedir. Doğrusal korelasyon incelemesinin yanında bu veri seti için Rank Korelasyon ile veri analizi de yapılmıştır. Rank korelasyonu, verilerin sıralama düzenini kullanarak ilişkiyi ölçer. Bu korelasyon yöntemi lineer olmayan ilişkileri yakalamak için daha uygundur. Örneğin, değişkenler arasında monoton bir ilişki varsa, ancak bu ilişki tam olarak doğrusal değilse, rank korelasyonu daha doğru bir ölçüm sağlar.

Aşağıda üç yöntem için Rank Korelasyon modülü kullanılarak P ve Korelasyon değerlerinin KNIME ortamındaki Line Plot modülü ile elde edilen görüntüleri verilmektedir.



Şekil 8. PCA Rank Korelasyon P değeri ve Korelasyon Sonucu Karşılaştırılması

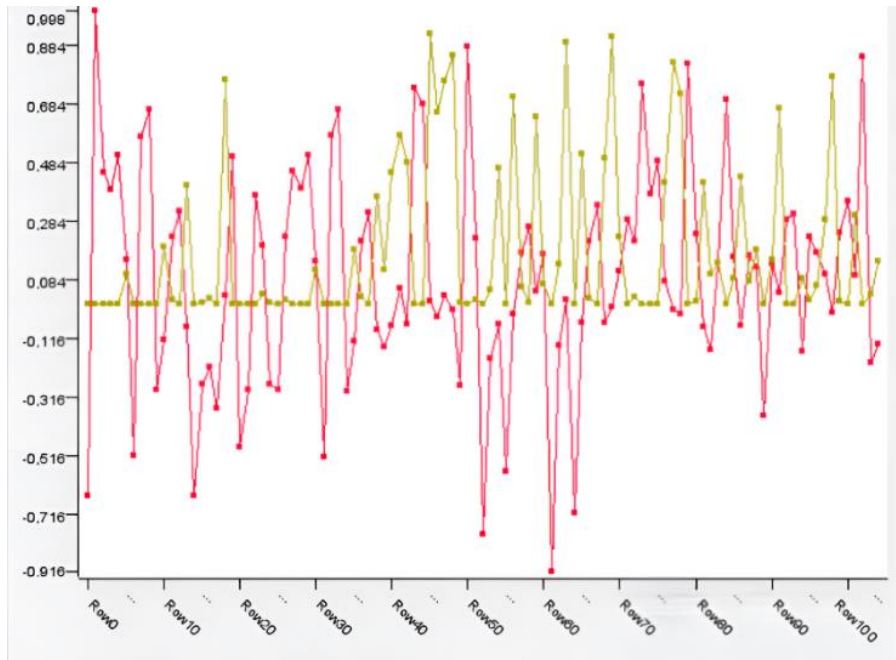
Şekil 8’da PCA yöntemi ile elde edilen sonuçların görselleştirilmiş hali verilmiştir. Scatter Plot modülü ile elde edilen bu grafikte eksik olarak verilen verilerin tahmini interpolasyon yöntemi yapılarak elde edilmiştir. Şekil 9 da Naive Bayes yöntemiyle elde edilen sonuçları içeren bölümü görülmektedir. Burada dikey eksen P ve Korelasyon değerlerini iki boyutlu uzayda gösterirken, yatay eksen öznitelikleri temsil eden satırları göstermektedir. Dikkat edileceği üzere, P değeri karşılaştırılan öznitelikler arasındaki korelasyon sonucunun şansa bağlı olup olmadığını kontrol ettiği için elde edilen sonuçlar $[0,1]$ kapalı aralıktadır.



Şekil 9. Naive Bayes Rank Korelasyon P değeri ve Korelasyon Sonucu Karşılaştırılması

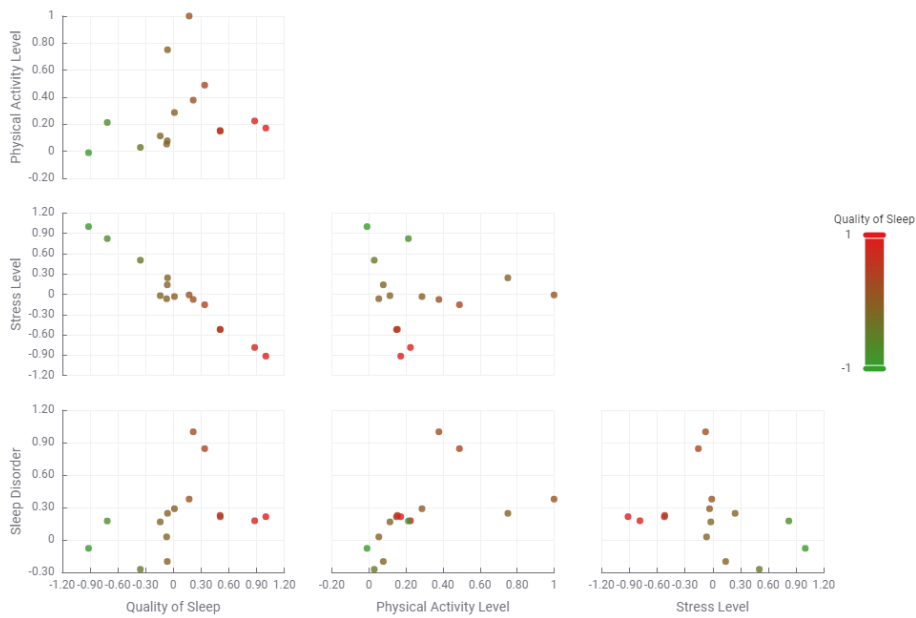
Son olarak aynı yöntemin incelendiği ROA için Şekil 8 ve Şekil 9'a benzer şekilde grafiğini aşağıda inceleyelim. Şekil 10’da görüleceği üzere veri noktalarının neredeyse yüzde 65 ve üstünde olan bir kısmının P-değeri 0 sonucunu vermektedir. Bu ise bu dağılımdan elde edilecek sonuçların gerçekte gözlenme olasılığının bu veri noktaları için sıfır olduğu anlamına gelmektedir. Grafikte veri olarak verilmemiş noktalardaki değerler interpolasyon işlemiyle tahmin edilmiştir. Burada incelenen Rank Korelasyon değerlerinin Line Plot modülü ile elde edilmesinin yanısıra Scatter Matrix modülüyle üç yöntem için de uyku sağlığını olumlu ya da olumsuz yönde etkilediği düşünülen

öznitelikler için dağılım matrisleri belirlenmiştir. Şekil 11’de ROA yöntemi ile elde edilen sonuçlardan biri olan Quality of Sleep ile Sleep disorder arasında pozitif korelasyon yönünde bir gözlem söz konusudur.



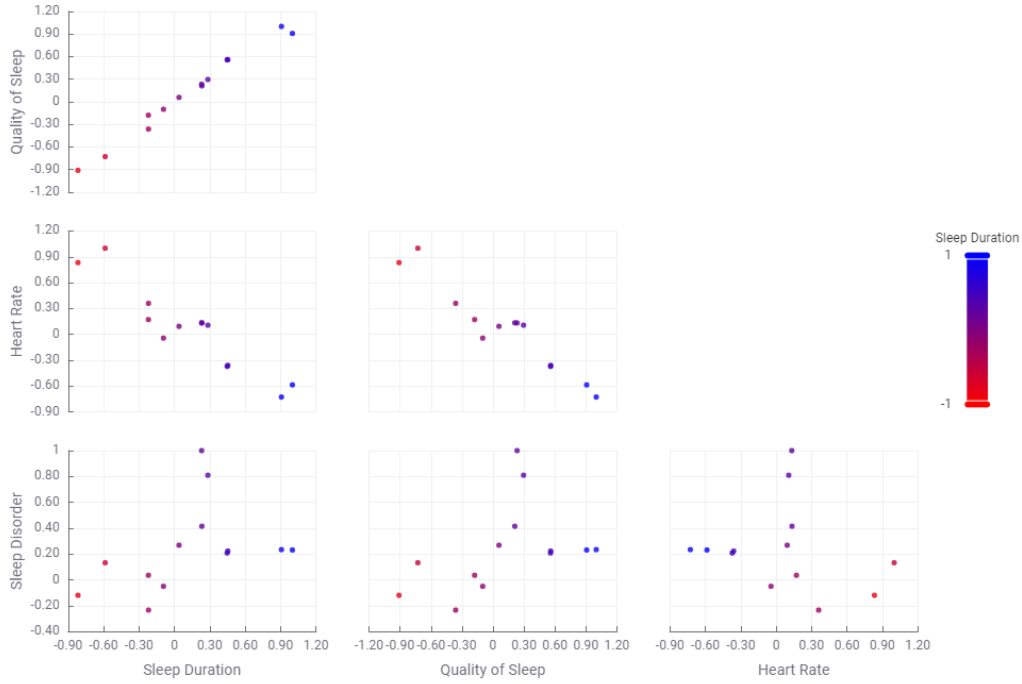
Şekil 10. ROA Rank Korelasyon P değeri ve Korelasyon Sonucu Karşılaştırılması

Ancak Physical Activity Level ile Quality of Sleep arasındaki dağılım diğerlerine göre daha dengelidir. Buna benzer bir dağılım Stress Level ile Physical Activity Level arasında da söz konusudur.



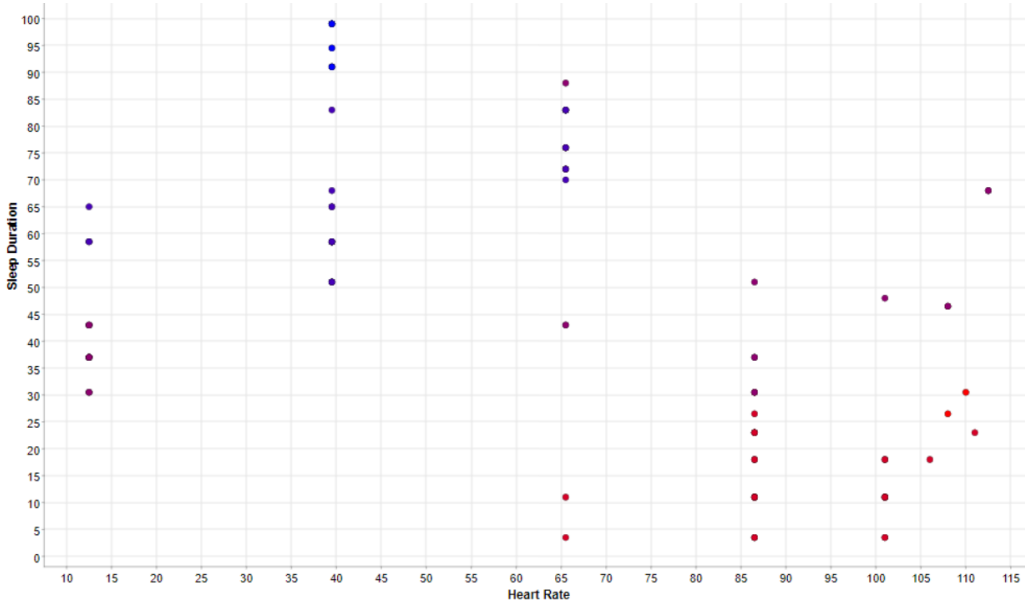
Şekil 11. ROA Rank Korelasyon Dağılım Matrisi

Elde edilen bilgilerin daha özel sonuçlarını yine KNIME ortamında yer alan Scatter Plot Matrix modülüyle elde edebiliriz. Bunu vermeden önce Şekil 12 ile verilen dağılım matrisini Naive Bayes yöntemi için yorumlanırsa, elde edilen sonuçlara göre Sleep Duration ile Heart Rate arasında negatif korelasyon gözlemlenmektedir. Ayrıca Quality of Sleep ile Sleep Duration arasında pozitif korelasyon görülmektedir.



