

Yıl:2023

Cilt:7

Sayı:2

Year:2023

Vol:7

No:2

**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: 7 • Sayı: 2 • Aralık 2023  
Vol: 7 • No: 2 • December 2023

e-ISSN: 2618 - 5954

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

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

---

Cilt: 7 • Sayı: 2 • Aralık 2023  
Vol: 7 • No: 2 • December 2023

e-ISSN: 2618-5954

**E-mail :** [ybsbb.info@gmail.com](mailto:ybsbb.info@gmail.com)

**Web :** [dergipark.gov.tr/uybisbbd](http://dergipark.gov.tr/uybisbbd)

UYBİSBBD, uluslararası hakemli, uluslararası indeksli, açık erişimli bilimsel bir dergidir



---

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

---

**Kurucu (Founder)**

Dr. Öğr. Üyesi Adem KORKMAZ

**Baş Editör (Editor-in-Chief)**

Dr. Öğr. Üyesi Adem KORKMAZ

**Editörler (Editors)**

Prof. Dr. Aysun COŞKUN

Doç. Dr. Tarık TALAN

Doç. Dr. Selahattin KOŞUNALP

Dr. Öğr. Üyesi Mustafa Mikail ÖZÇİLOĞLU

Dr. Öğr. Üyesi Adem KORKMAZ

Dr. Öğr. Üyesi Ayşe ÇİÇEK KORKMAZ

**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)
Dr. Öğr. Üyesi 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 KARAŞ	(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](mailto: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

### **Tıp Öğrencilerinin Biyoistatistik Sınavında ChatGPT-3.5 ve ChatGPT-4 Performanslarının Karşılaştırılması: Bir Eğitim Asistanı Olarak Artıları ve Eksileri: Kesitsel Çalışma**

*Comparing the Performance of Medical Students, ChatGPT-3.5 and ChatGPT-4 in Biostatistics Exam: Pros and Cons as an Education Assistant: A Cross-Sectional Research*

Makale Türü: Araştırma Makalesi / Paper Type: Research Paper

**Ömer Faruk ASKER & Emrah Gökay ÖZGÜR & Alper ERİÇ & Nural BEKİROĞLU 85-94**

### **Rol Yapma Oyunlarında (RYO) Sanal Karakter Davranışlarını Yönlendirmede Davranış Ağaçlarının (DA) Rolünün ve Etkisinin Analizi**

*Analysis of the Role and Effect of Behavior Trees (DA) in Driving Virtual Character Behaviors in Role-Playing Games (RPG)*

Makale Türü: Araştırma Makalesi / Paper Type: Research Paper

**Ebru ÖZBEK & Hakan AYDIN & Yüksel BAL & Zafer GÜNEY 95-112**

### **Yenilenmiş Cihazlar İçin Endüstri 4.0 Standartları**

*Industry 4.0 Standards for Refurbished Devices*

Makale Türü: Derleme Makalesi / Paper Type: Review Paper

**Özge TUNCER & Muhammed Fatih ALAEDDİNOĞLU 113-127**

### **ALGSL89: Bir Cezayir İşaret Dili Veri Seti**

*ALGSL89: An Algerian Sign Language Dataset*

Makale Türü: Araştırma Makalesi / Paper Type: Research Paper

**Ahmed KHELDOUN & Imene KOUAR & El Bachir KOUAR 128-141**

### **Türk Otel Web Siteleri Üzerine Bir Değerlendirme: EMICA İçin Yeni Bir Bakış Açısı**

*An Evaluation of Turkish Hotel Websites: A New Perspective For EMICA*

Makale Türü: Araştırma Makalesi / Paper Type: Research Paper

**Muhammet Sait AĞ & Kutun KORUYAN 142-156**

### **Metin Madenciliği ve Duygu Analizi Kullanarak Çevrimiçi İncelemelerden Alzheimer İlaçlarına İlişkin Kullanıcı Deneyimlerinin Değerlendirilmesi**

*Evaluating User Experiences of Alzheimer's Drugs from Online Reviews Using Text Mining and Sentiment Analysis*

Makale Türü: Araştırma Makalesi / Paper Type: Research Paper

**İbrahim BUDAK & Günay KILIÇ & Arzu ORGAN 157-167**

# Tıp Öğrencilerinin Biyoistatistik Sınavında ChatGPT-3.5 ve ChatGPT-4 Performanslarının Karşılaştırılması: Bir Eğitim Asistanı Olarak Artıları ve Eksileri: Kesitsel Çalışma

\*\*\*

## Comparing the Performance of Medical Students, ChatGPT-3.5 and ChatGPT-4 in Biostatistics Exam: Pros and Cons as an Education Assistant: A Cross-Sectional Research

Ömer Faruk ASKER<sup>1</sup>   
Emrah Gökay ÖZGÜR<sup>2</sup>   
Alper ERİÇ<sup>3</sup>   
Nural BEKİROĞLU<sup>4</sup> 

DOI:10.33461/uybisbbd.1329650

### Öz

#### Makale Bilgileri

**Makale Türü:**  
Araştırma Makalesi

**Geliş Tarihi:**  
19.07.2023

**Kabul Tarihi:**  
16.09.2023

©2023 UYBISBBD  
Tüm hakları saklıdır.



Araştırmalar, tıp öğrencilerinin biyoistatistik konusundaki bilgi düzeylerinin beklenenden düşük olduğunu göstermiştir. Bu durum biyoistatistik eğitiminde yeni yöntemlerin uygulanması ihtiyacını doğurmaktadır. Bu çalışmanın amacı, ChatGPT'nin biyoistatistik alanında bir eğitim asistanı olarak uygulanabilirliğini değerlendirmektir. ChatGPT, OpenAI tarafından geliştirilmiş bir doğal dil işleme modelidir. Kullanıcılar tarafından sorulan sorulara insan benzeri cevaplar vermekte ve bilgi edinmek için çeşitli alanlarda kullanılmaktadır. ChatGPT, en yeni GPT-4 modeliyle çalışırken, önceki sürüm olan GPT-3.5 halen kullanımdadır. Bu çalışmada da 245 Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi öğrencisinin biyoistatistik performansları, temel biyoistatistik konularını kapsayan bir sınav kullanılarak ChatGPT-3.5 ve ChatGPT-4 ile karşılaştırıldı. SonuçlarElde edilen bulgulara göre ChatGPT-3.5 sınavda %80, ChatGPT-4 ise %100 başarı oranı elde etmiştir. Buna karşılık, öğrenciler %67,9 başarı oranı elde ettiler. Ayrıca ChatGPT-3.5 matematiksel hesaplama gerektiren sorularda sadece %33 başarı oranı kaydederken, ChatGPT-4 bu sorularda %100 başarı oranı elde etmiştir. Sonuç olarak ChatGPT, biyoistatistik alanında potansiyel bir eğitim asistanıdır. Mevcut sürümdeki başarısı önceki sürüme göre önemli ölçüde artmıştır. Yeni sürümler çıktıkça daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** ChatGPT, Biyoistatistik, Eğitim, NLP.

### Abstract

#### Article Info

**Paper Type:**  
Research Paper

**Received:**  
19.07.2023

**Accepted:**  
16.09.2023

©2023 UYBISBBD  
All rights reserved.



Studies have shown that the level of knowledge in biostatistics among medical students is lower than expected. This situation calls for the need to implement new methods in biostatistics education. The aim of this study is to evaluate the feasibility of ChatGPT as an education assistant in biostatistics. ChatGPT is a natural language processing model developed by OpenAI. It provides human-like responses to questions asked by users and is utilized in various fields for gaining information. ChatGPT operates with the latest GPT-4 model, while the previous version, GPT-3.5, is still in use. In this study the biostatistics performance of 245 Marmara University School of Medicine students was compared to ChatGPT-3.5 and ChatGPT-4 using an exam covering basic biostatistics topics. According to findings, ChatGPT-3.5 achieved 80% success rate in the exam, while ChatGPT-4 achieved 100% success rate. In contrast, the students achieved 67.9% success rate. Furthermore, ChatGPT-3.5 only recorded 33% success rate in questions requiring mathematical calculations, while ChatGPT-4 achieved 100% success rate in these questions. In conclusion, ChatGPT is a potential education assistant in biostatistics. Its success has increased significantly in the current version compared to the previous one. Further studies will be needed as new versions are released.

**Keywords:** ChatGPT, Biostatistics, Education, NLP.

**Atıf/ to Cite (APA):** Asker, Ö. F., Özgür, E. G., Eriç, A. & Bekiroğlu, N. (2023). Comparing the Performance of Medical Students, ChatGPT-3.5 and ChatGPT-4 in Biostatistics Exam: Pros and Cons as an Education Assistant: A Cross-Sectional Research. International Journal of Management Information Systems and Computer Science, 7(2), 85-94. DOI: 10.33461/uybisbbd.1329650

<sup>1</sup> omfrkaskr@hotmail.com

<sup>2</sup> Asst. Prof., Faculty of Medicine, Marmara University, emrahgokayozgur@gmail.com

<sup>3</sup> alper.eric10@gmail.com

<sup>4</sup> Prof. Dr. Faculty of Medicine, Marmara University, nural@marmara.edu.tr



## 1. INTRODUCTION

Chat Generative Pre-Trained Transformer (ChatGPT) is an artificial intelligence language model developed by OpenAI that was released on November 30, 2022, as a product of the natural language processing (NLP) subfield of artificial intelligence. Unlike other artificial intelligence models, ChatGPT has been trained with various databases to answer user questions, but it can also respond to consecutive questions, accept, and correct errors in its responses, and refuse to answer inappropriate questions. These properties provide users with a human-like conversation experience. Therefore, ChatGPT's usage has become widespread reaching one million users just five days after its release. 1

It has been working on chatbots for approximately 80 years. Based on the possibility of machines being able to think, humanity has made many chatbot attempts until today. All these chatbots work relying on a system called natural language processing (NLP), which aims to enable machines to understand human language. 2 The latest version of ChatGPT is ChatGPT-4, previous model ChatGPT-3.5 is also available. On March 14, 2023, OpenAI released ChatGPT-4, almost 1 year after ChatGPT-3.5. According to OpenAI, in comparison to GPT-3.5, GPT-4 has an 82% reduced likelihood of replying to queries involving prohibited content. Additionally, GPT-4 exhibits a 40% higher probability of generating accurate answers.3,4

There are numerous studies related to the capabilities of ChatGPT-3.5. Examples include its usability in medical education, 5,6,7,8, interpreting radiology reports 9 and its abilities in mathematics. 10 In contrast, capability studies on ChatGPT-4 are still limited in number. According to information released by OpenAI, ChatGPT-4, which was tested in various fields such as statistics, mathematics, history, and biology, has achieved much higher scores compared to ChatGPT-3.5. 3,4

Biostatistics is a scientific discipline that deals with the application and development of statistical theory and methods in the field of life and health sciences.11 A medical professional must have sufficient knowledge of biostatistics to understand research in the medical literature, interpret statistical results, and increase his/her utilization of the literature. This competency is examined through the concept of Biostatistics.12 The evidence-based medicine, which began to be used in the late 20th century, highlights the need for medical knowledge to be produced based on scientific study and statistically proven data, rather than solely relying on the individual experience and preferences of expert clinicians. In this regard, medical professionals need to have a strong knowledge of biostatistics to use evidence-based medical information.13

There are few studies in the literature that evaluate the level of biostatistical knowledge and literacy of pre-graduate and post-graduate medical students. A literature search was conducted on the Google Scholar database using the keyword groups "biostatistical knowledge" and "medical students" for studies published from 2019 to the present day, and six studies evaluating the biostatistical knowledge levels of students were reviewed. Two of these studies have evaluated the knowledge levels of residents, 14,15 while four have evaluated the knowledge levels of medical students currently enrolled in undergraduate programs. 16,17,18,19 All studies reported that the biostatistical knowledge and literacy levels of students were lower than expected. In this context, some academics have expressed concerns that biostatistical knowledge is not being used accurately enough in published articles, including high-impact factor journals, and that this lack of knowledge leads to the use of incorrect statistical methods.20,21 Therefore, the importance of new learning techniques and programs in biostatistics education has been emphasized.

The success of ChatGPT in various fields, including medicine, has been examined in different studies by applying the same examinations used for students to ChatGPT. For example, in a study conducted in Turkey, the performance of ChatGPT in the field of Anatomy was evaluated using an examination administered to students, and ChatGPT was found to outperform the students.22 However, there is no study available that compares ChatGPT's 3.5 and 4.0 versions or evaluates its performance in the field of biostatistics.

The aim of this study is to compare the success rates of biostatistics questions in the committee exam for Marmara University Medical School students with both ChatGPT-3.5 and ChatGPT-4.5. Thus, the following evaluations will be provided regarding ChatGPT:

- Usability of its responses about biostatistics,
- Its ability to act as an assistant in biostatistics education,
- The competency difference between ChatGPT-3.5 and ChatGPT-4 in the field of biostatistics.

## 2. MATERIAL AND METHOD

In this study, the questions in the first year second term committee exam of Marmara University Medical School were used. 10 biostatistics questions were asked totally in the committee exam. The questions were prepared in English by the faculty members of the Biostatistics Department of Marmara University Medical School. The topics of biostatistics questions were asked in the committee exam were given below as; Principles of Statistical Analysis, Elements of Statistical Inference, Bayes' Theorem, Sampling, Distribution and Estimation, T-Test, Testing Statistical Hypothesis, Types of Errors in Statistical Inference, Probability and Probability Distribution, Parametric and Nonparametric Methods and Introduction to Statistical Analysis.

A total of 245 students participated in the exam, which was performed face-to-face at Marmara University Faculty of Medical School on January 19, 2023. The students' rates of answering the questions correctly were obtained from a software called Corporate Education Management and Planning System (Kurumsal Eğitim Yönetimi ve Planlama Sistemi - KEYPS). KEYPS is a software that provides assessment and evaluation services to various higher education institutions in Turkey, including Marmara University Medical School.<sup>23</sup> After the committee exam, analyses related to the exam are published on the website of KEYPS. The rates of students' answering correctly to each biostatistics question asked in the exam, were obtained.

Each biostatistics question in the exam has been presented to ChatGPT-3.5 and ChatGPT-4 without any modification on February 28, 2023, and March 18, 2023, respectively. The responses and accuracy status provided by ChatGPT were recorded.

## 3. RESULTS

Table 1 displays the topics of the exam with the performance of the students, the performance of ChatGPT-3.5, the performance of ChatGPT-4. As examples of ChatGPT's responses, the first 6 questions of the exam and the answers provided by ChatGPT-3.5 and ChatGPT-4 are shown in Table 2 and Table 3.

In the exam consisting of a total of 10 biostatistics questions, ChatGPT-3.5 answered correctly 8 of these questions, achieving 80% success but ChatGPT-4 answered correctly all the questions, achieving 100% success. However, the average success rate per question for the students was found to be 67.9% (Table 1).

**Table 1.** Topics of questions and performances of students\*, ChatGPT-3.5 and ChatGPT-4 in exam

Question	Topic	Students	ChatGPT-3.5	ChatGPT-4
1	Probability and Probability Distribution	60.73%	True	True
2	Bayes' Theorem	79.35%	False	True
3	Introduction to Statistical Analysis	46.15%	True	True



4	Sampling, Distribution and Estimation	72.47%	True	True
5	Elements of Statistical Interference	87.04%	False	True
6	Testing Statistical Hypothesis	67.61%	True	True
7	Types of Errors in Statistical Inference	62.75%	True	True
8	Parametric and Nonparametric Methods	47.37%	True	True
9	T-Test	68.42%	True	True
10	Principles of Statistical Analysis	87.04%	True	True
<b>AVERAGE SCORE</b>		<b>67.9%</b>	<b>80%</b>	<b>100%</b>

\*Given values for students are average scores of all 245 students.

There was one question per topic, the success rates of the students according to the topics were found to be as follows: Principles of Statistical Analysis 87.04%, Elements of Statistical Inference 87.04%, Bayes' Theorem 79.35%, Sampling, Distribution and Estimation 72.47%, T-Test 68.42%, Testing Statistical Hypothesis 67.61%, Types of Errors in Statistical Inference 62.75%, Probability and Probability Distribution 60.73%, Parametric and Nonparametric Methods 47.37%, and Introduction to Statistical Analysis 46.15% (Table 1).

Out of the 10 questions in the exam, 3 of them required mathematical calculations (Table 2 and Table 3). ChatGPT-3.5 correctly answered only 1 of these 3 questions, resulting in a success rate of 33%. In contrast, ChatGPT-4 correctly answered all questions requiring mathematical calculations, achieving a 100% success rate. The average success rate of students in questions requiring mathematical calculations was found to be 70.8%.

The topics for which ChatGPT-3.5 provided correct answers in the exam are as follows: Probability and Probability Distribution, Introduction to Statistical Analysis, Sampling, Distribution and Estimation, Types of Errors in Statistical Inference, Parametric and Nonparametric Methods, T-Test and Principles of Statistical Analysis. However, topics which ChatGPT-3.5 provided wrong answers are Bayes' Theorem and Elements of Statistical Inference. It was observed that the students gave correct answers at a high rate in the questions where ChatGPT-3.5 answered incorrectly. In contrast, ChatGPT-4 has accurately answered all the questions posed to it and has shown success in all topics.

**Table 2.** Questions 1-3, responses of ChatGPT-3.5 and ChatGPT-4 for these questions

Question*	Responses of ChatGPT-3.5	Responses of ChatGPT-4
<p>1) Which of the information given about the binomial distribution is/are correct?                      I. The experiment consists of n identical trials                      II. The trials are independent                      III. The probability of success on a single trial is equal to p but varies from trial to trial                      A) Only I                      B) Only II                      C) Only III  <b>D) I and II</b>                      E) II and III</p>	<p>The correct answer is D) I and II. The binomial distribution is a discrete probability distribution that describes the number of successes in a fixed number of independent trials, each with the same probability of success. The information given in options I and II are correct. Option I state that the experiment consists of n identical trials. This is true since the binomial distribution applies to situations where there are a fixed number of trials, each of which has the same probability of success. Option II states that the trials are independent. This is also true since the outcome of each trial does not affect the outcome of any other trial. Option III, on the other hand, is not correct. The probability of success is fixed and constant for all the trials in a binomial distribution. It does not vary from trial to trial.</p>	<p>D) I and II, The binomial distribution has the following characteristics: I. The experiment consists of n identical trials. II. The trials are independent. III. The probability of success on a single trial is equal to p and remains constant from trial to trial. Option III is incorrect because the probability of success does not vary from trial to trial in a binomial distribution.</p>
<p>2) In a neighborhood, 80% children were falling sick due flu and 20% due to measles and no other disease. The probability of observing rashes for measles is 0.80 and for flu is 0.05. If a child develops rashes, find the child's probability of having flu.                      A) 0.10                      B) 0.15  <b>C) 0.20</b>                      D) 0.30                      E) 0.40</p>	<p>Let's use Bayes' theorem to solve this problem. Let F be the event that the child has flu, and M be the event that the child has measles. We want to find the probability of having flu given that the child has rashes, i.e., <math>P(F   R)</math>. By Bayes' theorem, we have: <math>P(F   R) = \frac{P(R   F) P(F)}{[P(R   F) P(F) + P(R   M) P(M)]}</math> where <math>P(R   F) = 0.05</math> is the probability of observing rashes given the child has flu, and <math>P(R   M) = 0.80</math> is the probability of observing rashes given the child has measles. Also, we know that <math>P(F) = 0.80</math> is the prior probability of having flu, and <math>P(M) = 0.20</math> is the prior probability of having measles. Substituting the values, we get: <math>P(F   R) = \frac{0.05 \times 0.80}{[0.05 \times 0.80 + 0.80 \times 0.20]} = 0.0667</math> Therefore, the probability of having flu given that the child has rashes is 0.0667, which is approximately 0.07. Therefore, the answer is not one of the given options.</p>	<p>We can use Bayes' theorem to solve this problem. Let F represent flu, M represent measles, and R represent rashes. We want to find <math>P(F R)</math>, which is the probability of having flu given that the child has rashes. Bayes' theorem states: <math>P(F R) = \frac{P(R F) * P(F)}{P(R F) * P(F) + P(R M) * P(M)}</math> We are given the following probabilities: <math>P(F) = 0.80</math> (probability of flu) <math>P(M) = 0.20</math> (probability of measles) <math>P(R F) = 0.05</math> (probability of rashes given flu) <math>P(R M) = 0.80</math> (probability of rashes given measles) Now, substitute the values into the formula: <math>P(F R) = \frac{(0.05 * 0.80)}{(0.05 * 0.80 + 0.80 * 0.20)}</math> <math>P(F R) = \frac{0.04}{0.04 + 0.16}</math> <math>P(F R) = 0.04 / 0.20</math> <math>P(F R) = 0.20</math> The correct answer is: C ) 0.20</p>
<p>3) The average systolic blood pressure of a group of people is 130 with a standard deviation of 16. What is the standardized score (or z- score) of someone with an systolic blood pressure of 122?                      A) 1                      B) -2                      C) 4  <b>D) -0.5</b>                      E) -6</p>	<p>To calculate the z-score, we use the formula: <math>z = \frac{(x - \mu)}{\sigma}</math> where x is the individual's systolic blood pressure, <math>\mu</math> is the population mean systolic blood pressure, and <math>\sigma</math> is the population standard deviation. Substituting the given values: <math>z = \frac{(122 - 130)}{16}</math>, <math>z = -0.5</math> Therefore, the standardized score (or z-score) of someone with a systolic blood pressure of 122 is -0.5. So, the answer is option D) -0.5.</p>	<p>To calculate the z-score, we use the formula: <math>z = \frac{(X - \mu)}{\sigma}</math> where X is the individual's systolic blood pressure, <math>\mu</math> is the average systolic blood pressure, and <math>\sigma</math> is the standard deviation of systolic blood pressure. In this case, <math>X = 122</math>, <math>\mu = 130</math>, and <math>\sigma = 16</math>. <math>z = \frac{(122 - 130)}{16}</math> <math>z = \frac{(-8)}{16}</math> <math>z = -0.5</math> The z-score for someone with a systolic blood pressure of 122 is: D) -0.5</p>

\*True answers of questions are **bold**.

**Table 3.** Questions 4-6, responses of ChatGPT-3.5 and ChatGPT-4 for these questions

Question*	Responses of ChatGPT-3.5	Responses of ChatGPT-4
<p>4) The theoretical probability distribution of any statistic based on samples of size n drawn at random from a population is referred to as .....</p> <p>A) Binomial Distribution            B) Poisson Distribution  <b>C) Sampling Distribution</b>            D) Bernoulli Distribution            E) F-Distribution</p>	<p>The theoretical probability distribution of any statistic based on samples of size n drawn at random from a population is referred to as the "Sampling Distribution". Therefore, the correct answer is C) Sampling Distribution. The binomial distribution applies to situations where there are a fixed number of trials, each of which has the same probability of success. The Poisson distribution is used to model the number of occurrences of rare events. The Bernoulli distribution is a special case of the binomial distribution, which applies when there is only one trial. The F-distribution is used to test the equality of variances of two populations based on sample data.</p>	<p>The theoretical probability distribution of any statistic based on samples of size n drawn at random from a population is referred to as: C) Sampling Distribution</p>
<p>5) Which of the following p values is obtained, the H0 hypothesis is accepted?</p> <p>A) 0.03            B) 0.028            C) 0.001  <b>D) 0.059</b>            E) 0.044</p>	<p>The decision to accept or reject the null hypothesis (H0) based on the p-value depends on the pre-determined significance level (<math>\alpha</math>), which is usually set to 0.05 (5%) in most fields. If the p-value is less than or equal to the significance level (<math>p \leq \alpha</math>), then we reject the null hypothesis and conclude that the alternative hypothesis (H1) is supported. Conversely, if the p-value is greater than the significance level (<math>p &gt; \alpha</math>), then we fail to reject the null hypothesis and conclude that there is not enough evidence to support the alternative hypothesis. Therefore, based on a significance level of 0.05, we would accept the null hypothesis for options D) 0.059 and E) 0.044, since their p-values are greater than 0.05. We would reject the null hypothesis for options A) 0.03, B) 0.028, and C) 0.001, since their p-values are less than or equal to 0.05. In summary: Accept H0 for D) 0.059 and E) 0.04, Reject H0 for A) 0.03, B) 0.028, and C) 0.001</p>	<p>It is important to note that we do not "accept" the null hypothesis (H0); instead, we "fail to reject" it. The p value is compared to a significance level (commonly denoted as <math>\alpha</math>), which is usually set at 0.05. If the p-value is greater than the significance level, we fail to reject the null hypothesis. In this case, only one p-value is greater than 0.05: D) 0.059</p>
<p>6) A researcher wants to evaluate whether there is a difference in the amount of cigarette smoking depending on whether a person is diagnosed with major depression. A total of 100 people with and without depression were included in the study. He determined the amount of smoking of these people and analyzed them. As a result of the statistical analysis, the p value was found to be 0.044.</p> <p>A) <b>Reject H0</b>            B) Fail to accept H1            C) Accept H0            D) Accept H1            E) Fail to reject H1</p>	<p>The p-value is a measure of the evidence against the null hypothesis (H0). A p-value of 0.044 means that there is a 4.4% chance of obtaining the observed results or more extreme results, assuming that the null hypothesis is true. The null hypothesis in this case is that there is no difference in the amount of cigarette smoking between people with and without major depression. The alternative hypothesis (H1) is that there is a difference in smoking behavior between these two groups. The conventional significance level is 0.05. If the p-value is less than or equal to the significance level, then we reject the null hypothesis; otherwise, we fail to reject the null hypothesis. Since the p-value of 0.044 is less than the significance level of 0.05, we can reject the null hypothesis and conclude that there is a statistically significant difference in the amount of cigarette smoking between people with and without major depression. Therefore, the correct answer is A) Reject H0.</p>	<p>The p-value (0.044) is less than the significance level of 0.05, which indicates that there is enough evidence to reject the null hypothesis (H0) in favor of the alternative hypothesis (H1). The correct answer is: A) Reject H0</p>

\*True answers of questions are **bold**.

#### 4. CONCLUSION

Due to its training with a significant amount of data and providing fast and tailor-made responses to user questions, ChatGPT quickly reached many users. Its ability to present relevant information in a dialog format has led to investigations into its effectiveness in various fields, especially for ChatGPT-3.5. The usability and success of ChatGPT in medical education and national medical exams have been observed by researchers.<sup>1,5,6,7,8</sup> A study conducted in Pakistan stated that ChatGPT could be used effectively in medical education, medical research, and clinical management due to its ability to provide learning assistance, personalized education with automatic grading.<sup>6</sup> The success of ChatGPT in the USMLE exam has been examined in three different studies in the literature. According to the results of the studies, the exam scores obtained by ChatGPT and the quality of the answers it generates in response to questions indicate that it can be used as an efficient assistant in medical education.<sup>6,8,24</sup>

According to our study results, ChatGPT-3.5 answered correctly 8 out of the 10 questions. These two questions that ChatGPT-3.5 answered incorrectly, were the second and the fifth questions, which had success rates of 79.35% and 87.04% among students, respectively. Interestingly, these two questions were among the ones with the highest success rates among students. On the other hand, ChatGPT-4 gave correct answers for all the biostatistics questions. Therefore, it seems that the performance of ChatGPT-4 looks better than the previous versions.

ChatGPT-3.5 does not only provide the correct answers to the questions but also gives very helpful explanations even for the questions it answered incorrectly. For example, in first question of the exam (Table 2), ChatGPT-3.5 not only evaluated the veracity of the provided information but also elucidated the reasons for the correctness of the first and second pieces of information and the inaccuracy of the third piece of information. Similarly, in third question (Table 2), which has the lowest average success rate among students, ChatGPT-3.5 has provided the necessary formula and explicated the values in the formula according to the scenario presented in the question. ChatGPT-4 was found to be fully successful, and its explanations were shorter and more informative than ChatGPT-3.5's explanations.

Out of the 10 Biostatistics questions in the Committee exam we used in our study, three were numerical questions that required calculations, while the remaining seven were questions that required interpretation based on knowledge. ChatGPT-3.5 did not make any errors in the interpretation-based questions, but it answered two out of the three numerical questions incorrectly. In a study conducted at the University of Minnesota Law School, 25 ChatGPT-3.5 was presented with both mathematical reasoning and non-mathematically reasoning questions, and it was reported that ChatGPT-3.5 correctly answered 16 out of 31 (51.6%) non-mathematically reasoning questions. In our study, ChatGPT-3.5's success rate in these types of questions was found to be 100%. Additionally, in the Minnesota study, it was reported that ChatGPT-3.5 correctly answered 8 out of 29 (27.5%) mathematically reasoning questions, while in our study, the success rate for similar types of questions was found to be 33.3%. In both studies, ChatGPT's performance on questions requiring mathematical computation was found to be lower. Furthermore, in a study conducted on ChatGPT's performance in mathematics, it was reported that ChatGPT scored lower than an average mathematics graduate.<sup>10</sup> Similarly, in our study, while the average success rate of students in questions requiring mathematical operations was 70.8%, ChatGPT-3.5's success rate was found to be 33.3%. However, ChatGPT-4's success rate was found to be 100%.

According to the results of our study, ChatGPT-4 has demonstrated full success in the basic biostatistics exam. It has a higher performance compared to ChatGPT-3.5 in terms of both the accuracy of the answers given to the questions and the explanatory nature of the answers. In research published by OpenAI, ChatGPT-3.5 and ChatGPT-4 were evaluated in the Advanced Placement (AP) Statistics exam. Similar to our findings, according to OpenAI's research, while ChatGPT-3.5 achieved a 40% success rate, ChatGPT-4 achieved more than 80% success.<sup>3,4</sup>

ChatGPT-3.5 answered the 2nd and 5th questions incorrectly (Table 2). In the 2nd question related to Bayes' theorem, ChatGPT-3.5 recognized that Bayes' theorem should be used even though it was not explicitly mentioned in the question, provided the appropriate formulas, and used the correct numbers in the formula. However, ChatGPT-3.5 made an error in the calculation and gave a result of 0.0667 instead of the correct answer of 0.2 for the operation " $P(F | R) = 0.05 \times 0.80 / [0.05 \times 0.80 + 0.80 \times 0.20]$ ". It seems that ChatGPT-3.5 understands the question correctly but makes a mistake in the calculation. Similarly, in an investigated study of ChatGPT-3.5's success in mathematics, it is reported that ChatGPT understands the question very well but solves it incorrectly.<sup>10</sup>

Another question that ChatGPT-3.5 answered incorrectly was the fifth question (Table 2). In this question, the significance level or the confidence interval was not specified because the students should know that the significance level is 0.05 at maximum, and this is emphasized many times to the students who took the exam in the relevant courses. Therefore, the specification of the confidence interval would not cause a problem. In the explanation related to the question, ChatGPT-3.5 mentioned at the beginning that knowing the alpha value is essential to test null and alternative hypotheses but proceeded by accepting the most commonly accepted value of 0.05. Therefore, adding the lack of a confidence interval value as attachments should not affect ChatGPT-3.5's answer as incorrect. ChatGPT-3.5 has given two different answers to this question: D) 0.059 and E) 0.04. However, the correct answer had to be only 0.059, but ChatGPT-3.5 has also pointed out 0.04 as the correct answer, where it is even less than 0.05. It seems that ChatGPT-3.5's mistake in this question was to compare incorrectly, in particular decimal numbers. However, as a different question, when asked "Is 0.05 smaller than 0.044?", ChatGPT answered that 0.044 is smaller than 0.05.

Both our study and other studies in the literature show that the answers provided by ChatGPT-3.5 regarding mathematical operations can be misleading. However, the performance of ChatGPT-4 was better than ChatGPT-3.5, at least, based on the results of the biostatistics exam, although ChatGPT-4 still needs further training, we can say that it has reached a sufficient level of AI learning. Due to its ability to make comments related to biostatistics, select appropriate tests, and have a good command of basic biostatistics concepts, it can be beneficial to use ChatGPT as an education assistant in biostatistics education. Providing comprehensive and understandable explanations to questions can facilitate students' understanding of questions that they are confused about in relation to biostatistics.

It should not be forgotten that the main components of ChatGPT are the actor and critic models, which are trained using reinforcement learning with human feedback (RLHF). Therefore, even though ChatGPT is trained on large data, there is often the possibility of errors or oversights during the training process, and the training data itself may contain inaccurate information. In addition, in terms of educators, the fact that students can easily access ready-made information may harm their problem-solving and thinking skills. Relying solely on language models for homework, exams, or research can result in both unprogressive and uniform responses and ethical violations. However, another important point to remember is that ChatGPT, as an artificial intelligence language model, cannot access real-time information and its database is only up to date until a certain point. Therefore, it cannot provide direct information about current events or data. Instead, it can help us with information from the past and guide us on how to access up-to-date information.

The most significant limitation of this study is that ChatGPT receives regular updates, and its capabilities as a natural language processing model may vary across different versions. Since ChatGPT is a software that continuously updates and expands its database with each update, future versions of ChatGPT will be at a more advanced level than its current state. Therefore, the achievements of advanced versions of ChatGPT should also be considered in future studies. Additionally, the usability of natural language processing technologies other than ChatGPT in biostatistics education should be evaluated. The accessibility of different technologies by students can also enhance the efficiency of utilizing these technologies.

In conclusion, as it can be understood from the correct and comprehensive answers given to the questions, especially with the explanations created by ChatGPT-4, language models are promising in the field of education as students can obtain more detailed information and reveal their own experiences. The use of this technology in combination with traditional biostatistics teaching methods can provide advantages for both the educator and the student. Based on this, it is thought that ChatGPT has the possibility of being used as a training assistant in the field of biostatistics.

## REFERENCES

- Bhat YA, Saeed G, Sahel SG, Almesned A, Alqwaee A, Al-Akhfash A. 2022. Evaluation of Basic Statistical Knowledge Among Medical Residents Published Article. *Cardiology & Vascular Research*.
- Brearley AM, Rott KW, Le LJ. 2023. A Biostatistical Literacy Course: Teaching Medical and Public Health Professionals to Read and Interpret Statistics in the Published Literature. *Journal of Statistics and Data Science Education*.
- Celik Y. 2019. The Importance of Biostatistical Methods in the “Evidence-Based Medicine”. *International Journal of Basic and Clinical Studies (IJBCS)*. 8(1):1-7.
- Chiang CL, Zelen M. 1985. What Is Biostatistics?. *Biometrics*. 41(3):771.
- Choi JH, Hickman KE, Monahan A, Schwarcz DB. ChatGPT Goes to Law School. 2023. Minnesota Legal Studies Research Paper No. 23-03. [accessed 2023 March 26]. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4335905>.
- Couture F, Nguyen DD, Bhojani N, Lee JY, Richard PO. 2020. Knowledge and confidence level of Canadian urology residents toward biostatistics: A national survey. *Canadian Urological Association Journal*. 14(10).
- Frieder S, Pinchetti L, Griffiths RR, Salvatori T, Lukasiewicz T, Petersen PC, Chevalier, A, Berner J. 2023. Mathematical Capabilities of ChatGPT (Version 1). arXiv:2301.13867 [accessed 2023 March 26]
- Gilson A, Safranek CW, Huang T, Socrates V, Chi L, Taylor RA, Chartash D. 2023. How Does ChatGPT Perform on the United States Medical Licensing Examination? The Implications of Large Language Models for Medical Education and Knowledge Assessment. *JMIR Medical Education*, 9:e45312.
- GPT-4 is OpenAI’s most advanced system, producing safer and more useful responses. 2023. California: OpenAI; [accessed 2023 March 26]. <https://openai.com/product/gpt-4>.
- GPT-4. 2023. California: OpenAI; [Accessed 2023 March 26]. <https://openai.com/research/gpt-4>.
- Gruzieva TS, Stuchynska NV, Inshakova HV. 2020. Research on the effectiveness of teaching biostatistics of future physicians. *Wiadomości Lekarskie*. 73(10):2227–2232.
- Hanif A, Ajmal T. 2011. Statistical Errors in Medical Journals (A Critical Appraisal). *Annals*. 17(2):178-182.
- Jeblick K, Schachtner B, Dextl J, Mittermeier A, Stüber AT, Topalis J, Weber T, Wesp P, Sabel B, Ricke J, Ingrisich M. 2022. ChatGPT Makes Medicine Easy to Swallow: An Exploratory Case Study on Simplified Radiology Reports (Version 1). arXiv.2212.14882. [accessed 2023 March 26]
- KEYPS: Kurumsal Egitim Yonetim ve Planlama Sistemi. 2023. Ankara: KEYPS; [accessed 2023 March 26]. [www.keyps.com.tr/](http://www.keyps.com.tr/).
- Khan RA, Jawaid M, Khan AR, Sajjad M. 2023. ChatGPT - Reshaping medical education and clinical management. *Pakistan Journal of Medical Sciences*, 39(2).

- Kung TH, Cheatham M, Medenilla A, Sillos C, De Leon L, Elepaño C, Madriaga M, Aggabao R, Diaz-Candido G, Maningo J, Tseng V. 2023. Performance of ChatGPT on USMLE: Potential for AI-assisted medical education using large language models. *PLOS Digital Health*, 2(2):e0000198.
- Kurian N, Cherian JM, Sudharson NA, Varghese KG, Wadhwa S. 2023. AI is now everywhere. *British Dental Journal*, 234(2): 72–72.
- Mbakwe AB, Lourentzou I, Celi LA, Mechanic OJ, Dagan A. 2023. ChatGPT passing USMLE shines a spotlight on the flaws of medical education. *PLOS Digital Health*. 2(2):e0000205.
- Msaouel P, Kappos T, Tasoulis A, Apostolopoulos AP, Lekkas I, Tripodaki ES, Keramaris NC. 2014. Assessment of cognitive biases and biostatistics knowledge of medical residents: a multicenter, cross-sectional questionnaire study. *Medical Education Online*. 19(1):23646.
- Singh JP, Neupane S, Mehta RK, Deo GP. 2022. Assessing undergraduate students' knowledge regarding application of biostatistics in research at medical college. *Journal of Chitwan Medical College*. 12(2):3–5.
- Taecharunroj V. 2023. “What Can ChatGPT Do?” Analyzing Early Reactions to the Innovative AI Chatbot on Twitter. *Big Data and Cognitive Computing*, 7(1):35
- Talan, T. & Kalıncara, Y. (2023). The Role of Artificial Intelligence in Higher Education: ChatGPT Assessment for Anatomy Course. *Uluslararası Yönetim Bilişim Sistemleri ve Bilgisayar Bilimleri Dergisi*, 7(1), 33-40. DOI: 10.33461/uybisbbd.1244777
- Tomak L, Civanbay H. 2022. Evaluation of biostatistics knowledge and skills of medical faculty students. *Journal of Experimental and Clinical Medicine*. 19(3):620–627.
- Vera-Ponce VJ, Torres-Malca JR, La Cruz-Vargas JAD, Zuzunaga Montoya FE, Chavez P H, Talavera-Ramirez JE, Cruz-Ausejo L. 2022. Analysis of Statistical Knowledge of Peruvian Medical Students: A Cross-Sectional Analytical Study Based on a Survey. *International Journal of Statistics in Medical Research*. 11:59–65.
- Wang X, Gong Z, Wang G, Jia J, Xu Y, Zhao J, Fan Q, Wu S, Hu W, Li X. 2023. ChatGPT Performs on the Chinese National Medical Licensing Examination.



# Rol Yapma Oyunlarında (RYO) Sanal Karakter Davranışlarını Yönlendirmede Davranış Ağaçlarının (DA) Rolünün ve Etkisinin Analizi

\*\*\*

## Analysis of the Role and Effect of Behavior Trees (DA) in Driving Virtual Character Behaviors in Role-Playing Games (RPG)

Ebru ÖZBEK<sup>1</sup> 

Hakan AYDIN<sup>2</sup> 

Yüksel BAL<sup>3</sup> 

Zafer GÜNEY<sup>4</sup> 

DOI:10.33461/uybisbbd.1340190

### Öz

#### Makale Bilgileri

**Makale Türü:**  
Araştırma Makalesi

**Geliş Tarihi:**  
09.08.2023

**Kabul Tarihi:**  
18.09.2023

©2023 UYBİSBBD  
Tüm hakları saklıdır.



Rol yapma oyunları (RYO), bir bilgisayar oyununda sanal bir karakterin kontrol edilmesine dayanan bir oyun türüdür. Günümüzün dinamik oyun dünyasında, oyuncuların karakterlerin gelişimini şekillendirmesi, hikâyenin seyrini etkilemesi ve oyun evrenindeki kararları belirlemesi gibi unsurlar, RYO türünün temel özelliklerini oluşturur. Davranış ağacı (DA), bilgisayar oyunları gibi uygulamalarda karakterlerin veya nesnelerin davranışlarını yönlendirmek için kullanılan hiyerarşik ve yapılandırılmış bir programlama modelidir. Bu çalışmada, Sanal Gerçeklik (SG) ortamında RYO türünde DA'ların kullanımının sanal karakter gelişimindeki, hikâye ilerlemesindeki ve oyuncu kararlarının yönlendirilmesindeki rolünün ve etkisinin analiz edilmesi amaçlanmıştır. Çalışmanın temel motivasyonu, DA'ların RYO oyunlarında kullanımının, oyuncu deneyimini dinamik olarak şekillendirerek zenginleştirileceği oluşturmaktadır. Bu motivasyon DA modelinin diğer oyun türlerinde olduğu gibi RYO türünde de oyuncuların karakterlerin davranışlarını etkileyerek daha kişisel bir deneyim yaşamalarını ve oyun deneyimini arturmalarını sağlayabileceğine dayanmaktadır. Bu bağlamda çalışmamızda UNITY 3D ortamında geliştirilen bir RYO oyunu üzerinde (VR-RPG-GAME) gerçekleştirilen deneylerle test edilmiş ve deneylerden elde edilen veriler analiz edilmiştir. Söz konusu deneylerde, oyuncuların karakterlerin karar verme yetenekleri, hikâye ilerlemesi, düşman etkileşimi ve karakter gelişimi üzerindeki etkilerinin analiz edilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada DA'ların RYO oyun deneyimi üzerindeki gerçek etkisini anlamak için sistematik bir yaklaşım benimsenmiştir. VR-RPG-GAME'in geliştirilmesinde C# programlama dili, DA kütüphaneleri ve eklentileri, SG teknolojisi, UNITY Asset Store ve grafik tasarım araçları kullanılmıştır. Bu çalışmanın özellikle RYO türünün kullanıcılar tarafından DA tabanlı olarak geliştirilmesi açısından bilgisayar oyun teknolojisi çalışma alanına katkı sağlayacağı değerlendirilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** RYO Oyunları, Davranış Ağaçları, Sanal Gerçeklik, Bilgisayar Oyunları, UNITY 3D.

