

Yıl:2022

Cilt:6

Sayı:1

Year:2022

Vol:6

No:1

**UYBİSBBD**

ULUSLARARASI YÖNETİM BİLİŞİM SİSTEMLERİ  
VE  
BİLGİSAYAR BİLİMLERİ DERGİSİ

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

Cilt: 6 • Sayı: 1 • Haziran 2022

Vol: 6 • No: 1 • June 2022

e-ISSN: 2618 - 5954

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

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

---

Cilt: 6 • Sayı: 1 • Haziran 2022  
Vol: 6 • No: 1 • June 2022

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 Ayşe ÇİÇEK KORKMAZ

**Editörler (Editors)**

Prof. Dr. Aysun COŞKUN

Dr. Öğr. Üyesi Mustafa Mikail ÖZÇİLOĞLU

Dr. Öğr. Üyesi Tarık TALAN

Dr. Öğr. Üyesi Adem KORKMAZ

Dr. Selma BÜYÜKGÖZE

**Yayın Kurulu (Editorial Board)**

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

**Danışma Kurulu (Advisory Board)**

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

**Adres (Address)**

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

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

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

---

**Bu Sayının Hakemleri**

---

**Doç. Dr. Pınar ONAY DURDU**  
(Kocaeli Üniversitesi)

**Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Zeki KONYAR**  
(Kocaeli Üniversitesi)

**Doç. Dr. Selahattin KOŞUNALP**  
(Bandırma Onyedli Eylül Üniversitesi)

**Dr. Öğr. Üyesi Yakup YILMAZ**  
(Necmettin Erbakan Üniversitesi)

**Doç. Dr. Mehmet Barış TABAKCIOĞLU**  
(Bursa Teknik Üniversitesi)

**Dr. Cemil OCAK**  
(Gazi Üniversitesi)

**Doç. Dr. Güzde KOCA**  
(Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi)

**Dr. Öğr. Üyesi Faruk AYATA**  
(Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi)

**Doç. Dr. Zehra KAMIŞLI ÖZTÜRK**  
(Eskişehir Teknik Üniversitesi)

**Dr. Doğan YILDIZ**  
(TUSAŞ)

**Dr. Nurbanu Bursa**  
(Hacettepe Üniversitesi)

**Dr. Mesut TOĞAÇAR**  
(Fırat Üniversitesi)

**Dr. Öğr. Üyesi Yunus KAYA**  
(Bayburt Üniversitesi)

## 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

*Web-Based Expert System Design and Implementation for Personal Nutrition Planning*

Makale Türü: Araştırma Makalesi / Paper Type: Research Paper

**Ceyda ÜNAL & Cihan ÇILGIN** **1-12**

**Çok Adımlı İşlemlerde Arayüz Kullanılabilirliğinin A/B Test Yöntemiyle İncelenmesi**

*Examination of Interface Usability in Multi-Step Processes with A/B Testing Method*

Makale Türü: Araştırma Makalesi / Paper Type: Research Paper

**Veli Özcan BUDAK** **13-28**

*Authentication and Billing Scheme for The Electric Vehicles: EVABS*

Makale Türü: Araştırma Makalesi / Paper Type: Research Paper

**Ömer AYDIN** **29-42**

**İnsansız Hava Araçları Tabanlı Çevresel Uygulamalara Genel Bir Bakış**

*An Overview of Unmanned Aerial Vehicles Based Environmental Applications*

Makale Türü: Derleme Makalesi / Paper Type: Review Paper

**Şenol ERGUNSAH & Selahattin KOŞUNALP** **43-53**

**Kripto Para Birimlerinin Twitter Verileri ile Metin Madenciliği Kapsamında İncelenmesi**

*Examination of Crypto Money Currencies within the Scope of Text Mining via Twitter Data*

Makale Türü: Araştırma Makalesi / Paper Type: Research Paper

**Nur Kuban TORUN & Abdulkadir ŞENGÜL** **54-65**

**Bulut üzerinde Tensorflow Javascript ile geliştirilen Öğretilebilir Makine (ÖM)**

**Modelinin Doğruluk Tahmini ve Analizi: Yüz Tanıma Sistemi Uygulaması**

*Accuracy Prediction and Analysis of Teachable Machine (TM) Model developed with Tensorflow Javascript on the Cloud: Face Recognition System Implementation*

Makale Türü: Araştırma Makalesi / Paper Type: Research Paper

**Ömer Faruk ASLANDOĞDU & Hakan AYDIN & Ali ÇETİNKAYA** **66-77**

# Web-Based Expert System Design and Implementation for Personal Nutrition Planning

Ceyda ÜNAL<sup>1</sup> 

Cihan ÇILGIN<sup>2</sup> 

DOI:10.33461/uybisbbd.1013012

## Abstract

### Article Info

#### Paper Type:

Research Paper

#### Received:

21.10.2021

#### Accepted:

02.02.2022

©2022 UYBISBBD

All rights reserved.



Recently, expert systems have been used in different fields for different purposes in order to respond to the changing user needs with the rapid development of information and communication technologies. The most important of these can be listed as interpretation, prediction, diagnosis, design, planning, imaging, debugging, maintenance, education and control. With the increase in the use of expert systems in the field of healthcare, expert systems are not only used for diagnosis and treatment, but also act as a decision support system. Today, there are many software and approaches for nutrition program planning on the basis of nutrition-oriented practices. In particular, rule-based or case-based expert systems are frequently used in the field of nutrition. The aim of the research is to develop a web-based expert system prototype in the field of nutrition with a rule-based system approach using the Prolog development environment. For this purpose, because of clear and neat syntax, one of the expert system programming languages based on "first order predicate calculus" that is Prolog, PHP for web and in the design phase; Bootstrap framework were preferred. For data visualization, data is retrieved from MySQL database. The application developed within the scope of the research is expected to contribute to the efficient implementation of nutrition planning, especially for institutions with insufficient human experts. In this sense, a system that offers personalized nutrition program recommendations for people of different ages, genders, heights, weights and therefore different body mass indexes has been developed. Thus, considering the benefits of proper nutrition, it is expected that the developed system will help the dietitian in the process of determining the nutrition program/meal planning, and for the patients in the processes of maintaining and monitoring it.

**Keywords:** expert systems, Prolog, nutrition program, meal planning.

**Atıf/ to Cite (APA):** Ünal, C., and Çılgin, C., (2022). Web-Based Expert System Design and Implementation for Personal Nutrition Planning. International Journal of Management Information Systems and Computer Science, 6(1), 1-12

<sup>1</sup> Res. Asst., Dokuz Eylül University, Department of Management Information Systems, ceyda.unal@deu.edu.tr, İzmir, Türkiye.

<sup>2</sup> Res.Asst., Bolu Abant İzzet Baysal University, Department of Management Information Systems, cihancilgin@ibu.edu.tr, Bolu, Türkiye

## 1. INTRODUCTION

Nutrition is a science (Whitney & Rolfes, 2018). Health and nutrition are important as goals and often emerge as critical components of basic needs in developing countries (Behrman & Deolalikar, 1988). Food or nutrition provides the basic components needed to maintain daily activities (Ojokoh & Babalola, 2016). Nutrition is the act of taking the nutrients needed by the body in sufficient quantities and at appropriate times in order to protect, improve health and the quality of life. It also includes the environmental, psychological and behavioral aspects of food and the act of eating (Turkish Ministry of Health, Directorate General of Public Health, 2017). Nutrition focuses on how to protect the body from diseases through healthy nutrition. While proper nutrition provides benefits to individuals in this sense, malnutrition has harms such as sensory changes (taste, smell, eye sight), poor dental health, and physical ailments. (Merrell et al., 2012). Nutrients obtained through nutrition provide the person with the energy needed to perform different activities in daily life and help the body prevent diseases (Hazman & Idrees, 2015). People decide what to eat and when to eat in highly personal ways, acting on behavioral or social motives rather than awareness of the importance of nutrition for health. While the preferred food choice can support health, understanding or planning nutrition helps people make rational choices more often (Whitney & Rolfes, 2018). Although the World Health Organization has recently identified the general increase in non-communicable diseases (such as early heart diseases, diabetes and cancer) as a major problem, malnutrition has been identified as an important factor causing such diseases. In this context, personalized nutrition is emerging as a new research area to provide personalized food intake recommendations to individuals based on their physical, physiological data and more personal information (Toledo et al., 2019). In particular, advancements in information and communication technologies lead individuals and institutions to apply different artificial intelligence technologies for decision-making purposes. Expert systems, one of them, aim to transfer expert knowledge to computer software through various rules. Therefore, it would not be wrong to say that the use of this technology in the field of nutrition will add value to human life. The expert system, which automates the nutrition program, helps individuals evaluate their nutritional status/conditions and offers them nutritional recommendations accordingly. At the same time, expert systems on nutrition have become an important issue that has attracted the attention of researchers in recent years and different studies have been carried out on this subject. As people become more health literate today, the need for a system that can measure calories and nutrition in daily meals or make meal recommendations is increasing in order to consume healthier foods and avoid fast food. Such systems are very useful for dietitians and patients to measure as well as manage their daily food intake (Mustafa et al., 2020). A nutrition expert system can help individuals evaluate their nutritional plans and conditions and provide recommendations accordingly. It will also help people save time as they will not need to go to the doctor to evaluate their nutritional status (Al-Duhli et al., 2013). This research article aims to develop a web-based expert system prototype in the field of nutrition with a rule-based system approach using the Prolog development environment. The web-based recommendation system developed for this purpose allows dietitians to create personalized nutrition programs and to follow these programs. It also speeds up the whole process. In addition, within the scope of the accessible literature, it is aimed to design the nutrition program recommendation system for the use of dietitians rather than the use of patients who are the end users. The expert system developed within this framework will facilitate the dietitian's meal programming task and speed up the process. Besides that, to the best of our knowledge; it presents the first rule-based expert system design for Turkish food habits.

In the following part of the research, literature on nutrition and diet recommendation systems are included. Then, a conceptual analysis of expert systems and implementation phase was reported. While the last part of the research is the conclusion part, suggestions for future studies are also presented in this section.



## 2. RELATED WORKS

Expert systems have been successfully applied in many fields of researches since the 1970s. Following the emergence of expert systems in medicine as an exciting area of research that promises to revolutionize medical practice (Heathfield, 1990), these systems have been used in many applications. In order to cope with complex problems, expert systems were first introduced as a sub-branch of artificial intelligence to be used in disease diagnosis problems in the medical field. Today, many expert systems such as MYCIN, PUFF, DXplain, HELP and Hepaxpert (Metaxiotis & Samouilidis, 2000) are used in diagnosis, monitoring, analysis, consultation, planning, explanation, education, narration, giving ideas and many more. Expert systems reveals structures that bring together different disciplines. The use of expert systems, especially in the field of healthcare, is increasing day by day. In recent years, the increase in the use of expert systems, especially in the field of nutrition and dietetics, is striking. In this sense, many researchers have studied the use of expert systems in the field of nutrition. (Kovasznai, 2011; Chen et al., 2012; Ma'aruf & Garba, 2012; Al-Dhuhli et al., 2013; Merwe et al., 2014; Cioara et al., 2018), has contributed to the literature.

Kovasznai (2011) introduced a case-based approach to dietary recommendations in their study. Based on this approach, an expert system was designed to be used in the health record management system. For this, "Ripple-down", one of the rule-based learning algorithms, was preferred. Using ripple-down, the object space (i.e. the sum of all object classes) is progressively divided into smaller and smaller partitions. The goal is to classify all objects from the same class into the same partition. As a result of the research, it was observed that the approach of using ripple-down and appropriate rule notation is valid in the health record management system.

Chen et al. (2012) presented a research to design a web-based expert system for nutritional diagnosis using expert system techniques in the field of artificial intelligence. Within the scope of the research, the Nutritional Care Process and Model, which was defined by the American Dietetic Association in 2008, was applied and the nutritional diagnosis information of dietetics experts was integrated into the system to form the basis of establishing the knowledge base. The system was built using Microsoft Visual Studio 2008 on the .NET Framework 3.5SP1, using the built-in rules engine that comes with Windows Workflow Foundation. Thanks to the developed system; dietetic specialists are able to enter the patient's basic data, anthropometric data, physical examination findings, biochemical data and food / nutrition history into the program. At the same time, after the dietetic specialists completed the nutritional assessment, the program rule base could be inferred and a nutritional diagnosis could be made. In order to carry out the research, 100 chronic kidney patients under hemodialysis were selected from a university hospital, albumin, cholesterol, creatinine, height and dry weight of the patients before dialysis were recorded, and then these data were used for both expert system and nutritional diagnosis. When the results are compared, it has been observed that the expert system gives faster and more accurate results than the human dietitian.

In the "Expert Diet Prescription System" they developed, Ma'aruf and Garba (2012) presented a result that defines a disease according to the name or symptoms and recommends the appropriate diet corresponding to this disease. The system has three levels of access to the database: patient, doctor and administrator. For this, a database of seven known diseases such as cancer, diabetes, measles, cholera, malaria, goiter and enlarged heart disease was created, using information from experts. Wamp server, PHP and MySQL and code editor were used to design the database, interface and graphics of the system. It has been emphasized that it is very necessary to implement the expert diet system, especially because of the long-term destructive effect of drugs as a result of drug addiction or the reaction to certain diseases in exceptional cases.

Al-Dhuhli et al. (2013) aimed to develop an expert system prototype in the field of nutrition by using the rule-based system technique in their article. The knowledge engineering process was completed by gaining knowledge from experts in the field from the nutrition department at a local university and from expert-recommended websites. The logic of the expert system is organized into

inputs – middle part (via if-then statements and decision tables) and outputs. In addition, after the nutrition and diet prototype expert system was developed, the system was validated by the experts. Additionally, the system has been tested by potential users to evaluate its benefits and limitations. As a result, users identified various benefits of the developed expert system and proposed the prototype. Similarly, Gupta and Bhattacharjee (2018) focus on the process of developing the Diet and Nutrition Expert System prototype and the potential benefits of developing this system.

Merwe et al. (2014) designed an expert system to solve multiple aspects of the diet problem by creating a rule-based inference engine consisting of goal programming and multi-objective linear programming models. The program was supported by case studies specific to South African girls from the knowledge acquisition phase. As a result of this, system creates a meal plan for a girl that fits the nutritional requirements of a healthy diet, incorporates personal food preferences, and features food items that provide the lowest total cost. The system also allows for prioritization of food preferences.

Cioara et al. (2018) presented an expert system for the nutritional care process tailored to the special needs of the elderly. Dietary knowledge was defined by nutritionists and designed as "Nutrition Care Process Ontology" and then used as a knowledge base for nutritional care planning. Also on top of ontology, an inference engine has been developed to assess the short- and long-term nutritional behavior of the elderly, identify unhealthy eating patterns, and detect early imbalance of malnutrition. The developed expert system offers personalized intervention plans covering nutrition education, diet prescription and food ordering tailored to the specific nutritional needs, health conditions and food preferences of older adults. In-laboratory evaluation results are evidenced by the computational efficiency, effectiveness and coherence of the defined ontology as well as the use and quality of the expert system. The presentation of a nutrition and diet expert system via web or mobile applications are frequently used platforms in this field, as in the work of Hong & Kim (2005).

In this research, unlike the literature, it is aimed to design the nutrition program recommendation system for the use of dietitians rather than the use of end-user patients. The expert system developed within this framework will facilitate the meal programming tasks of dietitians and accelerate the process. Supporting patient follow-up, informing and management with user-friendly interfaces with the web technologies used is one of the advantages offered by the system. In addition, within the scope of the accessible literature, the first rule-based expert system design for Turkish food habits is presented by this study.

### **3. EXPERT SYSTEMS**

Expert system technology is the first real commercial application of research and development in the field of artificial intelligence (Rajeev & Krishnamoorthy, 1996). Expert systems are one of the practical and successful areas of artificial intelligence. They are used in many areas where detailed information is needed for a particular problem. At the same time, they are useful systems when there is a shortage of human experts in a specific field (Nowak & Szewczyk, 2021). Expert systems are accepted as one of the first practical application areas of artificial intelligence (AI) in the business world in recent years. Many applications of expert system technology have been used frequently in the fields of medicine and engineering, as well as management and finance (Lu & Guimaraes, 1989). Most of the existing expert systems consist of rule-based systems that require a difficult and time-consuming knowledge acquisition process, and in this process, expertise is allocated from experts. In addition, regular updating of the knowledge base in the system is considered a critical requirement (Lu & Lu, 1992). Although the development of expert systems is not a simple process, it demands a lot of time and effort. Obtaining the necessary information, especially from the experts, compiling them and making them transferable to the computer are seen as the most important problems in expert system design (Allahverdi, 2002). In order to design these systems, system components must be analyzed effectively and efficiently at every step. These components consist of a number of main

system components, individuals and interfaces in various roles and are summarized below (Merritt, 2012: 2):

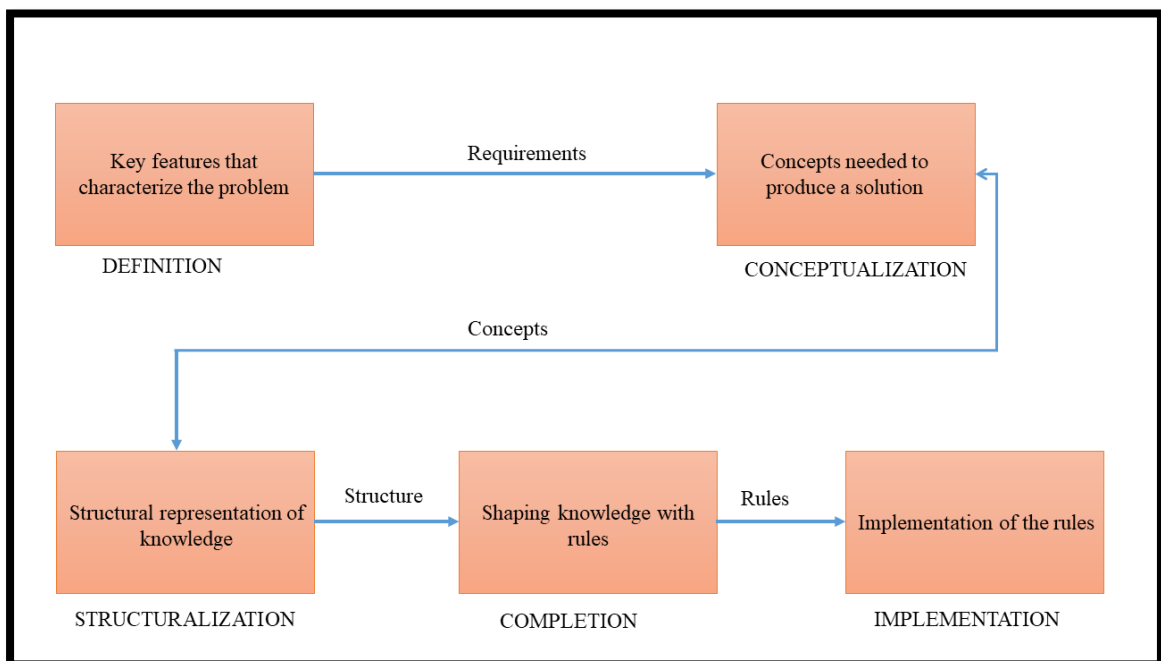
- **Knowledge base:** A rule-based representation of expert knowledge, usually consisting of an IF THEN rule structure
- **Working storage:** Data specific to a problem or issue
- **Inference engine:** The underlying code of the system that derives recommendations from the knowledge base and problem-specific data in working memory
- **User interface:** Structure that provides and controls the communication between system in which the user and expert information takes place.

At the present time, medical expert systems are computer software that assist doctors in evaluating and monitoring patients, diagnosing and treating problems. Medical expert systems are a type of computer-assisted artificial intelligence that helps doctors, nurses and general practitioners make informed, accurate and reliable decisions about the management of patient processes (Cioara et al., 2018). Similarly, expert systems, which are increasingly being used in the fields in nutrition programs and dietetics, constitute the main point of this research.

#### 4. METHODOLOGY

The application developed within the scope of this study basically consists of two stages. The first part is an inference engine developed with Prolog, which includes rules created from various nutritional values and BMI (Body Mass Index). The second part is a Web-based interface environment that practitioners will use both to manage patient processes and to create a nutrition plan through the expert system. Throughout the development of the inference engine via Prolog, the process steps in Figure 1 were followed.

**Figure 1:** Expert System Development Process (İçen & Günay, 2014).



First of all, the important features of the problem were determined as a result of the interviews with the nutrition and dietetics specialist in the definition step. For this purpose, information was obtained through face-to-face interviews with two different dietitians who are experts in their fields. In addition, the information received from each dietitian was cross-checked by the other dietitian in terms of accuracy and reliability. As a result of this process, the necessary documentation for both conceptualization and knowledge rules has been made. In the conceptualization step, the necessary patterns and concepts to solve the problem are decided. In the structuralization step, it was decided that the existing knowledge would be represented by the Prolog expert system programming language. The reason is that Prolog can be considered as a logic programming language and has a crucial role in artificial intelligence. Unlike many other programming languages, Prolog is intended mainly as a declarative programming language. It is also based on facts and rules. In the completion step, the information collected was organized and alternative ways to solve the problem were determined. At this stage, the "backtracking" method was used. Backtracking, also called backtracking algorithm, is the name of the algorithm used in computer science to search for a value or reach a goal. There must be a purpose here and a right choice must be sought among the various ways to reach the aim. In the implementation step, necessary regularizations were made as a result of the problems encountered in the problem discussed. For this purpose, facts, rules and predicates were created in Prolog language and the knowledge base was designed in this way.

## 5. SYSTEM IMPLEMENTATION

In the system implementation process, firstly, the facts created with the name of "food", the maximum amount of food to be consumed in a meal, the name of the food, calories, carbohydrates, proteins and fats are added to the knowledge base by the expert system as seen in Figure 2. Here, "kv" represents breakfast, "ara" represents snack, "og" represents lunch and "ak" represents dinner. Foods are grouped according to which meals they will be preferred. For example, fat-free white cheese can be consumed only for breakfast, while dried apricots are a food that can be consumed together for breakfast and snacks. Values such as carbohydrates, protein and fat were calculated on the basis of grams. BMI is calculated according to the entered values. BMI value differs according to gender. Accordingly, daily total calories, daily total carbohydrates, daily total protein and daily total fat were calculated on the basis of the person created, and a suitable nutrition plan was prepared for that person. For this purpose, the BMI value of the person is calculated as a fact in line with the information of the person entered into the system. Then, how much less calorie amount will be than the calorie amount that should be taken daily is entered into the system. Thus, meals can be determined on the basis of four basic rules. The first rule was created for the amount of calories to be taken daily, and for this purpose, it reveals how many calories should be taken from which meals. In order to be more descriptive, the rule for the total daily calorie amount is given below.

*Daily\_total\_cal(Cal,[Breakfast,Snack1,Lunch,Dinner,Snack3]):-  
Breakfast is 0.2 \* Cal, Snack1 is 0.0666 \* Cal, Lunch is 0.3 \* Cal, Snack2 is 0.0666 \* Cal,  
Dinner is 0.3 \* Cal, Snack3 is 0.0666 \* Cal.*



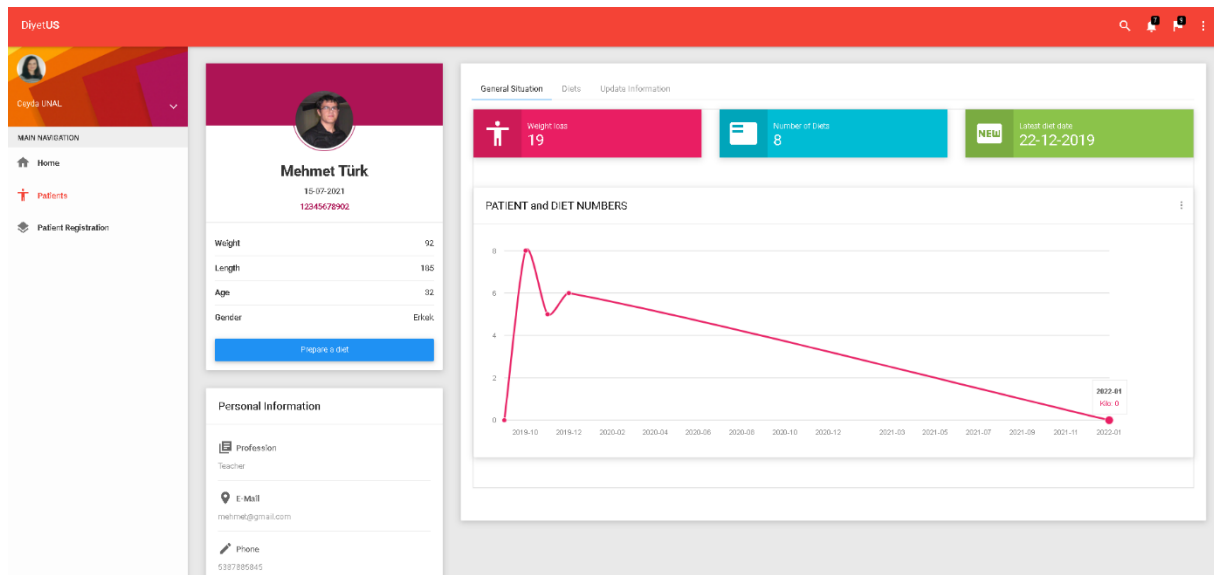
developed interface, the user who enters the system as a doctor can register patients and view the patient list. On the patient registration screen, there are fields for ID number, name, surname, age, height, weight, telephone, e-mail, profession, photo and gender. The authorized user, who records all these in the system, can view his patients as in Figure 4. List entries can also be copied, converted to CSV, Excel and PDF formats and printed.

**Figure 4: Patient List Screen**

To	Name	Surname	Age	Length	Weight	Profession	Gender
12345678901	Ahmet	Ata	26	182	95	Mühendis	Erkek
12345678902	Mehmet	Türk	32	185	92	Öğretmen	Erkek
12345678903	Fatma	Vatansver	33	165	79	Ev Hanımı	Kadın
12345678904	Ayşe	Yurtsever	42	170	88	Öğretmen	Kadın
12345678905	Fuat	Yılmaz	27	181	100	İşçi	Erkek
12345678906	Ali	Kasap	51	178	91	Kasap	Erkek
12345678907	Yasin	İrmak	41	172	79	Mühendis	Erkek

For example, it is sufficient to reach the ID number of the patient to view the profile of any patient and to access detailed information about the nutrition program. In this case, the patient profile can be seen as in Figure 5. On this screen, the patient's weight, height, age, gender, personal information, and the general status of the patient regarding the nutrition program (weight loss, number of programs, last written date) can be displayed. If desired, patient information can be updated. The reason why information such as gender, height and weight is taken from a separate form instead of taking the information from Prolog and preparing a nutrition program according to it can be summarized as the fact that there are too many alternatives and the hardware and software problems caused by running these alternatives one by one each time. In this way, progress was made in a systematic way, instead of taking too much action to identify suitable alternatives each time. As seen in Figure 3, each backtrack step puts the system in trouble even in a single meal.

**Figure 5: Patient Profile**



When the "Prepare Nutrition Program" option is selected in the patient profile, the patient is asked about the amount of calories that should be reduced from the daily calories. Then, as a result of the information obtained from here, the inference mechanism created by using the knowledge and rule base and the meal list created by the expert system as seen in Figure 6 are presented. Although the output for two meals is displayed in Figure 6, only the output information of these two meals is presented for ease of display, and the entire nutrition program created by the system for six different meals and seven days of the week can be viewed by this interface.

**Figure 6: Nutrition Program Generated by the Expert System**

#	NUTRIENTS
1	1 Adet 1 Porsiyon(40g) kuru Et,
2	1 Adet Salatalik (orta), 2 Adet Havuc (orta), 1 Adet 1 Porsiyon(40g) Kuru Et,
3	2 Adet Salatalik (orta), 2 Adet Havuc (orta), 1 Adet 1 Porsiyon(50g) Cemenliz Pastirma,
4	3 Adet Salatalik (orta), 1 Adet Havuc (orta), 1 Adet 1 Porsiyon(40g) Kuru Et,
5	1 Adet Havuc (orta), 3 Adet Salatalik (orta), 1 Adet Bir kase Yogurt (180g),
6	1 Adet Salatalik (orta), 1 Adet Havuc (orta), 2 Adet Bir Arvuc Leblebi(25g),
7	1 Adet 2 Adet Kuru Kay, 2 Adet Bir Arvuc Leblebi(25g),

#	NUTRIENTS
1	1 Adet 1 Porsiyon (100gr) Ton baligi, 4 Adet 1 Porsiyon (190gr) Mevsim Salata,
2	1 Adet 1 Porsiyon (80gr) Kir-et, az yagli, 1 Adet 1 Porsiyon (190gr) Mantı,
3	1 Adet 1 Porsiyon (250gr) Yeşil Fas, 1 Adet 1 Porsiyon (150gr) Somon(ha-Hama), 1 Adet 1 Porsiyon (75gr) Sade Makarna,
4	1 Adet 1 Porsiyon (150gr) Hamsi, 2 Adet 1 Porsiyon (75gr) Sade Makarna,
5	1 Adet 1 Porsiyon (100gr) Ton baligi, 2 Adet 1 Porsiyon (190gr) Mevsim Salata, 1 Adet 1 Porsiyon (75gr) Sade Makarna,
6	1 Adet 1 Porsiyon (75gr) Sade Makarna, 1 Adet 1 Porsiyon (100gr) Ton baligi, 1 Adet 1 Porsiyon (250gr) Yeşil Fas,
7	1 Adet 1 Porsiyon (190gr) Mevsim Salata, 2 Adet 1 Porsiyon (75gr) Sade Makarna, 1 Adet 1 Porsiyon (250gr) Yeşil Fas,

After the nutrition program is created, it is also possible to save the diet list. In addition, by clicking on the meal list for each day, a more suitable meal list can be selected by switching to the alternative lists created by the expert system for that meal. The point to be noted here is that if the patient's height and weight is high and the age is small, the execution time will increase in direct proportion to this, since the BMI value will be high. In summary, it takes longer to evaluate alternatives. In addition, the Dashboard screens presented with the developed interface screen provide an overview of the experts for patients and nutrition programs. From here, users can view data such

as the number of patients, the number of nutritional recommendations, the number of new patients, and they can monitor the patient-nutrition quantities with the help of visual tools. Thus, the process becomes more transparent and traceable. These structures can help to monitor different policies in the context of workload, especially in large and institutional chain hospitals, and also bring along a follow-up and registration system in order to use the positive results obtained with the nutrition programs implemented in the past for future patients.

## 6. CONCLUSION

In today's world, where the interest in the applications of expert systems in different fields is increasing day by day, there are various advantages of using the information obtained from the experts for different purposes on a rule-based basis. Especially in the field of healthcare, it has gained a different dimension with the use of artificial intelligence, which is one of the Industry 4.0 technologies, to be effective in different processes. When expert systems are considered as a sub-branch of artificial intelligence, developed in the field of nutrition have begun to evolve towards automated systems dominated by technology. The role of healthy nutrition in the context of protecting health, preventing diseases and increasing the quality of life is undeniable. Especially in recent years, the critical importance of healthy nutrition is being understood more. Thus, more and more individuals are trying to gain awareness on how to eat healthier. Expert systems, on the other hand, can help individuals to increase this awareness and get appropriate advice from experts. It is thought that these new application areas will support the concept of expert systems and this approach will reveal wider application areas in the next few years. The application developed within the scope of the research is expected to contribute to the efficient realization of meal planning, especially for regions where there are not enough specialists, to speed up the remote follow-up processes of the nutrition program, and to make appropriate revisions in the nutrition program by acting as a decision support system for experts.

Although the researches in the literature (Kovaszai, 2011; Chen et al., 2012; Ma'aruf & Garba, 2012; Gupta & Bhattacharjee, 2018) are generally aimed at end users who want to create a nutrition plan, the main purpose of this research is to provide a practical output to speed up the of expert dietitians in the process of creating a nutrition plan. In addition, many of the systems developed for nutrition planning are designed according to pre-determined information rules and are quite static systems. On the contrary, each dietitian can create new information rules as well as entering new nutrients through the system proposed in this research. In fact, they can create a collective environment by sharing the diet plans, nutrients and diet outputs they have created for their patients with other dietitians within the system. Thus, nutrition plans that have achieved better results for similar situations can be used for different patients. In this context, unlike other researches, the system developed in this research is not only an expert system on its own, but can also be used as a collaboration tool.

In this sense, a system that offers personalized nutrition program recommendations for people of different ages, genders, heights, weights and therefore different body mass indexes has been developed. The web-based expert system consists of the rules and facts presented by Prolog. However, the inference engine offers the appropriate food combinations to the expert's use instantly via the backtracking method. In addition, it integrates expert knowledge into the system by making various correct nutrition recommendations. Thus, considering the benefits of proper nutrition, it is expected that the developed system will help the dietitian in the process of determining the nutrition program/meal planning, and for the patients in the processes of maintaining and monitoring it. Within the scope of the research, the expert system-based application is at the prototype stage and has not yet been integrated into an online system. It is used by field experts for testing when necessary. In future studies, a wider framework with different food groups can be put forward, and additional researches can be made about foods that should not be consumed at the same time.



## REFERENCES

- Al-Dhuhli, B. A., Al-Gadidi, B. S., Al-Alawi, H. H., Al-Busaidi, K. A. (2013, June). Developing a Nutrition and Diet Expert System Prototype. In *21st International Business Information Management Association Conference*.
- Allahverdi, N. (2002). *Uzman Sistemler: Bir Yapay Zeka Uygulaması*. Atlas Yayın Dağıtım. İstanbul.
- Behrman, J. R., Deolalikar, A. B. (1988). "Health and Nutrition". *Handbook of Development Economics, 1*, 631-711.
- Chen, Y., Hsu, C. Y., Liu, L., Yang, S. (2012). "Constructing a Nutrition Diagnosis Expert System". *Expert Systems with Applications, 39(2)*, 2132-2156.
- Cioara, T., Anghel, I., Salomie, I., Barakat, L., Miles, S., Reidlinger, D., Taweel, A., Dobre, C., Pop, F. (2018). "Expert System for Nutrition Care Process of Older Adults". *Future Generation Computer Systems, 80*, 368-383.
- Gupta, M., Bhattacharjee, P. (2018). "DANES: Diet and Nutrition Expert System for Meal Management and Nutrition Counseling". *International Journal on Recent and Innovation Trends in Computing and Communication, 5(12)*, 204-208.
- Hazman, M., & Idrees, A. M. (2015, November). A Healthy Nutrition Expert System for Children. In *2015 E-Health and Bioengineering Conference (EHB)* (pp. 1-4). IEEE.
- Heathfield, H. (1999). "The Rise And 'Fall' of Expert Systems in Medicine". *Expert Systems, 16(3)*, 183-188.
- Hong, S. M., Kim, G. (2005). "Web Expert System for Nutrition Counseling and Menu Management". *Journal of Community Nutrition, 7(2)*, 107-113.
- İçen, D., Günay, S. (2014). "Uzman Sistemler ve İstatistik". *İstatistikçiler Dergisi: İstatistik ve Aktüerya, 7(2)*, 37-45.
- Kovasznaı, G. (2011). Developing an Expert System for Diet Recommendation. *6th IEEE International Symposium on Applied Computational Intelligence and Informatics* IEEE. 505-509.
- Lu, M. T., Lu, D. H. (1992). "Neurocomputing Approach to Residential Property Valuation". *Journal of Organizational and End User Computing (JOEUC), 4(2)*, 21-30.
- Lu, M., Mooney, S. P. (1989). "Assessing Expert System Applications: A Case Study". *International Journal of Information Management, 9*, 267-273.
- Ma'aruf, L. M., Garba, M. (2012). "Design and Implementation of an Expert Diet Prescription System". *International Journal of Artificial Intelligence and Expert Systems (IJAE), 3(4)*, 126-134.
- Merrell, J., Philpin, S., Warring, J., Hobby, D., Gregory, V. (2012). "Addressing The Nutritional Needs of Older People in Residential Care Homes". *Health & Social Care in the Community, 20(2)*, 208-215.
- Merritt, D. (2012). *Building Expert Systems in Prolog*. Springer Science & Business Media.
- Metaxiotis, K. S., Samouilidis, J. E. (2000). "Expert Systems in Medicine: Academic Exercise or Practical Tool?". *Journal of Medical Engineering & Technology, 24(2)*, 68-72.
- Mustafa, N., Hadi, A., Samsiah, N., Izham, M., Zawawi, A., Ahmad, A. (2020). iDietScore: Meal Recommender System for Athletes and Active Individuals. *IJACSA, 11*, 12.
- Nowak, M., Szewczyk, J. (2021). Expert Systems in Medicine. *The Book of Articles*, 84.

- Ojokoh, B., Babalola, A. (2016). “A Personalized Healthy Diet Recommender System”. Organization for Women in Science for the Developing World (OWSD), 388-393.
- Pac, M., Mikutskaya, I., Mulawka, J. (2021). “Knowledge Discovery from Medical Data and Development of an Expert System in Immunology”. *Entropy*, 23(6), 695.
- Rajeev, S., Krishnamoorthy, C. S. (1996). *Artificial Intelligence and Expert Systems for Engineers*. CRC Press.
- Toledo, R. Y., Alzahrani, A. A., Martinez, L. (2019). “A Food Recommender System Considering Nutritional Information and User Preferences”. *IEEE Access*, 7, 96695-96711.
- Turkish Ministry of Health, Directorate General of Public Health (2017). Yeterli ve Dengeli Beslenme Nedir?. <https://hsgm.saglik.gov.tr/tr/beslenme/yeterli-ve-dengeli-beslenme-nedir.html>. 16.10.2021.
- van der Merwe A., Kruger H., Steyn T. (2015). “A Diet Expert System Utilizing Linear Programming Models in a Rule-based Inference Engine”. *Journal of Applied Operational Research*. 7(1):13–22.
- Whitney, E., Rolfes, S. R. (2018). *Understanding Nutrition*. Cengage Learning.

# Çok Adımlı İşlemlerde Arayüz Kullanılabilirliğinin A/B Test Yöntemiyle İncelenmesi

\*\*\*

## Examination of Interface Usability in Multi-Step Processes with A/B Testing Method

DOI:10.33461/uybisbbd.1030499

Veli Özcan BUDAK<sup>1</sup> 

### Öz

#### Makale Bilgileri

##### Makale Türü:

Araştırma Makalesi

##### Geliş Tarihi:

30.11.2021

##### Kabul Tarihi:

05.04.2022

©2022 UYBİSBBD  
Tüm hakları saklıdır.