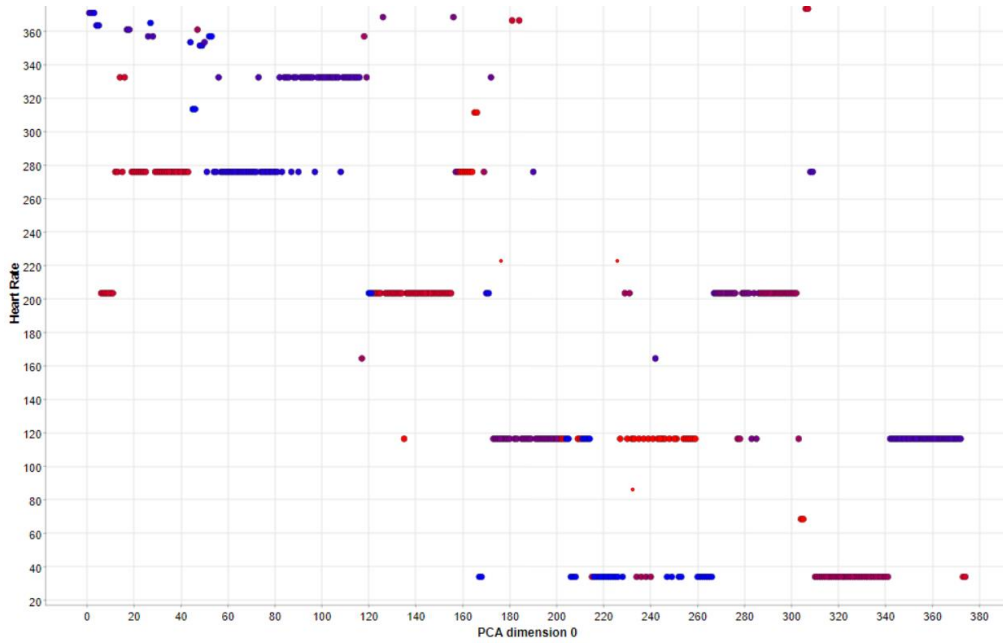
Şekil 12. Naive Bayes Rank Korelasyon Dağılım Matrisi

Bu üç yöntem ile elde edilen sonuçların Scatter Plot Matrix ile incelenmesi, veri setindeki öznitelikler arasındaki ilişkiyi korelasyon sonuçlarına göre yorumlamayı sağlamaktadır. Bunun yanında daha özel sonuçları öğrenmek KNIME ortamında kullanılan Scatter Plot modülü kullanılabilir. Şekil 13'te Naive Bayes yöntemi ile analiz edilen veri setinin rank korelasyon sonuçları kullanılarak Sleep Duration ile Quality of Sleep arasındaki ilişkinin dağılımını gösteren bir grafik KNIME ortamındaki Scatter Plot modülüyle elde edilmiştir.



Şekil 13. Sleep Duration - Quality of Sleep

Kullanılan diğer yöntemlerden biri olan Temel Bileşen Analizi ile veri setinde boyut azaltma yapıp istenen özneliğin yeni uzaydaki izdüşümüyle birlikte görselleştirmesi yapılabilmektedir. Bu durum Şekil 14 üzerinde görülmektedir.



Şekil 14. PCA Dimension – Occupation

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmanın bulguları, uyku sağlığı ve yaşam tarzı arasındaki ilişkileri keşfetmek için PCA, Naive Bayes ve ROA yöntemlerinin etkinliğini göstermektedir. PCA yöntemi, veri setindeki değişkenler arasındaki varyansı açıklayan ve korelasyon yapısını ortaya koyan temel bileşenleri bulmada başarılı olmuştur. Bu yöntem, veri setindeki gizli desenleri ve yapısını belirlemeyi, benzer uyku ve yaşam tarzı profillerine sahip grupları tanımlamayı ve değişkenler arasındaki ilişkileri görselleştirmeyi mümkün kılmıştır. PCA yöntemi, veri setindeki boyut sayısını azaltırken, verinin çoğu bilgisini korumuştur. Bu sayede, veri setinin daha kolay ve verimli bir şekilde analiz edilmesini sağlamıştır.

Naive Bayes ve ROA yöntemleri, veri setindeki değişkenler arasındaki ilişkileri daha fazla analiz etmek ve sınıflandırma yapmak için kullanılan yaygın algoritmalar arasındadır. Bu yöntemler, veri setindeki öznitelikler arasındaki ilişkileri anlamak ve uyku sağlığıyla ilişkilendirmek için kullanılabilir. Sonuçlar, bu yöntemlerin yüksek doğruluk oranlarına sahip olduğunu ve uyku sağlığı ile yaşam tarzı arasındaki ilişkileri tahmin etmede etkili olduğunu göstermiştir.

Bu çalışmanın en önemli katkısı, uyku verileri içeren veri setlerinde kullanılacak metodolojiler arasında en etkili olan yöntemi belirlemektir. Çalışmanın bazı sınırlamaları vardır. Örneğin, veri seti sadece 374 gözlem içermektedir, bu da sonuçların genelleştirilebilirliğini sınırlayabilir. Ayrıca, veri seti sadece bireylerin kendilerinin bildirdiği uyku ve yaşam tarzı değişkenlerini içermektedir, bu da ölçüm hatalarına veya yanlılıklara neden olabilir. Bu nedenle, daha büyük ve daha kapsamlı veri setleri kullanarak ve uyku sağlığını objektif olarak ölçen cihazlarla destekleyerek bu çalışmanın gelecekteki çalışmalarda geliştirilmesi önerilir.

Bunun yansısı, gelecekteki çalışmalarda, sadece daha geniş veri setlerini değil, aynı zamanda farklı demografik özelliklere sahip grupları, çeşitli coğrafyalardan bireyleri ve farklı yaşam tarzı faktörlerini kapsayacak şekilde veri seti çeşitlendirilerek analizler zenginleştirilebilir. Ayrıca, uyku sağlığına etki eden yeni değişkenleri keşfetmek, gelişmiş makine öğrenmesi tekniklerini kullanmak ve uyku ölçümlerini daha objektif yöntemlerle değerlendirmek gibi metodolojik iyileştirmeler üzerine de yoğunlaşılabilir. Bu yaklaşımlar, çalışmamızın genelleştirilebilirliğini ve uygulanabilirliğini artırarak, uyku sağlığı ve yaşam tarzı arasındaki ilişkileri daha kapsamlı bir şekilde anlamamıza olanak tanıyacaktır.

KAYNAKÇA

- Breiman, L. (2001). Random forests. *Machine learning*, 45, 5-32.
- Brink-Kjaer, A., Leary, E. B., Sun, H., Westover, M. B., Stone, K. L., Peppard, P. E., ..., Mignot, E. (2022). Age estimation from sleep studies using deep learning predicts life expectancy. *NPJ digital medicine*, 5(1), 103.
- Bro, R., Smilde, A. K., 2014. Principal component analysis. *Analytical methods*, 6(9), 2812-2831.
- Buysse, D. J. (2014). Sleep health: can we define it? Does it matter?. *Sleep*, 37(1), 9-17.
- Dietz, C., Rueden, C. T., Helfrich, S., Dobson, E. T., Hom, M., Eglinger, J., ..., Eliceiri, K. W. (2020). Integration of the ImageJ ecosystem in Knime analytics platform. *Frontiers in computer science*, 2, 8.
- Fillbrunn, A., Dietz, C., Pfeuffer, J., Rahn, R., Landrum, G. A., Berthold, M. R. (2017). KNIME for reproducible cross-domain analysis of life science data. *Journal of biotechnology*, 261, 149-156.
- Ghose, S. M., Dzierzewski, J. M., Dautovich, N. D. (2023). Sleep and self-efficacy: The role of domain specificity in predicting sleep health. *Sleep Health*, 9(2), 190-195.
- Hale, L., Troxel, W., Buysse, D. J. (2020). Sleep health: an opportunity for public health to address health equity. *Annual review of public health*, 41, 81-99.
- Hastie, T., Tibshirani, R., Friedman, J. H., Friedman, J. H. (2009). *The elements of statistical learning: data mining, inference, and prediction (Vol. 2, pp. 1-758)*. New York: springer.
- Karamizadeh, S., Abdullah, S.M., Manaf, A.A., Zamani, M. and Hooman, A., 2013. An overview of principal component analysis. *Journal of Signal and Information Processing*, 4(3B), 173-175.
- Kaya, M., Özel, S. A. (2014). Açık kaynak kodlu veri madenciliği yazılımlarının karşılaştırılması. *Akademik Bilişim*, 1-8.
- Maraza-Quispe, B., Valderrama-Chauca, E. D., Cari-Mogrovejo, L. H., Apaza-Huanca, J. M., Sanchez-Ilabaca, J. (2022). A predictive model implemented in knime based on learning analytics for timely decision making in virtual learning environments. *International Journal of Information and Education Technology*, 12(2), 91-99.
- Pal, M. (2005). Random forest classifier for remote sensing classification. *International journal of remote sensing*, 26(1), 217-222.
- Ricciardi, C., Valente, A. S., Edmund, K., Cantoni, V., Green, R., Fiorillo, A., ..., Cesarelli, M. (2020). Linear discriminant analysis and principal component analysis to predict coronary artery disease. *Health informatics journal*, 26(3), 2181-2192.
- Rish, I. (2001). An empirical study of the naive Bayes classifier. In *IJCAI 2001 workshop on empirical methods in artificial intelligence*, 3(22), 41-46.
- Tharmalingam, L. 2023. Sleep Health and Lifestyle Dataset. <https://www.kaggle.com/datasets/uom190346a/sleep-health-and-lifestyle-dataset>

Teknoloji ve Bilgi Çağında Veri Okuryazarlığı: Tanım, Özellikler ve Türkiye'deki Uygulamalara Bakış

Data Literacy in the Age of Technology and Information: Definition, Characteristics and Overview of Practices in Türkiye

DOI:10.33461/uybisbbd.1387343

Kaan ARIK¹ 

Öz

Makale Bilgileri

Makale Türü:

Derleme Makalesi

Geliş Tarihi:

07.11.2023

Kabul Tarihi:

27.04.2024

©2024 UYBISBBD
Tüm hakları saklıdır.



Uzun yıllardır, okuryazarlık akademik çalışmaların odak noktalarından biri olmuştur. Literatür incelendiğinde, okuryazarlığın çeşitli yazılı kaynakları ve güncel materyalleri kullanarak tanımlama, yorumlama, bir araya getirme, iletişim kurma ve hesap yapma becerisi olarak tanımlandığı görülmektedir. Artan bilgi teknolojilerinin kullanımı bu alandaki önemi bir kez daha vurgulamaktadır. Zamanla, dijital cihazlara ve platformlara uyum süreci hızlanmış ve günlük yaşamda teknolojik cihaz kullanımı önemli ölçüde artmıştır. Bu artış, büyük veri setlerinin oluşmasına ve büyük veri kavramının gündeme gelmesine yol açmıştır, aynı zamanda veri okuryazarlığı kavramını da gündeme getirmiştir. Bu çalışma, son yılların popüler konularından biri olan veri okuryazarlığının tanımlarını, farklı yönlerini ve beceri setini ortaya koymayı hedeflemektedir. Ayrıca, çalışma kapsamında verinin artışı tartışılmış, veri yönetimi sürecine ilişkin çalışmalara yer verilmiş ve literatür taraması yapılarak veri okuryazarlığına dair farklı yaklaşımlarla kavramsal bir çerçeve sunulmaya çalışılmıştır. Son olarak, Türkiye'de açık veri ile ilgili yapılan çalışmalara da değinilerek sonuçlar çıkarılmış ve öneriler sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Açık Veri, Büyük Veri, Okuryazarlık, Veri, Veri Okuryazarlığı

Abstract

Article Info

Paper Type:

Review Paper

Received:

07.11.2023

Accepted:

27.04.2024

©2024 UYBISBBD
All rights reserved.



For many years, literacy has been one of the focal points of academic studies. A review of the literature reveals that literacy is defined as the ability to identify, interpret, assemble, communicate and compute using a variety of written sources and contemporary materials. The increasing use of information technologies once again emphasizes the importance of this area. Over time, the process of adaptation to digital devices and platforms has accelerated and the use of technological devices in daily life has increased significantly. This increase has led to the creation of large data sets and the concept of big data, as well as the concept of data literacy. This study aims to present the definitions, different aspects and skill set of data literacy, which is one of the popular topics of recent years. In addition, the study discusses the growth of data, includes studies on the data management process and tries to present a conceptual framework with different approaches to data literacy through a literature review. Finally, studies on open data in Turkey are also mentioned, conclusions are drawn and recommendations are presented.

