



KAFKAS ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ DERGİSİ

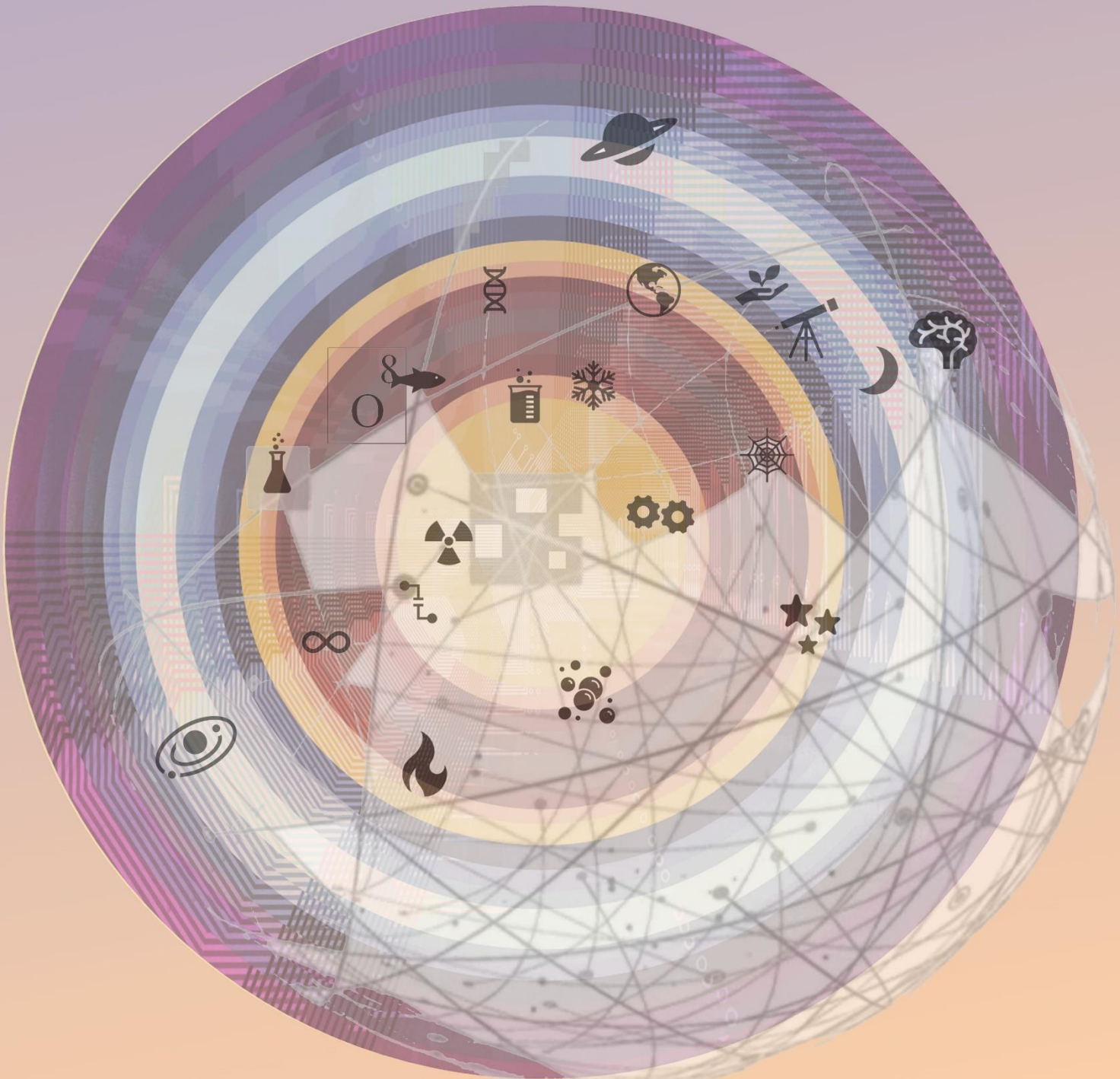


KAFKAS UNIVERSITY

INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE JOURNAL

Cilt:15 Sayı:1
2022 Temmuz

Volume:15 Issue:1
2022 July



e-ISSN: 2587-2398

E-Mail: kaufbed@kafkas.edu.tr

<http://www.kafkas.edu.tr/fbedergi>



KAFKAS ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ DERGİSİ

KAFKAS UNIVERSITY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE JOURNAL

Cilt: 15

Sayı: 1

Temmuz 2022

Volume: 15

Number: 1

July 2022

e-ISSN: 2587-2389

Kafkas Üniv. Fen Bil. Enst. Derg (Kafkas Univ. Inst. of Nat. and Appl. Sci. J.)