*Bu çalışmada, literatürde “sihirbaz” olarak isimlendirilen ve birbiriyle ilgili ardışık olacak şekilde farklı adımlar içeren arayüzlerdeki tasarımsal farklılığın, kullanılabilirlik açısından ne derece değişkenlik gösterdiğinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç için, Kırklareli Üniversitesi öğrenci ve personellerinin e-posta şifrelerini sıfırlamak amacıyla kullandıkları web tabanlı bir sistemden faydalanılmıştır. Bu sistemin, hizmete açıldığı zamanki arayüzü (A) ile tasarımsal farklılık içeren bir diğer yeni arayüzü (B), kullanılabilirlik perspektifinden A/B test yöntemiyle karşılaştırılmıştır. Her iki arayüz sihirbaz özelliğinde olup, B arayüzü ile A arasındaki fark, kullanıcıların geçtikleri adımların isimlendirilmiş olarak B arayüzünde yer almasıdır. Çalışma sonuçlarında, etkililik bakımından arayüzler arasında fark bulunamamıştır. Diğer taraftan, Mann-Whitney U testi B arayüzünün A'dan daha verimli bir kullanıcı deneyimi oluşturduğunu göstermiştir ( $p < 0,01$ ). Spearman Korelasyon ölçümleri, B arayüzünde verimlilik ile memnuniyet arasında bir ilişki ortaya çıkarmazken ( $p = 0,467$ ), A arayüzünde zayıf da olsa negatif yönde bir ilişkiyi gözler önüne sermiştir ( $r_s = -0,137$ ,  $p < 0,05$ ). Çalışmada ortaya çıkarılmış olan tüm bulgular detaylı bir şekilde açıklanmış ve gelecekte kullanılabilirliğe yönelik yapılacak olan çalışmalarda dikkat edilebilecek noktalara ışık tutulmaya çalışılmıştır.*

**Anahtar Kelimeler:** insan-bilgisayar etkileşimi, kullanılabilirlik, sihirbaz, a/b testi.

### Abstract

#### Article Info

##### Paper Type:

Research Paper

##### Received:

30.11.2021

##### Accepted:

05.04.2022

©2022 UYBİSBBD  
All rights reserved.



*This study aims to examine to what extent design difference in the interfaces, which are called “wizards” in the literature and include different steps related to each other, varies in terms of usability. For this purpose, a web-based system, which the students and the staff of Kırklareli University use to reset their e-mail passwords, was used. The interface (A) of this system when it was put into service and another new interface (B), which has a design difference, were compared with the A/B test method from the perspective of usability. Both interfaces have wizard features; the difference between the B interface and A is that the steps users go through are named in interface B. In the results of the study, no difference was found between the interfaces in terms of effectiveness. On the other hand, the Mann-Whitney U test showed that interface B creates a more efficient user experience than A ( $p < 0,01$ ). While Spearman Correlation measurement did not reveal a relationship between productivity and satisfaction at interface B ( $p = 0,467$ ), it revealed a negative relationship, albeit weakly, at interface A ( $r_s = -0,137$ ,  $p < 0,05$ ). All the findings revealed in the study were explained in detail, and it was tried to shed light on the points that could be considered in future studies on usability.*

**Keywords:** human-computer interaction, usability, wizard, a/b test.

**Atf/ to Cite (APA):** Budak, V. Ö. (2022). Çok Adımlı İşlemlerde Arayüz Kullanılabilirliğinin A/B Test Yöntemiyle İncelenmesi. Uluslararası Yönetim Bilişim Sistemleri ve Bilgisayar Bilimleri Dergisi, 6(1), 13-28

<sup>1</sup> Dr. Öğr. Üyesi, Bandırma Onyediy Eylül Üniversitesi, Gönen Meslek Yüksekokulu, Bilgisayar Teknolojileri Bölümü, veliozcanbudak@gmail.com

## 1. GİRİŞ

Geliştirilen herhangi bir ürünün başarısındaki en kritik rolü, o ürünün hedef aldığı kullanıcı kitlesi oynamaktadır. Ürünler hem altyapısal hem de görsel tasarım açısından en son teknolojiyle geliştirilse bile, kullanıcılarından onay almadığı müddetçe kabul göremeden kullanım dışı kalabilmektedirler. Buna ek olarak, daha önce kabul görmüş ürünlerin güncellenmemesi de zaman içinde kullanıcı miktarının azalmasına sebep olabilmektedir. Kabul görememe ya da zamanla popülerliğini yitirme riskinin azaltılmasında ve ürününün geliştirilmesinde harcanan emek-zaman-kaynak üçlüsünün boşa gitmemesinde, kullanılabilirlik çalışmalarının önemi büyüktür. Temel olarak, hedef kullanıcı ihtiyaçlarının ve alışkanlıklarının belirlenmesi ve bu doğrultuda ürünlerin geliştirilmesi, kullanılabilirlik çalışmalarının temelini oluşturmaktadır.

Kullanılabilirlik, dijital, fiziksel ya da her ikisini barındıran insan yapımı nesnelerin kolay kullanımına işaret eden; kullanışlı, rahat ve pratik sistem, servis ve teknolojilerin tasarlanmasıyla ilgilenen bir alan olarak ifade edilmiştir (Rosenzweig, 2015). Literatür incelendiğinde, birbirinden farklı bileşenlerin bir arada bulunarak kullanılabilirlik kavramını oluşturduğu görülmektedir. Bu bileşenler, Nielsen (1993) tarafından, “öğrenilebilirlik”, “etkililik”, “hatırlanabilirlik”, “düşük hata oranı” ve “memnuniyet”; Shneiderman ve Plaisant (2004) tarafından, “öğrenme süresi”, “performans hızı”, “hata oranı”, “hatırlanabilirlik” ve “memnuniyet”; Rubin ve Chisnell (2008) tarafından da “kullanışlılık”, “etkililik”, “verimlilik”, “öğrenilebilirlik” ve “memnuniyet” olarak ifade edilmiştir. Uluslararası Standartlar Teşkilatı (International Organization for Standardization - ISO) tarafından tanımlanan kullanılabilirlik kavramındaysa, “etkililik”, “verimlilik” ve “memnuniyet” olmak üzere üç temel bileşen yer almakta olup (ISO, 1998), kullanılabilirlik alanında yapılan çalışmaların çoğunda bu üç bileşen üzerinden hareket edilmektedir. Etkililik, kullanıcıların yapmayı istedikleri işlemi başarıyla başaramama durumlarıyla ilgili olan (Çağıltay, 2011) ve genellikle nicel olarak hata oranıyla ölçülen bir bileşendir (Rubin ve Chisnell, 2008). Verimlilik, kullanıcının yaptığı işlemi süre bakımından ne kadar hızlı yapabildiğine işaret etmekte olup (Rubin ve Chisnell, 2008), etkililik bileşeniyle birlikte kullanıcının hâlihazırda yaptığı işe katılan değerle ilişkilendirilmiştir (Barnum, 2011). Memnuniyet ise, kullanıcıların ürünü sevmeye durumlarıyla ilgili olan (Nielsen, 1993) ve “çekicilik” kavramıyla ilişkilendirilmiş (Barnum, 2011) bir diğer bileşendir.

Kullanıcılar, herhangi bir işlemi tamamlamak amacıyla ürünlerin arayüzleri üzerinden etkileşim gerçekleştirirler. Arayüz, kullanıcı, cihaz ve uygulamanın etkileşim halinde olduğu yer olarak ifade edilmiştir (Barnum, 2011). Bir işlem için, birbiriyle ilgili ardışık olacak şekilde farklı adımlar içeren bir uygulama, arayüz olarak yeterli derecede kullanıcıya kolaylık sağlamadığı takdirde, kullanılabilirlik açısından çeşitli problemlerin ortaya çıkmasına sebep olabilir. Microsoft tarafından “sihirbaz (*wizard*)” şeklinde tanımlanan, hem yazılımcılar hem de arayüz geliştiricileri tarafından kullanımı gittikçe artan (Cooper, Reimann ve Cronin, 2007) ve kullanıcıları, bir işlemi gerçekleştirirken yönlendirmek amacıyla kullanılan arayüz tasarım biçimi bu çalışmanın odağını oluşturmaktadır. Sihirbaz, kullanıcıya bir karar verme veya veri girişi süreci boyunca rehberlik eden yapılandırılmış ekranlar dizisi olarak tanımlanmıştır (Galitz, 2007). Kullanıcıların önceden belirlenmiş bir sırayla bilgi girmesine izin veren ve sonraki adımların öncekilere girilen bilgilere bağlı olabildiği (Budi, 2017) çok adımlı arayüzlerdir. Bu arayüzlerin, bir işlemi öğretme maliyetinin yüksek olabileceği veya belirli bir sırayla tamamlanması gereken birçok adımın olduğu seyrek işlemlerde faydalı oldukları ifade edilmiştir (Dix, vd., 2004). Sihirbaz arayüzlere, aşağıda aktarılmış olan durumlar söz konusu olduğunda başvurulduğu belirtilmiştir (Galitz, 2007):

- Karmaşık bir dizi adım içeren işlemlerin yürütülmesi
- Kritik karar gerektiren işlemlerin yürütülmesi
- Hata maliyetinin yüksek olduğu durumlarda kritik veri girişinin sağlanabilmesi
- Nadiren yapılan bir işlemin gerçekleştirilebilmesi
- Yapılacak işlem için kullanıcının yeterli bilgi ve deneyime sahip olmaması

- Bir şeyin nasıl yapılacağını öğretmek için uygun olmayan işlem süreci

Günümüzde sihirbaz arayüzlerden faydalanan uygulamalara verilebilecek en güzel örnek, e-ticaret siteleridir. Bu uygulamalarda, satın alma aşamasında yer alan arayüzler, kullanıcıdan çeşitli bilgileri (adres, ödeme bilgileri, sözleşme kabul onayı, vb.) sırasıyla isteyerek kullanıcıya rehberlik etmekte ve ödeme işleminin sağlıklı bir şekilde sonuçlanmasını sağlamaktadırlar. Bir diğer örnek olarak, makale, bildiri, vb. bilimsel çalışmaların yayımlanmak için gönderildiği sistemler verilebilir. Bu tarz sistemlerde, makale gönderimi yapmak isteyen kişilerden yazar isimleri, çalışma başlık ve özeti, kaynakça, çalışma metni, telif hakkı formu, vb. farklı girdilerin istenmesi söz konusudur. Yayımlanması istenen çalışmanın değerlendirilmesi için gerekli olan bu bilgiler, farklı adımlar içeren tek bir arayüz üzerinden sisteme aktarılabilir.

Bu çalışmada, çok adımlı işlem içeren arayüzlerdeki tasarımsal farklılığın kullanılabilirlik açısından ne derece değişkenlik gösterdiğinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda, Kırklareli Üniversitesi'nde hâlihazırda öğrenci ve personellerin e-posta şifrelerini sıfırlamak amacıyla yararlandıkları web tabanlı bir sistem (KLUPOSTA) için, tüm cihazlarla uyumlu çalışabilen esnek yapıda farklı bir arayüz tasarlanmış ve bu arayüz, eski arayüz ile kullanılabilirlik perspektifinden karşılaştırılmıştır (her iki arayüz de sihirbaz özelliği taşımaktadır). Her iki arayüzün kullanılabilirliğinin karşılaştırılması amacıyla, detayları çalışmanın dördüncü bölümünde paylaşılmış olan A/B test yöntemiyle bir yıllık kullanıcı etkileşimleri kayıt altına alınarak incelenmiştir. A/B test yöntemi haricinde kullanılabilirlik değerlendirmelerinde tercih edilen yöntemler genel itibarıyla, etnografik araştırma, katılımcılı tasarım, odak grup çalışmaları, anket çalışmaları, açık/kapalı kart sıralama çalışmaları, prototipleme çalışmaları, uzman/sezgisel değerlendirme çalışmaları, günlük dosyası (log) analizleri, laboratuvar ortamında testler (Nielsen, 1993; Rubin ve Chisnell, 2008; Rosenzweig, 2015; Courage, Baxter ve Caine (2015) şeklinde çeşitlendirilebilir. Bu yöntemler, değerlendirmenin yapıldığı sürece bağlı olarak iki farklı türde sınıflandırılmaktadırlar. Bunlardan ilki, biçimlendirici değerlendirme (ürünün geliştirme aşamasında yapılan değerlendirmeler); diğeri ise özetleyici değerlendirme (ürünün geliştirilmesi bitirildikten sonra yapılan değerlendirmeler) olarak ifade edilmiştir (Nielsen, 1993; Barnum, 2011). Örneğin, uzman/sezgisel değerlendirme çalışmaları biçimlendirici değerlendirme kategorisinde yer alırken; iki farklı arayüzün değerlendirilmesinde faydalanan ve bu çalışmanın da yönteminde yer alan A/B test yöntemi özetleyici değerlendirme kategorisinde yer almaktadır (Courage, Baxter ve Caine, 2015). Diğer taraftan, laboratuvar ortamındaki testlerin her iki değerlendirme kategorisinde de yer alabileceği ifade edilmiştir (Courage, Baxter ve Caine, 2015).

Uluslararası literatürde incelendiğinde, bu çalışmada incelendiği biçimde çok adımlı işlem içeren arayüzlerdeki tasarımsal farklılığın kullanıcı davranışlarına ne tür bir etkisi olduğunun araştırıldığı yeterince çalışma tespit edilememiştir. Tespit edilmiş olan ve çalışmanın ikinci bölümünde açıklanan çalışmalarda, hem bu çalışmada kullanılmış olan yöntemin kullanılmadığı görülmüş hem de az miktarda kullanıcı verisiyle çalışıldığı belirlenmiştir. Dolayısıyla çalışmanın, bu eksikliğe katkı sunma potansiyeli bulunmaktadır. Diğer taraftan, Türkçe literatür incelendiğindeyse, Kılıç ve Güngör (2006), İnal ve diğ. (2016), Budak ve diğ. (2017), Emre ve diğ. (2018) ve Çetin ve Şendurur (2021) tarafından gerçekleştirilen çalışmalarda olduğu gibi çoğunlukla laboratuvar ortamında yürütülen kullanılabilirlik değerlendirmelerinin tercih edildiği görülmüştür. Bu doğrultuda, bu çalışmanın, kullanıcıyla birebir iletişim gerektiren laboratuvar çalışmaları dışında, A/B test yöntemiyle kullanılabilirlik incelemelerinin nasıl gerçekleştirilebileceğine yönelik bir örnek teşkil edeceği de düşünülmektedir.

Çalışmanın ikinci bölümünde, bu çalışmayla ilişkili olan araştırmalara, üçüncü bölümde araştırma sorularına, dördüncü bölümde çalışmanın yöntemine, beşinci bölümde araştırma sorularına bağlı olarak ortaya çıkarılan bulgulara ve altıncı bölümde ise bulgular doğrultusunda çok adımlı işlem içeren arayüzlerle ilgili yapılmış olan değerlendirmelere yer verilmiştir.

## 2. LİTERATÜR İNCELEMESİ

Bu bölümde, bu çalışmayla ilişkili olan araştırmalar paylaşılmıştır:

Zayıf bilgisayar kullanım yeterliliğine sahip öğretmenlerin, bilgisayar destekli eğitim amacıyla dijital içerik üretmelerine yardımcı olacak ve sihirbaz arayüz özelliği taşıyan bir aracın geliştirildiği çalışma Hutchful ve diğ. (2010) tarafından gerçekleştirilmiştir. Yazarlar, 34 haftalık bir süreç boyunca gözlem, görüşme ve tekrarlı bir şekilde prototip geliştirme çalışmaları gerçekleştirmiş olup, öğretmenlerin derslerinde kullanmaları için bir uygulama ortaya çıkarmışlardır. Çalışma sonuçlarında, eğitime yönelik olarak bilgisayardan destek alma noktasında yetersiz olan öğretmenlerin bile geliştirilen uygulamadan memnun oldukları ortaya çıkartılmıştır. Buna ek olarak, sihirbaz arayüzün, zayıf bilgisayar kullanım yeterliliğine sahip öğretmenler için en uygun arayüz olduğu ifade edilmiştir.

İşletme alanında görev yapan kullanıcıların ihtiyaçları temel alınarak, süreç modelleme işlemlerinin daha rahat yapılabilmesi amacıyla sihirbaz arayüz özelliği taşıyan bir prototipin geliştirildiği ve değerlendirildiği bir çalışma Lombardi, Vogel ve Dübon (2010) tarafından gerçekleştirilmiştir. Toplam 12 katılımcının bulunduğu ve her bir katılımcının sihirbaz arayüzle birlikte farklı bir yöntem içeren ayrı arayüz üzerinden iki oturumla incelendiği çalışmada, zaman ve hata olmak üzere iki farklı değişkene odaklanılmıştır. Çalışma sonuçlarında, sihirbaz özelliğindeki arayüzün hem zaman hem de hata yapma bakımından daha avantajlı olduğu ortaya çıkartılmıştır.

Koester, Simpson ve Mankowski (2013), fiziksel engeli bulunan kullanıcıların ihtiyacına göre fare ve klavye cihazlarının kişiye özel yapılandırılabilmesi için sihirbaz arayüzlerden faydalanarak bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Analiz etmek amacıyla işlem tamamlama süresi, hata miktarı ve kullanıcı geribildirim olmak üzere üç farklı değişken üzerinden veri toplanan bu çalışmada, hem klavye hem de fare yapılandırmasına yönelik çeşitli prototipler geliştirilmiş ve test edilmiştir. Yazarlar, çalışma sonunda her iki cihazın Windows ortamında rahatlıkla kişinin ihtiyacına göre yapılandırılabileceği sihirbaz özellikte iki uygulama geliştirmişlerdir. Kullanılabilirlik çalışmalarından elde edilen bulgular ışığında, geliştirilen uygulamaların, çoğu fiziksel engeli bulunan son kullanıcının kendi başına yapılandırma işlemini gerçekleştirmesinde fayda sağlayacağı ifade edilmiştir.

Bilet otomatlarının yaşlı bireyler tarafından da rahat kullanılabilmesine yönelik olarak yapılan bir araştırmada, sihirbaz arayüze sahip bir otomat simülasyonunun kullanılabilirlik açısından incelemesi gerçekleştirilmiştir (Sengpiel, 2016). 62 yaşlı ve 62 genç katılımcının yer aldığı ve bu katılımcıların üç farklı gruba ayrılarak test edildiği bu çalışmada, sihirbaz arayüz sayesinde yaşlı bireylerin tıpkı genç bireyler gibi bilet otomatlarını etkili ve verimli bir şekilde kullanabildikleri ortaya çıkartılmıştır. Buna ek olarak, memnuniyet bağlamında sihirbaz arayüzün yaşlı bireyler için olumlu bir etki yarattığı ifade edilmiştir.

Hwang ve diğ. (2017), bir hastane kayıt sistemine ait arayüzün verimliliğini arttırmak amacıyla sihirbaz arayüz özelliği kullanarak bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Gözlem, görüşme, prototip geliştirme, sezgisel değerlendirme gibi farklı metotlardan faydalanılmış olan bu çalışmada, 15 katılımcı üç gruba ayrılarak “arayüz verimliliği ve kavrayışı” ve “arayüz öğrenilebilirliği” olmak üzere iki farklı açıdan teste tabi tutulmuştur. Çalışma sonuçlarında, verimlilik anlamında başarılı sonuçların ortaya çıktığı ifade edilmiştir.

Alzaymır hastalığı bulunan bireylerin yemek pişirme aktivitelerine yardımcı olması amacıyla, sihirbaz arayüz özellikli bir akıllı mutfak uygulamasının geliştirildiği bir çalışma Menghi, Gullà ve Germani (2018) tarafından gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, tek bir sayfada bilgileri içeren normal bir arayüz ile bu bilgileri belirli bir düzende aktaran sihirbaz özellikte bir arayüz kıyaslanmıştır. Toplam 15 katılımcı üzerinden gerçekleştirilen kullanılabilirlik değerlendirmeleri doğrultusunda, sihirbaz arayüzün, normal arayüze nazaran oldukça etkili ve verimli bir kullanım ortaya çıkardığı gözlemlenmiştir.

Tıp alanında dijital içerik üretme sürecinin kolaylaştırılması amacıyla iki farklı uygulamanın (uygulamalardan bir tanesi sihirbaz arayüz özelliği taşımaktadır) tasarlandığı ve bu uygulamaların, son kullanıcı tarafında ne derece fayda sağladığının araştırıldığı bir çalışma, Tseytin ve diğ. (2018) tarafından gerçekleştirilmiştir. Uygulama kullanılabilirliğinin test edilmesi amacıyla toplamda 16 kullanıcıya çeşitli görevler verilerek incelemeler gerçekleştirilmiştir. Bu incelemelerde, zaman, vazgeçme, bir görev için birden fazla farklı etkileşimin ortaya çıkması, vb. kriterler araştırılmış ve bu doğrultuda kullanılabilirlik zaafı tespit edilmeye çalışılmıştır. Buna ek olarak, kullanıcılara, görevlerin tamamlanmasını takiben açık-kapalı uçlu bir anket doldurtularak fikirleri elde edilmiştir. Yazarlar, çalışma sonunda elde edilen bulgular ışığında, sihirbaz arayüze sahip uygulamanın, akıllı öğretim sistemleri ya da programlama hakkında bilgisi olmayan tıp çalışanları tarafından rahatlıkla kullanabildiğini ve içerik üretme noktasında fayda sağladığını ifade etmişlerdir.

Mutfak tasarımı amacıyla geliştirilmiş olan bir uygulama için iki farklı arayüzün karşılaştırıldığı bir çalışma Carrillo ve Falgueras (2019) tarafından gerçekleştirilmiştir. Arayüzlerden birinin çok adımlı işlem içeren “sihirbaz” arayüz olduğu bu çalışmada, kullanıcıların hem performansları hem de tercih öncelikleri incelenmiştir. Çalışma sonuçlarında, sihirbaz özelliğindeki arayüzde kullanıcıların daha hızlı işlem yaptıkları ve daha az eğitim alarak işlem yapılabileceğinden dolayı kullanıcıların ağırlıklı olarak bu arayüzü tercih ettikleri ortaya çıkarılmıştır.

Laboratuvar ortamında göz izleme cihazı ve beyin dalgası ölçüm cihazı (EEG) kullanılarak gerçekleştirilen bir çalışmada, sihirbaz özellikli bir arayüzdeki adımlara bilerek yerleştirilmiş olan çeşitli hatalar üzerinden kullanıcıların duygusal durumları incelenmiştir (Ansaar vd., 2019). Çalışma sonuçlarında, hatalı adımlarda kullanıcının stres, odaklanma ve mutsuzluk seviyelerinin fazla olduğu; ilk adımda karşılaşılan hata durumunda rahatlık hissinin en az olduğu ortaya çıkarılmıştır.

Kullanıcıların erişilebilirlik tercihlerini tespit etmek amacıyla sihirbaz özellikli iki arayüzün test edildiği bir çalışma gerçekleştirilmiştir (Paulino vd., 2020). Kullanıcı tercihlerinin dolaylı olarak ortaya çıkarılması amacıyla, arayüzlerden bir tanesinde küçük etkileşimli aktiviteler oluşturulmuştur. Çalışma sonuçlarında arayüzler arasında anlamlı bir fark bulunmadığı belirtilmiş olup, sağlıklı ve az miktardaki kullanıcıyla testin gerçekleştirilmesinden dolayı bu sonucun ortaya çıktığı ifade edilmiştir.

Zhang ve diğ. (2021), ontolojikleştirilmiş veri üretiminde ne çeşit bir arayüzün daha kullanışlı olduğunu incelemek amacıyla bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. 33 katılımcının yer aldığı bu çalışmada, dört farklı arayüz üzerinde çeşitli görevlerin yapılması sürecindeki kullanıcı etkileşimleri kayıt altına alınmıştır. Etkililik bakımından yapılan incelemelerde, test edilen arayüzler içinde sihirbaz arayüz üzerinde tüm görevlerin yapılma oranı %27 iken, diğer arayüzlerde bu oran %0 olarak ortaya çıkmıştır. Tekil görevlerin ortalama tamamlanma oranlarındaysa, %71.4 değerle yine sihirbaz arayüzü ilk sırada yer almıştır. Verimlilik incelemeleriyle, sihirbaz arayüzün en başarılı ikinci arayüz olduğu ortaya çıkartılmıştır.

Yukarıda aktarılan çalışmalarda, tıpkı bu çalışmada olduğu gibi birbirinden farklı arayüz ya da altyapıların karşılaştırılması söz konusudur. Buna rağmen, yöntem, hedef kullanıcı kitlesi seçimi ya da katılımcı miktarları bakımından bu çalışmayla kıyaslandığında farklılıklar içermektedir. Örnek vermek gerekirse, Paulino ve diğ. (2020) tarafından yapılan çalışmaya odaklanıldığında, hem hedef kullanıcı kitlesinin yanlış seçildiği hem de çok düşük miktarda kullanıcıyla çalışıldığı görülmüştür. Carrillo ve Falgueras (2019) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, mutfak tasarımının yapıldığı bir arayüz incelenmiş ancak, sihirbaz arayüz kullanımında dikkat edilmesi gereken önemli bir noktanın görmezden gelindiği düşünülmektedir. Bu nokta, sihirbaz arayüzlerin eğitim olmadan da kullanıcılarına hizmet verebilme özelliğidir. Öyle ki, mutfak tasarım sisteminin hedef aldığı kullanıcı kitlesinin, sihirbaz arayüz kullanılsa bile yine de bir eğitim sürecinden geçmesi gerektiği unutulmamalıdır. Detayları çalışmanın dördüncü bölümünde aktarıldığı üzere bu çalışmada, hedef kullanıcı kitlesinin hiçbir şekilde eğitim almadan gerçekleştirdikleri etkileşimler temel alınmıştır. Ansaar ve diğ. (2019) tarafından gerçekleştirilmiş çalışmaya odaklanıldığında, bu çalışmadan farklı olarak, tamamen hatalarla manipüle edilmiş bir sihirbaz arayüzde düşük miktardaki kullanıcılar

üzerinden duygusal durum incelemesi gerçekleştirilmiştir. Diğer aktarılmış çalışmalar genelindeyse en temel farklılık, kullanılan yöntem olarak ifade edilebilir, çünkü hiçbir çalışmada A/B test yönteminden faydalanılmamıştır. Ek olarak, bu çalışmada yer alan katılımcı miktarı aktarılan çalışmalardan daha fazladır.

Genel olarak özetlemek gerekirse, çok adımlı işlem içeren arayüzlerde kullanılabilirliğin incelendiği çalışmaların literatürde yetersiz olmasından ve bu çalışmada faydalanılan yöntemin aktarılmış olan diğer çalışmalarından farklı olmasından dolayı, bu çalışmada, kullanılabilirlik odaklı araştırmalar içinde farklı bir örnek teşkil etme potansiyelinin bulunduğu düşünülmektedir.

### 3. ARAŞTIRMA SORULARI

Bu çalışma kapsamında oluşturulan ve cevap bulunmaya çalışılan araştırma soruları aşağıda aktarılmıştır:

1. İki arayüz arasında etkililik açısından fark bulunmakta mıdır?
2. İki arayüz arasında verimlilik açısından fark bulunmakta mıdır?
3. İki arayüz arasında memnuniyet açısından fark bulunmakta mıdır?
4. Her iki arayüzdeki verimlilik unsurunun memnuniyete etkisi bulunmakta mıdır?

Araştırma sorularındaki ilk üç soru için kullanılabilirliğin etkililik, verimlilik ve memnuniyet olmak üzere üç farklı bileşenin kıyaslandığı görülmektedir. Son sorudaysa, verimlilik bileşenin memnuniyetle olan ilişkisi incelenmeye çalışılmıştır. Etkililik bileşenin memnuniyetle olan ilişkisi incelenmemiş olup, sebebi çalışmanın dördüncü bölümünde paylaşılmıştır.

### 4. METOT

Bu bölümde ilk olarak, çok adımlı işlem içeren iki farklı arayüzün tanıtımı yapılmıştır. İkinci olarak, bu arayüzlerde kullanıcı etkileşimlerinin nasıl kayıt altına alındığı ve çalışmada analiz edilen veri setinin nasıl oluşturulduğu aktarılmıştır. Sonrasında, analiz sürecinde yararlanılmış olan istatistik ölçümler hakkında bilgi verilmiş ve son olarak, çalışma sınırlılıkları paylaşılmıştır.

#### 4.1. Kullanıcı Etkileşimlerinin Kaydedildiği Arayüzler

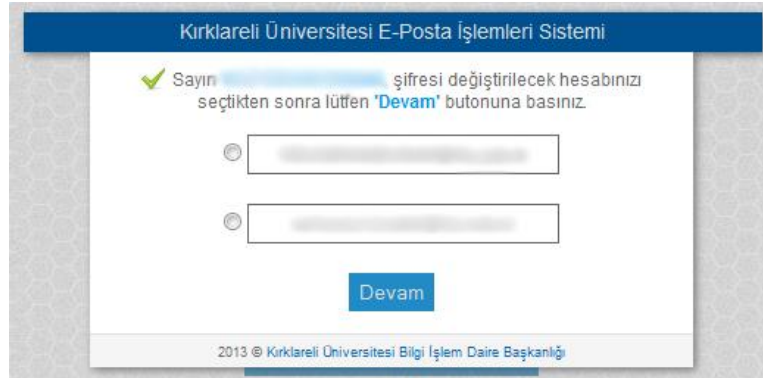
Bu çalışmada, Kırklareli Üniversitesi'nde 2013 yılından itibaren hizmet vermekte olan ve hem öğrencilerin hem de personellerin kurumsal e-posta hesaplarına ait şifrelerini sıfırlamak amacıyla kullandıkları web tabanlı bir sistemden (KLUPOSTA) faydalanılmıştır. Öğrenci ve personeller, şifre sıfırlamak amacıyla bu sisteme eriştiklerinde, karşılıklarına Şekil 1'de aktarılan yönlendirme sayfası çıkmaktadır.





Şekil 1: Yönlendirme Sayfası ve Açılır Pencereleer

Şifre sıfırlama ihtiyacı bulunan kullanıcılar Şekil 1’deki yönlendirme sayfasını ziyaret ettiklerinde, ilk olarak öğrenci ya da personel olma durumlarına göre ilgili bağlantı butonuna tıklamaktadırlar. Sonrasında, kullanıcıların karşısına Şekil 1’deki açılır pencereler getirilmektedir. Her iki kullanıcı türüne göre ayrı bilgi istenen bu pencerelerde, öğrenciler “öğrenci numaralarını”, personeller ise “TC kimlik numaralarını” girerek ve güvenlik kodu metnini yazarak “Devam” butonuna tıklamaktadırlar. Bu işlem, kullanıcının kurum bünyesinde var olup olmadığını belirlemek amacıyla yapılmaktadır. Kullanıcının kurumda bulunduğu tespit yapıldıktan sonra, kullanıcılar, çalışmada kıyaslanan iki farklı arayüzden bir tanesine yönlendirilmektedirler. Sistemin 2013 yılında hizmet vermeye başlamasıyla birlikte kullanılmakta olan şifre sıfırlama arayüzüne ait ilk tasarım (A arayüzü) Şekil 2’de görülmektedir.



Şekil 2: A Arayüzü

A arayüzü, farklı cihaz boyutlarına göre esneklik taşımayan bir yapıda geliştirilmiş bir arayüzdür. Günümüzde özellikle mobil cihaz kullanımlarının artış göstermesinden dolayı bu arayüze yönelik olarak bir güncelleme ihtiyacı ortaya çıkmış ve 2018 yılında Şekil 3’de aktarılmış olan B arayüzü geliştirilmiştir.



Şekil 3: B Arayüzü

Şifre sıfırlama için her iki arayüzün arkaplanında görev yapan altyapısal bileşenler birebir aynıdır. Dolayısıyla, kullanıcılar hangi arayüzde işlem yapıyor olursa olsun, arayüzlerdeki adımları, sistem tarafından sunulan ortak altyapıyla geçmişlerdir. Her iki arayüzün geliştirilmesinde *PHP* yazılım diliyle birlikte *Javascript* kullanılmış olup, kullanıcılar tarafından geçilen adımlar Şekil 3’de yer alan “Adım İsimleri Bloğu”nda görülmektedir. Bu adımlarda gerçekleştirilen işlemler şu şekildedir:

1. *E-posta Hesabı Seçimi*: Öğrencilerin kurum bünyesinde sadece bir tane e-posta adresleri bulunurken, personellerin birden fazla olabilmektedir. Bu adımda, e-posta adresinin miktarına bakılmaksızın “kullanıcının işlem yapmayı istediği e-posta adresini seçmesi” işlemi yapılmaktadır. Bu adım, bir bakıma kullanıcıyı karşılama adımı olarak düşünülebilir.
2. *Güvenlik Kodu Talebi*: Bir kullanıcı, başka bir kişiye ait öğrenci numarası ya da TC kimlik numarasını bir şekilde ele geçirmiş olabilir. Bu durumda, sahte işlem yapılmasının önüne geçmek ve işlem yapan kullanıcının gerçekten o kullanıcı olduğunu teyit etmek için bir güvenlik şifresi oluşturulmaktadır. Bu şifre, işlem yapılan kişinin telefonuna sms aracılığıyla ya da kurumsal olmayan e-posta hesabına (kullanıcının tercihi göre) iletilmektedir.
3. *Şifre Sıfırlama*: Kullanıcıya gönderilen güvenlik kodunun girildiği adım olup, kodun doğru olduğunun teyiti yapıldıktan sonra şifre sıfırlaması yapılmaktadır.
4. *Bilgilendirme*: Yeni oluşturulan şifrenin, kullanıcının kurumsal olmayan e-posta hesabına ya da telefonuna (kullanıcının tercihi göre) iletildiği adımdır.
5. *Sonuç*: İşlemlerin başarılı bir şekilde tamamlandığı bilgisinin verildiği adımdır.

A ve B arayüzleri arasındaki en temel farklılık, A arayüzünde bulunmayan fakat B arayüzünde bulunan “Adım İsimleri Bloğu”dur (Şekil 3). B arayüzünde kullanıcılar işlemlerini bitirmek için ne kadar adım kaldığını bilirken, A arayüzünde böyle bir durum söz konusu değildir. Bu çalışmada, her iki arayüz karşılaştırılırken temel olarak odaklanılan nokta bu farklılıktır. Her ne kadar görsel açıdan B arayüzünün daha esnek bir yapıda olması da bir farklılık olarak düşünülebilir, kullanılan cihaz türüne göre kullanıcıların arayüzlere yönlendirilmesi bu çalışma için söz konusu olmadığından, bu farklılığa odaklanılmamıştır.

E-posta şifre sıfırlama işleminin, bir kişinin sürekli ya da rutin olarak yaptığı bir işlem olmadığı unutulmamalıdır. Dolayısıyla, tüm yönlendirilmiş kullanıcıların KLUPOSTA sistemiyle etkileşime girmeleri, nadiren ortaya çıkabilecek bir ihtiyaçtan kaynaklanmaktadır. Bu ihtiyaç için, bu çalışmada hiçbir kullanıcıya önceden eğitim verilmeden veri toplama sürecine geçilmiştir.

#### 4.2. Veri Toplama Süreci ve Veri Setinin Özellikleri

Bu çalışmada, öğrenci ve personellerin e-posta şifre sıfırlama etkileşimleri 2019 yılı boyunca kayıt altına alınmıştır (veri toplama ve kullanım izni alınmıştır). Bu işlem, A/B test yönteminden faydalanılarak gerçekleştirilmiştir. A/B test yönteminde, bir sistemin farklı tasarıma sahip iki sürümü hizmete açılarak hangisinin daha iyi performans gösterdiği belirlenebilmektedir (Nielsen, 2005). Aktif web sitelerinin alternatif tasarımlarını karşılaştırmak için yaygın olarak kullanılan bu yöntem (Lazar vd., 2017), maliyetinin düşük olmasının yanı sıra (Nielsen, 2012), laboratuvar ortamında

kullanıcılarla birebir test gerçekleştirme ihtiyacı duymaksızın kullanılabilirliğe yönelik hızlı bir şekilde veri toplamaya olanak sağlamaktadır (Lazar vd., 2017). A/B testinde temel olarak, kullanıcıların bir kısmına yeni özelliği içeren bir arayüz gösterilirken, geri kalanına mevcut tasarım gösterilmektedir (Kuniavsky vd., 2012). Kullanıcı miktarındaki bu ayrıştırmanın yarı yarıya (A arayüzü: %50, B Arayüzü: %50) olabileceği ifade edilmiştir (Nielsen, 2005). Kullanıcı etkileşim ölçümleri, yeni tasarımın eskisinden daha başarılı olduğunu ortaya koyarsa, yeni tasarım herkesin kullanımına sunulmaktadır (Kuniavsky vd., 2012).

Kullanıcı etkileşimleri, bu çalışma için yarı yarıya ayrıştırılmaya çalışılarak kaydedilmiştir. Bu ayrıştırmanın yapılabilmesi için, Şekil 1'deki açılır pencereler vasıtasıyla kullanıcının kurumda bulunduğu belirlendikten hemen sonra, sistem arka planında hangi arayüzde kaç etkileşimin gerçekleştirildiği hesaplanmıştır. Hesaplama sonrası etkileşim miktarı düşük olan arayüze kullanıcı yönlendirilmiştir. Daha önce kendisine atanmış bir arayüz üzerinden şifresini sıfırlayan bir kullanıcı tekrar bu işlemi gerçekleştirmek istediğinde, yine aynı arayüze yönlendirilmiştir. Böylelikle aynı kullanıcının farklı tasarımı görmesi engellenmiştir. Bu haliyle, A ve B arayüzlerindeki tüm etkileşimlerin birbirinden bağımsız kullanıcılar tarafından gerçekleştirilmesi sağlanmıştır.

Veri toplama süreci boyunca A arayüzünde 519, B arayüzünde ise 525 olmak üzere toplam 1044 satırlık kullanıcı etkileşim verisi toplanmıştır. Fark edileceği üzere B arayüzündeki etkileşim miktarı A arayüzünden altı satır fazladır. Bunun sebebi, 2018 yılında pilot çalışma olarak aktifleştirilmiş olan B arayüzünün, arkaplan kodlamasında tespit edilen bir eksikliğin giderilmesi için belirli bir süre pasif hale getirilmiş olmasıdır. Pasifleştirme sürecinde hizmetin aksamaması adına geçici olarak tüm kullanıcılar A arayüzüne yönlendirildiklerinden dolayı, 2019 yılına girildiğinde A arayüzündeki etkileşim miktarı B arayüzünden altı etkileşim kadar fazla çıkmıştır.