### Abstract

Role-playing games (RPG) are a type of game based on controlling a virtual character in a computer game. In today's dynamic game world, elements such as the players shaping the development of the characters, influencing the course of the story and determining the decisions in the game universe constitute the main features of the RPG genre. Behavior tree (DA) is a hierarchical and structured programming model used to guide the behavior of characters or objects in applications such as computer games. In this study, it is aimed to analyze the role and effect of the use of DAs in the RPG genre in the Virtual Reality (VR) environment in the development of virtual characters, story progression and directing player decisions. The main motivation of the study is that the use of DAs in RPG games will enrich the player experience by dynamically shaping it. This motivation is based on the fact that the DA model can provide a more personal experience and increase the game experience by influencing the behavior of the characters in the RPG genre, as in other game genres. In this context, in our study, a RPG game (VR-RPG-GAME) developed in the UNITY 3D environment has been tested with experiments and comprehensive game data made within the scope of the results obtained from the experiments have been analyzed. In these experiments, it was aimed to analyze the effects of the players on the decision-making abilities of the characters, story progression, enemy interaction and character development. A systematic approach was adopted in the study to understand the true impact of DAs on the RPG gaming experience. C# programming language, DA libraries and plugins, SG technology, UNITY Asset Store and graphic design tools were used in the development of VR-RPG-GAME. It is considered that this study will contribute to the field of computer game technology, especially in terms of the development of RPG by users as DA-based.

**Keywords:** RPG Games, Behavior Trees, Virtual Reality, Computer Games, UNITY 3D.

**Atıf to Cite (APA):** Özbek E., Aydın H., Bal Y. & Güney Z., (2023). Rol Yapma Oyunlarında (RYO) Sanal Karakter Davranışlarını Yönlendirmede Davranış Ağaçlarının (DA) Rolünün ve Etkisinin Analizi. Uluslararası Yönetim Bilişim Sistemleri ve Bilgisayar Bilimleri Dergisi, 7(1), 95-112. DOI:10.33461/uybisbbd.1340190

<sup>1</sup> Dr. Öğr. Üyesi, Mühendislik Fakültesi, İstanbul Topkapı Üniversitesi, hakanaydin@topkapi.edu.tr, İstanbul, Türkiye.

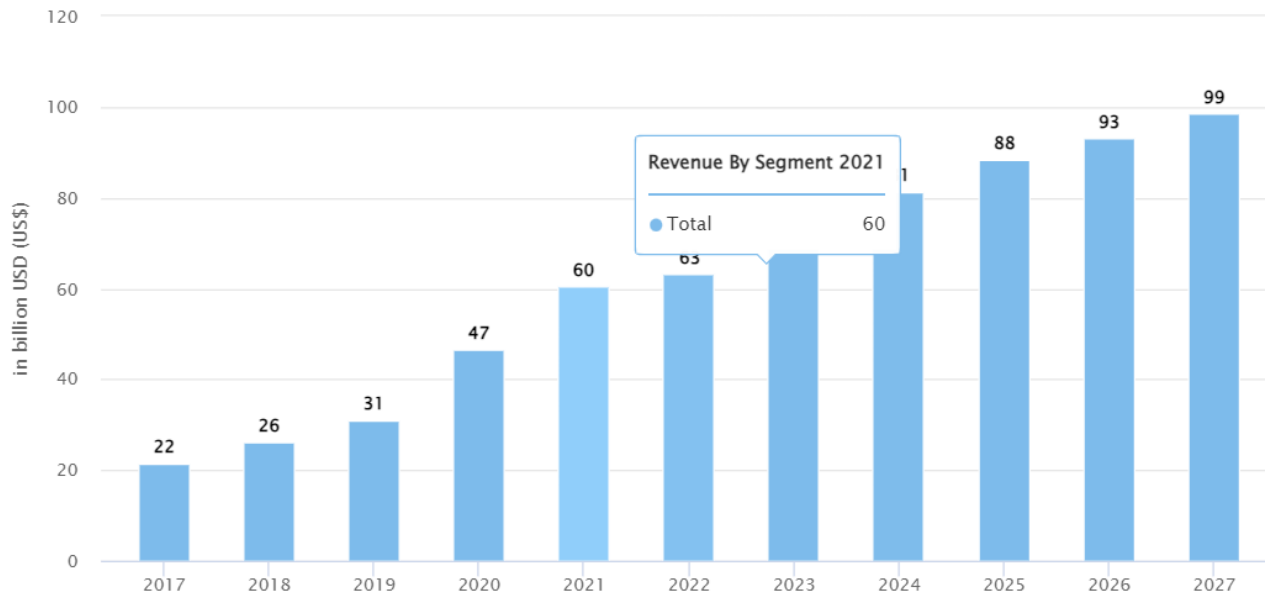
<sup>2</sup> Yüksek Lisans, Mühendislik Fakültesi, İstanbul Topkapı Üniversitesi, eebruozbek@gmail.com, İstanbul, Türkiye.

<sup>3</sup> Dr. Öğr. Üyesi, Mühendislik Fakültesi, İstanbul Topkapı Üniversitesi, yukselbal@topkapi.edu.tr, İstanbul, Türkiye.

<sup>4</sup> Dr. Öğr. Üyesi, Mühendislik Fakültesi, İstanbul Topkapı Üniversitesi, zaferguney@topkapi.edu.tr, İstanbul, Türkiye.

## 1. GİRİŞ

Rol yapma oyunları (RYO), bir oyun dünyasında sanal bir karakteri kontrol etmeyi içeren bir bilgisayar oyunu türüdür. RYO türü, oyuncuların bir karakteri kontrol ettiği, hikâye ilerletmeye ve karar vermeye dayalı oyunlardır (Hitchens ve diğ., 2008). RYO'ların temel özelliği, oyunculara geniş bir özgürlük ve katılım sağlamasıdır. Bu oyun türünde oyuncular, karakterlerini geliştirme, yeteneklerini artırma, ekipman toplama ve hikâyeyi ilerletme gibi unsurları yönlendirebilmektedirler. Bu tür oyunlarda, oyuncular genellikle karakterlerini belirli sınıflara veya yeteneklere sahip olarak başlatabilmekte ve daha sonra oyun içindeki seçimlerine göre karakterlerini şekillendirebilmektedirler. Oyundaki hikâye ilerledikçe, oyuncular farklı görevleri tamamlayabilmekte, örneğin düşman oyuncu karakterler ile savaşabilmekte ve diyaloglarla etkileşimde bulunmak suretiyle oyun dünyasını keşfedebilmektedirler. Bu oyun türünde oyuncuların kararları, hikâyenin seyrini etkileyebilmektedir. RYO'lar genellikle derinlemesine hikâye anlatımı, karakter gelişimi ve oyuncunun seçimlerine dayalı etkileşim gibi özelliklere odaklanmaktadır. RYO türü, oyunculara kendi oyun deneyimlerini şekillendirebilme ve oyuncuların kendilerini oyundaki karakterlerin yerine koyabilme yeteneğini de oyuncularına sunabilmektedir. Şekil 1'de sunulduğu üzere RYO türünün oyun pazarındaki toplam gelirinin 2022 yılında 63 milyar ABD dolarına ulaşması, bu oyun türünün 2022-2027 yılları arasındaki yıllık büyüme oranının %8.37 olarak gerçekleşmesi ve 2027 yılında pazar hacmi 99 milyar ABD dolarını aşması öngörülmektedir (Statistica, 2023).



Şekil 1: Dünya Geneli RYO Oyun Pazarı.

Davranış Ağaçları (DA), bir organizmanın veya nesnenin davranışlarını yönlendirmek için kullanılan hiyerarşik ve ağaç şeklinde bir yaklaşımdır. Bir DA, davranışların hiyerarşik bir şekilde düzenlenmesine izin veren, başlangıçta geniş bir görevi karmaşıklığı azaltılmış birkaç alt ağaçta ayrıştıran bir yapıdır (Nicolau ve diğ., 2016). DA'lar, özellikle YZ alanında, oyun ve robotik gibi çeşitli alanlarda kullanılan önemli bir programlama modelidir (Colvin ve diğ., 2007). DA'lar özellikle video oyunlarında karakterlerin ve düşmanların YZ'lerinin yönlendirilmesinde yaygın olarak kullanılan bir programlama modelidir (Champanand ve diğ., 2010). DA'ların bilgisayar oyunlarında genellikle bir olayın veya durumun gerçekleştiğinde hangi davranışın uygulanacağını belirlemek için kullanıldığı görülmektedir. DA ağaç yapısı, karar düğümlerini içerir ve her düğüm, belirli bir koşulu veya durumu temsil eder. Bu sayede ilgili DA düğümleri arasındaki ilişkiler, koşullar ve alt düğümler aracılığıyla programlama mantığı oluşturulabilmektedir. Bu durum oyun dünyasında karakterlerin daha gerçekçi ve öngörülebilir davranışlar sergilemelerini olanak sağlamaktadır. DA'lar, oyun

geliştirme süreçlerinde karakterlerin akıllıca ve tutarlı bir şekilde davranmalarını sağlamak amacıyla kullanıldığı gibi, robotik, simülasyon ve YZ uygulamalarında da kullanılabilir. DA'lar, bilgisayar oyunlarında modüler YZ'yi etkinleştirmek için bir araç olarak icat edildi, ancak son on yılda robotik camiasında artan miktarda ilgi gördü (Iovino ve diğ., 2022).

Sanal gerçeklik (SG), bilgisayar tarafından oluşturulan üç boyutlu bir simülasyon ortamında kullanıcının duygusal olarak algıladığı ve etkin bir şekilde kontrol edebildiği bir sistemdir (Kayabaşı, 2002). Bu bağlamda SG, kullanıcının gerçek dünyada olmadığı bir ortamı deneyimlemesini sağlayan bir teknolojidir. SG teknolojilerinin seri üretimi ve oyun sektöründe kullanılmaya başlanmasının 1990'lı yıllarda başladığı görülmektedir. Bu teknoloji genellikle gözlük veya başlık gibi cihazlar aracılığıyla kullanıcıya gerçek dünyadan izole bir deneyim sunar. SG, kullanıcının tamamen farklı bir ortama adım atmasını sağlar ve etkileşimde bulunduğu sanal dünyayı gerçekmiş gibi algılamasına yardımcı olur. Bilgisayar oyunlarında SG teknolojisi oyuncunun oyun dünyasına daha derinlemesine girmesini sağlayan bir deneyim sunmak için kullanılmaktadır. SG teknolojisi sayesinde oyuncular, oyun dünyasında sanki gerçek bir karakter gibi hareket edebilir, etkileşimde bulunabilir ve oyunun içine daha fazla dahil olabilir.

Bu çalışmada RYO türünde DA'ların kullanımının sanal karakterlerin evriminde, hikâyenin ilerlemesinde ve oyuncu kararlarının yönlendirilmesindeki rolünün ve etkilerinin sistematik bir şekilde analiz edilmesi amaçlanmıştır. Çalışmanın motivasyonunu "DA'ların RYO oyunlarında kullanımı, oyuncu deneyimini dinamik bir biçimde şekillendirerek zenginleştirir." şeklindeki ifade oluşturmaktadır. Bu motivasyon, oyuncuların karakter davranışlarını etkileyerek daha bireysel ve derinlemesine bir deneyim yaşamalarını sağlayabileceğini ve bunun sonucunda oyun deneyiminin katmanlarını artırabileceğine dayanmaktadır. Bu bağlamda çalışmamızda UNITY 3D ortamında geliştirilen bir RYO oyunu üzerinde (VR-RPG-GAME) DA modeli gerçekleştirilen deneylerle test edilmiştir. Çalışma kapsamında gerçekleştirilen deneylerde, oyuncuların karakterlerin karar alma yeteneklerinin, hikâyenin seyrinin, düşmanlarla etkileşimin ve karakter gelişiminin analitik bir şekilde değerlendirilmiştir. Deney sonuçlarına uygun olarak yapılan kapsamlı oyun verileri analizinde oyuncuların oyunu oynarken yaptıkları seçimler, karakter gelişimini etkileyen tercihleri ve hikâye ilerlemesini şekillendiren kararları değerlendirilmiştir. Bu verilere dayanarak, DA'nın kullanımının RYO türündeki oyuncu deneyimi üzerindeki etkisi istatistiksel olarak analiz edilmiştir. Deneylerde DA kullanıldığında oyuncuların daha fazla seçim yapma eğiliminde olup olmadığı veya hikâye ilerlemesinin daha akıcı olup olmadığını incelenmiştir. VR-RPG-GAME'in geliştirilme sürecinde C# programlama dilinde DA kütüphaneleri ve eklentileri, SG teknolojisi, UNITY Asset Store'un kaynakları ve grafik tasarım araçları aktif bir biçimde kullanılmıştır.

Bu araştırmanın başlıca katkıları şu şekilde ifade edilebilir:

- DA'ların RYO karakter davranışlarını nasıl yönlendirdiği ve bu oyun türünün temel özellikleri açıklanmaktadır.
- Özellikle DA'ların RYO oyunlarında oyuncu deneyimini dinamik bir şekilde zenginleştirme potansiyeline vurgu yapılmaktadır.
- UNITY 3D ortamında gerçekleştirilen deneylerle DA kullanımının RYO oyunlarının oyuncu kararları, hikâye ilerlemesi ve karakter gelişimi üzerindeki etkileri analiz edilmektedir.
- Bu çalışmanın, RYO oyunlarının DA tabanlı olarak geliştirilmesine ve bilgisayar oyun teknolojisi alanına katkı sağlayabileceği değerlendirilmektedir.

Çalışmanın 2'inci bölümünde literatür taramamız kapsamında incelenen ilgili çalışmalar, 3'üncü bölümde araştırmaya ilişkin materyal ve metot anlatılmış, 4'üncü bölümde çalışmada gerçekleştirilen deneysel sonuçlar açıklanmış ve son bölümde çalışmaya ilişkin sonuç ve değerlendirmelere yer verilmiştir.

## 2. İLGİLİ ÇALIŞMALAR

Literatürde RYO teknolojisi bazında dijital oyun geliştirme kapsamında yapılmış farklı çalışmaların mevcut olduğu görülmektedir. McHugh (2007) tarafından yapılan çalışmada DA modelinin üç farklı yaklaşımı anlatılmaktadır. Bu üç yaklaşım, DA'ların nasıl tasarlandığı, yönetildiği ve uygulandığı konusunda farklı stratejiler sunmaktadır. Makalede, her yaklaşımın avantajları, dezavantajları ve uygulama alanlarına dair bilgiler verilmektedir. Champandard (2007) tarafından yapılan çalışmada gelecek nesil oyun YZ'sı için DA'lar ele alınmıştır. Söz konusu çalışmada yazarlar DA'ların oyun geliştiricilerinin daha etkili ve esnek bir şekilde YZ sistemleri tasarlamalarına yardımcı olan önemli bir araç olduğu vurgulanmıştır. Lim vd. (2010) tarafından yapılan çalışmada ticari bir oyun olan DEFCON isimli oyun için DA'ların evrimsel hesaplama yöntemiyle geliştirilmesi ele alınmıştır. DEFCON oyunu, gerçek zamanlı bir strateji oyunudur ve YZ düşmanları bu oyunda belirli davranışlarla hareket etmelidir. Çalışmada, DEFCON oyununda YZ düşmanları için DA'lar kullanılarak, evrimsel hesaplama yöntemiyle oyuncu davranışları geliştirilmiş ve optimize edilmiştir. Yani, YZ düşmanlarına önceden belirlenmiş davranışlar yerine, evrim süreciyle uygun davranışlar atanmıştır. Söz konusu makalede, DA'ların evrimsel hesaplama yöntemiyle nasıl geliştirildiği, evrim sürecinin nasıl uygulandığı ve DEFCON oyununda YZ düşmanlarının performansının nasıl değerlendirildiği açıklanmıştır. Bu bağlamda söz konusu çalışma, DEFCON gibi ticari oyunlarda YZ düşmanları için DA ile otomatik davranış oluşturma ve geliştirme önemini ortaya koymuştur. Perez ve diğ. (2011) tarafından yapılan çalışmada, Mario oyunu için DA'ların evrimsel hesaplama ile geliştirilmesi ele alınmıştır. Yazarlar söz konusu çalışmalarında evrimsel hesaplama yöntemi olan "grammatical evolution" kullanılarak, DA'ları yapısal olarak kodlamışlardır. Nicolau ve diğ. (2016) tarafından yapılan araştırmada, Mario oyun platformu üzerinde DA yapılarının evrimsel hesaplama sistemi ile geliştirilmesi incelenmiştir. Sekhavat (2017) tarafından yapılan çalışmada, DA'ların temel işleyişi ve oyun YZ'sı alanındaki kullanımını araştırılmış ve oyun karakterlerinin farklı durumlar altında nasıl tepki vereceğini belirlemek ve karmaşık davranışları daha etkili bir şekilde tasarlamak için bu yöntemin nasıl kullanılabileceği tartışılmaktadır. Edwards ve diğ. (2019) tarafından yapılan çalışmada RYO oyunlarını konu alan çalışmalar incelenmiş ve çalışma neticesinde etkileşimli çevresel, sosyal, kültürel ve ekonomik zorlukları kapsayan karmaşık sorunların ele alınmasında RYO oyunlarını önemli roller üstlenebileceği vurgulanmıştır. Sagredo-Olivenza ve diğ. (2017) tarafından yapılan çalışmada platform tarzı video oyunlarında otonom karakterlerin davranışlarını yönlendirmek için evrimsel DA yaklaşımlarının nasıl kullanılabileceği incelenmiştir. Söz konusu çalışmada platform tarzı oyunlardaki otonom karakterlerin doğru ve akıllıca davranışlar sergilemelerinin önemini ele almaktadır. Yazarlar çalışmalarında ortaya koydukları yaklaşımda evrimsel algoritmaların ve davranış ağaçlarının kombinasyonunu kullanarak karakter davranışlarının otomatik olarak optimize edilmesini amaçlamışlardır. Barton ve diğ. (2019) tarafından yapılan çalışmada, bilgisayar RYO oyun tarihi ele incelenmiştir. Söz konusu çalışmada yazarlar RYO türünün gelişimini, önemli dönüm noktalarını ve bilgisayar oyunlarının evrimini kapsamlı bir şekilde incelemişlerdir. Söz konusu çalışma, bilgisayar oyunları tarihindeki önemli dönemlerden biri olan RYO türünün kökenlerini ve evrimini anlamak için bir kaynak sunmaktadır. Söz konusu çalışmada yazarlar, RYO türünün ortaya çıkışından itibaren nasıl geliştiğini ve popülerlik kazandığını, teknolojik ilerlemelerin ve oyun tasarımının nasıl etkilediğini detaylı bir şekilde açıklamaktadır. Akpınar (2021) tarafından yapılan çalışmada RYO oyun türlerini oynayan öğrencilerde oyun bağımlılıkları incelenmiştir. Söz konusu çalışmada akademik algısı orta ve yüksek olan öğrencilerin psikolojik sağlamlılıklarının daha fazla olduğu ortaya konmuş ve aksiyon, strateji, simülasyon, platform, dövüş ve RYO oyun türlerini oynayan öğrencilerde oyun bağımlılıklarının daha yüksek olduğu görüldüğü belirtilmiştir. Bakan (2019) tarafından yapılan çalışmada RYO oyunu karakterlerinin cinsiyet ve etnik stereotipleri ile ırk, cinsiyet, vücut tipleri, cinsel tasvir, kıyafetleri gibi değişkenler arasında bir ilişki olup olmadığı araştırılmıştır. Söz konusu çalışmada yazarlar tarafından 107 RYO oyununda yer alan toplam 273 (% 46,2) erkek ve 318 (% 53,8) bayan karakter incelenmiştir. Söz konusu çalışmada yapılan ki-kare analizinin sonuçları, bağımlı ve bağımsız değişkenler arasında anlamlı farklılık olduğunu göstermiştir. Arenas ve diğ. (2022) tarafından yapılan çalışmada RYO oyunlarının ruh sağlığı alanında terapötik kullanımı araştırılmıştır. Söz konusu çalışmada araştırmacılar, RYO oyunlarının mental sağlık alanında nasıl kullanımını, potansiyel faydalarını ve etkilerini değerlendirmişlerdir.

Winardy ve diğ. (2023) tarafından yapılan çalışmada eğitimde rol yapma ve rol yapma oyunları karşılaştırılmıştır. Boysen ve diğ. (2023) tarafından yapılan çalışmada öğretmen adaylarının masaüstü RYO türü üzerinden uzmanlık becerileri değerlendirmiş ve bu oyunları öğretmenlik eğitiminde kullanmanın potansiyeli araştırılmıştır. Söz konusu çalışmada masaüstü RYO türünü oynayan öğretmen adaylarına bu oyun türünün mesleki gelişim açısından olumlu katkılar sağlayabileceği belirtilmektedir.

Literatürde incelenen örnek çalışmalar arasında DA'ların oyun geliştiricilerine YZ sistemlerini daha etkili bir şekilde tasarlama konusunda nasıl yardımcı olabileceği üzerine McHugh (2007) tarafından yapılan çalışma gösterilebilir. Ayrıca literatürde DA'ların evrimsel hesaplama yöntemleriyle nasıl geliştirilebileceğine dair Lim ve diğ. (2010) ile Perez ve diğ. (2011) tarafından s,yapılan araştırmalar gösterilebilir. Ayrıca RYO oyunlarının tarihsel gelişimi üzerine Barton ve diğ. (2019) tarafından ve ayrıca RYO oyunlarının ruh sağlığı alanında terapötik kullanımı üzerine de başka bir çalışmanın Arenas ve diğ. (2022) yapılmış olduğu görülmektedir. Bu örnek çalışmalar, DA'ların karakter davranışları, oyuncu deneyimi ve hikâye ilerlemesi üzerindeki etkilerini anlamamıza yardımcı olabilir. Ancak bu çalışma, incelenen çalışmalardan farklı olarak özellikle RYO türündeki oyunlarda kullanılan DA'ların rolünü ve etkisini incelemektedir. RYO oyunlarının temel özellikleri, karakter gelişimi, hikâye ilerlemesi ve oyuncu kararlarının şekillendirilmesi gibi unsurlarını içermektedir. DA'lar ise bu tür oyunlarda karakterlerin davranışlarını yönlendirmek için kullanılan bir programlama modelidir. İncelenen diğer çalışmalardan farklı olarak bu çalışmanın temel motivasyonu, DA'ların RYO oyunlarında kullanımının oyuncu deneyimini dinamik bir şekilde zenginleştireceği fikrine dayanmaktadır. Yapılan deneyler UNITY 3D ortamında geliştirilen bir RYO oyunu üzerinde gerçekleştirilmiş ve oyuncuların karakter kararları, hikâye ilerlemesi, düşman etkileşimi ve karakter gelişimi üzerindeki etkileri analiz edilmiştir.

### 3. MATERYAL VE METOT

#### 3.1. Rol Yapma Oyunları (RYO)

RYO türü, hayal gücü, hikâye anlatımı, karakter gelişimi, keşif ve strateji gibi önemli unsurları bir araya getiren bir bilgisayar oyun türüdür. Bu oyun türü, oyuncularına kendi karakterlerini oluşturabilme özgürlüğünü vermektedir. Böylelikle bu oyun türünde oyuncular oyun karakteriyle genellikle sanal bir hikâye evreninde maceralara atılabilmektedirler. Bu oyun türünün en belirgin özellikleri arasında, oyuncuların kendi karakterlerini özelleştirme ve geliştirme yeteneği gösterilebilir. RYO türünün zaman içerisinde “Dungeons and Dragons” ile ortaya çıkan geleneksel kalem ve kâğıt formundan, yüzlerce kişinin üstlendikleri rolleri canlandırdığı büyük canlı aksiyon oyununa kadar birçok forma evrildiği görülmektedir (Hitchens ve diğ., 2009).

RYO türünde oyuncular, karakterlerinin görünümünü, yeteneklerini ve kişilik özelliklerini diledikleri gibi tasarlayabilmektedir. Bu sanal oyun karakterleri oyun ilerledikçe yeni yetenekler ve özellikler kazanabilmektedirler. Bu durumun oyunculara kendilerini oyunda daha kişisel ve özgün hissetme imkânı sağladığı söylenebilir. Bu oyun türü oyuncularına ayrıca geniş bir sanal dünyayı keşfetme özgürlüğü de sunabilmektedir. Bu sanal dünya, açık bir harita veya bölümlerden oluşturulabilmektedir. Böylelikle oyuncular, keşif yaparak yeni bölgeler, şehirler, mağaralar veya kaleler gibi yerleri keşfedebilmektedirler. Bu sanal ortamlarda, diğer karakterlerle etkileşime geçebilmekte, görevler alabilmekte veya yan görevleri tamamlayabilmektedirler. Bu oyunlardaki sanal karakterler olan NPC'ler (non-player character), yani YZ tarafından kontrol edilen karakterler, oyun dünyasında oyunculara rehberlik edebilmekte, birbirlerine yardım edebilmekte veya hikâyenin ilerlemesinde önemli roller oynayabilmektedirler. RYO oyunlarında oyunun hikâye anlatımının da büyük bir öneme sahip olduğu görülmektedir. RYO türünde oyuncular, genellikle bir ana görevi takip ederken, yan görevler, karakter etkileşimleri ve oyun dünyasının geçmişi gibi unsurlarla karşılaşabilmektedirler. Bu hikâye unsurları, RYO oyununun atmosferini derinleştirebilmekte, karakterlerin motivasyonlarını ve geçmişlerini ortaya çıkarabilmekte ve oyuncuların oyun dünyasına

daha fazla bağlanmasını sağlayabilmektedir. RYÜ türünde oyuncuların aldığı kararlar ve yaptığı seçimler, genellikle hikâyenin gidişatını etkiler ve farklı sonuçlara yol açabilmektedir.

### 3.2. Davranış Ağacı Modeli (DA)

DA'lar bilgisayar oyunlarında karakterlerin veya YZ tarafından kontrol edilen sanal oyuncu karakterlerin davranışlarını belirlemek için kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntem, karmaşık davranışların yönetimini kolaylaştıran bir ağaç yapısı ile karakterlerin kararlarını ve eylemlerini organize eder. Bir DA, bir ağaç olarak grafiksel olarak temsil edilen bir plan yürütme modelidir (Marcotte ve Hamilton, 2017). DA'lar, bilgisayar oyunlarında karakter davranışlarını yönlendirmek için kullanılan bir programlama yöntemidir (Ogren, 2012). DA'lar, oyun YZ'si alanında karakterlerin farklı durumlar altında nasıl hareket edeceği, tepki vereceği ve kararlar alacağını belirlemek için kullanılan bir yöntemdir (Ji ve diğ., 2014). DA'lar genellikle hiyerarşik bir yapıya sahiptir ve farklı düğümlerden oluşur. Her düğüm, bir davranış veya kararın temsil edildiği bir bileşendir. DA'lar, ağaç yapısı sayesinde karakterlerin sürekli olarak en uygun davranışları seçmelerini sağlar ve oyuncuya daha gerçekçi ve akıllı bir yapay zekâ deneyimi sunar. DA yaprak düğümleri, en alt seviyede yer alan ve karakterin doğrudan bir eylem gerçekleştirdiği düğümlerdir. Örnek olarak, "Saldırıya Geç" veya "Saklan" gibi düğümler verilebilir. Bu düğümler, karakterin o anki durumuna ve çevresel koşullara bağlı olarak doğru davranışı seçer. DA döngü düğümleri, belirli bir koşulun sağlanıp sağlanmadığını kontrol eden düğümlerdir. Örnek olarak, "Belirli bir süre boyunca" veya "Belirli bir mesafede" gibi düğümler verilebilir. Bu düğümler, karakterin bir davranışı gerçekleştirmesi için gerekli olan şartların oluşup oluşmadığını sürekli olarak kontrol eder. DA düzeltme düğümleri, farklı davranış düğümlerini birleştiren ve karakterin hareketlerini kontrol eden düğümlerdir. Örnek olarak, "Dizi" veya "Davranış Sekansı" gibi düğümler verilebilir. Bu düğümler, karakterin belirli bir davranış serisini takip etmesini sağlar. Örneğin, karakter önce "Hedefi Arar", ardından "Saldırıya Geçer" ve son olarak "Kaçar" şeklinde bir davranış serisini izleyebilir.

DA'lar karmaşık bir YZ davranışının daha anlaşılır ve yönetilebilir olmasını sağlar. Aynı zamanda, dinamik bir şekilde değiştirilebilir, yeniden yapılandırılabilir ve genişletilebilir. Örneğin, karakterin öncelikli olarak düşmanlara saldırmasını istediğimizde, "Saldırıya Geç" düğümünü daha üst seviyeye taşıyabiliriz. Bu şekilde, karakterin saldırıya odaklanması sağlanabilir. Örnek olarak, bir strateji oyununda bir düşman askerinin davranışının ele alındığı düşünüldüğünde DA'lar kullanarak, düşman askerinin kararlarını ve eylemleri belirlenebilir. İlk olarak, asker "Düşmanı Gözetle" düğümüyle başlar ve etrafındaki düşmanları taramaya başlar. Ardından, "Hedefi Arar" düğümüne geçer ve düşman askerleri arasında en büyük tehdidi belirler. Sonrasında, "Saldırıya Geç" düğümüne ilerler ve belirlenen hedefe saldırır. Eğer sağlık durumu düşükse, "Kaç" düğümüne geçer ve güvenli bir konuma hareket eder. Bu şekilde, düşman asker sürekli olarak en uygun davranışları seçer ve stratejik bir şekilde hareket eder. DA'lar, oyun geliştiricilere karakterlerin davranışlarını yönetmek için güçlü bir araç sunar. Karmaşık bir YZ sistemini organize etmek ve karakterlere gerçekçi davranışlar kazandırmak için kullanılabilir. Yapı, kolay anlaşılabilir ve düzenlenebilir olması sayesinde oyun tasarımında büyük bir esneklik sağlar.

### 3.3. Sanal Gerçeklik Teknolojisi (SG)

SG teknolojisi, bilgisayar ortamında oluşturulan sanal bir ortamda 3D görüntüler ve animasyonlarla etkileşim imkânı sunan teknolojidir. Bu teknoloji, Winn vd. (1992) tarafından belirtildiği gibi, bilgisayar ortamında bilişsel olarak oluşturulan geniş kapsamlı bir sanal ortamdır. Khor vd. (2016) tarafından yapılan çalışmalara göre, SG ortamında dijital görüntüler ve mekânsal ortam gerçek zamanlı olarak, ancak yapay bir şekilde üretilebilir. Sherman vd. (2002) tarafından belirtildiğine göre, SG ortamında yapay olarak geri bildirim elde edilebilir ve gerçek olmayan bir simülasyon ortamında var olma hissi yaratılabilir. Fuchs vd. (2011) ise SG teknolojisinin yapay bir dünyada gerçek dünyanın belli yönlerinin simüle edilebildiği, sensor motor ve bilişsel etkinliklerin mümkün olduğu ortamlar olduğunu belirtmektedir. Bu teknoloji, bilgisayar ortamında oluşturulan üç boyutlu resimlerin ve animasyonların teknolojik araçlarla insanların zihinlerinde gerçek bir ortamda bulunma hissi uyandırmasının yanı sıra, bu ortamdaki nesnelere etkileşimde bulunmalarını da mümkün kılar.

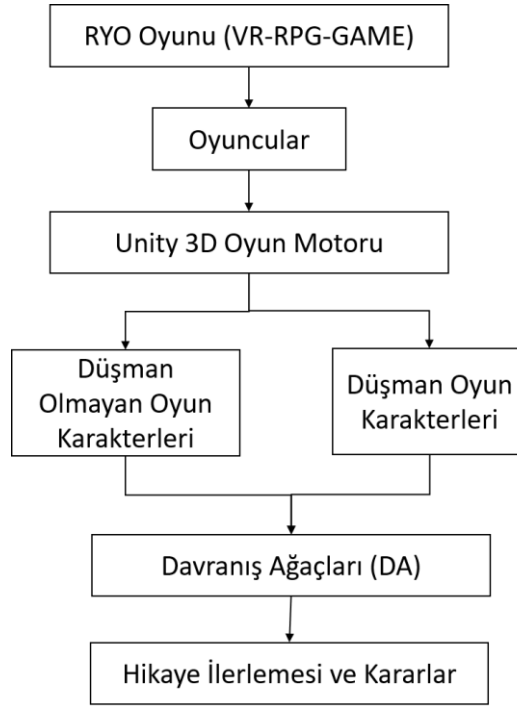
SG teknolojileri, günümüzün birçok yeni teknolojisi arasında yer alır ve ilk olarak 1950'li yıllarda bir grup girişimci mühendis tarafından sadece bir fikir olarak tasarlandığı söylenebilir. SG teknolojisinin farklı alanlarda giderek artan şekilde kullanımı olduğu görülmektedir. Özdemirve Öztürk (2022) tarafından yapılan çalışmada coğrafya eğitimi için etkileşimli SG öğretim uygulaması oluşturulmuştur. Yazarlar tarafından yapılan söz konusu araştırmada coğrafya eğitiminde SG tabanlı etkileşimli öğretim materyallerinin kullanımının öğrenci başarısı ve motivasyonu üzerinde olumlu bir etkisi olduğu gösterilmiştir. Söz konusu çalışmaya ilişkin bu durum SG teknolojisinin eğitimdeki potansiyelini vurgulayan önemli bir bulgu olarak değerlendirilebilir. Avzal ve diğ. (2022) tarafından yapılan çalışmada Kütahya ilinin Çavdarhisar ilçesinde bulunan Aizanoi antik kentinin Zeus tapınağı için SG ve artırılmış gerçeklik teknolojileri ile yapılan uygulamaları turizm alanında kullanılabilecek şekilde entegre etmeye ve dijital platform üzerinde gezilme olanağı sunmaya yönelik bir araştırma gerçekleştirilmiştir. Söz konusu çalışmada, yazarlar turizm sektörüne yönelik olarak artırılmış gerçeklik ve SG teknolojileri ile ilgili model uygulamalar gerçekleştirilmişlerdir. Söz konusu çalışmanın ayrıca, Kütahya ilinde bulunan Aizanoi antik kentindeki Zeus tapınağı için yapılan ilk artırılmış gerçeklik ve SG uygulamalarını sunması açısından da önemli olduğu anlaşılmaktadır. İçten ve Güngör (2021) tarafından yapılan çalışmada birçok modern ordu tarafından kullanılan artırılmış gerçeklik ve SG araçları incelenmiştir. Yazarlar söz konusu çalışmada askerî uygulamalara ve eğitimlere destek amacıyla kullanılan SG araçlarını değerlendirmişlerdir. Bu örnekleri daha farklı alanlar için çoğaltmak da mümkündür.

SG ve bilgisayar oyunları, birbirleriyle yakından ilişkilendirilen teknolojilerdir. SG, kullanıcılara gerçek dünyanın dışında bir ortamda bulunma hissi veren bir teknolojidir. Kullanıcılar, bir SG başlık takarak veya özel bir SG odası kullanarak sanal bir dünyaya adım atarlar. Bu teknoloji, gerçek dünyada olmayan ortamları ve deneyimleri simüle ederek kullanıcıları etkileyici bir şekilde içine çeker. Bilgisayar oyunları ise, interaktif eğlence deneyimleri sunan programlardır. Oyuncular, bilgisayar, oyun konsolu veya mobil cihazlar aracılığıyla bu oyunlara erişerek kontrol edilebilen karakterlerle etkileşimde bulunurlar. Oyunlar, farklı dünyaları keşfetme, hikayeleri deneyimleme ve görevleri yerine getirme gibi etkileşimli deneyimler sunar. Bu sayede oyuncular, sanal dünyaların bir parçası haline gelir ve kendi seçimleriyle oyunun gidişatını etkileyebilirler. SG ve bilgisayar oyunları birleştiğinde, daha etkileyici deneyimler ortaya çıkar. SG teknolojisi, oyuncuları oyunların içine daha fazla sokar ve onlara gerçekçi bir his yaşatır. Oyuncular, SG başlıkları ve hareket algılayıcılarıyla gerçek dünyadaki hareketlerini sanal dünyaya aktarabilir ve oyunun içinde doğal bir şekilde etkileşimde bulunabilirler. Bu, oyun deneyimini daha gerçekçi ve heyecan verici hale getirir. SG ve bilgisayar oyunları, kullanıcılara farklı dünyaları keşfetme ve etkileşimli deneyimler yaşama imkânı sunan teknolojilerdir. Birlikte kullanıldıklarında, daha etkileyici, eğlenceli ve sürükleyici oyun deneyimleri elde etmek mümkün olur.

### 3.4. Çalışmada Önerilen Sistem

Çalışmaya ilişkin sistem mimarisi Şekil 2'de sunulmuştur. Söz konusu mimariye göre bu çalışmanın merkezinde, RYO türünde geliştirilen bir SG oyunu olan VR-RPG-GAME bulunmaktadır. Bu oyun, Unity 3D oyun motoru üzerine inşa edilmiştir ve oyuncuların etkileşimde bulunduğu ana bileşeni temsil etmektedir. Oyunda karakterlerin davranışları ve kararları, özellikle hikâye ilerlemesi ve düşman etkileşimi gibi unsurları yönlendirmek için DA kullanılmaktadır. DA'lar, oyun içindeki karakterlerin akıllı ve tutarlı bir şekilde davranmalarını sağlar ve oyuncuların deneyimini daha kişiselleştirilmiş hale getirmektedir.





Şekil 2: Sistem Mimarisi.

Çalışma kapsamında geliştirilen VR-RPG-GAME oyun modelinin tasarım sürecinde harita tasarımı, NPC karakter tasarımı ve kodlaması, oyuncunun kontrol edeceği karakterin tasarımı ve kodlaması aşamaları yer almıştır. VR-RPG-GAME'in harita tasarımı aşamasında, oyunun geçeceği ortamın tasarımı yapılmıştır. Oyun dünyasının görünümü, mekanları, engelleri ve diğer detaylar bu aşamada belirlenmiştir. Böylece, oyuncuların keşfedeceği ortamın düzeni oluşturulmuştur. VR-RPG-GAME tasarımında oyuncuyla etkileşime geçme şekilleri, düşmanlara karşı saldırı stratejileri ve belirli davranış kalıpları bu aşamada tasarlanmıştır. Oyunun geliştirilmesinde karakterin görünümü, giysileri, yüz ifadeleri ve diğer özellikleri de ayrıca belirlenerek oyuncunun oyun dünyasında nasıl temsil edileceği sağlanmıştır. Aynı zamanda, karakterin hareket kontrolleri, saldırı yetenekleri, yetenek ağaçları ve diğer oyun mekanikleri de bu aşamada kodlanmıştır. Oyunda kullanılan haritadaki kurgusal eklentiler, oyun deneyimini zenginleştirmek için haritaya eklenen unsurları içermektedir. Örneğin, oyuncunun kendini savunabilmesi için sandıkların içine nesnelere eklenmiş ve oyuncunun ilerleyebilmesi için gerekli olan anahtarlar haritada yerleştirilmiştir.

VR-RPG-GAME oyun modeline SG teknolojisini entegre edilmesi için SG eklentisi de yapılmıştır. Bu sayede oyuncular, SG başlığı kullanarak oyun dünyasına daha gerçekçi bir şekilde adım atabilmektedirler. Oyun tasarımında oynanış mekanikleri ve kontroller SG ortamına uygun olarak optimize edilmiştir. Bu işlemler, VR-RPG-GAME oyun modeli ana tasarımının önemli bileşenlerini oluşturmaktadır. Bu araştırmada, ayrıca nesnelere tasarımında Gestalt ve Mayer'in tasarım ilkelerinden de yararlanılmıştır. Bu tasarım ilkeleri esasen sadece kullanıcı arayüzü veya eğitim materyalleri gibi belirli alanlarla sınırlı değildir. Gestalt psikolojisinin bütünsellik, yakınlık ve benzerlik gibi temel ilkeleri, kullanıcı arayüzünün düzenlenmesi ve görsel öğelerin konumlandırılmasında önemli bir rol oynamıştır. Bu ilkelere, kullanıcı deneyimini optimize etmek ve önemli işlevselliği vurgulamak amacıyla özellikle yer verilmiştir. Gestalt ilkelerinden oyun grafiklerinin düzenlenmesi ve nesnelere kullanıcılar tarafından daha iyi algılanmasına yardımcı olabilmek için yararlanılmıştır. Yakınlık ve benzerlik ilkesinden, VR-RPG-GAME oyunu dünyasındaki nesnelere gruplandırılması için yararlanılmıştır.