Keywords: Big Data, Data, Literacy, Data Literacy, Open Data

Atıf/ to Cite (APA): Arık, K. (2024). Teknoloji ve Bilgi Çağında Veri Okuryazarlığı: Tanım, Özellikler ve Türkiye'deki Uygulamalara Bakış. Uluslararası Yönetim Bilişim Sistemleri ve Bilgisayar Bilimleri Dergisi, 8(1), 57-74. DOI: 10.33461/uybisbbd.1387343

¹ Doktor Öğretim Görevlisi, Karasu Meslek Yüksekokulu, Sakarya Uygulamaları Bilimleri Üniversitesi, kaanarik@subu.edu.tr, Sakarya, Türkiye.

1. GİRİŞ

18. yüzyılda sanayi toplumuna geçilmesiyle birlikte, üretim süreçleri ön plana çıkarken, fabrikalar ve tesisler toplumun ekonomik temelini temsil etmeye başladı. Sanayi toplumları, kitle toplumları olmasıyla birlikte, bilgi toplumuna ulaşmada en temel bileşenlerden biri olarak karşımıza çıkmaktadır (Fidan, 2003). Veri, bu süreçte ülkelerin gelişmesinde önemli bir rol oynayan temel yapılarından biridir. Gelişmiş toplumlar, artan ve azalan gelişmeleri veriyle değerlendirmektedirler. Ülkelerin nüfus yoğunlukları, seçim sonuçları, ticari istatistikler ve ekonomik gelişmeler gibi birçok konu, merkezi ve yerel yönetimlerdeki değişimler verilere dayandırılarak analiz edilmektedir. Birçok ürün ve hizmetin temelini oluşturan veri, bilgi toplumunda meta haline gelerek kendine yer bulmayı başarmıştır.

Veri bilimi alanında çalışan İngiliz matematikçi ve girişimci Clive Robert Humby'e göre;

“Veri yeni petroldür ve değerlidir. Ancak rafine edilmezse gerçek anlamda kullanılamaz. Kârlı faaliyetlere yön veren değerli bir varlık yaratmak için gaza, plastiğe, kimyasallara vs. dönüştürülmesi gerekir; dolayısıyla verinin bir değere sahip olması için parçalanması, analiz edilmesi gerekir” (akt. Palmer, 2006).

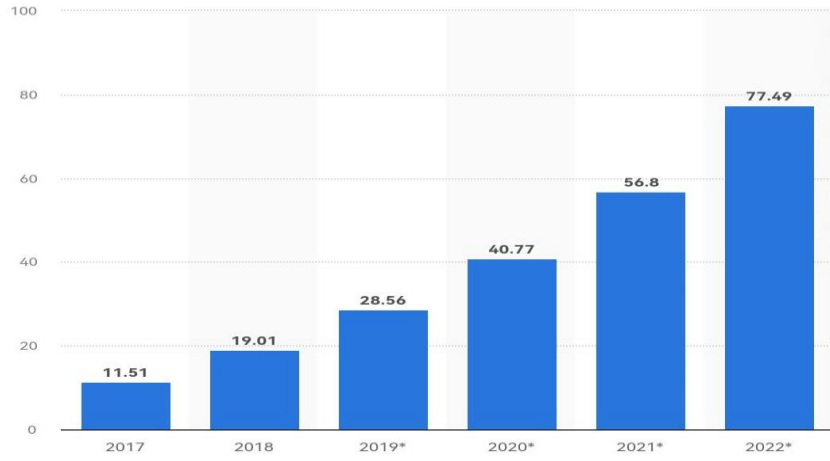
Bu doğrultuda veri doğru analiz edildiğinde, anlamlı sonuçlar çıkarılabilir bir yapıya dönüşerek geleceğe yönelik politikaları belirlemede katkı sağlar. Salt haliyle bir bütüne dair ipuçları vermeyeceğinden ötürü anlamlı bilgi oluşturma sürecine dahil edilmesi gerekir. Bu doğrultuda veriyi etkin ve etkili kullanma; veriden anlamlı bilgi çıkarma, bilginin keşfi, yorumlama ve anlamaya çalışma sürecinden oluşmaktadır (Bellinger vd., 2004; Davenport vd., 2001).

Aynı zamanda insanların dünyayı anlamaya ve yorumlamaya çalıştıkları bilgiler olarak da nitelendirilebilir. Günümüzde, İnternet ve diğer teknolojik araçlar sayesinde insanların karar verme, öğrenme ve anlamaya çalışma sürecine yardımcı olması amacıyla anlamlı bilgi çeşitli kaynaklardan toplanabilir hale gelmiştir. Günümüzde karşımıza çıkan anlamlı bilgiler, hava durumu tahminleri, hasta izleme süreçleri, e-vatandaşlık işlemleri, e-ticaret sitelerinin etkinliği, eğitimde seçme sınavları gibi birçok resmi kurumun sıklıkla kullandığı hizmetler temelde aslında bireylerin verilerine dayalı olarak kurulmuş yapılar üzerine inşa edilmiştir.

Veriler günümüzde dijital ortamda depolanırken, ekonomik kazanca katkı sağlaması ve bireylerin davranışlarını kestirebilmek gibi farklı amaçlarla toplum profili oluşturmak için de kullanılmaktadır (Couldry & Mejias, 2019; Zuboff, 2019). Gelişmiş toplumlar, geleceğe yönelik aksiyonları belirleyebilmek için veri çalışmaları adına eğitim içeriklerini ve akademik çalışmalara hız kazandırmış, aynı zamanda bu toplumlar bilgi ve iletişim teknolojilerini de günlük yaşamda etkin ve aktif olarak kullanmaktadırlar. Bu toplumların veri alanında çalışma gerçekleştirme sebepleri birkaç maddede sıralanabilir. Pangrazio ve Sefton-Green (2020)'e göre bunlar;

- Sosyal politika ve pazarlamada veriye dayalı artan egemenlik,
- Bireylerin verilerle nasıl etkileşime geçtiklerine dair yönetimsel problemler,
- Davranışların ve etkileşimlerin bireyler üzerindeki etkisi ve bireyleri daha yakından tanımaya yönelik hedeflerdir.

Verinin işlenmesi ve anlamlı sonuçlar çıkarılabilmesi için veri akışının sürekli olarak devam etmesi gerekir. Bu da toplumun hizmetine sunulan telekom ve internet altyapısı faktöründen etkilenmektedir. 2022 yılına kadar mobil veri trafiğinin yıllık yüzde 46'lık bileşik büyüme oranıyla dünya genelinde aylık 77,5 exabayta ulaşmıştır. Mobil cihazlarda üretilen veri, dünya genelindeki web trafiğinin yaklaşık yarısını oluşturmakta birlikte, 2023 yılında dünya üzerinde tüm platformlarda 94 zettabayt boyutunda veri üretileceği tahmin edilmektedir. Şekil 1, Aylık Ortalama Hanehalkı Bant Genişliği (Bandwith) Tüketimi'nin büyük verinin artış oranını göstermektedir.



Şekil 1: Aylık Ortalama Hanehalkı Bant Genişliği (Statista, 2022)

2017'de başlayan ve 2022'ye kadar devam eden bir zaman diliminde, dünya genelindeki ortalama hanehalkı bant genişliği tüketimi belirgin bir artış göstermiştir. 2017 yılında bu tüketim miktarı 11.51 iken, 2018'de bu rakamın 19.01'e yükseldiği gözlemlenmiştir. Ardından, 2019'da hızla artan bir eğilimle birlikte bu rakam 28.56'ya yükselmiş, 2020'de ise 40.77 seviyesine çıkmıştır. 2021'de bu artış eğilimi hız kazanarak 56.80'e ulaşmıştır. Son olarak, 2022'de bu eğilimin daha da belirgin bir şekilde devam ettiği ve ortalama hanehalkı bant genişliği tüketiminin 77.49'a yükseldiği gözlemlenmiştir. Bu veriler, internet kullanımının ve dijital veri trafiğinin hızla büyüdüğünü ve toplumun internete erişimindeki artışı yansıtmaktadır. Bu artış, telekomünikasyon altyapısındaki gelişmeler, dijital teknolojilerdeki ilerlemeler ve toplumun dijitalleşme sürecindeki ilerlemelerle ilişkilendirilebilir.

Türkiye'de de dünya genelindeki benzer bir eğilim gözlemlenmektedir. İnternet kullanımının ve dijital veri trafiğinin artmasıyla birlikte, ortalama hanehalkı bant genişliği tüketimi Türkiye'de de hızla artmaktadır. Bu durum, ülkedeki internet altyapısının gelişimi ve dijital teknolojilerin yaygınlaşmasıyla doğrudan ilişkilidir. Özellikle mobil cihazların kullanımının artması, çevrimiçi hizmetlere erişimin yaygınlaşması ve dijitalleşme politikalarının etkisiyle, Türkiye'deki internet kullanıcılarının sayısı ve internet kullanım süresi artmaktadır. Bu eğilim, Türkiye'nin bilgi ve iletişim teknolojileri sektöründe yaşanan gelişmelere ve dijital dönüşüm çabalarına paralel olarak devam etmektedir.

Tıp, eğitim ve akademik gibi çalışma alanlarında oluşturulan büyük veriler toplumun refahı ve sağlıklı yönetimi konusunda kullanılması oldukça önemlidir. Örneğin, modern tıbbın önemli bir parçası haline gelen veriler, hastalıkları teşhis etmek ve tedavi etmek için kullanılabilir ve daha iyi sağlık profilleri oluşturmak aynı zamanda hastalık öngören modeller ortaya koymada son derece etkilidir (Schadt vd., 2010). Etkin ve etik bir şekilde kullanıldığında eğitimin de ayrılmaz bir parçası olma potansiyeli mevcuttur. Örneğin, öğrenme analitiği, öğrenci performansı hakkında ayrıntılı geri bildirim sağlamak ve öğrenme sürecine yeni ve geleceğe yönelik anlamlı iç görüler (insight) oluşturmak için kullanılabilir (Gasevic vd., 2015).

Bu bağlamda, Bhargava vd. (2016) açık verilerin artan kullanımıyla vatandaşların bilgi toplumuna dahil edilme potansiyelini arttığını savunmaktadır. Bu, elbette, açık veri setlerine erişme ve bunları analiz etme bilgi ve becerilerine sahip bireylere göre farklılık göstermektedir. Genel olarak, dijital verilere artan güven, anlamlı analizlerin, eğlence ve seyahat uygulamalarının kullanımı yoluyla yaşamları daha verimli ve eğlenceli hale getirme kapasitesini yansıtmakta ve insanların bilgi alışverişinde bulunmasını ve paylaşım döngüsüne katılmasını sağlamaktadır (Wolff vd., 2019).

1.1.Gelişen Toplum ve Büyük Veri

Verinin günümüzde hızlı ve sürekli üretilmesi anlamlı bilgi çıkarım sürecinde topluma oldukça faydalı sağlamaktadır. Verinin yüksek hızda ve sürekli şekilde üretilmesi büyük veri kavramını gündeme getirmiştir. Peki büyük veri nedir? Büyük veri, veri yapısının büyüklüğü ve bilginin artışı niteleyen yapıdır. Yani daha fazla çeşitlilik içeren, artan hacimlerde ve daha hızlı ulaşan verilerdir (De Mauro vd., 2015; Kitchin & McArdle, 2016; Pence, 2014). Daha basit tanımıyla büyük veri, özellikle yeni veri kaynaklarından gelen daha büyük, daha karmaşık veri kümeleridir. Büyük verinin gelişmesinde Web 2.0 teknolojilerinin katkı sağladığı aşikardır. Aynı zamanda e-posta hizmetleri, web tarayıcılar, dijital reklamlar, akıllı telefonlar, sosyal medya platformları ve tabletler gibi dijital ekosistemi oluşturan teknolojilerin çoğu üzerinde fiili tekele sahip olması söz konusudur (Han & Kamber, 2012). Bunların yanı sıra internet üzerinde çerez kayıtları, demografik ve konum bilgileri, satın alma bilgileri, tarama aktiviteleri, kullanıcının geçmişi ve konum profili, düzenlediği ve ilgilendiği veriler aracılığıyla, birey özelinde büyük veri oluşturma potansiyeline sahiptir (Chai vd., 2021).