Veri setindeki her bir etkileşim satırında temel olarak aşağıdaki beş nitelik üzerinden MySQL veritabanına kayıt gerçekleştirilmiştir:

1. *Anonimleştirilmiş kullanıcı bilgisi:* Öğrenci numarası ya da TC kimlik numarasının şifrelenerek tutulduğu niteliğe karşılık gelmektedir. Bu nitelik sayesinde kullanıcının daha önce işlem yapıp yapmadığı belirlenmektedir. Daha önce işlem yapanlar, işlemi yaptıkları arayüze; yapmayanlar ise hangi arayüzde daha düşük miktarda etkileşim varsa o arayüze yönlendirilmişlerdir.
2. *Arayüz:* Yapılan etkileşimin hangi arayüzde gerçekleştirildiğinin tutulduğu nitelik (A/B).
3. *İşlem başlama zamanı:* Şekil 1'deki açılır pencereler vasıtasıyla kullanıcının kurumda bulunup bulunmadığı belirlenmektedir. Kurumda bulunduğu belirlenen kullanıcının, ilgili arayüze yönlendirilmesinden hemen sonra tutulan zaman damgasıdır.
4. *İşlem bitiş zamanı:* Kullanıcıların, Şekil 3'de görülen beşinci adıma geçtikleri anda tutulan zaman damgasıdır. Beşinci adımda şifre sıfırlamayla ilgili herhangi bir etkileşim bulunmamaktadır.
5. *Memnuniyet değeri:* Beşinci adımda (Şekil 3), işlemlerin başarıyla tamamlandığı bilgisi ile beraber kullanıcıların memnuniyetlerini puanlayabilecekleri bir soruluk bir anket bulunmaktadır. Kullanıcılar, "KLUPOSTA uygulamasının daha iyi hizmet vermesi amacıyla geliştirilmesi için lütfen aşağıdaki bölümden uygulama kullanımından duyduğunuz memnuniyet seviyesini seçiniz" şeklinde sorulan soruya karşılık olarak, 1-5 aralığında bir puanlama yapabilmişlerdir. Bu oylamada; 5, kullanıcıların çok memnun olduklarını belirten değerken, 1 ise hiç memnun olmadıklarını belirten değere karşılık gelmiştir. Oylama zorunluluğu bulunmadığından dolayı hem A hem de B arayüzündeki etkileşimlerin bir kısmında kullanıcılardan geribildirim alınabilmektedir. Bu doğrultuda, A arayüzünde 207; B arayüzünde 262 satır olmak üzere toplam 469 puanlama geribildirimi elde edilmiştir.

Yukarıda ifade edilen nitelikler üzerinden tüm kayıtlar elde edildikten sonra, analizlerde kullanılacak olan nitelikler ayrıştırılmıştır. İlk olarak, anonimleştirilmiş kullanıcı bilgisi veri setinden

çıkartılmıştır. Sonrasında, “işlem bitiş zamanı”ndan “işlem başlama zamanı” değeri çıkartılarak “işlem süresi” adı altında saniye cinsinden yeni bir değer oluşturulmuştur (çalışmada, her bir adıma geçildiğinde zaman damgası alınmış olmasına rağmen, araştırma sorularının cevaplanması için yeterli olan başlama ve bitiş zaman damgalarından faydalanılmıştır). Son durumda, “arayüz”, “işlem süresi” ve “memnuniyet değeri” olmak üzere üç nitelikten oluşan bir veri seti hazırlanmıştır. Analizlerin tamamında hazırlanmış olan bu veri setinden yararlanılmıştır.

### 4.3. Analizde Yararlanılan İstatistik Yöntemler

Veri seti analiz edilirken, araştırma soruları temelinde farklı ölçüm yöntemleri kullanılmıştır. İlk araştırma sorusu için betimsel istatistikler doğrultusunda değerlendirmeler yapılmıştır. İkinci ve üçüncü soru için parametrik olmayan test yöntemlerinden olan “Mann-Whitney U” testinden faydalanılmıştır. Son soru içinse korelasyon ölçümleri üzerinden bulgular ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. İlk soru haricindeki sorularda parametrik olmayan test yöntemlerinin kullanılma sebebi, çalışmanın beşinci bölümünde detaylarıyla açıklanmıştır.

Çalışmada, verimliliğin memnuniyete olan etkisi araştırılmış olmasına rağmen, etkililiğin memnuniyete olan etkisi incelenmemiştir. Kullanıcıların memnuniyete ilişkin değerlendirme yapabildikleri adım, hatırlanacağı üzere beşinci adımdı. Dolayısıyla, kullanıcılar şifre sıfırlama işlemini başarıyla tamamladıklarında oylama yapabilmişlerdir. Kullanıcılar, başarıyla bitirilmeyen işlemlerde geribildirim sağlayamadıklarından dolayı etkililik ile memnuniyet arasındaki ilişki bu çalışmada incelenmemiştir.

### 4.4. Sınırlılıklar

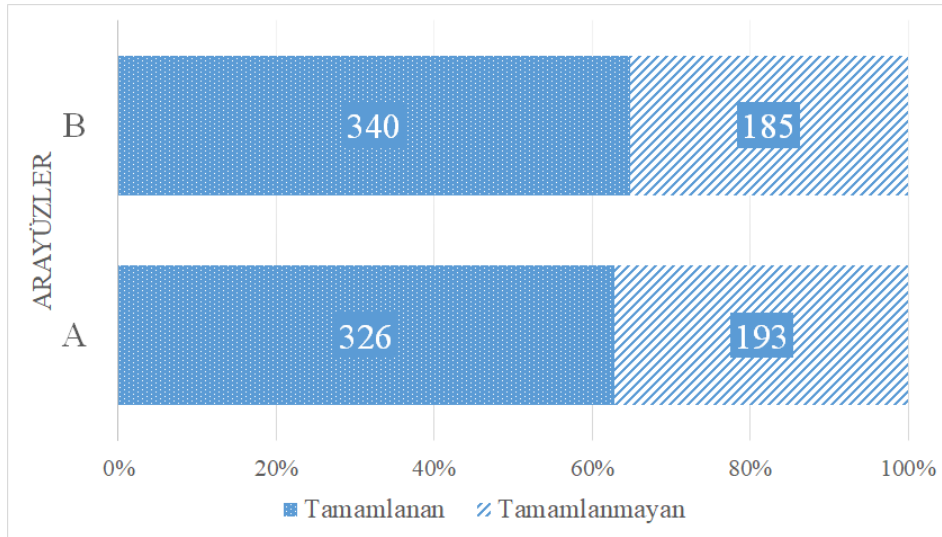
Kullanıcıların şifre sıfırlamak amacıyla faydalandıkları cihazlardaki web tarayıcılarının *Javascript* kodunu desteklememe durumu muhtemeldir. Bu senaryoda, şifre sıfırlama arayüzüne erişen kullanıcının ilk zaman kaydı (işlem başlama zamanı) alınmış olmasına rağmen, adımları geçememiş olması söz konusu olabilir ve kullanıcının şifre sıfırlama girişimi tamamlanamayabilir. Bu durum, çalışma için bir sınırlılıktır. Diğer taraftan, herhangi bir adımda kullanıcı işlem yaparken sunucu tarafında bir kopukluk yaşanmış olması da olasıdır. Bu gibi bir kopukluk, kullanıcının işlemini tamamlayamaması anlamına gelmekte olup, çalışma için bir diğer sınırlılık olarak ortaya çıkmıştır. Her iki arayüz için üçüncü adım olan “Güvenlik Kodu Talebi” aşamasında, kullanıcının telefonuna ya da kurumsal olmayan e-posta adresine teknik sebeplerden dolayı kod gönderilememesi düşük bir ihtimal de olsa olasıdır. Bu durum da çalışmanın bir diğer sınırlılığı olarak ifade edilebilir.

## 5. BULGULAR

Çalışma kapsamında ortaya çıkarılmış olan bulgular, araştırma soruları üzerinden organize edilerek bu bölümde paylaşılmıştır.

### 1. İki arayüz arasında etkililik açısından fark bulunmakta mıdır?

Etkililik, bir kullanıcının ihtiyacı doğrultusunda yaptığı bir işlemi gerçekleştirip gerçekleştirilmeme durumuyla ilgili olan bir kullanılabilirlik bileşenidir. Bu çalışmada, etkililik kıyaslaması yapılırken her iki arayüzde e-posta şifre sıfırlama işleminin başarıyla tamamlandığı kullanıcı etkileşimleri temel alınmıştır. Bu doğrultuda, etkililiğe bağlı kullanıcı etkileşimleri Şekil 4’de aktarılmıştır.



Şekil 4: Etkililik Bulguları

Kullanıcılar, B arayüzünde e-posta şifre sıfırlama işleminin %65’inde başarı gösterirken, A arayüzünde bu rakam %63 olarak ortaya çıkmıştır (Şekil 4). Bu bulgular doğrultusunda, B arayüzünün düşük bir oranda (%2) A arayüzünden daha etkili olduğu söylenebilir fakat yine de bu miktar göz ardı edilebilecek seviyededir.

## 2. İki arayüz arasında verimlilik açısından fark bulunmakta mıdır?

Bu çalışma için verimlilik, kullanıcıların şifre sıfırlama işleminde zaman açısından ortaya çıkardığı değerler temel alınarak incelenmiştir. Bu incelemelerde, şifre sıfırlama işlemini başarıyla tamamlamış olan etkileşimler kıyaslanmıştır. Dolayısıyla, etkililik bakımından başarılı olan etkileşimlerin kıyaslandığı ifade edilebilir. Her iki arayüzde saniye cinsinden tutulmuş olan “işlem süresi” değerlerine ait betimsel istatistikler Tablo 1’de aktarılmıştır.

Tablo 1: Verimliliğe Ait Betimsel İstatistik Bulguları

	Arayüzler	
	A	B
En küçük değer	16	15
En büyük değer	657	570
Ortalama	77,917	68,641
Ortanca	57	47,5
Standart Sapma	64,831	67,724
Gözlem Miktarı	326	340

Tablo 1 incelendiğinde, B arayüzündeki etkileşim sürelerinin ortalama, ortanca, en küçük ve en büyük değer bakımından daha düşük olduğu görülmektedir. Her iki arayüzdeki etkileşimlerin normal dağılım gösterip göstermediğinin incelenmesi amacıyla ilk olarak Kolmogorov-Smirnov testi gerçekleştirilmiş olup, değerlerin normal dağılım göstermediği tespit edilmiştir ( $p < 0,05$ ). Bu doğrultuda, Tablo 1’deki farklılığın anlamlandırılması amacıyla Mann-Whitney U testi gerçekleştirilmiştir. Bu test sonucunda ortaya çıkan bulgular Tablo 2’de paylaşılmıştır.

Tablo 2: İşlem Sürelerinin Karşılaştırılmasına Yönelik İstatistikler

	Veri Setleri	Gözlem Miktarı	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	Mann-Whitney U	P
işlem süresi	A	326	369,365	120413,00	43728,00	0,000
	B	340	299,111	101698,00		

\*  $p < 0,01$

Tablo 2’ye göre, B arayüzünde işlem yapan kullanıcıların A arayüzündekilere kıyasla daha hızlı bir şekilde işlemlerini bitirdikleri ortaya çıkmıştır. Bu bulgu ışığında, B arayüzünün verimlilik bakımından daha başarılı olduğu rahatlıkla ifade edilebilir.

### 3. İki arayüz arasında memnuniyet açısından fark bulunmakta mıdır?

Memnuniyet değerlendirmeleri, verimlilik değerlendirmelerinde olduğu gibi etkililik bakımından başarılı olan ve aynı zamanda, kullanıcılardan geribildirim sağlanmış olan etkileşimler temel alınarak yapılmıştır. Her iki arayüzde memnuniyet puanlama değerlerine ait betimsel istatistikler Tablo 3’de aktarılmıştır.

**Tablo 3:** Memnuniyete Ait Betimsel İstatistik Bulguları

	Arayüzler	
	A	B
<b>En küçük değer</b>	1	1
<b>En büyük değer</b>	5	5
<b>Ortalama</b>	4,3623	4,4237
<b>Ortanca</b>	5	5
<b>Standart Sapma</b>	0,964	0,913
<b>Gözlem Miktarı</b>	207	262

Tablo 3’e göre sadece ortalama bakımından B arayüzünün A arayüzünden az miktarda da olsa yüksek olduğu görülmektedir. Her iki arayüzdeki memnuniyet değerlerinin normal dağılım gösterip göstermediğinin incelenmesi amacıyla Kolmogorov-Smirnov testi gerçekleştirilmiş olup, değerlerin normal dağılım göstermediği tespit edilmiştir ( $p < 0,05$ ). İki arayüzün memnuniyet açısından farklılığının anlamlandırılması amacıyla Mann-Whitney U testi gerçekleştirilmiş olmasına rağmen, aralarında herhangi bir fark tespit edilememiştir (Tablo 4;  $p = 0,564$ ).

**Tablo 4:** Memnuniyet Karşılaştırmasına Yönelik İstatistikler

	Veri Setleri	Gözlem Miktarı	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	Mann-Whitney U	P
<b>işlem süresi</b>	A	207	231,45	47909,50	26381,50	0,564
	B	262	237,81	62305,50		

\*  $p < 0,01$

Diğer taraftan, her iki arayüzde başarıyla tamamlanmış işlem miktarı toplam 666 tanedir (Şekil 4). Bu işlemler içinde toplam 469 (%70,42) işlemden geribildirim elde edilmiştir. Tablo 3’deki ortalama değerlerin her iki arayüz için 4’ün üzerinde olduğu düşünüldüğünde, kullanıcıların, çoğunlukla her iki arayüzdeki deneyimlerinden memnun kaldıkları ifade edilebilir.

### 4. Her iki arayüzdeki verimlilik unsurunun memnuniyete etkisi bulunmakta mıdır?

Bu sorunun cevaplanması için her iki arayüzde geribildirim alınmış olan etkileşimler temel alınmıştır. Hatırlanacağı üzere çalışmanın üçüncü sorusunda memnuniyet değerlerinin normal dağılım göstermediği ifade edilmişti. Buna ek olarak, her iki arayüz üzerinde memnuniyet değeri elde edilmiş olan etkileşimlerdeki, işlem sürelerinin normal dağılım gösterip göstermediğinin incelenmesi amacıyla Kolmogorov-Smirnov testi gerçekleştirilmiş olup, değerlerin normal dağılmadığı tespit edilmiştir ( $p < 0,05$ ). Bu doğrultuda, kullanıcıların e-posta şifrelerini sıfırlarken ortaya çıkardıkları işlem süreleri ile memnuniyet değerlendirmeleri arasındaki ilişkinin incelenmesi amacıyla, her iki arayüz için ayrı ayrı olacak şekilde Spearman Korelesyon testleri gerçekleştirilmiş ve sonuçlar Tablo 5’de aktarılmıştır.

**Tablo 5:** Verimlilik ve Memnuniyet Arasındaki Korelasyon Bulguları

		A Arayüzü işlem süresi	B Arayüzü işlem süresi
memnuniyet	Korelasyon Katsayısı	-0,137	-0,045
	p değeri	0,049	0,467

\*  $p < 0,05$

Tablo 5 incelendiğinde, B arayüzünde memnuniyet ile işlem süresi arasında herhangi bir ilişki bulunamamıştır ( $p=0,467$ ). Diğer taraftan, A arayüzünde zayıf da olsa negatif yönde bir ilişki tespit edilmiştir ( $p=0,049 < 0,05$ ). Bu bulgu, işlem süresinin artması durumunda memnuniyetin olumsuz etkilendiğine yönelik önemli bir bulgudur. Araştırmanın üçüncü sorusuna yönelik her iki arayüzde memnuniyet anlamında bir farklılık bulunmadığı aktarılmıştı. B arayüzünün A'dan verimlilik olarak üstün geldiği düşünüldüğünde ve Tablo 5'deki A arayüzünden ortaya çıkan bulgu göz önüne alındığında, dolaylı olarak B arayüzünün A'dan memnuniyet bakımından da üstün olduğu ifade edilebilir.

## 6. SONUÇLAR

Bu çalışmada, çok adımlı işlem içeren “sihirbaz” arayüzlerdeki tasarımsal farklılığın kullanılabilirlik açısından ne derece değişkenlik gösterdiği incelenmiştir. Bu işlem için, Kırklareli Üniversitesi'nde hâlihazırda öğrenci ve personellerin 2013 yılından itibaren e-posta şifrelerini sıfırlamak amacıyla yararlandıkları web tabanlı KLUPOSTA sisteminden faydalanılmıştır. İlk hizmete açıldığı zamanki arayüzün (A), tüm cihazlarla uyumlu çalışabilecek esnek yapıda bir arayüzle (B) kullanılabilirlik perspektifinden karşılaştırılması için A/B test yöntemi kullanılmıştır. Bu karşılaştırmaların temelinde, B arayüzünde kullanıcının hangi adımda olduğunu gösteren “adım isimleri bloğu” yatmaktadır (A arayüzünde bulunmamaktadır).

Kullanılabilirlik değerlendirmelerinde, 2019 yılı boyunca toplanmış olan ve toplam 1044 satırlık kullanıcı etkileşiminden oluşan veri setiyle analizler gerçekleştirilmiştir. Kullanılabilirliğin etkililik bileşenine yönelik ortaya çıkarılmış olan bulgularda, her iki arayüz arasında çok yakın sonuçlara ulaşılmıştır (A arayüzü %63, B arayüzü %65 başarılıdır). Bu sonucun en temel sebebi, arayüzler tasarımsal olarak farklı olmalarına rağmen, arkaplanda çalıştırılan altyapılarının aynı olmasıdır. %60'ın biraz üstünde ortaya çıkarılan etkililik bulgularının altyapısal olarak yetersiz olduğu ve geliştirilmeye ihtiyaç duyulduğu söylenebilir. Çünkü bu sonuç, her on kişiden altısının başarılı bir şekilde şifre sıfırlama işlemini yaptığını göstermektedir. Bu geliştirmenin yapılabilmesi için, kullanıcıların hangi adımlarda sorun yaşadıkları tespit edilip, sorunun altında yatan sebebin giderilmesi sağlanabilir. Bu işlem, KLUPOSTA sisteminin kendi karakteristiği ile ilgili olduğu için ve (yapılsa bile) literatüre katkısı düşük olacağı için çalışma kapsamına alınmayarak, sadece öneri şeklinde ifade edilmiştir.

Mann-Whitney U testiyle ortaya çıkarılan verimlilik bulgularında, B arayüzünün A'dan daha başarılı olduğu ortaya çıkarılmıştır ( $p < 0,01$ ). Bu sonuca göre, B arayüzünde işlem yapan kullanıcıların, A arayüzündekilerden daha kısa sürede işlemlerini tamamlayabildikleri rahatlıkla söylenebilir. Diğer taraftan, A arayüzüne yönelik yapılmış olan korelasyon ölçümlerinde, verimlilik bileşeni ile memnuniyet arasında zayıf da olsa negatif yönde bir ilişki tespit edilmiştir ( $r_s = -0,137$ ,  $p < 0,05$ ). Bu sonuç, işlem süresinin uzaması durumunda kullanıcı memnuniyetinin olumsuz etkileneceğine yönelik önemli bir bulgudur. Bu doğrultuda, Mann-Whitney U testiyle gerçekleştirilen memnuniyet analizlerinde iki arayüz arasında bir fark bulunamamış olsa da ( $p=0,564$ ), verimlilik bakımından daha başarılı olan B arayüzünün A'dan daha fazla memnuniyet oluşturmuş olması yüksek ihtimaldir. Verimlilik ve memnuniyet bakımından ortaya çıkarılan bulgular, B arayüzünün daha olumlu kullanıcı deneyimi sunduğuna işaret etmektedir. Bu sebeple, 2019 yılı sonrasında A arayüzünün hizmeti sonlandırılmış olup, sadece B arayüzü üzerinden hizmet vermeye devam edilmiştir.

Bu çalışmada bir örneği paylaşıldığı üzere, çok adımlı işlem içeren arayüzlerde kullanılabilirlik değerlendirmeleri yapmadan önce herhangi bir kullanıcıya eğitim verilmemiş ve kullanılabilirlik değerlendirmesi yapmak için herhangi bir kullanıcıyla laboratuvar ortamında yapılan çalışmalarda gibi birebir iletişim halinde bulunulmamıştır. Çağıltay (2011), “insan-bilgisayar etkileşimi” açısından kullanılabilirliğin, kullanıcılara gerekli eğitimin verilmesi sonrasında ürünün kolaylıkla ve etkili bir şekilde kullanılabilmesi olduğunu belirtmiştir. Bu çalışmanın yapısı göz önüne alındığında, eğitim verme durumunun her zaman geçerli olmadığı söylenebilir. Ek olarak, her sistemin rutin olarak kullanılmayabileceği unutulmamalıdır. Kullanıcının ihtiyacını gidereceği bir sistemi sürekli kullanması dışında, hayatında bir kere kullanma olasılığı da bulunmaktadır. Dolayısıyla nadiren kullanılan sistemlerin kullanılabilirliğinin değerlendirilmesinde, birebir kullanıcıyla etkileşim içeren yöntemlere nazaran bu çalışmada izlenen yöntem tercih edilebilir.

Çalışmanın ikinci bölümünde aktarılmış olan ve sihirbaz arayüzleri odağında bulduran çalışmalarla bu çalışmanın en temel farkı, A/B test yönteminin bu çalışmada kullanılmasıdır. Bu yöntemin ortaya çıkardığı avantaj ise şu şekilde ifade edilebilir: aktarılmış çalışmaların tamamına odaklanıldığında, birebir kullanıcıyla etkileşim kurulduğu görülmektedir. Bu durum, hem araştırmacıların hem de araştırmalarda yer alan katılımcıların, çalışmanın gerçekleştirilmesi amacıyla belirli bir zaman ve emek harcamasını gerektirmektedir. Oysaki, A/B test yönteminde bu süreç daha hafif bir şekilde atlatılabilmektedir. A/B test yönteminde, katılımcı hâlihazırda ihtiyaç duyduğu işlemi yaparken zaten doğal bir davranış ortaya çıkarmaktadır. Yani katılımcı bu işlemi istediği zaman istediği şekilde yapabilmektedir. Bu noktada, katılımcının mecbur bırakıldığı bir işlem sürecinin olmadığı rahatlıkla ifade edilebilir. Araştırmacı tarafındaysa, en fazla emek, tıpkı bu çalışmada olduğu gibi veri toplama sürecinin başlamasından önceki tasarimsal ve altyapısal entegrasyonların planlanması ve aktifleştirilmesi noktasında ortaya çıkmaktadır. Farklı arayüzün aktifleştirilmesini takiben geriye kalan tek şey ise, sadece veri toplama sürecinin tamamlanmasını beklemektir. Bu açıklamalar doğrultusunda, kullanılabilirliğin daha fazla kullanıcı kitlesi üzerinden uygulamalı bir şekilde değerlendirilmesi noktasında A/B test yönteminin oldukça pratik olduğu söylenebilir.

Sengpiel (2016), Hwang ve diğ. (2017) ve Menghi, Gullà ve Germani (2018) tarafından yapılan çalışmalarda olduğu gibi sihirbaz arayüzlerin verimlilik bakımından fark yarattığı bu çalışmada da bir kez daha ortaya çıkartılmıştır. Bu benzerliğe rağmen, bu çalışmanın, bir farklılığı daha belirginleştirdiği düşünülmektedir. Bu farklılık, “sihirbaz arayüzlerde adım isimlendirmesinin verimliliğe ekstra katkı sağlaması” şeklinde ifade edilebilir. Öyleki, adım isimlendirmenin önemi, B arayüzündeki verimlilik bulgularında gözler önüne serilmiştir. Bu sonucun, B arayüzünde kullanıcıların ne kadar adım kaldığını bilmelerinden dolayı ortaya çıktığı düşünülmektedir. Diğer taraftan, herhangi bir sistemde, aynı işlemi yapan aynı arayüzlerdeki adım sayılarının değişik miktarlarda test edilmesi ile farklı bulgulara erişilebileceği de düşünülmektedir. Adım sayısının az ya da fazla olduğu durumlarda kullanıcı verimliliği ölçülerek, en iyi kullanıcı deneyimini sunacak adım sayısı belirlenebilir.

Sonuç olarak, kullanıcının eğitilme durumunun mümkün olmadığı ve kullanıcının çok fazla bilgi girişi yapması gerektiği işlemlerde, sihirbaz arayüzlerden faydalanılarak daha iyi kullanıcı deneyimi sunulabilir. Ek olarak, A/B test yöntemiyle çok fazla sayıda hedef kullanıcı kitlesiyle kullanılabilirlik incelemeleri gerçekleştirmenin, emek-zaman-kaynak üçlüsü bakımından daha avantajlı olduğu düşünülmektedir.

## KAYNAKÇA

Ansaar, M. Z., Hussain, J., Abass, A., Hussain, M. ve Lee, S. (2019). “User’s Emotional eXperience Analysis of Wizard Form Pattern Using Objective and Subjective Measures”, (Ed.) Bakaev M., Frasincar F. ve Ko I.-Y., Web Engineering (C. 11496, ss. 521-524), Springer International Publishing, Cham.



- Barnum, C. M. (2011). *Usability testing essentials: Ready, set– test*. Morgan Kaufmann Publishers. Burlington.
- Budak, V. Ö., Erol, Ç. S. ve Gezer, M. (2017). “Kurumsal Bir Mobil Web Sitesinin Kullanılabilirliğinin Geliştirilmesi”. *Ejovoc (Electronic Journal of Vocational Colleges)*, 7(3), 15-26.
- Budiu, R. (2017). *Wizards: Definition and Design Recommendations*. *Nielsen Norman Group*. <https://www.nngroup.com/articles/wizards/>.
- Carrillo, A. L. ve Falgueras, J. A. (2019). “GDI as an Alternative Guiding Interaction Style for Occasional Users”, (Ed.) Lamas D., Loizides F., Nacke L., Petrie H., Winckler M. ve Zaphiris P., *Human-Computer Interaction – INTERACT 2019* (C. 11749, ss. 75-96), Springer International Publishing, Cham.
- Cooper, A., Reimann, R. ve Cronin, D. (2007). *About face 3: The essentials of interaction design*. Wiley. Indianapolis.
- Courage, C., Baxter, K. ve Caine, K. (2015). *Understanding your users: a practical guide to user research methods*. Elsevier, Morgan Kaufmann.
- Çağltay, K. (2011). *İnsan bilgisayar etkileşimi ve kullanılabilirlik mühendisliği: Teoriden pratiğe*. ODTÜ Geliştirme Vakfı. Ankara.
- Çetin, İ. ve Şendurur, E. (2021). “Online Academic Resources With The Focus Of Eye Behaviors”. *Acta Infologica*, 5(1), 13-26.
- Dix, A., Finlay, J., Abowd, G. D. ve Beale, R. (2004). *Human-computer interaction*. Pearson/Prentice-Hall. Harlow.
- Emre, İ. E., Akadal, E. ve Gülseçen, S. (2018). “Örgün ve Uzaktan Eğitim Öğrencileri İçin Kullanılabilirlik Araştırması: Marmara Üniversitesi Web Sitesi”. *Uluslararası Yönetim Bilişim Sistemleri ve Bilgisayar Bilimleri Dergisi*, 2(1), 12-22.
- Galitz, W. O. (2007). *The essential guide to user interface design: An introduction to GUI design principles and techniques*. Wiley. Indianapolis.
- Hutchful, D., Matur, A., Cutrell, E. ve Joshi, A. (2010). *Cloze: An Authoring Tool for Teachers with Low Computer Proficiency*. *Proceedings of the 4th ACM/IEEE International Conference on Information and Communication Technologies and Development - ICTD '10* (ss. 1-10). ACM.
- Hwang, T. K. P., Wu, S.-M., Ding, G.-J., Ko, T.-H. ve Huang, Y.-C. (2017). “Employing Personalized Shortcut Options and Group Recommending Options for Improving the Usability of User Interface of Hospital Self-service Registration Kiosks”, (Ed.) Antona M. ve Stephanidis C., *Universal Access in Human–Computer Interaction. Design and Development Approaches and Methods* (C. 10277, ss. 357-368), Springer International Publishing, Cham.
- İnal, Y., Özen Çınar, N. ve Çağltay, K. (2016). “Kamu İnternet Sitelerinde Yer Alan Arama Alanlarının Kullanılabilirliği ve Buna Yönelik Kullanıcı Davranışlarının Belirlenmesi”. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 9(1), 41-54.
- ISO. (1998). *ISO 9241-11:1998(en), Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs)—Part 11: Guidance on usability*. <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9241:-11:ed-1:v1:en>.
- Kılıç, E. ve Güngör, Z. (2006). “Kütüphane Web Sitelerinin Kullanılabilirliği: Bir Uygulama Çalışması”. *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 21(4), 781-789.

- Koester, H., Simpson, R. ve Mankowski, J. (2013). "Software wizards to adjust keyboard and mouse settings for people with physical impairments". *The Journal of Spinal Cord Medicine*, 36(4), 300-312.
- Kuniavsky, M., Goodman, E. ve Moed, A. (2012). *Observing the user experience: A practitioner's guide to user research*. Morgan Kaufmann. Amsterdam.
- Lazar, J., Feng, J. H. ve Hochheiser, H. (2017). *Research methods in human-computer interaction*. Morgan Kaufmann. Cambridge.
- Lombardi, J.-P. ve Vogel, J. (2010). Wizard-Based Process Modeling for Business Users. *Proceedings of the International Conference on Advanced Visual Interfaces - AVI '10* (ss. 406). ACM.
- Menghi, R., Gullà, F. ve Germani, M. (2018). "Assessment of a Smart Kitchen to Help People with Alzheimer's Disease", (Ed.) Mokhtari M., Abdulrazak B. ve Aloulou H., *Smart Homes and Health Telematics, Designing a Better Future: Urban Assisted Living* (C. 10898, ss. 304-309), Springer International Publishing, Cham.
- Nielsen, J. (1993). *Usability engineering*. Morgan Kaufmann. Amsterdam Heidelberg.
- Nielsen, J. (2005). Putting A/B Testing in Its Place. *Nielsen Norman Group*. <https://www.nngroup.com/articles/putting-ab-testing-in-its-place/>.
- Nielsen, J. (2012). A/B Testing, Usability Engineering, Radical Innovation: What Pays Best? *Nielsen Norman Group*. <https://www.nngroup.com/articles/ab-testing-usability-engineering/>.
- Paulino, D., Pinheiro, P., Rocha, J., Martins, P., Rocha, T., Barroso, J. ve Paredes, H. (2020). Assessment of wizards for eliciting users' accessibility preferences. *9th International Conference on Software Development and Technologies for Enhancing Accessibility and Fighting Info-exclusion* (ss. 135-140). ACM.
- Rosenzweig, E. (2015). *Successful user experience: Strategies and roadmaps*. Morgan Kaufmann Publisher. Massachusetts
- Rubin, J. ve Chisnell, D. (2008). *Handbook of usability testing: How to plan, design, and conduct effective tests*. Wiley. Indianapolis.
- Sengpiel, M. (2016). "Teach or Design? How Older Adults' Use of Ticket Vending Machines Could Be More Effective". *ACM Transactions on Accessible Computing* 9(1), 1-27.
- Shneiderman, B. ve Plaisant, C. (2004). *Designing the user interface: Strategies for effective human-computer interaction*. Pearson/Addison Wesley. Boston.
- Tseytlin, E., Linkov, F., Castine, M., Legowski, E. ve Jacobson, R. S. (2018). "DomainBuilder: The Knowledge Authoring System for SlideTutor Intelligent Tutoring System". *F1000Research* 2018, 7:1721.
- Zhang, L., Yang, X., Cota, Z., Cui, H., Ford, B., Chen, H., Macklin, J. A., Reznicek, A. ve Starr, J. (2021). "Which methods are the most effective in enabling novice users to participate in ontology creation? A usability study". *Database*, 2021, 1-23

## Authentication and Billing Scheme for The Electric Vehicles: EVABS<sup>1</sup>

DOI:10.33461/uybisbbd.1075481

Ömer AYDIN<sup>2</sup> 

### Article Info

**Paper Type:**  
Research Paper

**Received:**  
18.02.2022

**Accepted:**  
30.05.2022

©2022 UYBISBBD  
All rights reserved.



### Abstract

*The need for different energy sources has increased due to the decrease in the amount and the harm caused to the environment by its usage. Today, fossil fuels used as an energy source in land, sea or air vehicles are rapidly being replaced by different energy sources. The number and types of vehicles using energy sources other than fossil fuels are also increasing. Electricity stands out among the energy sources used. The possibility of generating electricity that is renewable, compatible with nature and at a lower cost provides a great advantage. For all these reasons, the use of electric vehicles is increasing day by day. Various solutions continue to be developed for the charging systems and post-charge billing processes of these vehicles. As a result of these solutions, the standards have not yet been fully formed. In this study, an authentication and billing scheme is proposed for charging and post-charging billing processes of electric land vehicles keeping security and privacy in the foreground. This scheme is named EVABS, which derives from the phrase "Electric Vehicle Authentication and Billing Scheme". An authentication and billing scheme is proposed where data communication is encrypted, payment transactions are handled securely and parties can authenticate over wired or wireless. The security of the proposed scheme has been examined theoretically and it has been determined that it is secure against known attacks.*

**Keywords:** electric land vehicle, authentication scheme, encryption, security, payment system, charging system.

**Atıf/ to Cite (APA):** Aydın, Ö. (2022). Authentication and Billing Scheme for The Electric Vehicles: EVABS. International Journal of Management Information Systems and Computer Science, 6(1), 29-42

<sup>1</sup> Bu çalışma, 14-15 Ekim 2020 tarihlerinde 4. Uluslararası Ekonomi, Finans ve Enerji Kongresi'nde sunulan bildirinin genişletilmiş halidir.

<sup>2</sup> Dr. Öğr. Üyesi, Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Bilgisayar Bilimleri Anabilim Dalı, omer.aydin@cbu.edu.tr

## 1. INTRODUCTION

Since the use of electricity by people, this energy has been the main source of many technological developments. Televisions, phones and computers are some examples of this development. The energy required for the operation of many technological inventions and devices is electricity. In this development process, the use of electricity among other energy sources has increased day by day. Since the development of the first steam-powered land vehicle (Reitze Jr, 1977) by Nicholas Cugnot in 1769, serious changes have occurred in land, sea, air vehicles and spacecraft. Due to the adverse effects of fossil fuels used in internal combustion engines such as environmental pollution, their limited amount in the world and the prediction that they will be depleted in the near future, the need to focus on different energy sources has arisen.

Fossil fuel reserves are decreasing rapidly and especially oil and natural gas reserves are approaching critical levels (Öztornacı, 2019). The distribution of energy demand by years in terms of distribution by resources is given in Table 1.

**Table 1.** Distribution of primary energy demand by resources (million tons of oil equivalent)

	1990	2010	2015	2020	2030	2035
<b>Oil</b>	3.2300	4.113	4.352	4.457	4.578	4.656
<b>Coal</b>	2.231	3.474	3.945	4.082	4.180	4.218
<b>Natural gas</b>	1.668	2.740	2.993	3.266	3.820	4.106
<b>Biomass</b>	903	1.277	1.408	1.532	1.755	1.881
<b>Nuclear</b>	526	719	751	898	1.073	1.138
<b>Hydraulic</b>	184	295	340	388	458	488
<b>Other</b>	36	112	200	299	554	710
<b>Total</b>	8.779	12.730	13.989	14.922	16.417	17.197

**Source:** Kalkınma Bakanlığı Özel İhtisas Komisyonu Raporu, 2014; Aydın, 2020

When we consider all this information, we see that along with electrical energy, hydrogen, biological fuels, and nuclear reactions energy sources are used. Considering its ease of use, accessibility and various advantages in terms of production, electrical energy stands out among the energy sources used by the vehicles used in our daily life.

Although the use of electric vehicles began in the late 19th and early 20th centuries, electric vehicles began to take place more in today's world by developing and increasing in prevalence after 1980 and especially in the early 2000s. Electric bicycles, cars, trains, buses and planes are now becoming widespread seriously. The necessity of filling the batteries of electric bicycles and cars in the individual vehicle class within these vehicles and the difficulties brought by this requirement appear as issues that need to be solved. There is a need for a safe and standard charging system for charging vehicles, especially in countries where individual parking facilities are very low. Charging vehicles parked on the street and using information technologies during this process, charging, device authentication and billing. Information systems are needed to work on these issues. There is no standard established for this new situation. Therefore, it is necessary to carry out studies that can direct the establishment of the standard.

The aim of this study is to provide a solution for charging electric vehicle batteries while parked on the streets. With the solution offered, transactions will be defined for payment of the billing process, mutual authentication of the devices, secure communication, termination of the billing process and invoicing. These definitions and solutions, it is aimed to contribute to the creation of a standard for battery charging processes of electric vehicles.

## 2. LITERATURE REVIEW

Many key agreement and authentication schemes have been proposed and examined for vehicles using IoT (Lo et al., 2015; Kumari et al., 2016; Chin et al., 2017; Liu, et al., 2017; Mohit et

al., 2017; Guo et al., 2017; Zhou et al., 2017; Shen et al., 2017; Wu et al., 2019). Although these studies have positive results in terms of privacy and efficiency, they are vulnerable to some attacks. Considering the resource constraints of the IoT, key exchange or authentication schemes that are resistant to existing attacks should be proposed.

On the other hand, charging electric vehicles is a serious and important issue for smart grid systems. Smart grids should be efficient, secure, stable and sustainable. Many studies have been done in the literature on charging electric vehicles in smart grids (Kim et al., 2010; Lu et al., 2012; Gan et al., 2012; Xu et al., 2016; Tian et al., 2016; Tang & Zhang, 2016). Some security and privacy problems may be encountered in these studies. Some studies have suggested the use of blockchain to solve these problems (Nakamoto, 2008; Surhone et al., 2010; Poon & Dryja, 2016; Karaarslan & Akbaş, 2017; Saritekin et al., 2018; Huang et al., 2018; Karaarslan & Adiguzel, 2018; Hyperledger Foundation, 2022; NIST Series Pubs., 2022).

Vaidya et al. have proposed a comprehensive and decentralized authentication mechanism. This mechanism aimed to eliminate the flaws and deficiencies in central authentication systems and to provide strong authentication in a multi-server environment. The study includes functional requirements, performance and security analysis. It has been claimed that with the proposed mechanism, the authentication delay decreases compared to the existing schemes and a more robust and efficient solution is proposed (Vaidya et al., 2011).

As it is known, electric vehicle charging becomes a part of our daily life. It is usually done in residential or public areas. Roberts et al. examined electric vehicles using authentication protocols during charging. They proposed a new protocol that uses key exchange without trusting certificates in their study. They have implemented this protocol using Bluetooth and Wi-Fi and claim to provide the necessary communication framework (Roberts et al., 2017).

Li et al. proposed an authentication protocol named Portunes+. This protocol is implemented using Raspberry Pi2. They made various time measurements for the authentication process. In their security analysis, they obtained numerical results showing that external attacks have decreased. They claimed that the protocol they proposed was both reliable and computationally efficient (Li et al., 2016).

Central charging servers are vulnerable to attacks such as Distributed Denial of Service and Insider Threats by attackers who have privileged access. As it is mentioned earlier, blockchain-based systems have been proposed to fix these problems. In some studies, key security cannot be guaranteed. Kim et al. proposed a blockchain-based system. Key security, mutual secure authentication, confidentiality and an efficient structure are promised in this system. Secure mutual authentication has been proven with BAN logic. Resistance to replay and man-in-the-middle attacks has been verified with AVISPA. They have added comparisons for computing and communication costs. They claimed that this system was suitable for lightweight devices (Kim et al., 2019).