Cilt: 15 Sayı: 1, Temmuz 2022 (Volume: 15 Number: 1, July 2022)

<http://www.kafkas.edu.tr/fbedergi>

<http://dergipark.gov.tr/kujs>

Sorumlu Müdür / Director

Prof. Dr. Fikret AKDENİZ

Editör / Editor

Dr. Öğr. Üyesi Ümit YILDIKO

Editör Yardımcıları / Associate Editors

Doç. Dr. Vedat ADIGÜZEL	Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı
Doç. Dr. Ezgi Pelin YILDIZ	Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Anabilim Dalı
Dr. Öğr. Üyesi Mustafa Kemal ALTUNOĞLU	Biyoloji Anabilim Dalı

Dil Editörleri / Language Editors

Doç. Dr. Özkan ÖZDEN	Biyomühendislik Anabilim Dalı
Doç. Dr. Ezgi Pelin YILDIZ	Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Anabilim Dalı

Mizanpaj ve Teknik Editörler / Layout and Technical Editors

Dr. Öğr. Üyesi Mustafa Kemal ALTUNOĞLU	Biyoloji Anabilim Dalı
Doktora Aslıhan Aycan Tanrıverdi	Fizikokimya Anabilim Dalı

Yayın Kurulu

ANABİLİM DALI

KURUMU

Bilişim Teknolojileri Eğitimi

Okutman Ramiz Musallam SALAMA

Name Near East University

Biyoloji Anabilim Dalı

Doç. Dr. Mustafa CENGİZ

Siirt Üniversitesi

Doç. Dr. Fatma GÜR

Atatürk Üniversitesi

Biyomühendislik Anabilim Dalı

Doç. Dr. Evren KOÇ

Kafkas Üniversitesi

Doç. Dr. Özkan ÖZDEN

Kafkas Üniversitesi

Cevre Bilimleri ve Mühendisliği Anabilim Dalı

Doç. Dr. Can Bülent KARAKUŞ

Fizik Anabilim Dalı

Doç. Dr. Adem KOÇYİĞİT

Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi

Gıda Bilimleri ve Mühendisliği Anabilim Dalı

Doç. Dr. Cemil AYDOĞAN

Bingöl Üniversitesi

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Dr. Öğr. Üyesi Emre TOPÇU

Kafkas Üniversitesi

Kimya Anabilim Dalı

Doç. Dr. Bahri GÜR

Iğdır Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Ahmet Turan TEKEŞ

Kafkas Üniversitesi

Doç. Dr. Melahat GÖKTAŞ

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Mustafa Zahritin KAZANCIOĞLU

Kilis 7 Aralık Üniversitesi

Dr. Öğr. Görevlisi Abdülmelik ARAS

Iğdır Üniversitesi

Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

Dr. Öğr. Üyesi Muhammed Arslan OMAR

Kafkas Üniversitesi

Matematik Anabilim Dalı

Prof. Dr. Nizami MUSTAFA

Kafkas Üniversitesi

Doç. Dr. Veysel NEZİR

Kafkas Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Lokman BİLEN

Iğdır Üniversitesi

Ziraat Fakültesi

Dr. Öğr. Üyesi Ramazan GÜRBÜZ

Iğdır Üniversitesi

Yazışma Adresi

(Address for Correspondence)

Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi

Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

36100-Kars/ Türkiye

Phone: +90 474 2128850

Fax: +90 474 2123867

E-mail: kaufbed@kafkas.edu.tr

**Bu dergi Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından Ocak-Haziran ve Temmuz-Aralık dönemlerinde olmak üzere yılda iki kez yayımlanır.
This journal is published biannually, in January-June and July-December, by the Institute of Science Institute, University of Kafkas**

Önemli Not:

- Dergimizin adı, ilk sayısı (Cilt:1, Sayı:1) “Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi”; İkinci sayısı (Cilt:1, Sayı:2) “Fen Bilimleri Dergisi” ve üçüncü sayıdan itibaren (Cilt:2, Sayı:1) ise “Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi” olarak değiştirilmiştir.
- Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergimiz Cilt 10, Sayı 1’den itibaren e-ISSN numarası 2587-2389 alınmış olup Cilt 10, Sayı 1’den itibaren elektronik ortamda basılacaktır.