### 3.5. VR-RPG Oyunu Teknolojik Altyapısı

VR-RPG oyununun geliştirilme sürecinde, bir dizi teknoloji ve araç kullanılarak kapsamlı bir yaklaşım benimsenmiştir. C# programlama dili, oyunun temel kod tabanını oluşturmak için tercih edilmiştir. Bu dilin esnekliği ve UNITY oyun motoruyla uyumlu olması, oyunun iç mekaniklerinin ve etkileşimlerinin doğru bir şekilde programlanmasını sağlamıştır. Oyunun oynanabilirliği ve derinliği büyük ölçüde C# dilinin sağladığı imkanlar sayesinde şekillenmiştir. DA kütüphaneleri ve ilgili eklentiler, oyunun görsel ve işitsel bileşenlerini geliştirmek için kullanılmıştır. Oyunun atmosferini zenginleştiren ses efektleri, karakter tasarımları, nesnelere detayları ve sanal dünya tasarımı, DA teknolojisiyle özgün bir şekilde hayata geçirilmiştir. Bu aşamada sanatsal yaratıcılık, teknik yeteneklerle birleşerek oyunun kendine özgü kimliğinin oluşmasına katkı sağlamıştır. SG teknolojisi, VR-RPG oyununun en çarpıcı yönlerinden birini oluşturmuştur. Gerçekçi ve etkileyici bir sanal dünya sunmak amacıyla geliştirilen grafikler, UNITY'nin SG yetenekleriyle bir araya getirilmiştir. Bu, yüksek kaliteli 3D modeller, dinamik aydınlatma sistemleri ve atmosferik efektlerin entegre edilmesini içermiştir. Oyunun görsel açıdan tatmin edici olması, oyuncuların kendilerini oyun dünyasına daha derinlemesine verebilmelerini sağlamıştır. UNITY Asset Store, oyun geliştirme sürecinde büyük bir kaynak havuzu sunarak zaman ve çaba tasarrufu sağlamıştır. Farklı tarzlarda hazır varlıkların yanı sıra animasyonlar, efektler ve arayüz öğeleri, oyunun geliştirilme sürecini hızlandırmış ve detaylandırmıştır. Bu kaynaklar, oyunun geliştirme sürecinde gereksinim duyulan unsurların daha verimli bir şekilde entegre edilmesini sağlamıştır. Grafik tasarım araçları, oyunun görsel estetiğini oluşturmak ve ayarlamak için kullanılmıştır. Karakterlerin ve nesnelere ayrıntılı 3D modelleri oluşturularak, “texturing” ve “shading” işlemleriyle gerçekçilik ve görsel derinlik sağlanmıştır. Renk paletleri, oyun dünyasının atmosferini yaratmada ve duygusal tonları iletmekte etkili olmuştur.

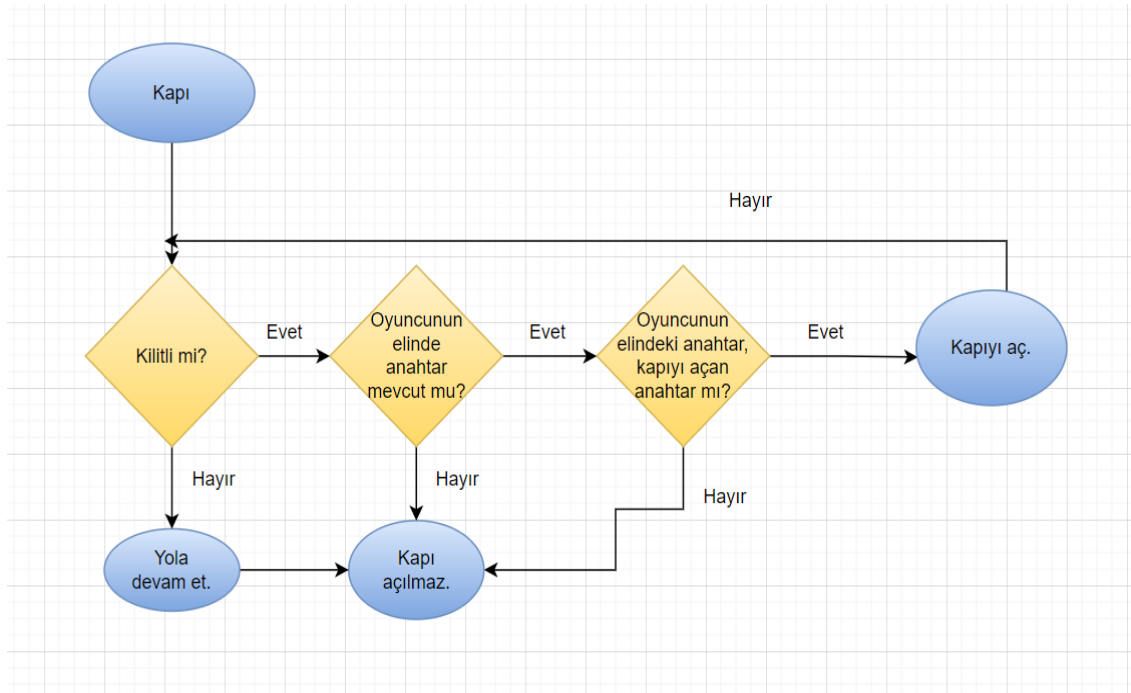
Yukarıda verilen bilgiler kapsamında çalışmada geliştirilen VR-RPG-GAME'de, SG, DA ve RYO türü arasında güçlü bir ilişki kurulması hedeflenmiştir. RYO türünün, özellikle DA modeliyle birlikte kullanımı ile daha zengin ve derin bir deneyim sunulması ve bu durumun çalışmanın hipotezi kapsamında ortaya konması amaçlanmıştır. DA modelinin geliştirilen modelde tıpkı diğer oyun türlerinde olduğu gibi RYO oyun dünyasında karar verme yeteneği olan karakterleri kontrol etmek ve onlara özgün kişilikler ve davranışlar kazandırmak için kullanılması hedeflenmiştir.

#### **4. RYO OYUN MODELİ (VR-RPG-GAME)**

Çalışma kapsamında geliştirilen VR-RPG-GAME oyun modelinde oyuncular korku evi içindeki düşman karakterlerden (zombilerden) uygun anahtarları bularak çıkışlardan kaçabilirse başarılı olarak kabul edilmektedirler. VR-RPG-GAME oyununda oyuncular sanal ortamda kendilerinin de içine konulduğu korku evinde bu oyunu oynayabilmektedirler. Oyunda tasarlanan bu korku evinin, gerilim dolu bir atmosfere sahip bir oyunda heyecan verici bir oyun deneyimi sunması amaçlanmıştır. Bu korku evi oyuncunun karşısına çıkan düşman karakterler, kilitli kapılar ve sandıklar, korku evindeki bulmacaları çözmek ve hayatta kalmak için önemli unsurları oluşturmaktadır. Korku evi, karanlık ve ürkütücü bir atmosferle çevrili bir mekânda yer almaktadır. Koridorlar, odalar ve labirent benzeri geçitler gibi farklı bölgeler, oyuncunun keşfetmesi gereken alanları temsil etmektedir. Bu bölgelerde, oyuncunun yolunu engelleyen kilitli kapılar bulunmaktadır. Kapılar, oyuncunun ilerlemesini sınırlayan engellerdir. Her kapı kilitli durumda olduğundan, oyuncunun ilerleyebilmek için uygun anahtarları bulması gerekmektedir. Bu anahtarlar, sandıkların içinde gizlenmiş durumda bulunmaktadır. Sandıklar, çeşitli odalarda veya koridorlarda yer alabilir ve oyuncunun dikkatlice araştırması gereken önemli noktalarlardır. Oyuncunun düşman karakterlere yakalanmadan sandıkları bulması ve içlerinden anahtarları çıkararak kapıları açması gerekmektedir. Ancak oyuncunun dikkatli olması gerekmektedir, çünkü korku evinde dolanan düşman karakterler korku evinin her bir köşesinde tehdit oluşturmaktadır. Düşman karakterler, oyuncunun ilerlemesini engellemek ve onu yakalamak için oyuncu etraflarında dolaşmaktadırlar. Oyuncu, bu düşman karakterlere yakalanmamak için sessizce hareket etmeli, saklanmalı veya onları alt edecek bir strateji geliştirmelidir. Oyuncular ancak anahtarları bulup kapıları açarak ilerledikçe, korku evinin daha karmaşık ve tehlikeli bölgelerine doğru ilerleyebilmektedirler. Oyun içinde zamanla düşman karakterler daha agresif hale gelebilmekte, bulmacalar daha karmaşık hale gelebilmekte ve korku evinin karanlık surları ortaya

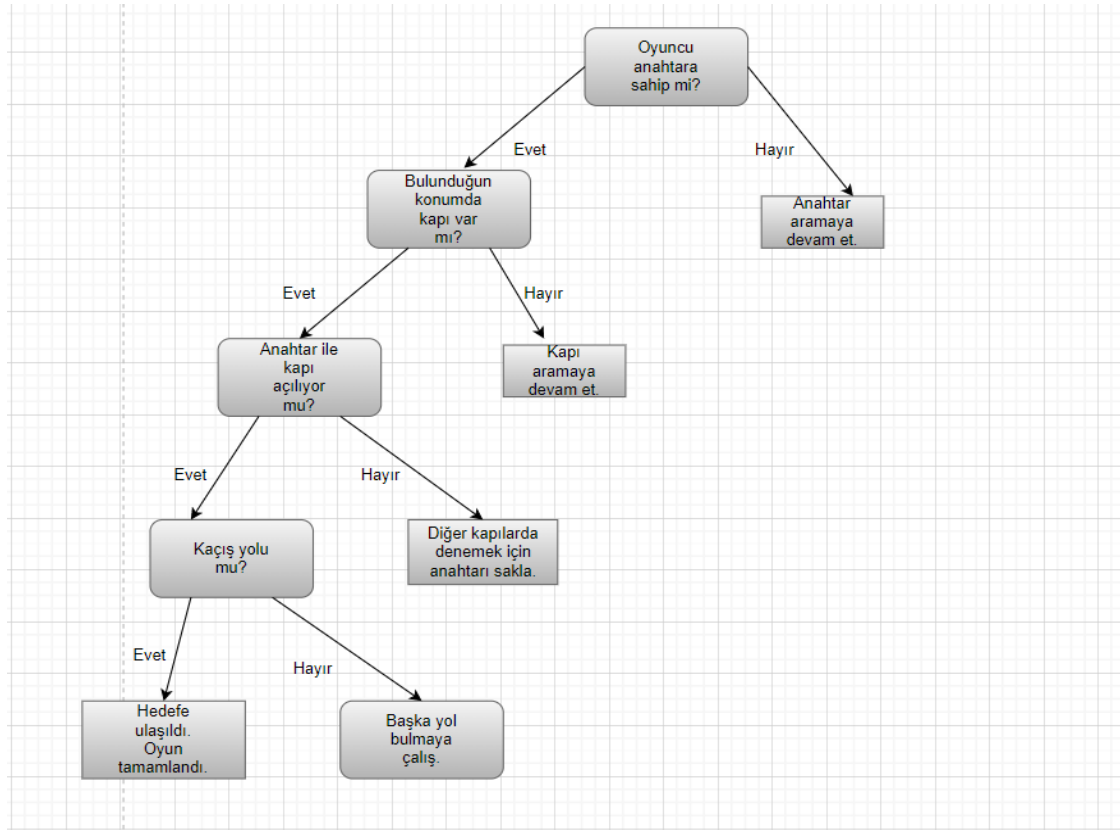
çıkabilmektedir. Oyuncunun becerikli olması, dikkatli bir şekilde hareket etmesi ve stratejik kararlar alması, korku evinden kaçabilmek için hayati öneme sahiptir. VR-RPG-GAME’de bu durumun özellikle DA modeli ile gerçekleştirilmesi hedeflenmiştir. Oyunda tasarlanan korku evinde, özellikle DA modeli kullanılarak oyunculara gerilim dolu bir atmosferde zorlu bulmacaları çözme, taktiksel hareket etme ve zombilerden kaçma fırsatı sunan heyecan verici bir deneyim sunulabilmesi ve bu bağlamda da DA modelinin RYO türüne katkılarının ortaya konarak test edilebilmesi amaçlanmıştır.

VR-RPG-GAME oyun modelinde, Şekil 3’de yer alan kapı-anahtar-sandık ilişkisi, birçok oyun ve bulmaca oyununda sıklıkla kullanılan bir mekanik veya oyun unsuru olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu ilişki, oyuncunun ilerlemesini sağlamak, yeni bölgelere erişimini kontrol etmek veya bulmacaları çözmesini gerektiren durumları içermektedir. Bu ilişkide, kapılar oyuncunun ilerlemesini engelleyen engelleri temsil etmektedirler. Anahtarlar ise oyuncunun kapıları açabilmesi için gerekli olan nesnelere dir. Sandıklar, anahtarların veya diğer önemli eşyaların saklandığı yerler olarak yuna eklenmiştir. Oyuncu, korku evinde düşman karakterler arasındaki tasarladığımız oyun dünyasında gezinirken karşısına farklı kapılar çıkmaktadır. Bu kapılar kilitli veya kapalı durumda düşünülmüştür. Oyuncunun kapıları açabilmesi için gerekli olan anahtarları bulması gerekmektedir. Anahtarlar, sandıklar içerisine yerleştirilmiştir. Oyuncuların, anahtarları bulmak için anahtarların yerlerini keşfetmesi veya aynı zamanda da düşman karakterlere yenilmemesi gerekmektedir. Oyuncular tarafından bu anahtarların doğru kapıya uygun şekilde kullanması gerekmektedir. Oyunda sadece uygun anahtar uygun kapıyı açabilmektedir. Oyunda tasarlanan kapı-anahtar-sandık ilişkisi, oyunlarda ilerleme ve keşfetme duygusunu artıran bir mekanik olarak düşünülmüştür.



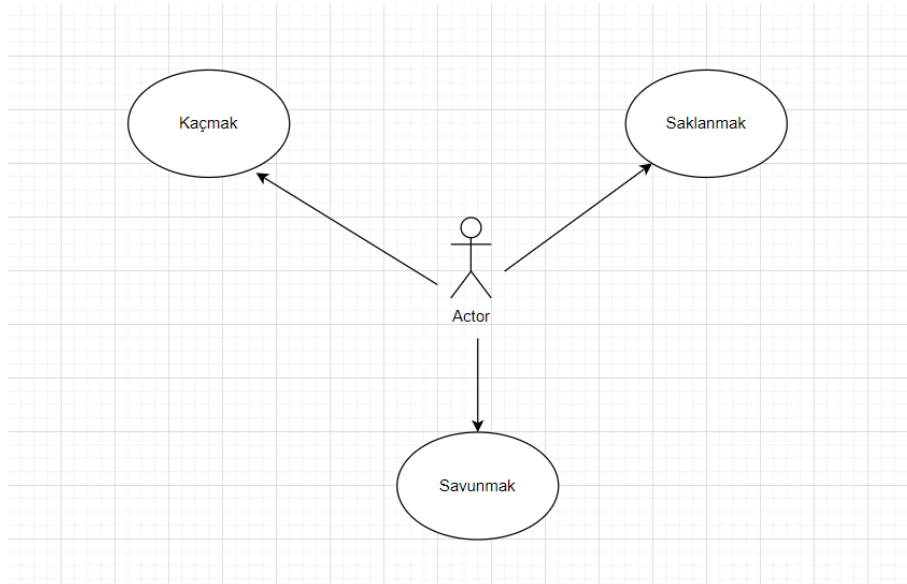
Şekil 3: VR-RPG-GAME Akış Diyagramı.

VR-RPG-GAME oyun modelinde tasarlanan korku evindeki anahtar-kapı ilişkisine ilişkin akış şeması Şekil 4’te sunulmuştur. Bu şekilde, oyuncu korku evindeki engelleri aşarak oyunun ilerleyen bölümlerine dinamik ve etkileşimli olarak erişebilmektedir.



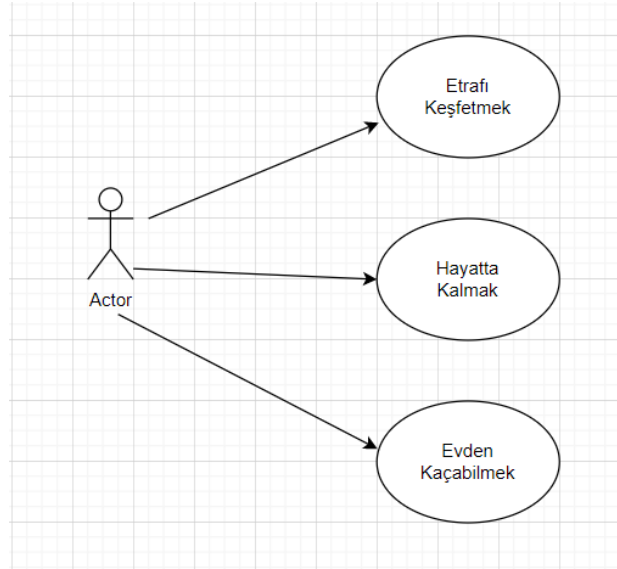
Şekil 4: Anahtar-Kapı İlişkisi Akış Diyagramı.

VR-RPG-GAME oyun modelinde sanal karakterlerin hareket kabiliyetleri Şekil 5'te sunulmuştur. Oyunda tasarlanan tüm sanal oyun karakterleri yürüyebilmekte, koşabilmekte ve saldırılar da yapabilmektedirler. Bu özelliklere ek olarak oyunda ayrıca karakterlerin beden ve yüz tasarımı da oyun kapsamında bu çalışmaya özgün olarak geliştirilmiştir.



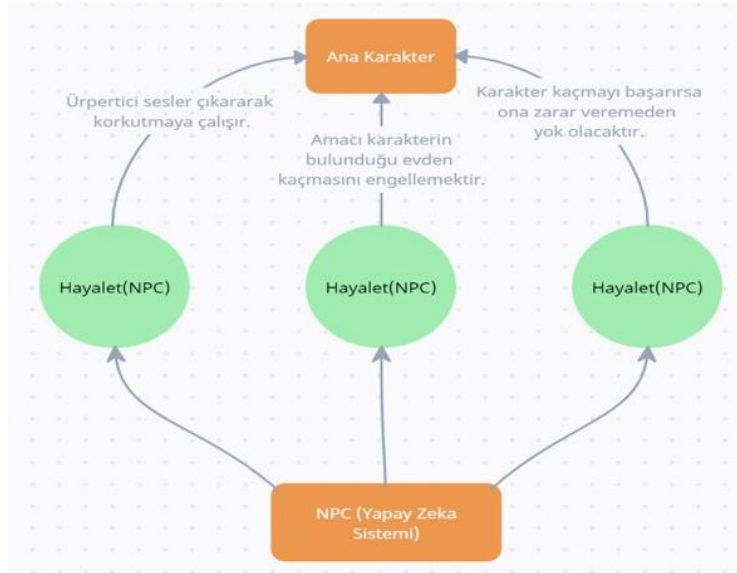
Şekil 5: Karakterlerin Hareket Kabiliyetleri.

VR-RPG-GAME oyun modelinde, Şekil 6'da gösterildiği gibi oyun karakterleri aynı zamanda içinde buldukları RYO oyun dünyasını keşfetme, hayatta kalma ve korku evinden kaçabilme yeteneklerine de sahiptir.



**Şekil 6:** Karakterin Oyun Haritasındaki Amacı.

VR-RPG-GAME oyun modelindeki geçişler Şekil 7’de sunulmuştur. Sanal oyun karakterler arasında korku evinde, oyuncuyu kovalayan düşman karakterlerin varlığı gerilimi artıran bir unsur olarak tasarlanmıştır. Düşman karakterler, oyuncunun peşinden koşabilmekte ve onu yakalamaya çalışmaktadırlar. Ancak, karakter hızlı bir şekilde eğer kaçabilmeyi başarır, düşman karakterlerde zarar görmemektedirler. Oyuncu, korku evindeki odalarda veya koridorlarda hayaletlerin yakalamasını engellemek için çeşitli stratejiler kullanabilmektedir. Oyun içinde düşman karakterlerin varlığının farkına varan oyuncu, hızlıca hareket etmeli ve gizli veya güvenli alanlara saklanmalıdır. Örneğin, böyle bir durumda bir dolap veya masa altı gibi saklanma noktaları kullanılabilir. Düşman karakterler eğer oyuncuyu takip etmeye devam ederse, oyuncunun sakin ve sessiz kalması gerekmektedir. Eğer oyuncu başarılı bir şekilde kaçmayı başarır, düşman karakterler harekete geçmemekte ve oyuncuya zarar vermemektedirler. Bu özellik, oyuncunun hızlı ve dikkatli hareket ederek hayaletlerden kaçabilmesini teşvik eden bir durum olarak oyuna eklenmiştir. Oyunda DA modeli ile sağlanan hızlı reflexler, doğru zamanda hareket etme yeteneği ve dikkatli taktikler kullanma becerisi, oyuncunun düşman karakterlerden kaçma ve hayatta kalma şansını artırmaktadır. Bu şekilde, oyuncu korku evinde ilerlemeye devam edebilmekte ve oyunun daha zorlu ve heyecan dolu bölümlerine erişebilmektedir. Korku evindeki düşman karakterlerin varlığının, oyuncuya sürekli bir tehdit hissi vermesi, aynı zamanda oyuncunun stratejik düşünme ve hızlı karar verme yeteneklerini de test etmesi hedeflenmiştir. VR-RPG-GAME oyununda oyuncunun doğru zamanda hareket etmesi, düşman karakterlerin saldırısından kaçması ve ilerlemesine devam etmesi için kilit öneme sahip bir unsur olarak tasarlanmıştır.



Şekil 7: Oyun Karakterleri Arasındaki Geçişler.

VR-RPG-GAME oyun modelinde oyuncu karakteri korku evindeki düşman oyun karakterleri ile karşılaşmasına ilişkin örnek bir durum Şekil 8’de gösterilmektedir.



Şekil 8: Sanal Oyuncu Karakter Tasarımı.

VR-RPG-GAME oyun modelindeki sanal karakterler, oyunun zenginleştirilmesi ve oyuncu deneyiminin geliştirilmesi için geliştirilmiş olan DA modeli kontrollü karakterlerdir. Bu sayede oyundaki sanal karakterler oyuncuyla etkileşime geçebilmekte, hikâye ilerlemesine katkıda bulunabilmekte veya oyuncuya rehberlik edebilmektedirler.

## 5. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

**Tablo 1**’de araştırmanın gerçekleştirilmesi boyunca çalışma kapsamında gerçekleştirilen deneylere ilişkin bilgiler ve deney sonuçları yer almaktadır. Çalışma kapsamında gerçekleştirilen deneylerde VR-RPG-GAME’de gözlemlenen hatalar düzeltilmiş, gerekli optimizasyonlar yapılmış ve yayınlanmaya hazır hale getirilmiştir. Çalışma kapsamında toplamda 5 (beş) adet farklı deney gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen her deney kendi içerisinde farklı aşamada yapılmıştır. Test listesinin bahse konu tabloda belirtilenlerle sınırlı kalmayıp zaman içerisinde genişletilebileceği veya daraltılabileceği değerlendirilmekte birlikte çalışmanın sınırlarının belirlenmesi açısından bu şekilde belirlenmiş ve tüm durumları burada ele almak listeyi çok uzatabileceğinden testler genel bir başlık

altında ve çekirdek bir yapıda toplanmaya ve gerçekleştirilmeye çalışılmıştır. Söz konusu tablodaki "DA Kullanmama Senaryosu" kapsamındaki deneyler geleneksel programlama yaklaşımı kullanılarak gerçekleştirilirken, "DA Kullanma Senaryosu" kapsamındaki deneyler özel bir davranış ağacı modeli entegrasyonu ile gerçekleştirilmiştir.

**Tablo 1.** DA Modelinin Rolünün RYO Deneyleri ve Sonuçları Üzerindeki Analizi.

Deney No.	Deney	DA Kullanmama Senaryosu	DA Kullanma Senaryosu
Deney-1	DA Kullanımının Karakter Saldırı Davranışına Etkisi	Karakter düşmanları genel bir saldırı stratejisi ile yaklaşır.	Karakter DA modeli sayesinde düşmanları analiz ederek dinamik saldırı stratejileri kullanır.
Deney-2	DA'nın Sanal Karakter Davranışlarına Katkısı	Karakter düşmanlarla önceden belirlenmiş basit stratejiler kullanır.	Karakter DA modeli ile düşman türüne ve sayısına göre adapte olur.
Deney-3	Oyun Sürekliliği Üzerindeki DA Etkisi	Karakter oyun akışını ve olayları sınırlı bir şekilde belirler.	Karakter DA modeli ile oyun akışını ve olayları daha dinamik bir şekilde yönlendirir.
Deney-4	DA Modelinin Nesne Etkileşim Becerilerine Etkisi	Karakter nesnelere standart tepkiler gösterir.	Karakter DA modeli ile nesne etkileşimlerini daha hızlı ve akıllıca gerçekleştirir.
Deney-5	DA Kullanımının Görev Tamamlama Yeteneğine Katkısı	Karakter görevleri sınırlı bir yetenekle tamamlar.	Karakter DA modeli ile görevleri daha etkili bir şekilde tamamlar.

Söz konusu deneyler ve sonuçlarına ilişkin elde edilen bulgular aşağıda sunulmuştur:

- **Deney-1:** Bu deneyde DA modelinin RYO türündeki sanal karakterlerin saldırı davranışlarına etkisi araştırılmıştır. "DA Kullanmama Senaryosu"nda, oyuncular RYO oyununda karakteri kontrol ederken karakter düşmanlarla etkileşime girdiğinde önceden belirlenmiş basit bir saldırı stratejisi kullanmışlardır. Bu senaryoda sanal karakter, düşmanlarına genel bir yaklaşım sergilemiştir. Ancak burada düşmanların türüne veya gücüne göre özelleştirilmiş tepkiler verme yeteneğine sahip değildir. Diğer yandan, "DA Kullanma Senaryosu"nda oyuncular karakterin davranışlarını bir davranış ağacı (DA) modeli ile yönlendirirken daha karmaşık bir saldırı stratejisi uygulanmıştır. Sanal karakter DA modeli sayesinde düşmanların türünü, gücünü ve kendi sağlık durumunu analiz edebilmiş ve bu bilgileri kullanarak stratejilerini dinamik olarak adapte edebilmiştir. Bu deney sonuçları, DA modelinin RYO oyunlarında karakterlerin saldırı davranışları üzerindeki etkisini ve karakterlerin daha adaptif, etkili ve gerçekçi saldırı stratejileri sergileyebildiklerini ortaya koymaktadır.

- **Deney-2:** Bu deneyde DA modelinin RYO oyunlarında sanal karakterlerin devriye gezme davranışlarına katkısı araştırılmıştır. "DA Kullanmama Senaryosu"nda, oyuncular RYO oyununda karakteri kontrol ederken karakter düşmanlarla etkileşime geçerken önceden belirlenmiş basit bir



saldırı stratejisi kullanmışlardır. Sanal karakter, düşmanlarla etkileşimde önceden belirlenmiş bir saldırı stratejisi kullanmıştır. Diğer yandan, "DA Kullanma Senaryosu"nda oyuncular karakterin davranışlarını bir DA modeli ile yönlendirirken, karakter düşmanların türüne, sayısına ve çevresel faktörlere göre saldırı stratejilerini dinamik olarak adapte edebilmiştir. Bu deney sonuçları, DA'ların sanal karakterlerin daha etkili ve adaptif devriye gezme davranışları sergilemelerine nasıl katkı sağlayabileceğini ortaya koymaktadır.

- **Deney-3:** Bu deneyde DA modelinin RYO oyun sürekliliği üzerindeki etkisi araştırılmıştır. "DA Kullanma Senaryosu"nda, oyuncular RYO oyununda karakteri kontrol ederken karakter oyun dünyasında ilerlemekte ancak oyunun akışını ve olayları belirlemekte sınırlıdır. Diğer yandan, "DA Kullanma Senaryosu"nda oyuncular karakterin davranışlarını bir DA modeli ile yönlendirirken, karakter oyunun akışını ve olaylarını daha dinamik bir şekilde yönlendirebilmektedir. Bu deney sonuçları, DA'ların oyunun akışını ve olaylarını daha etkili bir şekilde yönlendirerek oyuncu deneyimini nasıl zenginleştirebileceğini ortaya koymaktadır.

- **Deney-4:** Bu deneyde DA modelinin RYO sanal karakterlerinin nesne etkileşim becerilerine olan etkisi araştırılmıştır. "DA Kullanma Senaryosu"nda, oyuncular RYO oyununda karakteri kontrol ederken karakter nesnelere etkileşime girdiğinde belirli bir standart tepki sergilemiştir. Diğer yandan, "DA Kullanma Senaryosu"nda oyuncular karakterin davranışlarını bir DA modeli ile yönlendirirken, karakter nesnelere daha hızlı ve akıllıca etkileşimde bulunabilmiş ve çevresel nesnelere daha etkili bir şekilde kullanabilmişlerdir. Bu deney sonuçları, DA'ların karakterlerin nesne etkileşimi becerilerini nasıl artırabileceğini ve oyun içi etkileşimleri nasıl daha zengin hale getirebileceğini ortaya koymaktadır.

- **Deney-5:** Bu deneyde DA modelinin RYO sanal karakterlerin görevleri tamamlama yeteneğine olan etkisi araştırılmıştır. "DA Kullanma Senaryosu"nda, oyuncular RYO oyununda karakteri kontrol ederken karakter görevleri tamamlama konusunda sınırlı bir yetenek sergilemişlerdir. Diğer yandan, "DA Kullanma Senaryosu"nda oyuncular karakterin davranışlarını bir DA modeli ile yönlendirirken, karakter görevleri daha etkili bir şekilde tamamlayabilmişler ve oyunun ilerlemesine daha aktif bir şekilde katkıda bulunabilmişlerdir. Bu deney sonuçları, DA'ların karakterlerin görev tamamlama yeteneklerini nasıl artırabileceğini ve oyun ilerlemesine nasıl daha fazla katkı sağlayabileceğini ortaya koymaktadır.

Bu deneyler DA modelinin RYO sanal karakterlerinin davranışlarını yönlendirmedeki rolünü ve etkisini inceleyen kapsamlı bir analiz sunmaktadır. DA modeli kullanımı, RYO oyunlarında karakterlerin eylemlerini daha akıllıca ve adaptif bir şekilde gerçekleştirmelerine olanak tanımaktadır. Özellikle Deney-1, karakter saldırı davranışlarına etki ederek oyuncuların daha stratejik bir yaklaşım benimsemelerine yardımcı olurken, Deney-2'de sanal karakterlerin devriye gezme davranışlarını daha etkili bir şekilde optimize edebilmeleri sağlanmaktadır. DA kullanımının oyun sürekliliği üzerindeki etkisi Deney-3'te değerlendirilmekte olup, karakterlerin oyun dünyasının akışını daha dinamik bir şekilde etkileyebilmesine olanak tanımaktadır. Deney-4'de nesne etkileşim becerilerine odaklanılırken DA kullanımının karakterlerin çevresel nesnelere daha akıllıca etkileşime girmelerine yardımcı olduğu gözlemlenmektedir. Son olarak, Deney-5 karakterlerin görevleri tamamlama yeteneklerini geliştirerek oyuncuların oyun içinde daha etkili bir rol üstlenmelerine katkıda bulunmaktadır.

Deney sonuçları, DA'ların RYO oyun türünde sanal karakter davranışlarını yönlendirmedeki önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. RYO oyunları, oyuncuların karakterlerin gelişimini şekillendirmesine, hikâyenin seyrini etkilemesine ve oyun evrenindeki kararları belirlemesine olanak tanır. DA'lar, bu süreçlerde oyunculara rehberlik etmek ve karakter davranışlarını yönlendirmek için kullanılan güçlü bir araçtır. Özellikle VR-RPG-GAME adlı UNITY 3D ortamında geliştirilen RYO

oyununda yapılan deneyler DA kullanımının oyuncu deneyimini büyük ölçüde zenginleştirdiğini göstermiştir. Oyuncular, DA'ların rehberliğinde karakterlerinin kararlarını daha özgürce ve mantıklı bir şekilde alabilmişlerdir. Bu, oyuncuların oyun dünyasında daha kişisel bir deneyim yaşamalarını ve karakterlerini daha derinlemesine geliştirmelerini sağlamıştır. Ayrıca, deneylerde DA'ların kullanılmasının hikâye ilerlemesi üzerinde olumlu bir etki yarattığı görülmüştür. Oyuncular, hikâye içindeki önemli anlarda DA'lar aracılığıyla daha tutarlı ve hızlı kararlar verebilmişlerdir. Bu da oyunun akışını ve hikâyenin derinliğini artırmıştır. DA'ların RYO oyun deneyimi üzerindeki etkisi istatistiksel olarak analiz edilmiş ve sonuçlar DA kullanımının oyuncuların daha fazla seçim yapma eğiliminde olduğunu ve hikâye ilerlemesinin daha akıcı hale geldiğini göstermiştir. Bu, oyuncuların oyunun içine daha fazla dahil olmalarını ve kendilerini karakterlerin yerine koymalarını teşvik etmiştir. Deneylerde elde edilen sonuçlar, DA'ların RYO oyunlarında kullanımının oyuncu deneyimini artırdığını ve bu oyun türünün geliştirilmesine katkı sağladığını göstermektedir. Deney sonuçları, DA'lar, karakter davranışlarını yönlendirmek, hikâye ilerlemesini şekillendirmek ve oyuncuların daha derinlemesine bir deneyim yaşamalarını sağlamak için güçlü bir araç olarak öne çıktığı yönündedir.

## 6. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Günümüzün dinamik oyun dünyasında, oyuncuların karakterlerin gelişimini etkilemeleri, hikâyenin seyrini belirlemeleri ve oyun evrenindeki kararları şekillendirmeleri gibi faktörler, RYO türünün temel özelliklerini oluşturmaktadır. Bu çalışmada RYO türündeki sanal karakter davranışlarının yönlendirilmesinde DA modelinin rolünün ve etkisinin analiz edilmesi amaçlanmıştır. Bu bağlamda çalışma kapsamında gerçekleştirilen deneyler, DA'ların RYO oyunlarında karakter davranışlarını şekillendirmede önemli bir rol oynadığını göstermiştir. Gerçekleştirilen deney sonuçları, RYO oyunlarındaki sanal karakterlerin saldırı, devriye gezme, görev tamamlama gibi farklı alanlardaki davranışlarının DA modeliyle daha etkili ve adaptif bir şekilde yönlendirebileceklerini ortaya koymuştur. Çalışma kapsamında gerçekleştirilen Deney-1'de, DA kullanımının stratejik saldırı davranışlarına katkı sağladığı görülürken, Deney-2'de karakterlerin düşman türüne göre devriye gezme davranışlarını uyarlayabildiği gözlemlenmiştir. Ayrıca, DA'ların oyuncu kararlarını, hikâye ilerlemesini ve oyun akışını yönlendirmede olumlu bir etkisi olduğu Deney-3 sonuçlarıyla ortaya konmuştur. Deney-4, DA'ların karakterlerin nesne etkileşim yeteneklerini artırdığını, Deney-5 ise görev tamamlama yeteneklerini geliştirdiğini göstermiştir. Deney sonuçları, RYO oyunlarında DA'ların oyuncu deneyimini zenginleştirme ve kişiselleştirme potansiyelini ortaya koyarak, oyun geliştiricilerine ve tasarımcılarına daha etkileşim odaklı bir oyun deneyimi sunma fırsatı sağladığını göstermektedir. Bu araştırmanın gelecekteki RYO oyunlarının DA modeli etkileşimli olarak geliştirme süreçlerinin daha etkili hale getirilmesi bağlamında literatüre katkı sağlayacağı değerlendirilmektedir.

## KAYNAKÇA

- Akpınar, İ. (2021). Ergenlerde oyun bağımlılığı ile psikolojik sağlamlık ve heyecan arayışı arasındaki ilişki (Master's thesis, İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi).
- Arenas, D. L., Viduani, A., & Araujo, R. B. (2022). Therapeutic use of role-playing game (RPG) in mental health: A scoping review. *Simulation & Gaming*, 53(3), 285-311. <https://doi.org/10.1177/1046878121990087>.
- Avzal, A., Özdemir, D., & Erarslan, K. (2022). Aizanoi Antik Kentinin Artırılmış ve Sanal Gerçeklik Teknolojileri Kullanılarak Turistik Amaçlı Tanıtım Uygulamala Örneklerinin Tasarımı. *Eskişehir Türk Dünyası Uygulama ve Araştırma Merkezi Bilişim Dergisi*, 3(2), 66-73.
- Bakan, U., & Bakan, U. (2019). Gender and Racial Stereotypes of Video Game Characters in (MMO) RPGs. *Türkiye İletişim Araştırmaları Dergisi*, (34), 100-114.

- Barton, M., & Stacks, S. (2019). *Dungeons and desktops: The history of computer role-playing games 2e*. CRC Press.
- Boysen, M. S. W., Lund, O., Jørnø, R. L., & Skovbjerg, H. M. (2023). The role of expertise in playful learning activities: A design-based self-study within teacher education aimed at the development of tabletop role-playing games. *Teaching and Teacher Education*, 128, 104128. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2023.104128>.
- Champanand, A. (2007, December). Behavior trees for next-gen game AI. In *Game developers conference*, audio lecture.
- Champanand, A. J., Dawe, M., & Hernandez-Cerpa, D. (2010, March). Behavior trees: Three ways of cultivating game AI. In *Game Developers Conference, AI Summit*.
- Colvin, R., & Hayes, I. J. (2007). A Semantics for Behavior Trees. *ARC Centre for Complex Systems*. tech. report ACCS-TR-07-01. <https://doi.org/10.13140/2.1.4590.7041>.
- Edwards, P., Sharma-Wallace, L., Wreford, A., Holt, L., Cradock-Henry, N. A., Flood, S., & Velarde, S. J. (2019). Tools for adaptive governance for complex social-ecological systems: a review of role-playing-games as serious games at the community-policy interface. *Environmental Research Letters*, 14(11), 113002. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab4efc>.
- Fuchs, P., Moreau, G., & Guitton, P. (Eds.). (2011). *Virtual reality: concepts and technologies*. CRC Press.
- Hitchens, M., & Drachen, A. (2008). The many faces of role-playing games. *International journal of role-playing*, (1), 3-21.
- İçten, T., & Güngör, B. (2021). Askerî alanda artırılmış ve sanal gerçeklik araçlar: sistemler, zorluklar ve çözümler. *Savunma Bilimleri Dergisi*, 2(40), 169-199.
- Iovino, M., Scukins, E., Styurd, J., Ögren, P., & Smith, C. (2022). A survey of behavior trees in robotics and ai. *Robotics and Autonomous Systems*, 154, 104096.
- Ji, L. X., & Ma, J. H. (2014). Research on the behavior of intelligent role in computer games based on behavior tree. *Applied Mechanics and Materials*, 509, 165-169.
- Kayabaşı, Y. (2002). Sanal gerçeklik ve eğitim amaçlı kullanılması. *Turkish Online*, 151.
- Khor, W. S., Baker, B., Amin, K., Chan, A., Patel, K., & Wong, J. (2016). Augmented and virtual reality in surgery—the digital surgical environment: applications, limitations and legal pitfalls. *Annals of translational medicine*, 4(23). <https://doi.org/10.21037/atm.2016.12.69>.
- Lim, C. U., Baumgarten, R., & Colton, S. (2010). Evolving behaviour trees for the commercial game DEFCON. In *Applications of Evolutionary Computation: EvoApplicatons 2010: EvoCOMPLEX, EvoGAMES, EvoIASP, EvoINTELLIGENCE, EvoNUM, and EvoSTOC*, Istanbul, Turkey, April 7-9, 2010, Proceedings, Part I (pp. 100-110). Springer Berlin Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-12239-2\\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-642-12239-2_10).
- Marcotte, R., & Hamilton, H. J. (2017). Behavior trees for modelling artificial intelligence in games: A tutorial. *The Computer Games Journal*, 6, 171-184.
- McHugh, L. (2007). Three approaches to behavior tree AI. In *Game Developers Conference, Proceedings*.
- Nicolau, M., Perez-Liebana, D., O'Neill, M., & Brabazon, A. (2016). Evolutionary behavior tree approaches for navigating platform games. *IEEE Transactions on Computational Intelligence and AI in Games*, 9(3), 227-238. <https://doi.org/10.1109/TCIAIG.2016.2526251>.
- Ogren, P. (2012, August). Increasing modularity of UAV control systems using computer game behavior trees. In *Aiaa guidance, navigation, and control conference* (p. 4458).

- Özdemir, D., & Öztürk, F. (2022). The investigation of Mobile virtual reality application instructional content in geography education: academic achievement, presence, and student interaction. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 38(16), 1487-1503.
- Perez, D., Nicolau, M., O'Neill, M., & Brabazon, A. (2011, April). Evolving behaviour trees for the mario ai competition using grammatical evolution. In *European Conference on the Applications of Evolutionary Computation* (pp. 123-132). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-20520-0\\_13](https://doi.org/10.1007/978-3-642-20520-0_13).
- Sagredo-Olivenza, I., Gómez-Martín, P. P., Gómez-Martín, M. A., & González-Calero, P. A. (2017). Trained behavior trees: Programming by demonstration to support ai game designers. *IEEE Transactions on Games*, 11(1), 5-14.
- Sekhvat, Y. A. (2017). Behavior trees for computer games. *International Journal on Artificial Intelligence Tools*, 26(02), 1730001.
- Sherman, W. R., & Craig, A. B. (2018). *Understanding virtual reality: Interface, application, and design*. Morgan Kaufmann.
- Winn, W., & Bricken, W. (1992). Designing virtual worlds for use in mathematics education: The example of experiential algebra. *Educational Technology*, 32(12), 12-19.
- Winardy, G. C. B., & Septiana, E. (2023). Role, play, and games: Comparison between role-playing games and role-play in education. *Social Sciences & Humanities Open*, 8(1), 100527. <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2023.100527>.