Toffler (2006)'a göre insanlık tarihinde toplumu etkileyen bazı önemli dönüm noktaları bulunur ve bu dönüm noktaları üç dönem halinde karşımıza çıkar. Bunlar; tarım toplumunu ifade eden birinci dönem, sanayi toplumunu ifade eden ikinci dönem ve bilgi toplumunu temsil eden üçüncü dönem olarak sıralanabilir. Günümüz bilgi çağı ya da diğer adıyla dijital çağ, bireylerin yeterli bilgi miktarına ulaşması halinde toplum ihtiyaçlarını karşılama da herhangi bir kısıtlılığın söz konusu olmadığını kanıtlar niteliktedir. Çünkü, üretim sürecinde veri arttıkça ondan elde edilecek olan öngörüler ve bilgiler de ayrıca anlam kazanmaktadır. Bu bilgi çağında bilginin artışının teknolojik yeniliklerin gelişimine bağlı olması normaldir. Günümüzde gelişen teknoloji, bireylerin istediği bilgiye hızlı şekilde erişmesine olanak sağlamıştır. Bu konuda İnternet insanlığın ortak kullanım kütüphanesi olarak karşımıza çıkmış ve İnternet'in dünya toplumu tarafından aktif kullanılması da büyük verinin oluşmasına ortam hazırlamıştır. Büyük veri kaynakları üretebilmek için çoğu sektör bu yapıyı buldurmaya müsait hale gelmiştir. Bunlardan bazıları ulaşım, lojistik, sağlık, devlet işleri, eğlence sektörü ve medya şeklinde sıralanabilir. Şekil 'de veri okuryazarlığı döngüsü ana hatlarıyla verilmiştir.



Şekil 2: Veri okuryazarlığı döngüsü (akt. Enakrire, 2021'den uyarlanmıştır.)

Veri okuryazarlığı döngüsü, veriyle etkili bir şekilde çalışmak için gerekli adımları içeren bir süreçtir. Bu döngü, veriye erişmekten sonuçları yorumlamaya kadar olan aşamaları kapsar. İlk adım, verilere erişme ve toplama sürecini içerir. Veri kaynaklarını belirleme, veri toplama yöntemlerini seçme ve gerekli verileri toplama sürecini içerir. Bir sonraki aşamada ise, toplanan verilerin neyi temsil ettiğini anlama süreci yer alır. Verilerin kaynağını ve içeriğini değerlendirme, verilerin doğruluğunu ve güvenilirliğini kontrol etme, veri setlerini düzenleme ve standartlaştırma bu adımın önemli unsurlarıdır. Yorumlama adımında, verilerin ne anlama geldiğini anlama süreci yer alır. Veri

analizi yöntemlerini kullanarak verileri inceleme, desenleri ve ilişkileri tanımlama, sonuçlar çıkarma ve anlamlandırma bu adımın ana bileşenleridir. Öğretimsel kararlar çıkarma aşamasında ise, verilerin analizinde belirlenen sorunları ele almak için öğretim yaklaşımlarını tanımlama süreci yer alır. Veri analizinin sonuçlarına dayanarak eğitimdeki güçlü ve zayıf yönleri belirleme, öğrenci ihtiyaçlarını tanımlama ve öğretim stratejilerini geliştirme bu adımın odak noktasıdır. Son olarak, eğitim verilerini kullanarak uygulamanın nasıl geliştirileceğine ilişkin soruların tanımlanması yer alır. Veri analizi sonuçlarına dayanarak, öğrenme süreçlerini iyileştirmek için yeni sorular geliştirme, eğitim politikalarını değerlendirme ve gelecek araştırma alanlarını belirleme bu adımın önemli unsurlarıdır.

Cabiles (2020) veri okuryazarlığı 5 alt başlık altında sıralamış ve bunların becerilerine yer vermiştir. Bunlar;

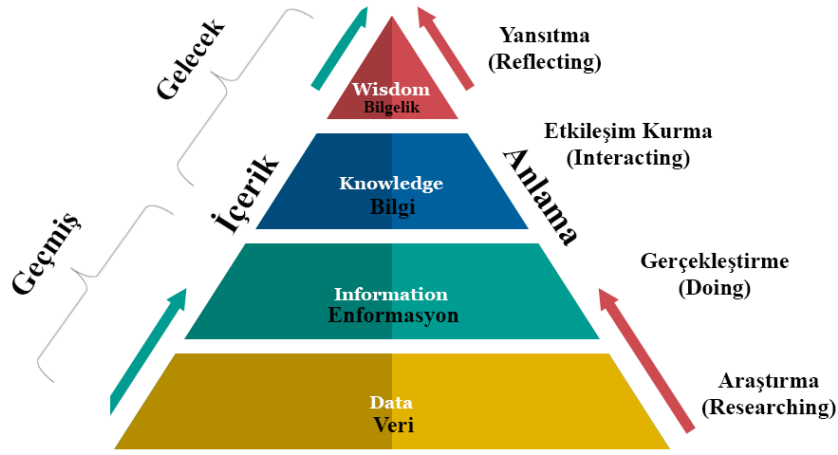
1. **Veriyi konumlandırma:** Verilere ulaşma ve toplamayı,
2. **Veriyi derleme:** Verilerinin neyi temsil ettiğini anlamayı,
3. **Veriyi yorumlama:** Verilerinin ne anlama geldiğini anlama,
4. **Veriden öğretimsel kararlar çıkarma:** Verilerin analizinde belirlenen sorunları ele almak için öğretim yaklaşımlarını tanımlama,
5. **Soru sorma:** Eğitim verilerini kullanarak uygulamanın nasıl geliştirileceğine ilişkin soruların tanımlanmasını içermektedir.

Veri ve bilgi artışı avantajları yanı sıra birtakım dezavantajları da beraberinde getirmiştir. Örneğin; bilgiye erişim kolaydır ancak doğru bilgiye erişim zordur. Dezenformasyon bilginin aşırı artmasıyla birlikte artış göstermiştir. Bu da bireylerin yazılı ve görsel medya kanalları üzerinden aldıkları bilgileri doğru olarak kabul etme oranını artırmıştır (Anderson & Rainie, 2017). Bu konuda bilgiye farklı açılardan bakma ve doğru bilgiyi ayırt edebilme becerilerine sahip olma gibi yetkinliklerin bulunduğu medya okuryazarlığı, bilgi okuryazarlığı ve dijital okuryazarlık gibi yeni dönem okuryazarlıkları gündeme gelmiştir. Bu okuryazarlıklar literatüre yeni girmişken karşımıza veri okuryazarlığı kavramı kendine ayrıca yer bulan okuryazarlık dallarından biridir. Bu sektörlerde yönetim ve strateji belirleme faaliyetlerinde de oldukça önemli yer tutmaktadır.

Bu bakımdan veriye hâkim olmak içinde bulunulan sektöre hâkim olmayı güçlendirdiğinden ötürü veri okuryazarlığı kavramı bu sektörde çalışan bireyler için kazandırılması gereken temel beceriler arasında yer alır (Deja vd., 2021). Bu kaynaklar arasında, veri, bilgi birikimi ve dokümanlar olmak üzere çeşitli türlerde bilgi bulunur. Bilgi yönetimi, bir organizasyonun bilgi kaynaklarının topluluğunun, kullanımının ve yönetiminin bir stratejisi ve yapısıdır (Demarest, 1997). Bu, organizasyonun amaçlarına ulaşmak için bilgi kaynaklarının verimli bir şekilde kullanılmasını sağlar. Büyük veri ve bilgi yönetimi, birbirleriyle ilişkili kavramlardır ve bir organizasyonun bilgi kaynaklarının yönetimi için kullanılabilirler. Aynı zamanda bilgi yönetimi verinin yapısını, işleyişini ve formatlarını ifade eden çalışma alanlarından biridir. Verinin işleyiş politikasını belirleyen bu yapı, verinin hangi formlarda bulunacağını ve anlamlı hale getirme sürecinin konu edinmektedir (du Plessis, 2007; Wiig, 1999).

1.2. Büyük Verinin Yapısı ve Entegrasyonu

Ackoff (1989) insan zihnindeki içeriğin beş kategori altında sınıflandırıldığını ifade etmiştir. Bunlar; veri, enformasyon, bilgi, anlayış ve bilgeliktir. Bu sebepten verinin şekillendirilmesi ve anlamlı bir yapıya dönüştürülmesi önemlidir. Bu hususta karşımıza veri piramidi Şekil 2'de detaylı şekilde verilmiştir.



Şekil 3: Veri-Enformasyon-Bilgi piramidinin akış şeması (Ackoff, 1989)

Veri piramidinde aşağıdan yukarı doğru bakıldığında erişim sağladığımız verinin oranı büyüktür ancak bir sonuç ifade etmemektedir. Bilgi hiyerarşisine göre öncelikle ham verinin enformasyona çevrilmesi gerekir. Veri, ham gerçekleri ifade eder, işlenmemiş formdadır ve tek başına anlam ifade etmez. Bu veriler; metin, sayı, görüntü, video veya filmler, ses, yazılım, algoritmalar, denklemler, animasyonlar, modeller, simülasyonlar vb. dâhil olmak üzere dijital biçimde saklanabilen herhangi bir yapı olarak tanımlanabilir (Briney, 2015). Anlam ifade etme sürecinde ilk basamak olan veri, bilginin ilk basamakta anlamlandırılmasıyla başlar. Enformasyon (information) -diğer ismiyle malumat- haline gelen veri daha sonra anlamlı bir yapıya yani bilgiye dönüşür. Enformasyon, ham gerçekler arasındaki ilişkiler bütünüdür, bazen yararlı olabilir bazen ise olmayabilir. Bilgi, günümüzde tartışması devam eden “Bilgi Yönetimi ve Bilişim” disiplinlerinde işlevselliği ön plana çıkan bir kavramdır. Bilgi, enformasyonun yararlı olması amacıyla uygun bir şekilde bir araya getirilmesidir. Anlayış, yeni bilginin sentezlenme sürecidir. Bilgelik ise bu kurallı yapıda büyük resmi görebilmektir, yani bilgi ile anlayış arasında bilişsel süreçlerin yönetilmesidir. Daha sonra toplum tarafından kabul edilen bir anlayış olur ve daha sonra bilgelik basamağına ulaşır (Silver vd., 2017).

Bir örnekle açıklayacak olursak;

- Şeker hastası bir bireyin 3 gün boyunca ölçüm yaparak değerler elde etmesi veri bütünüdür. Veri yapılandırılmamış ve herhangi bir formata göre düzenlenmemiştir. Sadece kâğıt üzerinde belirli değerlerin olduğu ham haldedir.
- Bu değerlerin günlük olarak ölçülen şeker değerleri bir metin üzerine sıralı bir biçimde yazılarak tabloya dönüştürüldüğünde artık anlam ifade etmeye başlar. Buna enformasyon denir.
- Bir sıraya sokulmuş bu enformasyondan “3 gün boyunca şekerim normal değerlerde seyretmiş” ifadesini çıkarmak bilgi olarak karşımıza çıkar.
- Bilgelik ise bu süreçte veri, enformasyon ve bilgi üçlüsünün artık hayatımızda tecrübe ile sabitlenmesidir. Şeker hastalığında şekerin yükselmeden belirli belirtileri yaşamak, şeker değerinin yüksekliğini tecrübe ederek şekerin yükseleceğini tahmin etmek ise bilgelik kavramına girmektedir.
- Verinin anlaşılması ve yorumlanabilmesi için bazı işlemlere tabi tutulduğu belirtilmişti. Bu işleme tabi tutulan veriler anlamlı yapıya dönüştürüldükten sonra toplum tarafından benimsenmesi ve işe yarar şekilde kullanılması için veriyi okuma ve anlama becerilerinin de toplum tarafından kazandırılmış olması beklenir.