### **3. SECURE PAYMENT AND CHARGING SYSTEM**

In countries where individual parking areas are not sufficient, the ability to charge people's vehicles while the devices are parked on the streets, shopping malls and other parking areas will provide many advantages. Especially when it is considered that many people leave their vehicles until they return home after work in the evening and park on the streets in the morning or on the weekends, it is of great importance to be able to charge their electric vehicles safely during this period. Vehicles in apartments without individual car parks are open to interference from outside during charging. In this process, disconnecting the charge, connecting to another device without interrupting the charge with intervention and billing to the wrong person, etc. There are many risks. For all these reasons, the authentication scheme and invoicing system, details of which are shared below sections, have been designed.

### 3.1. Current charging and payment technology

According to the International Energy Agency, electric vehicles account for 2.6% of global automobile sales, according to 2019 data. In terms of sales, there was a 6% growth compared to 2018 (McBain & Bibrah, 2021). Along with these developments, electric vehicle charging systems and infrastructure have been developing and expanding in the last 10 years. For North America, there are at least 10 EV charge point operator(CPO)s (Cision PR Newswire, 2020). If we look at the situation in the United States, more than 60,000 individual charging outlets and more than 20,000 charging locations serve (Vehicle Technologies Office, 2019). In line with all developments, the EV charging industry is expected to have a value of over \$100 billion by 2027(Cision PR Newswire, 2020).

Electric vehicle charging systems are classified as Level 1, 2 or 3 depending on current type, charging speed and connectors. Level 1 uses a conventional household electrical outlet that provides up to 15 amps (A) of AC current at 110 volts (V) and a maximum speed of 1.65 kilowatt hours (kWh) (Firewire Tech, 2020). Level 2 EV chargers also supply AC household current, but use a two-phase connector and upgraded cable, allowing EVs to charge up to 30A–50A at 240V (homes) and 80A in commercial locations (Charge Point, 2021). Level 3 EV charging systems, also known as DC fast charging, are the closest option to refueling a petrol vehicle. DC fast chargers have been significantly improved and currently offer charging rates between 50kWh–350kWh (Charron, 2019), with higher rates expected in the future. These chargers are more complex and convert electricity from AC to DC, bypassing the vehicle's built-in converter, which usually limits Level 2 charging speeds.

The whitepaper titled "Electric Vehicle Charging Open Payment Framework with ISO 15118" introduced a framework where an electric vehicle (EV) driver can charge the vehicle at a charging station located at any location and pay without a membership or account. Detailed explanations and details of a safe charging and payment system are shared in the relevant document. This white paper proposes the use of the ISO 151181 Vehicle-to-Grid communication standard along with open payment technology. With Plug&Charge (PnC) ISO 15118, the system comes into play and safe EV charging can be implemented in a simple way. This document presents an approach to safe EV charging with the support of open payment technology(S.T.A., 2021).

Vaidya and Mouftah says taht ISO/IEC 15118 standard defines certificate-based authentication and authorization mechanism for EV charging, but since these techniques are single-mode and single-path, they have low security and may be vulnerable to various malicious attacks. Multi-mode and Multi-Pass Authentication mechanisms have been proposed for EV networks. They claimed that substitution attacks, Man-in-the-middle attacks etc. can be reduced by using such mechanisms (Vaidya & Mouftah, 2020).

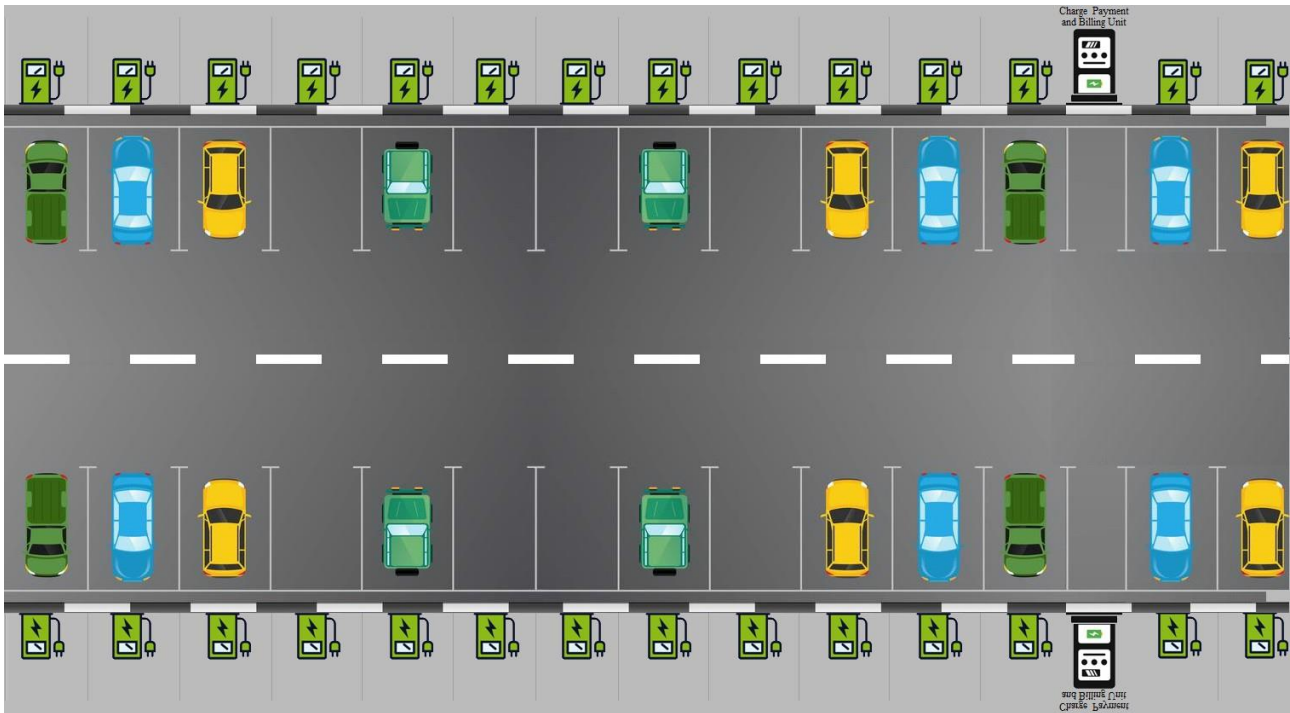
Wang et al. proposed a lightweight authentication framework based on federated learning (FL) with a premium penalty mechanism for EV infrastructures considering both the efficiency of energy management and the potential risks of federated learning (FL) for EV infrastructures. They claim that the security analysis and performance evaluation proves that their proposed framework can create an accurate electricity demand forecasting framework for EV infrastructures to defend against multiple federated learning (FL) attacks (Wang et al., 2021).

Babu et al. proposed a protocol package EV-Auth for entities communicating in a dynamic charging system capable of mutual authentication and session key calculation. To gain practical capabilities, EV-Auth is built to rely on lightweight encryption primitives. It was emphasized that it includes a feature known as uninterrupted electric vehicle delivery. The security of the proposed protocol was evaluated using the random oracle model and the scyther tool(Babu et al. 2022).

### 3.2 Proposed payment and charging system

The parking of vehicles on the streets and the representative image of the proposed street charging and billing system are shown in Figure 1. It is assumed that the vehicles will be placed in the pockets marked on the street in the figure. There are connection points right next to the pockets

and on the pavement where the cables to be used for charging are located. When the cables here are pulled, they can be extended by unwinding from their windings by means of the mechanism inside. When it is released, it is collected. Most of these systems are used in the electrical cables of vacuum cleaners. The electrical cables are designed to be resistant to external interference, to eliminate the risks such as leakage and short circuit, and to have outer coatings. These electrical cables are connected to terminals located opposite each other and located at the endpoints of each street. These terminals are connected to the main servers with secure infrastructure and are not open to intervention. It is assumed that the communication is encrypted and the information transmitted is secure and cannot be changed.



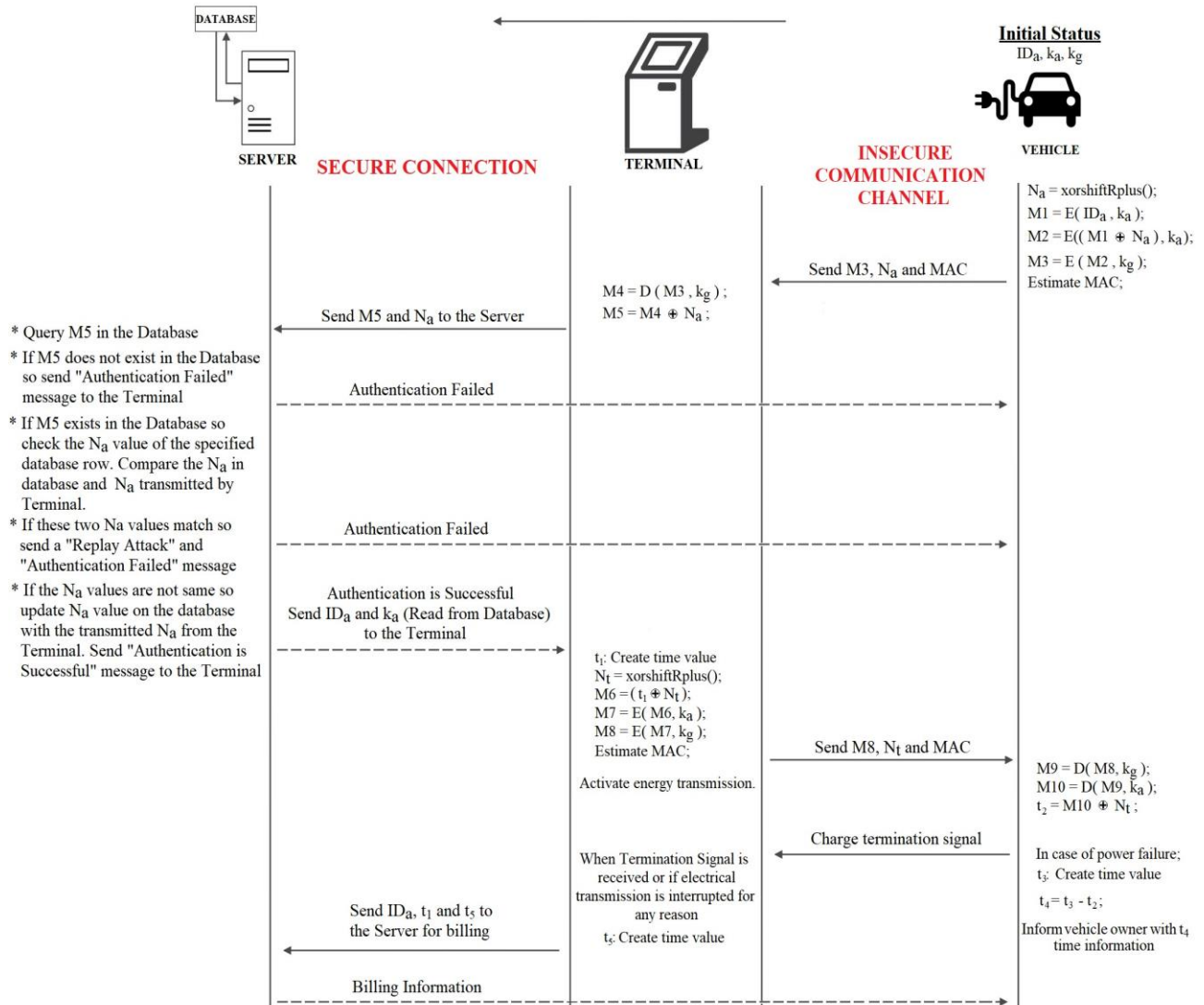
**Figure 1.** View of the charging and payment system components on the street

When the vehicle approaches the parking pocket, the charging cable will be pulled out and attached to the vehicle. Once installed, the authentication process will be provided between the terminal and the vehicle, regardless of whether it is wired or wireless. During or before the authentication process, the owner of the vehicle enters the amount he wants to load through the terminal and then pays the payment by credit card, cash, etc. will be able to. In addition, it will have the opportunity to load the balance into its predefined account and recharge the vehicle from the current balance from its mobile device or any compatible device connected to the internet. The relevant terminals are designed to allow all these payment transactions. At the same time, the terminal will cut the charge at the end of the charge and the server will send the relevant billing information to the owner of the vehicle by text message, e-mail, etc. will transmit according to preference. In addition to these, if desired, it can be printed on the street with the possibility of printing the plug on the terminal.

Performing authentication can be considered as a mutual handshake between the vehicle and the server. In parallel with its use in daily life, very important functions such as agreement, mutual recognition and trust are fulfilled with the authentication process, which is described as a handshake. In addition, by creating a framework such as the stages of this process between the two devices, which parties and transactions it has, this turns into a scheme. An authentication scheme given in Figure 2 has been proposed for this process, and its implementation is supposed to protect against known attacks.

Figure 2 shows the communication between the Server, the Charging Station and the Electric vehicle. The information transferred between them is shown with arrows for the devices to verify

each other and for the billing process. The authentication and billing scheme shows the transactions between the server and the terminal and the electric vehicle. There is an insecure connection between the Terminal and the Vehicle. First, the vehicle encrypts a random number and its own ID and sends the encrypted text with the random number to the terminal. The terminal decrypts it and sends it to the server. The server is checking database records with relevant information. If the vehicle is not in the list, the authentication failed message is transmitted to the vehicle via the terminal. If the authentication is successful, the charge process start message is transmitted to the terminal. In this way, the charging process begins. If the charging process finishes or is interrupted, this is detected and time information is transmitted to the server by the terminal. In this way, the server performs the billing process to the relevant vehicle.



**Figure 2.** Authentication and billing scheme

Before examining the authentication scheme steps in detail, let's share the information of the parties of the system and general information about the status of the system. On the vehicle, there are  $ID_a$ ,  $k_a$  and  $k_g$  recorded by creating records on the server beforehand. The tool and terminal xorshiftRplus (Cabuk et al., 2017) can generate random numbers using the pseudorandom number generator (PRNG). For systems with lower resources, xorshiftULplus (Aydin & Kösemen, 2020) PRNG can be recommended. However, since it will generally have sufficient resources in terms of vehicle and terminal hardware and connection source, xorshiftRplus, which provides higher security, was used in this study. It has a value of  $k_g$  to use as well as terminal encryption. These symbols and notations are given in Table 2 with their explanations.



**Table 2.** Signs and symbols used

$k_g$	Secret group key for group members
$k_a$	Vehicle secret key
$ID_a$	Vehicle identification code
$N_a$	Random number generated on the vehicle side
$N_t$	Random number generated on the terminal side
MAC	Message authentication code
$\oplus$	Exclusive or operator
$E(X, k)$	Encrypting X with the secret key k using AES
$D(E, k)$	Decryption of X with the secret key k using AES
t	Time value
M	Calculated message values

The attacker is assumed to have the following capabilities, access, information, and resources (Aydin et al., 2020):

- The attacker can listen to all messages between the vehicle and the terminal.
- Attacker can block the data transmitted on the communication channel.
- Attacker can send a message to the other party as if it were a vehicle or a terminal.
- The attacker does not have access to hidden parameters but can access all functions or processes. Pseudorandom number generator, encryption and XOR.
- The attacker can read, create, modify, and delete all messages transmitted and return those messages back to the communication channel.

The authentication scheme steps that we assume to be secure under the assumption that the attacker has these capabilities are as follows.

**Step 1 (Vehicle):**

- Generate the  $N_a$  random number (RN) using xorshiftRplus PRNG.
- Vehicle identification code  $ID_a$  is encrypted using AES algorithm with  $k_a$  key and  $M1$  is created.
- $M1$  and  $N_a$  are subjected to logical Exclusive OR operation and  $M2$  is formed.
- $M2$  is encrypted with AES using  $k_g$  group secret key and  $M3$  is generated.
- MAC is calculated.
- $M3$ , MAC and  $N_a$  are sent to the terminal.

**Step 2 (Terminal):**

- $M3$ , MAC and  $N_a$  transmitted from the vehicle are received.
- $M3$  value is decrypted with AES using  $k_g$  group secret key and  $M4$  is obtained.
- $M4$  and  $N_a$  are subjected to logical Exclusive OR operation and  $M5$  is formed.
- $M5$  and  $N_a$  are transmitted to the server over a secure line.

**Step 3 (Server):**

- $M5$  and  $N_a$  transmitted by the terminal over the secure line are received.
- Search for  $M5$  in the database.
- If the record is not found, the authentication failed message is returned to the Terminal.

- If the  $M_5$  value is found, the  $N_a$  value of the relevant database record is checked.
- If the received  $N_a$  value and the  $N_a$  value on the database are the same, it is evaluated as a replay attack and the authentication operation failed message is returned to the terminal.
- If the  $N_a$  value received from the terminal and the  $N_a$  value on the database are not the same, the value in the database is updated with the new value transmitted from the terminal, and the  $ID_a$  and  $k_a$  information in the relevant database record is sent to the terminal over the secure line.

#### Step 4 (Terminal):

- Terminal gets  $ID_a$  and  $k_a$  values from the server.
- It takes the time value of  $t_1$  with the help of the built-in clock.
- Generate the random number  $N_t$  (RN) using xorshiftRplus PRNG.
- $t_1$  and  $N_t$  is subjected to logical Exclusive OR operation and  $M_6$  is formed.
- $M_6$  is encrypted using the AES algorithm with the  $k_a$  key and  $M_7$  is created.
- $M_7$  is encrypted using the AES algorithm with the  $k_g$  key and  $M_8$  is created.
- MAC is calculated.
- Energy flow is activated.
- $M_8$ , MAC and  $N_t$  are sent to the vehicle.

#### Step 5 (Vehicle):

- $M_8$ , MAC and  $N_t$  sent from the terminal are received.
- The value of  $M_8$  is decrypted with AES using the  $k_g$  group secret key and  $M_9$  is obtained.
- $M_9$  value is decrypted with AES by using  $k_a$  vehicle secret key and  $M_{10}$  is obtained.
- $M_{10}$  and  $N_t$  are subjected to logical Exclusive OR operation and  $t_2$  is obtained.
- Waits for the completion of the charging process.

In case of power cut for any reason (battery charging, reaching the filling balance, removing the cable manually, etc.)

#### Step 6 (Vehicle):

- The vehicle creates  $t_3$  time value with the clock on itself.
- Calculates the time value  $t_4$  by subtracting the time value  $t_2$  from the time value  $t_3$ .
- It shows the  $t_4$  time value to the owner of the vehicle to inform him/her and saves it to the relevant place in the vehicle.

#### Step 7 (Terminal):

- Generate time information  $t_5$  and send start ( $t_1$ ) and end time ( $t_5$ ) information to the server along with the associated vehicle information ( $ID_a$ ).

#### Step 8 (Server):

- Perform the invoicing process with the vehicle information and time information coming from the terminal and deliver the necessary information to the vehicle owner through preferred channels.

## 4. SECURITY ANALYSIS OF THE EVABS

The security of the proposed authentication scheme will be analysed in this section. The security of EVABS against well-known attacks will be evaluated theoretically. Before making this assessment, we will list below the capabilities of the attacker (Dolev & Yao, 1983):

- The attacker can listen to the communication between the terminal and the vehicle and see all the messages.
- The attacker can block the messages between the parties.
- The attacker can replace one of the parties and send a message to the other.
- The attacker knows the encryption algorithms, operations and functions.
- The attacker does not have access to the hidden parameters.
- The attacker can delete, modify or create all transmitted messages and send them again to the communication environment.

EVABS has been examined against to traceability, physical disclosure, replay, impersonation, denial of service, desynchronization, man in the middle, eavesdropping and cloning attacks.

### 4.1. Traceability attack

We know that this type of attack can be performed if the fixed messages are transmitted between the parties, so the attacker can trace the message. In the proposed scheme, nonce values which are the random numbers generated by a statistically secure PRNG that is called “xorshiftR+” was used to prevent this type of attack. Sender and receiver or in other words both parties add these nonce values ( $N_t$  and  $N_a$ ) to all transmitted messages. Random numbers used as nonce values are important and must have some statistical properties so they can be used in this type of application for security concerns. xorshiftR+ is for this study because it is tested both in NIST STS and TestU01 and successful in both test suites (Çubuk et al., 2017). Adding  $N_t$  and  $N_a$  values to all transmitted messages before the encryption process both encrypted data and estimated MAC are also changed for each session. Therefore, we can define the proposed scheme as a secure one against traceability attacks.

### 4.2. Replay attack

A replay attack can be performed by recording the messages during the successful authentication process and sending them again to authenticate a non-valid party. It is also assumed that when the terminal issues a request, the attacker can substitute a valid party and participate in the charging or billing process instead of a car. In the proposed scheme, the attacker can resend the recorded messages to intervene in the process, but as can be seen in Figure 2, it is not possible to recreate a valid M3 value. M2 is created by using  $N_a$  nonce value so it is always changing. This is because M3 values are encrypted by using M2 it is also continuously changing. Moreover, previously used  $N_a$  values were saved on the server database so if the replay attack is tried server will respond to it as a replay attack easily.

### 4.3. Physical disclosure attack

In this type of attack, it is assumed that the attacker can physically gain access to vehicle, and all its hidden information. If we put it differently, it may be possible by stealing or physically seizing the vehicle. As soon as this situation is detected, the relevant vehicle registration will be disabled from the central server and there will be no charge for this vehicle. In addition, since the information of this vehicle will become completely unavailable, it will not be possible for another vehicle to initiate a charging process on a fake record with this information.

### 4.4. Impersonation attack

This attack is a type of fraud where the attacker poses as a trusted vehicle to manipulate the terminal and server, harm the system or capture sensitive information by violating confidentiality. In

the proposed scheme, it is known that both  $M_2$  and  $M_3$  are encrypted. For encryption, the AES-256 algorithm is used. Considering the charging and billing process, the AES-256 algorithm is safe. With today's technical possibilities, it is not possible to break the AES-256 algorithm in the required time frame for these operations. On the other hand, the attacker cannot calculate the  $M_2$  value without having  $ID_a$  and  $k_a$ . Moreover, both  $M_2$  and  $k_g$  encryption key are required to calculate the  $M_3$  message. Also, it is not possible to calculate MAC value without having  $k_a$  value. Because of all these reasons, the vehicle cannot impersonate the identity and it can be said that this scheme is secure against the impersonation attack.

#### **4.5. Desynchronization attack**

If there is a counter or a synchronized key between the parties and it is updated synchronously, this attack type can be applied. Also, it can be said that this attack can be caused by ensuring that the sequence number in the packets transmitted between the parties is different from the expected sequence number. If both parties have different counter values or keys so this occurs the synchronization problem. In this situation, transmitted packages can be discarded. Using this state, the attacker can send a packet with a correct sequence number and manipulate the system. Moreover, the attacker can direct or change the communication.

For this proposed scheme, there is no counter used on both the terminal and vehicle side or a key that needs to be synchronized for each session. Moreover,  $M_3$  and  $N_a$  nonce values are taken by the terminal and  $M_4$  is created using  $N_a$  and the values stored on the terminal side.  $N_a$  random number which is used as nonce is also used to create  $M_3$ . The attacker cannot change the  $M_3$  because it is encrypted using AES-256. MAC value guarantees the invariance of the  $M_3$  and other used values.

#### **4.6. Denial of Service attack**

A Denial of Service (DoS) attack is designed to render a serving device or network unusable. In this attack, the serving party is faced with demand beyond its capacity, causing the system to crash. After a successful attack, the serving system is temporarily or permanently unavailable. The presented scheme is not affected by Dos attacks. The main reason for this is that it is not particularly affected by the desynchronization attack and there is no structural problem on the service side that can be affected by this attack. Both the terminal and the vehicle are available to accept communication all the time.

#### **4.7. Man in the Middle attack**

Man in the Middle attack is possible if the data is publicly transferred between the parties. In the proposed scheme, the data is encrypted with AES-256. In addition, some additional security mechanisms and operations have been added to the scheme. Therefore, it can be said that the related scheme is safe against Man in the Middle attacks.

#### **4.8. Cloning attack**

Vehicle ID is not transmitted publicly between the vehicle and the terminal. This information is encrypted with AES-256. In addition, instead of the vehicle ID being encrypted alone, an XOR operation is made using a random number and then this result message is encrypted. This prevents the attacker from obtaining and cloning the vehicle ID information. AES-256 is an algorithm that is technically infeasible to break if the key is not compromised.

#### **4.9. Eavesdropping**

The attacker can listen to the communication between the vehicle and the terminal but the sent critical data is encrypted so the attacker can't estimate the plain text of that critical data.

## 5. CONCLUSION

Although the use of electrical energy in daily life has been common for many years, its use in vehicles has only become widespread in recent years. With this spread, vehicles such as automobiles, motorcycles, buses, pickup trucks and tractors, in addition to those working with fossil fuels, are also widespread in our daily lives. Considering the current battery technologies, these devices need to be charged frequently, even some of them every day. Charging on the street will become a necessity, especially in countries like ours, where individual and collective parking lots are insufficient. Systems should be recommended so that this charging process can be done safely, uninterrupted and anywhere. The lack of any standard on this subject has been the main motivation for the studies on this subject. In this study, a system that can provide a solution to all these problems and allow land vehicles to be charged on the street is proposed. In the system, an authentication scheme is proposed in order for the device to verify each other with the terminal and to ensure safe billing. A scheme proposal was also required for the authentication processes of electric vehicles, which eventually turned into a computer system. It is observed that the scheme successfully prevents well-known forms of attacks such as traceability, impersonation, replay, desynchronization, physical disclosure, man in the middle, denial of service, eavesdropping and cloning attacks.

In the future, this work can be implemented by governments and security tests can be carried out with a tool such as Scyther tool (Cremers, 2008; Cremers, 2014) or Tamarin prover (Meier et al., 2013) and the system can be improved with hardware improvements.

## REFERENCES

- Aydın, Ö. (2020, October). Elektrikli Kara Araçları İçin Doğrulama Protokollü Güvenli Şarj ve Ödeme Sistemi. 4th International Congress On Economics Finance and Energy (EFE 2020). Niğde, Turkey. October 14-15, 2020.
- Aydın, Ö., & Kösemen, C. (2020). XorshiftUL+: A novel hybrid random number generator for internet of things and wireless sensor network applications. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 26(5), 953-958. DOI:10.5505/pajes.2020.00344
- Aydın, Ö., Dalkılıç, G., & Kösemen, C. (2020). A novel grouping proof authentication protocol for lightweight devices: GPAPXR+. *Turkish Journal of Electrical Engineering & Computer Sciences*, 28(5), 3036-3051. DOI:10.3906/elk-2004-5
- Babu, P. R., Palaniswamy, B., Reddy, A. G., Odelu, V., & Kim, H. S. (2022). A survey on security challenges and protocols of electric vehicle dynamic charging system. *Security and Privacy*, e210.
- Cabuk, U. C., Aydın, Ö., & Dalkılıç, G. (2017). A random number generator for lightweight authentication protocols: xorshiftR+. *Turkish Journal of Electrical Engineering & Computer Sciences*, 25(6), 4818-4828. DOI:10.3906/elk-1703-361
- Charge Point (2021).How to Choose a Home EV Charger. <https://www.chargepoint.com/index.php/resources/how-choose-home-ev-charger>
- Charron, M. (2019). Powering up: Moving beyond 50kW fast chargers. <https://electricautonomy.ca/2019/11/15/electric-vehicle-fast-chargers-moving-beyond-50kw/>
- Chin, W. L., Li, W., & Chen, H. H. (2017). Energy big data security threats in IoT-based smart grid communications. *IEEE Communications Magazine*, 55(10), 70-75.
- Cision PR Newswire (2020). Europe and North America EV Charging Infrastructure Report 2020-2024: Number of Connected EV Charging Points in Europe and North America to Reach 4.4 Million. <https://www.prnewswire.com/news-releases/europe-and-north-america-ev-charging->

infrastructure-report-2020-2024-number-of-connected-ev-charging-points-in-europe-and-north-america-to-reach-4-4-million-301128324.html

- Cremers, C. (2014). Scyther user manual. *Department of Computer Science, University of Oxford: Oxford, UK.*
- Cremers, C. J. (2008, July). The Scyther Tool: Verification, falsification, and analysis of security protocols. In *International conference on computer aided verification* (pp. 414-418). Springer, Berlin, Heidelberg. Doi: 10.1007/978-3-540-70545-1\_38.
- Dolev, D., & Yao, A. (1983). On the security of public key protocols. *IEEE Transactions on information theory*, 29(2), 198-208.
- Firewire Tech (2020) What's the Difference Between EV Charging Levels? <https://freewiretech.com/difference-between-ev-charging-levels/>
- Gan, L., Topcu, U., & Low, S. H. (2012). Optimal decentralized protocol for electric vehicle charging. *IEEE Transactions on Power Systems*, 28(2), 940-951.
- Guo, L., Dong, M., Ota, K., Li, Q., Ye, T., Wu, J., & Li, J. (2017). A secure mechanism for big data collection in large scale internet of vehicle. *IEEE Internet of Things Journal*, 4(2), 601-610.
- Huang, X., Xu, C., Wang, P., & Liu, H. (2018). LNSC: A security model for electric vehicle and charging pile management based on blockchain ecosystem. *IEEE access*, 6, 13565-13574.
- Hyperledger Foundation (2022). Hyperledger White Papers. <https://www.hyperledger.org/learn/white-papers>.
- Kalkınma Bakanlığı Özel İhtisas Komisyonu Raporu. (2014). Onuncu Kalkınma Planı 2014 - 2018 Enerji Güvenliği ve verimliliği 2023. Ankara: Kalkınma Bakanlığı.
- Karaarslan, E. & Akbaş, M. F. (2017). Blokzinciri Tabanlı Siber Güvenlik Sistemleri. *Uluslararası Bilgi Güvenliği Mühendisliği Dergisi*, 3 (2) , 16-21. DOI: 10.18640/ubgmd.373297
- Karaarslan, E., & Adiguzel, E. (2018). Blockchain based DNS and PKI solutions. *IEEE Communications Standards Magazine*, 2(3), 52-57.
- Kim, H. J., Lee, J., Park, G. L., Kang, M. J., & Kang, M. (2010, September). An efficient scheduling scheme on charging stations for smart transportation. In *International Conference on Security-Enriched Urban Computing and Smart Grid* (pp. 274-278). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Kim, M., Park, K., Yu, S., Lee, J., Park, Y., Lee, S. W., & Chung, B. (2019). A secure charging system for electric vehicles based on blockchain. *Sensors*, 19(13), 3028.
- Kumari, S., Karupiah, M., Li, X., Wu, F., Das, A. K., & Odelu, V. (2016). An enhanced and secure trust-extended authentication mechanism for vehicular ad-hoc networks. *Security and Communication Networks*, 9(17), 4255-4271.
- Li, H., Dán, G., & Nahrstedt, K. (2016). Portunes+: Privacy-preserving fast authentication for dynamic electric vehicle charging. *IEEE Transactions on Smart Grid*, 8(5), 2305-2313.
- Liu, Y., Wang, Y., & Chang, G. (2017). Efficient privacy-preserving dual authentication and key agreement scheme for secure V2V communications in an IoV paradigm. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 18(10), 2740-2749.
- Lo, N. W., & Tsai, J. L. (2015). An efficient conditional privacy-preserving authentication scheme for vehicular sensor networks without pairings. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 17(5), 1319-1328.
- Lu, J. L., Yeh, M. Y., Hsu, Y. C., Yang, S. N., Gan, C. H., & Chen, M. S. (2012, March). Operating electric taxi fleets: A new dispatching strategy with charging plans. In *2012 IEEE International Electric Vehicle Conference* (pp. 1-8). IEEE.

- McBain, S., Bibras, E. (2021). Electric Vehicles. *Tracking Report*.  
<https://www.iea.org/reports/electric-vehicles>
- Meier, S., Schmidt, B., Cremers, C., & Basin, D. (2013, July). The TAMARIN prover for the symbolic analysis of security protocols. In *International conference on computer aided verification* (pp. 696-701). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Mohit, P., Amin, R., & Biswas, G. P. (2017). Design of authentication protocol for wireless sensor network-based smart vehicular system. *Vehicular Communications*, 9, 64-71.
- Nakamoto, S. (2008). Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system. *Decentralized Business Review*, 21260. <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>.
- NIST Series Pubs. (2022). Secure hash standard. <https://csrc.nist.gov/publications/fips#fips180-4>.
- Öztornacı, E. (2019). Enerji Piyasaları Bağlamında Kamu Politikaları. *İzmir Sosyal Bilimler Dergisi*, 1(1), 25-37. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/pub/izsbd/issue/49441/605726>
- Poon, J., & Dryja, T. (2016). The bitcoin lightning network: Scalable off-chain instant payments. Available online: <https://www.bitcoinlightning.com/wp-content/uploads/2018/03/lightning-network-paper.pdf> (accessed on 05.03.2022).
- Reitze Jr, A. W. (1977). Running out of steam. *Environment: Science and Policy for Sustainable Development*, 19(5), 34-40. , DOI: 10.1080/00139157.1977.9928628
- Roberts, B., Akkaya, K., Bulut, E., & Kisacikoglu, M. (2017, October). An authentication framework for electric vehicle-to-electric vehicle charging applications. In *2017 IEEE 14th International Conference on Mobile Ad Hoc and Sensor Systems (MASS)* (pp. 565-569). IEEE.
- S.T.A. (2021). Electric Vehicle Charging Open Payment Framework with ISO 15118. A Secure Technology Alliance Payments Council White Paper. <https://www.securetechalliance.org/wp-content/uploads/EV-Charging-Open-Pmt-Framework-WP-FINAL2-Feb-2021.pdf>
- Saritekin, R. A., Karabacak, E., Durgay, Z., & Karaarslan, E. (2018, March). Blockchain based secure communication application proposal: Cryptouch. In *2018 6th International Symposium on Digital Forensic and Security (ISDFS)* (pp. 1-4). IEEE.
- Shen, J., Zhou, T., Wei, F., Sun, X., & Xiang, Y. (2017). Privacy-preserving and lightweight key agreement protocol for V2G in the social Internet of Things. *IEEE Internet of things Journal*, 5(4), 2526-2536.
- Surhone, L. M., Timpledon, M. T., & Marseken, S. F. (2010). Smart contract.; Betascript Publishing: Saarbrücken, Germany, 2010; pp. 1–72. ISBN 978-613-0-48941-0.
- Tang, W., & Zhang, Y. J. (2016). A model predictive control approach for low-complexity electric vehicle charging scheduling: Optimality and scalability. *IEEE transactions on power systems*, 32(2), 1050-1063.
- Tian, Z., Jung, T., Wang, Y., Zhang, F., Tu, L., Xu, C., ... & Li, X. Y. (2016). Real-time charging station recommendation system for electric-vehicle taxis. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 17(11), 3098-3109.
- Vaidya, B., & Mouftah, H. T. (2020, June). Multimodal and Multi-pass Authentication Mechanisms for Electric Vehicle Charging Networks. In *2020 International Wireless Communications and Mobile Computing (IWCMC)* (pp. 371-376). IEEE.
- Vaidya, B., Makrakis, D., & Mouftah, H. T. (2011, June). Efficient authentication mechanism for PEV charging infrastructure. In *2011 IEEE International Conference on Communications (ICC)* (pp. 1-5). IEEE.

- Vehicle Technologies Office (2019). FOTW #1089, July 8, 2019: There are More Than 68,800 Electric Vehicle Charging Units in the United States. <https://www.energy.gov/eere/vehicles/articles/fotw-1089-july-8-2019-there-are-more-68800-electric-vehicle-charging-units>
- Wang, W., Fida, M. H., Lian, Z., Yin, Z., Pham, Q. V., Gadekallu, T. R., ... & Su, C. (2021). Secure-enhanced federated learning for ai-empowered electric vehicle energy prediction. *IEEE Consumer Electronics Magazine*.
- Wu, L., Sun, Q., Wang, X., Wang, J., Yu, S., Zou, Y., ... & Zhu, Z. (2019). An efficient privacy-preserving mutual authentication scheme for secure V2V communication in vehicular ad hoc network. *IEEE Access*, 7, 55050-55063.
- Xu, Y., Pan, F., & Tong, L. (2016). Dynamic scheduling for charging electric vehicles: A priority rule. *IEEE Transactions on Automatic Control*, 61(12), 4094-4099.
- Zhou, Y., Zhao, X., Jiang, Y., Shang, F., Deng, S., & Wang, X. (2017). An enhanced privacy-preserving authentication scheme for vehicle sensor networks. *Sensors*, 17(12), 2854.



# İnsansız Hava Araçları Tabanlı Çevresel Uygulamalara Genel Bir Bakış

\*\*\*

## An Overview of Unmanned Aerial Vehicles Based Environmental Applications

Şenol ERGUNSAH<sup>1</sup> 

Selahattin KOSUNALP<sup>2</sup> 

DOI:10.33461/uybisbbd.1082689

### Makale Bilgileri

**Makale Türü:**  
Derleme Makalesi

**Geliş Tarihi:**  
04.03.2022

**Kabul Tarihi:**  
10.04.2022

©2022 UYBİSBBD  
Tüm hakları saklıdır.



### Öz

*İnsansız Hava Araçları (İHA) ilk zamanlarda askeri alanlarda kullanılmasına karşın, yeni gelişen teknolojiler ile özellikle otonom olarak kullanıma bağlı olarak rota planlaması ve gelişen batarya teknolojileri ile sivil hayatta İHA kullanımını birçok alanda yaygınlaştırmıştır. İnsan gücüyle yapılması zor veya imkânsız olan alanlarda, tehlike arz eden yerlerde, uzun süre ve maliyet açısından daha pahalı olan alanlarda İHA teknolojisi ile daha erken ve daha güvenli sonuçlar alınmaya başlanmıştır. İHA'ların sivil yaşama girmesi insanlara birçok alanda kolaylık sağlamıştır. İHA'lar gelişen teknoloji ile herhangi bir kullanıcıya gerek kalmadan tam otonom çalışması İHA kullanım seviyesini daha yukarılara tırmandırmıştır. Bu çalışmada, İHA'lara genel bir bakış yapılarak önemli hususlar sunulacaktır. İHA-tabanlı yapılmış çevresel uygulamalar detaylı bir şekilde sunulacaktır. Bu çalışmanın İHA alanında çalışmaya başlayacak olan araştırmacılara temel bilgileri kazandırma da önemli bir rol oynaması amaçlanmaktadır.*

**Anahtar Kelimeler:** İnsansız Hava Araçları, Otonom Sürüş, Yol Planlama.

### Article Info

**Paper Type:**  
Review Paper

**Received:**  
04.03.2022

**Accepted:**  
10.04.2022

©2022 UYBİSBBD  
All rights reserved.