## Yenilenmiş Cihazlar İçin Endüstri 4.0 Standartları

\*\*\*

### Industry 4.0 Standards for Refurbished Devices

Özge TUNCER<sup>1</sup> 

Muhammed Fatih ALAEDDİNOĞLU<sup>2</sup> 

DOI:10.33461/uybisbbd.1306421

#### Öz

#### Makale Bilgileri

##### Makale Türü:

Derleme Makalesi

##### Geliş Tarihi:

29.05.2023

##### Kabul Tarihi:

31.10.2023

©2023 UYBİSBBD  
Tüm hakları saklıdır.



Teknolojinin gelişmesiyle birlikte internet hayatımızın pek çok alanında önemli bir rol oynamaya başlamıştır. Endüstri sektöründe ileri teknolojinin etkisini artırmak, üretimdeki hataları azaltmak, rekabetçi üretime ayak uydurmak, üretim sürelerini azaltmak, kaynakları daha verimli kullanmak, süreçleri otonom hale getirmek ve nesnelerin internetini (IoT) üretime dahil etmek amacıyla Endüstri 4.0 kavramı ortaya çıkmıştır. Bu durum, endüstrideki üretimin daha verimli bir şekilde gerçekleşmesi anlamını taşımaktadır. Ancak teknolojinin gelişmesi aynı zamanda elektronik cihaz israfını (e-atık) da beraberinde getirmektedir. Eski cihazlar geri dönüşüm ve onarım yoluyla yenilenebilmekte ve bu sayede cihazların kullanım ömürleri uzatılabilmektedir. Yenilenmiş cihazların üretiminde ve bakımında Endüstri 4.0 teknolojilerinin kullanılması, üretim sürecinin verimliliğini artırabilmekte ve maliyetleri azaltabilmektedir. Dolayısıyla bu alanda Endüstri 4.0'ı kullanmak sektörde rekabet edebilme açısından önem arz etmektedir. Ayrıca yenilenmiş cihazların kullanımının artması çevresel sürdürülebilirliği de katkı sunmaktadır. Bu çalışmada Endüstri 4.0'ın ortaya çıkışı ve tanımı, nesnelerin interneti ile bağlantısı, yenilenmiş cihaz tanımı, Endüstri 4.0 ile üretim ve iletişim standartları üzerinde durulmaktadır. Sonuç olarak standartların daha net anlaşılması için yenilenmiş bir akıllı cihazın yenilenme aşamaları ve izlenmesi gereken üretim ve iletişim standartları örnek olarak anlatılmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Endüstri 4.0, IEC, ISO, Nesnelerin İnterneti, Yenilenmiş Cihazlar.

#### Article Info

##### Paper Type:

Review Paper

##### Received:

29.05.2023

##### Accepted:

31.10.2023

©2023 UYBİSBBD  
All rights reserved.



#### Abstract

With the development of technology, the internet has started to play an important role in many areas of our lives. The concept of Industry 4.0 has emerged in order to increase the impact of advanced technology in the industrial sector, reduce errors in production, keep up with competitive production, reduce production times, use resources more efficiently, make processes autonomous and include the Internet of Things (IoT) in production. This means that the production in the industry takes place more efficiently. However, the development of technology also brings electronic device waste (e-waste). Old devices can be renewed through recycling and repair, thus extending the useful life of the devices. The use of Industry 4.0 technologies in the production and maintenance of refurbished devices can increase the efficiency of the production process and reduce costs. Therefore, using Industry 4.0 in this field is important in terms of being able to compete in the sector. In addition, the increase in the use of refurbished devices also contributes to environmental sustainability. In this study, the emergence and definition of Industry 4.0, its connection with the internet of things, the renewed device definition, Industry 4.0 and production and communication standards are emphasized. As a result, for a clearer understanding of the standards, the renewal stages of a refurbished smartphone and the production and communication standards to be followed are explained as an example.

**Keywords:** Industry 4.0, IEC, ISO, Internet of Things, Refurbished Devices.

**Atıf/ to Cite (APA):** Tuncer Ö. & Alaeddinoğlu M. F. (2023). Yenilenmiş Cihazlar İçin Endüstri 4.0 Standartları. Uluslararası Yönetim Bilişim Sistemleri ve Bilgisayar Bilimleri Dergisi, 7(2), 113-127. DOI:10.33461/uybisbbd.1306421

<sup>1</sup> Yüksek Lisans, Senatech Bilişim Teknoloji Sanayi Ticaret A.Ş., ozge.tuncer@senatech.com.tr, İstanbul, Türkiye.

<sup>2</sup> Dr. Öğr. Üyesi, Açıköğretim Fakültesi, Atatürk Üniversitesi, f.alaeddinoglu@atauni.edu.tr, Erzurum, Türkiye.

## 1. GİRİŞ

Günümüzde, üretim süreçlerinin otomatikleştirilmesi ve verimliliğinin artırılması için Endüstri 4.0 felsefesi giderek önem kazanmaktadır. Endüstri 4.0, üretim sürecinde teknolojik ürünlerin kullanımı ile insan kaynaklı hataların azaltılması, fabrikaların otomatikleştirilmesi, verimliliğinin artırılması, maliyetlerin düşürülmesi ve üretim süreçlerinin optimize edilmesi için bir dizi fırsatlar sunmaktadır (Javaid vd., 2022). Bu durum, aynı zamanda yenilenmiş cihazlar için de kullanılabilir ve bu cihazların üretimi ve bakımı için de faydalar sağlamaktadır.

Yeniden üretim terimi endüstride 100 yılı aşkın bir süredir kullanılmasına rağmen ilk olarak 1970'lerde akademik olarak kullanılmıştır. Günümüzde ise, endüstrinin hemen hemen her alanında yeniden üretim faaliyeti sistemli ya da sistematik olmayan şekilde yürütülmektedir (Ünal, 2005), (Reike vd., 2017). Yeniden üretimin öz ve kavramsallaşmış terimi olarak yenileme, profesyonel bir şirketin kullanılmış ürünleri toplayıp işlevsel ve tatmin edici bir duruma geri getirdiği ve ardından bu yenilenmiş ürünlerin yeni tüketicilere satıldığı bir süreçtir (Rathore vd., 2011), (Glotova vd., 2014). Sonuç olarak yenileme, sıfırdan üretim için gerekli olan enerji ve emeğin büyük bir kısmını koruma anlamına gelmektedir. Yeniden üretim, kullanılmış ürünlerin endüstriyel süreçlerle yeni ürün standartlarına getirilmesini sağlayarak hem e-atıkların önüne geçecek hem kaynak tüketimini azaltacak hem de çevresel sürdürülebilirlik açısından önemli katkılar sağlayacaktır (Kutlu ve Kağncıoğlu, 2015), (Glotova vd., 2014). Yeniden üretimde Endüstri 4.0 teknolojileri kullanarak cihazların daha uzun ömürlü olması ve daha az arıza yapması sağlanabilmektedir. Bu da üretim sürecinde kesintilerin azalmasına yardımcı olabilmekte ve böylece üretkenliği artırmaktadır.

Yenilenmiş cihazlar, hasar görmüş, bozulma eğiliminde olan, tasarım açısından bakım gerektiren, bileşenlerinin fonksiyonlarını tam olarak yerine getiremediği durumlardan yeniden kullanılabilir ve satışa uygun hale getirilmesidir (Mugge vd., 2017). Yenilenmiş cihazlar, ürünün ömrünü uzatarak, kaynakların daha etkili kullanımını sağlayarak, enerji tüketimini azaltarak ve karbon ayak izini düşürerek çevreye daha az zarar vermektedir (Laininen, 2018). Yenilenmiş cihazlar ile ürünün dayanıklılığını artırmak ve tekrar kullanıma uygun hale getirmek mümkündür. Bu süreç, ürün parçalarının sökülmesi, temizlenmesi, kontrol edilmesi ve onarılması ve ardından yeniden monte edilmesi işlemidir. (Guide, 2001). Yani, ürünün sökülmesi, bileşenlerin yeniden oluşturulması, değiştirilmesi ve orijinal tasarım özelliklerini karşıladığından emin olmak için tek tek parçaların ve tüm ürünün test edilmesi anlamına gelir. Ayrıca, üretilen ürünün yenileme sonrası performansının orijinale yakın bir performans göstermesi beklenmektedir (Centre for Remanufacturing ve Reuse (CRR), 2020).

Döngüsel ekonomi, kullanılmış ürünlerden yeniden değer kazanmak, kullanılmış ürünleri tekrardan hayata kazandırmak ve daha az atık oluşturduğu için daha sürdürülebilir bir tüketim modeline geçişi teşvik etmek için önemli fırsatlar sunmaktadır (Rajput ve Singh, 2019). Döngüsel ekonomiye göre yenileme, ürünlerin temel değerini korumanın bir yoludur. Yenileme işlemi sırasında, üreticiler kullanılmış ürünleri toplamakta ve orijinal parçaları geri kazanıp yeniden yapılandırarak orijinal performanslarına geri döndürülmelerini sağlamaktadırlar. Kaynakların tükenmesi ve çevresel sorunlar nedeniyle, elektronik ürünlerin yeniden kullanımı ve geri dönüşümü giderek önem kazanmaktadır. Bu amaçla, elektronik ürünlerin yenilenmesi, endüstriyel bir süreç olarak kullanılmakta ve Endüstri 4.0 standartlarında yapılması gerekmektedir. Bu durum, döngüsel ekonomi için atık akışını azaltma ve ürünlerin değerini geri kazanma konularında yardımcı olmaktadır. Yenilenmiş cihazlar, üreticilerin ve tüketicilerin çevresel sorumluluklarını yerine getirme çabalarının bir karşılığı olmakta ve aynı zamanda daha uygun fiyatlı seçenekler sunmaktadır. Ancak, tüketicilerin yenilenmiş ürünlere yönelik algıları, bu ürünlerin kabul edilme oranlarını bazen olumsuz etkilemektedir. Bu nedenle, yenilenmiş cihazların Endüstri 4.0 standartlarında üretilmesi, tüketicilerin yenilenmiş cihazlar hakkında doğru bilgilendirilmesi çok büyük önem arz etmektedir. Ayrıca Endüstri 4.0 teknolojileri, yenilenmiş cihaz sektöründe; sensörler, veri toplama cihazları ve yapay zekâ algoritmaları gibi araçlar kullanılarak yenilenen cihazların performansı izlenebilmekte,

bakım gereksinimlerini önceden tahmin edilebilmekte ve arızalar önceden önlenebilmektedir (Peres vd., 2020).

## 2. YENİLENMİŞ CİHAZLAR İÇİN ENDÜSTRİ 4.0

### 2.1. Endüstri 4.0

Endüstri devrimleri, üretim ve ekonominin değişimin ve gelişiminde insanlık tarihinin en önemli dönüm noktalarından kabul edilmektedir. Bu devrimler, özellikle sanayi, tarım, iletişim ve ulaştırma sektörlerinde büyük değişim ve gelişimlere yol açmış ve özellikle Endüstri 4.0 ise modern dünyanın temellerini oluşturmuştur (Lasi vd., 2014).

Birinci Sanayi Devrimi (Endüstri 1.0), ilk olarak 1760-1840 yılları arasında İngiltere'de başlamıştır ve buhar gücü kullanarak elde edilen elektrikle birlikte üretim süreçlerinde büyük bir değişim meydana getirmiştir (Yıldırım, 2019). Tekstil üretimindeki buharlı dokuma makineleri, tarım makineleri ve ulaşım araçlarındaki gelişmeler, üretim verimliliğini artırmıştır. Endüstri 1.0, Buhar Çağı olarak da anılmaktadır (REİS vd., 2010).

İkinci endüstri devrimi (Endüstri 2.0), 1870-1914 yılları arasında özellikle Avrupa'da gerçekleşmiştir. Elektrik, petrol, otomobil ve çelik üretimi gibi yeni teknolojilerin kullanılması, üretim süreçlerini daha da hızlandırmış ve genişletmiştir (Bozkurt, 2022).

Üçüncü Sanayi Devriminin (Endüstri 3.0), 1960-2000'ler arasındaki bu dönemde, bilgisayar teknolojilerinin gelişmesiyle başlamıştır. Yeni teknolojiler, üretim sürecinin daha da otomatik hale gelmesine ve bilgi ekonomisinin doğmasına neden olmuştur. İnternet ve dijital teknolojiler, iletişim ve bilgi paylaşımını hızlandırmıştır (Çeliktaş vd., 2015). Bu teknolojiler, bilgiye dayalı ekonomilerin ortaya çıkmasına yol açmış ve iş dünyasında büyük bir dönüşüm yaşanmasına sebep olmuştur.

Dördüncü Sanayi Devrimi (Endüstri 4.0), dijital teknolojilerin hızla gelişmesi ve sanayi sektöründeki bu teknolojilerin kullanımının artması ile ortaya çıkan bir kavramdır. Endüstri 4.0, akıllı fabrikaların oluşmasını sağlamıştır. Bu fabrikalarda, üretim süreci tamamen dijitalleşebilmekte, makine ve ekipmanlar birbirleriyle iletişim kurabilmekte ve verileri paylaşabilmektedir. Bu sayede, işletmeler üretim sürecinde daha esnek ve verimli olabilmektedir (Lasi vd., 2014).

Endüstri 4.0, fabrikaların verimliliğini artırmak için birçok teknolojinin kullanımını içeren bir yaklaşımdır ve bu teknolojiler şunları içermektedir (Lu, 2017):

*Nesnelerin İnterneti (IoT):* Bu teknoloji, sensörler, akıllı cihazlar ve diğer ortam cihazları arasındaki iletişimi sağlanması ve bu sayede üretim sürecindeki toplanan verilerin analiz edilmesi süreçlerinde etkili rol almaktadır (Jan vd., 2022). IoT kavramı, küresel internet bağlantısının yaygınlaşması, kablosuz ağların gelişmesi ve sensör teknolojilerindeki ilerlemelerin bir sonucudur. IoT'un temelinde, internete bağlı cihazların sensörler aracılığıyla topladığı verilerin işlenmesi ve kullanılması yer almaktadır (Rose, 2015). IoT, cihazlar arasındaki iletişimin artması ve daha fazla veri toplaması ile daha akıllı kararların alınmasıdır. Bu da daha verimli iş süreçleri, daha iyi müşteri deneyimleri ve daha düşük maliyetler anlamına gelmektedir. IoT teknolojisi birçok alanda hayatımızı kolaylaştırabilmekte ve gelecekte de önemli bir rol oynayabilmektedir (Aktaş vd., 2016). IoT'nin gelişimi, cihazlar arasındaki etkileşimin artmasına, verimliliğin artmasına ve daha akıllı kararların alınmasına olanak tanımıştır. Dünyadaki nesnelerin birbirleriyle iletişim kurmasını sağlayarak insanın çalışma, yaşama ve öğrenme gibi yeteneklerine farklı bir boyut kazandırmaktadır (Gündüz ve Daş, 2018). Günümüzde IoT, endüstriyel üretim, sağlık, akıllı evler, akıllı şehirler ve otomotiv gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Sağlık sektöründe, tıbbi cihazlar hasta verilerini toplamakta ve doktorların uzaktan erişim sağlamalarına olanak tanımakta bunun yanı sıra ev sahiplerinin evlerini akıllı ev sistemleri sayesinde uzaktan yönetebilmekte, endüstriyel cihazlar, fabrikaların verimliliğini artırma ve arızaları önceden tespitinde de kullanılmaktadır (Yıldırım ve Yıldırım, 2022), (Rüßmann vd., 2015). Bu çalışmaların çeşitli örneklerini de otomotiv endüstrisinde, otonom arabaların birbirleriyle ve yollardaki sensörlerle iletişim kurarak kazaları önlemeye yardımcı olduğu, tarım

sektöründe, IoT cihazları, verimliliği artırmak ve hasat verimliliğini artırmak için kullanılmaktadır (Liu vd., 2021). Şehirlerde, IoT cihazları, trafik akışını izlemek, hava kalitesini ölçmek, enerji tüketimini izlemek ve kamu hizmetlerini yönetmek için kullanılabilir (Aktaş vd., 2016).

*Bulut Bilişim:* Bulut bilişimin Endüstri 4.0'da kullanımı ile birlikte üretim sürecindeki veriler bulutta depolanabilmekte ve işlenebilmektedir. Bu sayede veri erişimi kolaylaşmakta ve işlem hızları artmaktadır (Aceto vd., 2020).

*Yapay Zekâ (AI):* Her geçen gün yapay zekâ teknolojilerinin kullanımı Endüstri 4.0'da çok daha önemli bir rol oynamaktadır. Bu teknoloji sayesinde üretim sürecindeki veriler analiz edilmekte ve öngörülere ulaşılmaktadır. Bu sayede üretim sürecindeki hatalar önceden belirlenebilmekte ve gerekli önlem alınabilmektedir (Ahmed vd., 2022).

*Robotik Otomasyon:* İnsan gücü gerektiren işlerin birçoğunu otomatikleştirebilmek ve bu sayede üretim sürecindeki hataların azaltılması mümkün olmaktadır. Robotlar, insanların yapması gereken yorucu, tehlikeli veya hassas işlerde kullanılabilir ve üretim hattının hızı ve doğruluğu artırılabilir (Nokia, 2023).

*Büyük Veri Analizi:* Üretim sürecindeki verilerin analiz edilmesi ve bu verilerin doğru bir şekilde kullanılması için oldukça önemlidir. Bu veriler, üretim sürecindeki hataların tespit edilmesi ve bu hataların düzeltilmesi için kullanılabilir. Ayrıca, üretim sürecindeki veriler, ürünlerin müşteri ihtiyaçlarına göre özelleştirilmesi için de kullanılabilir (Khan vd., 2017).

Endüstri 4.0 ile birlikte; üretim, tadilat ve bakım-onarım süreçlerinde büyük bir değişim meydana gelmiş ve bu yeni dönemde, endüstriyel üretim ve bakım-onarım işlemleri, daha verimli, hızlı ve hassas hale gelmiştir (Hozdić, 2015).

Üretim sürecinde dijital teknolojilerin kullanılması ile daha esnek, ölçeklenebilir ve verimli bir üretim sağlanmaktadır. Akıllı fabrikalar, yapay zekâ ve otomasyon teknolojileri kullanarak üretimdeki hataları minimize etmekte, kaliteyi artırmakta ve süreçleri optimize etmektedir (Ahmed vd., 2022).

Endüstri 4.0'da bakım-onarım süreci önemli bir rol oynamaktadır. Sensörler ve veri analizi sayesinde, makinelerin bakım zamanı tahmin edilebilmekte ve önceden planlama yapılabilmektedir. Bu sayede, makinelerin duruş süresi azaltılabilmekte ve bakım maliyetleri düşürülebilmektedir. Ayrıca, yapay zekâ ve otomasyon teknolojileri sayesinde, bu bakım-onarım süreçleri çok daha etkili optimize süreçleriyle işletme maliyetlerini azaltabilmektedir (Achouch vd., 2022).

## 2.2. Yenilenmiş Cihazlar

Yenilenmiş cihaz kavramı, ilk olarak 1980'lerde ortaya çıkmıştır. Yenilenmiş cihazlar, önceden kullanılmış cihazların tamir edilmesi, bakımlardan geçirilmesi, yeniden kutulanması ve satışa sunulmasıyla oluşan bir kavram olarak karşımıza çıkmaktadır. Her geçen gün teknolojik ürünlerin çoğalması ve buna bağlı olarak hem e-atık hem maliyetler hem de iklimsel diğer sonuçlar hesaba katıldığında insanların yenilenmiş cihazlara eğilimi önem arz etmektedir (Govindan ve Popiuc, 2014). Bu nedenle, birçok şirket, müşterilerine daha uygun fiyatlı seçenekler sunmak için yenilenmiş cihazları üzerine çalışmalar yapmaktadır.

Başlangıçta yenilenmiş cihazlar, daha çok bilgisayar ve yazıcı gibi ofis ekipmanlarına yöneliktir. Sonraları bu durum gelişerek ve genişleyerek tek kullanımlık kamera ve doküman kontrolü, cep telefonu endüstrisi, e-atık ve geri dönüşümün yönetimi ve kartuş geri dönüşümü gibi çalışmalarını kapsamaktadır (Guide vd., 2003), (Nagurney ve Toyasaki, 2005), (Mafakheri ve Nasiri, 211). Son yıllarda ise Apple, Samsung, Amazon, HP, Best Buy, Gazelle, Back Market, Swappa ve Decluttr gibi büyük teknoloji şirketlerinin alana girmesiyle akıllı telefon, tablet, bilgisayar, saat, televizyon ve diğer teknolojik cihazlar da yenilenmiş cihaz kategorisine girmiştir.

Yenilenmiş cihazlar, modern toplumun teknolojik ihtiyaçlarını karşılamak için giderek daha önemli hale gelmektedir. Bu cihazlar hem ekonomik hem de çevresel açıdan birçok avantaj



sunmaktadır. Ekonomik açıdan bakıldığında yenilenmiş cihazlar son teknoloji ürünlere daha uygun fiyatlarla erişim sağlayarak bireylerin teknolojik yeniliklere adım atmasını kolaylaştırmaktadır (Sharifi ve Shokouhyar, 2021). Örneğin, son model bir akıllı telefonun fiyatı yüksek ve çoğu kişi için ulaşılmaz olabilmektedir. Ancak, aynı telefonun yenilenmiş versiyonu daha uygun bir fiyata satın alınabilmektedir. Bu sayede bireyler hem son teknolojiye sahip olma imkânı bulabilmekte hem de daha yüksek bir fiyat ödemediği cihazı ekonomik açıdan daha avantajlı fiyatlara alabilmektedir. Aynı zamanda, çevre dostu bir seçenek olarak yenilenmiş cihazlar, elektronik atık miktarının azaltılmasına katkıda bulunarak doğanın korunmasına da yardımcı olmaktadır (Mugge vd., 2017). Yenilenmiş cihazlar, tamir edilip ve yeniden test edilmesi süreci insanların yenilenmiş cihazlara olan güvenlerini ve tercihlerini artırmaktadır (Hazelwood ve Pecht, 2021). Ancak, yenilenmiş cihazların bazı dezavantajları vardır. Öncelikle, bu cihazların garanti süresi sınırlı olabilmekte veya sonrasında herhangi bir garanti verilememektedir. Bu da kullanıcıların cihazda olası bir arıza durumunda yeni masraflarla karşılaşmasına neden olabilmektedir (Weelden vd., 2016).

Endüstri 4.0, üretim süreçlerinin otomatikleştirilmesi, verimliliğin artırılması ve iletişim teknolojilerinin kullanımı ile birlikte daha akıllı ve esnek hale getirilmesi amacıyla geliştirilmiş bir endüstriyel dönüşüm sürecidir. Endüstri 4.0 destekli akıllı cihaz yenileme işleme ile ilgili hedefler aşağıda sıralanmıştır (Boulouf vd., 2022):

*Otomatikleştirilmiş Üretim:* Yenilenmiş cihazların üretiminde Endüstri 4.0, üretim hatlarının otomatikleştirilmesini ve robotik sistemlerin kullanımını sağlayarak daha hızlı ve verimli üretim yapılmasını hedeflemektedir.

*Akıllı Cihazlar:* Endüstri 4.0, yenilenmiş cihazların akıllı cihazlar haline getirilmesi için gerekli olan sensörler, veri toplama sistemleri ve analitik araçları sağlamaktadır. Bu sayede cihazların daha akıllı, verimli ve kullanıcı dostu hale getirilmesi amaçlanmaktadır.

*Verimlilik ve Enerji Tasarrufu:* Endüstri 4.0, yenilenmiş cihazların üretiminde enerji tasarrufu sağlamak için kullanılan yenilikçi teknolojileri desteklemektedir. Bu sayede hem çevresel sürdürülebilirlik hem de işletme maliyetlerinde tasarruf sağlanması hedeflenmektedir.

*Gerçek Zamanlı İletişim:* Endüstri 4.0, yenilenmiş cihazların gerçek zamanlı olarak izlenmesi ve kontrol edilmesi için gerekli olan iletişim teknolojilerini sağlamaktadır. Bu sayede cihazların üretim süreci daha iyi yönetilebilmekte ve hatalar daha hızlı tespit edilebilmektedir.

*Daha Esnek Üretim:* Endüstri 4.0, yenilenmiş cihazların üretiminde esneklik sağlayarak, farklı ürünlerin üretimine hızlı bir şekilde geçiş yapılmasını hedeflenmektedir. Bu sayede müşteri taleplerine daha hızlı cevap verilebilmekte ve üretimdeki değişiklikler daha kolay yönetilebilmektedir.

*Bakım optimizasyonu:* Endüstri 4.0 teknolojileri, yenilenmiş cihazların bakım sürecini optimize etmeye yardımcı olabilmektedir. Sensörler ve veri analitiği araçları, cihazların performansını izlemeye ve bakım gerektiren durumları önceden tahmin etmeye yardımcı olabilmektedir. Bu da bakım süresini azaltmakta ve cihazların daha uzun süreli kullanımını sağlamaktadır.

### 2.3 Endüstri 4.0 Standartları

"Standart" bir ürünün, hizmetin veya işlemin kabul edilebilir veya minimum gereksinimlerini belirleyen bir kılavuz veya ölçüttür. Bir başka deyişle, standartlar, belirli bir endüstri veya sektörde kullanılan bir ürün veya hizmetin minimum kalite, güvenlik, performans veya diğer özelliklerinin belirlenmesinde kullanılan bir referans noktasıdır (Karabal, 2022). Standartlar, endüstriler arası uyumu artırarak ürünlerin veya hizmetlerin güvenliği, kalitesi, dayanıklılığı ve performansının artırılmasına yardımcı olmaktadır. Ayrıca, standartlar, bir ürünün veya hizmetin müşteriler tarafından daha kolay algılanmasına ve seçilmesine de yardımcı olmaktadır (Akbaba, 2005). Standartların oluşturulması genellikle bir endüstri veya sektördeki uzmanlar tarafından yapılmakta ve bunlar çeşitli testler ve değerlendirmeler yaparak minimum gereksinimleri belirlemektedir. Standartlar, genellikle

hükümetler tarafından zorunlu hale getirilmekte veya endüstri standart organizasyonları tarafından gönüllü olarak benimsenmektedir (Aktan, 2017).

Standartlar, belirli bir ürün, hizmet veya işlem için minimum kalite, performans, güvenlik ve diğer özellikleri belirleyen bir kılavuz veya ölçüttür. Standartların faydaları aşağıdaki şekilde sıralanabilir (European Standards, 2010).

*Kalite Kontrolü:* Standartlar, ürünlerin veya hizmetlerin belirli bir kalite seviyesini karşılmasını sağlamaktadır. Bu, ürünlerin veya hizmetlerin müşterilerin beklentilerine uygunluğunu garanti etmektedir.

*Güvenlik:* Standartlar, ürünlerin veya hizmetlerin güvenli olmasını sağlamaktadır. Belirli bir ürün veya hizmet için standartlar oluşturmak, ürünlerin veya hizmetlerin kullanımı sırasında güvenlik risklerini azaltabilmektedir.

*Endüstri Uyumu:* Standartlar, bir endüstri veya sektörde kullanılan ürünlerin veya hizmetlerin belirli bir kalite seviyesine uygun olmasını sağlamaktadır. Bu, farklı şirketlerin veya kuruluşların aynı kalite standartlarına uygun ürünler veya hizmetler sunmalarını sağlamaktadır.

*Rekabet:* Standartlar, farklı şirketler veya kuruluşlar arasında rekabeti artırmaktadır. Eşit kalite seviyesine sahip ürünler veya hizmetler sunan şirketler, müşteriler tarafından daha rahat tercih edilmektedir.

*Tüketici Koruması:* Standartlar, tüketicilerin ürünlerin veya hizmetlerin belirli bir kalite seviyesine uygun olduğunu bilmesini sağlamaktadır. Bu, tüketicilerin ürün veya hizmetlerin kalitesi konusunda endişe duymadan alışveriş yapmalarını sağlamaktadır.

Müşterilerin isteklerini karşılamak üzere yenilenmiş cihaz üretimi yapan bilgi teknolojileri hizmeti veren kurum veya birimlerin yetenek ve performanslarını devamlı iyileştirmek ve geliştirmek için kalite veya bilgi güvenliği gibi standartlarla bütünleşebilecek standartlar bulunmaktadır. Konu ile ilgili standart, yönetmelik ve ilgili referanslardan Endüstri 4.0 ile yenilenmiş cihaz üretimi yapabilmek için gerekli standartlar aşağıdaki Tablo 1.'de sıralanmıştır (European Standards, 2010):

**Tablo 1.** Yenilenmiş Cihaz Üretimini Endüstri 4.0 ile Yapılabilmesi İçin Gerekli Standartlar

Standart Kodu	Açıklama
TS ISO IEC 20000-1	Bilgi Teknik Hizmet Yönetim Sistemi
FCC standartları	Federal İletişim Komisyonu (FCC) tarafından belirlenen standartlar, yenilenmiş akıllı cihazların elektromanyetik radyasyon emisyonlarına uygunluğunu sağlamak için gerekli olan unsurları içermektedir.
CE standartları	Avrupa Birliği'nde satılan yenilenmiş akıllı cihazlar, CE standartlarına uygun olmalıdır. Bu standartlar, cihazın sağlık ve güvenlik koşullarına uygunluğunu kontrol etmektedir.
UL standartları	Yenilenmiş akıllı cihazların üretiminde, Underwriters Laboratories (UL) tarafından belirlenen güvenlik standartlarına uyulması gerekmektedir. Bu standartlar, cihazın güvenliği ve kullanımıyla ilgili konuları kapsamaktadır.
RoHS standartları	Yenilenmiş akıllı cihazların üretiminde, RoHS (Tehlikeli Maddelerin Kullanımının Sınırlandırılması) standartlarına uyulması gerekmektedir. Bu standartlar, cihazlarda kullanılan bazı tehlikeli maddelerin miktarını sınırlamaktadır.
GDPR standartları	Yenilenmiş akıllı cihazların üretimi ve satışı, Avrupa Birliği'nin Genel Veri Koruma Yönetmeliği (GDPR) gibi veri koruma yasalarına uygun olmalıdır. Bu standartlar, kişisel verilerin korunması ve gizliliğinin sağlanması için tasarlanmıştır.

TÜV Rheinland uyumluluğu	Yenilenmiş akıllı cihazların güvenlik, kalite ve performans standartlarına uygun olduğunu göstermektedir.
Üretici Garanti Standartları	Yenilenmiş akıllı cihazlar, orijinal üreticilerin garanti standartlarına uygun olmalıdır. Bu standartlar, cihazın garanti süresi, garanti şartları ve garanti kapsamını belirlemektedir.
Yenilenmiş Ürünlerin Satışı Hakkında Yönetmelik	Yenilenmiş cihazlara en az 12 ay garanti verilmesi gibi konuları belirtmektedir.
IP Rating:	IP (Ingress Protection) derecelendirme standardı, cihazın toz ve sıvı nüfuzuna karşı dayanıklılığını belirlemektedir. Örneğin, bir akıllı cihazın IP68 sertifikası, cihazın suya ve toza karşı dayanıklı olduğunu göstermektedir.
WEEE:	Elektrikli ve elektronik atıkların yönetimi için bir yönerge ve elektronik cihazların üretiminden kaynaklanan atıkların doğru şekilde yönetilmesini gerektirmektedir.
ISO 9001	Ürün ve hizmetlerinin kalitesini nasıl iyileştirebileceklerini ve müşterilerinin beklentilerini tutarlı bir şekilde nasıl karşılayabileceklerini sağlamaktadır.
ISO 14001:	Bu standart, çevre yönetim sistemi kurulmasını ve sürdürülebilirlik hedefleri doğrultusunda çevre etkilerinin azaltılmasını amaçlamaktadır. Bu standardın uygunluğu, ürünlerin çevresel etkisini minimize etmeyi amaçlayan bir yenilenme sürecinde önemlidir.
IEC 61883-6:2014	Herhangi bir ses ve/veya müzik verisi işleme, üretim ve dönüştürme fonksiyon bloğu ile herhangi bir modüle veya cihaza uygulanabilmektedir. Bu standart, yalnızca ses ve müzik verilerinin iletimi ile ilgilidir.
ISO IEC 14496-20:2008	Sırasıyla cep cihazları gibi kaynakları kısıtlı cihazlara zengin medya hizmetlerini sunmak ve uygun bir sahne tanımlama formatı (LAsER) ve bir toplama formatı (SAF) tanımlamaktadır. LAsER, zengin medya hizmetlerinin tüm gereksinimlerini sahne tanımlama düzeyinde karşılamayı amaçlamaktadır.
ISO IEC 14496-21:2006/Cor 1:2007	Cep cihazları gibi sınırlı kaynaklara sahip cihazlar için tasarlanan Graphics Framework eXtensions (GFX), MPEG standart Java uygulama ortamının (MPEG-J) bir alt kümesini bir Java API ve diğer standart Java API'leri ile birleştiren 3B oluşturuculara erişim için bir çerçeve sağlamaktadır.
ISO IEC TR 29172:2011	Mobil AIDC (otomatik tanımlama ve veri yakalama) hizmetleri için bir referans mimariyi tanımlamaktadır. Örneğin, radyo frekansı tanımlama (RFID).
ISO IEC 11172-3:1993/Cor 1:1196	Depolama ortamı için yüksek kaliteli sesin kodlanmış gösterimini ve yüksek kaliteli ses sinyallerinin kodunu çözme yöntemini belirtmektedir.
ISO IEC 27037:2012	Kanıtın değeri olabilecek potansiyel dijital kanıtların tanımlanması, toplanması, elde edilmesi ve saklanması gibi dijital kanıtların ele alınmasına yönelik belirli faaliyetler için yönergeler sağlamaktadır.
ISO IEC 15149-2:2015	Aynı frekans bandında hem kablosuz güç iletiminin hem de veri iletiminin aynı anda gerçekleştirildiği bir bant içi ağ sistemi kurmaktadır. İstikrarlı bir ağ ile birlikte uzak ve tutarlı bir güç kaynağı için teknik çözüm sağlamaktadır.
ISO 17215-4:2014	Video kamera ara yüzleri için iletişim gereksinimlerini belirtmektedir. Esas olarak ISO/OSI temel referans modelinin fiziksel, bağlantı, ağ ve taşıma katmanları ile ilgilidir.

ISO IEC 30137-1:2019	İzleme listelerine karşı gerçek zamanlı çalışma ve video verilerinin olay sonrası analizi dahil olmak üzere bir dizi senaryo için VSS'de (Kapalı Devre Televizyon veya CCTV sistemleri olarak da bilinmektedir) biyometri kullanımına uygulanabilmektedir. Çoğu durumda, tercih edilen biyometrik mod yüz tanıma olacaktır, ancak bu belge aynı zamanda yürüyüş tanıma gibi diğer modaliteler için de rehberlik sağlamaktadır.
ISO IEC 23000-11:2009/Amd 3:2014	ISO tabanlı medya dosyası formatına dayalı olarak stereoskopik video içeriklerinin depolanması, değiş tokuşu, yönetimi, düzenlenmesi ve sunumu için uygun bir dosya formatını belirtmektedir.
ISO IEC 23090-2:2021	Video, resimler, ses ve zamanlı metin dahil olmak üzere çok yönlü ortamları kodlamak, depolamak, iletmek ve işlemek için çok yönlü ortam biçimini belirtmektedir.
ISO IEC 24755:2007	Kişisel mobil iletişim cihazları (örneğin, cep telefonları ve kişisel dijital asistanlar) tarafından sunulan, ilgili işlevleriyle birlikte tutarlı bir ekran simgeleri ve sembolleri seti tanımlamaktadır. Bu simgeler ve semboller, tipik işlevleri ve durumları temsil eden gerçek dünyadaki nesnelere üzerindeki geleneksel kontroller ve işlevlerle ilişkilendirilmektedir.
ISO IEC 20954-1:2019	İki dönme bileşeninden, sapma ve eğimden oluşan elde tutulan bulanıklığı telafi eden hareketsiz görüntüler için optik görüntü sabitleme performansını ölçmek için bir yöntem açıklanmaktadır. Video kamera ve cep telefonu gibi hareketsiz görüntü çekme işlevine sahip cihazlar bu belgenin kapsamındadır.
ISO IEC 12905:2011/Cor 1:2013	Kart sahibi tercihlerini kodlayan bir entegre devre kartında (örneğin, SIM/UIM) kişiselleştirecek bir dizi veri ögesini belirtmektedir. Bu veri ögeleri karttan alınacak ve terminale kullanıcının belirli kullanıcı arabirimi gereksinimleri olduğunu belirtmek için kullanılacaktır.
ISO IEC 29143:2011	Pasif bir geri saçılma sisteminin parçası olan Mobil radyo frekansı tanımlama (RFID) sorgulayıcıları için bir hava arabirimi özelliği sağlamaktadır. Sorgulayıcıların kanal tespitini desteklemeleri gerekmemektedir, yani Konuşmadan Önce Dinle (LBT) uygulamalarını gerektirmezler ve bir veya daha fazla eş-sorgulayıcıyla çarpışma riski altında şans eseri komutları iletmektedirler.
ISO TR 21835:2020	EHR'ler, hasta portalları ve PHR sistemleri ile birlikte cep telefonları, akıllı cihazlar, mobil uygulamalar ve uzaktan izleme cihazları gibi çeşitli modaliteler yoluyla yakalanan ortak veri öğelerinin çevresel bir taramasını sağlamaktadır ve sonuçta çeşitli cihazlara uygulanabilmektedir.
ISO 19093:2018/Amd 1:2020	Bir kameranın düşük ışık performansını ölçmek için bir protokolü belirtmektedir. Kameralı telefonlar ve diğer mobil cihazlar dahil olmak üzere dijital kameraların ölçümü için geçerlidir.
ISO IEC 9995-9:2016/Amd 1:2019	Öncelikle, tam boyutlu klavyelerin yanı sıra mobil cihazlarda ("akıllı telefonlar" veya avuç içi bilgisayarlar) bulunan minyatür klavyelerle kullanım için kelime işleme ve metin işleme uygulamalarına yöneliktir.
ISO IEC TS 19795-9:2019	Kimlik doğrulama güvencesini iyileştirmek için yerel biyometrik kimlik doğrulaması olan mobil cihazlarda kullanıldığında, biyometrinin performans testi için rehberlik sağlamaktadır.
ISO IEC 23220-1:2023	Tamamen veya kısmen bir mobil eID (e-kimlik sistemi) belirlenmesi, mimarisi, tasarımı, test edilmesi, bakımı, yönetimi ve işletilmesinde yer alan kuruluşlar için geçerlidir.
ISO IEC TR 30125:2016	Açık piyasadan tedarik edilen sistemler için mobil bir ortamda tutarlı ve güvenli bir biyometrik (bağımsız veya biyometrik olmayan tarafından desteklenen) kişiselleştirme ve kimlik doğrulama yöntemi geliştirmek için rehberlik sağlamaktadır.
ISO IEC 24779-4:2017	Genel halkın parmak izlerini toplayan ve/veya işleyen elektronik sistemlerin kullanımına yönelik kavramları ve prosedürleri anlamasına yardımcı olacak bir dizi sembol, simge ve piktogram içermektedir.