1.3. Veri Okuryazarlığı

Günümüz dünyasında, artan veri miktarı nedeniyle verilerden anlamlı ve faydalı bilgiler çıkarma süreci temel bir okuryazarlık becerisi haline gelmiştir. Önceki dönemlerde, veriler bireylerden toplanır ve verileri anlamlandırmak için istatistiksel yöntemler kullanılırdı; bu uygulama günümüzde de devam etmektedir. Ancak internetin hayatımıza girişiyle birlikte veri toplama kolaylaşmış, toplum tarafından daha erişilebilir ve kullanılabilir hale gelmiştir (Manyika vd., 2011). Ayrıca internet, bireylerin veri toplamak için fiziksel olarak etkileşimde bulunma zorunluluğunu da ortadan kaldırmıştır. Bireyler artık akıllı telefon uygulamaları, interaktif web siteleri, sosyal medya platformları ve diğer benzer yapılar gibi çeşitli platformlar aracılığıyla verilere kolayca erişebilmektedir. Toplumlar da veriye erişebilen ve onu anlamlandırabilen bireylerin sayısının artması, daha anlamlı bireysel ve toplumsal politikaların geliştirilmesine katkı sağlamaktadır. Bu platformlar aracılığıyla veride yaşanan bu artış, hem dijital okuryazarlığı hem de veri okuryazarlığı olarak adlandırılan yeni bir kavramı ortaya çıkarmıştır (Gilster, 1997, Arsari, 2022).

Veri toplama ve analiz etme becerisi bireyler ve toplumlar için önem arz etmekle birlikte tüm kavramlar birbirine bağlı bir yapı haline gelmiştir. Büyük verinin artması da veri okuryazarlığı ya da verileri anlama, analiz etme ve yorumlama becerisi, dijital çağda önemli bir beceri haline getirmiştir. Veri okuryazarlığı yalnızca veri toplama ve analiz etmeye yönelik teknik becerileri değil, aynı zamanda verilerden elde edilen bilgileri anlamlandırmaya yönelik eleştirel düşünme becerilerini de içermektedir (Mayer-Schönberger & Cukier, 2013).

Verilerin mevcudiyeti ve bunlardan anlam çıkarma becerisi, bireysel ve toplumsal politikaların geliştirilmesinde önemli etkilere sahiptir. Verilere erişim sayesinde bireyler ve politika yapıcılar daha bilinçli kararlar alabilir ve kanıta dayalı politikalar geliştirebilir. Örneğin, halk sağlığına ilişkin veriler, örüntüleri ve eğilimleri belirlemek için kullanılabilir ve bu da halk sağlığı sonuçlarını iyileştirmek için hedeflenen müdahalelerin ve politikaların geliştirilmesine imkan sağlayabilir.

Çevrimiçi platformlar aracılığıyla verilerin artan erişilebilirliği, dijital çağda dijital okuryazarlık ve veri okuryazarlığının temel beceriler olarak ortaya çıkmasına neden olmuştur. Veri toplama, analiz etme ve yorumlama becerisi, bireylerin ve toplumların bilinçli kararlar alması ve kanıta dayalı politikalar geliştirmesi için çok önemli hale gelmiştir. Daha fazla birey verilere erişip bunları anlamlandırdıkça, bu durum daha anlamlı bireysel ve toplumsal politikaların geliştirilmesine katkıda bulunmaktadır. Bu nedenle, veri okuryazarlığını teşvik etmek ve bireylere günümüzün dijital dünyasında mevcut olan büyük miktarda veride gezinmek ve bunları anlamlandırmak için gerekli becerileri kazandırmak önemlidir.

2. AMAÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmada veri okuryazarlığı, veri ve büyük veri yapısına değinilmiş, alanyazında yer alan tanımlamalara yer verilmiş ve veri okuryazarlığı beceri setine farklı yönleriyle bir literatür taraması gerçekleştirilmiştir. Literatür taraması, belirli bir konuda yayınlanmış olan literatürün eleştirel bir özeti ve değerlendirmesidir (Cooper, 1988; Hart, 1998). Özellikle akademik veya bilimsel alanlarda araştırmanın önemli bir parçasıdır, çünkü bir konu hakkında halihazırda nelerin bilindiğini ve ele alınması gereken bilgi boşluklarının nerede olduğunu belirlemeye yardımcı olur (Demirci, 2014; Snyder, 2019). İncelemenin amacı, belirli bir konudaki araştırmaya kapsamlı bir genel bakış sağlamak ve çeşitli kaynaklar arasındaki eğilimleri, kalıpları ve anlaşma veya anlaşmazlık alanlarını belirlemektir. Makalenin devamında açık veri uygulamaları ve Türkiye'deki konumuna dair bir değerlendirmeye de yer verilmiştir.

Veri okuryazarlığının çeşitli tanımları tartışılmakta olup, erişme, anlama, değerlendirme ve kullanma gibi bilgi okuryazarlığı standartlarında listelenen becerilerin kapsamı açıklanmakta ve

kolay erişilmesinden sonra bu alanlarda da popülerlik kazanmıştır. Veri bilimi ile başlayan ve günümüzde makine öğrenmesi, derin öğrenme gibi konularla yapay zeka adı altında devam eden araştırmalar veri okuryazarlığı becerileri kapsamında değerlendirilmektedir (Shields, 2005). Veriler, doğrudan bir insan tarafından oluşturulmamış olsa bile, her zaman birey manipülasyonuna ihtiyaç duyar. Çünkü veri hem makine hem de insan tarafından farklı platformlarda oluşturulmaktadır (Fontichiaro & Oehrli, 2016). Verilerin daha önce görülmemiş bir hızda üretildiği ve toplandığı ve çok çeşitli alanlarda bilgi vermek ve karar almak için kullanıldığı günümüz dünyasında giderek daha önemli hale gelmektedir. Veri okuryazarlığı, işletme, finans, sağlık, teknoloji ve devlet dahil olmak üzere birçok sektördeki profesyoneller için kilit bir beceridir. Bu kapsamda istatistik okuryazarlığından farklılaşan veri okuryazarlığı, Amerikan Kütüphaneler Birliği (ALA) tanımına göre, verileri eleştirel bir şekilde oluşturma, manipüle etme, yönetme, analiz etme, anlama ve iletme yeteneğidir (Fontichiaro & Oehrli, 2016; Koltay, 2014; Prado & Marzal, 2013). Verileri anlama, verilerle çalışma ve yorumlama verilerin türlerini, veri yapılarını, veri analizi ve görselleştirme tekniklerini anlamayı ve veriye dayalı kararlar alma becerisini içerir.

Bir diğer tanımla veri okuryazarlığı, veriye erişebilme, değerlendirebilme, işleyebilme, özetleyebilme ve sunabilme becerisidir. Aynı zamanda hem bilgi hem de istatistik okuryazarlığının önemli bir bileşenidir (Linden, 2002). Veri okuryazarlığı, dijital okuryazarlık, istatistik okuryazarlığı ve bilgi ve teknoloji okuryazarlığı gibi büyüyen bir okuryazarlık grubuna yakın zamanda eklenen bir yapı olarak da tanımlanabilir. Hepsi, temel öneme sahip olduğu düşünülen, yaygın olarak bulunan bir ortam veya teknolojiden yararlanma becerisine dikkat çeker. Bu becerilerin hepsi, okuma, yani metni anlama ve kullanma yeteneği olarak okuryazarlıklar bağlantısı vardır. Veri okuryazarlığı, özellikle İnternet bağlamında verileri anlama ve kullanma becerisini de atıfta bulunur. Ayrıca, veri okuryazarlığının, veri/istatistiklerin kritik bir tüketicisi olmak anlamına geldiğini vurgulayarak tanımlı bir adım daha ileri götürür. Veri okuryazarlığı, çizelgelerin uygun şekilde nasıl okunacağı da dahil olmak üzere verilerin ne anlama geldiğini anlamayı ve verilerden doğru sonuçlar çıkarmayı içerir (Carlson vd., 2011).

Frank vd. (2016) veri okuryazarlığını toplama, seçme, temizleme, analiz etme, yorumlama, eleştirme, görselleştirme ve paylaşma gibi bilişsel beceriler olarak tanımlar. Bu yapıya daha geniş bir bakış açısıyla yaklaşıldığında farklı tanımlamaların yapıldığını görmek mümkündür. Verilerin kaynağını açık bir şekilde tanımlayan meta-veriler, bir kullanıcının çalıştığı konuyu bağlama oturtmasına ve ona ne ölçüde güvenebileceğini bilmesine olanak tanır. Kavramı daha da genişleterek, veri okuryazarlığını bir bireyin değil, bir topluluğun bir özelliği olarak düşünmenin daha faydalı olabileceğini vurgulamaktadır. Böylece veriyi bulabilen, onu manipüle edebilen ve sonucu ortaya koyabilen bazı kişilerin varlığı o topluluk için veri okuryazarlığı becerilerini gerçek anlamda ortaya koymuş olabilir.

Schild (2004) veri okuryazarlığının eleştirel düşünmeye bağlı olduğunu belirtmiştir. Bunu, kavramlar, iddialar ve argümanlar hakkında eleştirel düşünme yeteneğini varsayan bilgi okuryazarlığı ile karşılaştırarak; veri okuryazarlığını verilere erişebilme, değerlendirebilme, manipüle edebilme, özetleyebilme ve sunabilme becerisi gerektirdiğini dile getirmiştir. Qin ve D'Ignazio (2010) veri okuryazarlığını - bilimsel veri okuryazarlığı olarak adlandırılrsa da - verileri anlama, kullanma ve yönetme yeteneği olduğunu dile getirmiştir. Veri okuryazarlığı basitçe 'kararları bilgilendirmek için verileri anlama ve etkili bir şekilde kullanma yeteneği' olarak tanımlanabilir (Mandinach & Gummer, 2013). Öte yandan bu tanım, veri okuryazarlığının, verileri bilgiye ve nihayetinde eyleme geçirilebilir bilgiye dönüştürmemizi sağlayan, hipotez geliştirme, sorunları belirleme, verileri yorumlama ve belirleme, planlama, uygulanması sürecidir. Prado ve Marzal (2013)'e göre ise bireylerin verilere erişmesini, yorumlamasını, eleştirel olarak değerlendirmesini, yönetmesini, işlemlerini ve etik olarak kullanmasını sağlar. Bu tanımda görünen yönetim, koruma ve iyileştirmeyi içerir ve bu tanım yukarıdakilerden çok daha kapsamlıdır.

MIT (Massachusetts Teknoloji Enstitüsü) 2021 yılında yaptığı tanıma göre veri okuryazarlığı, verileri okuma, analiz etme ve tartışma becerilerini barındırır. Dijital okuryazarlık nasıl günlük

hayatımızı etkiler hale geldiyse veri okuryazarlığı da hem günlük hayatımızda hem de iş hayatımızda kıdemden ve çalıştığımız pozisyondan bağımsız önemli hale gelmiştir. Herkes bilgisayar bilimleri çalışma konularından olan veri madenciliği, makine öğrenimi ve yapay zeka algoritmalarını bilmek zorunda değildir fakat veri okuryazarlığı günümüzde kesinlikle herkes tarafından öğrenilmesi gereken bir beceridir.

Üniversite ve Araştırma Kütüphaneleri Birliği (ACRL) tarafından veri okuryazarlığı, verilerin nasıl bulunacağını ve değerlendirileceğini anlamaya odaklanırken, verilen veri kümesinin işlenmesi, verilerin alıntılanması ve etik kullanımı sorularını ihmal edip/etmediğini belirten becerilerin bütününi veri okuryazarlığı olarak tanımlamıştır (Getz & Brodsky, 2022). Bir diğer tanımda verinin nasıl aranacağını, nasıl filtreleneceğini ve işleneceğini, üretileceğini ve sentezleneceğini bilmeyi gerektiren büyük miktarda bilgiyi işleme, sıralama ve filtreleme yeteneği olarak tanımlamıştır (Johnson, 2012).