### Abstract

*Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) have long been used efficiently in military domain. Recent technological developments have expanded the usage scope of UAVs with especially route planning depending on autonomous use, and developing battery technologies. Effective result with UAV technology can be achieved in harsh areas where human access is almost impossible and very expensive in terms of cost. The implementation of UAVs within civilian life has facilitated people in many areas. The fully-autonomous operation of UAVs with the developing technology and no user assistance has increased the level of UAV usage to higher levels. In this study, an overview of UAVs along with their operating principles is presented. Then, UAV-based environmental studies will be described in details. It is aimed that this study will play an important role in providing basic information to researchers who will start working in the field of UAV.*

**Keywords:** Unmanned Aerial Vehicles, Autonomous Driving, Path Planning

**Atıf/ to Cite (APA):** Ergunsah, Ş. ve Kosunalp S., (2022). İnsansız Hava Araçları Tabanlı Çevresel Uygulamalara Genel Bir Bakış. Uluslararası Yönetim Bilişim Sistemleri ve Bilgisayar Bilimleri Dergisi, 6(1), 43-53

<sup>1</sup> Yüksek Lisans, Bandırma Onyediy Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, senolergunsah@gmail.com

<sup>2</sup> Doç. Dr., Bandırma Onyediy Eylül Üniversitesi, Gönen Meslek Yüksekokulu, Bilgisayar Teknolojileri Bölümü, skosunalp@bandirma.edu.tr

## 1. GİRİŞ

Elektronik, haberleşme ve yapay zekâ alanlarındaki son yıllardaki hızlı gelişmeler gündelik hayat içerisindeki her alana etki etmektedir. Bu gelişmeler ışığında, birçok sistem yeniden daha etkin bir biçimde tasarlanmaktadır. Algılayıcı (sensör) teknolojilerindeki hareketlilik ise dış dünyadan her türlü bilginin yüksek hassasiyetle tespitine olanak tanımaktadır. Telekomünikasyon sektörü sunduğu birçok haberleşme altyapısı ile algılayıcılardan elde edilen bilginin merkezi bir birime aktarılmasını kolay bir hale getirmiştir (Demir, 2021). Aktarılan bu bilgilerden anlamlı bir sonuç çıkarmak için makine öğrenmesi ve yapay zekâ gibi alanlar yoğun olarak kullanılmaktadır (Kosunalp, vd., 2020). Diğer taraftan, çevresel uygulamaların en büyük problemi olan sınırlı enerji problemini çözmek için yoğun çaba verilmektedir. Küçük boyutlu ve hafif daha yüksek kapasiteli bataryaların gelişimi halen devam etmektedir. Ayrıca güneş ve rüzgâr enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının da kullanımı enerji problemi çözümü için ayrı bir araştırma konusu olmuştur. Bütün bu gelişmelerin neticesinde, birçok sistem otonom çalışan bir yapıya kavuşturulup daha “akıllı” çalışmaktadır (Menouar, vd., 2017). İnsansız hava araçları (İHA) uygulamada kendilerine sıkça bir alan bulduğundan daha kararlı çalışan, sınırlı kaynaklarını etkin kullanan ve yüksek işlem kabiliyeti ile günümüzün en sıcak çalışma alanlarından birisi olmuştur. İHA’lar ticari açıdan ciddi bir potansiyele sahip olmasının yanında, başta askeri amaç olmak üzere devletler tarafından en çok yatırım yapılan bir saha olmuştur. Şekil 1’de çeşitli alanlarda kullanılan İHA çeşitleri görülmektedir. a) Tarım alanında kullanılan İHA’lara, b) Milli silahlı İHA’mız ANKA-S, c) Görüntüleme ve fotoğraflama alanında kullanılan İHA’lara örnek olarak verilebilir.



Şekil 1. Çeşitli Alanlarda Kullanılan İHA’lar

İHA kontrolü insan tarafından yapılmayan, tamamen uzaktan kumanda veya kullanılış amacına göre önceden yüklenen bir uçuş kontrol programıyla uzaktan kumanda, yarı otonom veya tam otonom olarak hareket edebilen hava araçlarıdır. İHA’nın günümüzde birçok kullanım alanı vardır. Kullanım amacına göre, askeri, ticari, bilimsel çalışmalarda, arama-kurtarma faaliyetlerinde, kamu güvenliği ile ilgili çalışmalarda, meteoroloji alanında, hobi olarak kullanım amacıyla vb. alanlarda kullanılır. İlk İHA’lar 1916 yılında A.M.Low tarafından üretilmiştir. Birinci dünya savaşında Hewitt-Sperry otomatik uçak kullanılmıştır. İkinci dünya savaşı yıllarında, yaşanan pilot kaybını azaltmak ve bölgesel keşif yapmak amacıyla kullanılmıştır. Sektör olarak ilk İHA’lar askeri alanda kullanılmıştır. Askeri alanlarda İHA’ların kullanımı sonrasında, gelişen İHA teknolojileri ile sivil alanda da kullanımı yaygınlaşmıştır. Özellikle çok zaman alan, insan yaşamını tehlikeye atabilen uygulamalarda İHA kullanımı oldukça yaygınlaşmıştır. NASA, uzay çalışmalarında da İHA’ları kullanmıştır. Özellikle Mars gezegeninin keşfi için, Mars atmosferinde insansız bir hava aracının uçuşunu gerçekleştirmiştir.

İHA’lar, yörünge izleme sistemi ile batarya sistemleri geliştikçe insanların hizmeti için kullanımı da yaygınlaşmıştır. Bunların başında tarım sektörü, hizmet sektörü, keşif, kargolama,

yaşanılan doğal afetlerden (deprem,sel vb.) sonra keşif, yardım gibi birçok amaç için İHA'lar tasarlanmaktadır. Yazılım olanaklarının ve batarya sorunlarının çözümlenmesinden sonra hobi amaçlı olarak kullanılan İHA'ların sayısı da artmıştır. Kullanıcılar kendi İHA'larını, uygun program yazılımı ile oluşturmaya başlamışlardır. İHA'lar kontrol bakımından uzaktan kumanda, yarı otonom ve otonom olarak kullanılabilirler. Uzaktan kumanda kontrolü genellikle tek kullanım noktasından tek bir İHA kontrolü ile yapılır. Yarı otonom kontrol bir operatör ve önceden yazılmış bir kod programıyla birlikte kontrol sağlanır. Otonom kontrol ise, dışarıdan herhangi bir operatör kontrolü olmadan tam otomatik, bağımsız olarak yapılan kontroldür. Kullanım alanı geliştikçe İHA'ların otonom çalışma gerekliliği ortaya çıkmıştır. Birden fazla İHA'nın bir tek elden kumandası oldukça zor bir işlemdir. Örneğin tarım alanında gözetleme, tohumlama, ilaçlama vb. işlemlerini gerçekleştiren bir İHA ile kargolama için kullanılan bir İHA veya herhangi bir doğal afet karşısında keşif için kullanılan bir İHA'yı eş zamanlı tek bir kullanıcı tarafından kontrol etmek zor bir işlemdir. Bu işlemi kolaylaştırmak için İHA'ların otonom çalışması ile önceden belirlenmiş bir yörünge de ilerlemesi sağlanmalıdır.

Zamanla azalan maliyetler ve artan kabiliyet yetenekleri sayesinde İHA'lar gündelik hayatın birçok uygulama dalında kullanılmaktadır. Tarımsal bir alandan bilgi toplamadan, askeri bir alanda taktiksel amaçlar için İHA'lar çok geniş bir yelpazede uygulanmaktadır (Demir, vd., 2021). Uygulama gereksinimlerine bağlı olarak İHA'lar ile daha güncel projeler çıkmaya devam etmektedir. Örneğin, bir deprem alanında İHA'lar enkaz tespiti amacı için kullanılmıştır. Bir başka örnek ise, İHA'ların vahşi yaşam şartlarında yaşayan yabani hayvanların izlerini sürmek için kullanıldığını göstermektedir. Bu motivasyon ile, bu makalede son yıllarda İHA'lar kullanılarak yapılan çalışmaların detaylı bir derlenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca, İHA'ların genel yapısı ve çalışma prensipleri detaylıca sunulacaktır. Makalenin temel amacı, İHA konusunda çalışmaya başlayan araştırmacılara temel bilgilerin sunulduğu bir kaynak sunmaktır.

## 2. İHA SİSTEMLERİNE GENEL BİR BAKIŞ

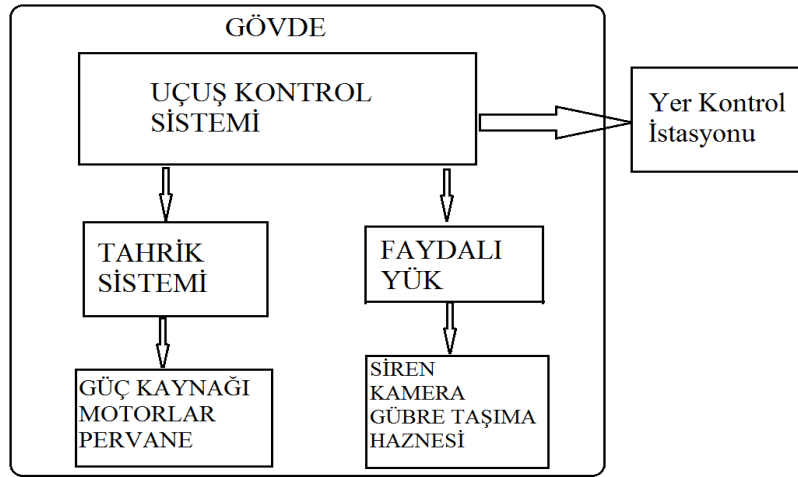
1900' lü yılların başlarında uçan balonların silahlandırılarak savaşlarda kullanılması ile sonrasında uzaktan kumandalı mini uçakların yapımı, İHA araçlarının ilk temeli olmuştur. İkinci dünya savaşı yıllarında meydana gelen pilot kayıplarını azaltmak için genellikle bölgesel keşif amaçlı uzaktan kumandalı İHA'lar kullanılmaya başlanmıştır. İlk İHA'lar navigasyon ve otonom sistemlerin gelişmesinden önceye dayandığı için, uzaktan kumanda yardımıyla kullanılan uçaklar olarak tanımlayabiliriz (Pearson, 1969). İHA'lar üzerine 1916 yılında Archibald Montgomery Low ilk çalışmaları yapmıştır (Taylor, 1977). 1935 yılında Reginald Deny ilk uzaktan kumanda ile kontrolü yapılabilen İHA modelini geliştirmiştir. 1960 yılına kadar üretilen bütün İHA'lar, uzaktan kumanda ile kontrol edilebilen yapıdadır. 2000' li yılların sonlarına kadar İHA'lar genellikle askerî alanlarda kullanılmıştır (Dikmen, 2015). İHA'lar ilerleyen yıllarda sadece uzaktan kumanda edilebilen uçaklar olmaktan çıkıp, kendi rotasını çizebilen ve kendilerine atanan görevleri icra edebilen otonom olarak kullanılan platformlara dönüşmüşlerdir. İHA'larda gelişen yön bulma ve otonom olarak kullanılma teknolojilerine bağlı olarak kullanım alanları oldukça geniş bir alana yayılmıştır. Uzun yıllar askeri alanlarda çeşitli görevlerde kullanılan insansız hava araçları günümüzde sivil hayatta kullanımı yaygınlaşarak, insanların faydasına olan görevlerde kullanımı artmıştır. (Çavuş ve Tuncer, 2017). Son yıllarda, İHA'lar için otonom kontrol ve navigasyon sistemlerinin gelişiminde önemli bir artış olmuştur. İHA'larda yaşanan teknolojik gelişmelere bağlı olarak büyük çoğunlukla otonom olarak kullanım artmıştır. İnsanların hizmetine kullanılmaya başlanan İHA'lar, bu sektörlere farklı yaklaşımlar kazandırmıştır.

### 2.1. İHA'ların Yapısı ve Bileşenleri

İHA'ların gerek kullanım alanı gerek büyüklük olarak bileşenleri farklılık gösterebilir. İHA'lar üzerinde bulunan faydalı yük diye tabir ettiğimiz bileşenlerde çeşitlilik kazanır. Şekil 2'de İHA'ların

genel yapısına ait blok diyagramı verilmektedir. İHA'ların yapısında bulunan belli başlı bileşenler şunlardır:

- **Gövde:** İHA'nın iskeletini oluşturur. Tüm diğer parçaların üzerine monte edildiği kısımdır. Gövde olabildiğince hafif ve sağlam olmalıdır. Gövde ne kadar hafif olursa bataryadan gelen enerji, gövde ağırlığını kaldırmak yerine, motorların dönüş sayısına bağlı olarak havada kalabilme, faydalı yükleri taşımaya harcayacaktır. Gövde kısmı uçuş esnasında gövdeye yüklenen ağırlığa karşılık dayanıklı olmalıdır. Bu iki kriter göz önünde bulundurulduğunda, malzeme olarak genellikle karbon fiber, ahşap, alüminyum, cam fiber ve yüksek kaliteli plastik malzemeler kullanılır. Gövde seçiminde kullanılan malzemeler, İHA'nın kullanım amacına göre değişebilir.
- **Tahrik (Hareket) Sistemi:** İHA'nın iniş-kalkış, sağa-sola dönüş, hareketlerini sağlayan ve bu hareketleri yaptırabilmek için gerekli olan enerjiyi üreten sisteme Tahrik (Hareket) Sistemi denir. İHA'larda motor, pervane, batarya olarak gruplandırılabilir. Tahrik sistemi İHA'nın havada uçuş süresini, kaldırabileceği yük miktarının ağırlığını belirler. Kullanım yerine göre kaldırabileceği ağırlık miktarını artırmak için motor seçimi, uçuş süresini artırmak için ise batarya seçimi önemli yer tutar. İHA'larda genellikle iki tip motor kullanılmaktadır. Bunlardan birinci fırçasız DC motorlardır, ikincisi ise servo motorlardır. **Uçuş Kontrol Sistemi:** Uçuş Kontrol Sistemleri (UKS), İHA'ların kullanım amacına göre tasarımı, donanımı ve yazılımı bakımından farklılıklar gösterir. Bu amaçlara göre İHA'nın kanat tipi, ağırlığı, itki sistemi, uçuş süresi, uçuş yüksekliği UKS'nin belirleyicileridir. Ayrıca İHA kontrolüne göre (uzaktan kumanda, yarı otonom, tam otonom gibi) kullanılan sensörler, İHA kontrolünün ne şekilde olacağı (uzaktan kumanda, GPS, radyo frekans kontrolü gibi) uçuş kontrol sistemlerine farklılık kazandırmaktadır. Genel itibariyle İHA'nın kontrolünü sağladığımız bileşen grubudur. UKS içerisinde yer kontrol noktası (YKİ), kontrolü sağlayan bilgisayar, yazılım gibi bileşenler de yer almaktadır.
- **Faydalı Yük:** İHA'nın kullanım amacına göre neye hizmet ediyorsa o hizmete uygun olarak İHA üzerinde bulunan tüm donanımları kapsamaktadır. Bu donanımlar İHA kullanım amacına göre oldukça farklılık gösterebilir. Örneğin tarım alanında kullanılan bir İHA ilaçlama gübreleme, görüntüleme, zarar verecek hayvanları uzaklaştırma, tohumlama vb. görevlerini yerine getirmektedir. Bu görevleri yapabilmesi için üzerinde bu görevlere uygun bileşenlerin olması gerekmektedir. Bu bileşenler siren, kamera, ilaç ve gübre taşıma haznesi olmalıdır.
- **Yer Kontrol İstasyonu:** Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü (SHGM), yer kontrol istasyonunu, İHA'yı uzaktan kumanda ederek kullanmak veya otonom olarak yaptığı görevleri takip etmek, operasyonları süresince ve görüş alanı dışında iken, yer ve durumunu izlemek için kullanılan, yerde veya bir platformda bulunan cihaz veya sistemi olarak tanımlar. İHA'ya verilen görevin takibi, İHA'nın konumu, iniş kalkışının izlenebildiği, gerekli görüldüğü takdirde uçuş planının değiştirilebildiği farklı durakların eklenebildiği, anlık görüntülerin alınabildiği komuta merkezidir. Öncelikli olarak görev tanımı yapıldıktan sonra bu göreve göre uçuş planı hazırlanır. Bu uçuş planının gerçekleşmesini sağlayan bir kontrol bilgisayarı ve İHA ile haberleşmeyi sağlayan bir yazılım sisteminin olması gerekmektedir.



Şekil 2. İHA'ların Genel Yapısına Ait Blok Diyagramı

## 2.2. İHA türleri

İnsansız hava araçları teknik özelliklerine ve kullanılacağı yere göre farklı tasarımlarda üretilebilirler. Genel olarak İHA'lar kendi aralarında kanat tipine, kullanılan motor sayıları, gövde şekillerine ve büyüklüklerine göre çeşitlilik kazanır. Kullanıcılar kullanım amacına göre en ekonomik ve en kullanışlı İHA'yı seçerler. Tablo 1' de İHA'ların bu özelliklere göre sınıflandırılması verilmiştir.

Tablo 1. İHA çeşitleri

İNSANSIZ HAVA ARAÇLARI ÇEŞİTLERİ			
Kanat tipine göre	Motor sayısına göre	Gövde şekillerine göre	İHA'lar büyüklük, irtifa, uçuş süresine göre
1-Sabit kanatlı	1- İki motorlu (Bicopter)	1-X tipi	1-Micro insansız hava araçları,
2-Döner kanatlı	2- Üç motorlu(Tricopter)	2-H tipi	2-Mini insansız hava araçları,
	3- Dört motorlu(Quadcopter)	3-Sıkıştırılmış X tipi	3-Taktik insansız hava araçları,
	4-Altı motorlu (HexaCopter)	4-V kuyruk tipi	4-Özel görev insansız hava araçları
	5-Sekiz motorlu(Octocopter)	5- + tipi	

## 2.3. İHA Kontrol Mekanizması

İHA'ları diğer hava araçlarından ayıran en önemli parametredir. İHA'ların kontrolü dört şekilde yapılabilir:

- **Gözlenebilir kontrol**, İHA otonom olarak bağımsız bir şekilde hareket edebildiği gibi, doğrudan kontrol ile de yani dışarıdan bir operatör tarafından kısmen veya tamamen kontrolü yapılan İHA kontrol çeşididir.
- **Doğrudan kontrol**, belirli bir kontrol merkezinden, önceden belirlenmiş sınırlı bir alan içinde bir

operatör tarafından uzaktan kumanda ile kontrolü yapılan İHA kontrol çeşididir.

- **Yarı-otonom kontrol**, İHA otonom olarak yani dışarıdan bir operatör tarafından kontrol edilmeden kendi başına bağımsız hareket eder. Buradaki dezavantaj, İHA havalandıktan sonra önceden yazılan kontrol programı dışına çıkamaz çalışma alanı yazılan kontrol programıyla sınırlı kalır. Dışarıdan oluşan herhangi farklı bir durum karşısında İHA kendisi karar alamaz.
- **Tam otonom kontrol ise**, İHA tam otomatik olarak kendi başına bağımsız hareket eder. Dışarıda oluşan farklı durumlar karşısında kendi kararını alarak hareket eder.

## 2.4. Çoklu-İHA İçeren Yapı

Tek bir İHA ile sınırlı menzilli alan taranabileceği için çok sayıda İHA'nın birbiriyle iletişim halinde kalarak oluşturdukları yapı günümüzde sıkça uygulamalarda karşımıza çıkmaktadır. Bu yapı ile taranan alan büyüklüğü kullanılan İHA sayısına bağlı kalarak artırılmıştır. Bu senaryoda, İHA'lar bir hat üzerinde sıralanarak her bir İHA komşu İHA ile iletişim halinde kalmaktadır. Birbirleriyle elde edilen bilgilerin paylaşımı ile en uçta bulunan İHA iletişim halinde olduğu bir yer istasyonuna bütün bilgileri aktarır. Böylece bütün alan kapanmış olmaktadır. Buradaki en önemli araştırma konularından bir tanesi aslında İHA'ların birbirlerine çok yaklaşmasının önüne geçmektir. Ayrıca, komşu İHA'lar ile bağlantının da kopmaması gerekmektedir. Böylece bu senaryo ile geniş bir alan üzerinde kesintisiz bir sistem tasarlanmış olur. Bu sistemin genel mimarisi aşağıdaki şekil 'de sunulmuştur.

## 3. İHA UYGULAMA SAHALARI İÇİN YAPILMIŞ ÇALIŞMALAR

Yavuz G. (2019), yaptığı çalışmasında İHA teknolojisi kullanarak açık maden işletmelerinin haritalama işlemini gerçekleştirmiştir. Açık maden sahalarında çalışma şartlarının zorluğu ve maliyetli olmasından dolayı İHA teknolojisinin insan gücünden daha verimli olduğu anlatılmıştır. Haritalama işlemlerinde, İHA fotogrametrisiyle açık maden işletmesinin ortofoto haritaları çıkarılmıştır. Ortofoto; yeryüzünü herhangi bir oynama veya düzeltme işlemi olmaksızın, belirli bir ölçekle gösteren hava görüntüleridir. Ayrıca Sayısal Yükseklik Modelleri (SYM) kullanılarak, madene ait çeşitli hesaplamalar yapılmıştır. Sayısal yükseklik modeli (SYM), İHA fotogrametrisiyle gelen verileri, 3 boyutlu bir bilgisayar grafiği görmemizi sağlar. İHA fotogrametrisi ile üretilen 3D modeller üzerinden bir madenin bütün değerleri (alan, kübaj, dolgu miktarı ve dekapaj hesapları vb.) hesaplanabilmektedir. İHA fotogrametrisi ve SYM modelleri kullanılarak maden işletmelerinde gerekli olan bütün hesaplamalar yapılmış olup, hesaplanan bu değerler üç boyutlu bir simülasyon programıyla gösterilmiştir.

Alptekin, vd. (2019), yaptıkları çalışmalarında İHA kullanılarak doğal afetlerle mücadele kapsamında İHA fotogrametrisiyle afete maruz kalan bölgelerin modellenmesi çalışmalarına katkıda bulunmuşlardır. Yaptıkları çalışmada küçük heyelan bölgelerinin İHA ile ortofotosunu çıkararak Android telefon ile kolaylıkla modellemişlerdir. Kullandıkları İHA, ağırlığı 320 gr Tablo 2'ye bakıldığında SHGM'ye göre İHA-0 sınıfından olan bu İHA'nın, kumandasının ağırlığı 386 gr, batarya ağırlığı 126 gr, 4 adet batarya, 25 dk uçuş süreli, maksimum yatay hızı 15,2 m/s, maksimum dikey hız 4 m/s maksimum rüzgar direnci 13.9 m/s ve maksimum uzaklığı 4000 m özelliklerine sahiptir. İHA tarafından çekilen fotoğraflar AgisoftMetashape programı kullanılarak birleştirilmiştir. İHA kontrolü için için beş adet yer kontrol istasyonu kurulmuştur. İHA üzerinde bulunan GPS ile koordinatlar belirlenmiştir. İHA kontrolü için andorid telefon kullanılmıştır. İHA'yı android telefonla kontrol etmek için FreeFlight 6, ve Pix4Dcapture programlarının telefona yüklenmesi gerekmektedir. FreeFlight 6 programıyla resim çekme, videoya alma gibi işlemler yapılır. Pix4Dcapture programı ile İHA'nın yüksekliği, uçuş hızı, rotası ve bindirme aralığı belirlenir. Uygulama yapılırken önceden belirlenen heyelan bölgesinde 5 adet yer kontrol istasyonu kullanılarak uçuşlar yapılmıştır. AgisoftMetashape programı kullanılarak bölge modellemesi yapılmıştır.

Tablo 2. Shgm insansız hava araçları sınıflandırması

İha sınıfı	Azami kalkış ağırlığı
İHA-0	500 gr (dâhil) – 4 kg
İHA-1	4 kg (dâhil) – 25 kg
İHA-2	25 kg (dâhil) – 150 kg
İHA-3	150 kg (dâhil) ve daha fazla

Değirmen, vd. (2018), yaptıkları çalışma da İHA kullanılarak afet bölgesi alanlarında durum tespiti yapmak amaçlanmıştır. Afet olan bölgede mümkün olduğu en kısa sürede durum tespiti yapılmalıdır. Arama kurtarma açısından bu süre ne kadar kısa olursa yapılacak olan müdahalenin de süresi o kadar kısa olacaktır. Bu nedenle afet yönetiminde, İHA'ların kullanımı ayrıca önem kazanmaktadır. Yaptıkları çalışma da İHA rota planlaması yapılarak kümeleme ve matematiksel programlama mantığı kullanılarak durum tespiti yapılmıştır. Durum tespiti yapacak olan İHA'ların rota planlamasının yapılması için GSP modelini kullanmışlardır. GSP, İHA'nın başlangıç noktasından başlayarak N adet noktadan yalnızca bir kez geçerek, başlangıç noktasına dönerken en kısa ve en uygun maliyetli yolun bulunmasını sağlar. İHA'ların iniş ve kalkış yapacakları yer kontrol istasyonlarının belirlenmesinde gözetlenecek noktaların kümelenmesi sağlanarak bu noktalara göre en yakın yer kontrol istasyonlarının (YİK) belirlenmesi gerekmektedir. Bu noktaların belirlenmesi için K ortalama algoritmaları ve p-merkez problemi yöntemlerini kullanmışlardır.

Doğan, vd. (2019), İHA ile yeryüzünde bulunan bitki türlerinin ayırt edilmesi üzerine çalışma yapmışlardır. Uydu ile yapılan uzaktan algılama sisteminin bitki türlerinin ayırt etmedeki yetersizliği ile gelişen İHA teknolojilerinin getirdiği yenilikler bu işlemin, İHA ile daha kolay ve hatasız yapıldığı vurgulanmıştır. İHA üzerine yerleştirilen multispektral kameralar ile kırmızı, yeşil, kırmızı - kenar ve yakın kızılötesi görüntüler kullanılarak yaklaşık 4.5 hektarlık bir alanda soya bitkileri ile yonca bitkisinin tespiti incelenmiştir. Elde edilen görüntüler ile başarılı bir sınıflandırma yapılmıştır. Sınıflandırma yapılırken bir adet kontrolsüz iki adet kontrollü sınıflandırma yapılarak doğruluk analizi yapılmıştır. İki aşamalı sınıflandırma şunlardır. Bunlardan birincisi Kontrolsüz sınıflandırmadır. Kontrolsüz sınıflandırma da İSO datacluster yöntemini kullanmışlardır. İkinci aşama ise kontrollü sınıflandırmadır. Kontrollü sınıflandırmada en yakın benzerlik ile destek vektör makinesi yöntemlerini kullanmışlardır. Sınıflandırma yapıldıktan sonra doğruluk analizinde iki adet sınıflandırma işleminden elde edilen verilere bakıldığında en yakın benzerlik sınıflandırma yapılarak yapılan doğruluk analizinin, destek vektör makinesi ile yapılan sınıflandırmaya göre daha sağlıklı sonuçlar verdiği gözlenmiştir.

Güzel, vd. (2021), yaptıkları çalışmada hareketli insan yüzünün tespitini ve takibini yapabilen İHA uygulaması yapmışlardır. Programlama dili olarak python ve İHA tarafından gelen görüntüyü OPENCV platformunu kullanarak görüntü işlemeyi yapmışlardır. OpenCV (Open Source ComputerVision) açık kodlu görüntü işleme kütüphanesidir. İHA'larda bulunan sabit kameralar ile görüntülenen nesnenin insan yüzü olduğuna otomatik olarak karar verilir ve bu insan yüzü takip edilir. İnsan yüzü olduğunu anlamak için Haar-Cascade algoritması kullanılmıştır. Bu algoritma ile insan yüzündeki renk dağılımı ve renklerine bakılarak yüzdeki organların tespiti yapılır, bu tespitten sonra insan yüzü olduğuna karar verilir. Çalışmanın dezavantajı, Haar-Cascade algoritması, insan yüzündeki bölgesel parlaklıklardan faydalanarak insan yüzü tanıma işlemi yaptığından, güneş ışığının olduğu ortamlarda istenilen sonuçların alınamamasıdır.

Hacıoğlu, vd. (2017), yaptıkları çalışmada, İHA ile görsel çizgi (rota) izleme çalışmalarına katkıda bulunmuşlardır. Hem açık alan hem de kapalı alanlarda çizginin ön tanımlamasını yaparak, çizginin görüntü izleme algoritmalarıyla tespitini sağlamışlardır. İHA rota tayini için Tanjant Vektör Alan Kılavuz (TVAK) yöntemini kullanmışlardır. Ayrıca rota izlemede kullanılan İHA'nın özellikle

yüksekliği arttığında, dış etkilere (örneğin rüzgâr) bağlı olarak gelişen olumsuz durumları üç eksenli yalpa olarak gösterilmiştir. İHA her yaptığı yalpa için, PID kontrol ve MPC kontrol ayrı ayrı uygulanarak çizgiyi olabildiğince ortalaması için gayret sarf edilmiştir. Elde edilen verilere bakıldığında MPC (Model predictive control) ile yapılan yalpa kontrolünün PID kontrole göre daha sağlıklı sonuçlar verdiği görülmüştür. Tanjant Vektör Alan Kılavuz (TVAK) Yöntemi ile takip edilecek olan çizginin görüntülerin işlenmesi ve analizinin yapılarak ön tanımlama işlemi yapılmıştır. PID (Proportional Integral Derivative) oransal-integral-türevsel kıyaslama yaparak geri besleme yani sürekli bir denetleme sağlar. Kullanım amacı, sürekli denetleme işlemi ile oluşabilecek hatayı en aza indirmektir. MPC kontrol ise gelişmiş bir süreç kontrol yöntemidir. Önceki giriş çıkış girdileri ile ileride öngörülen giriş çıkış girdilerine bağlı olarak sistemin gelecekte verebileceği cevapları önceden belirlemek için kullanılır. MPC, sistemden alınan anlık ölçümlerden faydalanarak gelecek zamandaki giriş-çıkışları hesaplanır.

Ay, vd. (2015), yaptıkları çalışmada İHA kullanarak tarımsal bir alanın ilaçlama işlemini gerçekleştirmişlerdir. İlaçlama işlemi için ilaç püskürtme sistemi, İHA kontrolü için yer kontrol istasyonu(YKİ) ve son olarak sistemi optimize edebilmek için bir simülatör kullanılmıştır. İHA belirlenmiş olan alanın ilaçlama işlemini otonom olarak yapacaktır. Bu işlem için algoritma geliştirilmiştir. Gerek haznedeki ilaç miktarının azalması gerekse batarya seviyesinin azalması gibi durumlarda İHA otonom olarak geri dönüşünü sağlayacaktır. İlaçlama işleminde yer-kontrol istasyonu olarak açık kaynaklı Mission Planner projesi baz alınmıştır. İHA'nın otonom kontrolü için mikrokontrolör olarak ardupilot mega (APM) kullanılmış olup ArduCopter ile yazılım kullanılmıştır. İlaçlama işleminde iki adet yol haritası kullanılmıştır. Bu yol haritaları simülatör programı kullanılarak çizgiler belirlenmiştir. Sarı çizgiler İHA'nın izleyeceği rotayı, kırmızı çizgiler ilaçlanacak alanın sınırlarını, siyah kesikli çizgiler İHA'nın o andaki yönünü, mavi zerrecikler İHA'nın o anda ilaç püskürttüğünü, home pozisyonu ise İHA'nın ilaç/pil dolununun yapıldığı alanı göstermektedir. İHA ilaçlama yaparken, sarı çizgileri takip ederek üzerinde bulunan ilaç püskürtme sisteminde bulunan pompa motoru ve sıvı tankı aktif hale getirilerek bulunduğu rota üzerinde ilaçlama işlemini gerçekleştirir. Batarya seviyesinin azalması ve sıvı tankında bulunan sıvı miktarı azalmasında otonom olarak HOME denilen alana geri dönecektir. İki farklı plana bağlı olarak yapılan ilaçlama işleminde üç adet İHA kullanılmıştır. Kullanılan bu İHA'lardan düşük taşıma kapasitesine sahip Flare ve Mavrik ilaçlama işleminde yetersiz kaldığı daha geniş hazneli olan X model İHA'nın ilaçlama işlemini daha kısa sürede tamamladığı görülmüştür.

Çavuş, vd. (2017), İHA rota planlama üzerine bir çalışma yapmışlardır. Rota planlaması için kullanılan birçok yöntem vardır. Bu çalışmada rota planlama yöntemi için optimizasyon işlemlerinden olan Yapay Arı Kolonisi (YAK) algoritmasını kullanmışlardır. Rota planlaması yapılırken İHA, başlangıç noktasından, ulaşmak istediği noktaya kadar en güvenli ve en kısa rota belirlenerek yapılmalıdır. Yapay Arı Kolonisi algoritması arıların yiyecek ararken gösterdiği davranışları baz alır. İHA rota planlaması yapılırken İHA'nın başlangıç ve ulaşmak istediği noktalar arasında geçilecek olan bağlantı noktaları tespiti için koordinatlar belirlenir ve bu noktalar üzerinden İHA rotasını tamamlayarak son noktaya ulaşması sağlanır. Rota belirlenirken engel ve tehlike arz edebilecek yerler (dağ, tepe) belirlenir. Rota belirleme işlemlerinde önceden hazırladıkları bir simülasyon ile İHA'nın gideceği en uygun ve kısa rotayı çizmişlerdir. Bu simülasyon programı C# dili kullanılarak yapılmış olup, harita için Google uygulamasının gMapcontrol eklentisini kullanmışlardır. Rota belirleme çalışmasını üç aşama da yapmışlardır. Birinci aşamada İHA'nın başlangıç ve bitiş noktalarını belirlemişlerdir. İkinci aşamada engel sayısı için sanal noktalar belirlemiştir. Üçüncü aşamada ise İHA ve YAK parametrelerinin ayarını yapmışlardır. Uygulama alanında, iki farklı rota belirleme çalışması yapmışlardır. Birinci çalışma Yalova'dan Sakarya'ya gidecek olan bir İHA için rota planlaması, İkinci çalışma ise, Yalova'dan Gemlik'e gidecek olan İHA için yapılan çalışma her iki çalışma da İHA'nın en kısa ve en güvenli rota tayini başarıyla sağlanmıştır.

Akin, vd. (2021), Bir doğal afet zamanında, arama-kurtarma faaliyetlerinin afet bölgelerine varış zamanı, zarar gören insanların hayatlarını kurtarmak veya yardım etmek için hayati önem



taşımaktadır. Özellikle, coğrafi olarak geniş bir bölgede bir deprem olduğunda, deprem enkazın kısa sürede tespit edilmesi, başarılı arama-kurtarma görevlerinin yürütülmesi için hayati öneme sahiptir. İHA'lar ile afet sonrası senaryolarda etkin ve hızlı bir hareket sahası oluşturulmaktadır. Deprem sonrası haberleşme altyapısının çökmesi sonucunda İHA'ların kullanımının önemi daha da artmaktadır. Deprem sonrası enkaz tespiti için yapılan bu çalışma Q-öğrenme tabanlı bir yörünge planlama algoritmasını sunmaktadır. Çoklu-İHA kullanımı ile toplanan kritik bilgilerin çok-atlamalı kablosuz iletişim yoluyla ilk müdahale ekiplerine iletilmesi sağlanmıştır. Ayrıca, İHA'ların arasında bağlantı kopmadan sürekli sağlanmıştır. Böylece İHA'lar kendi aralarında düzenli bir iletişim kurarak bir yer istasyonuna bilgi aktarımını sağlamıştır.

Bir diğer çalışma ise özellikle kutup bölgeleri gibi insan erişiminin son derece zor olduğu geniş alanlara sahip zor erişim ortamlarındaki hayvanların izlenmesi amaçlamıştır (Vera-Amaro, vd., (2019)). Bu makale, bir hedef tespit olasılığını garanti etmek için uygun tespit aralığını ve düğüm (sensor node) sayısını seçmek için rastgele yürüyüş modeli (randomwalk) aracılığıyla hayvan rastgele yörüngelerinin tespitini önermektedir. Kablosuz algılayıcı ağlar (KAA) kullanımı ile kara üzerinde hayvan tespiti yapılmaktadır. Bunun için hayvan ses ve hareketlerinin KAA ile tespiti yapılarak İHA'lara aktarılmaktadır. Hayvanların alanda tespitinin etkin bir şekilde yapılması için KAA'lar için enerji verimliliği analitik olarak göz önüne alınmıştır.

Lehmann, J. R. K., Nieberding, F., Prinz, T., & Knoth, C. (2015), orman alanlarında bulunan ve zararlı böcek istilasına uğramış meşe ağaçlarının tespiti için İHA aracı kullanmışlardır. Özellikle ticari amaçlı orman arazi sahipleri için düşük maliyetli bir çözüm sunmuşlardır. Zararlı böcek istilasına uğramış meşe ağaçlarının tespiti veya hangi dalda böcek istilasının yoğunlaştığını göstermek için İHA üzerine yüksek çözünürlüklü kompakt bir dijital kamera yerleştirilmiştir. Ayrıca İHA'nın yer tespiti için GPS ve atalet ölçü birimi yerleştirilmiştir. İHA'nın önceden gideceği noktalar yer kontrol istasyonu üzerinde işaretlenerek İHA'nın otonom olarak hareketi sağlanmıştır. İHA'nın üzerinde bulunan yüksek çözünürlüklü kamera sayesinde, böcek istilasına uğramış meşe ağaçları tespiti yapılarak kayıt altına alınmıştır.

Kocabaş, S., Gencer, C. & Aydoğan, E. K., (2009), yaptıkları çalışmada İHA'lara rota planlaması yapmak için karar destek sistemi (KDS) geliştirmişlerdir. Karar destek sistemleri, karar verme sürecinde kullanıcıya yardımcı olmak için, problem çözümünde kullanılacak olan bütün sistemlerin tek çatı altında toplanarak daha güçlü ve birleştirilmiş yazılım ile tasarlanan sistemlerdir. Çalışmalarında geliştirdikleri Karar Destek Sisteminde, İHA için en uygun rotayı bulabilmek için Delphi 4.0 görsel programlama ile simülasyonu, İHA'lar için en uygun rota planlaması için İHARP programını ve gelen verilere göre en uygun rotaları belirlemek için GAMS matematiksel işlemler programını kullanmışlardır. İHARP programından gelen verileri GAMS matematiksel yazılımını kullanarak çeşitli matematiksel işlemler ile İHA'nın gidebileceği en uygun noktalar belirlenir ve rapor şeklinde tekrar İHARP programına iletilir. İHARP gelen raporu okuyarak en uygun noktalara karar verir.