ISO IEC 24779-5:2020	Genel halkın yüz görüntülerini toplayan ve/veya değerlendiren elektronik sistemlerin kullanımına yönelik kavramları ve prosedürleri anlamasına yardımcı olacak bir dizi piktogram, simge ve sembol içermektedir.
ISO IEC 24779-9:2015	Vasküler görüntü tanıma ile birlikte kullanılacak sembolleri ve simgeleri belirtmektedir.
ISO IEC 24753:2011	Sensörleri, fonksiyonlarını, teslim edilen ölçümlerini ve sensör verileri için işleme kurallarını tanımlamak için kodlama kurallarını tanımlamaktadır.
ISO IEC 15961-4:2016	Sensörleri, fonksiyonlarını, teslim edilen ölçümlerini ve sensör verileri için işleme kurallarını tanımlayan komutları almaktadır ve uygun yanıtlar için gerekli bilgileri sağlamaktadır.
ISO IEC 13235-3:1998/COR 1:2006	ODP Ticaret İşlevinin, OSI Kılavuzunun bilgi girişleri ve destek mekanizmaları kullanılarak nasıl uygulanabileceğini açıklamaktadır.
ISO IEC 13244:1998/Amd 1:1999	Uluslararası Standart, Açık Dağıtılmış Yönetim Mimarisini (ODMA) tanımlamaktadır. ODMA hem açık dağıtılmış bir uygulama olarak sistem yönetimini hem de açık dağıtılmış uygulamaların yönetiminin belirlenmesi ve geliştirilmesi için bir mimari sağlamaktadır. ODMA ayrıca mimaride ihtiyaç duyulan standartların geliştirilmesi için mimari çerçeve sağlamaktadır.
ISO IEC 14750:1999	ISO IEC 14750:1999, ODP Referans Modelini sağlamayı amaçlamaktadır.
ISO IEC 14753:1999	Bir ara yüz referansı, düğümlerdeki nesnelere bağlanma da dahil olmak üzere, bağlamalar oluşturmak için gereken bilgileri içermektedir.
ISO IEC IEEE 15026-1:2019	Güvence ile ilgili terimleri tanımlamakta ve güvence için kullanıcı toplulukları arasında paylaşılan anlayışa bir temel sağlamak üzere organize bir kavramlar ve ilişkiler dizisi oluşturmaktadır.
ISO IEC IEEE 15026-2:2022	Garanti durumlarının yapı terminolojisine ilişkin gereklilikleri belirtmektedir. Ayrıca garanti durumlarının geliştirilmesi ve sürdürülmesi için geçerlidir.
ISO IEC IEEE DIS 15026-3	Bütünlük düzeyi kavramını, bütünlük düzeyine ulaşıldığını göstermek için karşılanması gereken karşılık gelen bütünlük düzeyi gereksinimleriyle birlikte belirtmektedir. Sistemleri, yazılım ürünlerini ve bunların öğelerini ve ayrıca ilgili dış bağımlılıkları kapsamaktadır.
ISO IEC IEEE 15026-4:2021	İddiayı gerçekleştirerek ve başarıyı göstererek, ilgilenilen sistem hakkında seçilen bir iddianın güvence altına alınmak için rehberlik ve tavsiyeler sağlamaktadır.
ISO IEC 23643:2020	Satıcılar için gereksinimleri belirtmekte ve yazılım güvenliği ve güvenlik doğrulama araçlarının hem kullanıcıları hem de geliştiricileri için yönergeler sağlamaktadır.
ISO IEC TS 25011:2017	Bireysel bir kullanıcının veya bir işletmenin ihtiyaçlarını destekleyen BT hizmetleri için geçerlidir.
ISO IEC 25010:2011	Özellikler ve alt özellikler, sistem ve yazılım ürün kalitesini belirlenmesi, ölçülmesi ve değerlendirilmesi için tutarlı bir terminoloji sağlamaktadır. Ayrıca, belirtilen kalite gereksinimlerinin eksiksizlik açısından karşılaştırılabileceği bir dizi kalite özelliği sağlamaktadır.
ISO IEC 26555:2015	Bir ürün hattındaki yazılım ürünleri, yazılım hizmetleri, yazılım yoğun sistemler (Sistem Mimarisi dahil ve donanım hariç) için teknik yönetimin araçlarını ve yöntemlerini kapsamaktadır.
ISO TS 9241-430:2021	İnsan-bilgisayar etkileşimi için temassız el ve kol hareketlerinin tasarımı, seçimi ve optimizasyonu hakkında rehberlik sağlamaktadır. Farklı hareket seti tasarımlarıyla ilişkili kullanılabilirlik ve yorgunluğun değerlendirilmesini ele almakta ve hareketlerin tasarımını ve seçimini değerlendirmeye yönelik yaklaşımlar için öneriler sunmaktadır. Bu belge aynı zamanda hareket kümelerini seçme sürecinin belgelenmesi konusunda rehberlik sağlamaktadır.

ISO 9241-410:2008/Amd 1:2012	Klavyeler, fareler, diskler, oyun çubukları, izleme topları, izleme dörtgenleri, tabletler ve dış görünüşler, dokunmatik ekranlar, prob uçları ve ışıklı kalemler ve ses ve hareket kontrollü cihazlar dahil olmak üzere etkileşimli sistemler için fiziksel giriş cihazlarının tasarımı için ergonomiye dayalı kriterleri belirtmektedir. Kullanıcıların yeteneklerini ve sınırlamalarını göz önünde bulundurarak bu cihazların tasarımına rehberlik etmekte ve fiziksel giriş cihazları için genel tasarım kriterlerinin yanı sıra her cihaz tipi için özel kriterleri belirtmektedir.
TSE 13906	Kullanılmış cep telefonu ve tabletlerin belirli bir standartta yenilenerek, garantili ve sertifikalı bir şekilde “yenilenmiş ürün” olarak tekrar satışa sunulmasına ilişkin usul ve esasları düzenleyen Yenilenmiş Ürünlerin Satışı Hakkında Yönetmelik 22.08.2020 tarihli ve 31221 sayılı Resmî Gazetede yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Anılan Yönetmelik hükümleri uyarınca, “yenileme” işlemlerini yapma ve “yenilenmiş ürün” piyasaya arz etme faaliyetleri Bakanlığımızca yetkilendirilen yenileme merkezleri tarafından yapılabilecektir.

## 2.4 Döngüsel Ekonomi

Döngüsel ekonomi, ürünlerden maksimum kullanımın elde edilmesi ve sonlandırmak için minimum atık üretilmesi niyetiyle düşünülmüş ekonomik bir sistemdir (Stahel, 2016). Mevcut malzeme ve ürünlerin yeniden kullanılması, onarılması, yeniden hayata kazandırılması ve geri dönüştürülmesidir. Endüstriyel ekonomide üretim, kullanım ve imha süreci yerine dönüşümü ve yeniden dönüşümü esas almayı ifade eden endüstriyel bir terimdir (Balbay vd., 2021).

## 2.5 Sürdürülebilir Kalkınma

Sürdürülebilir kalkınma, “Bugünün ihtiyaçlarını, gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılama yeteneğinden ödün vermeden karşılayan kalkınma” olarak tanımlanmaktadır (UNICEF, 2023). Yenilenmiş cihazlar, sürdürülebilir kalkınma amaçlarıyla eşdeğerdir. Bu cihazların yeniden kullanımı, elektronik atık miktarını azaltarak doğal kaynakların korunmasına yardımcı olur. Ayrıca, yenilenmiş cihazların daha uygun fiyatlı bir seçenek sunması, tüketicilerin daha az kaynak kullanarak daha fazla ürün elde etmelerine yardımcı olur ve böylece tüketicilerin bütçelerini rahatlatmaktadır. Buda, sürdürülebilir tüketim ve üretim modellerini teşvik ederek, toplumsal ve ekonomik kalkınmayı desteklemektedir. Yenilenmiş cihazlar, dijital farkı azaltarak, daha fazla insanın dijital hizmetlere erişimini sağlamaktadır. Bu durum, özellikle gelişmekte olan ülkelerde ve düşük gelirli ailelerde, dijital eşitsizliği azaltarak, bilgiye ve iletişime erişimi artırmaktadır. Tüm bu nedenlerden dolayı, yenilenmiş cihazlar, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmak için önemli bir araç olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bir çalışmada, sürdürülebilir bir toplum için yenilikçi bir tüketim modeli geliştirmeye yönelik çalışmalarında kişilerin sadece bireysel faydayı değil, toplumsal faydayı da maksimize edecek bir tüketim anlayışı edinmelerinin önemi ve bu modelin yaygınlaşmasında ne gibi görevler üstlenebilecekleri üzerinde durulmuştur (Hansen ve Schrader, 1997). Yine yukarıdaki çalışmada önerilen modele göre tüketicilerin, pazar ekonomisinin tetiklediği bireysel ihtiyaçları en iyi biçimde karşılamayı hedefleyen tüketim biçimi yerine doğal, sosyal ve ekonomik kaynakları kullanmada hem mevcut hem de gelecek nesillerle eşit olma ilkesini benimsemeleri gerektiği önerilmektedir (Hansen ve Schrader, 1997). Bu doğrultuda çalışmada, tüketicilerin genel tüketim miktarlarını azaltmaları ve ekolojik açıdan duyarlı bir tüketim yöntemi geliştirilmeleri üzerinde durulmaktadır.

## 3. AKILLI CİHAZLARIN YENİLENME AŞAMALARI VE STANDARTLARI

Yenilenmiş akıllı cihazlar daha önce kullanılmış ve iade edilmiş cihazlarda onarım, bakım ve yenileme işlemlerinin ardından satışa sunulan cihazlardır. Yenilenme süreci, cihazın kullanım ömrünü uzatmak ve daha iyi performans sunmak için birçok aşamayı içermektedir (Rudolf vd. 2022).

İlk aşaması, ön kontrol ve değerlendirme sürecidir. Bu aşamada, cihazın dış yüzeyi, ekranı, kamera lensleri ve bağlantı noktaları gibi bileşenleri temizlenmekte ve cihazın tüm işlevleri test

edilmektedir. Bu sayede, cihazın hangi bileşenlerinin değiştirilmesi gerektiği belirlenmektedir. Örneğin, ekranda çizikler veya kırıklar varsa, ekranın değiştirilmesi gerekebilir.

İkinci aşama, cihazın tamir ve değiştirme işlemlerini içermektedir. Bu aşamada, tespit edilen sorunlu bileşenler değiştirilmekte veya tamir edilmektedir. Örneğin, cihazın bataryası ömrünü tamamlamışsa, yeni bir batarya takılması gerekebilir. Cihazın ekranı çatlaksa, ekranın değiştirilmesi gerekebilir. Bu aşama, cihazın yenilenmesi için en önemli aşamalardan biridir.

Üçüncü aşama, cihazın yazılımını ve donanımını yenilemek için gerçekleştirilmektedir. Bu aşamada, cihazın işletim sistemi güncellenmekte ve cihaza uygun sürücüler yüklenmektedir. Cihazın belleği temizlenmekte ve yenilenmektedir. Bu aşamada, cihazın yenilenmiş bir sürümü yaratılmakta ve cihazın kullanımı daha hızlı ve daha akıcı hale getirilmektedir. Cihazın kamera ve diğer bileşenleri, gerekli olan yazılım ve donanım güncellemeleri yapılarak yenilenmektedir.

Dördüncü aşama, cihazın yeniden test edilmesidir. Bu aşamada, cihazın tüm işlevleri yeniden test edilmekte ve cihazın işlemci, batarya, kamera gibi bileşenleri kontrol edilmektedir. Bu sayede, cihazın yenileme işlemlerinin tam olarak başarılı olup olmadığı kontrol edilmektedir.

Son aşama, yenilenmiş akıllı cihazın yeniden paketlenmesi ve satışa sunulmasıdır. Yenilenmiş cihazlar, genellikle orijinal kutusundan farklı bir kutuda satışa sunulmaktadır. Cihazın kutusu, yeniden paketlenmekte ve orijinal aksesuarlar eklenmektedir. Cihazın garanti süresi, satışa sunulmadan önce kontrol edilmekte ve belgelenmektedir. Bu sayede, müşterilerin yenilenmiş cihazları güvenle satın almaları sağlanmaktadır.

Yenilenmiş bir akıllı cihaz, önceden kullanılmış bir cihazın tekrar kullanıma sunulabilmesi için tamir edilmiş ve test edilmiş bir versiyonudur. Yenilenmiş bir akıllı cihaz satın alırken, cihazın performansı, işletim sistemi güncellemeleri, pil ömrü ve diğer faktörleri göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Ayrıca, kullanıcı olarak güvenlik ve veri gizliliği konusunda belirli standartlara uyulmasını sağlamak gerekmektedir. Bu standartlardan bazıları (Reczek ve Benson, 2021):

*Elektriksel Güvenlik Standartları:* Yenilenmiş akıllı cihazlar, FCC, CE ve RoHS gibi elektriksel güvenlik standartlarına uygun olmalıdır. Bu standartlar, cihazların elektriksel güvenliği konusunda belirli gereksinimler belirlemekte ve kullanıcıların güvenli bir şekilde kullanmalarını sağlamaktadır.

*Veri Silme ve Temizleme Standartları:* Yenilenmiş akıllı cihazlar, önceki sahiplerine ait tüm verileri silmek ve cihazları temizlemek için belirli standartlara uyulmalıdır. Örneğin, NIST Special Publication 800-88 ve Blancco gibi standartlar, veri silme ve temizleme işlemlerinin doğru bir şekilde gerçekleştirildiğini ve önceki sahiplerin kişisel bilgilerinin cihazlarda kalmadığını doğrulamaktadır.

*Kişisel Verilerin Korunması:* Kişisel verilerin korunması, kullanıcının özel bilgilerinin izinsiz kullanımını önlemek adına bir yasal standarttır. Örneğin, Avrupa Birliği'nin Genel Veri Koruma Tüzüğü (GDPR) ve ABD'de Kişisel Verilerin Korunması ve Elektronik Belgeleme Yasası (ECPA) gibi yasalar düzenlemeleri, kişisel verilerin nasıl toplanacağını, işleneceğini ve saklanacağına dair kuralları içermektedir.

*Donanım Kalitesi:* Yenilenmiş akıllı cihazların donanım kalitesi, kullanıcıların güvenli ve sorunsuz bir deneyim yaşamasını sağlamak için belirli kalite standartlarına uygun olmalıdır. Örneğin, cihazların ekranları, bataryaları, kameraları ve diğer bileşenleri, belirli kalite testlerinden geçirilmelidir.

*Sürdürülebilirlik:* Yenilenmiş akıllı cihazların üretim sürecinde sürdürülebilir malzemelerin kullanılması, enerji tasarrufu ve karbon ayak izinin azaltılması gibi çevresel etkilerin minimize edilmesi gerekmektedir. Bu standartların örnekleri arasında, ISO 14001 çevre yönetim sistemi standartları ve ISO 9001 kalite yönetim sistemi standartları yer almaktadır.

*Düşük Enerji Tüketimi:* Yenilenmiş akıllı cihazların kullanım sürecinde düşük enerji tüketimine sahip olması, enerji tasarrufu sağlama ve çevresel etkilerin minimize edilmesi gerekmektedir. Bu

standartların örnekleri arasında, ENERGY STAR ve EPEAT gibi enerji verimliliği sertifikasyonları yer almaktadır.

*Garanti ve Destek Standartları:* Yenilenmiş akıllı cihazlar, belirli bir garanti ve destek standartlarına uygun olmalıdır. Örneğin, cihazların belirli bir garanti süresi, garanti kapsamı, garanti hizmeti, garanti geçerliliği ve garanti belgesi içinde olması ve teknik destek sunulması kullanıcılar için önemlidir.

*Sertifikasyon Standartları:* Yenilenmiş akıllı cihazların belirli sertifikasyon standartlarına uygun olması gerekmektedir. Örneğin, Apple Certified Refurbished veya Samsung Certified Pre-Owned gibi sertifikalar, cihazların belirli bir kalite standardına uygun olduğunu doğrulamaktadır.

*Geri Dönüşüm:* Yenilenmiş akıllı cihazların ömrünü tamamladıklarında, geri dönüşüm için uygun bir şekilde ayrıştırılmaları ve tekrar kullanıma hazır hale getirilmeleri gerekmektedir. Bu standartların örnekleri arasında, UL 110 Standartları ve R2 (Responsible Recycling) sertifikasyonu yer almaktadır.

*Elektronik Atık Yönetimi:* Yenilenmiş akıllı cihazların üretim, kullanım ve geri dönüşüm süreçlerinde elektronik atık yönetimi standartlarına uyulması gerekmektedir. Bu standartlar, atık elektronik cihazların doğru bir şekilde toplanmasını, taşınmasını, işlenmesini ve geri dönüştürülmesini içermektedir. Bu standartların örnekleri arasında, Elektronik Atık Yönetimi Yönetmeliği (EAYY) ve Elektrik ve Elektronik Cihazların Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği (EEFY) yer almaktadır.

Bu standartlar, yenilenmiş akıllı cihazların güvenli ve sorunsuz bir şekilde üretilmesini sağlamak için önemlidir.

#### 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yenilenmiş cihazlar, ikinci el veya kullanılmış cihazların bakım ve onarım işlemlerinden geçirilerek tekrar kullanıma sunulmasıdır. Yenilenmiş cihazlar, ekonomik, çevresel ve sürdürülebilir açısından birçok fayda sağlamaktadır. Maliyetinin yeni cihazlara göre daha düşük olması, yüksek kalite ve garanti ile sunulması kullanıcıların tercih etmesi açısından uygun bir seçenek olmaktadır. Ayrıca ithalat kalemlerinin tasarruf edilerek azaltılması ve henüz ekonomik ömrünü tamamlamamış ürünlerin yeniden piyasaya arz edilmesi cari açığın azaltılmasına yardımcı olmaktadır. Yenilenmiş cihazlar, atılan cihazların sayısını azaltarak doğal kaynakların korunmasına yardımcı olduğu için çevre dostu bir seçenek olarak da görülmektedir. Bu nedenle, yenilenmiş cihazların kullanımı, sürdürülebilir bir gelecek için önemli bir adım olarak görülmektedir.

Endüstri 4.0, fabrikaların otomatikleştirilmesi ve verimliliğinin artırılması için dijital teknolojilerin kullanımını teşvik eden bir felsefedir. Yenilenmiş cihazların üretiminde, Endüstri 4.0 teknolojileri kullanarak üretim sürecinin her aşaması takip edilebilmekte ve optimize edilebilmektedir. Örneğin sensörler ve veri toplama cihazları kullanılarak cihaz performansı izlenebilmekte, yapay zekâ ve makine öğrenimi algoritmaları ile veriler analiz edilerek cihaz bakım ihtiyaçlarının önceden tahmin edilmesi ve arızaların önceden önlenmesi sağlanabilmektedir. Yenilenmiş cihazların bakımı için de Endüstri 4.0 teknolojileri kullanılarak, cihazların daha uzun ömürlü olması ve daha az arıza vermesi sağlanabilmektedir. Bu da üretim sürecinde kesintilerin azalmasına ve dolayısıyla üretkenliğin artmasına yardımcı olabilmektedir. Endüstri 4.0 teknolojileri, yenilenmiş cihazların satış ve dağıtımında da kullanılabilir. Örneğin, akıllı etiketleme teknolojileri kullanılarak cihazların onarım ve bakım geçmişleri takip edilebilmekte ve müşteriler cihazın ne kadar süredir kullanıldığını, hangi bakım ve onarımların yapıldığını görebilmektedir. Bu nedenle, yenilenmiş cihazların üretiminde Endüstri 4.0 teknolojilerinin kullanılması önemlidir.

Yenilenmiş cihazların üretimi ve satışı, belirli standartların uygun bir şekilde uygulanması gereken bir süreçtir. Bu süreç, tüketicilerin güvenli bir şekilde ikinci el ürün alıpatabilmeleri, garanti ve ayıplı maldan doğan haklarını kullanabilmeleri açısından önemlidir. Ancak, yenilenmiş cihazların



üretiminde kullanılan parçaların kalitesi, cihazın performansını ve kullanıcıların güvenliğini doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle, üretim ve onarım sürecinde kullanılan işlemlerin ve parçaların uluslararası standartlara uygun olması gerekmektedir. Bu çalışma, öncelikli olarak birçok faydası olan yenilenmiş cihaz hakkında yapılan işlemlerin günümüzün üretim yöntemi olan Endüstri 4.0 ile yapılmasının gerekliliği hakkındadır. Ancak yapılacak olan bu üretimin dezavantajlarının azaltılması ve kullanıcıların doğru bakış açıları kazanmasını sağlamak için standartlara uygun şekilde yapılmasının öneminden bahsedilmiştir. Yine bu çalışma ile ülkemizde mevcut yenilenmiş cihaz üretimi yapan firmaların katma değerlerini artırmak diğer bir hedeftir. Sonuç olarak, yenilenmiş cihazların üretim ve bakımında Endüstri 4.0 teknolojilerinin kullanılması, üretim sürecinin verimliliğini artırabilmekte ve maliyetleri düşürebilmektedir. Yenilenmiş cihazların kullanımı hem bireysel hem de toplumsal düzeyde çevre dostu bir tüketim modelinin geliştirilmesine ve sürdürülebilir bir geleceğin inşasına katkıda bulunabilmektedir. Bu nedenle, endüstrinin bu teknolojilere yatırım yapması ve kullanması, rekabet avantajı elde etmek için önemlidir.

## KAYNAKÇA

- (2010). European Standards: [https://www.en-standard.eu/bs-iso-2023-1994-rubber-footwear-lined-industrial-vulcanized-rubber-boots-specification/?gclid=Cj0KCQjwpompBhDZARIsAFD\\_Fp\\_zrBuP3V13UeXjCL8T7ZXLclg0hsWzpd9BZ2oRgAXai17kVtuSg1EaAst1EALw\\_wcB](https://www.en-standard.eu/bs-iso-2023-1994-rubber-footwear-lined-industrial-vulcanized-rubber-boots-specification/?gclid=Cj0KCQjwpompBhDZARIsAFD_Fp_zrBuP3V13UeXjCL8T7ZXLclg0hsWzpd9BZ2oRgAXai17kVtuSg1EaAst1EALw_wcB) adresinden alındı
- (2010). European Standards: [https://www.en-standard.eu/bs-iso-2023-1994-rubber-footwear-lined-industrial-vulcanized-rubber-boots-specification/?gclid=Cj0KCQjwpompBhDZARIsAFD\\_Fp80C48H0B9CaI5PW8quKOYul1k7UO-bEjJ1Ek\\_0dyvPd9cZDXJM8OEaAkAhEALw\\_wcB](https://www.en-standard.eu/bs-iso-2023-1994-rubber-footwear-lined-industrial-vulcanized-rubber-boots-specification/?gclid=Cj0KCQjwpompBhDZARIsAFD_Fp80C48H0B9CaI5PW8quKOYul1k7UO-bEjJ1Ek_0dyvPd9cZDXJM8OEaAkAhEALw_wcB) adresinden alındı
- (2020). Centre for Remanufacturing & Reuse (CRR): <https://www.remanufacturing.org.uk/> adresinden alındı
- (2023). UNICEF: [https://www.un.org/en/climatechange/reports?gclid=Cj0KCQjwpompBhDZARIsAFD\\_Fp86NS-QqqOuV4sRHg\\_RrfJ3YzxSq7KfG6Jga1hET0nGkEEAQOP-RjYaAof4EALw\\_wcB](https://www.un.org/en/climatechange/reports?gclid=Cj0KCQjwpompBhDZARIsAFD_Fp86NS-QqqOuV4sRHg_RrfJ3YzxSq7KfG6Jga1hET0nGkEEAQOP-RjYaAof4EALw_wcB) adresinden alındı
- Aceto, G., Persico, V., & Pescape, A. (2020). Industry 4.0 and Health: Internet of Things, Big Data, and Cloud Computing for Healthcare 4.0. *Journal of Industrial Information Integration*, 18(1), 1-14.
- Achouch, M., Dimitrova, M., Ziane, K., Karganroudi, S. S., Dhouib, R., Halil, İ., & Adda, M. (2022). On Predictive Maintenance in Industry 4.0: Overview, Models, and Challenges. *Applied Sciences*, 12(16).
- Ahmed, I., Jeon, G., & Piccialli, F. (2022). From Artificial Intelligence to Explainable Artificial Intelligence in Industry 4.0: A Survey on What, How, and Where. *Transactions on Industrial Informatics*, 18(8), 5031-5042.
- Akbaba, A. (2005). Müşteri Odaklı Hizmet Üretiminde Kalite Fonksiyon Göçerimi (KFG) Yaklaşımı: Konaklama İşletmeleri İçin Bir Uygulama Çalışması. *Anatolia: Turizm Araştırmaları Dergisi*, 16(1), 59-81.
- Aktan, C. C. (2017). *Kurumsal Sosyal Sorumluluk*. İktisadi Girişim ve İş Ahlakı Derneği Yayını.
- Aktaş, F., Çeken, C., & Erdemli, Y. E. (2016). Nesnelerin İnterneti Teknolojisinin Biyomedikal Alanındaki Uygulamaları. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 4(1), 37-54.
- Balbay, Ş., Sarihan, A., & Avşar, E. (2021). Dünyada ve Türkiye’de “Döngüsel Ekonomi / Endüstriyel Sürdürülebilirlik” Yaklaşımı. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 27, 557-569.
- Boulouf, A., Sedqui, A., & Chater, Y. (2022). Connecting Maintenance Management and Industry 4.0 Technology. *Academy of Strategic Management Journal*, 21(3), 1-20.
- Bozkurt, Ö. (2022). Endüstri 4.0 Bağlamında Girişimcilik 4.0 ve Başarı Faktörleri: Bir Model Önerisi. *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 24(42), 223-240.

- Çelikaş, M. S., Sonlu, G., Özgel, S., & Atalay, Y. (2015). Endüstriyel Devrimin Son Sürümünde Mühendisliğin Yol Haritası. *Makine ve Mühendis*, 56(662).
- Ghobakhloo, M. (2020). Industry 4.0, Digitization, and Opportunities for Sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 252, 1-21.
- Glotova, I. I., Tomilina, E. P., & Kuzmenko, I. P. (2014). Modeling the Processes of Own Working Capital Reproduction in Agricultural Organizations. *Life Science Journal*, 11(5), 536-541.
- Govindan, K., & Popiuc, M. N. (2014). Reverse Supply Chain Coordination by Revenue Sharing Contract: A Case for the Personal Computers Industry. *March 2014 European Journal of Operational Research*, 233(2), 326-336.
- Guide, D., Jayaraman, V., & Linton, J. (2003). Building Contingency Planning for Closed-Loop Supply Chains With Product Recovery. *Journal of Operations Management*, 21(3), 259-279.
- Gündüz, M. Z., & Daş, R. (2018). Nesnelerin İnterneti: Gelişimi, Bileşenleri ve Uygulama Alanları. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 24(2), 327-335.
- Hansen, U., & Schrader, U. (1997). A Modern Model of Consumption for a Sustainable Society. *Journal of Consumer Policy*, 443-468.
- Hazelwood, D., & Pecht, M. (2021). Life Extension of Electronic Products: A Case Study of Smartphones. *IEEE Access*, 9, 144726-144738.
- Hozdić, E. (2015). Smart Factory for Industry 4.0: A Review. *Journal of Modern Manufacturing Systems and Technology*, 7(1), 28-35.
- Jan, Z., Ahamed, F., Mayer, W., Patel, N., Grossmann, G., Stumptner, M., & Kuusk, A. (2022). Artificial Intelligence for Industry 4.0: Systematic Review of Applications, Challenges, and Opportunities. *Expert Systems with Applications*, 216(119456).
- Javaid, M., Haleem, A., Singh, P. R., Suman, R., & Gonzales, E. (2022). Understanding the Adoption of Industry 4.0 Technologies in Improving Environmental Sustainability. *Sustainable Operations and Computers*, 3, 203-217.
- Karabal, A. (2022). Ulusal ve Uluslararası Gıda Standardizasyonu. *Academic Knowledge*, 5(1), 64-90.
- Khan, M., Wu, X., Xu, X., & Dou, W. (2017). Big Data Challenges and Opportunities in the Hype of Industry 4.0. *2017 IEEE International Conference on Communications (ICC)*. Paris.
- Kutlu, M. B., & Kağnıcıoğlu, C. H. (2015). Tüketicilerin Yeniden Üretilmiş Ürünleri Satınalma Davranışlarının Modellenmesi. *International Journal of Social Sciences and Education Research*, 1(4), 1248-1247.
- Laininen, E. (2018). Transforming Our Worldview Towards a Sustainable Future. *Sustainability, Human Well-Being, and the Future of Education* (s. 161-200). içinde Helsinki, Finland: Palgrave Macmillan.
- Lasi, H., Fettke, P., Kember, H.-G., Feld, T., & Hoffmann, M. (2014). Industry 4.0. *Business & Information Systems Engineering*, 6(4), 239-242.
- Liu, Y., Ma, X., Shu, L., Hancke, G. P., & Abu-Mahfouz, A. (2021). From Industry 4.0 to Agriculture 4.0: Current Status, Enabling Technologies, and Research Challenges. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 17(6), 4322-4334.
- Lu, Y. (2017). Industry 4.0: A Survey on Technologies, Applications and Open Research Issues. *Journal of Industrial Information Integration*, 6, 1-10.
- Mafakheri, F., & Nasiri, F. (2011). *Modeling and Analysis of Coordination Dynamics in Reverse Supply Chains*. ResearchGate:  
[https://www.researchgate.net/publication/344432490\\_Modeling\\_and\\_Analysis\\_of\\_Coordination\\_Dynamics\\_in\\_Reverse\\_Supply\\_Chains](https://www.researchgate.net/publication/344432490_Modeling_and_Analysis_of_Coordination_Dynamics_in_Reverse_Supply_Chains) adresinden alındı
- Mugge, R., Jockin, B., & Bocken, N. (2017). How to Sell Refurbished Smartphones? An Investigation of Different Customer Groups and Appropriate Incentives. *Journal of Cleaner Production*, 147, 284-296.

- Nagurney, A., & Toyasaki, F. (2005). Reverse Supply Chain Management and Electronic Waste Recycling: A Multitiered Network Equilibrium Framework for e-cycling. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 41(1), 1-28.
- Nokia. (2023). *Accelerating Industry 4.0*. Nokia: [https://www.nokia.com/industry-4-0/?did=d00000004430&gclid=Cj0KCQjwpompBhDZARIsAFD\\_Fp9zBJA4P7x4mvgu5hN MUaTby2LegnqnszDsZCxF7vOvpH2PyVe4nSgaAvzvEALw\\_wcB](https://www.nokia.com/industry-4-0/?did=d00000004430&gclid=Cj0KCQjwpompBhDZARIsAFD_Fp9zBJA4P7x4mvgu5hN MUaTby2LegnqnszDsZCxF7vOvpH2PyVe4nSgaAvzvEALw_wcB) adresinden alındı
- Peres, R. S., Lia, X., Lee, J., Sun, K., Barata, J., & Colombo, A. W. (2020). Industrial Artificial Intelligence in Industry 4.0 - Systematic Review, Challenges and Outlook. *Special Section on Advanced Artificial Intelligence Technologies for Smart Manufacturing*, 8, 220121-220139.
- Rajput, S., & Singh, S. P. (2019). Connecting Circular Economy and Industry 4.0. *International Journal of Information Management*, 98-113.
- Rathore, P., Kota, S., & Chakrabati, A. (2011). Sustainability Through Remanufacturing in India: A Case Study on Mobile Handsets. *Journal of Cleaner Production*, 19(15), 1709-1722.
- Reczek, K., & Benson, L. M. (2021). A Guide to United States Electrical and Electronic Equipment Compliance Requirements. *National Institute of Standards and Technology*.
- Reike, D., Vermeulen, W. J., & Witjes, S. (2017). The circular economy: New or Refurbished as CE 3.0? — Exploring Controversies in the Conceptualization of the Circular Economy through a Focus on History and Resource Value Retention Options. *Resources, Conservation & Recycling*, 1-19.
- REİS, Z. A., Kırbaşlar, F., & Güneş, Z. Ö. (2010). Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Kimya Öğretiminde BDE Metaryali Kullanımına İlişkin Düşünceleri. *Hasan Ali Yücel Eğitim Fakültesi Dergisi*(14), 1-18.
- Rose, K. (2015, October 15). *Internet Society Releases Internet of Things (IoT) Overview Paper: Understanding the Issues and Challenges of a More Connected World*. October 2023 tarihinde Internet Society: <https://www.internetsociety.org/resources/doc/2015/iot-overview/> adresinden alındı
- Rudolf, S., Blömeke, S., Niemeyer, J., Lawrenz, S., Sharma, P., Hemminghaus, S., . . . Hermann, C. (2022). Extending the Life Cycle of EEE—Findings from a Repair Study in Germany: Repair Challenges and Recommendations for Action. *Sustainability*, 14(5).
- Rüßmann, M., Lorenz, M., Gerbert, P., Waldner, M., Engel, P., Harnisch, M., & Justus, J. (2015). *Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries*. Boston Consulting Group: [https://www.bcg.com/publications/2015/engineered\\_products\\_project\\_business\\_industry\\_4\\_future\\_productivity\\_growth\\_manufacturing\\_industries](https://www.bcg.com/publications/2015/engineered_products_project_business_industry_4_future_productivity_growth_manufacturing_industries) adresinden alındı
- Sharifi, Z., & Shokouhyar, S. (2021). Promoting Consumer's Attitude Toward Refurbished Mobile Phones: A Social Media Analytics Approach. *Resources Conservation and Recycling*, 105398.
- Stahel, W. R. (2016). Circular Economy. *Nature*, 435-438.
- Ünal, L. I. (2005). İktisat İdeolojisi'nin Yeniden Üretim Süreci Olarak Eğitim. *Ekonomik Yaklaşım*.
- Weelden, E. v., Mugge, R., & Bakker, C. (2016). Paving the Way Towards Circular Consumption: Exploring Consumer Acceptance of Refurbished Mobile Phones in the Dutch Market. *Journal of Cleaner Production*, 113, 743-754.
- Weelden, E. v., Mugge, R., & Bakker, C. (2016). Paving the Way Towards Circular Consumption: Exploring Consumer Acceptance of Refurbished Mobile Phones in the Dutch Market. *Journal of Cleaner Production*, 113, 743-754.
- Yıldırım, Y. (2019). Endüstri 4.0'a Kapsamlı Bir Bakış: 2011'den Bugüne. *Bilgi Dünyası*, 20(2), 217-249.
- Yıldırım, Y., & Yıldırım, H. (2022). Dijital Sınırların Sonsuzluğu: Günlük Hayattan Somut Örnekler. *Dijital Sınırların Sonsuzluğu: Günlük Hayattan Somut Örnekler*, 10(4), 1838-1864.

## ALGSL89: Bir Cezayir İşaret Dili Veri Seti

\*\*\*

## ALGSL89: An Algerian Sign Language Dataset

Ahmed KHELDOUN<sup>1</sup> 

Imene KOUAR<sup>2</sup> 

El Bachir KOUAR<sup>3</sup> 

DOI:10.33461/uybisbbd.1339892

### Öz

#### Makale Bilgileri

#### Makale Türü:

Araştırma Makalesi

#### Geliş Tarihi:

09.08.2023

#### Kabul Tarihi:

07.12.2023

©2023 UYBİSBBD  
Tüm hakları saklıdır.



Otomatik İşaret Dili Tanıma (ASLR), sağır ve işiten insanlar arasında iletişimi kolaylaştırmayı amaçlayan aktif bir araştırma alanıdır. Özellikle Cezayir İşaret Dili (ALGSL) bağlamında işaret dili tanıma, henüz kapsamlı bir şekilde incelenmemiş benzersiz zorluklar sunmaktadır. Bildiğimiz kadarıyla, şimdiye kadar ALGSL Tanıma üzerine bir çalışma yapılmamıştır. Bu durum, büyük ölçüde mevcut veri setlerinin eksikliğinden kaynaklanmaktadır. Bu zorluğun üstesinden gelmek için, ALGSL araştırmalarında öncü bir çaba olarak ALGSL89 veri setini öneriyoruz. ALGSL89 veri seti, 10 konu tarafından kaydedilen 89 farklı ALGSL işaretini kapsayan 4885 video içermektedir. Bu veri seti, Cezayir işaret dili topluluğuna özgü ASLR araştırmalarını ilerletmek için temel bir kaynak olarak hizmet etmektedir. Ek olarak, el şekilleri, pozisyonlar, yörüngeler ve işaret hareketlerinin dinamik yönleri dahil olmak üzere, karakteristiklerinin kapsamlı bir analizini sunuyoruz. Bu detaylar, araştırmacıların veri setini nüanslı bir şekilde anlamalarını ve ASLR çalışmalarında etkili bir şekilde kullanmalarını sağlamak için hayati öneme sahiptir. Veri setimizin geçerliliğini test etmek amacıyla, derin öğrenme modelleri uygulayarak elde ettiğimiz sonuçları sunuyoruz. Son olarak, Otoenkoder modeline dayanan yenilikçi bir ALGSL tanıma sistemi olan SignAtlas'ı sunuyoruz.

**Anahtar Kelimeler:** Cezayir İşaret Dili, İşaret Dili Tanıma, El Şekli Tanıma, Otoenkoder, Derin Öğrenme.

### Abstract

#### Article Info

#### Paper Type:

Research Paper

#### Received:

09.08.2023

#### Accepted:

07.12.2023

©2023 UYBİSBBD  
All rights reserved.



Automatic Sign Language Recognition (ASLR) is an area of active current research that aims to facilitate communication between deaf and hearing people. Recognizing sign language, particularly in the context of Algerian Sign Language (ALGSL), presents unique challenges that have yet to be comprehensively explored. So far, to the best of our knowledge, no study has considered the ALGSL Recognition. This is mainly due to the lack of available datasets. To overcome this challenge, we propose the ALGSL89 dataset, a pioneering effort in ALGSL research. The ALGSL89 dataset encompasses 4885 videos, capturing 89 distinct ALGSL signs, recorded by 10 subjects. This dataset serves as a foundational resource for advancing ASLR research specific to the Algerian signing community. In addition, we provide a comprehensive analysis of its characteristics, including statistical insights and detailed information on handshapes, positions, trajectories, and the dynamic aspects of sign movements. These details are crucial for researchers to gain a nuanced understanding of the dataset, ensuring its effective utilization in ASLR studies. In order to test the validity of our dataset, we provide the results obtained by applying a set of deep learning models. Finally, we present SignAtlas, an innovative ALGSL recognition system based on Autoencoder model.

**Keywords:** Algerian Sign Language, Sign language recognition, handshape recognition, Autoencoder, Deep learning.

**Atıf/ to Cite (APA):** Kheldoun A., Kouar I. & Kouar E.B. (2023). ALGSL89: An Algerian Sign Language Dataset. International Journal of Management Information Systems and Computer Science, 7(2), 128-141. DOI:10.33461/uybisbbd.1339892

<sup>1</sup> Dr., Department of Mathematics and Computer Science, University of Yahia Fares, kheldoun.ahmed@univ-medea.dz, Medea, Algeria.

<sup>2</sup> Department of Mathematics and Computer Science, University of Yahia Fares, kouar.imene@gmail.com, Medea, Algeria.

<sup>3</sup> Department of Mathematics and Computer Science, University of Yahia Fares, kouar.elbachir@gmail.com, Medea, Algeria.

## 1. INTRODUCTION

Sign languages, as highlighted by (Ruben, 2005) exhibit significant differences from spoken languages regarding their lexicons and linguistic grammars. Consequently, hearing individuals face substantial difficulties communicating through sign languages without proper training, creating a communication gap between the deaf and hearing communities. To bridge this communication divide, sign language recognition has emerged as a developing area of research. To bridge this communication divide, sign language recognition has emerged as a developing area of research. The goal is to interpret the meaning conveyed by signers through their movements and gestures. The history of SLR traces back to the 18th century, initially focusing on the recognition of simple finger-spellings. Over time, research has evolved, with numerous studies exploring the potential solutions offered by technologies and applications of sign language recognition (Obi et al., 2022) (Srivastava et al., 2022) (Vargas et al., 2011). However, sign language recognition represents a challenging research field, especially in the context of Algerian Sign Language (ALGSL). So far, to the best of our knowledge, no study has considered the ALGSL recognition. This is mainly due to the lack of available datasets.

There are numerous publications dealing with the automatic recognition of sign languages (AL-Qurishi et al., 2021) (Adeyanju et al., 2021). The full task of recognizing a sign language depends on a fundamental stage which is the pre-process step. The pre-process step is the task of preparing and refining the input video before feeding it into the main machine learning model. Indeed, it is reasonable to assume that optimizing the pre-processing of the input video is critical in improving convenient real-time machine learning solutions for sign language recognition further. In the context of video-based recognition, the pre-process can be simplified as :

- Tracking and segmenting the hands in every frame of the video.
- Recognizing the shapes of the hands, the movements they made and their positions.

The main contribution of this work is to propose a new ALGSL video-based sign dataset. For that, we took a proactive approach and visited several deaf schools across Algeria, immersing ourselves in the language and culture of the deaf community. This involved actively engaging with deaf individuals, sign language interpreters, and native signers to capture a wide range of ALGSL signs, gestures, and expressions. By actively involving the deaf people and gathering a diverse dataset, we ensured that our research reflects the linguistic and regional variations within ALGSL. In addition, we collaborated closely with the deaf community, valuing their expertise and incorporating their feedback to ensure the accuracy and cultural authenticity of the collected data.

The second contribution of this work is to provide some statistics of the signs to better understand the nature and challenges of our dataset. These statistics, need to be calculated during the pre-process step, can be useful for benchmarking a variety of computer vision and machine learning methods. Indeed, these statistics related to handshapes, positions, trajectories and amount of movement of the signs, in each frame of the video.

The final contribution of this work is to test the validity of the proposed dataset by applying several deep learning models. The obtained results indicates that the Autoencoder model outperforms all the other proposed models. Based on the Autoencoder model, we have developed the first ALGSL recognition system, named SignAtlas.

The remainder of this paper is organized as follows. Section 2 gives an overview about Algerian sign language. In section 3, we present the new video-based sign dataset for ALGSL. Section 4 presents some statistics of the proposed dataset. In section 5, we describe some deep learning models and results obtained with our dataset. In section 6, we present the developed ALGSL recognition system. Finally, Section 7 concludes and gives some further research directions.

## 2. ALGERIAN SIGN LANGUAGE

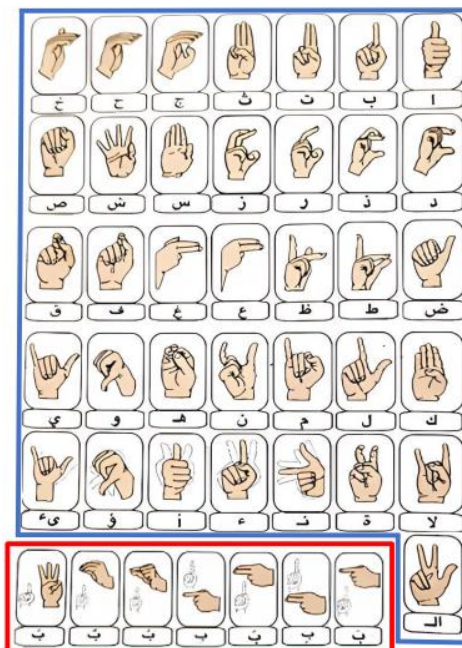
The ALGSL is a gestural language used by deaf individuals in Algeria as a means of communication through signs. The ALGSL is officially recognized by the law of May 8, 2002, as the first language of the deaf community in Algeria, making it the only country in the Arab world and in Africa to officially recognize sign language (Lanesman, 2016).