Veri okuryazarlığı terimi basit ve anlaşılır gibi görünse de bu terim diğer okuryazarlıkların temel becerilerine dayanmaktadır. Bazı yaklaşımlar, veri okuryazarlığını sosyal medya platformlarını daha büyük bir amaç ve dönüşümlü kullanabilmek olarak tanımlarken (Markham, 2020; McCosker, 2017), diğerleri ise sosyal değişimi motive etmek için verileri yorumlamaya odaklanır (Deahl, 2014). Bu doğrultuda veri okuryazarlığı, verileri uygun bağlama yerleştirirken verileri okuma, anlama, iletme, analiz etme ve bunlardan bilgi türetme yeteneğini ifade eder. Forbes, veri okuryazarlığını “iş eylemleri ve sonuçları için verileri her yerde etkin bir şekilde kullanmak” olarak tanımlar ve genellikle verilerden öngörüler elde etmek için analitik yöntemler kullanan veri bilimi ile ilişkilendirilir (Capone, 2019).

Catherine D'Ignazio ve Rahul Bhargava veri okuryazarlığını şu şekilde sıralamıştır:

- **Veriyi okuma;** yani verinin ne olduğunu ve temsil ettiği dünyanın yönlerini anlama.
- **Veri üretme;** edinme, temizleme ve yönetme dahil olmak üzere verilerle çalışma.
- **Verileri analiz edebilme;** bu da filtreleme, sıralama, toplama, karşılaştırma ve üzerinde diğer analitik işlemleri gerçekleştirme içerir.
- **Verilerle tartışma;** yani belirli bir kitleye bir mesaj veya hikâyeye iletmeyi amaçlayan daha büyük bir anlatıyı desteklemek için verileri kullanmak olarak nitelendirmiştir (D'Ignazio & Bhargava, 2015).

Veri okuryazarlığının çeşitli tanımları, bir kuruluşun daha iyi kararlar almasını sağlamak, verileri bağlam içinde okuma, yazma ve iletişim becerilerini geliştirmek, mevcut verileri etkin bir şekilde kullanarak planlanan eylemleri daha etkili bir şekilde yorumlamak ve verilerden anlamlı bilgiler elde etmek gibi farklı perspektifleri kapsar. Veri Okuryazarlığının diğer tanımları aşağıda yer aldığı şekilde sıralanabilir:

- Aksiyon ve eylemlerin bir kuruluşun yararı için daha iyi karar vermesini sağlayacak şekilde meşgul edilmesi sürecidir (Knight, 2023).
- Veri kaynakları ve yapıları, uygulanan analitik yöntemler ve teknikler ve kullanım durumunu, uygulamayı ve ortaya çıkan değeri tanımlama becerisi de dahil olmak üzere, verileri bağlam içinde okuma, yazma ve iletme becerisine sahip olmaktır (Panetta, 2021).
- Hedefe uygun şekilde planlanan eylemleri sonuçların daha etkin şekilde yorumlanması için mevcut verileri etkin bir şekilde kullanmaktır (Forbes, 2022)

Sonuç olarak veri okuryazarlığı, bilgi okuryazarlığının bir alt kategorisi olarak düşünülebilir ve bilgi okuryazarlığı, bir kişinin bilgiye ulaşılması, anlaşılması, değerlendirilmesi ve kullanılmasını içeren bir dizi becerilerdir. Bu doğrultuda veri okuryazarlığı bu süreçleri içermektedir. Ancak veri okuryazarlığı, daha çok veri tabanlı işlerde önem kazanır ve veriye dayalı karar verme süreçlerinde önemli bir rol oynar.

2.1. Veri Okuryazarlığı Becerileri

Carlson et al. (2011) hem genel hem de özel beceriler olmak üzere veri okuryazarlığını iki grupta kategorize etmiştir. Genel beceriler, verilerden doğru sonuçlar çıkarmayı ve verilerin yanıltıcı veya uygunsuz durumlarda kullanılmasının farkına varılmasını içerirken, özel beceriler ise grafikleri ve çizelgeleri uygun şekilde okuyabilme becerisi olarak tanımlanmıştır. Daha sonraki çalışmalar, bilgi okuryazarlığının da temeli olan erişme, anlama değerlendirme ve kullanıma gibi genel becerilere odaklanmaktadır. Prado ve Marzal'a (2013) göre veri okuryazarı kişiler, verileri nasıl seçeceklerini, sentezleyeceklerini ve diğer bilgi kaynaklarını ve bilgileri nasıl birleştireceklerini bilmek zorundadırlar. Veri okuryazarı bireyler veriyi tanımalı ve veri türlerine ve formatlarına aşina olmalıdırlar. Mandinach ve Gummer (2013) ise veri okuryazarlığı beceri setini; veriyi tanımlamayı, toplamayı, organize etmeyi, analiz etmeyi ve özetlemeyi barındırdığını belirtmiştir.

Hipotez geliştirme, problem belirleme, verileri yorumlama ve eylem planlarını belirleme, planlama ve uygulama yanı sıra veri okuryazarlığı becerileriyle de ilgilidir. ACRL (2013) verilerin nasıl bulunacağını ve değerlendirileceğini anlamaya odaklanırken, verilen veri kümesinin yapısına ve bunu analiz edecek araştırmacı veya bireye vurgu yaparak, alıntı yapma ve verilerin etik kullanımı sorularını ihmal etmeme becerisini ön plana çıkarır. Bu okuryazarlık aynı zamanda mülkiyet ve kişisel hakların korunması konularına odaklanmaktadır.

Verinin nesnel olmasından ötürü, bireyler veriye dayalı sonuçlara diğer bilgi biçimlerinden daha kolay inanma eğilimindedirler (Fontichiaro & Oehrli, 2016). Veri okuryazarı bir kişi, veri ve gerçeklik arasındaki bu bağlantıyı anlayabilir ve aralarındaki boşlukları veya tutarsızlıkları belirleyebilir. Bu boşluklar belirlendikten sonra, bir anlatıyı tamamlamak veya bir veri setinden türetilen iddiaları doğrulamak için başka bilgi parçalarını önerebilirler (ALA, 2022). Aynı zamanda bu beceri bütününe ek olarak verilere erişme, yorumlama, eleştirel olarak değerlendirme, yönetme ve etik olarak kullanımı kapsadığına dikkat çekmektedir (Koltay, 2017). Veri okuryazarlığına dair güncel çalışmaları inceleyen araştırmacılar, veri okuryazarlığını tanımlamaya yönelik yaklaşımları; verileri okuma, verilerle çalışma, analiz etme ve tartışma yeteneği olarak tanımlamışlardır (Bhargava ve D'Ignazio, 2014). Veriler aracılığıyla veya veriler hakkında yapıcı bir şekilde topluma katılma yeteneği" olarak da literatürde yer bulmuştur. Genel bağlamda bakıldığında veri okuryazarlığı, verileri keşfetme, anlama ve verilerle iletişim kurma yeteneği olarak ön plana çıkar. Bu doğrultuda, veri okuryazarlığı becerileri verileri kullanmak, yorumlamak ve verilerle karar vermek, ardından önemini ve değerini başkalarına iletmek için eleştirel düşünme becerilerini içermektedir (Tableau, 2023).

Veri okuryazarlığı, veri uzmanı olmayanların verileri okuyup anlamalarına ve karar alma süreçlerinde kullanmalarına yardımcı olabilir. Bu nedenle, veri okuryazarlığı sadece üst düzey yöneticiler için değil, kurumlarına kattıkları değeri artırmak isteyen çalışanlar için de giderek daha önemli hale gelmektedir (Stobierski, 2021).

Veri okuryazarlığı aşağıda yer alan becerileri anlamayı ve uygulamayı kapsamaktadır. Bunlar:

- Veri kaynaklarının ve toplama yöntemlerinin nasıl değerlendirileceği,
- Belirli bir veri seti için çeşitli uygulamaların neler olabileceği,
- Verileri anlayarak toplumun katkısına sunulabilecek bilgiler ortaya koymayı kapsamaktadır (Hooper, 2021).

Robert Gould ise veri okuryazarlığı becerilerini istatistik okuryazarlığı kapsamında değerlendirmiştir. Veri okuryazarı bir birey veriyi tanımlayabilir, toplayabilir, analiz edebilir, yorumlayabilir ve sonuçları anlamlı hale getirebilir. Bir diğer beceri setinde ise;

- İşe yarar veri üretebilme,
- Kişisel veriyi kontrol edebilme,

- Veriden anlayan, açıklayan, bilimsel verilere dayanarak veriden anlamlı sonuçlar çıkartabilen ve aksiyon alma konusunda karar verebilme,
- Yazılı ve görsel medyada sunulan tabloların grafiklerini okumayı ve yorumlayabilme becerileri olarak karşımıza çıkmaktadır (Gould, 2017).

Veri okuryazarı bireyler, günlük yaşamında karşılaştıkları, istatistikleri ve geleneksel kültürden sıyrılarak değerlendirebilen ve bunu eleştiren bireylerdir. Bu bireyler aynı zamanda Ted Striphas tarafından ortaya atılan “Algoritmik Kültür” yapısını benimserler (Striphas, 2015). Bu bireyler;

- Tahmin problemine dair regresyon ve sınıflama hakkında bilgi sahibidir.
- Problemin tipi göre hangi istatistiksel bilgiyi kullanacağına karar verebilir.
- Problemlere karşı çözüm üretebilir.

2.2. Açık Veri ve Türkiye’de Uygulamaları

Her gün sosyal platformlarda, sunumlarda çok hızla artan veriden büyük veriye kadar sektör ve akademi alanında çalışmalar devam etmektedir. Önümüzdeki yıllara dair insanlığın üreteceği verinin miktarına dair tahminler yapılmaktadır. Bu veriler, genellikle bir veri seti olarak sunulur ve toplumun kullanımına açıktır. Açık veri genellikle bir veri portalı üzerinden veya bir veri toplama ve paylaşım platformu aracılığıyla paylaşılır. Hükümetler, işletmeler ve bireyler sosyal, ekonomik ve çevresel faydalar sağlamak için açık verileri kullanabilirler. Örneğin, bir ülkenin ekonomik durumunu anlamaya yardımcı olabilir, bir şirketin performansını değerlendirmeye yardımcı olabilir veya bir ülkenin sağlık sisteminde meydana gelen değişiklikleri takip etmeye yardımcı olabilir. Açık veri, ayrıca bilim adamları tarafından yeni keşifler yapmak veya yeni araştırmalar yapmak için de kullanılabilir. Açık verinin avantajları, verinin doğruluğunu ve güncelliğini kontrol etme imkânı sağlamasıdır. Ayrıca, açık veri, toplumun tüm üyelerine açık olması nedeniyle, farklı gruplar tarafından farklı amaçlar için kullanılabilir. Bu da verinin daha yüksek bir değere sahip olmasına neden olabilir.

İngiltere hükümet tarafından yürürlüğe konulan Açık Veri Enstitüsü (Open Data Institute) aracılığıyla iki aşamalı süreçte açık verinin herkes tarafından ulaşılabilir hale getirilmesi hedeflenmiştir. Bu kapsamda enstitü açık veriyi, herkesin erişebileceği, kullanabileceği ve paylaşabileceği veriler olarak tanımlamış ve bu doğrultuda açık formatta yayınlanan, makine tarafından okunabilen ve ücretsiz yeniden kullanımına izin veren bir lisans altında yayınlanan verileri, açık veri olarak nitelendirmiştir (ODI, 2023).

Söz konusu proje kapsamında, Açık Veri Enstitüsü’nün “Açık Verinin Temelleri” eğitiminin verilmesi projenin ilk aşamasını oluşturmaktadır. İkinci aşamada ise, Novusens Büyük Veri Enstitüsü, açık veri ekonomisine geçişi hızlandırmak amacıyla Türkiye’de açık veri kullanımına ilişkin zorlukları ve olası çözüm yollarını belirlemek için ilgili açık veri paydaşlarının katılımı ile bir fikir çalıştayını düzenlemiştir. Ayrıca, Novusens tarafından Türkiye’de açık veri kullanımına ışık tutması amacıyla bir anket tasarlanmış ve anketin ön sonuçları 17 Şubat 2020’de ‘UK Tech’ Konferansı’nda açık veri konulu panelde paylaşılmıştır. Çalıştayda, verilerini açık hale getiren veya açmayı düşünen daha fazla kuruluşun olduğu ve bir açık veri ekosisteminin oluşturulması için uygun bir zemin bulunduğu belirtilmektedir.