Ridolfi, E., & Manciola, P. (2018), yaptıkları çalışmada taşkın ve sel riskine karşı, bir barajın su seviyesini ölçmeyi hedeflemişlerdir. Bu işlem için 4 motorlu (quadrotor) İHA ile yüksek çözünürlüklü İHA üzerine monte edilmiş bir kamera kullanmışlardır. Su seviyesi ölçme işlemi için ise Canny yöntemini kullanmışlardır. Barajlarda su seviyesi ölçümü önemli bir konudur. Erişilemeyen veya uzak konumlu yerlerdeki su seviyesi ölçümünü uzaktan tespitini kolaylaştırmışlardır. Bu işlem için çalışma bölgesinde bulunan barajın kenar kısımlarına belirli aralıklarla 60 adet yer kontrol noktası konuşlandırılmış olup, su seviyesinin ölçümü için yer kontrol noktaları referans olarak kabul edilmiştir. İHA baraj üzerinde uçarken su seviyesinin belirlenmesi için çektiği görüntüler algılama platformundan geçirilir. Başlangıçta su seviyesinin olduğu çizgi açık gri renkli görünür. Başlangıçtaki su seviyesi belirlemek için pikseller dört gruba ayrılır. Her piksel belli bir şekli ifade eder (Örneğin su, beton siyah, beyaz noktalar gibi). Piksel sınıflandırma işlemi tamamlandıktan sonra başlangıçtaki su seviyesi çizgisi belirlenir. Su seviyesindeki artışı ölçme işlemi için Canny yöntemi kullanılır. Canny yönteminde başlangıçtaki su seviyesi ile sonradan su

seviyesinde artış olduğunda, İHA tarafından çekilen ve algılama platformundan süzülerek kenar noktalarında bulunan yer kontrol noktalarının merkezine gelen su seviyesi birbiriyle kıyaslanarak su seviyesi ölçümü yapılır.

Özdemir, R., Kaya, M., Elfarra, M., & Efe, M. O. (2012), yaptıkları çalışmada dört rotorlu döner kanatlı İHA ile sabit veya hareketli nesnelere (eşya veya kişi) takip etme işlemini gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışma bir laboratuvar ortamında yapılmaktadır. Takip işleminde İHA otonom olarak hareket edebildiği gibi, herhangi bir durumda yer kontrol istasyonundan müdahale edilerek uzaktan kontrolü de sağlanmaktadır. Bu işlem için İHA üzerinde sabit bir kamera yerleştirilmiştir. Kameradaki görüntüleri anlık izlemek için ana bilgisayar vardır. İHA tarafından gönderilen görüntüler ana bilgisayar üzerinden izlenmekte olup, takip edilmek istenen kişi veya nesnelere ana bilgisayar üzerinden işaretlenir. Böylece işaretlenen kişi veya nesnelere İHA'nın görüntü alanı içerisinde kaldığı müddetçe takip edilmektedir. Kamera ile ana bilgisayar arasındaki iletişim RF cihazları kullanılarak yapılmıştır. İHA'nın otonom kontrolünü sağlamak için MATLAB ortamında yazılan bir yazılım kullanılmıştır. İHA'dan gelen görüntüleri gerçek zamanlı işlemek için ise OPENCV programı kullanılmıştır.

## SONUÇ

İnsansız Hava Araçları (İHA) son yıllarda giderek popülerliğini artırmıştır. Maliyet, boyut ve işlevsellik olarak uygun bir noktaya gelindiğinden, İHA-tabanlı uygulamaların hem sayısı hem sahası her geçen gün artmaktadır. Bu makalede, İHA-tabanlı son zamanlarda yapılmış çalışmalar derlenmiştir. Derlenen çalışmalar İHA'larda en önemli sorunun kısıtlı-enerji kaynağının etkin kullanımını vurgulamıştır. İHA'ların havada kalma sürelerinin artırılması için geliştirilen uygulamaların enerjiyi verimli kullanması hedeflenmiştir. Ayrıca, özellikle maliyetlerin düşmesi neticesinde, uygulamaların artık birden çok İHA'yı kullandığı gözlemlenmiştir. Böylece, kapsama alanı açısından çoklu-İHA kullanımı ile daha fazla alan kapsamaktadır. Ancak, İHA'lar arası bağlantının sürekli olarak sağlanması ayrı bir araştırma konusu olmuştur. Sonuç olarak, İHA kullanımı ile ilerleyen zamanlarda çok daha fazla uygulama karşımıza çıkacaktır. Birçok sektör İHA kullanımı ile süreçlerini geliştireceklerdir. Bu çalışma ile İHA-tabanlı uygulamalara genel bir bakış yapılmış olup, bu konuda çalışmaya başlayacaklara temel bilgilerin sunulduğu bir referans sağlanmış olacaktır.

## KAYNAKÇA

- Akin, E., Demir, K., & Yetgin, H. (2021). "Multiagent Q-learning based UAV trajectory planning for effective situational awareness", *Turkish Journal of Electrical Engineering&Computer Sciences*, 29(5), 2561-2579.
- Alptekin, A., Çelik, M.Ö., Kuşak, L., Ünel, F.B. ve Yakar, M. (2019). "AnafiParrot'un Heyelan Bölgesi Haritalandırılmasında Kullanımı", *Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi*, 1(1), 33-37.
- Ay, F. ve İnce, G. (2015). "İnsansız Hava Aracı ile Pestisit Uygulaması", 23. Sinyal İşleme ve İletişim Uygulamaları Konferansı (SIU), 1268-1271.
- Çavuş, V. ve Tuncer, A. (2017). "İnsansız Hava Araçları İçin Yapay Arı Kolonisi Algoritması Kullanarak Rota Planlama", *Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi*, 7(1), 259-265.
- Değirmen, S., Çavdur, F. ve Sebatlı, A. (2018). "Afet Operasyonları Yönetiminde İnsansız Hava Araçlarının Kullanımı: Gözetleme Operasyonları İçin Rota Planlaması", *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 23 (4), 11-26.
- Demir, K. (2021). "A QoS-aware Service Discovery and Selection Mechanism for IoT Environments", *Sādhanā*, 46(4), 1-13.

- Demir, K. ve Tümen, V. (2021). “Drone-assisted Automated Plant Diseases Identification Using Spiking Deep Conventional Neural Learning”, *AI Communications*, 1-16.
- Dikmen, M. (2015). “İnsansız Hava Aracı (İHA) Sistemlerinin Hava Hukuku Bakımından İncelenmesi”, *Savunma Bilimleri Dergisi*, 14(1), 145-176.
- Doğan, Y. ve Yıldız, F. (2019). “İHA ile Multispektral Kameralardan Sağlanan Görüntüler Yardımıyla Bitki Türlerinin Sınıflandırılması”, *Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi*, 1(1), 15-22.
- Güzel, E. ve Yağcı, M. (2021). “Hareketli İnsan Yüzü Tespit ve Takibi Yapabilen İHA Uygulaması”, *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 9(6), 383-394.
- Hacıoğlu, R., Altan, A. ve Köksal, K. (2017). “Vektör Alan Kılavuzu Yöntemi ile Görsel Çizgi Takibi İçin İnsansız Hava Aracı Üzerindeki Yalpanın Model Öngörülü Denetimi”, *Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi*, 7(1), 218-227.
- Gencer, C., Aydoğan, E. K., & Kocabaş, S. (2009). İnsansız hava araçlarının rota planlaması için bir karar destek sistemi. *Savunma Bilimleri Dergisi*, 8(1).
- Kosunalp, S. ve Demir, K. (2020). SARL: A Reinforcement Learning Based QoS-aware IoT Service Discovery Model”, *Journal of Electrical Engineering*, 71(6), 368-378.
- Lehmann, J. R. K., Nieberding, F., Prinz, T., & Knoth, C. (2015). Analysis of unmanned aerial system-based CIR images in forestry—A new perspective to monitor pest infestation levels. *Forests*, 6(3), 594-612.
- Menouar, H., Guvenc, I., Akkaya, K., Uluagac, A. S., Kadri, A. ve Tuncer, A. (2017). “UAV-enabled Intelligent Transportation Systems for the Smart City: Applications and Challenges”, *IEEE Communications Magazine*, 55(3), 22-28.
- Ozdemir, R., Kaya, M., Elfarra, M., & Efe, M. O. (2012). Doner Kanatli İnsansız Hava Aracı Kullanarak Bölgesel Gözetim Amaçlı Kisi veya Nesne Takibi. *Türk Hava Kurumu Üniversitesi, Ankara*.
- Pearson, L. (1969). “Developing the flying bomb”, Washington D.C.: The Chief of Naval Operations.
- Ridolfi, E., & Manciola, P. (2018). Water level measurements from drones: A pilot case study at a dam site. *Water*, 10(3), 297.
- Taylor, J.W.R. (1977). "Jane's Pocket Book of Remotely Piloted Vehicles", Collier Books, London.
- Vera-Amaro, R., Angeles, M.E.R. ve Luviano-Juarez, A. (2019). “Design and Analysis of Wireless Sensor Networks for Animal Tracking in Large Monitoring Polar Regions using Phase-Type Distributions and Single Sensor Model”, *IEEE Access*, 7, 45911-45929.
- Yavuz, G. (2019). “Açık Maden İşletmelerinde İnsansız Hava Aracı (İHA) Uygulamaları”, *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 62(1), 99-112.

# Kripto Para Birimlerinin Twitter Verileri ile Metin Madenciliği Kapsamında İncelenmesi<sup>1</sup>

\*\*\*

## Examination of Crypto Money Currencies within the Scope of Text Mining via Twitter Data

Nur Kuban TORUN<sup>2</sup> 

Abdulkadir ŞENGÜL<sup>3</sup> 

DOI:10.33461/uybisbbd.1089670

### Öz

#### Makale Bilgileri

**Makale Türü:**  
Araştırma Makalesi

**Geliş Tarihi:**  
18.03.2022

**Kabul Tarihi:**  
08.06.2022

©2022 UYBİSBBD  
Tüm hakları saklıdır.



Günümüzde sosyal medya platformları, kullanıcıların duygu ve düşüncelerini paylaştığı bir mecra haline gelmiştir. Sosyal medyanın yaygınlaşması nedeniyle, insanlar herhangi bir kategori hakkında, bir fikir hakkında duygu ve düşüncelerini ifade etmekte zorlanmamaktadır. En popüler sosyal medya platformu, kullanıcıların tweet adı verilen ifadelerini yayınlatabildikleri Twitter'dır. Bu çalışmanın amacı, Twitter'da kripto para etiketi ile atılan tweetlerin kripto para ile ilgili yazımlarını ortaya çıkarmaya ve kripto para ile ilgili gerçek verilerle kişilerin duygularını tespit etmeye çalışmaktır. 21 gün boyunca Twitter'dan "#kriptopara" etiketi ile gönderilen 41949 Türkçe tweet toplanmıştır. Açık kaynak kodlu R programla dili ile analiz gerçekleştirilmiştir. Tweetler ile içerik analizi yapılarak en çok tekrar eden kelimeleri bulunmuş ve kelime bulutu oluşturulmuştur. Twitter kullanıcılarının konu hakkındaki duygularını tespit etmek için duygu analizi yapılmıştır. Analiz sonucunda polarite puanı 0,003639, duygu ağırlığı ise pozitif yönde bulunmuştur. Son olarak tweetlerin en çok tekrarlanan ilk 5 kelimesi: Bitcoin, Resistance, Mana, Metaverse ve Altcoin'dir.

**Anahtar Kelimeler:** kripto para, bitcoin, twitter, r programlama, metin madenciliği.

### Abstract

#### Article Info

**Paper Type:**  
Research Paper

**Received:**  
18.03.2022

**Accepted:**  
08.06.2022

©2022 UYBİSBBD  
All rights reserved.



Nowadays, social media platforms have become a medium for the users to share their thoughts and feelings. Due to the widespread use of social media, people have no difficulty in expressing their feelings and thoughts on an idea about any categories. The most popular social media platform is Twitter where users can post their expressions called tweets. The aim of this study is to try to reveal the crypto money-related words of the tweets posted with the crypto money tag on Twitter and to try to detect the emotions of people with real data about crypto money. During the 21 days, 41949 tweets which were sent from Twitter with the "#kriptopara" hashtag were collected. Content analysis was made with these tweets, and a word cloud was created to find out the most repetitive words, and at the same time, sentiment analysis was carried out to ascertain the emotions of the Twitter users. As a result of the analysis, the polarity score was found at 0.003639 and the emotion weight was found in a positive direction. Finally, the top 5 most repeated words of the tweets were: Bitcoin, Resistance, Mana, Metaverse and Altcoin.

**Keywords:** : crypto money, bitcoin, twitter, r programming, text mining.

**Atıf/ to Cite (APA):** Torun, N. K. ve Şengül A., (2022). Kripto Para Birimlerinin Twitter Verileri ile Metin Madenciliği Kapsamında İncelenmesi. Uluslararası Yönetim Bilişim Sistemleri ve Bilgisayar Bilimleri Dergisi, 6(1), 54-65

<sup>1</sup> Bu çalışma, 17-22 Şubat 2022 tarihlerinde, Uluslararası Bilişim Kongresi 2022 (IIC2022) sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

<sup>2</sup> Dr. Öğretim Üyesi, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, nurkuban.akdemir@bilecik.edu.tr.

<sup>3</sup> Öğrenci, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Yönetim Bilişim Sistemleri, kadir.sengul61@hotmail.com.

## 1. GİRİŞ

İnsanlık tarih boyunca veri üretmiş ve ardında veri bırakmıştır. Gelişen teknoloji ile birlikte artık daha hızlı ve çok daha çeşitli veri üretilmektedir. Özellikle internetin yaygın kullanılması ve gelişmesine bağlı olarak internetin hızında da değişiklik olmuş ve hızı 4.5 g ve ardından günümüz 5g teknolojisine ulaşmıştır. Bu hızdaki artış ise verinin hacmi ve çeşidinde büyük değişiklikler meydana getirmiştir. Verinin çeşitlendirmesinde sosyal medya büyük bir öneme sahiptir. Sosyal medyada üretilen veriler işlenerek bilgi üretmemizi sağlamaktadır. Sosyal medyadan elde edilen verilerin işlenmesiyle ortaya çıkan bilgiden, finans, pazarlama, sağlık, siyaset ve turizm gibi birçok alanda yoğun bir şekilde yararlanılmaktadır. Özellikle müşteri portföyü oluşturmak, yeni bir ürüne karşı tepkileri ölçümlemek, kampanyaların etkilerini araştırmak ya da tüketicilerin davranışlarını analiz etmek adına sosyal medyadan elde edilen verilere yoğun bir ilgi bulunmaktadır.

Teknolojideki gelişimler sadece verinin elde edildiği kaynakları değil, aynı zamanda birçok alanı da etkilemiş, değişimler ve yenilikler ortaya çıkmıştır. Bu yeniliklerden bir tanesi finans alanında da kendini göstererek, paranın merkezîyetçi yapısına karşı içerisinde kriptografiyi içeren bir yatırım aracı olarak lanse edilen, merkezîyetçilikten uzak kripto paralar ortaya çıkmıştır. Kripto paraların en bilineni olan Bitcoin, 2009 yılında Satoshi Nakamoto takma isimli kişi/kişiler tarafından ortaya atıldığından beri çok değişikliğe uğramış ve alt coinler diye tabir edilen kripto para birimleri türemiştir. Kripto paranın arz ve talebe dayalı yapısını etkileyen en büyük veri kaynağı ise yatırımcılar için beyaz sayfalar (whitepages) kadar, büyük yatırımcıların söylemlerini paylaştığı sosyal medya mecraları olmaktadır. Özellikle yakın zamanda Elon Musk, attığı tweetler ile kripto para piyasasında büyük dalgalanmalar yaratmıştır. Bir yatırım aracı olarak görülen bu piyasada etkili olmak isteyen yatırımcıların özellikle Twitter isimli sosyal medya mecrasından elde ettiği verileri bilgi haline getirmesi bir zorunluluk halini almıştır.

Sosyal medya kullanıcıların vakit geçirdiği sıradan alanlar olmaktan öteye geçerek, verilerin bir arada toplanmasını sağlayan önemli platformlar haline almıştır. Sosyal medya, kullanıcılar kendi ürettiği içeriği yayınladığı ve paylaştığı, makaleleri, haberleri, düşünceleri, günlük yaşanan olayları, fotoğrafları görebildiği, ayrıca kendi görüşlerini yansıtabildiği etkileşimli ağlardır (Bozgül, 2017). Sosyal medyanın kullanımın yaygınlaşmasıyla birlikte kullanıcıların ürettiği veriyi, herhangi bir işletme ya da kişinin toplama imkânı oluşmuştur. Sosyal medyanın bu bilgiye ulaşma gücü ile insanlığın ürettiği veriyi çeşitli programlama dili ile birleştirmek ve anlamlı bilgiler çıkarmak oldukça kolay hale gelmiştir. Sosyal medyadan alınıp birleştirilen bu veriler insanların herhangi bir konu üzerinde hangi tercihlerinin olduğunu anlamak için kullanılabilir. Günümüzde çoğu şirket bu verileri bir araya getirip insanların tercihlerini öğrenmekte ve insanların tercihlerine göre hareket etmektedir. Şirketler bu verileri sosyal medyadan alırken verilerin çok olması sebebi ile işe yarayan verileri bulmakta zorlanmakta ve veri kirliliği yaşamaktadır. Bu sorunu büyük veri yığımına doğru soruları sorarak çözmek mümkündür. Bunun için veri madenciliği ve metin madenciliği yöntemi kullanılabilir. Özellikle kullanıcıların özgür fikirlerini sunabildikleri bir platform olarak kurulan Twitter isimli blog sitesi, gerek kullanıcılar gerekse şirketler açısından en popüler sosyal medya mecrası haline gelmiştir. Twitter'dan elde edilen veriler ile insanların tercihleri, düşünceleri ve önerileri öğrenilebilmektedir. Twitter'dan elde edilecek verilere duygu analizi ve içerik analizi yapılarak bir konu ya da ürün hakkında kullanıcıların görüşleri belirlenebilmektedir. Twitter'dan elde edilen büyük verinin analizi için açık kaynak kodlu R programlama dili ile analiz gerçekleştirilebilmektedir. Sosyal medyadan kullanıcıların verileri R programlama dili ile çekilerek veri kirliliğinden arındırılarak doğru veriye ulaşım kolaylaşmıştır. Sosyal medyada toplanan verilerin analiz edilmesinde, veri madenciliğinin en önemli çalışma alanları içerik analizi ve duygu analiz yöntemidir. İçerik analizi çekilen tweetlerin içerisindeki kelimelerin konu ile alakalı en çok tekrar eden kelimelerini bulmayı ve kelimeler arasındaki bağlantıyı tespit etmeyi bu sayede ilgili konuyla gerçekte bağlantılı olan olayları ve durumları tespit etmeyi amaçlar. Duygu analizi ise metinler içerisinde yer alan duygu ve düşünceleri çeşitli algoritmaları kullanarak kullanıcıların herhangi bir konu hakkındaki duygularının pozitif veya negatif olarak hangi kategoride olduğunu bulmayı hedefler. Kripto para birimlerinin günlük hayata girmesi ile sosyal medyada çok konuşulmaya

başlamış, özellikle Twitter’da neredeyse her gün hashtag olarak trendlere girmiştir. Bu çalışmanın amacı ise Twitter’deki kullanıcıların kripto para üzerindeki gerçek duygu ve görüşlerini öğrenmek, en çok konuşulan kripto para ile bağlantılı kelimeleri ortaya çıkarmak ve bu kelimeler arasındaki bağlantıyı yorumlamaktır. Bu çalışmada 24.12.2021 ile 14.01.2022 tarihleri arasında #kriptopara hashtagi ile 41949 tweet çekilmiştir. Tweetlerin çekildiği bu dönemde kripto para yükselişte olup Twitter Türkiye hashtaginde #kriptopara etiketi üst sıralarda yer almıştır. Bu sebeple bu tarihler arasında tweetler çekilip tepkiler ölçülmüştür.

## 2. LİTERATÜR TARAMASI

Çalışma kapsamında literatür incelenmiştir. Kripto para ve kripto para birimleri ile, metin madenciliği ve makine öğrenmesi algoritmaları ile Twitter üzerine yapılan çalışmalara yer verilmiştir.

Lamon vd. (2017), tarafından yapılan bu çalışmada haber ve sosyal medya verilerini kullanarak 3 kripto para birimi için fiyat dalgalanmaları analiz edilmiştir. Ele alınan kripto para birimleri: Bitcoin, Litecoin ve Ethereum’dur. Çalışma içerisinde birçok sınıflandırma algoritmaları kullanılmıştır. Bitcoin ve Litecoin için en iyi sonucu Logistic Regression, Ethereum fiyatları için en iyi sonucu Bernoulli Naive Bayes vermiştir.

Abraham vd. (2018) çalışmasında, Twitter verilerini ve Google Trends verilerini kullanarak Bitcoin ve Ethereum fiyatlarındaki değişiklikleri tahmin etmek için bir yöntem sunmuşlardır. Araştırmacılar, tweetleri analiz ederek, tweet duyarlılığından ziyade tweet hacminin fiyat yönünün bir tahmincisi olduğunu bulmuşlardır.

Erdoğan ve Canayaz (2018) tarafından çalışmada Twitter kullanıcılarının duyarlılık analizi yapılmıştır. Çalışmada tweetlerin polaritesi hesaplanmış, en çok olumlu tweet alan duygu Ethereum dijital para birimi, en çok olumsuz duygu alan Bitcoin Cash para birimi olduğu gözlemlenmiştir.

Kinderis vd. (2018) tarafından yapılan çalışmada başta Bitcoin olmak üzere kripto para biriminin fiyat hareketleri üzerindeki duyguları analiz edilmeye çalışılmıştır. Bu amaç için veri madenciliği teknikleri kullanılmıştır. Belirli tarihler arasında toplam 6000 tweet bir araya getirilmiş ancak makinenin RAM kapasitesi ile sınırlandırılmıştır. 2013’den itibaren 1 ay içerisinde 8620 makale ve 7.000.000’un üstünde tweet toplanmıştır. Doğal Dil İşleme (NLP) tekniğini kullanarak Bitcoin için fiyat yönünü tahmin edilmeye çalışılmıştır. Modelleme tahmini için K-Nearest Neighbour (k-En yakın komşu), Decision Trees (Karar Ağaçları), Support Vector Machine (Destek Vektör Makineleri), Gaussian Naive Bayes, Logistic Regression (Lojistik Regresyon) ve Linear Discriminant Analysis (Doğrusal Ayrıcılık Analizi) yöntemleri kullanılmıştır. Yapılan çalışmanın elde edilen sonucu Bitcoin fiyatlarındaki dalgalanmaların doğru ve gerçek zamanlı tahminler verdiğini ortaya koymuştur.

Karasu vd. (2018) tarafından yapılan çalışmada, 2012 ve 2018 yılları arasında Bitcoin’in günlük kapanış fiyatlarının serileri kullanılarak Bitcoin’in fiyat tahmini yapılmıştır. Bu tahmin için Doğrusal Regresyon ve Destek Vektör Makinesi yöntemleri kullanılmıştır. SVM’nin birbirinden farklı parametre kombinasyonları ile test edilerek çok az hata içeren tahmin modelini elde edilmiştir. Bitcoin veri seti için SVM modelinin fiyat tahmin performansının LR modeline göre daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir.

Rahman vd. (2018) tarafından yapılan çalışmada makine öğrenimi algoritmalarını uygulayarak Bitcoin’in fiyat değişimi ile kullanıcın duyarlılığı arasındaki korelasyonu incelemiştir. İnsanların kripto para birimi alanındaki görüşlerinin önemini bulma umuduyla, Bitcoin fiyat değişimini tahmin etme iddialı sorununa duygu ile yaklaşmıştır.

Alghobiri (2019) tarafından yapılan çalışmada kullanıcıların attığı tweetler gerçek veri seti olarak kullanılmıştır. Bu amaçla, kullanıcıların tweetlerinin Bitcoin hakkındaki görüşlerinin duygu analizi yapılmıştır. Araştırmada farklı kullanıcıların 50.859 tweeti kullanılmıştır. Oluşturulan veri seti, daha iyi karşılaştırmalı analizler için harici linkler içeren tweetler, bahsetmeler, tweetler, retweetler ve Bitcoin para birimi ile ilgili tartışan kullanıcılar hakkında kapsamlı veri analizi de dahil

olmak üzere beş ayrı bölüme ayrılmıştır. Sınıflandırma algoritması için Naive Bayes kullanılmıştır. Çıkan sonuçlar değerlendirildiğinde veri setinin genel duyguları olumlu olduğu için ve kullanıcıların Bitcoin hakkında çok az olumsuz görüş olduğundan, duyarlılık sonuçları %87 ile %93 değerleri arasında kalmıştır.

Kraaijeveld ve De Smedt (2020), en büyük dokuz kripto para biriminin (Bitcoin, Ethereum, XRP, Bitcoin Cash, EOS, Litecoin, Cardano, Stellar ve TRON) fiyat getirilerini tahmin etmek için genel Twitter duyarlılığının ne ölçüde kullanılabileceğini incelemiştir. Kripto para birimine özgü bir sözlük tabanlı duygu analizi yaklaşımı, finansal veriler ve ikili Granger nedensellik testi kullanarak, Twitter duyarlılığının Bitcoin, Bitcoin Cash ve Litecoin getirileri için tahmin gücüne sahip olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca, elde edilen tweetlerin en az %1-14'ünün Twitter "bot" hesapları tarafından gönderildiğini keşfetmek için buluşsal bir yaklaşım geliştirmiştir. Bu araştırma, birden fazla kripto para birimi ortamında Twitter duyarlılığının tahmin gücünü ele alan ve kripto para birimiyle ilgili Twitter botlarının varlığını araştıran ilk çalışma olmasından dolayı önemlidir.

Erdinç ve Bursa (2021) tarafından yapılan çalışmada Twitter'da Ripple coin hakkında #xrp hashtagi ile atılan Türkçe tweetlerin üzerinde nedensellik ve duygu analizi incelemesi yapılmıştır. Çalışma içerisinde R programlama dili, Toda-Yamamoto yöntemleri ve Twitter materyali kullanılmıştır. Çalışma sonucunda tek yönlü nedensellik elde edilmiş, fakat fiyatların Türkçe olarak atılan tweetlerin etkilediğine dair yeterli kanıt bulunamamıştır.

Koca (2021) tarafından yapılan çalışmada Twitter üzerinden elde edilen veriler ile Bitcoin üzerine duygu analizi yapılmıştır. Çalışma içerisinde Twitter Developer Hesabı kullanılarak #Bitcoin hashtagi ile 5000 tweet çekilmiştir. Tweetleri analiz etmek için Orange Programı kullanılmıştır. Çalışma sonucunda Bitcoin hashtagli tweetlerin %71'i sevinç, %15'inin şaşkınlık, %6'sının korku, %5'inin üzüntü, %2'sinin kızgınlık ve son olarak %0.0001'inin nefret içerdiği gözlemlenmiştir.

Köksal vd. (2021) tarafından yapılan çalışmada Twitter üzerinden elde edilen veriler Python programlama dili vasıtasıyla olumlu, nötr ve olumsuz tepkileri ayırarak etiket bulutu haline getirilmiştir. Lojistik Regresyon ve Naive Bayes algoritmaları kullanarak oluşturulan modellerin başarı oranları karşılaştırılmıştır. Naive Bayes yönteminin tweetlerdeki duyguları tahmin etmedeki başarı oranını %72,19, Lojistik Regresyon yönteminde ise bu oran %75,53 şekilde bulunmuştur. Bitcoin kelimesini içeren günlük pozitif tepkili tweet oranı ile Bitcoin günlük açılış değeri beraber kullanılarak Bitcoin'in kapanış değeri tahminlemesi yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre Doğrusal Regresyon da  $r^2$  değeri %88,97 çıkarken, Rastgele Orman Regresyonu yönteminde  $r^2$  değeri %94,16 olmuştur.

Özer ve Torun (2022) tarafından yapılan çalışmada Twitter üzerinden #paribu etiketi ile 12627 tweet çekilerek duygu analizi yapılmıştır. Duygu analizinin bulgularında insanların #paribu etiketine tepkilerinin %75.72 oranında nötr, pozitif tepkiler oranının %15.25 ve negatif tepkilerin oranının %9.02 olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen bulgularda nötr tepkilerin toplam tepkilerin %75.72'sini oluşturduğunu göz önünde bulundurularak yapılacak çıkarım, insanların doğrudan Paribu borsasına değil, Paribu borsası içerisinde yer alan kripto varlıklara -kripto paralara- yönelik olduğu düşünülmektedir sonucu gözlenmektedir.

Literatüre bakıldığında ethereum, xrp, riple coin, litecoin, cardano, tron, stellar ve yoğun bir şekilde de Bitcoin kripto para birimi gibi spesifik coin birimleri üzerine tweet çekilerek analiz yapıldığı görülmektedir. Bu çalışma Türkçe kriptopara etiketi ile çekilmiş tweetler ile yapılmıştır. Diğer çalışmalardan farklı olarak tüm kripto para birimlerini kapsayacak şekilde bağlantılı kelimelerin içerik analizi yapılmıştır. Kripto para birimlerini içeren kripto para piyasasına yönelik yapılan bu çalışmanın literatüre katkıda bulunacağı düşünülmektedir.

### 3. YÖNTEM

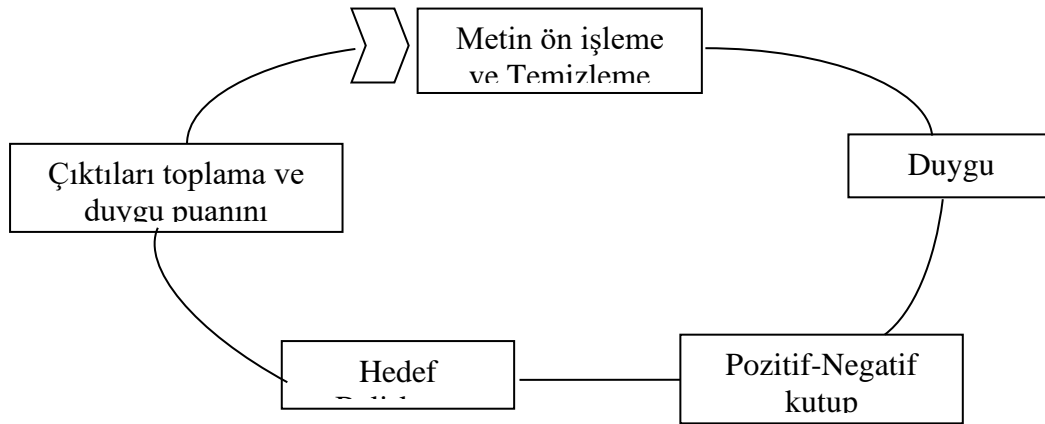
#### 3.1 Metin Madenciliği

Metin madenciliği yapılandırılmamış olan verileri yapısal verilere dönüştürüp yararlı bilgiler elde etmeyi amaçlar (Yılmaz,2019). Metin madenciliğini, veri madenciliğinin diğer alt dallarından

ayırarak en önemli özelliği örüntülerin doğal dil metinlerinden çıkarılmasıdır. Metin madenciliği; metinlerin sınıflandırılması, metin özetleme, metinlerden konu çıkarılması ve metnin özü ile ilgili ilişkili modellemesi gibi çalışmaları hedefler. Metin madenciliği çalışmasının bu hedeflere ulaşması için; hece analizi, etiketleme, veri madenciliği, kelime frekans dağılımı ve görselleştirme gibi yöntemler kullanılmaktadır.

### 3.2 Duygu Analizi

Fikir madenciliği olarak da adlandırılan duygu analizi, bir yazarın metinde belirttiği duyguları anlamlandırmak için kullanılan doğal dil işleme yöntemidir. Bir metnin duygusu genellikle pozitif, nötr ve negatif olarak temsil edilir (Engüllü, 2018). Duygu analizi, işletmelerin sunmuş oldukları hizmet ve ürünlerin müşteri gözündeki yerini anlamak için kullanılabilir. İşletmeler duygu analizi yöntemini kullanarak marka görüşlerini takip edebilir. Buna yönelik pazarlama stratejileri geliştirebilir. Duygu analizi yapılırken herhangi bir metne tek başına bakarak değerlendirme yapmak yetersiz kalmaktadır. Çıkan sonuç doğruyu göstermeyebilir. Duygu analizinin homojen olması için sadece bir veri üzerinden gidilmesi yerine birçok veri kullanarak duygu analizi yapmak daha net sonuçlar verecektir. Duygu analizi çalışmaları doküman düzeyi duygu analizi, cümle düzeyi duygu analizi ve özellik tabanlı düzeydeki duygu analizi olmak üzere üç farklı düzeyde yapılmaktadır. Doküman düzeyinde duygu analizi dokümanın bütün olarak nötr/pozitif/negatif olarak sınıflandırılması çalışmasıdır. Bu şekilde nötr/pozitif/negatif şeklinde sınıflandırmaya duygu polarite tespiti denilmektedir (Kına,2022). Duygu analizi aşamaları Şekil 1'deki gibidir (Delen vd. , 2014; Kına, 2022).



Şekil 1: Duygu Akış Şeması.

### 3.3 Polarite Yöntemi

Polarite yöntemi bir dokümanın bütününü veya her bir kelimesinin pozitif, nötr veya negatif bir şekilde sınıflandırılmasını sağlayan bir duygu analizi çalışmasıdır (Özyurt,2021). -1 ile +1 arasında hesaplanmaktadır. 0 nötr değeri temsil etmektedir. +1 ne kadar olumlu olduğunu, -1 ise ne kadar olumsuz olduğunu göstermektedir. Bu çalışmada kelime bazlı polarite skoru hesaplanmış ve kelime bulutu oluşturulmuştur. Hesaplamanın matematiksel karşılığı formüldeki gibidir. Burada X tweetleri, Y ise polariteyi temsil etmektedir Eşitlik 1 (Erdoğan, 2019, 33). X değerini sınıflandırmak için kullanılan matematiksel formül Eşitlik 2'de verilmiştir.

$$X = \{x_0, x_1, x_2, x_3 \dots x_t \dots\} x, \in \mathbb{R}^n \quad (1)$$

$$Y = \{y_0, y_1, y_2, y_3 \dots y_t \dots\} y_i, \in \{-1, +1\}$$

$$W_{t+1} = W_T + \frac{\max(0, 1y_t(W^T \cdot X_t))}{\|x_t\|^2 + \frac{1}{2c}} \quad (2)$$

### 3.4 R Programlama Dili



R programlama dili veriyi işleme, grafiksel görüntüleme ve hesaplama yapmak için entegre edilmiş yazılım araçları paketi olarak ifade edilmektedir (Atalay, 2020). R programlama dili grafik oluşturma, istatistiksel hesaplama ve veri analizi için kullanılan açık kaynaklı bir yazılım dilidir. Bilimsel araştırmalar için oldukça önemli olan R programlama dili veriyi işlenebilir ve kullanışlı hale getirmede oldukça önemlidir. R programlama dili Twitter için semantik kümeleme, kullanıcı tecrübelerini gözetlemede ve veriyi görsel hale getirmede kullanılır.

### 3.5 Twitter Developer

Twitter'ın veri tabanındaki tweetler, beğeniler, retweetler gibi verileri kullanımımıza sunduğu bir uygulamadır. Bu uygulamanın veri tabanındaki bilgilere erişmek için uygulamaya ilk önce başvuru yapılması ve daha sonra başvurunun onaylanması gereklidir. Başvuru kabul olduktan sonra verilen dört anahtar ile veri çekilmeye başlanmıştır. Bu anahtarlar; consumer\_key, consumer\_secret, access\_token ve access\_secret'dir.