The ALGSL can be traced back to its origin from French Sign Language (LSF). It is noteworthy that Algerian Sign Language is not uniform, and comprises various regional variations (Hicham, 2021). These variations are not exhaustive and include, but are not limited to:

- Algerian Jewish Sign Language, AJSL or Ghardaia Sign Language since it was mainly developed and used in the village of Ghardaia by the Algerian Jewish individuals at that time (Lanesman & Meir, 2012).
- Algerian Sign Language of Laghouat, which is used by many Deaf people in Laghouat province and other cities (or villages) around it (Amal, 2016).
- Algerian Sign Language of Oran, it is used by the Deaf in the North of Algeria, particularly in the city of Oran (Sghier, 2007).
- Algerian Sign Language of Adrar, which is used by the Algerian Deaf community in Adrar, in the South of Algeria (Abdelouafi, 2019).

The ALGSL is a gestural language that relies entirely on signs, which are produced through different parts of the body, including one or both hands, the face, shoulders, or even the entire body. Despite its unique mode of expression, the ALGSL is considered to be a language like any other, possessing a distinct vocabulary and organized syntax. To effectively learn and understand the ALGSL, one must simply become familiar with its alphabet. In fact, every sign within the ALGSL alphabet is generated by one or two particular hand postures, highlighting the precision and complexity of the language's gestural system (Nekkaa, 2015).

ALGSL is composed of a total of 42 signs for alphabet (Nekkaa, 2015), which include 35 static and 6 dynamic signs. It is noteworthy that these signs are produced using a single hand gesture (refer to Figure 1). Moreover, each static sign is identified by two distinct features: configuration and orientation.



**Figure 1.** Algerian Sign Language Alphabet (the ones with red border are the dynamic signs)

As an example, the sign for the letter "ب" in Algerian Sign Language is defined by two parameters (Nekkaa, 2015):

- Configuration: making a fist with the index finger extended.
- Orientation: the palm is facing upwards (or with the wrist in a downwards position).

### 3. ALGERIAN SIGN LANGUAGE DATASET (ALGSL89)

The development of an Algerian Sign Language dataset, aimed at facilitating the creation of a dictionary and training an automatic sign recognition system. This dataset contains 4885 videos showcasing ten non-expert subjects and one deaf individual each perform five repetitions of 89 distinct sign types. The selected signs, comprising both verbs and nouns, represent the most commonly used elements of the ALGSL lexicon and are classified into nine thematic categories: time, colors, places, justice-related terms, medical terminology, months, interrogatives, family, general communication, and specific verbs. Figure 2 provides several examples of these signs.



**Figure 2.** Snapshots of six frames random distinct signs extracted from the ALGSL89 dataset

**Table 1** provides a detailed list of the signs used in our ALGSL89 dataset. It showing the ID, name, and hand(s) used in each sign of the dataset. The "H" column specifies whether the sign was performed with the right hand ("R"), left hand ("L"), or both hands ("B").

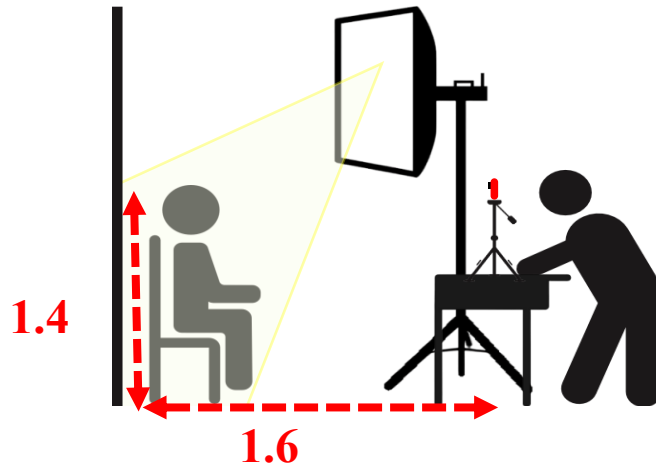


**Table 1.** List of the signs in ALGSL89 dataset, along with the ID and hand(s) used for each sign

ID	Name	H	ID	Name	H	ID	Name	H	ID	Name	H
00	Semaine	B	24	Aéroport	B	48	Juillet	R	72	Prénom	B
01	Dimanche	R	25	Banque	B	49	Aout	R	73	Nom de famille	B
02	Lundi	R	26	Restaurant	B	50	Septembre	B	74	Oui	R
03	Mardi	R	27	Hôtel	R	51	Octobre	B	75	Non	R
04	Mercredi	R	28	Rue	B	52	Novembre	B	76	Bonjour	R
05	Jeudi	B	29	École	B	53	Décembre	B	77	Merci	R
06	Vendredi	R	30	Université	R	54	Mère	R	78	Derien	R
07	Samedi	R	31	Loi	B	55	Père	R	79	Question	R
08	Année	B	32	Avocat	B	56	Frère	R	80	Message	B
09	Heur	B	33	Juge	B	57	Soeur	R	81	Toilette	R
10	Minute	B	34	Liberté	B	58	Fille	R	82	Quand	B
11	Couleur	R	35	Témoin	B	59	Garçon	R	83	Comment	B
12	Blanc	R	36	Héritage	B	60	Entrer	B	84	Ou	R
13	Noir	R	37	Malade	B	61	Sortir	B	85	Combien	B
14	Rouge	R	38	Vaccination	R	62	Aimer	R	86	Hier	R
15	Bleu	R	39	Médecin	R	63	Acheter	B	87	Demain	R
16	Jaune	R	40	Médicament	R	64	Manger	R	88	Rendez-vous	B
17	Vert	R	41	Premier secours	B	65	Chercher	B			
18	Rose	R	42	Janvier	R	66	Demande	B			
19	Hôpital	B	43	Février	R	67	Écrire	B			
20	Police	B	44	Mars	B	68	Appeler	B			
21	Tribunal	B	45	Avril	B	69	Perdre	B			
22	Mosquée	B	45	Mai	R	70	Trouver	R			
23	Pharmacie	R	47	Juin	R	71	Traduire	B			

The ALGSL89 dataset was captured in eleven different sessions, primarily within the indoor setting of our university classrooms. Each session focused on a specific set of signs, with most signs being captured in a single session. However, some signs required additional sessions for refinement and correction. More repetitions than required were captured during each session to account for potential errors. We utilized indoor lighting for most of the recordings and supplemented it with an artificial white projector to ensure consistent lighting across all sessions, regardless of the different recording times. All recordings were captured using a OnePlus 8 smartphone, which records videos at 4K 30fps with a 16:9 ratio. A tripod was set 1.6 meters away from the wall and at a height of 1.4 meters to maintain consistency across all recordings (more details illustrated can be seen in Figure 3).





**Figure 3.** The configuration of the recording setup

Due to unforeseen circumstances, we had to adjust the recording location for deaf Subject, who was unable to participate in the same session as the others. We arranged a session at the deaf school in Algeria, where the individual was located. Despite this change, we strove to maintain the same recording conditions to preserve the dataset's quality and integrity.

The majority of the subjects wore dark-colored clothing and performed the signs against a white wall background to maintain consistency across all videos. To enhance the database's diversity and realism, we imposed minimal constraints on the subjects while performing the signs, ensuring a natural execution and a more realistic representation of real-world signing conditions. We believe that incorporating non-expert subjects added a greater level of diversity to the dataset.

In Table 2. *Comparison of datasets* we present a comparison of our dataset with the other video-datasets existing in the literature. We consider only the datasets for isolated word recognition. The advantage of our dataset is it provides the maximum number of samples per class of sign. This may be useful for a good training of a machine learning model.

**Table 2.** Comparison of datasets

Dataset	Subjects	Classes	Samples
LSA64 (Rosete et al., 2016)	10	64	3200
Boston ASL LVD (Neidle et al., 2012)	6	3300+	9800
GSL 20 (Helen et al., 2011)	6	20	840
PSL Kinect 30 (Tomasz et al., 2015)	1	30	300
PSL ToF 84 (Tomasz et al., 2015)	1	84	1680
ALGSL89 (our)	10	89	4885

#### 4. STATISTICS OF THE ALGSL89 DATASET

We present some statistics for the ALGSL89 dataset such as : Handshapes, Positions, Trajectories and amount of movement of the signs. These details are crucial for researchers to gain a nuanced understanding of the dataset, ensuring its effective utilization in Automatic Sign Language Recognition studies. All these statistics has been computed using the Mediapipe library (Lugaresi et al., 2019), which provides a real-time human body tracking.

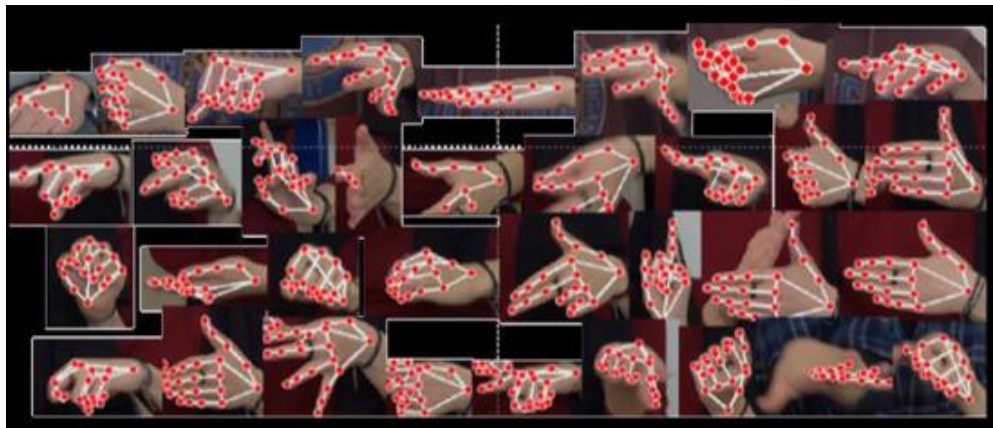
##### 4.1. Handshapes

In sign languages, handshapes refer to the configuration of the hands at a specific moment, defined by the positioning of the fingers and palm. Figure 4 and Figure 5 showcase the distinct

handshapes of the right and left hand, respectively, for each sign class. For both figures, we show only the handshape of the first frame of the video-sign. We note that numerous handshapes exhibit repetition, although their 2D projection may vary due to hand rotation. It means that signs in the ALGSL89 dataset possess significant overlap in terms of types of handshape.



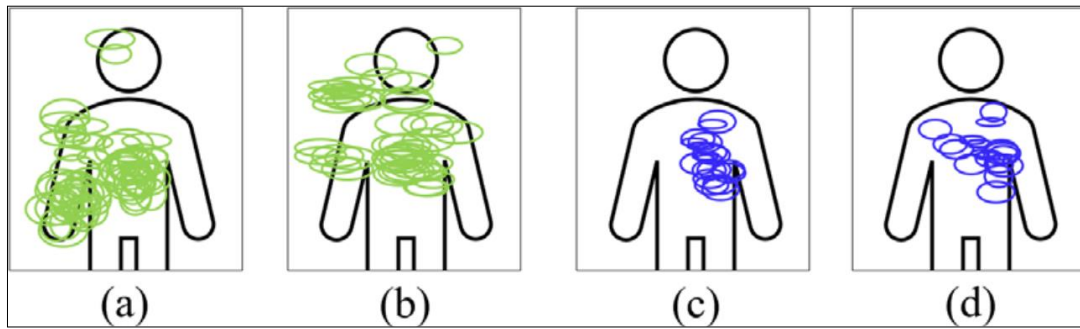
**Figure 4.** Images of segmented right hand as captured in the ALGSL89 dataset



**Figure 5.** Images of segmented left hand as captured in the ALGSL89 dataset

#### 4.2. Positions

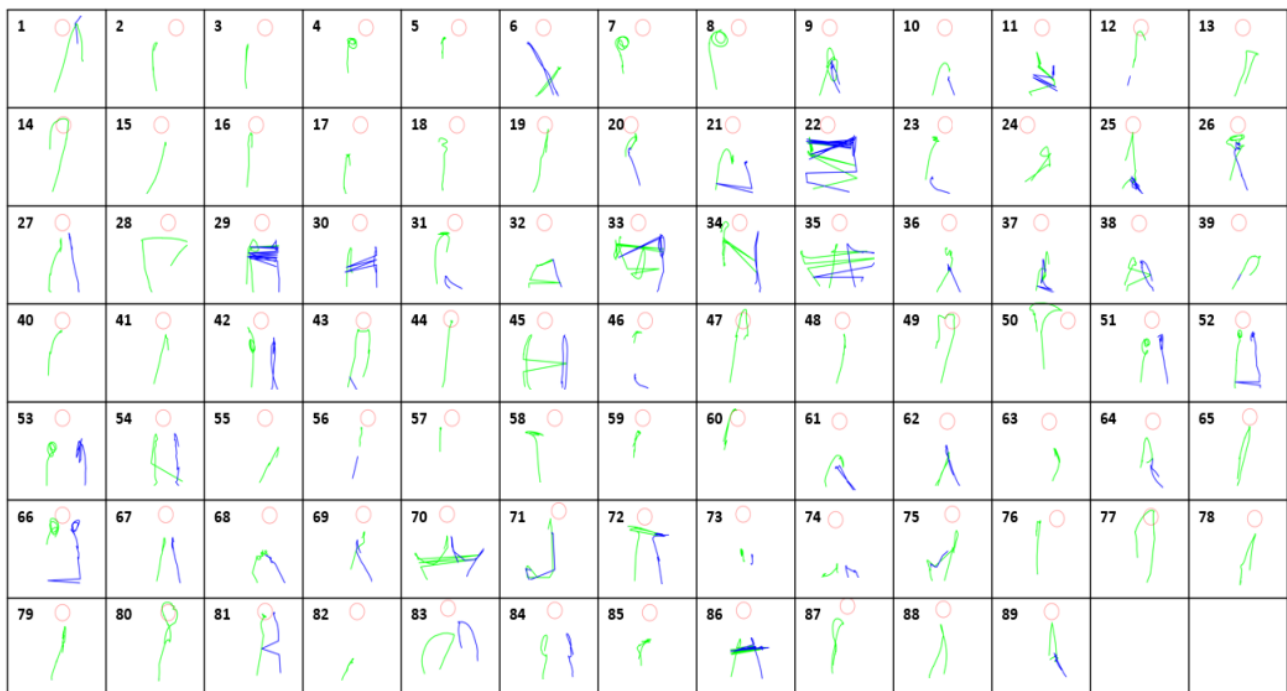
In Figure 6, the mean initial and final positions for each hand, along with the covariance, are depicted. Although some signs can be distinguished based on their positions, there is substantial overlap observed in the majority of cases (i.e. positions are very close to each other).



**Figure 6.** Means for the initial and final positions of the right hand for each sign (a and b), and also for the left hand (c and d)

### 4.3. Trajectories

Trajectory refers to the motion or path the hands take when producing a sign. Figure 7 shows sample trajectories of each sign, as performed by subject 6. There is a noticeable amount of overlap in the movements of both one-handed and two-handed signs. Noteworthy examples of one-handed signs with similar trajectories include signs 2, 3, 48, 40, and 15. Similarly, two-handed signs like signs 52, 53, and 54 also exhibit comparable movement patterns.



**Figure 7.** Sample trajectories for each sign in ALGSL89 dataset. The left-hand trajectory is shown in light green, the right-hand one in blue, and the head position as a red circle

### 4.4. Amount of movement

Figure 8 shows the amount of movement for each hand, measured with coordination of the central landmark in the trajectory of the hand. The movement in the left hand (blue bars) is significantly smaller than that of the right hand (green bars) in many signs, consistent with the fact that the right hand is the dominant one for all the subjects. Therefore, in ALGSL89 dataset, the right hand is more used than the left one for producing the different class of signs.

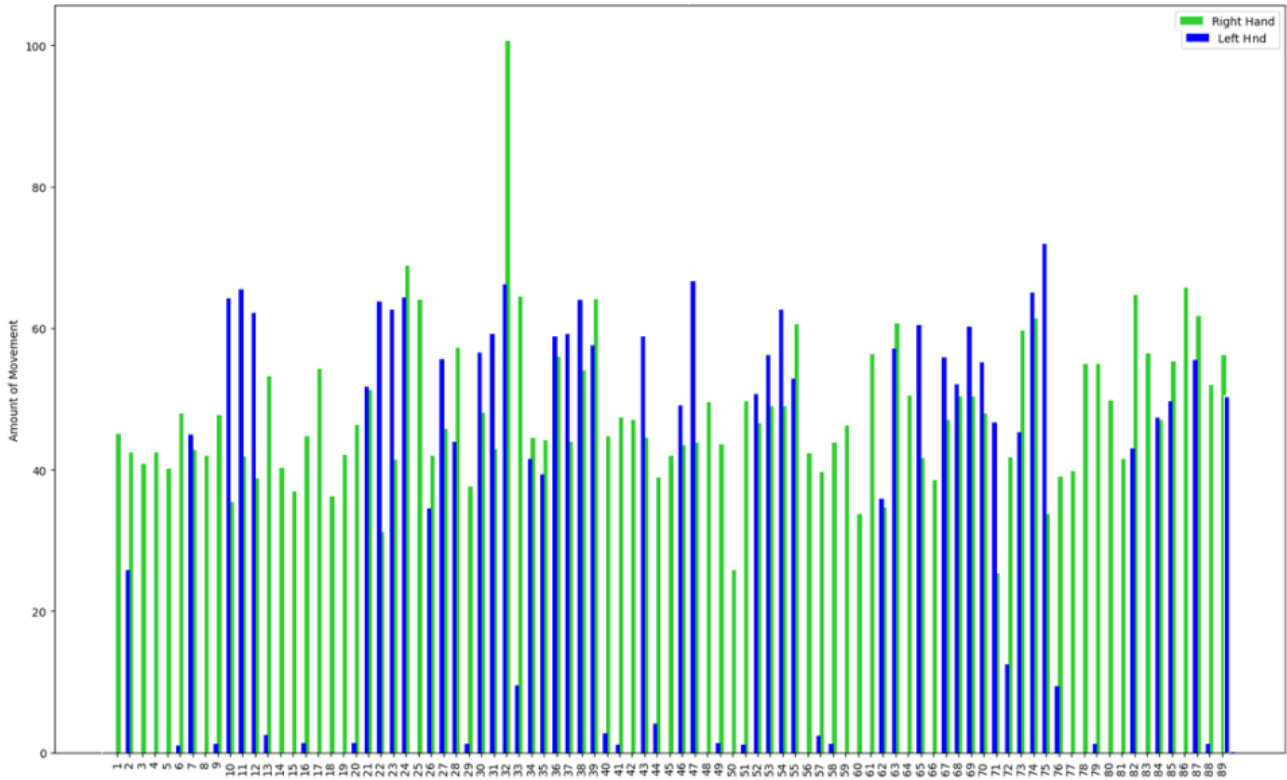


Figure 8. Amount of movement for each class of sign in ALGSL89 dataset.

### 5. APPLYING DEEP LEARNING TECHNIQUES

In this section, we describe some deep learning models and results obtained with the ALGSL89 dataset. First, we present the pre-process step, which consists in extracting features from input sign video. The pre-process step is a fundamental stage in any deep learning technique (LeCun et al., 2015). In Figure 9, we show the proposed pre-process step. From the input video, we extract only non blurred frames using Laplacian variance. Then, from each selected frame, we extract an image of each hand and 21 landmarks per hand. The result of this pre-processing step is a sequence of selected frames, where for each frame we extract the handshape and positions of hands.

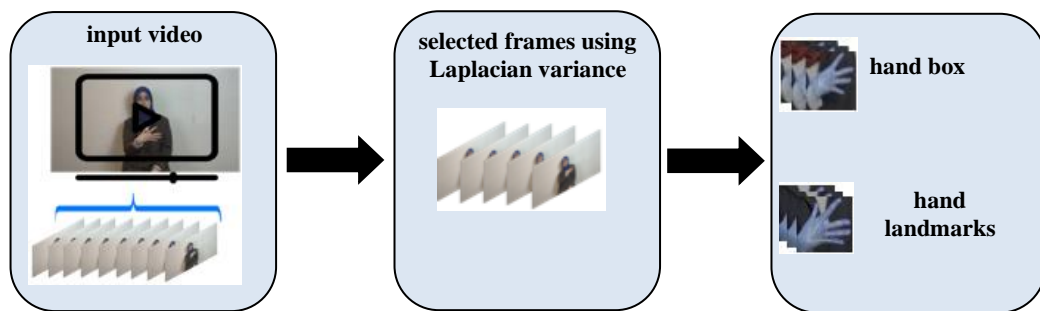


Figure 9. Pre-processing step

The architecture of the developed deep learning models are described in the Appendix. The models using the well known CNN (Alzubaidi et al., 2021) (Chang & Jin, 2017) and LSTM (Lindemann et al., 2021) (Siriak et al., 2019) or a combination of them. Table 3 presents the obtained results of different models on the ALGSL89 dataset. The reported metrics include the loss and accuracy values. It is noted that the Autoencoder model outperforms all the other models. It achieves encouraging performance. The Autoencoder combines both convolutional neural networks

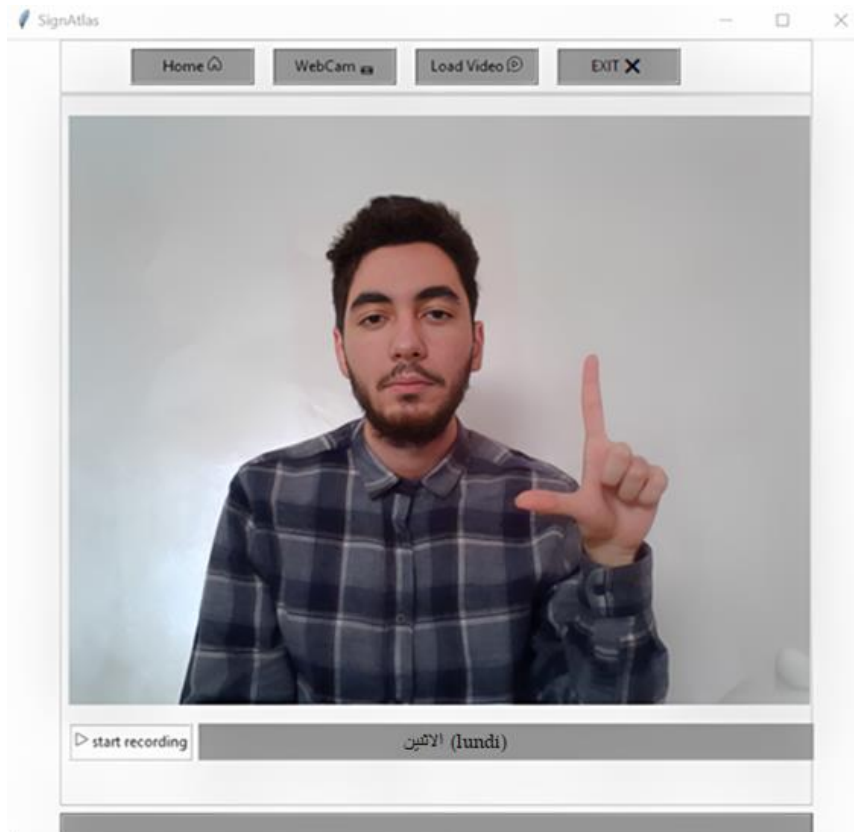
(2DCNNs) and long-short-term memory (LSTM) networks along with an attention mechanism (Vaswani et al., 2017). In fact, the CNN model is used to capture spatial information in frames, the LSTM model used to capture sequential dependencies in a series of frames and the attention concept is used to focus on important parts in frames.

**Table 3.** Performance Comparison of different models on ALGSL89 dataset

Model	Accuracy (%)	Loss	Validation Acc (%)	Validation Loss
LSTM	92.28%	0.2259	60.56%	2.3433
2DCNN-LSTM	71.48%	0.9300	65.00%	0.9395
ConvLSTM	80.48%	0.6930	73.48%	0.9395
Autoencoder	<b>100%</b>	<b>0.00005</b>	<b>98.99%</b>	<b>0.0015</b>

## 6. GRAPHICAL TOOL

We have developed an automatic algerian sign language recognition system based on Autoencoder model, named SignAtlas. This system, as shown in Figure 10. *SignAtlas*, allows users to use webcam to start recording gestures, and the results are displayed in both written and sound formats. Furthermore, SignAtlas allows users to upload pre-recorded videos and predicted the corresponding gestures.



**Figure 10.** SignAtlas

## 7. CONCLUSION AND FUTURE WORKS

The major contribution of this work is the proposed of a new ALGSL video-based sign dataset which consisting of 89 distinct signs. We have presented a set of statistics and extra information to characterize the dataset and allow researchers to easily understand its nature. This work is a result of



visiting several deaf schools across Algeria and collaboration with the deaf community. The development of this dataset aimed at facilitating the creation of a dictionary and training an automatic sign recognition system for ALGSL. To the best of our knowledge, no study has considered the creation of dataset for ALGSL.

In order to test the validity of our dataset, we have developed several deep learning models where the Autoencoder model outperforms all the other proposed models. Based on the Autoencoder model, we have introduced SignAtlas, an innovative ALGSL recognition system.

There are several perspectives to consider for further research:

- Collecting additional diverse samples, including a wider range of ALGSL signs, gestures, and expressions to provide a complete basic working vocabulary for ALGSL.
- Extending SignAtlas for Continuous Sign Language Recognition where the system can interpret complete sign language sentences and conversations would enable more natural and fluid communication.

## REFERENCES

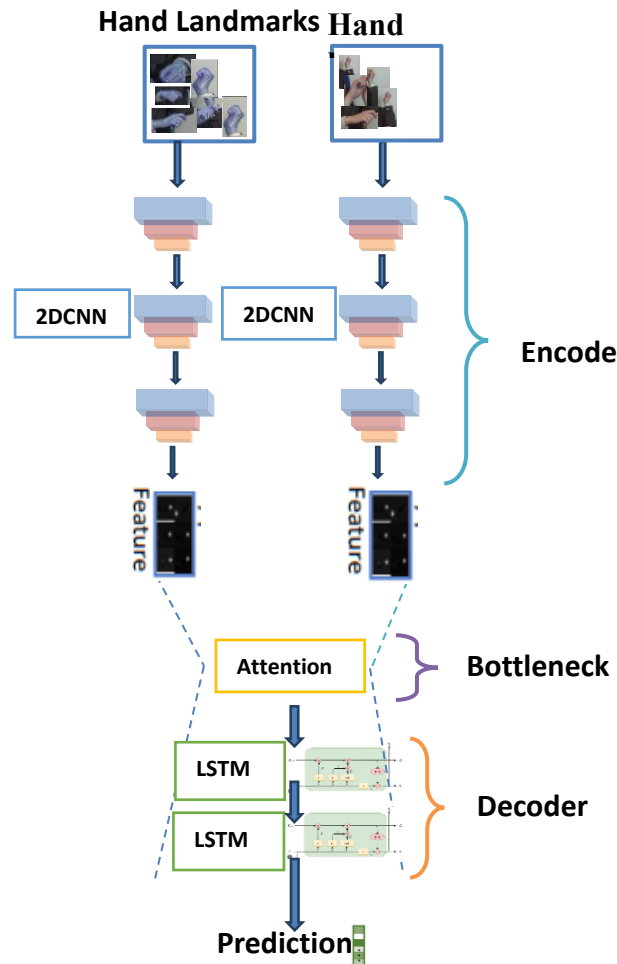
- Abdelouafi, H. (2019). Teaching Sign Language to the Deaf Children in Adrar, Algeria.
- Adeyanju, I., Bello, O., & Adegboye, M. (2021). Machine learning methods for sign language recognition: A critical review and analysis. *Intelligent Systems with Applications*, 12. <https://doi.org/10.1016/j.iswa.2021.200056>
- AL-Qurishi, M., Khalid, T., & Souissi, R. (2021). Deep Learning for Sign Language Recognition: Current Techniques, Benchmarks, and Open Issues. *IEEE Access*, 9. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3110912>
- Alzubaidi, L., Zhang, J., Humaidi, A. J., Al-Dujaili, A. Q., Duan, Y., Al-Shamma, O., Santamaría, J., Fadhel, M. A., Al-Amidie, M., & Farhan, L. (2021). Review of deep learning: concepts, CNN architectures, challenges, applications, future directions. *Journal of Big Data*, 8.
- Amal, D. (2016). Les points communs entre la Algerian Sign Language (LSA) - dialecte de Laghouat, Sud de l'Algérie - et la Langue des Signes Française (LSF). Licence thesis, « Acquisition et dysfonctionnement », Faculté ALLSHS d'Aix-en-Provence.
- Chang, J., & Jin, S. (2017). An efficient implementation of 2D convolution in CNN. *IEICE Electronics Express*, 14, 4299-4308. <https://doi.org/10.1587/elex.13.20161134>
- Helen, C., Brian, H., & Richard, B. (2011). Sign Language Recognition. Dans *Visual Analysis of Humans: Looking at People* (pp. 539 - 562). Springer.
- Hicham, A. (2021, October). Deaf Education in Algeria: Is it a Sustainable Approach? *Sociology Review*, 5, 417–429.
- Lanesman, S. (2016). *Algerian Jewish Sign language: its emergence and survival*. Masters thesis, University of Central Lancashire.
- Lanesman, S., & Meir, I. (2012). Algerian Jewish Sign Language: A sociolinguistic sketch. Dans *Sign Languages in Village Communities: Anthropological and Linguistic Insights* (éd. 1, pp. 361–364). De Gruyter. <http://www.jstor.org/stable/j.ctvbkjwzx.17>
- LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015, May). Deep Learning. *Nature*, 521, 436-44. <https://doi.org/10.1038/nature14539>
- Lindemann, B., Müller, T., Vietz, H., Jazdi, N., & Weyrich, M. (2021). A survey on long short-term memory networks for time series prediction. *Procedia CIRP*, 99, 650-655. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2021.03.088>
- Lugaresi, C., Tang, J., Nash, H., McClanahan, C., Uboweja, E., Hays, M., Zhang, F., Chang, C.-L., Yong, M. G., Lee, J., Chang, W.-T., Hua, W., Georg, M., & Grundmann, M. (2019). MediaPipe: A Framework for Building Perception Pipelines. *MediaPipe: A Framework for Building Perception Pipelines*.
- Neidle, C., Thangali, A., & Sclaroff, S. (2012). Challenges in development of the American Sign Language Lexicon Video Dataset (ASLLVD) corpus. *Proceedings of the LREC2012 5th*

*Workshop on the Representation and Processing of Sign Languages: Interactions between Corpus and Lexicon.* 143-150.

- Nekkaa, F. (2015). *Détection automatique de la main : Application à la reconnaissance de la langue des signes arabe.* Master thesis, Systèmes Distribués et Méthodes Formelles (SDMF), Université Abdelhamid Mehri-Constantine 2.
- Obi, Y., Claudio, K. S., Budiman, V. M., Achmad, S., & Kurniawan, A. (2022). Sign language recognition system for communicating to people with disabilities. *Procedia Computer Science*, 216, 13-20. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.12.106>
- Rosete, F. R., Quiroga, F. M., Estrebou, C., Lanzarini, L., & Rosete, A. (2016). LSA64: An Argentinian Sign Language Dataset. *ArXiv, abs/2310.17429*, 794-803.
- Ruben, R. (2005). Sign language: Its history and contribution to the understanding of the biological nature of language. *Acta oto-laryngologica*, 125, 464-467. <https://doi.org/10.1080/00016480510026287>
- Sghier, M. M. (2007). Langage et surdit , descriptive de la langue des signes des sourds Oranais. Magist re thesis, Universit  d'Oran Es-S nia.
- Siriak, R., Skarga-Bandurova, I., & Boltov, Y. (2019). Deep Convolutional Network with Long Short-Term Memory Layers for Dynamic Gesture Recognition. *2019 10th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS)*, 1, pp. 158-162. <https://doi.org/10.1109/IDAACS.2019.8924381>
- Srivastava, S., Gangwar, A., Mishra, R., & Singh, S. (2022). Sign Language Recognition System Using TensorFlow Object Detection API. Dans *Communications in Computer and Information Science* (pp. 634–646). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-96040-7\\_48](https://doi.org/10.1007/978-3-030-96040-7_48)
- Tomasz, K., Mariusz, O., Marian, W., & Dawid, W. (2015). Recognition of Hand Gestures Observed by Depth Cameras. *International Journal of Advanced Robotic Systems*, 12(4).
- Vargas, L. P., Barba, L., Torres, C. O., & Mattos, L. (2011, January). Sign Language Recognition System using Neural Network for Digital Hardware Implementation. *Journal of Physics: Conference Series*, 274, 012051. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/274/1/012051>
- Vaswani, A., Shazeer, N., Parmar, N., Uszkoreit, J., Jones, L., Gomez, A. N., Kaiser, L., & Polosukhin, I. (2017). Attention Is All You Need. *CoRR*.

**Appendix:** Detailed summary of the proposed deep learning models.

We present the architectures of the developed models used in this paper. These models were designed to address the specific objectives and requirements of our study, as well as to facilitate a comprehensive comparison between different approaches. The following figures provide detailed architectures of each model, including the Autoencoder (Figure 11), ConvLSTM (Figure 12), 2DCNN-LSTM (Figure 13(a)), and LSTM Figure 13(b) architectures.



**Figure 11.** Detailed summary of the Autoencoder model

As shown in Figure 11, the Autoencoder model is composed of an encoder, a bottleneck, and a decoder.

- **Encoder:** The encoder part of our model consists of two branches. Each branch using a series of convolutional layers, max-pooling layers, and dense layers. It applies a 2D convolutional operation in a time-distributed manner to capture spatial information. Both branches extract relevant features from their respective inputs.
- **Bottleneck:** The encoded features from the two branches are concatenated and passed through an attention mechanism, which selectively focuses on important parts of the combined feature representation.
- **Decoder:** The decoder part of our model utilizes an LSTM network to decode the encoded features. The LSTM layer takes the attention-weighted features as input and processes them in a recurrent manner, capturing sequential dependencies.



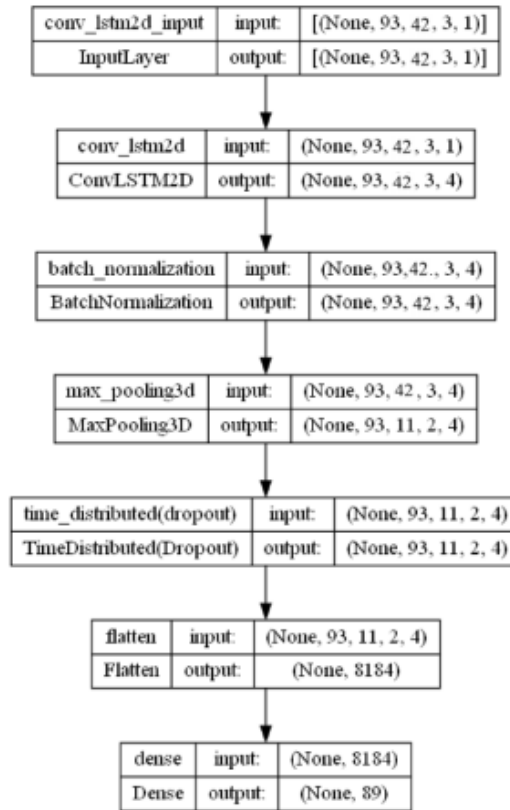
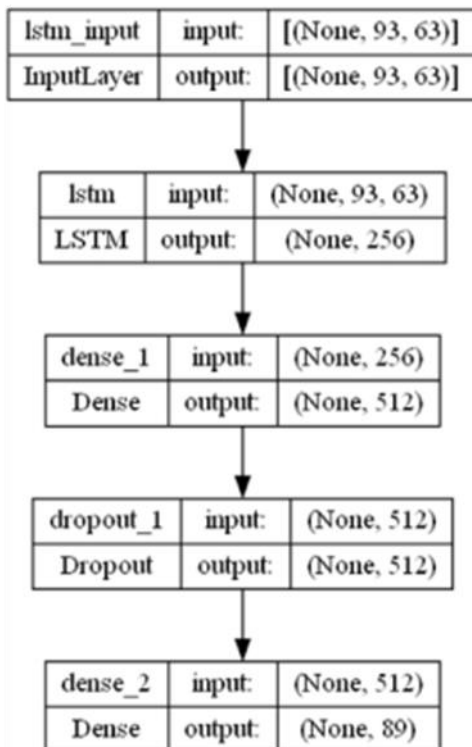
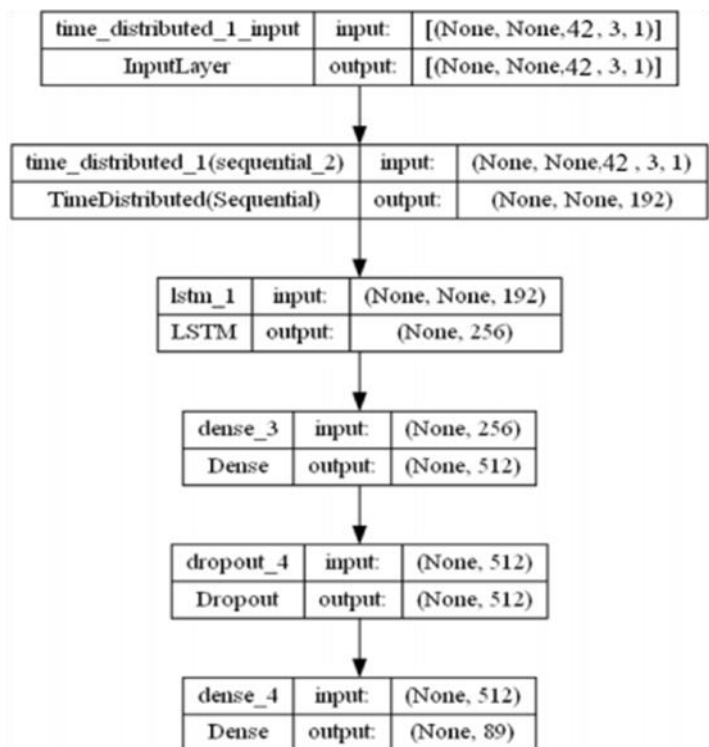


Figure 12. Detailed summary of the ConvLSTM model



(a) 2DCNN-LSTM



(b) LSTM

Figure 13. Detailed summary of the 2DCNN-LSTM and LSTM models

# Türk Otel Web Siteleri Üzerine Bir Değerlendirme: EMICA İçin Yeni Bir Bakış Açısı<sup>1</sup>

\*\*\*

## An Evaluation of Turkish Hotel Websites: A New Perspective For EMICA

Muhammet Sait AĞ<sup>2</sup> 

Kutan KORUYAN<sup>3</sup> 

DOI:10.33461/uybisbbd.1344425

### Makale Bilgileri

**Makale Türü:**  
Araştırma Makalesi

**Geliş Tarihi:**  
16.08.2023

**Kabul Tarihi:**  
12.12.2023

©2023 UYBİSBBD  
Tüm hakları saklıdır.



### Öz

Günümüzde web siteleri otel işletmeleri için önemli bir pazarlama aracı haline gelmiştir. Bu nedenle, otel web sitelerinin kalitesi ve sundukları içerik, potansiyel müşterilerin satın alma kararlarını etkileyen önemli faktörlerdir. Bu faktörlerin incelenmesi, otel web sitelerinin gelişmişlik düzeyinin ortaya konmasını da kapsamaktadır. Bu nedenle, bu çalışmada Türkiye'deki otel web siteleri Genişletilmiş İnternet Ticareti Benimseme Modeli (eMICA) yöntemi kullanılarak değerlendirilmiştir. Çalışmada, literatürdeki diğer çalışmalardan farklı olarak, veriler Python programlama dili kullanılarak veri kazıma yoluyla otomatik olarak elde edilmiş ve betimsel analiz teknikleriyle analiz edilmiştir. Çalışma sonuçları, Türk otel web sitelerinin yeterli olgunluğa sahip olmadığını göstermiştir. Otel işletmeleri web sitelerini kapsamlı bir pazarlama aracı olarak kullanmak yerine genellikle tanıtım amaçlı kullanmaktadır. Çalışma ayrıca yeni kriterler ekleyerek eMICA yönteminin geliştirilmesine katkıda bulunmayı amaçlamıştır.

**Anahtar Kelimeler:** eMICA, otel web siteleri, elektronik pazarlama, web sitelerinin değerlendirmesi.

### Article Info

**Paper Type:**  
Research Paper

**Received:**  
16.08.2023

**Accepted:**  
12.12.2023

©2023 UYBİSBBD  
All rights reserved.



### Abstract

Today, websites have become an important marketing tool for hotel businesses. Therefore, the quality of hotel websites and the content they deliver are important factors that influence the purchasing decisions of potential customers. Investigating these factors involve demonstrating the level of development of hotel websites. Therefore, this study evaluated hotel websites in Türkiye using the Extended Model of Internet Commerce Adoption (eMICA) method. In the study, dissimilar to other studies in the literature, the data was obtained automatically via data scraping using Python programming language and analysed with descriptive analysis techniques. The study results showed that Turkish hotel websites did not have a sufficient degree of maturity. Hotel businesses generally used their websites for promotional purposes rather than as a comprehensive marketing tool. The study also aimed to contribute to the improvement of the eMICA method by adding new criteria.