Açık verinin dezavantajları, güncellik, doğruluk, erişim, anlaşılabilirlik ve gizlilik gibi faktörlerden etkilenir. Güncellik, verinin toplandığı ve paylaşıldığı zaman aralığını ve doğruluğu etkilerken, erişim ve anlaşılabilirlik, verinin bulunabilirliği ve anlaşılabilirliği üzerinde etkilidir. Ayrıca, açık verinin herkese açık olması, gizlilik riski taşır ve bireylerin kişisel verilerinin korunmasını tehdit edebilir. Bu nedenle, açık verinin kullanımında bu dezavantajlara dikkat edilmesi önemlidir. Baig ve diğerleri (2019) açık verinin dezavantajlarından şu şekilde sıralamıştır:

- **Güncellik:** Açık veri, genellikle bir veri toplama ve paylaşma platformu aracılığıyla paylaşılır. Ancak, verilerin toplandığı ve paylaşıldığı zaman aralığı, verinin güncelliğini etkileyebilir. Bu nedenle, açık verinin güncelliğine dikkat etmek gerekir.
- **Doğruluk:** Açık verinin doğruluğu, verilerin toplandığı ve paylaşıldığı yerlerden kaynaklı olabileceği gibi, verilerin işleme ve depolanma sırasında da kaynaklanabilir. Bu nedenle, açık verinin doğruluğunu kontrol etmek önemlidir.
- **Erişim:** Açık veri, herhangi bir koşul veya kısıtlama olmaksızın herkese erişilebilir olmasına rağmen, verinin erişilebilirliği, verinin bulunabileceği yerden ve verinin bulunabileceği veri toplama ve paylaşma platformunun kullanımından etkilenebilir. Bu nedenle, açık verinin erişilebilirliğine dikkat etmek gerekir.
- **Anlaşılabilirlik:** Açık verinin anlaşılabilirliği, verilerin nasıl toplandığı, işlendiği ve paylaşıldığına bağlıdır. Eğer veriler doğru bir şekilde toplanmamış ve işlenmemişse, verinin anlaşılabilirliği azalabilir.
- **Gizlilik:** Açık veri, herhangi bir koşul veya kısıtlama olmaksızın herkese erişilebilir olması nedeniyle, bireylerin gizliliğini koruma konusunda bir risk oluşturabilir. Örneğin, bir kişinin sağlık verilerinin paylaşılması, kişinin gizliliğini ihlal edebilir. Bu nedenle, açık verinin kullanımı sırasında gizlilik konusunda dikkatli olunması gerekir.

Aşağıda ülkemizde açık verinin kullanıma dair kararların örneği ve güncel olarak kullanılabilen açık veri portallarına yer verilmiştir. Bunlar;

- Türkiye’de açık veri kullanımına yönelik uygulamalar kısıtlı olmakla birlikte farklı örnekler söz konusudur. Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından hava tahminleri, iklimlendirme modelleri gibi üretilen veriler kurum tarafından arşivlenmektedir.
- İstanbul, İzmir, Konya, Ankara, Bursa ve Balıkesir gibi büyükşehir belediyelerin olduğu illerimizde açık veri portalları oluşturulmuştur.
- 2012 yılında Türkiye, şeffaflığı ve vatandaş katılımını artırmak için teknoloji kullanımını teşvik etmeyi amaçlayan bir "Bilgi Toplumu Stratejisi ve Eylem Planı" kabul etmiştir. Ancak planın uygulanması, etkili olması için yeterli kaynak veya destek sağlanmadığı gerekçesiyle eleştirilmiştir.
- Ülkemizde 2016-2019 Ulusal e-Devlet Stratejisi ve Eylem Planı’nda yer alan kurumların kamu ile paylaşmakta oldukları verilerin açık veri formatında paylaşılması hedeflenmiştir. İlgili veriler açık olarak sunulacak ve araştırmacılar tarafından analiz edilebilecek, böylece istatistiklerden farklı araştırmalarda da yararlanılması sağlanmasına yönelik adımlar atılmış olacaktır.
- Yine bu doğrultuda Kamu Yatırımları ve Gerçekleşmeleri İzleme Portalı’nın Oluşturulması başlıklı eylem planı doğrultusunda kamu kurumları tarafından planlanan programlar doğrultusunda alınan yapılan işlerin bir portal ile vatandaşlar, özel sektör, sivil toplum kuruluşları vb. gibi paydaşların kullanımına açılması planlanmıştır. Bu sayede bilgiler şeffaf biçimde açık veri olarak paylaşılacak, paydaşların analiz ve araştırma yaparak ekonomik katma değer oluşturmalarına imkan sağlanması hedeflenmiştir.
- Türkiye 2016 yılında vatandaşlara devlet tarafından tutulan bilgilere erişim hakkı tanıyan bir "Bilgi Edinme Hakkı Kanunu" çıkarmıştır, ancak bazıları kanunu bilgiye erişim konusunda yeterince ileri gitmediği ve reddedilen taleplere itiraz için net bir süreç sağlamadığı için eleştirmiştir. Daha yakın bir tarihte, 2019 yılında hükümet, şeffaflığı ve devlet tarafından tutulan verilere erişimi artırmayı amaçlayan Açık Veri Platformu'nu başlatmıştır. Ancak platformun içeriği hala sınırlı ve güncellenmemektedir.

3. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Geçmişte veriler öncelikle manuel olarak toplanıyor ve analiz ediliyordu, bu da işlenebilecek veri miktarını sınırlıyor ve bu verilerden iç görü elde etmeyi zorlaştırıyordu. Ancak bilgisayarların ve internetin ortaya çıkmasıyla birlikte toplanabilen ve analiz edilebilen veri miktarı katlanarak artmıştır. Bu durum, yeni veri analizi ve görselleştirme araçlarının geliştirilmesinin yanı sıra büyük veri ve veri biliminin çalışma alanları olarak ortaya çıkmasına yol açmıştır. Veri ve veri okuryazarlığının gelişimi, teknolojiye ileriye adımlara ve üretilen ve toplanan veri miktarındaki artışa yakından bağlı olmuştur.

Sonuç olarak, verileri anlama ve verilerle çalışma becerisi artık iş, finans, sağlık, teknoloji ve devlet dahil olmak üzere birçok alandaki görev yapmakta olan bireyler için oldukça önemlidir. İşletmeler kararları bilgilendirmek için, hükümetler kamu hizmetlerini ve kamu politikası anlayışını geliştirmek için ve araştırmacılar da çalışmalar yürütmek ve keşifler yapmak için verileri kullanmaktadır. Bu doğrultuda veri okuryazarlığı giderek daha önemli bir beceri haline gelmiştir.

Günümüz çağında veri evrimi devam etmekte ve üretilen veri miktarının artmaya devam etmesi beklenmektedir. Bu büyümeyle birlikte, veri analizi ve görselleştirme araçlarının sürekli geliştiğini ve veri okuryazarlığı becerilerine sahip profesyonellere olan talebin artması da beklenmektedir. Özellikle son 5 yıl içerisinde geleceğin meslekleri kategorisinde en çok ihtiyaç duyulanlardan birinin veri mühendisliği, veri analisti ve veri bilimcisi olduğu görülmektedir.

Veri okuryazarlığını bilgi ve istatistiksel okuryazarlık kavramından ayrı planda tutmak içerik olarak işlevselliğini ön plana çıkarma konusunda yardımcı olacaktır. Ancak bilgi ve istatistik okuryazarlığının becerilerine de bağlı olduğu ve bu üç okuryazarlığın birbirini destekler nitelikte olduğu göz ardı edilmemelidir. Çünkü, bilgi okuryazarlığı kapsamını veri yönetimi ve iyileştirmeyi içerecek şekilde genişletmenin mantıklı bir gelişme olduğunu vurgulamaktır (Carlson ve diğerleri, 2013). Bir bakıma bu okuryazarlıklar birbirine temel oluşturmaktadır ve her birinin kendine özgü terminolojik bir alt yapısı mevcuttur, veri okuryazarlığı bu bakımdan basit ve anlaşılır olmasıyla ön plana çıkmaktadır. Bununla birlikte, veri okuryazarlığın yapısına bağlı kalmak, bilgi okuryazarlığı ile yakın ilişkisinin tanınmasının önüne geçmemektedir. Şekil 4'te görüldüğü üzere bilgi okuryazarlığı eleştirel düşünme becerilerinin üst basamaklarında yer aldığı ve veri okuryazarlığının bu kapsamda bilgi okuryazarlığına temel oluşturduğu söylenebilir. Eleştirel değerlendirme ihtiyacı, bilgi okuryazarlığının yanı sıra veri okuryazarlığının genel özellikleri arasında da seçkin bir yere sahiptir. Eleştirel olmak, verilen veri kümesinin versiyonuna, ondan sorumlu kişiye vurgu yapmayı içerir (ACRL, 2013).

Yukarı bahsedilen okuryazarlıkların temel birleşme unsuru ise eleştirel düşünme olgusudur. Veri kümelerine kolay erişmek ve bu becerileri uygulamak için çok önemlidir. Bir öğrenci, araştırmacı veya veriye dayalı kararlar alan veri alanında çalışanlar, veri analitiği için kullandıkları veriler ve çalışmalarının sonuçlarını nasıl değerlendirip yorumladıkları hakkında eleştirel düşünmeyi hedeflemektedir. Kritik verileri hızlı bir şekilde sağlamak ve raporları daha anlaşılır kılmak için artırılmış analitik, veri okuryazarlığı için önemlidir. İşletmeler tarafından çalışanlarını veri okuryazarı olmaları için eğitmek için adımlar atılmalıdır.

Bahsedilen beceriler hem araştırmacılar hem de kütüphaneciler için geçerlidir. Kuzey Amerika ve Avrupa gibi bölgelerde okuryazarlıkların kütüphanecilik ile ilişkili olduğu bilinir. Özellikle okuryazarlıklar ilgili çalışmaların ACRL ve ALA gibi kurumlar tarafından Kuzey Amerika'da tartışıldığı bilinmektedir. Bu sebepten ötürü kütüphaneciler bu gruba dahil edilmektedir. Bilgi ortamının değişen koşullarına göre kavramları ve yeterlilikleri sürekli güncellemeden tüm insanlar veya bir kişi için tüm yaşamı boyunca uygun olacak tek bir okuryazarlık olmadığını unutmamak önemlidir (Bawden, 2008). Başka bir deyişle, belirli bir okuryazarlık modelinin bir toplumun tüm üyeleri için tüm bağlamlarda uygun olması pek olası değildir. Bu da veri okuryazarlığı düşünülürken dikkate alınması gereken bir gerçektir.

Türkiye'de son yıllarda şeffaflığı ve devlet tarafından tutulan bilgilere erişimi artırmak için çeşitli çabaların gözlendiği ancak açık veriye ilişkin durumun diğer ülkelerdeki kadar güçlü yorumu

yapılabilir. Genel olarak, Türkiye'deki açık veri uygulamalarının kapsamının ve etkinliğinin artırılması için birkaç öneri sunulabilir. Bunlar;

- Hükümet ve diğer ilgili kurumlar, açık veri politikalarını ve uygulamalarını güçlendirmek için daha katılımcı ve şeffaf bir yaklaşım benimsemelidir. Bu, veriye erişimde ve kullanımda vatandaşların daha fazla katılımını teşvik edebilir.
- Türkiye'de açık veriye ilişkin farkındalık ve eğitim programları geliştirilmelidir. Bu programlar, hem kamu sektöründe hem de sivil toplum kuruluşlarında açık veri kullanımını teşvik etmek için önemlidir.
- Açık veriye erişim ve kullanımıyla ilgili mevzuatın güncellenmesi ve iyileştirilmesi gerekmektedir. Bu, veriye erişimde ve kullanımda yaşanan engelleri azaltabilir ve daha etkili bir açık veri ekosistemi oluşturabilir.