### 3.6 R Programlama Kütüphaneleri

R programlama dilinde Twitter'dan veri çekmek için hazır kodlar ile oluşturulan birçok kütüphane kullanılmıştır. Bu kütüphaneler Şekil 2'deki gibidir.

```
install.packages("twitter") #Twitterdan veri çekmek için kullanılır.  
install.packages("ROAuth") #OAuth 1.0 spesifikasyonu için bir arayüz sağlar.  
install.packages("tm") #Metin madenciliği yaparken kullanılır.  
install.packages("RCurl") #Genel HTTP istekleri oluşturmaya izin veren işlevler sağlar.  
install.packages("magrittr") #%%>% komutu ile zincirleme yapar.  
install.packages("dplyr") #veri manipülasyon işlemlerini yapar.  
install.packages("tidyverse") #veri bilimi için tasarlanmış paketleri içerir.  
install.packages("ggplot2") #verileri görselleştirmeye yarar.  
install.packages("furModeling") #tahmine dayalı modelleme yapar.  
install.packages("lubridate") # zaman aralıklı işlevlerde çalışmak için kullanılır.  
install.packages("stringr") #karakter yapılı veriler için kullanılır.  
install.packages("tidytext") #Düzenli veri ilkelerini kullanmak birçok metin madenciliği görevini yapar.  
install.packages("wordcloud") #kelime bulutu yapımı için kullanılır.  
install.packages("RColorBrewer") #kelime bulutunun renklendirilmesi için kullanılır.  
install.packages("tibble") #Modern bir veri çerçevesi oluşturma işleminde kullanılır.  
install.packages("tidyr") #Verilerin analizine yönelik düzenlemeler için kullanılır.  
install.packages("ggthemes") #Grafiklerin görünümünü kopyalayan 'ggplot2' temaları ve ölçekleri sağlar.  
install.packages("readr") #csv, fwf gibi formattaki tablo yapısında veri içeren dosyaların okunmasını sağlar.  
install.packages("readxl") #Excel dosyalarını içe aktarır.  
install.packages("ggpubr") #Fonksiyonel programlama işlemlerini gerçekleştirir.  
install.packages("formattable") #'Biçimlendirilebilir' Veri Yapıları oluşturur.  
install.packages("ggstance") #Yatay 'ggplot2' bileşenlerini içerir.  
install.packages("psych") #Psikolojik, Psikometrik ve Kişilik Araştırmaları için kullanılır.  
install.packages("GGally") #ggplot2 uzantısıdır.  
install.packages("rstatix") #İstatistiksel işlemler için kullanılır.  
install.packages("sentimentr") #Metin polarite duyarlılığını hesaplar.  
install.packages("webshot") #web sayfalarının ekran görüntülerini almak için kullanılır.  
install.packages("htmlwidgets") #Çeşitli şekillerde işlenen HTML widget'ları oluşturmak için bir çerçevedir.  
install.packages("syuzhet") #Metinden duygu ve duygudan türetilen plot yaylarını alır.
```

Şekil 2: R Dilinde Kullanılan Kütüphaneler

### 3.7 R Programlamada Kullanılan Kodlar ve Analiz Aşamaları

R programlama dilinde aktif hale getirilen kütüphanelerden sonra R programlama dili ile Twitter Developer hesabını birbirlerine bağlanıp Twitter'dan veri çekmek için uygun ortam Şekil 3'teki gibi hazırlanmıştır.

```
api_key = [REDACTED]
api_secret = [REDACTED]
access_token = [REDACTED]
access_token_secret = [REDACTED]
setup_twitter_oauth(api_key,api_secret,access_token,access_token_secret)
```

Şekil 3: Twitter Developer Hesabı ile R Dilini Entegre Etme

Hangi hasthtagden veri çekileceği, nereden, hangi dille ve ne kadar veri çekileceği Şekil 4'teki gibi belirtilmiştir. Çalışma 21 gün süresince çekilen tweetlerden oluşmaktadır. Twitter geliştirici hesabı ile maksimum 7 günlük tweet çekilebilmektedir. O yüzden 21 gün boyunca aynı tweetlerin tekrar etmemesine dikkat edilerek veri seti oluşturulmuştur. Buradaki n sayısı talep edilen tweet miktarını göstermekte ve şekilde n= 10000 görülmektedir. Bu talep edilen tweet miktarını göstermektedir. Fakat bazı günler daha az bazı günler daha çok tweet gelmiş ve n sayısı ona göre düzenlenmiştir.

```
tweets <- searchTwitter("#kriptopara", n=10000, locale = "tr_TR", lang="tr")
tweets.df <- twListTODF(tweets)
tweet_clean <- tweets.df

tweet_clean$text <- stri_enc_toutf8(tweet_clean$text)
```

Şekil 4: Hashtag, Tweet Sayısı, Dil ve Lokasyon Bilgileri Girme

Çekilen tweetler analize uygun olması amacı ile temizleme işlemi yapılmıştır. Bunun için sırasıyla; retweetler ve hashtag sembolleri kaldırılmıştır, noktalama işaretleri temizlenmiştir. Tüm harfler küçük harfe dönüştürülmüştür. ASCII (bilgi değişimi için Amerikan standart kodlama sistemi) formatına uymayan karakterler temizlenmiş ve alfabetik olmayan karakterler çıkartılmıştır.

```
#####rtlerin kaldırılması
tweet_clean$text <- ifelse(str_sub(tweet_clean$text,1,2) == "RT",
                          substring(tweet_clean$text,3),
                          tweet_clean$text)

view(tweet_clean$text)
#URL linklerinin temizlenmesi
tweet_clean$text <- str_replace_all(tweet_clean$text, "http[^[:space:]]*", "")

#Hashtag "#" ve "@" işaretlerinin kaldırılması
tweet_clean$text <- str_replace_all(tweet_clean$text, "#\\s+", "")
tweet_clean$text <- str_replace_all(tweet_clean$text, "@\\s+", "")

#Noktalama işaretlerinin temizlenmesi
tweet_clean$text <- str_replace_all(tweet_clean$text, "[[:punct:][:blank:]]+", " ")

#Tüm harflerin küçük harfe dönüştürülmesi
tweet_clean$text <- str_to_lower(tweet_clean$text, "tr")

#Rakamların temizlenmesi
tweet_clean$text <- removenumbers(tweet_clean$text)
#stopwordsler
liste=c(stopwords("en"))

#Gereksiz tekrarlar ve bağlaçların temizlenmesi
tweet_clean$text = removewords(tweet_clean$text,liste)

#ASCII formatına uymayan karakterlerin temizlenmesi
tweet_clean$text <- str_replace_all(tweet_clean$text, "[<].* [>]", "")
tweet_clean$text <- gsub("\uFFFF", "", tweet_clean$text, fixed = TRUE)
tweet_clean$text <- gsub("\n", "", tweet_clean$text, fixed = TRUE)
view(tweet_clean)

#Alfabetik olmayan karakterlerin temizlenmesi
tweet_clean$text <- str_replace_all(tweet_clean$text, "[^[:alnum:]]", " ")
```

Şekil 5: Veri Setini Temizleme İşlemi

Temizlenmiş tweetlerden, stopwords denilen Türkçe de etkisiz kelimeler olarak kullanılan kelimeler çıkartılmıştır. Çekilen tweetler de çalışmanın bütünlüğünü bozan ben, sen, o, -de, -da, -ki gibi kelimeler, çalışmadan bağımsız olan reklamlar, popüler olan konu başlıkları gibi kelimeler Şekil 6'daki gibi ortadan kaldırılmıştır.

```
#stopwordsler
liste=c(stopwords("tr"),"value","", "tag","it","rt","hediye","retweet","ben","read","will","referral","community","project",
"prize","map","entry","new","hard","don","herkes","global","erbakanyeniden","sen","o","takipçimize","gereken","olması",
"var","daha","ilgili","yorum","beğeni","etkinlik","hükümet","vergi","üye","parti","ki","ile","veya",
"ve","meclis","ile","gönderi","flood","takipçi","ilgi","yıl","siz","için","birisi","alıyorum","ayrıca",
"ediyorum","gün","elde","üzere","kupa","sma","takipleşiyoruz","tamam","de","fakat",
"yönetim","giriş","gece","grup","dünya","temel","anket","soru","bence","yorumlara","teşekkür","kişiye",
"şey","dün","gibi","sıkı","bugün","kadar","bu","dahi","ne","like","çekiliş","ancak","emekli","da")

#Gereksiz tekrarlar ve bağlaçların temizlenmesi
tweet_clean$text = removewords(tweet_clean$text,liste)
```

Şekil 6: Etkisiz Kelimelerin Çıkartılması

Günden güne çekip temizlenen tweetler Şekil 7’deki gibi kaydedilmiştir. Bu işlem her gün yapılmış 21 günün sonunda hepsi bir araya getirilmiştir. Ancak tekrar eden tweetler alınmamıştır.

```
write.csv(tweet_clean$text, file="kripto9.csv")
```

Şekil 7: Yazdırma İşlemi

CSV formatında bir araya getirilen veri seti, analiz yapmak için Şekil 8’deki gibi R programlama dilinde çalıştırılmıştır.

```
cryptopara = read.table(file.choose(),header=T,sep=";",encoding = "UTF-8")
str(cryptopara)
summary(cryptopara)
```

Şekil 8: Büyük Veriyi Analiz İçin Hazır Hale Getirme

Hazırlanan veriyi anlamlı bir hale getirmek ve en çok tekrar eden kelimeleri bulmak için Şekil 9’ daki kelime bulutunu oluşturmak için komut yazılmıştır.

```
#kelime bulutu
wordcloud(cryptopara$Tweets, min.freq=4, scale=c(4,1,8), max.words=100)
```

Şekil 9: Kelime Bulutu Oluşturma

Çekilen tweetlerin polarite skoru için Şekil 10’deki gibi çalıştırılmıştır.

```
#polarite
polarite<-sentiment(cryptopara$Tweets$word)

tablo<-cbind(cryptopara$Tweets$word, polarite[,c(3,4)])

ggplot(tablo, aes(word_count, sentiment))+
  geom_point(color="blue")+
  geom_hline(yintercept = mean(tablo$sentiment), color="red", size=1)+
  labs(y = "Skor", x = "Kelimelerin Frekansı") +
  theme_igray()+
  labs() +
  theme(plot.caption = element_text(hjust = 0, face = "italic"))

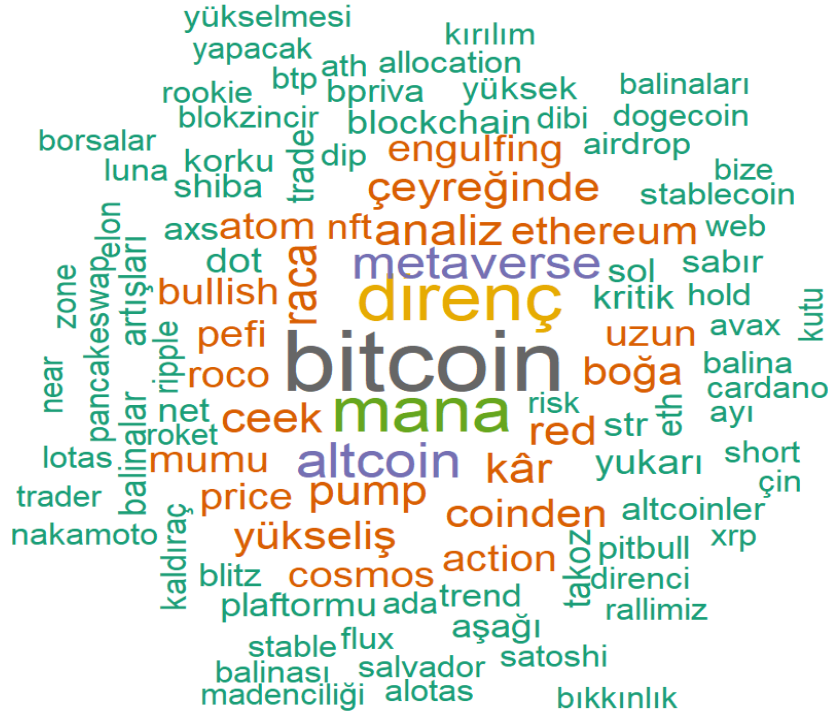
stat.desc(polarite$sentiment, basic=T) %>% pander()
```

Şekil 10: Polarite Analizi

## 4. BULGULAR

### 4.1 Kelime Bulutu

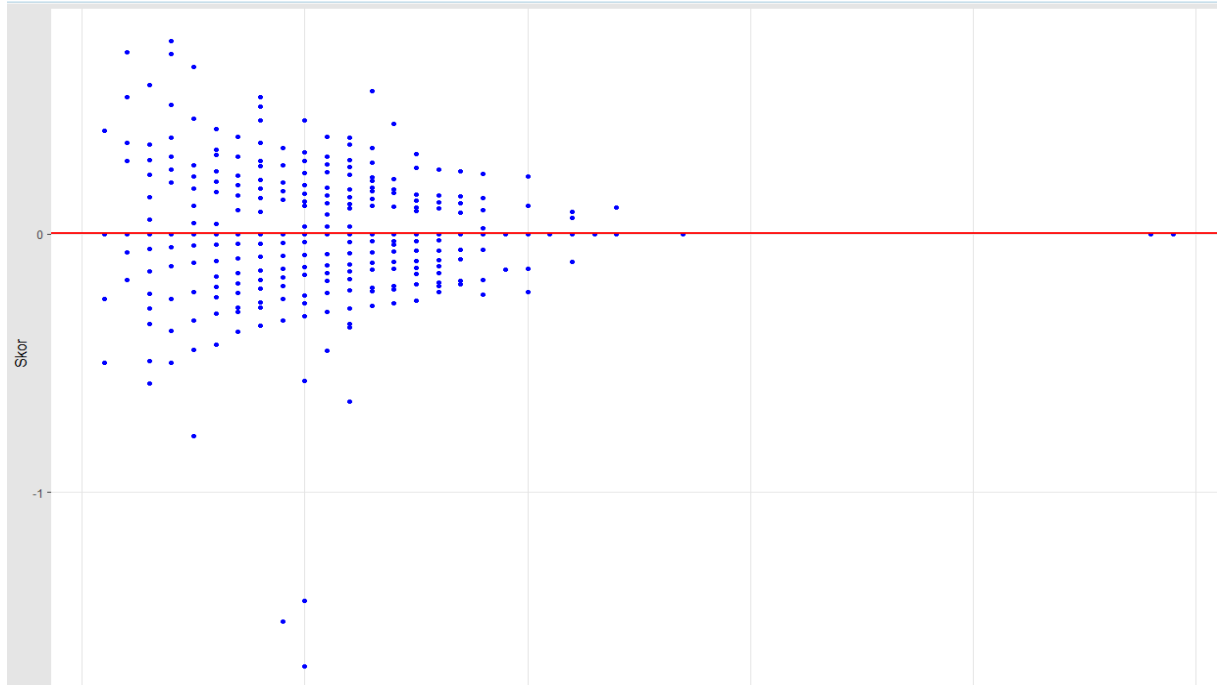
Kripto para kelimesi Twitter'dan aratılarak Türkiye bölgesinden çekilen Türkçe tweet sayısı 41949 adettir. Kripto para etiketi ile birlikte aranan kelime bulutunun gösterimi Şekil 11'deki gibi ortaya çıkmıştır. Oluşturulmuş kelime bulutunda 100 ve 100 üzerinde en çok tekrar eden 100 kelime ortaya çıkarılmıştır. Bu kelime bulutuna göre Kripto para ile öne çıkan ilk beş kelime: Bitcoin, direnç, Mana, Metaverse, altcoin olmuştur.



Şekil 11: Kelime Bulutu

### 4.2 Duygu Analizi

Kripto para etiketinin duygu durumunun pozitif veya negatif yönlü olmasının gösterimi Şekil 12'deki gibi oluşturulmuştur. +1 değerine yaklaşan değerler pozitif yönlü, 0 nötr ve -1'e yaklaşan değerler negatif duygu yönünü göstermektedir. Analiz sonucuna göre duygu analizi 0.003639 değeri ile 0'a yakınlığından dolayı nötr çıkmış, 0 değerini biraz aşmasından dolayı pozitif yönelimli çıkmıştır yorumu yapılabilir. Buradaki kırmızı çizgi duyguyu belirtmektedir. Maviler ise her kelimenin -1 ile 1 arasında ki duygu yönünü belirtmektedir.



Şekil 12: Duygu Analiz Sonucu

Yapılan duygu analizinin matematiksel karşılığı Şekil 13'te verilmiştir. Bu tablodaki 'mean' kısmı duygu analizimizin matematiksel karşılığına denk gelmektedir. Mean pozitif ve negatif durumların ortalamasını alıp gerçek sonucu veren sütundur.

mean	SE. mean	CI. mean. 0.95	var	std. dev	coef. var
0.003639	0.0003172	0.0006217	0.00422	0.06496	17.85

Şekil 13: Duygu Analizi Matematiksel Sonucu

## 5. SONUÇ VE TARTIŞMA

İnsanlar tarafından kripto paraya olan ilgi ve alaka gün geçtikçe artmıştır. Kripto parayı bir yatırım aracı olarak gören yatırımcılar, daha çok gelir elde etmek ve riskleri minimize hale getirmek için sosyal medya araçlarını takip etmeye başlamıştır. Bu sosyal medya araçları içerisinde yer alan veriyi anlamlı bilgiler haline getirerek yatırımlarına yön vermeye çalışmaktadırlar. Twitter, kripto para ile özdeşleşen bir platform haline gelmiştir. Twitter'da kripto para ile ilgili bir çok etiket açılmakta ve açılan etiketler aracılığıyla fikir ve görüşler bildirilmektedir. Bu amaçla araştırmada kullanıcıların attığı tweetler analiz edilerek kullanıcıların kripto paraya karşı duygu ve düşünceleri incelenmiştir.

Çalışmada birçok kullanıcının attığı tweetlerden yola çıkılarak en çok ön plana çıkan kelimenin 'Bitcoin' olduğu görülmüştür. Bitcoin'in kelimelerde en üst sırada çıkmasının nedeni diğer altcoinlerin durumunun Bitcoin'in artması veya azalması durumuna göre belirlenmektedir. Bu sayede insanlar Bitcoin'in durumuna göre altcoinleri tercih etmekte ve insanlara yol gösterici nitelikte olmaktadır. Bitcoin'in ardı sıra "direnc" kelimesi karşımıza gelmektedir. Direnc genel piyasada kripto paranın beklediği artışın durmasını veya azalışın durması beklenen seviyeye denir. Atılan tweetlerin çekildiği zaman da Bitcoin'in düşüşünün beklediği direnc seviyesinde olduğu

gözlemlenmektedir. Diğer kelime ise “altcoin” olarak çıkmaktadır. Altcoin Bitcoin’in durumuna göre artış veya azalış yaşayan diğer dijital para birimleridir. Kelime bulutunda “dot”, “dogecoin”, “axs”, “ath”, “btp” “pitbull” gibi coinler karşımıza çıkmaktadır. Bu altcoinler çekilen tarihler arasında büyük beklenti ve yükseliş beklentisi yaşamışlardır. Kelime bulutunda çıkan “mana” kelimesi ise şu zamanlarda en çok revaçta olan altcoindir. Bir diğer kelime ise “Metaverse” olarak karşımıza çıkmıştır. Metaverse kelimesi sanal evrendir. Bu sanal olan evrende para birimi olarak kripto para kullanılır. Mana coin’in kendi sanal dünyası olduğundan revaçta olduğu gözlemlenmektedir.

Yapılan duygu analizine göre kullanıcıların kripto paraya karşı duygu yönü nötr olarak çıkmıştır. Polarite skoru 0.003639 çıkmıştır. Pozitif yönlü duygusal bir gelişme başladığı söylenebilir. Dünyaca ünlü markaların kripto paraya olan yatırımı insanların kripto paraya olan güvenini arttırmıştır. Kullanıcıların çoğunluğu bu dijital para birimlerinden kar elde etmiştir. Web 3.0 kavramının yaygınlaşması ile birlikte insanlar dijital dünyayı daha iyi anlamış ve çoğu kullanıcı Metaverse dünyasına kendisini hazırlamaya başlamıştır. Gelecekte dünyanın bu evrenlerde geçecek olması ve para kullanımının dijital para olacak olması ile birlikte insanların gün geçtikçe daha çok dikkatini çekmektedir. Bu açıdan şirketler için tüketiciler ve de işletme arasında etkileşim yaratabilmek adına bir fırsat doğmaktadır. Farkındalık yaratmak isteyen ve sosyal medyada konuşularak etkisini arttırmak isteyen şirketler için kripto para önemli bir araç olabilecektir. Ayrıca kripto paraya yönelik duygunun pozitif yönlü doğru dönüşmeye başlaması, marka bağlılığı yaratmak isteyen şirketler için de bir avantaj oluşturabilecektir. Kripto para piyasasında şirketlerin doğru bilgi kaynağı oluşturması ve yatırımcılarına kazandırması ile güven unsuru oluşturulabilir. Diğer yandan R programlama ile çekilen verilerin temizlenmesi aşamasında, hashtag içerisinde yer alan; ancak kripto para ile ilgisi bulunmayan tweetler de görülmüştür. Bu durum bir çok kullanıcının dikkatini çeken kripto para ile ilgili etiketin bir tanıtım ve reklam aracı olarak kullanıldığını göstermektedir. Bu yönüyle kripto para bir dikkat çekme aracı olarak kullanılabilir. Ayrıca tweetler içerisinde aynı amaç için yazılmış bir birini takip eden farklı kullanıcılar tarafından atılan tweetlere de rastlanılmıştır. Bu durum bot hesaplar ile açıklanabilmektedir. Yatırımcıları bekleyen önemli bir tehdit bu bot hesaplarının bilgiyi kirlenmesi ve manipüle etmesidir. Bu açıdan yatırımcıların elde ettikleri verileri bot ve troll diye tabir edilen hesaplardan arındırmaları önemli bir adımdır.

Çalışmanın kapsamına bakıldığında sınırlılıkları ve geliştirilmesi gereken yönleri olduğu görülmektedir. Yapılan bu araştırma 21 gün içerisinde atılan tweetler üzerinden yapılmıştır. Araştırmanın daha da fazla geliştirilmesi için 21 günden daha uzun zaman diliminde tweet çekilebilir. Araştırmada 21 gün içerisinde çekilen 41949 adet tweet kullanılmıştır; ancak ileride yapılacak olan çalışmada bu sayı daha da artırılabilir. Ayrıca araştırma sadece Türkiye’den, Türkçe olarak atılan tweetler kullanılmıştır. Farklı bölgelerden ve/veya farklı dillerden atılan tweetler kullanılarak araştırmanın kapsamı daha da geliştirilebilir. Sonuç olarak bu çalışma, kripto para etiketi ile atılan tweetlerin analiz edilerek kullanıcıların duygu ve düşüncelerini analiz etmesi ve elde edilen verilerde diğer bütün kripto para birimlerini içerisinde barındırmasından dolayı önemli ve literatüre katkı sağlayacak bir çalışmadır.

## KAYNAKÇA

- Abraham, J., Higdon, D., Nelson, J., Ibarra, J. (2018). “Cryptocurrency Price Prediction Using Tweet Volumes and Sentiment Analysis”. *SMU Data Science Review*, 1 (3), 1-21.
- Alghobiri M. (2018). “Using Data Mining Algorithm for Sentiment Analysis of Users Opinions About Bitcoin Crypto Currency”. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 97(8), 2195-2205.
- Atalay İ. E. (2020). R programlama Dili ile Türkiye Finansal Risk Verilerinin Animasyonları. Yüksek Lisans Tezi. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü. İstanbul.
- Bozgül F. (2017). “Sosyal Medya Nedir?”, [https://www.pazarlamasyon.com/sosyal-medya-nedir,\(08.02.2022\).](https://www.pazarlamasyon.com/sosyal-medya-nedir,(08.02.2022).)

- Delen D., Sharda R., Turban E., (2014). “Business Intelligence and Analytics : System for Decision Support”, Pearson Education Limited (10), 322-326.
- Duygu Analizi. Doktora Tezi. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü İstatistik Anabilim Dalı. Van.
- Engüllü B. (2018). Twitter Sentiment Analysis. Yüksek Lisans Tezi. Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü ve Bilgisayar Mühendisliği. İstanbul.
- Erdoğan U., Bursa N. (2021). “Covid-19 Pandemi Sürecinde Twitter Yorumları ile Altcoin
- Erdoğan M. C., Canayaz M. (2018). "Crypto-Currency Sentiment Analyse on Social Media," 2018 International Conference on Artificial Intelligence and Data Processing (IDAP), 2018, 1-5.
- Erdoğan M.C. (2019). Büyük Veri Araçları Kullanarak Sosyal Medyada His Analizi Yapma. Yüksek Lisans Tezi. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü ve Elektrik-Elektronik Mühendisliği. Van.
- Karasu S., Altan A., Saraç Z., Hacıoğlu R. (2018). “Prediction of Bitcoin Prices with Machine Learning Methods Using Time Series Data”.26th Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU), 1-4.
- Kına E. (2022). Makine Öğrenmesi Algoritmaları Kullanılarak Twitter Mobil Oyun Verilerinde
- Kinderis M., Bezbradica M., Crane M. (2018). “Bitcoin Currency Fluctuation”. Future Information System and Risk, 31-41.
- Koca, G., “Bitcoin Üzerine Twitter Verileri ile Duygu Analizi”. Anadolu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi,22(4),19-30.
- Köksal, B., Erdem, G., Türkeli, C., & Öztürk, Z. K. “Twitter'da Duygu Analizi Yöntemi Kullanılarak Bitcoin Değer Tahminlemesi”. Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 9(3), 280-297.
- Kraaijeveld, O. ve De Smedt (2020). “The Predictive Power of Public Twitter Sentiment for Forecasting Cryptocurrency Prices”. Journal of International Financial Markets, Institutions and Money, 65.
- Kripto”. Yönelim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi (19),362-381.
- Lamon, C., Nielsen, E., Redondo, E. (2017). “Cryptocurrency Price Prediction Using News and Social Media Sentiment”. SMU Data Sci. Rev (1), 1-27.
- Özer E. ve Torun N.K. (2022). “R İle İçerik Analizi Ve Duygu Analizi Paribu Borsası”. Uluslararası Bilişim Kongresi (IIC 2022),175-180.
- Özyurt B. (2021). Heterojen Veri Kaynaklarında Fikir Madenciliği, Otomatik Özellik Çıkarımı ve Duygu Analizi. Doktora Tezi Gazi Üniversitesi Bilgisayar Bilimleri Ana Bilim Dalı. Doktora Tezi. Ankara.
- Rahman S., Hemel, J. N., Anta, S. J. A., Muhee A., H., Uddin J. (2018). “Sentiment Analysis Using R: An Approach to Correlate Cryptocurrency Price Fluctuations with Change in User Sentiment Using Machine Learning”. 2nd International Conference on Imaging, Vision & Pattern Recognition (icIVPR), 492-497.
- Yılmaz C.M. (2019). Spam Detection By Using Network and Text Embedding Approaches. Yüksek Lisans Tezi. Ortadoğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Ankara.

# Bulut üzerinde Tensorflow Javascript ile geliştirilen Öğretilebilir Makine (ÖM) Modelinin Doğruluk Tahmini ve Analizi: Yüz Tanıma Sistemi Uygulaması

\*\*\*

## Accuracy Prediction and Analysis of Teachable Machine (TM) Model developed with Tensorflow Javascript on the Cloud: Face Recognition System Implementation

Ömer Faruk ASLANDOĞDU<sup>1</sup> 

Hakan AYDIN<sup>2</sup> 

Ali ÇETİNKAYA<sup>3</sup> 

DOI:10.33461/uybisbbd.1106753

### Öz

#### Makale Bilgileri

**Makale Türü:**  
Araştırma Makalesi

**Geliş Tarihi:**  
22.04.2022

**Kabul Tarihi:**  
08.06.2022

©2022 UYBİSBBD  
Tüm hakları saklıdır.



Yüz Tanıma Sistemleri (YTS), bir kişinin yüzünü kullanarak kimliğini tanımlamanın veya doğrulamanın bir yolu olarak kullanılan bir biyometrik güvenlik kategorisidir. Literatürde YTS çalışmalarında sıklıkla farklı Yapay Zekâ (YZ) teknik ve yöntemlerinin kullanıldığı görülmektedir. Bu modeller çoğunlukla seçilen programlama dilleri ile kodlamada yapılmak suretiyle oluşturulmakta, eğitilmekte, test edilmekte ve bu işlem adımları en yüksek başarı oranı elde edilinceye kadar tekrarlanmaktadır. Öğretilebilir Makine (Teachable Machine, ÖM), YZ modelleri oluşturmayı hızlı, kolay ve herkes için erişilebilir hale getiren web tabanlı bir araçtır. Bu çalışmada herhangi bir kodlamada yapmadan kullanıcıların kendi derin öğrenme modellerini geliştirmelerine imkân sağlayan ÖM teknolojisini kullanmak suretiyle Tensorflow Javascript teknolojileri ile bulut tabanlı bir YTS sisteminin (YTS-ÖM) geliştirilmesi amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında gerçekleştirilen deneylerde YTS-ÖM'nin başarı oranı %99.8 olarak ölçülmüştür. Bu çalışmanın özellikle YTS modellerinin kullanıcılar tarafından geliştirilmesi açısından YZ çalışma alanına katkı sağlayacağı değerlendirilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Yapay Zekâ, Bulut Bilişim, Yüz Tanıma Sistemi, Öğretilebilir Makine.

### Abstract

#### Article Info

**Paper Type:**  
Research Paper

**Received:**  
22.04.2022

**Accepted:**  
08.06.2022

©2022 UYBİSBBD  
All rights reserved.



Face Recognition Systems (FRS) is a category of biometric security used as a way to identify or verify a person's identity using their face. In the literature, it is seen that different Artificial Intelligence (AI) techniques and methods are frequently used in FRS studies. These models are first created, trained, tested by coding with selected programming languages, and these steps are repeated until the highest success rate is reached. Teachable Machine (TM) is a web-based tool that makes building AI models fast, easy and accessible to everyone. In this study, it is aimed to develop a cloud-based FRS system (FRS-TM) with Tensorflow Javascript technologies by using the TM technology that allows users to develop their own deep learning models without any coding. In the experiments carried out within the scope of the study, the success rate of FRS-TM was measured as 99.8%. It is thought that this study will contribute to the field of AI study, especially in terms of the development of YTS models by users.

**Keywords:** Artificial Intelligence, Cloud Computing, Face Recognition System, Teaching Machine.

**Atf/ to Cite (APA):** Aslandoğdu, Ö. F., Aydın, H., ve Çetinkaya, A., (2022). Bulut üzerinde Tensorflow Javascript ile geliştirilen Öğretilebilir Makine (ÖM) Modelinin Doğruluk Tahmini ve Analizi: Yüz Tanıma Sistemi Uygulaması. Uluslararası Yönetim Bilişim Sistemleri ve Bilgisayar Bilimleri Dergisi, 6(1), 66-77

<sup>1</sup> İstanbul Gelişim Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, omeraslandogdu@gmail.com, İstanbul, Türkiye.

<sup>2</sup> İstanbul Topkapı Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, hakanaydin@topkapi.edu.tr, İstanbul, Türkiye.

<sup>3</sup> İstanbul Gelişim Üniversitesi, Teknoloji Transfer Ofisi Uygulama ve Araştırma Merkezi, alcetinkaya@gelisim.edu.tr, İstanbul, Türkiye.



## 1. GİRİŞ

Bir kişinin yüzünü kullanarak kimliğini tanımlamanın veya doğrulamanın bir yolu olarak kullanılan Yüz Tanıma Sistemleri (YTS) bir biyometrik güvenlik kategorisi olarak sıklıkla fotoğrafları, videoları veya gerçek zamanlı olarak kişileri tanımlamak için kullanılmaktadır. Parmak izlerinin benzersiz olması gibi, her insanın kendine özgü bir yüz izi vardır. YTS'ler ile yüz izleri cinsiyet, yaş veya ırk gibi kategorilere ayrılabilen, veri tabanlarında depolanabilmekte ve diğer yüz izleriyle karşılaştırılabilmektedir. YTS ana faktörleri arasında gözler arasındaki mesafe, göz çukurları derinliği, alından çeneye olan mesafe, elmacık kemiklerinin şekli ve dudaklar, kulaklar ve çenenin hatları bulunur. Amaç, yüzü ayırt edici kılan belirgin noktaları tanımlamaktır. Yüz yakalama işlemi, kişinin yüz özelliklerini baz alarak dijital veriye dönüştürür. Böylelikle yüzün analizi aslında temelde bir matematik formülüne dönüştürülmektedir. Bu sayısal koda yüz izi adı verilmektedir. Yapay Zekâ (YZ) teknolojilerinin de kullanıldığı YTS'ler ile belirli yüz özelliklerinin geometrisi kullanılarak insanların yüz izleri oluşturulmakta, bu maksatla çeşitli YZ modelleri çok sayıda görüntü kullanılarak eğitilmekte, eğitilen modeller test edilmekte ve doğruluk oranları hesaplanmaktadır. YTS teknolojisi, dijital görüntü işleme, nesne tanıma, desen tanıma, kod tanıma ve optik karakter tanıma gibi teknolojiler gibi görüntü işleme alanı kapsamında değerlendirilmektedir. Günümüzde YTS'lerden tarım, tıp, eğitim, sağlık ve güvenlik gibi birçok alanda günlük yaşantımızda faydalanılmaya başlanmıştır. Görüntü işleme teknikleri tıp, askeri sistemler, endüstriyel ve coğrafi sistemler başta olmak üzere birçok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır (Eldem ve diğ., 2017). Özellikle içinde bulunduğumuz COVID-19 Pandemi döneminde YTS kullanımı, personelin kart basmasını veya parmak izi okutmasını önleyerek hijyen ve sağlık koşulları açısından olumlu faydalar sağlayabilecektir.

Literatürde YZ çalışmaları kapsamında YTS'ler ile yapılmış pek çok çalışma olduğu görülmektedir. Söz konusu çalışmalarda sıklıkla yüzleri ayırt etmek için Derin Öğrenme (DL), Makine Öğrenmesi (ML) ve YSA (Yapay Sinir Ağları) gibi farklı YZ teknik ve yöntemlerinin kullanıldığı görülmektedir. Bu bağlamda seçilen programlama dilleri ile kodlamada yapılmak suretiyle aktivasyon fonksiyonu, iterasyon sayısı gibi parametreler dikkate alınarak YTS modelleri oluşturulmakta, eğitilmekte ve test edilmekte, bu işlem adımları en yüksek başarı oranı elde edilinceye kadar tekrarlanmaktadır. ÖM teknolojisi, ilk versiyonu 2017 yılında yayınlanmış olan ve en kısa tanımı ile makine öğrenimi modelleri oluşturmayı hızlı, kolay ve herkes için erişilebilir olan web tabanlı bir araçtır. ÖM, kullanıcının web tarayıcısında yaptığı modelleri eğitmek ve çalıştırmak için Javascript'te ML için kullanılan TensorFlow.js kitaplığını kullanır. Bu teknoloji ile kullanıcılar herhangi bir kodlamada yapmadan kendi DL modellerini geliştirebilirler. Bu çalışmada herhangi bir kodlamada yapmadan kullanıcıların kendi derin öğrenme modelini geliştirmeye imkân sağlayan Öğretilebilir Makine (ÖM) kullanmak suretiyle Tensorflow Javascript teknolojileri ile bulut tabanlı bir YTS sisteminin (YTS-ÖM) geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda geliştirilen sistem bulut tabanlı Web uygulamasına bağlanabilmekte, bir internet bağlantısı ve tarayıcısına sahip bir cihaz üzerinden yine bulut tabanlı olarak çalıştırılabilmektedir. YTS-ÖM sisteminde üretilen veriler yoklama sistemine kaydedilmek suretiyle öğrenci yoklama kaydının tutulması amacıyla kullanılmaktadır. Çalışmada ÖM teknolojisi yanında ayrıca TensorFlow.js ile Keras vtfjs-layers kütüphaneleri, Python Django Web Geliştirme Arayüzü ve PostgreSQL veri tabanı teknolojileri de kullanılmıştır. Çalışma kapsamında gerçekleştirilen deneylerde ÖM ile oluşturulan YZ modelinin başarı oranı %99.8 olarak ölçülmüştür. Bu çalışmanın literatüre katkıları şu şekilde ifade edilebilir:

- YTS-ÖM sisteminin geliştirilmesinde, herhangi bir kodlamada yapmadan kullanıcıların kendi derin öğrenme modelini geliştirmeye imkân sağlayan ÖM teknolojisi kullanılmıştır.

- Önerilen sistemin geliştirilmesinde ÖM teknolojisi yanında ayrıca TensorFlow.js, Keras vtfjs-layers, Python Django Web Geliştirme Arayüzü ve PostgreSQL veri tabanı teknolojileri de kullanılmıştır. YTS-ÖM'nin ara yüz tasarımı Python Django kütüphanesi ile Rest Framework kullanılarak geliştirilmiştir. Django kütüphanesinin sağladığı API yapısı ile istemciden gelen isteklerin sunucuda işlenmesi hedeflenmiştir. Özelleştirilebilir yapısı için Django kütüphanesi yerine

Flask teknolojisinin de çalışmada kullanılması değerlendirilmiş, ancak ilave kullanıcı isterlerinin yapılandırılması göz önüne alınarak çalışma çatısının esnek tutulması esas alınmıştır.

- Bulut Bilişim (BB) teknolojisinin bilgi güvenliği gibi birtakım dezavantajları yanında geniş yelpazede sunduğu pek çok avantaj ortadadır. Bu bağlamda YTS-ÖM sistemi bulut tabanlı bir sistemdir.

Araştırmada elde edilen sonuçlar, kullanıcıların kendi derin öğrenme modellerini kodlama yapmadan geliştirmelerine imkân sağlayan ÖM teknolojisi kullanılarak geliştirilen YTS modelinin yüzleri tespit etmedeki etkinliğini göstermektedir. Bu çalışmanın özellikle güvenlik endişesi nedeniyle birçok araştırmacıyı ve kullanıcıyı cezbeden IP sistemlerinin kullanıcılar tarafından geliştirilmesi açısından YZ çalışma alanına katkı sağlayacağı değerlendirilmektedir.

Çalışmanın 2'inci bölümünde literatür taraması ile elde sonuçlara yer verilmiştir. 3'üncü bölümde çalışmaya ilişkin materyal ve metot anlatılmaktadır. 4'üncü bölümde çalışmada gerçekleştirilen deneysel sonuçlar açıklanmaktadır. Son olarak, 6'ncı bölümde çalışmaya ilişkin sonuç ve değerlendirmelere yer verilmiştir.

## 2. İLGİLİ ÇALIŞMALAR

Sütçüler (2006) tarafından gerçekleştirilen çalışmada yüz tanıma için yüz piksel renklerinin kullanımı üzerine bir araştırma gerçekleştirilmiştir. Bu maksatla beş yüz binin üzerinde yüz piksel renkleri sınıflandırılarak ten rengi tespitiyle yüzün bulunduğu konum ve algılanması sağlanmıştır. Araştırmada yapılan testlerde 90% başarı oranı elde edilmiştir. Ayrıca yüz tanıma sisteminde yüzü algılanacak insanların sistemde beşten fazla fotoğrafının bulunması halinde başarı oranının %91 oranına çıktığı da çalışmada belirtilmektedir.

Gökberk (2006) tarafından gerçekleştirilen çalışmada üç boyutlu yüz algılama yapan bir ürün tasarlanmıştır. Sistem çakıştırma, betimleme, öznitelik elemine etme, karar bütünleştirme adımları ile çalışmaktadır. Yazıcı (2008) tarafından gerçekleştirilen çalışmada; Alışveriş Merkezlerinde (AVM) kullanılması için müşterilerin yüzlerini algılayan bir sistem tasarlanmıştır. Önerilen sistemde video üzerinden çalışan sistem müşterilerin memnun olup olmadığını algılamaktadır. Sistemde ayrıca müşterilerin kaç gün sonra tekrar geldiği, son geldiği gün, sesli mesaj ile müşteriye özel karşılama gibi modüller de bulunmaktadır. (Tırkaz, 2008) tarafından gerçekleştirilen çalışmada önerilen AGM'nin (Aktif Görünüm Modeli) avantajları ve oluşturulabilecek uzantılar araştırılmıştır. Bu bilgiler doğrultusunda modelin görüntülerde gelen objeleri tespit edebildiği ortaya konmuştur.

Hazar (2008) tarafından gerçekleştirilen çalışmada yüz tanıma işlemi için yüz ve yüzdeki organların önemi ortaya konmuştur. Topkaya (2008) tarafından gerçekleştirilen çalışmada video görüntüleri kullanılarak bir yüz tanıma sistemi geliştirilmiştir. Önerilen sistemde eğitilen model videolardaki yüzleri tanımaya çalışmaktadır. Manav (2010) tarafından gerçekleştirilen çalışmada Matlab kullanılarak biyometrik göz tarama sistemi geliştirilmiştir. Göz fotoğrafları sadece gözün çemberi dikkate alınarak oluşturulmuş ve diğer veriler dikkate alınmamıştır. Önerilen sistem insan hareketlerini algılayarak göz tanıma sistemini aktif hale getirmektedir. Sistemde göz çemberi tespit edilmekte ve fotoğrafı veri tabanına kayıt edilmektedir. Çalışmada ayrıca önerilen sistem ile iki yüzden fazla göz örneği oluşturulmuştur.

Eleyan (2010) tarafından gerçekleştirilen çalışmada yüz tanıma için dalgacık dönüşümü sistemleri ile öznitelik çıkarım çalışması gerçekleştirilmiştir. Dalgacık dönüşümü olarak "Gabor" ve "Çift Ağaç" yapıları kullanılmıştır. Çalışmada dört farklı yaklaşımdan bahsedilmektedir. İlk iki yaklaşım dalgacık dönüşüm yöntemleri ile oluşturulan vektörleri sinir ağının eğitiminde kullanılmaktadır. Diğer iki yöntem ise bu ilk iki yöntemin artarda eklenmesi ile oluşturulmuştur. Oluşturulan sistemler arası performans testleri için simülasyonlar ve performans ölçümleri yapılmıştır. Yıldırım (2011) tarafından gerçekleştirilen çalışmada yüz tanıma için "En Küçük Kareler Metodu" ve "Ridge Regresyon Metodu" hataları baz alınmıştır. SPSS ve Matlab kullanılarak C++ dili ile geliştirilen sistemde yüzün belirli bölgelerinden alınan verilerle işlem yapılmaktadır.