**Keywords:** eMICA, hotel websites, electronic marketing, evaluation of websites.

**Atıf/ to Cite (APA):** AĞ M.S. & Koruyan K. (2023). An Evaluation of Turkish Hotel Websites: A New Perspective For EMICA. International Journal of Management Information Systems and Computer Science, 7(2), 142-156. DOI:10.33461/uybisbbd.1344425

<sup>1</sup> Bu çalışma Muhammet Sait AĞ'ın Dokuz Eylül Sosyal Bilimler Enstitüsü Yönetim Bilişim Sistemleri ABD'da başarı ile tamamladığı yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

<sup>2</sup> Yüksek Lisans, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Dokuz Eylül Üniversitesi, msaitag@outlook.com, İzmir, Türkiye.

<sup>3</sup> Dr Öğr. Üyesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Dokuz Eylül Üniversitesi, kutan.koruyan@deu.edu.tr, İzmir, Türkiye.

## 1. INTRODUCTION

Offering global reach and multimedia capabilities, the Internet has become increasingly important in the promotion and distribution of tourism services, as in many other sectors (Litucy & Rail, 2000). The presence of tourism businesses in the virtual environment is no longer exclusive to large hotels; for independent hotels, a website with high design quality and usability has become an effective marketing tool that can increase their competitiveness in the market (Meroño-Cerdan & Soto-Acosta, 2007). Thus, many chains and independent hotel companies have developed their own websites. In addition, operating a website is no longer an extraordinary cost for businesses today. Moreover, having a website allows hotel businesses to manage business processes at a bigger scale with a larger worldwide potential customer base, irrespective of geographical location, time zone and the hardware features of the technological instrument through which the Internet is accessed (Yeung & Law, 2004).

Most consumers today conduct their purchases through commercial websites. Moreover, hotel businesses need to have an online presence in order to survive and compete. An online presence enables the provision of information on accommodation, booking and sales through direct channels based on customer preferences (Assiri & Shamsudeen, 2019). In this context, the Internet is recognized as an effective marketing tool for the tourism industry (Buhalis & Law, 2008). In addition to ensuring an attractive and informative web interface as possible, it is also essential to plan, develop and evaluate hotel and resort websites to convert visitors into buyers (Ramos & Perna, 2009).

Online presence is critical for hotels, and website quality can influence customer attitudes towards products and services (Assiri & Shamsudeen, 2019). A website can be regarded as an online store and thereby characterizes the online shopping environment. Similar to the offline environment where consumers need traditional cues such as brand and reputation to make decisions, internet users rely on website features to evaluate potential gains and losses (Wang et al., 2015). At the same time, website elements and the level of website maturity have become important for businesses for ensuring customer satisfaction, increasing profitability, and sustaining their existence. Measuring and improving the features and development level of e-commerce website interfaces enable businesses to become more successful in electronic marketing and commercial aspects, which provides greater website design efficiency for information publishing, interaction, and transactions.

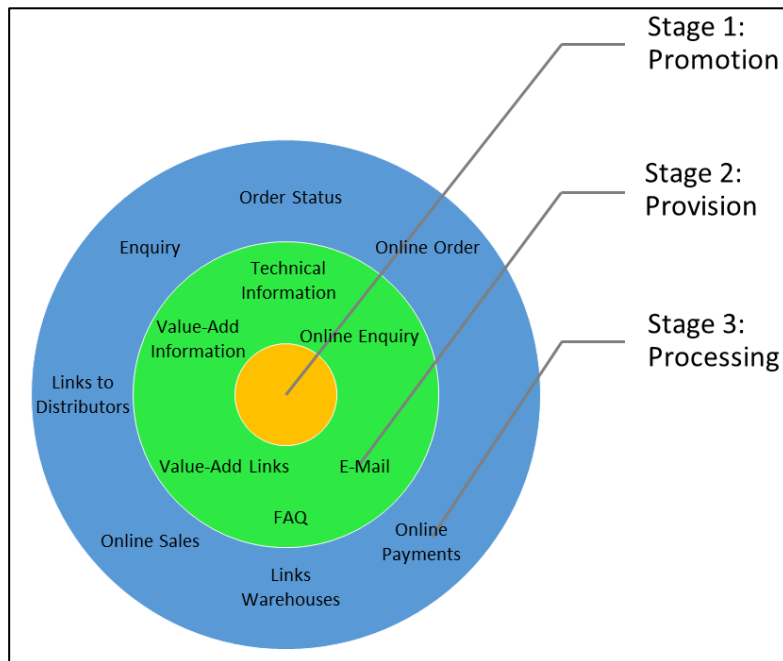
In order to investigate the virtual presence of businesses and their commercial website interfaces, the study evaluated the websites of 260 hotels operating in Türkiye, registered to the Hotel Association of Türkiye (Türkiye Otelciler Birliği: TÜROB), in 3 categories (3-, 4- and 5-star), based on the measurement of their features and degree of maturity. An Extended Model of Internet Commerce Adoption (eMICA) with 37 criteria was adopted as the scale for evaluation. Then, descriptive analysis techniques were used to examine the existence of statistically significant differences between hotel categories.

In past studies, data collection for the eMICA model was carried out through individual website visits, which, along with the fact that these studies were conducted over prolonged periods, also created a cost constraint. Furthermore, in some studies where websites were evaluated with content analysis or the eMICA model, data collection was performed by more than one observer (Cristobal-Fransi et al., 2018; Cristobal-Fransi et al., 2020; Daries et al., 2020; Kim & Kuljis, 2010). However, different perspectives of multiple observers can yield varying results for some criteria. In contrast to the general literature, the present study adopted an innovative approach, data extraction was conducted automatically for each criterion with codes developed using Python programming language. In other words, we developed algorithms that scan web pages to gather data for each eMICA item via web scraping, which enabled data collection from the HTML architecture of web pages. Our methodology allowed analysing a much larger number of websites, minimizing time constraints, and reducing time cost, as well as eliminating subjective approaches due to multiple-observer evaluations.

## 2. THE EMICA MODEL

Originally developed in a simple framework, commercial websites have evolved over time to become more complex and functional as businesses accumulated experience in information and communication technologies (ICT) (Poon & Swatman, 1999; Van Skyle, 2000). With the increase in the number of internet users, people started to spend more time on the internet and make their purchases online, thus increasing the importance of the maturity of websites. Therefore, Cooper and Burgess (2000) introduced the Model of Internet Commerce Adoption (MICA) to explain the evolutionary process of e-commerce adoption and to analyse the degree of website maturity.

Basically, the MICA model consists of 3 stages: Promotion, Provision and Processing (Figure 1). While the Promotion stage includes features that signify basic information about the business, Provision includes more advanced information and features that the user can interact with the site. The Processing stage, which indicates the highest MICA maturity level, consists of the most complex and sales-oriented site elements.



**Figure 1:** Stages of the MICA Model (Goi, 2007)

The MICA model, first developed to evaluate the websites of the metal manufacturing industry in Australia, was characterized as an instrument that identifies the position of an organization or industry on the Internet commerce roadmap and explains the processes by which it has arrived at that position (Cooper & Burgess, 2000). The model suggests that, in the development of commercial websites, businesses often start with a simple website and this presence gradually grows more complex, incorporating new processes as the business builds up experience and knowledge of ICT utilization (Cristobal-Fransi et al., 2020).

The MICA model was extended and updated as eMICA for application in different sectors (Burgess et al., 2011). eMICA includes some additional layers ranging from simple to advanced levels of maturity to adapt to e-commerce with a broad scope of development in different industries. The eMICA model, similar to the MICA model, comprises three stages that characterize the business process in three levels: Web-based Promotion, Provision, which refers to the delivery of information and services, and finally Processing (Anandkumar & Kumar, 2015). In the eMICA model, dissimilar to the MICA model, the items in the Promotion stage are categorized as basic and rich information, while the Provision stage consists of three layers from low- to high-level interactivity (Table 1). The

first stage of the eMICA model, Promotion, includes more basic information about the business, such as phone number and e-mail address. The second stage, Provision, encompasses various items that allow access to more advanced information on the business, as well as interaction with the website, such as a photo album, a membership system, and video content. The third and final stage, Processing, involves criteria relevant to the purchasing transactions of visitors, such as online booking.

**Table 1: Stages of the eMICA Model**

Stages	Layers
<b>Stage 1: Promotion</b>	Layer 1: Basic Information
	Layer 2: Rich Information
<b>Stage 2: Provision</b>	Layer 1: Low Interactivity
	Layer 2: Medium Interactivity
	Layer 3: High Interactivity
<b>Stage 3: Processing</b>	

In the first stage of the eMICA model, the use of the Internet as a communication tool and the services offered by the business can be observed. The second stage considers the interactivity, i.e. whether the website is dynamic or not. The last stage refers to the capacity to carry out e-commerce securely. The stages of eMICA present a clear relationship with the evolution of the Internet, from the first web pages, which were very simple in terms of content and information, to the latest web pages, which are very complete and offer many different functionalities (Ramón-Cardona et al., 2022).

Websites are in a constant state of change and development. At the point of evaluating websites in terms of content, there is no scale consisting of unchanging rules and criteria. eMICA model has been used in the literature for many years because it standardises the website evaluation process to some extent. New features added to websites over time are added to the appropriate layer of eMICA and contribute to the development of the model.

### 3. LITERATURE REVIEW

In past research, the eMICA model was used as a scale for evaluating websites in various fields, particularly in the field of tourism. However, content analysis methods have also been utilized in conjunction with eMICA, and some of these studies have adopted descriptive analysis techniques in the evaluation of the data gathered from the scale (Ahmed & Shaker, 2021; Assiri & Shamsudeen, 2019; Cristobal-Fransi et al., 2018; Cristobal-Fransi et al., 2020; Daries et al., 2018; Daries et al., 2020).

While a commercial website has a level of maturity corresponding to the lower layers of eMICA when it is first developed, it can advance to the higher levels of eMICA as the company gains experience in the field of information technologies. For example, Burgess et al. (2011) evaluated the websites of regional tourism organizations in Australia at four different times: 2000, 2002, 2004 and 2008. While only 0.53% of the websites evaluated for the year 2000 had a maturity level conforming to eMICA's highest level of maturity, this rate was computed as 1.32% for 2002, 8.72% for 2004 and the highest rate of 19.61% for 2008. Anandkumar & Kumar (2015) analysed the websites of regional tourism organizations in 2010 and 2015, reporting that their position on the eMICA model in 2015 had improved to a more advanced level in comparison to 2010.

Daries-Ramon et al. (2016) documented a relatively advanced level of technological sophistication for the websites of ski resorts in Spain and Andorra. Daries-Ramon et al. (2017) evaluated the websites of 102 restaurant businesses in Spain, determining that only 1 website was able to attain the highest maturity level of eMICA, whereas the majority had a level of development at the Promotion and low level of Provision levels.

Cristobal-Fransi et al. (2017) analysed the websites of 52 Alpine and Nordic ski resorts in Spain and Andorra and found that the average level of maturity corresponded to the medium level of eMICA and that the websites of ski resorts in the Alpine category had a higher level of development compared to those in the Nordic category.

Zhou & Jia (2018) assessed the websites of 73 different tourist attractions in the Shanghai region with the eMICA method. 15 of the websites had a level of maturity corresponding to the highest level of eMICA. The study results showed that the majority of the websites were updated over very long periods, had low interactive capacity, and lacked online user support and online purchasing activities.

Daries et al. (2018) analysed the websites of 980 restaurant businesses in France, Italy, and Spain with eMICA and Web Content Analysis (WCA). Less than 5% of the websites analysed were developed in accordance with stage 3 of eMICA, while the vast majority of the sites had a maturity level corresponding to layer 2 of stage 1 or layer 1 of stage 2 of eMICA. 10% of the establishments did not have a website or had a completely static website, whereas less than 30% of the establishments had a website developed for transactions through the website. These results indicated that most of the websites had a low level of interactivity and were mostly used for informative purposes.

Assiri & Shamsudeen (2019) evaluated the websites of 42 5-star hotels in Saudi Arabia using Advanced Content Analysis (ACA) and eMICA. The study results revealed that 5-star hotels in Saudi Arabia had not yet fully utilized the potential of their websites as a marketing tool, with the majority of the websites incorporating elements that express fundamental information, such as basic and rich information.

Fernandez-Ucles et al. (2019) assessed 533 websites of organic farmers in Spain. In this study, fuzzy-set Qualitative Comparative Analysis (fsQCA) and eMICA were used together. According to the results of the study in terms of eMICA, it was found that the websites are quite inadequate in terms of having the features of the other stages except the first stage of eMICA. It was observed that the functionality of the evaluated websites cannot go beyond providing information about the business.

In another study, Daries et al. (2020) analysed the websites of golf courses in Catalonia with eMICA and WCA. In the study, they emphasized the importance of websites in informing visitors and explaining the content to ensure tourist participation in sports organizations such as golf. The results showed that Catalanian golf courses had a simple and static online appearance, and only 10% of the sites evaluated had a website maturity at the highest stage of eMICA. They commented that golf courses did not make adequate use of technological resources in website development and that there were improvements that still needed to be implemented.

Cristobal-Fransi et al. (2020) assessed the websites of 104 agricultural food cooperatives of olive oil, wine, and fruit producers in Catalonia, with content analysis and eMICA. The study revealed that only 5.8% of the websites were able to fulfil the criteria for the third stage of eMICA, concluding olive oil, fruit and wine cooperatives possessed an awareness of online presence but had not transcended basic online visibility. These agricultural cooperatives were found to have deficiencies in their online presence, particularly in terms of user interaction and consumer relations, and needed further amendment.

Cristobal-Fransi et al. (2021) analysed 77 websites of public and private museums in Spain using Web Content Analysis and the eMICA model. It was found that only 38% of the websites were

able to reach a maturity at the highest level of development of eMICA, and that the websites of public museums were more successful at all stages of eMICA compared to the websites of private museums.

Meslem & Abderrahim (2022) investigated luxury hotels in Algeria via eMICA and content analysis, noting certain feature variations between hotels. They concluded that fundamental website elements (such as basic information, marketing, and services) were well implemented, but high interactivity features required improvement, with the full potential of the Internet not having been fully utilized for luxury hotels.

Cristobal-Fransi et al. (2023) evaluated the websites of Spanish spas in the context of health tourism. In addition to Content Analysis Technique, eMICA model was also used to evaluate the websites. According to the results, while the websites have good success rates in the simple, rich information and low, medium interaction layers of eMICA, they were found to be quite inadequate in the high interaction and processing layers, which express a higher level of development. The results obtained from over 106 different websites are similar to many other studies using the eMICA method.

#### 4. METHODOLOGY

The study comprises 5 steps:

(1) eMICA model construction, (2) coding for web scraping, (3) data collection, (4) accuracy check and (5) data analysis (Figure 2).

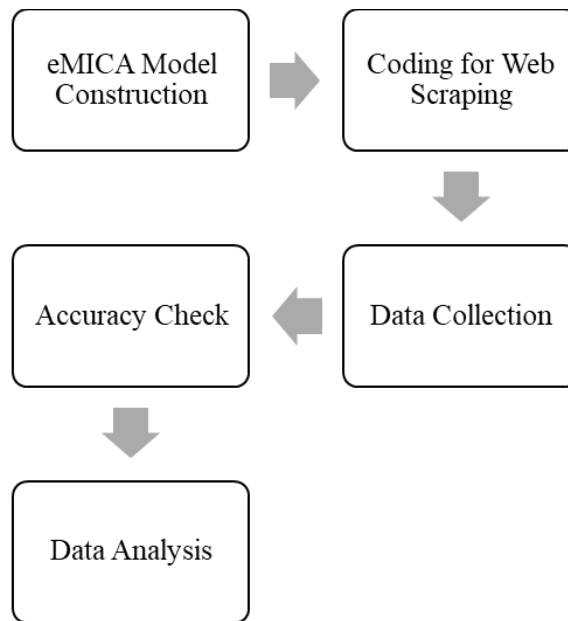


Figure 2: Study flowchart

##### 4.1. eMICA Model Construction

In the first step of the study, the eMICA model was constructed, and the criteria in the model were adapted from Ting et al. (2013). In addition, 4 new criteria, namely COVID-19 notification, telephone link, e-mail link and cookie consent option, were adapted to the eMICA model by the authors, and the scale was updated to include a total of 37 criteria (Table 2).

**Table 2:** The eMICA Model Used in the Study (Compiled by the authors, adapted from Ting et al. (2013))

Stages	Layers	Website Features
<b>Stage 1: Promotion</b>	<b>Layer 1: Basic Information</b>	Telephone, address, fax, e-mail
	<b>Layer 2: Rich Information</b>	About us, awards, privacy policy, COVID-19 notification, cookie policy
<b>Stage 2: Provision</b>	<b>Layer 1: Low Interactivity</b>	E-mail link, telephone link, rooms and suites, restaurants and bars, activities and recreation information, meeting and conference facilities, photo album/gallery, map information, weather forecast, local time, press releases
	<b>Layer 2: Medium Interactivity</b>	Membership system, frequently asked questions, special offers and packages, sitemap, in-site search, cookie consent option
	<b>Layer 3: High Interactivity</b>	Video content, virtual tour, multi-language support, live support, e-bulletin, link to social media accounts, link to Tripadvisor, mobile application information
<b>Stage 3: Processing</b>	<b>Layer 1: Processing</b>	Online booking, secure online sales, best price guarantee, technical capacity

#### 4.2. Web Scraping and Data Collection

The study data were gathered from the websites of 260 3-5-star hotels registered at the Hotel Association of Türkiye and certified by the Turkish Republic Ministry of Culture and Tourism on November 1-8, 2022. The number of the 3-, 4- and 5-star hotels whose websites were evaluated were 51, 97 and 112, respectively.

In contrast to previous studies, data collection for each eMICA criterion was performed with Python programming language and the web scraping library, Beautiful Soup. Beautiful Soup is a Python library designed for extracting data from HTML and XML files. It collaborates with parsers to offer intuitive methods for navigating, searching, and altering the parse tree, often saving developers significant time (Richardson, 2023). In addition, the Selenium Webdriver library was used to launch the browser with Python applications and the Multiprocessing library, which allows multiple processes to run simultaneously using multiple processor cores. The data sets of each eMICA stage obtained through the Python codes were first stored in JSON (JavaScript Object Notation) and then converted to CSV (Comma Separated Values) for statistical analysis.

Considering the website features listed in Table 2, specific keywords belonging to each level were crawled on the websites. For example, to obtain the basic information in Layer 1, keywords such as "phone number," "phone," and "address," as well as items such as "Contact" and "Get in touch" were searched on hotel websites in Turkish and English. As another example, to inquire room information from the low interactivity section of Layer 1, the keywords "rooms," "accommodation," and "stay" were searched on the websites in Turkish and English.

#### 4.3. Accuracy Check and Data Analysis

In order to determine the accuracy of all eMICA items gathered by computer, not by observation, 26 websites, constituting 10% of the total number of websites, were randomly selected; each site was visited, and the items were identified and compared by a human. Following this comparison, the data collected for each criterion with an accuracy rate of more than 80% were analysed with the SPSS software. The analysis results were interpreted, the maturity levels of the



hotel websites were examined, and the existence of statistically significant differences between categories in criteria satisfaction rates was investigated.

Table 3 shows the accuracy rates of the data collected with web scraping. The results indicated an accuracy rate greater than 80% for the data gathered with coding, except for the “Multi-Language” criterion. Therefore, in the subsequent steps of the study, the “Multi-Language” criterion was discarded, and data analysis was conducted with 36 criteria.

**Table 3:** Accuracy Rates of Data Collected by Web Scraping

eMICA Item	Accuracy Rate (%)	eMICA Item	Accuracy Rate (%)
Telephone	100	News in the Press	92.30
Address	96.15	Membership System	92.30
Fax	96.15	Frequently Asked Questions	100
E-mail	100	Special Offers and Packages	92.30
About Us	84.61	Sitemap	100
Awards	96.15	In-site Search	88.46
Privacy Policy	96.15	Cookie Consent Option	84.61
Covid-19 Notification	84.61	Video Content	96.15
Cookie Policy	92.30	Virtual Tour	92.30
E-mail Link	100	Multi-Language	65.38
Telephone Link	100	Live Support	92.30
Rooms and Suites	100	E-bulletin	84.61
Restaurants and Bars	100	Link to Social Media Accounts	96.15
Activity and Recreation Information	92.30	Link to Tripadvisor	92.30
Meeting and Conference Areas	100	Mobile Application Information	96.15
Photo Album/Gallery	96.15	Online Booking	88.46
Map Information	92.30	Secure Online Sales	100
Weather Forecast	80.76	Best Price Guarantee	96.15
Local Time	92.30		

Cronbach’s Alpha, computed from the pairwise correlations of the results obtained from the 36 criteria to determine the internal reliability of the scale, was found to be 0.733, which indicated high internal reliability for the eMICA model used in evaluation. Furthermore, a high coefficient signified that the items in the scale were consistent with each other, and that the evaluation instrument comprised items that measured the same criterion (Uzunsakal & Yıldız, 2018).

In the study, the data were analysed to determine whether hotel businesses categorized by star rating had significant differences in website content levels. Table 4 shows the performance levels of hotel businesses in different categories according to each eMICA stage and layer. The results demonstrated that the websites of 5-star hotels had a higher performance at each stage of eMICA than 4-star hotels, and similarly 4-star hotels performed better than 3-star hotels.

A One-Way ANOVA test was conducted to determine whether this difference between hotel categories was statistically significant. A one-way analysis of variance is a descriptive analysis technique used to investigate the existence of a statistically significant difference between the means of independent groups. As the ANOVA test can be applied to normally distributed data sets, we first tested if the data was normally distributed.

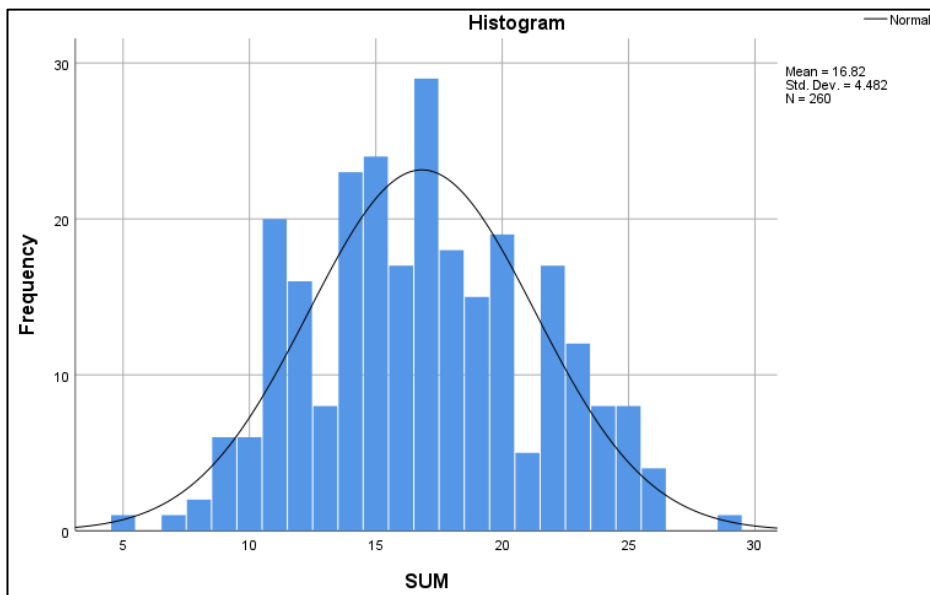
Table 5 presents the kurtosis and skewness coefficients from the normality test. Kurtosis and skewness values between -1 and +1 indicate normally distributed data and thereby the suitability of the data set for an ANOVA test. Figure 3 shows the histogram plot of the distribution of the data set, which reveals that the number of sites with the most eMICA criteria is 1 with 29, and the number of sites with the fewest eMICA criteria is 1 with 5.

**Table 4:** Hotel eMICA Performance by Category

Layers and Stages	3-Star Hotels (%)	4-Star Hotels (%)	5-Star Hotels (%)
<b>Stage 1: Promotion</b>	<b>51.41</b>	<b>56.93</b>	<b>63.88</b>
<b>Layer 1: Basic Information</b>	86.27	86.76	79.68
<b>Layer 2: Rich Information</b>	23.52	35.46	51.35
<b>Stage 2: Provision</b>	<b>31.69</b>	<b>38.96</b>	<b>43.89</b>
<b>Layer 1: Low Interactivity</b>	45.98	58.85	62.50
<b>Layer 2: Medium Interactivity</b>	13.07	19.58	24.70
<b>Layer 3: High Interactivity</b>	25.21	24.30	31.12
<b>Stage 3: Processing</b>	<b>54.24</b>	<b>65.97</b>	<b>73.51</b>
<b>Overall Performance</b>	<b>38.50</b>	<b>45.70</b>	<b>51.36</b>

**Table 5:** Normality Test Results

	Statistics	Standard Deviation
<b>Skewness</b>	0.128	0.151
<b>Kurtosis</b>	-0.563	0.301



**Figure 3:** Data Distribution

A One-Way ANOVA test was performed after normality of distribution was confirmed. Table 6 reveals the ANOVA test results, which demonstrate a significant difference between hotel categories with respect to the quantity of eMICA items ( $P < 0.05$ ). Then, the Tukey test, a post-Hoc test, was applied to the data set to identify the categories between which significant differences existed, as well as the direction of these differences.

**Table 6:** One-Way ANOVA Test Results

Stars	Number of hotels	Mean	Min	Max	Standard Deviation	Frequency	P value
3	51	13.86	7	23	3.633		
4	97	16.45	5	25	4.095	22.387	0.000
5	112	18.49	9	29	4.411		
<b>Total</b>	260	16.82	5	29	4.482		

Table 7 illustrates the results of the Tukey test, which indicates that the most successful hotel category in terms of fulfilling the criteria in the eMICA model is 5-star hotels. The results showed that 5-star hotels had a higher performance on the eMICA scale than 4- and 3- star hotels, and that 4-star hotels performed better than 3-star hotels. Moreover, descriptive analysis results also support the findings presented in Table 4.

**Table 7:** Tukey Test Results

Star (I)	Star (J)	Mean Difference (I-J)	Standard Error	Sig. (P)
3	4	-2.528*	0.708	0.001
	5	-4.335*	0.691	0.000
4	3	2.528*	0.708	0.001
	5	-1.807*	0.567	0.005
5	3	4.335*	0.691	0.000
	4	1.807*	0.567	0.005

\* The mean difference is significant at the 0.05 level.

Lastly, the existence of a significant difference between hotel categories in satisfying each eMICA criterion was investigated (Table 8). The analysis results yielded a statistically significant difference in e-mail, awards, privacy policy, cookie policy, phone link, restaurants and bars, activity and recreation information, meeting and conference areas, photo album/gallery, map information, weather forecast, local time, special offers and packages, live support, e-bulletin, social media accounts, mobile application information, secure online sales, and best price guarantee ( $P < 0.05$ ).

**Table 8:** Chi-Square Test Results for eMICA Items

Stage	Layer	Website Features	3-Star Hotels (%)	4-Star Hotels (%)	5-Star Hotels (%)	P Value (Chi-Square)
<b>Stage 1: Promotion</b>	Layer 1: Basic Information	Telephone	100	97.94	98.21	0.835**
		Address	94.12	91.75	91.07	0.801*
		Fax	54.90	53.61	46.43	0.471*
		E-mail	96.08	91.75	83.04	0.026*
	Layer 2: Rich Information	About Us	54.90	48.45	52.68	0.719*
		Awards	1.96	9.28	19.64	0.003*
		Privacy Policy	37.25	65.98	92.86	0.000*
		Covid-19 Notification	15.69	27.84	29.46	0.160*
		Cookie Policy	7.84	25.77	61.61	0.000*
<b>Stage 2: Provision</b>	Layer 1: Low Interactivity	Email Link	62.75	74.23	68.75	0.341*
		Phone Link	39.22	51.55	61.61	0.026*
		Rooms and Suites	98.04	96.91	99.11	0.519**
		Restaurants and Bars	41.18	82.47	96.43	0.000*
		Activity and Recreation Information	49.02	57.73	85.71	0.000*
		Meeting and Conference Areas	23.53	75.26	93.75	0.000*
		Photo Album/Gallery	82.35	78.35	62.50	0.008*
		Map Information	90.20	74.23	66.07	0.005*
		Weather Forecast	5.88	21.65	19.64	0.045*
		Local Time	0.00	13.40	8.04	0.020*
	News in the Press	13.73	21.65	25.89	0.219*	
	Layer 2: Medium Interactivity	Membership System	7.84	13.40	21.43	0.063*
		Frequently Asked Questions	5.88	8.25	9.82	0.701*
		Special Offers and Packages	17.65	31.96	40.18	0.017*
		Sitemap	9.80	23.71	18.75	0.121*
		In-site Search	11.76	16.49	24.11	0.132*
		Cookie Consent Option	25.49	23.71	33.93	0.230*
	Layer 3: High Interactivity	Video Content	27.45	29.9	33.04	0.753*
		Virtual Tour	5.88	6.19	11.61	0.284*
		Live Support	39.22	11.34	8.93	0.000*
E-bulletin		19.61	27.84	38.39	0.040*	
Social Media Accounts		62.75	73.20	81.25	0.039*	
Link to Tripadvisor		21.57	17.53	29.46	0.119*	
Mobile Application Information		0.00	4.12	15.18	0.001*	
<b>Stage 3: Processing</b>	Online Booking	94.12	93.81	85.71	0.085*	
	Secure Online Sales	54.90	76.29	93.75	0.000*	
	Best Price Guarantee	13.73	27.84	41.07	0.002*	

\*Pearson Chi-Square test result

\*\*Fisher's Exact test result

## 5. CONCLUSION AND DISCUSSION

This study evaluated the websites of hotel businesses registered with the Hotel Association of Türkiye using the eMICA model. The data gathered with the model were then statistically analysed, and evaluation was carried out based on the analysis results.

The study results showed the existence of statistically significant differences between various category hotel websites in meeting eMICA criteria. The maturity level of 5-star hotel websites with respect to the provision of content is higher than the other categories. The majority of the websites evaluated had a high level of success in meeting the criteria in the first stage of eMICA, i.e., basic information about hotel websites.

The high provision level of the online booking feature on all hotel websites indicated that the hotels were inclined to make sales in the virtual environment. Almost all of the hotels offered the rooms and suites feature, where visitors could learn about the hotel facilities. In addition, the restaurant and bar, activity and entertainment information, and meeting and conference areas features, which also inform visitors about the hotel's facilities, are provided at above-average rates by 4- and 5-star hotels.

The hotels had a high degree of success in presenting their social media accounts on their websites, which enables ease of access for potential customers to information about the hotel from many platforms and acquire up-to-date information about the establishment. However, the hotel websites were found to be deficient in the provision of criteria such as membership system, virtual tour, and mobile application, which can facilitate higher interaction with site visitors. Hotel businesses should incorporate all possible features that can provide a greater visitor satisfaction and a better user experience from the website. The researchers believe that adding more up-to-date features to the website may have a positive effect on the purchasing decisions of potential customers.

The study results revealed that hotel businesses used their websites mostly to provide basic information about the hotel. In short, hotels primarily used their websites as a promotional tool. This may negatively affect the purchasing decisions of visitors who cannot experience an adequate degree of satisfaction using the website. The results of our study are consistent with other studies in the literature utilizing the eMICA method (Ateş & Boz, 2015; Maksüdünov, 2019; Özkan & Ulama, 2018; Ting et al., 2013; Ünal & Çelen, 2018).

In order for hotel businesses to optimize customer satisfaction, ensure profitability, and remain in business, they should incorporate up-to-date features on their web pages, share more comprehensive information on the services offered by the hotel, constantly interact with visitors, and maintain lively interactions with customers before and after sales.

The present study differs from other studies employing the eMICA model as a scale for website evaluation as data collection in this study was conducted not through observation, but by using algorithms developed with Python programming language for each criterion in the eMICA model. Consequently, even in studies with large sample sizes, data collection can be performed more expeditiously than by observation, and in studies where data collection is conducted by more than one observer, evaluation variations can be prevented. It is evident that this study can benefit hotel managers and website developers to increase customer satisfaction and profitability in the website development process.

The researchers believe that a similar study conducted at another time with a different sample may yield disparate results. These factors also constitute the limitations of the study.

With its data collection method and improved eMICA model with 4 additional criteria, our study can contribute to future studies that aim to analyze hotel websites. Furthermore, future research in the field can implement data collection via adopting image processing techniques utilizing deep learning algorithms, for each eMICA criterion.

## REFERENCES

- Ahmed, T. A. A., & Shaker, E. S. (2021). Website evaluation of travel agencies class a in Saudi Arabia and Egypt using extended version of internet commerce adoption model: A comparative study. *International Journal of Economics and Management Engineering*, 15(4), 453-461
- Anandkumar, V., & Kumar, A. (2015). Evolving maturity of Malaysian regional tourism organization websites: A longitudinal study using the extended model of internet commerce adoption. *Journal of Tourism*, 16(1), 49-57
- Assiri, S. M., & Shamsudeen, S. (2019). Website characterization and evaluation of the five star hotels in Saudi Arabia using advanced content analysis and eMICA framework. *Saudi Journal of Business and Management Studies*, 4(9), 687–697. <https://doi.org/10.36348/sjbms.2019.v04i09.001>
- Ateş, U., & Boz, M. (2015). Konaklama işletmelerinin web sitelerinin değerlendirilmesi: Çanakkale örneği. *Ekonomi İşletme Siyaset ve Uluslararası İlişkiler Dergisi*, 1(1), 63-84
- Buhalis, D., & Law, R. (2008). Progress in information technology and tourism management: 20 years on and 10 years after the internet—The state of eTourism research. *Tourism Management*, 29(4), 609–623. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2008.01.005>
- Burgess, L., Parish, B., & Alcock, C. (2011). To what extent are regional tourism organisations (RTOs) in Australia leveraging the benefits of web technology for destination marketing and eCommerce? *Electronic Commerce Research*, 11(3), 341–355. <https://doi.org/10.1007/s10660-011-9077-1>
- Cooper, J., & Burgess, L. (2000). A Model of internet commerce adoption (Mica). In S. Rahman & M. Raisinghani (Eds.). *Electronic commerce: Opportunity and challenges* (pp. 189-201). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-878289-76-6.ch012>
- Cristobal-Fransi, E., Daries-Ramon, N., Mariné-Roig, E., & Martin-Fuentes, E. (2017). Implementation of web 2.0 in the snow tourism industry: Analysis of the online presence and e-commerce of ski resorts. *Spanish Journal of Marketing – ESIC*, 21(2), 117–130. <https://doi.org/10.1016/j.sjme.2017.06.002>
- Cristobal-Fransi, E., Daries, N., del Río-Rama, M. de la C., & Fuentes-Tierno, M. G. (2023). The challenge of digital marketing in health tourism: The case of Spanish health resorts. *Quality & Quantity*, 1-29. <https://doi.org/10.1007/s11135-023-01744-2>
- Cristobal-Fransi, E., Daries, N., Serra-Cantalops, A., Ramón-Cardona, J., & Zorzano, M. (2018). Ski tourism and web marketing strategies: The case of ski resorts in France and Spain. *Sustainability*, 10(8), 2920. <https://doi.org/10.3390/su10082920>
- Cristobal-Fransi, E., Montegut-Salla, Y., Ferrer-Rosell, B., & Daries, N. (2020). Rural cooperatives in the digital age: An analysis of the internet presence and degree of maturity of agri-food cooperatives' e-commerce. *Journal of Rural Studies*, 74, 55–66. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2019.11.011>
- Cristobal-Fransi, E., Ramón-Cardona, J., Daries, N., & Serra-Cantalops, A. (2021). Museum in the digital age: An analysis of online communication and the use of e-commerce. *Journal on Computing and Cultural Heritage*, 14(4), 1-21. <https://doi.org/10.1145/3464977>
- Daries-Ramon, N., Cristobal-Fransi, E., & Mariné-Roig, E. (2017). Deployment of restaurants websites' marketing features: The case of Spanish Michelin-starred restaurants. *International Journal of Hospitality & Tourism Administration*, 20(3), 249–280. <https://doi.org/10.1080/15256480.2017.1383961>
- Daries-Ramon, N., Cristóbal-Fransi, E., Martín-Fuentes, E., & Mariné-Roig, E. (2016). Adopción del comercio electrónico en el turismo de nieve y montaña: análisis de la presencia web de las

- estaciones de esquí a través del modelo eMICA. *Cuadernos de Turismo*, 37, p. 113. <https://doi.org/10.6018/turismo.37.256171>
- Daries, N., Cristobal-Fransi, E. & Ferrer-Rosell, B. (2020). Implementation of website marketing strategies in sports tourism: Analysis of the online presence and e-commerce of golf courses. *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research* 16(3), 542-561. <https://doi.org/10.3390/jtaer16030033>
- Daries, N., Cristobal-Fransi, E., Ferrer-Rosell, B., & Marine-Roig, E. (2018). Maturity and development of high-quality restaurant websites: A comparison of Michelin-starred restaurants in France, Italy and Spain. *International Journal of Hospitality Management*, 73, 125–137. <https://doi.org/10.1016/j.ijhm.2018.02.007>
- Fernández-Uclés, D., Bernal-Jurado, E., Mozas-Moral, A. & Medina-Viruel, M. J. (2019). The importance of websites for organic agri-food producers. *Economic Research-Ekonomiska Istrazivanja*, 33(1), 2867-2880. <https://doi.org/10.1080/1331677X.2019.1694426>
- Goi, C. (2007). A review of existing web site models for e-commerce. *The Journal of Internet Banking and Commerce*, 12, 1-17
- Kim, I., & Kuljis, J. (2010). Applying content analysis to web-based content. *Journal of Computing and Information Technology*, 18(4), 369. <https://doi.org/10.2498/cit.1001924>
- Lituchy, T. R., & Rail, A. (2000). Bed and breakfasts, small inns, and the internet: The impact of technology on the globalization of small businesses. *Journal of International Marketing*, 8(2), 86–97. <https://doi.org/10.1509/jimk.8.2.86.19625>
- Maksüdünov, A. (2019). Otel web sitelerinin içerik analizi yöntemiyle değerlendirilmesi: Bişkek’te bir araştırma. *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 21(37), 186-196
- Meroño-Cerdan, A. L., & Soto-Acosta, P. (2007). External web content and its influence on organizational performance. *European Journal of Information Systems*, 16(1), 66–80. <https://doi.org/10.1057/palgrave.ejis.3000656>
- Meslem, A., & Abderrahim, W. (2022). Website evaluation of luxury hotels in Algeria using advanced content analysis and eMICA model. *Journal of Contemporary Economic Studies*, 7(2), 453-464
- Özkan, N., & Ulama, Ş. (2018). Evaluation of web sites of 4 and 5 star accommodation establishments in Marmara region. *Gastoria: Journal of Gastronomy and Travel Research*, 2(2), 64–84. <https://doi.org/10.32958/gastoria.436028>
- Poon, S., & Swatman, P. M. C. (1999). An exploratory study of small business internet commerce issues. *Information & Management*, 35(1), 9–18. [https://doi.org/10.1016/s0378-7206\(98\)00079-2](https://doi.org/10.1016/s0378-7206(98)00079-2)
- Ramón-Cardona, J., Daries, N., Cristóbal Fransi, E. & Serra-Cantalops, A. (2022). E-Commerce web content adoption model (EWCAM): An integrated tool for WCA and EMICA models for the tourism industry. *Cuadernos de Turismo*, 50, 279-306. <https://doi.org/10.6018/turismo.541951>
- Ramos, C., & Perna, F. (2009). Information system for tourism activity monitoring and forecasting indicators as an experience for Portugal. *Tourism and Hospitality Research*, 9(4), 277–289.
- Richardson, L. (2023). *Beautiful Soup Documentation*. Crummy. <https://www.crummy.com/software/BeautifulSoup/bs4/doc/>
- Ting, P.-H., Wang, S.-T., Bau, D.-Y., & Chiang, M.-L. (2013). Website evaluation of the top 100 hotels using advanced content analysis and eMICA Model. *Cornell Hospitality Quarterly*, 54(3), 284–293. <https://doi.org/10.1177/1938965512471892>

- Ünal, A., & Çelen, O. (2018). Türkiye'deki otel işletmelerinin web sitelerinin değerlendirilmesine yönelik nitel bir araştırma. *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 21(40), 607–636. <https://doi.org/10.31795/baunsobed.492535>
- Uzunsakal, E., & Yıldız, D. (2018). Alan araştırmalarında güvenilirlik testlerinin karşılaştırılması ve tarımsal veriler üzerine bir uygulama. *Uygulamalı Sosyal Bilimler Dergisi*, 2(1), 14-28.
- Van Slyke, C. (2000). The role of technology clusters in small business electronic commerce adoption. *Proceedings of the Fifth COLLECTeR Conference on Electronic Commerce*, Brisbane, December, pp. 8.
- Wang, L., Law, R., Guillet, B. D., Hung, K., & Fong, D. K. C. (2015). Impact of hotel website quality on online booking intentions: eTrust as a mediator. *International Journal of Hospitality Management*, 47, 108–115. <https://doi.org/10.1016/j.ijhm.2015.03.012>
- Yeung, T. A., & Law, R. (2004). Extending the modified heuristic usability evaluation technique to chain and independent hotel websites. *International Journal of Hospitality Management*, 23(3), 307–313. <https://doi.org/10.1016/j.ijhm.2003.03.001>
- Zhou, K., & Jia, X. (2018). Research on the website construction of Shanghai a-level tourist attractions based on eMICA model. *Proceedings of the 2018 4th International Conference on Social Science and Higher Education (ICSSHE 2018)*. Atlantis Press. <https://doi.org/10.2991/icsshe-18.2018.142>



# Metin Madenciliği ve Duygu Analizi Kullanarak Çevrimiçi İncelemelerden Alzheimer İlaçlarına İlişkin Kullanıcı Deneyimlerinin Değerlendirilmesi

\*\*\*

## Evaluating User Experiences of Alzheimer's Drugs from Online Reviews Using Text Mining and Sentiment Analysis

İbrahim BUDAK<sup>1</sup> 

Günay KILIÇ<sup>2</sup> 

Arzu ORGAN<sup>3</sup> 

DOI:10.33461/uybisbbd.1362821

### Öz

#### Makale Bilgileri

##### Makale Türü:

Araştırma Makalesi

##### Geliş Tarihi:

20.09.2023

##### Kabul Tarihi:

14.12.2023

©2023 UYBİSBBD  
Tüm hakları saklıdır.