Türkiye'nin açık veri uygulamalarını diğer ülkelerdeki en iyi uygulamalarla karşılaştırarak öğrenme ve iyileştirme sürecine odaklanması önemlidir. Bu şekilde, Türkiye'nin açık veri alanında daha güçlü bir konuma ulaşması ve vatandaşlarının katılımını artırması mümkün olabilir.

KAYNAKÇA

- Anderson, J., & Rainie, L. (2017, Ekim 19). The Future of Truth and Misinformation Online. Pew Research Center: Internet, Science & Tech. <https://www.pewresearch.org/internet/2017/10/19/the-future-of-truth-and-misinformation-online/>
- Arsari, M. H. A. A. (2022). The importance of digital literacy to enhance students' ability in english language. *Jambura Journal of English Teaching and Literature*, 3(1), 12-18. <https://doi.org/10.37905/jetl.v3i1.13939>
- Baig, M. I., Shuib, L., & Yadegaridehkordi, E. (2019). Big Data Tools: Advantages and Disadvantages. *Journal of Soft Computing & Decision Support Systems*, 6(6).
- Bellinger, G., Castro, D., & Mills, A. (2004). Data, information, knowledge, and wisdom. <https://homepages.dcc.ufmg.br/~amendes/SistemasInformacaoTP/TextosBasicos/Data-Information-Knowledge.pdf>
- Best, J. (2013). *Stat-spotting: A field guide to identifying dubious data* (Updated and expanded, First paperback printing). University of California Press.
- Bhargava, R., Kadouaki, R., Bhargava, E., Castro, G., & D'Ignazio, C. (2016). Data Murals: Using the Arts to Build Data Literacy. *The Journal of Community Informatics*, 12(3), Art. 3. <https://doi.org/10.15353/joci.v12i3.3285>
- Boyd, D., ve Crawford, K. (2012). Critical questions for big data: Provocations for a cultural, technological, and scholarly phenomenon. *Information, Communication & Society*, 15(5), 662-679.
- Briney, K. (2015). *Data management for researchers: Organize, maintain and share your data for research success*. Pelagic Publishing.
- Capone, M. (2019). Council Post: Why Data Management And Data Literacy Need To Go Together. *Forbes*. <https://www.forbes.com/sites/forbestechcouncil/2019/06/05/why-data-management-and-data-literacy-need-to-go-together/>

- Carlson, J., Fosmire, M., Miller, C. C., & Nelson, M. S. (2011). Determining Data Information Literacy Needs: A Study of Students and Research Faculty. *Portal: Libraries and the Academy*, 11(2), 629-657. <https://doi.org/10.1353/pla.2011.0022>
- Chai, W., Labbe, M., ve Stedman, C. (2021). What is Big Data Analytics and Why is it Important? *Business Analytics*. <https://www.techtarget.com/searchbusinessanalytics/definition/big-data-analytics>
- Couldry, N., & Mejias, U. A. (2019). Data Colonialism: Rethinking Big Data's Relation to the Contemporary Subject. *Television & New Media*, 20(4), 336-349. <https://doi.org/10.1177/1527476418796632>
- Davenport, T. H., Harris, J. G., De Long, D. W., & Jacobson, A. L. (2001). Data to knowledge to results: Building an analytic capability. *California management review*, 43(2), 117-138.
- De Mauro, A., Greco, M., & Grimaldi, M. (2015). What is big data? A consensual definition and a review of key research topics. *AIP conference proceedings*, 1644(1), 97-104.
- Deahl, E. S. (2014). Better the Data You Know: Developing Youth Data Literacy in Schools and Informal Learning Environments. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2445621>
- Deja, M., Januszko-Szakiel, A., Korycińska, P., & Deja, P. (2021). The Impact of Basic Data Literacy Skills on Work- Related Empowerment: The Alumni Perspective. *College & Research Libraries*, 82, 708-729. <https://doi.org/10.5860/crl.82.5.708>
- Demarest, M. (1997). Understanding knowledge management. *Long Range Planning*, 30(3), 374-384. [https://doi.org/10.1016/S0024-6301\(97\)90250-8](https://doi.org/10.1016/S0024-6301(97)90250-8)
- Demirci, A. (2014). Literatür Taraması. İçinde Yılmaz Arı & İlhan Kaya (Ed.), *Coğrafya Araştırma Yöntemleri* (1. bs, ss. 73-109). Coğrafyacılar Derneği.
- D'Ignazio, C., & Bhargava, R. (2015). Approaches to building big data literacy. *Bloomberg data for good exchange*.
- du Plessis, M. (2007). Knowledge management: What makes complex implementations successful? *Journal of Knowledge Management*, 11(2), 91-101. <https://doi.org/10.1108/13673270710738942>
- Enakrire, R. T. (2021). Data literacy for teaching and learning in higher education institutions. *Library Hi Tech News*, 38(2), 1-7. <https://doi.org/10.1108/LHTN-01-2020-0005>
- Fidan, A. (2003). Tarım, Sanayi ve Bilgi Toplumunda Üretim Ve Tüketim İlişkilerinin İşletme ve Yönetimleri Üzerindeki Etkileri. *Mevzuat Dergisi*, 6(62). <https://www.mevzuatdergisi.com/2003/02a/03.htm>
- Fontichiaro, K., & Oehrli, J. A. (2016). Why Data Literacy Matters. *Knowledge Quest*, 44(5), 21-27.
- Frank, M., Walker, J., Attard, J., & Tygel, A. (2016). Data Literacy-What is it and how can we make it happen? *The Journal of Community Informatics*, 12(3).
- Gasevic, D., Dawson, S., & Siemens, G. (2015). Let's not forget: Learning analytics are about learning. *TechTrends*, 59. <https://doi.org/10.1007/s11528-014-0822-x>
- Gerstenschlager, N. E., & Marin, K. (2023). GPS: Growing Statistical Literacy. *Mathematics Teacher: Learning and Teaching PK-12*.
- Getz, K., & Brodsky, M. (Ed.). (2022). *The data literacy cookbook*. Association of College and Research Libraries.
- Gould, R. (2017). Data Literacy is Statistical Literacy. *Statistics Education Research Journal*, 16(1), 22-25. <https://doi.org/10.52041/serj.v16i1.209>

- Han, J., & Kamber, M. (2012). *Data mining: Concepts and techniques* (3rd ed). Elsevier.
- Hooper, L. (2021, Mart 12). *Data Literacy: 7 Things Beginners Need to Know*. Venngage. <https://venngage.com/blog/data-literacy/>
- Johnson, C. A. (2012). *The information diet: A case for conscious consumption* (1st ed). O'Reilly Media.
- Kitchin, R., & McArdle, G. (2016). What makes Big Data, Big Data? Exploring the ontological characteristics of 26 datasets. *Big Data & Society*, 3(1), 2053951716631130.
- Knight, M. (2023). *Data Literacy Trends in 2023: Formalizing Programs*. Dataversity. <https://www.dataversity.net/data-literacy-trends-in-2023-formalizing-programs/>
- Koltay, T. (2014). Big data, big literacies? *Читалиште (Čitalište)*, 24, 3-8.
- Linden, J. (2002). Finding, Evaluating and Using Numeric Data. IASSIST 2002 conference, Connecticut.
- Mandinach, E. B., & Gummer, E. S. (2013). A Systemic View of Implementing Data Literacy in Educator Preparation. *Educational Researcher*, 42(1), 30-37. <https://doi.org/10.3102/0013189X12459803>
- Manyika, J., Chui, M., Brown, B., Bughin, J., Dobbs, R., Roxburgh, C., & Byers, A. H. (2011). *Big data: The next frontier for innovation, competition, and productivity*. McKinsey Global Institute.
- Mayer-Schönberger, V., & Cukier, K. (2013). *Big data: A revolution that will transform how we live, work, and think*. Houghton Mifflin Harcourt.
- Mayer-Schönberger, V. (2013). Big data and the end of theory? *Foreign Affairs*, 91(3), 28-40.
- Markham, A. N. (2020). Taking Data Literacy to the Streets: Critical Pedagogy in the Public Sphere. *Qualitative Inquiry*, 26(2), 227-237. <https://doi.org/10.1177/1077800419859024>
- McCosker, A. (2017). Data literacies for the postdemographic social media self. *First Monday*. <https://doi.org/10.5210/fm.v22i10.7307>
- ODI. (2023). *Data Decade homepage [Resmi Web Sitesi]*. <https://www.theodi.org/>
- Palmer, M. (2006). *Data is the New Oil [Blog Website]*. ANA Marketing Maestros. https://ana.blogs.com/maestros/2006/11/data_is_the_new.html
- Panetta, K. (2021). *A Data Literacy Guide For D&A Leaders*. Gartner. <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/a-data-and-analytics-leaders-guide-to-data-literacy>
- Pangrazio, L., & Sefton-Green, J. (2020). The social utility of 'data literacy'. *Learning, Media and Technology*, 45(2), 208-220. <https://doi.org/10.1080/17439884.2020.1707223>
- Pence, H. E. (2014). What is big data and why is it important? *Journal of Educational Technology Systems*, 43(2), 159-171.
- Prado, J. C., & Marzal, M. Á. (2013). Incorporating Data Literacy into Information Literacy Programs: Core Competencies and Contents. *Libri*, 63(2). <https://doi.org/10.1515/libri-2013-0010>
- Rowley, J. (1999). What is knowledge management? *Library Management*, 20(8), 416-420. <https://doi.org/10.1108/01435129910291175>
- Russell Ackoff. (1989). From data to wisdom. *Journal of Applied Systems Analysis*, 16, 3-9.

- Schadt, E. E., Linderman, M. D., Sorenson, J., Lee, L., & Nolan, G. P. (2010). Computational solutions to large-scale data management and analysis. *Nature Reviews Genetics*, 11(9), 647-657. <https://doi.org/10.1038/nrg2857>
- Shields, M. (2005). Information Literacy, Statistical Literacy, Data Literacy. *IASSIST Quarterly*, 28(2), 6. <https://doi.org/10.29173/iq790>
- Silver D, Schrittwieser J, Simonyan K, Antonoglou I, Huang A, Guez A, Hubert T, Baker L, Lai M, Bolton A, Chen Y, Lillicrap T, Hui F, Sifre L, van den Driessche G, Graepel T, Hassabis D. Mastering the game of Go without human knowledge. *Nature*. 2017 Oct 18;550(7676):354-359. doi: 10.1038/nature24270. PMID: 29052630
- Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 104, 333-339. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039>
- Statista. (2022). Global mobile data traffic 2022. Statista. <https://www.statista.com/statistics/271405/global-mobile-data-traffic-forecast/>
- Stobierski, T. (2021). Data Literacy: An Introduction for Business [Üniversite Web Sayfası]. online.hbs.edu/. <https://online.hbs.edu/blog/post/data-literacy>
- Striphas, T. (2015). Algorithmic culture. *European Journal of Cultural Studies*, 18(4-5), 395-412. <https://doi.org/10.1177/1367549415577392>
- Tableau. (2023). Data Literacy | Tableau. Tableau Resmi Sayfası. <https://www.tableau.com/why-tableau/data-literacy>
- Toffler, A., & Toffler, H. (2006). *Revolutionary wealth* (1st pbk. ed). Currency/Doubleday.
- Wiig, K. M. (1999). What future knowledge management users may expect. *Journal of Knowledge Management*, 3(2), 155-166. <https://doi.org/10.1108/13673279910275611>
- Wolff, A., Wermelinger, M., & Petre, M. (2019). Exploring design principles for data literacy activities to support children's inquiries from complex data. *International Journal of Human-Computer Studies*, 129, 41-54. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2019.03.006>
- Zan, Ç. Ö. (2022). Veri okuryazarlığı nedir? · Miuul Not Defteri [Blog Website]. [miuul. https://www.miuul.com/not-defteri/veri-okuryazarligi-nedir](https://www.miuul.com/not-defteri/veri-okuryazarligi-nedir)
- Zuboff, S. (2019). Surveillance capitalism and the challenge of collective action. *New labor forum*, 28(1), 10-29.