Filiz (2012) tarafından gerçekleştirilen çalışmada YTS'lerin geliştirilmesinde literatürde kullanılan farklı teknik ve yöntemler incelenmiş ve çalışmada YTS algoritması olarak "SIFT Algoritması" kullanılmıştır. Bu algoritma farklı veri setlerinde farklı yöntemlerle test edilmiştir. Ayhan (2013) tarafından gerçekleştirilen çalışmada yüz tanıma için fotoğrafın nasıl seçilmesi gerektiği üzerine araştırma yapılmıştır. Başlangıç noktası için insan gözü seçilmiş ve yüzün etrafı bu durum dikkate alınarak taranmıştır. Geliştirilen çalışmanın test işlemleri için "SFace verisetinde" yer alan fotoğraflar kullanılmıştır.

Holat (2014) tarafından gerçekleştirilen çalışmada YTS kullanılarak bir kimlik algılama sistemi tasarlanmıştır. Çalışmada Adaboost yöntemi tercih edilmiştir. Çalışma sonuçlarında, Histogram eşleme ve bazı filtreler kullanıldığında %6'ya kadar başarı artışı gözlemlendiği belirtilmiştir. Aslan (2016) tarafından gerçekleştirilen çalışmada sabit kamera kullanan bir YTS tasarlanmıştır. Çalışmada sabit kamera açısının getirdiği kısıtlar, kameraya olan yakınlık-uzaklık, duruş farklılıkları gibi esas alınmıştır. Saeed (2016) tarafından gerçekleştirilen çalışmada yüz algılama ve tanıma için literatürde kullanılan farklı teknik ve yöntemler araştırılmıştır. Al Bazzaz (2017) tarafından gerçekleştirilen YTS çalışmasında Nesnelerin interneti (IoT) cihazı olarak "Arduino Uno" kullanılmıştır. Bu cihaz ile nesne tanıma ve nesne takibi yapılmıştır.

Bilgiç ve diğ. (2017) tarafından yapılan çalışmada, farklı yüz ifadeleri ve aydınlatma koşullarına sahip 40 kişiye ait Kinect RGB görüntü veri seti dört kat çapraz doğrulama yöntemi ile test edilmiştir. Aghdam (2018) tarafından gerçekleştirilen çalışmada fotoğrafların kalitesi, ışık, pozlama gibi farklılıkların yüz tanımadaki performansı ve başarımı üzerine bir araştırma yapılmıştır. Veri seti olarak ise "VGGFace2", "ICB-RW" ve "SCFace" kullanılmıştır. Rashid (2018) tarafından gerçekleştirilen çalışmada dünyada artan terör ve suç oranlarına dikkat çekilerek YTS'lerin önemine vurgu yapılmıştır. Çalışmada ayrıca Microsoft Azure veri tabanına görüntüleri kaydederek eşleşen özelliklere göre kapının kilidini açıp kapatabilen bir mekanizma da tasarlanmıştır. Çambay (2019) tarafından gerçekleştirilen çalışmada farklı işlemciler ve grafik kartları ile nesne algılama ve nesne tanıma işlemleri yapılarak FPGA'ların düşük karar düzeyinde az güçle daha iyi sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir. İlk olarak PYNQ FPGA kartına OpenCV ile sınıflandırıcı olarak Haar-Kaskat kurulmuş ve ikinci olarak MNIST el yazısı tanıma CIFAR nesne tanıma veri setleri üzerinde çalışılarak yazılım ve donanım kaynaklı tanıma hızları karşılaştırılmıştır.

Fawzy (2019) tarafından gerçekleştirilen çalışmada araçlar için panel üzerinde gelişmiş sürücü destek sistemi tasarlanmıştır. Çalışmada "OpenGL grafik arayüzü" kullanılarak panel üzerinde işlenmiş görüntüler entegre bir sistem olarak sunulmuştur. Oluşturulan sistemin başarı oranı 79% olarak ölçülmüştür. Noori (2019) tarafından gerçekleştirilen çalışmada "Temel Bileşen Analizi" yöntemiyle yüz algılaması yapılmıştır. Çalışmada yüz algılamada ışık, poz, uzaklık gibi durumlar dikkate alınarak bu durumların her biri için resimler çekilmiştir. Otuz kişi için üç bin altı yüz fotoğraf çekilerek özgün bir veri seti oluşturulmuştur. Çalışmada ORB yöntemi ile 86,29%'luk başarı oranına ulaşıldığı belirtilmiştir.

Akın (2019) tarafından gerçekleştirilen çalışmada DL ile geliştirilen YTS modeli anlatılmaktadır. Çalışmada cinsiyet algılamada 98,25% ve yüz tanımda ise 96,25% başarı oranı elde edildiği belirtilmektedir. Karaman (2019) tarafından gerçekleştirilen çalışmada yüz tanıma sistemlerinin adımları araştırılmıştır. Sertkaya (2019) tarafından gerçekleştirilen çalışmada yüz tanıma için oluşturulacak algoritmanın ve veri setindeki fotoğrafların seçilmesi, kalite ölçümü ve iyileştirilmesi üzerine bir çalışma yapılmıştır. Saray Çetinkaya ve Sertbaş (2022) tarafından yapılan çalışmada CPU (Central Processing Unit - Merkezi işlem birimi) ve GPU (Graphics Processing Unit - Grafik İşlemci Ünitesi) mimarileri görüntü işleme ve zaman bağlı algoritmalar üzerinde üç farklı veri seti üzerinde CNN (Convolutional Neural Network - Evrişimli Sinir Ağı), RNN (Recurrent Neural Network - Yinelemeli Sinir Ağı) ve LSTM (Long Short-Term Memory - Uzun Kısa Süreli Bellek) derin öğrenme algoritmaları uygulanarak karşılaştırılmıştır. Ayata ve Çavuş (2022) tarafından yapılan çalışmada Makine Öğrenmesi (ML) tekniklerinden; ESA (Evrişimsel Sinir Ağları), YGH-DVM (Yönelimli Gradyan Histogramı- Destek Vektör Makineleri) ve DSA (Derin Sinir Ağları)

yöntemleri kullanılarak FEI, CelebA ve Aile yüz veri seti üzerinde analizler yapılmıştır. Bu testler sonucunda ESA yöntemi ile; FEI Veri Setinde %98.86, CelebA Veri Setinde %99.89, Aile Veri Setinde ise %100, YGH-DVM yöntemi ile; FEI Veri Setinde %97.71, CelebA Veri Setinde %97.75, Aile Veri Setinde ise %95.67, DSA yöntemi ile de; FEI Veri Setinde %97.61, CelebA Veri Setinde %95.79, Aile Veri Setinde ise %91.83 başarılı yüz bulma tahminine ulaşılmıştır.

### 3. MATERYAL VE METOT

#### 3.1 Öğretilebilir Makine (Teachable Machine, ÖM) Teknolojisi

Bu bölümde çalışmamız Öğretilebilir Makine (ÖM) üzerinde gerçekleştirildiğinden dolayı bu teknoloji hakkında bilgi verilmiştir. ÖM teknolojisi insanların kodlama yapmadan, web kameralarını, görüntülerini veya seslerini kullanarak kendi ML sınıflandırma modellerini eğitmelerini sağlayan web tabanlı bir arayüzdür (Carney ve diğ., 2020). Görüntüler veya ses örnekleri içindeki kalıpları ve eğilimleri bulmak ve saniyeler içinde basit ve kolay bir sınıflandırma modeli oluşturmak için bir ML tekniği olan transfer öğrenmeyi kullanır. Aktarım öğrenimi ile, bir kullanıcı kendi verilerini ekleyebilir ve büyük bir veri kümesinden belirli bir etki alanını öğrenen önceden eğitilmiş bir temel modelin üzerine bir modeli yeniden eğitebilir. Örneğin, Teachable Machine'in görüntüler bölümünün temel modeli (mobilenet) başlangıçta 1000 sınıfı (köpek, telefon, yatak, trombon vb.) tanımak üzere eğitilmiştir. Mobilenet'in bu sınıfları tanımak için kullandığı temel özellikler, kullanıcının tanımladığı yeni sınıfları tanımlamak için kullanılabilir. Bu karmaşıklık, kullanışlı ve doğru modeller oluşturmak için daha az veriye ve eğitim süresine ihtiyaç duyarak fayda sağlayan kullanıcılardan gizlenmiştir. Kullanıcılardan iyi eğitim örnekleri vermelerini istemek, teknolojinin gerçekleştirmeyi amaçladığı becerilere benzer beceriler gerektirdiğinden, erişilebilirlik için ÖM teknolojisi benzersiz bir zorluk teşkil eder (Kacorri, 2017). Örneğin, görme engelli kullanıcılara uygulamalarına kendi adlarına "görmeyi" öğretmelerine yardımcı olan uygulamaları nasıl geliştirebilir. ML ve DL modellerinin verileri öğrenmesi için karmaşık matematiksel hesaplar ve formüllere ihtiyaç vardır. Ancak ÖM teknolojisi ile bir kullanıcı matematiksel ve YZ hesaplamaları bilgisi olmadan tarayıcısında ML modelleri oluşturabilir. ÖM teknolojisinde kullanıcıların bir web uygulaması veya bir hesap oluşturmasına gerek yoktur. ÖM teknolojisi ile kullanıcıların web kameralarından veya görüntü dosyalarından çekilmiş görüntülerle ve mikrofonlardaki seslerle YZ modelleri eğitilebilmektedir. Hatta ÖM ile oluşturulmuş olan modeller Google Sunucuları aracılığıyla kullanıcılar tarafından da Teachable Makineleri ile de yayınlanabilmektedir. ÖM ile görüntüler, sesler veya pozlar için kullanıcılar kendi görüntü dosyalarını yükleyebilir veya bir mikrofon veya web kamerasıyla canlı olarak yakalanabilir. Bu örnekler kullanıcıların cihazlarında kalır ve kullanıcılar projelerini Google Drive'a kaydetmeyi seçmediği sürece bilgisayarlarından alınmaz, yani İnternet ortamında herhangi bir ortama kayıt olmaz. Teachable Machine uzantısı, kullanıcılara bir makine öğrenimi modelinin eğitiminin ve kullanımının nasıl çalıştığını öğretmeyi amaçlayan bir tarayıcı uygulaması olan Google'ın Teachable Machine'i temel alır (Zhu, 2019). ÖM teknolojisi kullanmak suretiyle;

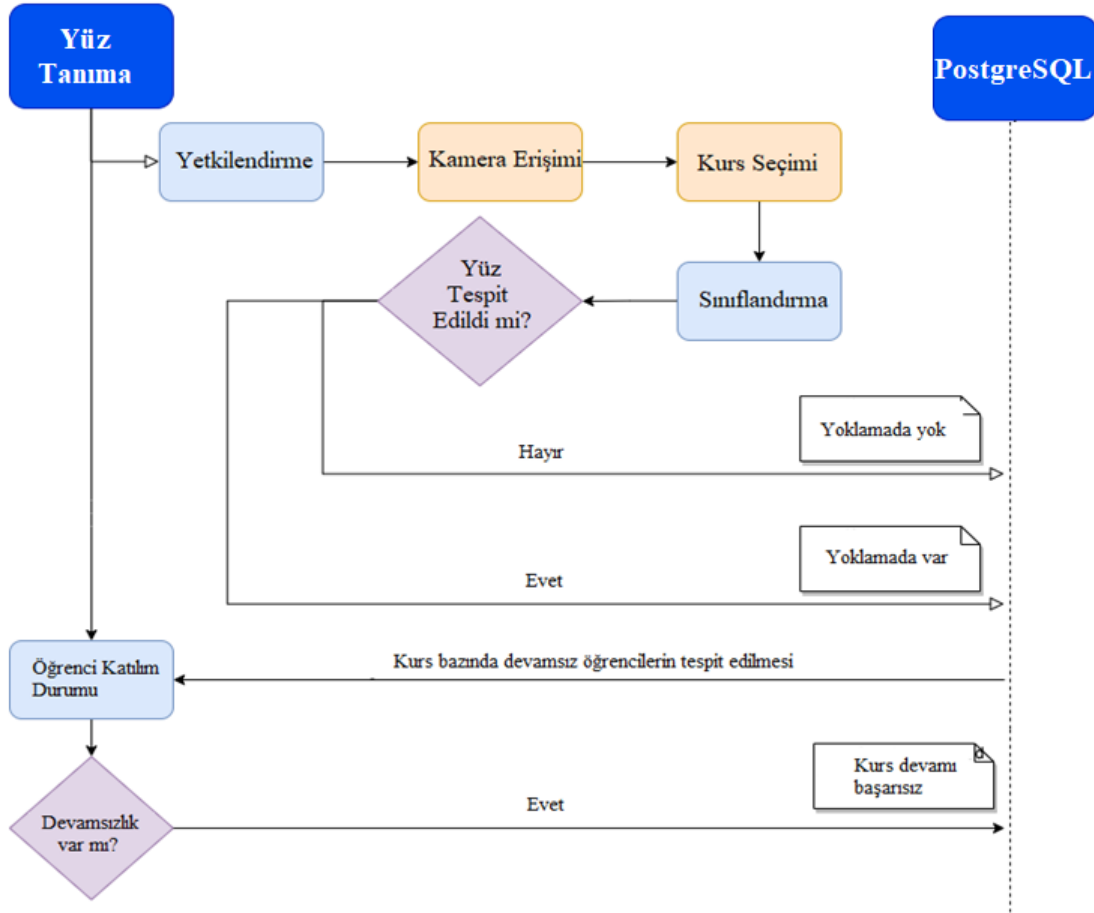
- Kullanıcılar örneklerini, modelin öğrenmesini istedikleri sınıf veya kategoriler halinde gruplayabilirler.
- Modellerini tek bir buton ile eğitip, ardından yeni örnekleri doğru şekilde sınıflandırılıp sınıflandırılmadığını test edebilirler.
- Modellerini siteler, uygulamalar gibi birçok alan için ücretsiz bir şekilde indirebilirler.

Bu hizmet aslında Google Firması tarafından verilmekte olan bir hizmettir. Bu ortam topluluk destekli geliştirilen açık kaynak kodlu görüntü sınıflandırma teknikleri için makine öğrenme modelleri üretebilmeyi sağlayan bir platformdur. Bu sistemde bir yüz sınıflandırması için saniyeler içinde kameradan gelen görüntünün birçok resmini çekilmekte ve sisteme otomatik olarak tanıtılmaktadır. Google sunucularında eğitilen YTS modeli, proje üzerinde kullanmak için istendiği takdirde kullanıcılar tarafından kişisel bilgisayara alınabilmekte veya kaynak kodu indirilmek suretiyle tüm işlemler kullanıcı tarafından yapılabilmektedir. YTS modelinin eğitimi için hızlı ve

tutarlı veriler verdiği için hazır modeller kullanmak yerine ÖM ile eğitilmiş özelleştirilmiş modeller kullanmak yüz tanıma konusunda hız ve kesinlik sağlamaktadır (Google, 2017).

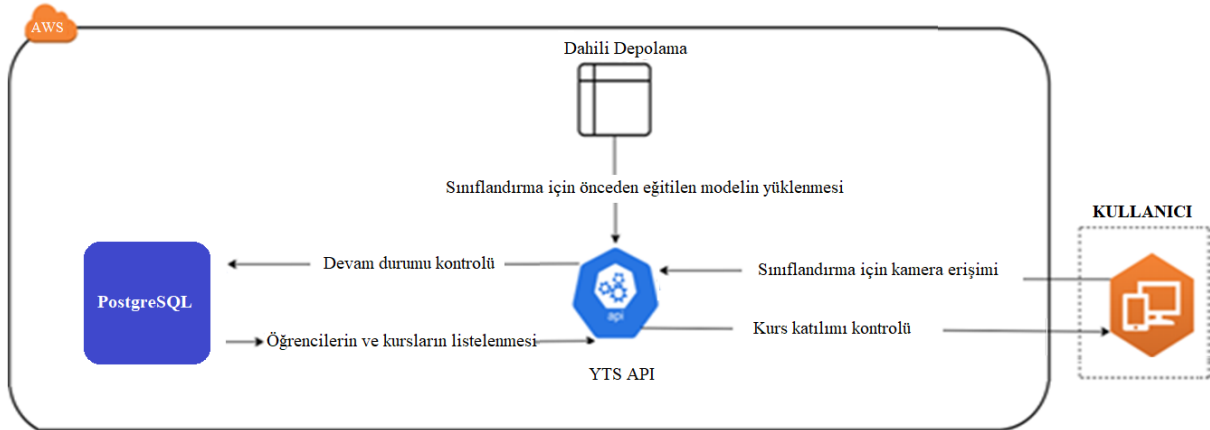
### 3.2 Çalışmada Önerilen Sistem

Çalışmada önerilen sistemin Akış Şeması Şekil 1'de sunulmuştur.



Şekil 1: YTS-ÖM Akış Diyagramı.

Söz konusu akış diyagramına göre kullanıcı web tarayıcısı üzerinden istek gönderdiğinde “Yüz Tanıma ve Katılım” API’si tarafından yakalanmaktadır. Daha sonra sunucu içindeki depolama alanından YTS modeli yüklenmektedir. Son olarak ise yüklenen model ile gelen görüntü üzerinde sınıflandırma işlemi yapılarak öğrencilerin yüz tanıma işlemleri tamamlanmaktadır. Bu bağlamda sistemin çalışma adımları Şekil 2’de sunulmuştur.



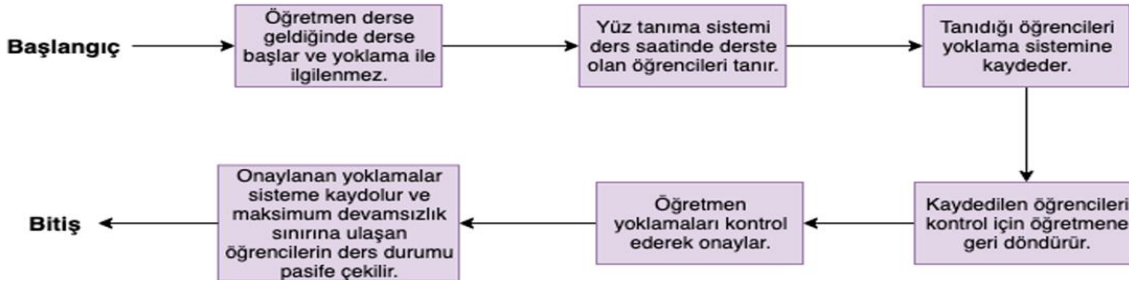
Şekil 2: Sistemin çalışma adımları.

Söz konusu çalışma adımları incelendiğinde sistemin dört farklı çalışma adımının olduğu görülmektedir. Bu adımlardan 1'inci adım, yüz algılama işlemlerini kapsamaktadır. Bu adımda kamera yüz görüntüsünü algılar ve bulur. 2'nci adım yüz analizi işlemlerini kapsamaktadır. Bu adımda yüzün görüntüsü kaydedilip analiz edilir. Bu adımda YTS-ÖM yüzün geometrisini okumaktadır. 3'üncü adım görüntüyü veriye çevirme işlemlerini kapsamaktadır. 4'üncü ve son adım eşleştirme işlemlerini kapsamaktadır. YTS-ÖM sisteminin çalışma adımlarında belirtildiği şekilde sistem tarafından yüz bilgileri tanınan öğrenciler, kullanıcı tarafından gönderilen sınıf bilgisine göre bu çalışma kapsamında oluşturulmuş olan veri tabanına kaydedilmektedir.

Araştırmada önerilen YTS-ÖM sisteminin geliştirilmesine ilişkin yapılan analiz çalışmaları neticesinde oluşturulan diyagramlar **Şekil 3** ve **Şekil 4**'te gösterilmektedir. Söz konusu diyagramlar kullanıcıların ürün tasarlanmadan önceki ve sonraki davranışlarını açıklamaktadır. Proje kullanıcı deneyimini bir üst seviyeye taşımayı amaçlamaktadır. Akademik personelin üzerindeki ders devam durumunu kontrol yükünü alarak akademik araştırmalara da fayda sağlamayı hedeflemektedir. Öğrencilerin derse odaklanmasını sağlamaktır.



Şekil 3. Eski Kullanıcı deneyim akışı.



Şekil 4. Yeni kullanıcı deneyim akışı.

### 3.3 Veri Seti

Google ÖM teknolojisi, insanların kodlama yapmadan, web kameralarını, görüntülerini veya seslerini kullanarak kendi ML sınıflandırma modellerini eğitmelerini sağlayan web tabanlı bir ara yüzdür. Görüntüler veya ses örnekleri içindeki kalıpları ve eğilimleri bulmak ve saniyeler içinde basit ve kolay bir sınıflandırma modeli oluşturmak için bir ML tekniği olan Aktarım Öğrenmeyi (Transfer Learning, AÖ) kullanır. AÖ tekniği ile, bir kullanıcı kendi verilerini ekleyebilir ve büyük bir veri kümesinden belirli bir etki alanını öğrenen önceden eğitilmiş bir temel modelin üzerine bir modeli yeniden eğitebilir. Bu bağlamda veri seti olarak sistem tarafından daha önce sınıfları tanımak için kullandığı temel veri seti kullanılmış, ancak sistem bu çalışma kapsamında oluşturulan olan ve 10 öğrenciye ait olan yüz görüntüleri test edilmiş ve sistemin başarı oranı hesaplanmıştır. Bu bağlamda örneğin, ÖM'nin görüntüler bölümünün temel modeli (mobilenet) orijinal olarak 1000 sınıfı (köpek, telefon, yatak, trombon vb.) tanımak üzere eğitilmiştir. Mobilenet'in bu sınıfları tanımak için kullandığı temel özellikler, kullanıcının tanımladığı yeni sınıfları tanımlamak için kullanılabilir. Bu karmaşıklık, kullanışlı ve doğru modeller oluşturmak için daha az veriye ve eğitim süresine ihtiyaç

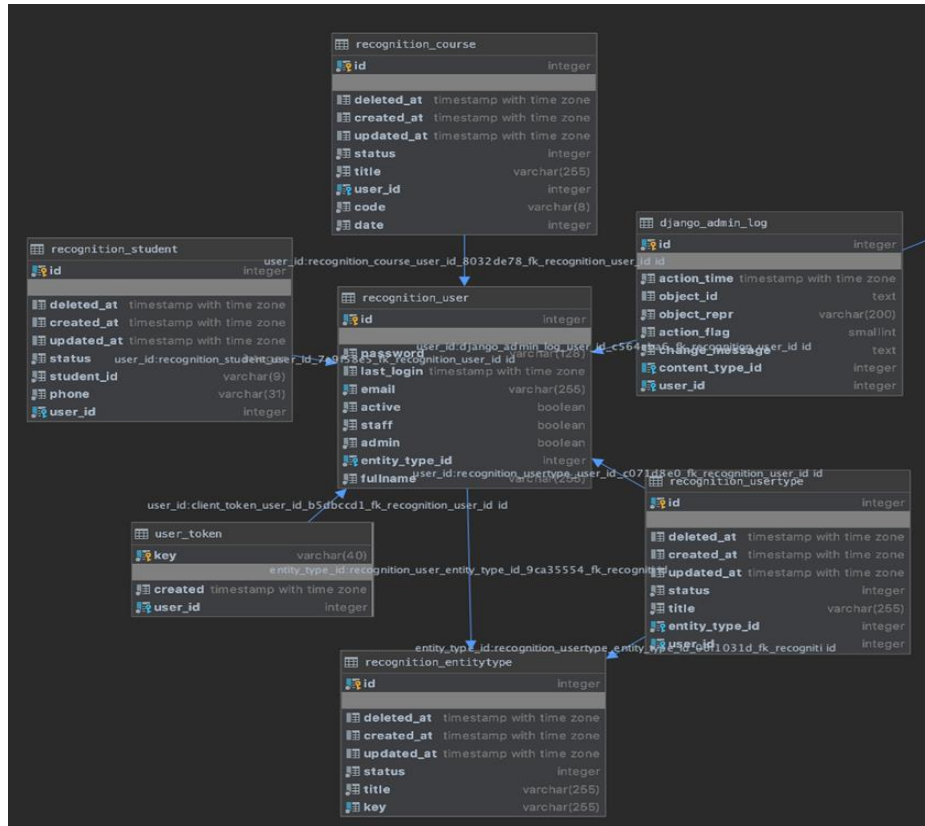
duyarak fayda sağlayan kullanıcılardan gizlenmiştir. ÖM, kullanıcıların modellerini kendi verileriyle, bu veriler bilgisayarlarından ayrılmadan cihazlarındaki tarayıcıda eğitmektedir. Bu özelliği ile ÖM veri gizliliğini sağlayarak kullanıcıların deney yaparken kendilerini güvende hissetmelerine yardımcı olmaktadır. Bu durum ayrıca uzak bir makineye veri gönderen ve işleyen sistemlerden daha fazla gizlilik ve sahiplik duygusuna ve büyük dosyaları, veri kümelerini depolama ve kaydetme konusunda endişelenmenize gerek kalmadan makine öğrenimi ile oynamak ve denemeler yapmak için daha esnek ve daha az kalıcı bir yapıya olanak tanımaktadır.

### 3.4 Programlama Dili

Çalışmada Python programlama dili, TensorFlow.js yanında ayrıca Keras vtfjs-layers kütüphanesi, Python Django Web Geliştirme Arayüzü ve PostgreSQL veritabanı kullanılmıştır. Tensorflow açık kaynak kodlu bir derin öğrenme kütüphanesidir. Bu kütüphaneye ilişkin kodlar herkesin erişimine açıktır. Tensorflow kütüphanesi platformdan bağımsız bir şekilde işlemci veya grafik kartı üzerinden özellikle ML ve DL gibi algoritmalarının çalıştırabilmesine olanak sağlar. Temeli Python dili ile geliştirilen bu framework Java, R, C++, Go, Javascript gibi birçok dili desteklemektedir. Tensorflow kullanıcılara WEB, nesnelerin interneti (IoT), mobil cihazlar için ayrı ayrı kütüphaneler sağlamaktadır. Web üzerinde geliştirme sağlayan kütüphane olan Tensorflow.js istemci taraflı çalışmaktadır. Tensorflow.js ile istemci üzerinde model eğitebilir ve tahminleri gerçekleştirebilir.

### 3.5 Veritabanı

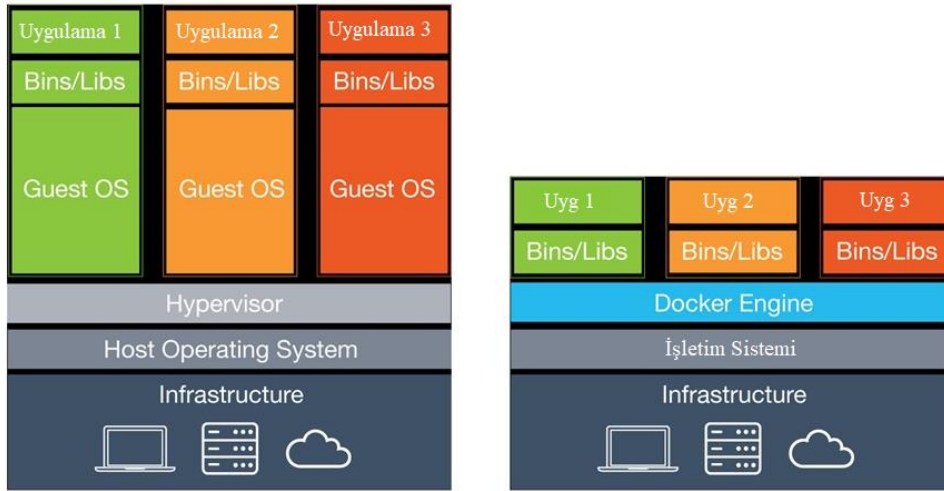
Çalışmada kullandığımız PostgreSQL veritabanı açık kaynak kodlu bir ilişkisel veri tabanıdır. PostgreSQL veri tabanı bu türü destekleyerek farklı programlama dillerinde yazılmış farklı modüller ile hazırlanmış büyük uygulamaların birbiriyle veri değişimine imkân tanımaktadır. Çalışmanın veritabanı ilk defa bu çalışma kapsamında geliştirilmiştir. Çalışmada geliştirilen veritabanı Şekil 5’de sunulmuştur.



Şekil 5: Veritabanı Tasarımı

### 3.6 Docker Teknolojisi

Çalışmamızda kullandığımız diğer bir teknoloji de Docker teknolojisidir. Şekil 6’da Docker üzerinde çalışan bir sistem mimarisi örnek olarak gösterilmektedir. Bu sistemde Docker üzerinde çalıştırılan ürün aradaki misafir işletim sistemine istek göndermekte, böylelikle uygulamalarda hız ve erişilebilirlik sağlanmaktadır (Özkök, 2020). Uygulamanın derleme ve test işlemleri Şekil 6’da sunulan örnek mimariye uygun olarak “docker” yazılım platformu üzerinde gerçekleştirilmiştir. Araştırma kapsamında bu yazılım platformunu kullanmak suretiyle uygulamada geliştirilen yazılım kodu “docker” yazılım platformu üzerinde test edilmiştir. Bu bağlamda araştırma kapsamında geliştirilen uygulamanın sunucu üzerinde kurulumu işlemleri de yine “docker” üzerinde konteynerleştirme aracı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Böylelikle araştırmada geliştirilen yazılıma ait kitaplıklar, sistem araçları, kod ve çalışma zamanı dahil olmak üzere çalışması için gerekli unsurları, "container" adlı standartlaştırılmış birimler halinde paketlenmiştir.



Şekil 6: Docker ve Sistem Mimarisi.

### 3.7 Bulut Bilişim (BB) Teknolojisi

Çalışmada bulut sunucuları kullanılmıştır. Bulut üzerinde çalışan sunucular gelişen teknoloji doğrultusunda internet sitelerini daha erişilebilir ve performanslı hale getirmek için seçilebilecek olanaklardan birisidir. Standart sunuculardan farklı olarak taşınabilirlik, ulaşılabilirlik gibi alanlarda eşsiz imkânlar sağlar. Donanım arızalarından etkilenmeden isteklere göre genişleyebilen sistemler oldukları için maliyet açısından da fayda sağlarlar. Bulut sunucular bu hizmetin alındığı şirketin sunucuları üzerinde donanım arızası gibi maliyetlerden etkilenmeden kullanıcılara verdiğimiz hizmeti sorunsuz yürütmemizi sağlarlar. Yeni oluşabilecek alan ihtiyaçlarını ve genişleme ihtiyaçlarını sorunsuz sağlamamızı sağlar. İnternete bağlanabilen tüm cihazlardan sunucuya erişip düzenlemeler ve ayarlamalar yapılabilir. Sistemi kapatmadan kaynakları arttırıp azaltabilirsiniz. Maliyet açısından ise fiziksel sunuculara göre daha az maliyetli olmaları açısından tercih edilmektedir.

## 4. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

**Tablo 1**'de çalışma kapsamında gerçekleştirilen deneylere ilişkin bilgiler yer almaktadır. Söz konusu deney sonuçları değerlendirildiğinde 3 numaralı deneye ait verinin doğruluk oranlarının en yüksek oran olarak elde edildiği görülmektedir.

**Tablo 1.** Yapılan deneyler ve tahmin çıktıları.

Deney Numarası	Kimlik Bilgisi	Doğruluk oranı (%)
Deney 1	Öğrenci 1	97,81



Deney 2	Öğrenci 2	95,76
Deney 3	Öğrenci 3	98,82
Deney 4	Öğrenci 4	96,88
Deney 5	Öğrenci 5	93,76
Deney 6	Öğrenci 6	98,67
Deney 7	Öğrenci 7	97,63
Deney 8	Öğrenci 8	94,89
Deney 9	Öğrenci 9	98,02
Deney 10	Öğrenci 10	95,99

Tablo 1’deki deneysel sonuçlar i5-10300H 2.50GHz işlemci ve 8GB RAM özelliklerine sahip bilgisayar kullanılarak elde edilmiştir. Şekil 7’de yoklama alma sistemi görülmektedir. Sağ tarafta görülen kamerada amaçlanan sistem her öğrenci sınıfa girerken kapıyı gören bir kamera koyulması derse giren öğrencilerin kaydedilmesi yönünde amaçlanmıştır.

Şekil 7’de oluşturulan sistem kullanılmadan önceki kullanıcı alışkanlıkları incelenmiştir. Kullanıcının yaşadığı sorunlar ve harcadığı vakit gözlemlenmiştir.

**Gerçek Zamanlı Yoklama Sistemi**

Eğitimci E-Posta Adresi:

Eğitimci ID:

Ders Kodu:



Ömer

Şekil 7: Yoklama alma sistemi ve kamera görüntüsü.

## 5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Günümüzde güvenlik, analiz, kullanıcı doğrulama gibi birçok uygulama alanında kullanılan önemli bir teknolojidir. Bu çalışmada bulut üzerinde Öğretilebilir Makine (ÖM) teknolojisi kullanılarak bir web tabanlı Yüz Tanıma Sistemi (YTS-ÖM) geliştirilmiştir. Çalışma kapsamında geliştirilen bu sistem öğrencilerin yüzleri yoklama sistemine kaydederek öğrenci kaydını tutmaktadır. Önerilen sistem Web uygulamalarına bağlanmak için internet bağlantısı ve internet tarayıcısı açabilen ve kameralı bir cihaz kullanmaktadır. Çalışma neticesinde YTS-ÖM’nin başarı oranı %99.8 olarak ölçülmüştür. Araştırmamızda, ÖM teknolojisinin kullanıcıları kendi YZ sınıflandırma modellerini oluşturma konusunda güçlendirdiği anlaşılmaktadır. Araştırmada elde edilen sonuçlar, kullanıcıların kendi DL modellerini kodlama yapmadan geliştirmelerine imkân sağlayan ÖM teknolojisi kullanılarak geliştirilen YTS modelinin etkinliğini ortaya koymaktadır. Bu çalışmanın özellikle güvenlik endişesi nedeniyle birçok araştırmacıyı ve kullanıcıyı cezbeden YTS’lerin kullanıcılar tarafından geliştirilmesi ve kullanıma alınması açısından YZ çalışma alanına katkı sağlayacağı değerlendirilmektedir.

## KAYNAKÇA

Aghdam O. A., 2018, Unconstrained Face Recognition Under Mismatched Conditions, İstanbul Teknik Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi.

- Akın F., 2019, Derin Öğrenme Tabanlı Yüz Tanıma Sisteminin Geliştirilmesi, Fırat Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi.
- Al Bazzaz, F. Y. (2017). Far Distance Unmanned Aerial Vehicles Control And Object Detection using Internet of Things Network and Embedded Systems (Master's Thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Aslan E. S., 2016, Kapalı Ortamlar İçin Dağıtık Mimarili İnsan Tanıma Sistemi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi.
- Ayata, F., & Çavuş, H. (2022). Yüz Tanıma Sistemlerinde Kullanılan ESA, YGH-DVM ve DSA Algoritmalarının Performans Testleri. Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 34(1), 39-48.
- Ayhan Ö., 2013, Yüz Öznitelik Çıkarımı için Geliştirilmiş Aktif Şekil Modeli , İstanbul Teknik Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi
- Bilgiç, A., Kurban, O. C., & Yildirim, T. (2017, May). Face Recognition Classifier based on Dimension Reduction in Deep Learning Properties. In 2017 25th Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU) (pp. 1-4). IEEE.
- Carney, M., Webster, B., Alvarado, I., Phillips, K., Howell, N., Griffith, J. & Chen, A. (2020, April). Teachable machine: Approachable Web-based tool for exploring machine learning classification. In Extended abstracts of the 2020 CHI conference on human factors in computing systems (pp. 1-8).
- Çambay V. Y., 2019, Derin Öğrenme Kullanılarak FPGA'lar ile Gerçek Zamanlı Nesne Algılama ve Tanıma, Fırat Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi
- Eldem, A., Eldem, H., & Palali, A. (2017). Görüntü işleme teknikleriyle yüz algılama sistemi geliştirme. Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 6(2), 44-48.
- Eleyan G., 2010, Görüntü Çerçevelerinde Yüz Algılama ve Veritabanı ile Eşleme Yapılması, Ankara Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi
- Fawzy A. M. I., 2019, Sanal Gösterge Panelinde Derin Öğrenme Tabanlı Gerçek-Zamanlı Nesne Algılama Uygulaması, Kocaeli Üniversitesi, Lisans Tezi
- Filiz S., 2012, Siber Güvenlikte Biyometrik Sistemler ve Yüz Tanıma, Gazi Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi.
- Gökberk B., 2006, Three Dimensional Face Recognition, Boğaziçi Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi
- Hazar Ş.,2008, Yapay Zeka Uygulamaları: Yüz Tanıma, Beykent Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi
- Holat R., 2014, Yüz Bulma ve Tanıma Sistemleri Kullanarak Kimlik Tespitinin Yapılması, Düzce Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi.
- Kacorri, H. (2017). Teachable machines for accessibility. ACM SIGACCESS Accessibility and Computing, (119), 10-18.
- Karaman İ., 2019, Bulut Bilişim Tabanlı Gerçek Zamanlı Yüz Tanıma Sistemi, Kırıkkale Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi.
- Manav C., 2010, Görüntü İşleme Yardımı İle Kimlik Tespiti, Gazi Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi
- Noori A. M., 2019, ORB Özelliklerine Dayalı Yüz Tanıma Sistemi, Selçuk Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi.
- Özgür Özkök, Virtual Machine ve Docker Container Sistemlerinin Tanımı, “<https://www.ozgurozkok.com/virtual-machine-ve-docker-container-sistemlerinin-tanitimi/>”, Son Erişim Tarihi:(19.05.2020).

- Rashid E., 2018, Raspberry PI ile Gerçek Zamanlı Yüz Tanıma ve Kontrol Sistemi, Selçuk Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi.
- Saeed S. B., 2016, Face Recognition System Based on Pca-Wavelet and Support Vector Machines, Hasan Kalyoncu Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi
- Saray Çetinkaya, T. & Sertbaş, A. (2022). Derin Öğrenme Algoritmalarının GPU ve CPU Donanım Mimarileri Üzerinde Uygulanması ve Performans Analizi: Deneysel Araştırma. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, (33) , 10-19.
- Sertkaya, O, 2019, Yüz Tanıma için İmgelerin Kalite Ölçümü ve İyileştirilmesi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, 13.
- Sütçüler, E. (2006). Gerçek zamanlı video görüntülerinden yüz bulma ve tanıma sistemi.
- Teachable Machine Google, “<https://teachablemachine.withgoogle.com/faq#Tools-and-Resources>”, Son Erişim Tarihi (23.05.2020).
- Tırkaz Ç., 2008, Aktif Görünüm Modeli Kullanarak Yüz Tanıma, Yıldız Teknik Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi.
- Topkaya İ. S., 2008, Video Görüntülerinden Yüz Tanıma, Yıldız Teknik Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi.
- Yazıcı İ. M., 2008, Gerçek Zamanlı Kiosk Yüz Tanıma Sistemi, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Yıldırım M., 2011, Yüz Tanıma, İstanbul Kültür Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi.
- Zhu, K. (2019). An educational approach to machine learning with mobile applications (Doctoral dissertation, Massachusetts Institute of Technology).