Metin madenciliği, yapılandırılmamış metin verilerinden yararlı kalıplar, eğilimler, modeller ve kurallar bulmaya çalışan yeni bir teknolojidir. Metin Madenciliğinde en yaygın kullanılan tekniklerden biri Duygu Analizidir. Duygu analizi, yazarın tutumunu keşfetmek için en yaygın kullanılan sınıflandırma aracıdır. Bir metin aracılığıyla yazarın tutumunun olumlu, olumsuz veya tarafsız olup olmadığını araştırır. İnternet çağında bilginin büyük bir kısmının metin olarak bulunması nedeniyle Duygu analizinin önemi ve kullanım alanları her geçen gün artmaktadır. Sosyal medyada sıklıkla kullanılan duygu analizi, kullanıcıların belirli bir konu veya ürün hakkındaki fikirlerini ortaya çıkarmak için kullanılabilir. Bu çalışmanın amacı, web sitelerindeki ilaç yorumlarını anlamlı bilgilere dönüştürmektir. Bu bilgiler kullanıcılar için karar vermede yardımcı olabilir. Bu çalışmada, 78 kullanıcının, Alzheimer ilaç yorumlarının bulunduğu bir sosyal platformdan elde edilen kişisel veriler değerlendirilmiştir. Özellikle Alzheimer ilaçlarının seçimi diğer ilaçların aksine, hasta ve hasta yakınlarının gözlemlerini birlikte değerlendirmeye imkân vermektedir. Değerlendirmeyi okuyan ve faydalım bulan 3723 kişi yorumun etkisini güçlendirmektedir. Uygulama aşamasında kullanıcı yorumları Duygu analizi ile polarite değerleri hesaplanmış ve geliştirilen formül ile Alzheimer ilaçları sıralanmıştır. Bu sayede tüketicilerin ilaçlara göre memnuniyet düzeyleri belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Metin Madenciliği, Duygu Analizi, Sosyal Medya, İlaç İncelemeleri, Alzheimer İlaçları.

#### Article Info

##### Paper Type:

Research Paper

##### Received:

20.09.2023

##### Accepted:

14.12.2023

©2023 UYBİSBBD  
All rights reserved.



### Abstract

Text mining is a new technology that attempts to find useful patterns, trends, patterns and rules from unstructured text data. One of the most commonly used techniques in Text Mining is Sentiment Analysis. Sentiment analysis is the most widely used classification tool to explore an author's attitude. It explores whether the author's attitude is positive, negative or impartial by means of a text. As most of the information in the internet age is found as text, the importance and usage areas of Sentiment analysis are increasing day by day. Sentiment analysis, which is frequently used in social media, can be used to expose users' ideas about a particular topic or product. The aim of this study is to transform drug reviews on websites into meaningful information. This information can help users in decision-making. In this study, personal data obtained from a social platform with Alzheimer's drug reviews of 78 users were evaluated. In particular, the selection of Alzheimer's drugs, unlike other drugs, allows the observations of the patients and relatives of the patient to be evaluated together. The 3723 people who read the review and found it useful strengthens the effect of the comment. In the implementation phase, polarity values of user comments were calculated with Sentiment analysis and Alzheimer's drugs were ranked with the formula developed. In this way, the satisfaction levels of consumers according to the drugs were determined.

**Keywords:** Text Mining, Sentiment Analysis, Social Media, Drug Reviews, Alzheimer's Drugs.

**Atıf/ to Cite (APA):** Budak I., Kiliç G. & Organ A. (2023). Evaluating User Experiences of Alzheimer's Drugs from Online Reviews Using Text Mining and Sentiment Analysis. International Journal of Management Information Systems and Computer Science, 7(2), 157-167. DOI:10.33461/uybisbbd.1362821

<sup>1</sup> Dr Öğr. Gör., Rektörlük, Kastamonu Üniversitesi, ibudak@kastamonu.edu.tr, Kastamonu, Türkiye.

<sup>2</sup> Öğr. Gör., Rektörlük, Pamukkale Üniversitesi, gklic@pau.edu.tr, Denizli, Türkiye.

<sup>3</sup> Prof. Dr., İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Pamukkale Üniversitesi, aorgan@pau.edu.tr, Denizli, Türkiye.

## 1. INTRODUCTION

The "text" in text mining is an information-filled writing portion. Any type of written work, including novels, newspapers, blogs, etc., can be used as a text sample. There is a lot of text available now, and it is expanding daily. Text mining uses a variety of methods and techniques, but its main objective is to glean new and valuable knowledge from text documents. Computer programs are used to analyze text, and then people review the findings. Information retrieval, statistics, artificial intelligence, and other disciplines are all combined in text mining (Bilisoly, 2011).

A helpful technique for looking at the substance of a text or collection of texts is text mining. The words in the texts form the foundation of several text mining techniques. Conceptually, text mining. Understanding current ideologies and conceptions in relation to events, things, subjects, feelings, and behaviors is aided by these concepts. (Song, 2008).

To evaluate if a text is positive negative, or neutral, the sentiment analysis looks at text elements. Thus, it is possible to identify the eigen values in the text. It is possible to decipher meanings that are intended for the aims but are not stated clearly in the text. Additionally, the text's emotional roles might be examined (Cambria et al., 2017).

As the web forum has become an enormous collection of invaluable opinions and comments, more and more researchers are strongly interested in this issue (Shi et al., 2009). This study, conducted its research with Sentiment analysis and data obtained from a web forum. The drug group known as 'cholinesterase inhibitors' used in the treatment of Alzheimer's disease has been discussed. Alzheimer's drugs were taken according to only generics. In this context, 78 users' subjective comments on drugs have formed texts to be analyzed. The number of people reading these texts and finding them useful is 3723. The RapidMiner Program (v9.1) 'analyze sentiment' module was used for analysis. The results of the analysis, polarity values (positive, negative, and neutral), and the number of useful comments were evaluated together. In this way, the drug scores were calculated and the drugs were ranked.

Some Alzheimer's patients experience advanced forgetfulness. When drug reviews are examined, user experiences in other diseases are obtained from drug users, while the comments of Alzheimer's drugs also include the comments of patient relatives. In this respect, evaluating Alzheimer's drugs differs from evaluating other drugs. The ranking of Alzheimer's drugs was chosen for reasons such as symptom management, delaying symptom progression, improving quality of life, supporting caretakers and improving patients' daily tasks.

## 2. LITERATURE REVIEW

Numerous scientific and commercial fields have benefited greatly from sentiment analysis. For instance, user profiling, advertising, and discussion systems, as well as financial and political predictions. Sentiment analysis has grown in popularity as a result of these investigations. Making meaning of ideas or expressions from several media (texts, pictures, videos, audio files, etc.) is exceedingly challenging. The properties of an open and covered, regular and irregular source (linguistic, visual, or auditory) must be thoroughly understood (Dragoni et al., 2018). Some studies conducted with the Sentiment analysis in the literature are as follows:

In the study conducted by Subrahmanian and Reforgiato (2008), adjectives, verbs, and envelope components were used for Sentiment analysis. In the proposed approach, the power of emotions between -1 and +1 was tried to be analyzed. There may be slight differences in the structure of the sentence. But the effects are very important. This study is the first study to explain emotions with adjectives, verbs, and envelope components (Subrahmanian, and Reforgiato, 2008).

In the study conducted by Shi, Sun, and Zhang (2009), Sentiment analysis was done for the forums on the Web. The study focused on different ideas from Chinese Web forums. First of all, web forum headings on the same topic are collected in a cluster. Next, a new classification algorithm

called Probability word list was proposed rather than classification algorithms such as SVM (Support Vector Machines) and Naive Bayes. In the study, it has been shown that the proposed algorithm gives better performance (Shi et al., 2009).

Unnamalai (2012) conducted research on the Sentiment analysis of the products on the websites. It is common practice to ask merchants who sell products on the Web to review products and related services from their customers. The number of customer reviews of a product is increasing rapidly because of the increase in e-commerce. In e-commerce, a popular product may have thousands of reviews. In this study, unstructured texts were analyzed by Sentiment analysis (Unnamalai, 2012).

Cai and colleagues (2023) researched sentiment classification of MOOC (a social media) user comments based on machine learning. They created experimental datasets by using artificial labeling on the "Chinese University MOOC" platform as a case study. They analyzed their mistake situations, compared the sentiment categorization of four conventional machine learning models, and offered a model optimization strategy (Cai et al., 2023).

Flynn and colleagues (2021) analyzed comments on health-related social media posts, particularly on the Alzheimer's and dementia subreddits, to better understand the user experience on forums and possibly lead to improvements in their effectiveness. The study analyzed the linguistic characteristics of the comments and identified themes of discussion (Flynn et al., 2021).

Saad et al. (2021) conducted a study to determine the efficacy of drugs under specific conditions from user reviews in health web forums. In this study, a hybrid technique using both learning-based and dictionary-based approaches is proposed to achieve better results, and sentiment analysis techniques in the medical domain using general-purpose sentiment dictionaries such as AFFIN, TextBlob and VADER to annotate reviews. TextBlob has shown promising results with high accuracy when used with certain feature engineering techniques (Saad et al., 2021).

In the study by Ajibade et al. (2022), online drug reviews were analyzed with data mining techniques. The study generally focused on analyzing user satisfaction, side effects and drug efficacy in online drug reviews using sentiment analysis. With the obtained sentiment analysis results, modelling was performed with Emzor and May & Baker. As a result of the study, the accuracy rate of modelling with Emzor was 0.891, while the accuracy rate of modelling with May & Baker was calculated as 0.869 (Ajibade et al., 2022).

In the study conducted by Rea and Parsons (2023), the readability, accessibility, quality, visual design and content of online information on dementia medications were analyzed with a quantitative evaluation. It was observed that the readability of the websites related to dementia medications was poor and the quality of information and content varied among the evaluated websites. As a result, it was found that the evaluated websites did not fully represent the health information available online (Rea & Parsons, 2023).

Bae and Lee (2012) used Sentiment analysis to analyze the masses on Twitter. Three million tweets from the popular users were analyzed. In the study, Twitter messages are a reflection of the sensitivity of the platform's most well-liked users. Sentiment analysis was employed as a reliable indicator or gauge of popularity. First, there is a differentiation between the favorable and unfavorable popular user masses. Second, it was discovered that popular users emotionally touch the audience through their tweets. Thirdly, using the data from the first two discoveries, a positive-negative measure for this effect was created. The positive-negative sensitivity change in the time series of viewers has been linked to popular users' real-world sensitivity opinions, according to a Granger causality analysis. (Bae and Lee, 2012). On the other hand, in the literature, using the RapidMiner program with Sentiment analysis, Arabic tweets (Duwairi et al., 2014), English tweets (Tripathi et al., 2015), film reviews (Alsaqer and Sasi, 2017), hotel evaluations (Markopoulos et al., 2015), and complaint detections (Tayel et al., 2013) were also conducted.

## 4. MATERIAL AND METHOD

In this part of the study, text mining and Sentiment analysis are mentioned.

### 3.1. Text Mining

Text mining, a part of data mining with textual data, is a new technology. By text mining, meaningful information can be extracted from unstructured text data. It is imperative to use computer techniques to quickly extract useful information from a large number of textual documents. Text mining's aim is to find helpful information (models, patterns, etc.) from various unstructured text data, such as (text files, emails, etc.). Text mining is used efficiently and systematically to get information from texts. In health, business, and education text mining is successfully used by researchers to analyze extensive text data. Witten, Don, Dewsnip, and Tablan have used text mining in digital library documents to find metadata and mark documents (He et al., 2013).

Text mining is a different type of data mining that aims to find different patterns from large databases (Hearst, 2003). The most of data stored are texts, so it is believed that text mining's commercial potential is greater than data mining. A recent study has shown that the ratio of text documents in firms to total information is 80 percent. Text mining is more complex than data mining, as it deals with more complex and natural data. Text mining is an area where multiple disciplines, such as information retrieval, text analysis, clustering analysis, data mining, etc., are used (Tan, 1999).

### 3.2. Sentiment Analysis

Sentiment analysis is about analyzing people's opinions from a written text. It is one of the most popular research areas in natural language processing. At the same time, it has been working extensively in the fields of text mining, data mining, and web mining. Sentiment analysis is frequently encountered in management sciences and social sciences, except computer science, because of its importance as a whole for business and society. Sentiment analysis is encountered in different aspects of social media such as Twitter, social networks, blogs, forums, comments, etc. (Liu, 2012).

Sentiment analysis helps to reveal positive or negative opinions. It conducts sentence-level analysis with tasks such as answering multiple perspective questions and summarizing, extraction of idea-oriented information, and text analysis. For example, if a system about asking questions and wondering about answers contains people's opinions, the sentiment analysis needs to be able to fully identify the expressions of positive and negative emotions (Wilson, 2005).

The polarity of the given text is first calculated at the sentence level. The words in a sentence are encoded in the order of the sentence. With the help of the association lexicon, it is defined as +1 for positive terms, -1 for negative, and 0 for neutral words which are not defined in the lexicon. The word values are weighted according to negators, amplifiers de-amplifiers, and contrasting words. In this way, the polarity of words is better measured by emphasizing or decreasing. The aim is to calculate the polarity more accurately by using different words. The polarity value of the text is calculated using the equations (1), and (2) given below (Balbi et al., 2018).

The polarity value of a sentence is calculated by equality (1).

$$p_{sij} = \frac{\sum_{k=1}^{p_j} r_{w_{ijk}}^*}{\sqrt{p_j}} \quad (1)$$

$p_j$  means the word count of a sentence, and  $r_{w_{ijk}}^*$  means each weighted term score.

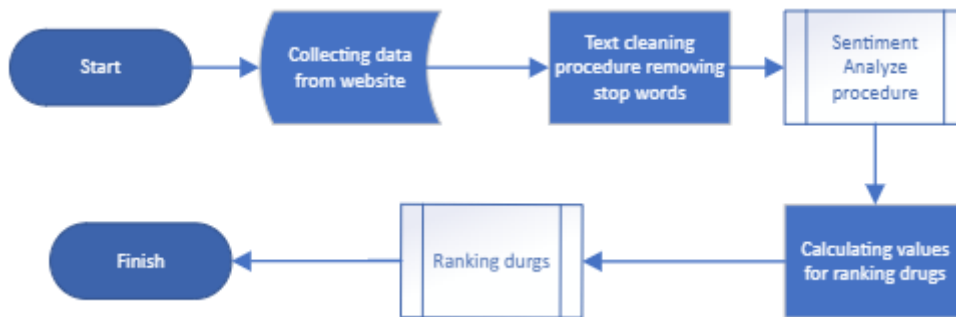
After calculating the polarity of each sentence, the document score of review ( $r_{di}$ ) will be calculated by its sentence polarities. A down-weighted zeros average is used, where neutral sentiment has minor weight.

$$r_{di} = \frac{\sum_{j=1}^{q_i} r_{sij}}{\hat{q}_i + \sqrt{\log(2 - \hat{q}_i)}} \quad (2)$$

$\hat{q}$  means the number of sentences with negative or positive semantic orientation. The aim of giving less impact to neutral sentences is that they have less emotional impact. After calculating all  $r_{di}$  of documents they will be normalized and brought into a [0,1] range, where the maximum negativity is represented by 0 and the maximum positivity is represented by 1.

#### 4. APPLICATION

The application of the study was evaluated by following the flow chart in Figure 1. The evaluation was carried out using the open source Rapidminer application.



**Figure 1.** Flowchart for the Evaluation of Alzheimer's Drugs

Figure 1 shows the input-output flowchart of the algorithm for the evaluation of Alzheimer's drugs. In this direction, the data were taken from the website and cleaned from unnecessary content (preposition, conjunction, emoji, etc.). Then, drug reviews were analyzed with the sentiment module. Finally, the drugs were ranked with the module outputs.

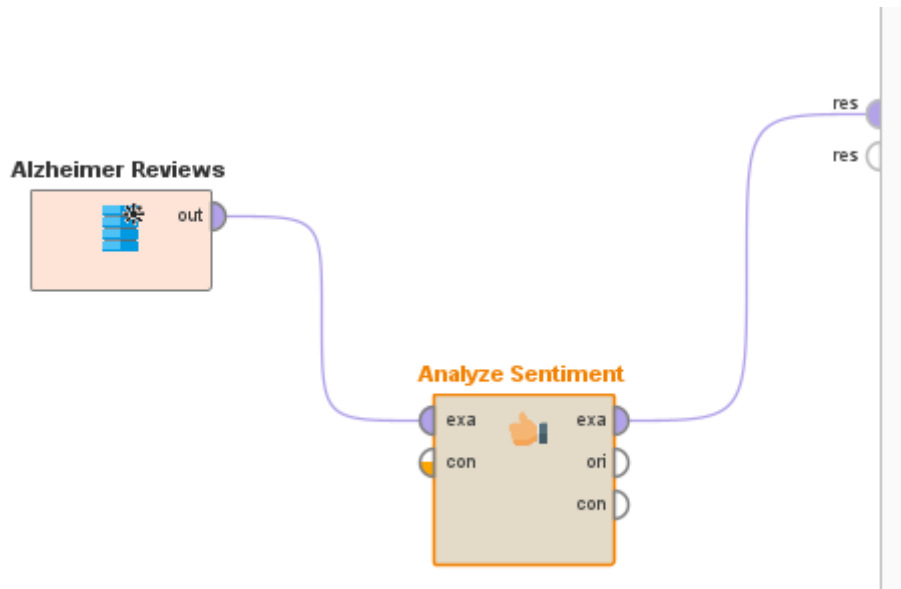
##### 4.1. RapidMiner

RapidMiner, stands as the pre-eminent open source framework for the extraction of information. This framework can be accessed as an autonomous tool for comprehensive data analysis, or as an engine for data mining, seamlessly integrated into its own suite of products. RapidMiner operates on a client/server model, with the server component offered through cloud infrastructures as software as a service. The capabilities of RapidMiner encompass an array of data mining and machine learning procedures, which include data loading and transformation, data preprocessing and visualization, as well as predictive analytics and statistical modeling. Furthermore, RapidMiner is constructed using the Java programming language. To facilitate the design and execution of analytical workflows, RapidMiner equips users with a graphical user interface. These workflows, known as “Processes” within the RapidMiner framework, consist of a series of interconnected “Operators”. Each Operator undertakes a specific task within the process, with the output of one Operator serving as the input for the next. Alternatively, the engine of RapidMiner can be invoked from other software applications or utilized as an application programming interface. Moreover, individual functions can be accessed through the command line interface. To supplement its existing repertoire, RapidMiner offers additional learning schemes, models, and algorithms from Python, Weka, and R scripts, which can be accessed through extensions (RapidMiner, 2023).

RapidMiner also offers the following features: Open source and autonomy from operating systems. Fascinating possibilities for plotting in high dimensions, combined with the concept of a multi-layered data view, contribute to the efficiency of data processing. It covers the functionalities of the WEKA data mining tool. It accesses information from databases such as Excel, Access, Oracle,

IBM Db2, Microsoft SQL, Sybase and so on. It helps to establish operator chains for complex tasks (Gupta and Malhotra, 2015).

RapidMiner version 10.1, equipped with the Analyze sentiment feature, which includes the Aylie text analysis and Text processing extensions, was employed for the execution of the study. This software encompasses a variety of operators that are applicable to diverse types of data, including textual documents. It encompasses two distinct perspectives, namely "design" and "result". In the design perspective, users have the capability to visually construct a model by means of dragging and dropping operators onto the workspace and connecting them. Moreover, it provides users with the ability to execute their own code utilizing a specific extension. On the other hand, the result perspective offers advanced approaches to examine outcomes through the utilization of graphs and statistical tables containing pertinent information. Furthermore, RapidMiner is among the collection of big data analysis tools that are accessible (Alsaqer and Sasi, 2017). Predefined operations within the module are readily available in the application's operators. Consequently, the application employed in the study can be analyzed without necessitating the composition of code, in contrast to coding environments such as Python and R. The sentiment analysis module that was employed in the study is presented in Figure 2.



**Figure 2.** Example of Analyze Sentiment Module

Figure 2 shows the "Analyze sentiment" module for the evaluation of Alzheimer comments. Comments are uploaded as input to the module and analyzed by a word-based algorithm according to the weights of predetermined words. The results are defined as polarity (positive, negative and neutral).

#### 4.2. Drug Comments Sentiment Analysis

In this section, four generic groups of Alzheimer's drugs were evaluated by Sentiment analysis. Generics groups are coded as Drug1, Drug2, Drug3 and Drug4. The drug reviews were accessed on 15.05.2023 by Drugs (Drug, 2023). The Drugs site was referred to as Global 'the most popular, most comprehensive and up-to-date drug information source online' in the Healthcare Global (Healthcareglobal, 2023). The site is ranked fourth among the most popular websites in the field of health. It is also mentioned that Drugs, an independent portal on the same site, provides information and data on 24,000 prescription medicines, including both professional health workers and consumers. In addition, on Similarweb, which gives information about web traffic, the Drugs website ranks 2060 globally and ranks 586 in the United States. Also, in the Health> Pharmacy category Drugs website is the second most popular website in the USA (Similarweb, 2023).

Text analysis was performed with the “analyze sentiment” operator using the RapidMiner package program. An example comment of Drug3 from Drugs is given in Table I. There are 160 different drug reviews at Drugs. These drug reviews may be found helpful by others. These 160 comments have a total of 1183 different useful opinions. The total number of useful finds (uf) for 160 drugs allows us to evaluate the opinions of 11183 people, although there are 160 comments.

**Table 1. Alzheimer's Disease Drug Review**

N	Drug Name	Review	uf
140	Drug4	"Besides nausea this has improved my mothers life 500 percent. Overall improvement wonderful."	16

In Table 1, the sample drug comment for Drug4 and the number of useful findings (uf) ‘16’ is given. The number of useful finds shows how many users find this comment useful. Drug names (Dn) are numerically encoded (mc) and the results of the analysis of the data and also the measure of the severity of the polarity (p+ and p-), drug codes (mc), and the number of useful finds (uf) are also shown in Table 2.

**Table 2. Sentiment Analysis Results**

N	Dn	mc	polarity	p-	p+	uf	N	Dn	mc	polarity	p-	p+	uf	N	Dn	mc	polarity	p-	p+	Uf
1	Drug2	2	negative	3,5	0	228	55	Drug2	2	positive	0,3	2,4	102	109	Drug3	3	positive	0	0,4	62
2	Drug2	2	positive	2,8	5	384	56	Drug2	2	negative	5,8	5,6	66	110	Drug3	3	positive	1,1	0	22
3	Drug2	2	negative	0,5	0	313	57	Drug2	2	positive	0,7	1,1	93	111	Drug3	3	positive	0	0,8	7
4	Drug2	2	positive	0	1,3	285	58	Drug2	2	positive	0,8	1	101	112	Drug3	3	positive	0	0,4	12
5	Drug2	2	negative	1	0,7	127	59	Drug2	2	positive	0,3	1,8	81	113	Drug3	3	positive	0	0	0
6	Drug2	2	negative	2,8	0,5	119	60	Drug2	2	negative	0,9	0,5	158	114	Drug4	4	positive	2,1	3,9	79
7	Drug2	2	positive	0,2	1,5	212	61	Drug2	2	positive	0	1,7	137	115	Drug4	4	positive	3,1	2,9	71
8	Drug2	2	positive	1,1	2,3	146	62	Drug2	2	positive	0,6	1,5	52	116	Drug4	4	positive	0,3	0,7	51
9	Drug2	2	negative	3,4	3,4	196	63	Drug2	2	negative	3,6	0	80	117	Drug4	4	positive	2,1	2,5	37
10	Drug2	2	positive	0,5	1,9	160	64	Drug2	2	negative	2,3	1,8	41	118	Drug4	4	positive	1,2	0,3	41
11	Drug2	2	positive	0,9	2,2	71	65	Drug2	2	positive	0,6	1,5	75	119	Drug4	4	positive	1,9	0	19
12	Drug2	2	positive	0,3	3	66	66	Drug2	2	positive	0	2,7	51	120	Drug4	4	positive	0,9	0	35
13	Drug2	2	positive	0,2	0,5	185	67	Drug2	2	positive	2,9	3,4	55	121	Drug4	4	positive	0,4	0,2	23
14	Drug2	2	positive	1,1	2,1	160	68	Drug2	2	positive	1,5	2	42	122	Drug4	4	positive	0	0,4	35
15	Drug2	2	positive	0,3	2,4	102	69	Drug2	2	negative	2,4	0	58	123	Drug4	4	positive	0	3,2	12
16	Drug2	2	positive	0,7	1,1	93	70	Drug2	2	negative	0,6	0,5	94	124	Drug4	4	positive	1,6	0,8	20
17	Drug2	2	positive	0,8	1	101	71	Drug2	2	positive	0,6	0,9	41	125	Drug4	4	positive	0,3	0,6	14
18	Drug2	2	positive	0,3	1,8	81	72	Drug2	2	negative	1,6	0,6	45	126	Drug4	4	positive	3,7	3,9	13
19	Drug2	2	negative	0,9	0,5	158	73	Drug2	2	negative	2	1,1	62	127	Drug4	4	positive	3,2	3	15
20	Drug2	2	positive	0	1,7	137	74	Drug2	2	negative	1,8	0	32	128	Drug4	4	positive	0,8	1,5	10
21	Drug2	2	positive	0,6	1,5	52	75	Drug2	2	negative	2,3	0,8	5	129	Drug4	4	positive	4,6	2,1	5
22	Drug2	2	positive	0	2,7	51	76	Drug2	2	negative	3,6	0,5	30	130	Drug4	4	positive	0,9	0,3	8
23	Drug2	2	negative	0,6	0,5	94	77	Drug2	2	negative	2,2	1,2	26	131	Drug4	4	positive	0,3	1,6	2
24	Drug2	2	positive	0,6	0,9	41	78	Drug2	2	negative	2,6	0,9	30	132	Drug4	4	positive	2,6	0	14
25	Drug2	2	negative	2,3	0,8	5	79	Drug2	2	negative	5,8	1,5	3	133	Drug4	4	positive	0,6	1,1	1
26	Drug2	2	negative	5,8	1,5	3	80	Drug2	2	negative	0,7	0,4	29	134	Drug4	4	positive	2,9	1,7	0
27	Drug2	2	positive	0,5	0,9	161	81	Drug2	2	negative	3,4	0,5	3	135	Drug4	4	positive	1,1	1	102
28	Drug2	2	positive	0,4	0,7	147	82	Drug2	2	positive	0	1,3	23	136	Drug4	4	positive	0,5	0,5	63
29	Drug2	2	positive	0	0,4	50	83	Drug2	2	negative	1,3	0,5	16	137	Drug4	4	positive	1	0	29
30	Drug2	2	positive	0,4	0,7	73	84	Drug2	2	negative	1,8	1,4	17	138	Drug4	4	positive	0	0	46
31	Drug2	2	negative	1	0	74	85	Drug2	2	positive	0,3	3,6	1	139	Drug4	4	positive	1,5	0	16
32	Drug2	2	neutral	0	0	55	86	Drug2	2	negative	1,9	0	3	140	Drug4	4	positive	0	1,7	16
33	Drug2	2	positive	0	1,6	3	87	Drug2	2	negative	1,3	0,8	1	141	Drug4	4	positive	0,7	0,3	8
34	Drug2	2	positive	0,9	1,4	232	88	Drug2	2	positive	0,4	2	0	142	Drug4	4	positive	0	1,5	1

35	Drug2	2	negative	3,5	0	229	89	Drug4	4	positive	2,1	3,9	79	143	Drug4	4	positive	0	0,1	1
36	Drug2	2	positive	2,8	5	384	90	Drug4	4	negative	3,1	2,9	71	144	Drug2	2	positive	0,9	0,1	40
37	Drug2	2	negative	2,2	0,6	97	91	Drug4	4	positive	0,3	0,7	51	145	Drug2	2	positive	0,5	0,3	72
38	Drug2	2	positive	1	2,2	122	92	Drug4	4	positive	2,1	2,5	37	146	Drug1	1	positive	1,1	1,1	21
39	Drug2	2	negative	0,5	0	313	93	Drug4	4	negative	1,2	0,3	41	147	Drug1	1	positive	0,9	1,7	11
40	Drug2	2	positive	0	1,3	285	94	Drug4	4	negative	0,9	0	35	148	Drug1	1	positive	0	2,1	10
41	Drug2	2	negative	1	0,7	127	95	Drug4	4	negative	0,4	0,2	23	149	Drug1	1	positive	1,1	1,1	3
42	Drug2	2	negative	2,8	0,5	119	96	Drug4	4	positive	0	0,4	35	150	Drug1	1	positive	0,7	0	21
43	Drug2	2	positive	0,8	2,1	134	97	Drug4	4	negative	1,1	1	102	151	Drug1	1	positive	0	0,9	4
44	Drug2	2	positive	0,2	1,5	212	98	Drug4	4	negative	0,5	0,5	63	152	Drug1	1	positive	1,1	1,1	21
45	Drug2	2	positive	1,1	2,3	146	99	Drug4	4	negative	1	0	29	153	Drug1	1	positive	0,9	1,7	11
46	Drug2	2	positive	1,8	3,6	93	100	Drug4	4	neutral	0	0	46	154	Drug1	1	positive	0	2,1	10
47	Drug2	2	negative	3,4	3,4	196	101	Drug3	3	positive	0	1,9	26	155	Drug1	1	positive	1,1	1,1	3
48	Drug2	2	positive	0,5	1,9	160	102	Drug3	3	positive	0,3	2,9	20	156	Drug1	1	positive	0,7	0	21
49	Drug2	2	positive	0,3	2,5	52	103	Drug3	3	positive	0	1,4	31	157	Drug1	1	positive	0	0,9	4
50	Drug2	2	positive	0,9	2,2	71	104	Drug3	3	positive	0	2,3	26	158	Drug1	1	positive	1	0	0
51	Drug2	2	positive	0,3	3	66	105	Drug3	3	positive	0,9	2,3	12	159	Drug3	3	positive	0	0,4	62
52	Drug2	2	positive	0,2	0,5	185	106	Drug3	3	positive	0,8	0,8	9	160	Drug3	3	positive	1,1	0	22
53	Drug2	2	positive	1,1	2,1	160	107	Drug3	3	positive	0,3	1,2	5							
54	Drug2	2	negative	2,9	0,4	41	108	Drug3	3	positive	0,2	0,5	6							

Table 2 shows the textual contradictions (positive, negative and neutral) of the polarity values for the 160 drug reviews. The Table also shows the numerical values generated from textual expressions. Numerical transformation was performed as follows: p+ and p- were used to quantify the polarity of the drug.

### 4.3. Ranking Drugs

The user values for the drugs to be calculated and used in the sequence are expressed as  $V_j$ . The number n represents the number of comments, and m represents the count of drug types in the data set. With the numerical values obtained by the Sentiment analysis,  $V_j$  is calculated as follows. For the drug coded as j; the total calculated values of the drug  $TW_j$ , in the data set are divided by the total number of drugs ( $TC_j$ ) for each drug.

This calculation is shown by Equation (3).

$$V_j = \frac{TW_j}{TC_j} \tag{3}$$

$TW_j$  value is calculated with Equation (4) using  $p^+$ ,  $p^-$ ,  $uf$ , and  $mc_i$ .

$$TW_j = \sum_{i=1}^n \begin{cases} uf_i * (p_i^+ * + * p_i^- * -1), & mc_i = j \\ 0, & mc_i \neq j \end{cases} \tag{4}$$

$i=1, 2, \dots, n, j=1, 2, \dots, m$

$TC_j$  value is calculated with Equation (5) using  $mc_i$ .

$$TC_j = \sum_{i=1}^n \begin{cases} 1, & mc_i = j \\ 0, & mc_i \neq j \end{cases}, i=1, 2, \dots, n, j=1, 2, \dots, m \tag{5}$$

**Table 3. Drug Rankings**

Drug Name	$TW_j$	$TC_j$	$V_j$	Ranking
Drug1	38	13	2,923	3
Drug2	3342	90	37,133	1
Drug3	238	15	15,866	2
Drug4	78,92	42	1,879	4



Table 3 shows that when the drugs are ranked according to the calculated  $V_j$ , the drugs are from the highest to the lowest as follows “Drug2”, “Drug3”, “Drug1” and “Drug4”.

According to Table 3, it is seen that Drug2 is the most used drug according to the number of comments and the number of user comments found useful. It can be inferred from this that this drug is given to patients more by healthcare professionals. At the same time, it means that the drug that is found to be the most useful drug with comments is given most frequently by doctors. This can be said that healthcare professionals choose the right drug in patient treatment. Table 3 also shows that according to user experience, Drug2 is the most useful drug in Alzheimer's disease. This table reflects the opinions of users or relatives of users as opposed to the opinions of health professionals. When using medication for any disease, the advice of professional healthcare professionals should be followed. However, the results of this table are useful for healthcare professionals to have an idea of the users' experiences in advance.

## 5. CONCLUSION

Nowadays, it is very important in terms of both time and cost to produce meaningful results from many texts, such as business reports, comments on social media, and printed documents. Text mining is used in many areas, such as health, communication, astronomy, and production.

In this study, reviews of Alzheimer's drugs were evaluated with Sentiment analysis, and the drugs were ranked. Although the number of comments made for each drug was different, a total of 160 reviews and 11183 helpful comments were analyzed in the study including the number of useful comments in the analysis means adding more people to the data set. The polarity (positive, negative, and neutral) values of the reviews were calculated with the Sentiment analysis. Total values were obtained by multiplying the number of useful comments by these values. Average values were obtained by dividing the total values by the number of drugs, and the drugs were ranked.

Considering that most of the information is stored as a text document, it increases the importance of text mining. In many other studies, as in this study, text mining can be used to determine whether textual information is meaningful in a short time. It may also help to decide the decision-making units according to the positive, negative, and neutral status of the text. The examined texts can be separated and/or classified according to the polarity value.

Sentiment analysis can be used to rank other drugs such as Alzheimer's drugs. The study may provide guidance for patients and their relatives who will be using the drug for the first time or who are not satisfied with the medication used. This study can also be found useful in terms of evaluating patient opinions from pharmaceutical companies. Many products can be evaluated similarly, such as the evaluation of other drugs by this method.

Since the comments received in the study on Alzheimer's drugs did not include demographic data, no evaluation was made. In future studies, patient data to be collected from a different website or hospitals and analyses on demographic factors can be made and compared with this study.

Medication reviews can be combined with the opinions of healthcare professionals to make more accurate decisions. In order to make similar drug evaluations, healthcare professionals can further expand their drug evaluations by adding categorical data according to patient age, gender or presence of other diseases. In this way, data and text mining techniques can be used to make more accurate decisions.

## REFERENCES

- Ajibade, S. S. M., Zaidi, A., Tapales, C. P., Ngo-Hoang, D. L., Ayaz, M., Dayupay, J. P., ... & Adediran, A. O. (2022, December). Data Mining Analysis of Online Drug Reviews. *In 2022 IEEE 10th Conference on Systems, Process & Control (ICSPC) (pp. 247-251)*. IEEE.

- Alsaqer, A. F., & Sasi, S. (2017, July). Movie Review Summarization and Sentiment Analysis Using Rapidminer. In *2017 International Conference on Networks & Advances in Computational Technologies (NetACT)* ( 329-335). IEEE.
- Bae, Y., & Lee, H. (2012). Sentiment Analysis of Twitter Audiences: Measuring the Positive or Negative Influence of Popular Twitterers. *Journal of the American Society for Information Science and technology*, 63(12), 2521-2535.
- Balbi, S., Misuraca, M., & Scepi, G. (2018). Combining Different Evaluation Systems on Social Media for Measuring User Satisfaction. *Information Processing & Management*, 54(4), 674-685.
- Bilisoly, R. (2011). *Practical Text Mining with Perl*. John Wiley & Sons.
- Cai, T., Zhu, Y., & Liu, Y. (2023, April). Research on Sentiment Classification of MOOC User Comments Based on Machine Learning. In *2023 8th International Conference on Cloud Computing and Big Data Analytics (ICCCBDA)* (152-156). IEEE.
- Cambria, E., Das, D., Bandyopadhyay, S., & Feraco, A. (Eds.). (2017). *A Practical Guide to Sentiment Analysis (Vol. 5)*. Cham: Springer International Publishing.
- Dragoni, M., Poria, S., & Cambria, E. (2018). OntoSenticNet: A Commonsense Ontology for Sentiment Analysis. *IEEE Intelligent Systems*, 33(3), 77-85.
- Drug, [www.drugs.com](http://www.drugs.com), (15.05.2023).
- Duwairi, R. M., Marji, R., Sha'ban, N., & Rushaidat, S. (2014, April). Sentiment Analysis in Arabic Tweets. In *2014 5th International Conference on Information and Communication Systems (ICICS)* (1-6). IEEE.
- Flynn, O. A., Murugadass, A., & Xiao, L. (2021). Attracting Attention in Online Health Forums: Studies of r/Alzheimers and r/dementia. In *Diversity, Divergence, Dialogue: 16th International Conference, iConference 2021, Beijing, China, March 17–31, 2021, Proceedings, Part I 16* (377-395). Springer International Publishing.
- Gupta, G. ve Malhotra, S. (2015). Text Document Tokenization for Word Frequency Count Using RapidMiner (Taking Resume as an Example). *International Journal of Computer Applications*, 975, 8887, 24-26.
- He, W., Zha, S., & Li, L. (2013). Social Media Competitive Analysis and Text Mining: A case study in the Pizza Industry. *International Journal of Information Management*, 33(3), 464-472.
- Healthcare Global, [www.healthcareglobal.com/top-10/top-10-healthcare-websites](http://www.healthcareglobal.com/top-10/top-10-healthcare-websites), (15.05.2023)
- Hearst, M. (2003). *What is Text Mining*. SIMS, UC Berkeley.
- Liu, B. (2022). *Sentiment Analysis and Opinion Mining*. Springer Nature.
- Markopoulos, G., Mikros, G., Iliadi, A., & Lontos, M. (2015). Sentiment Analysis of Hotel Reviews in Greek: A Comparison of Unigram Features. In *Cultural Tourism in a Digital Era: First International Conference IACuDiT, Athens, 2014* ( 373-383). Springer International Publishing.
- Rapidminer, <https://rapidminer.com/>, Erişim Tarihi: 09.12.2023.
- Rea, R., & Parsons, C. (2023). Readability, Accessibility, Quality, Visual Design and Content of Online Information on Dementia Medication: A Quantitative Evaluation. *International Journal of Pharmacy Practice*. 31(S1), i5-i6.
- Saad, E., Din, S., Jamil, R., Rustam, F., Mehmood, A., Ashraf, I., & Choi, G. S. (2021). Determining the Efficiency of Drugs under Special Conditions from Users' Reviews on Healthcare Web Forums. *IEEE Access*, 9, 85721-85737.
- Similarweb, <https://www.similarweb.com/>, (15.05.2023).

- Shi, L., Sun, B., Kong, L., & Zhang, Y. (2009, October). Web forum Sentiment Analysis Based on Topics. *In 2009 Ninth IEEE International Conference on Computer and Information Technology (2, 148-153)*. IEEE.
- Song, M., & Brook Wu, Y. F. (Eds.). (2008). *Handbook of Research on Text and Web Mining Technologies*. IGI Global.
- Subrahmanian, V. S., & Reforgiato, D. (2008). AVA: Adjective-Verb-Adverb Combinations for Sentiment Analysis. *IEEE Intelligent Systems*, 23(4), 43-50.
- Tan, A. H. (1999, April). Text Mining: The State of the Art and the Challenges. *In Proceedings of the Pakdd 1999 Workshop on Knowledge Discovery from Advanced Databases*, 8, 65-70.
- Tayel, S., Reif, M., & Dengel, A. (2013). Rule-based Complaint Detection Using Rapidminer. *In Conference: RCOMM*, 141-149.
- Tripathi, P., Vishwakarma, S. K., & Lala, A. (2015, December). Sentiment Analysis of English Tweets using Rapidminer. *In 2015 International Conference On Computational Intelligence and Communication Networks (CICN) (668-672)*. IEEE.
- Unnamalai, K. (2012). Sentiment Analysis of Products Using Web. *Procedia Engineering*, 38, 2257-2262.
- Wilson, T., Wiebe, J., & Hoffmann, P. (2005, October). Recognizing Contextual Polarity in Phrase-Level Sentiment Analysis. *In Proceedings of Human Language Technology Conference and Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing*, 347-354