**Danışma Kurulu
(Advisor Board)**

Prof. Dr. Abdullah HASBENLİ, Gazi Üniversitesi, Ankara
Prof. Dr. Adem BIÇAKÇI, Uludağ Üniversitesi, Bursa
Prof. Dr. Ahmet AKSOY, Akdeniz Üniversitesi, Antalya
Prof. Dr. Ahmet ALTINDAĞ, Ankara Üniversitesi, Ankara
Prof. Dr. Atilla YILDIZ, Ankara Üniversitesi, Ankara
Prof. Dr. David. W. STANLEY, Agricultural Research Service, USA
Prof. Dr. Hüseyin UZUNBOYLU, Near East University, KKTC
Prof. Dr. Erhan DENİZ, Kafkas Üniversitesi, Kars
Prof. Dr. Esabi Başaran KURBANOĞLU, Atatürk Üniversitesi, Erzurum
Prof. Dr. Fikret AKDENİZ, Kafkas Üniversitesi, Kars
Prof. Dr. Halit ORHAN, Atatürk Üniversitesi, Erzurum
Prof. Dr. Yücel ÖZMEN, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon
Prof. Dr. İsmail ÇAKMAK, Kafkas Üniversitesi, Kars
Prof. Dr. Fezile ÖZDAMLI, Near East University, KKTC
Prof. Dr. Ali SINAĞ, Ankara Üniversitesi, Ankara
Prof. Dr. Kamil KOÇ, Celal Bayar Üniversitesi, Manisa
Prof. Dr. Kemal BÜYÜKGÜZEL, Karaelmas Üniversitesi, Zonguldak
Prof. Dr. Mehmet Ali KIRPIK, Kafkas Üniversitesi, Kars
Prof. Dr. Muhitdin YILMAZ, Sinop Üniversitesi, Sinop
Prof. Dr. Mustafa SÖZEN, Karaelmas Üniversitesi, Zonguldak
Prof. Dr. Mustafa YÜKSEK, İskenderun Teknik Üniversitesi, Hatay
Prof. Dr. Ö. Köksal ERMAN, Atatürk Üniversitesi, Erzurum
Prof. Dr. Ömür DEVECİ, Kafkas Üniversitesi, Kars

Prof. Dr. Ramazan SEVER, ODTÜ, Ankara
Prof. Dr. Refiğ SOLTAN, Selçuk Üniversitesi, Konya
Prof. Dr. Serap AKSOY, Yale University, USA
Prof. Dr. Ten FEIZI, Imperial College of science, UK
Prof. Dr. Vaqif FERZELİYEV, Azərbaycan Milli Bilimler Akademisi, Bakü
Prof. Dr. Yaşar ÖNEL, University of Iowa, USA
Prof. Dr. Yüksel KELEŞ, Mersin Üniversitesi, Mersin
Prof. Dr. Murat TEZER, Near East University, KKTC
Prof. Dr. Aycan TOSUNOĞLU, Uludağ Üniversitesi, Bursa
Doç. Dr. Fikret TÜRKAN, Iğdır Üniversitesi, Iğdır
Doç. Dr. Ferruh AŞÇI, Afyonkocatepe Üniversitesi, Afyon
Doç. Dr. Gökhan NUR, Gaziantep Üniversitesi, Gaziantep
Doç. Dr. Hüseyin ERTAP, Kafkas Üniversitesi, Kars
Assoc. Prof. Dr. Antonin LOJEK, Academy of Sciences, Czech Republic
Assoc. Prof. Dr. Pavel HYRSL, Masaryk University Czech Republic
Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin KAPLAN, Niğde Üniversitesi, Niğde
Asistant Prof. Dr. Greg GOSS University of Alberta, Department of Biological
Science, Canada

İÇİNDEKİLER (CONTENTS)

Sayfalar/Pages

- 1 The Development of a Cooling System App for Immobile Patients** 1 – 11
Ramiz SALAMA
- 2 Van Pomzası Üzerine Malahit Yeşili Boyar Maddesinin Adsorpsiyonunun İzoterm Çalışması** 12 – 19
Ali Rıza KUL Hasan ERGE Veysel BENEK Vedat ADIGÜZEL Sevilay DEMİRCİ
- 3 The Effect of The Seasons on The Variation of Arsenic, Boron, and Other Parameters in The Waters in Iğdır** 20 – 31
Servet AŞKIN Mehmet Kazım KARA
- 4 Investigation of Occupational Health and Safety Practices Performed at Kafkas University** 32 – 39
Neşe KALFAT İsmail ÇAKMAK
- 5 Acil Durumlarda Engelliler ve Erişilebilirlik** 40 – 45
Fatih ATES Mevlüt ALBAYRAK



Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi Institute of Natural and Applied Science Journal

Dergi ana sayfası/ Journal home page: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/kujs>



E-ISSN: 2587-2389

The Development of a Cooling System App for Immobile Patients

Ramiz SALAMA ^{1*}

¹Department of Computer Engineering, AI and Robotics Institute, Research Center for AI and IoT, Near East University, Nicosia, Cyprus

(İlk Gönderim / Received: 05. 07. 2022, Kabul / Accepted: 24. 11. 2022, Online Yayın / Published Online: 12. 12. 2022)

Keywords:

Microcontroller,
speed,
temperature,
liquid crystal display (LCD),
sensor.

Abstract: In the 21st century, as technology advanced and individuals sought to maximize their use of time, there was an increase in the usage of automated systems, which led to the prominence of microcontrollers. The well-known Arduino tiny portable microcontroller is one of the finest in the world today for creating quick, effective automated gadgets that support daily living. This paper is entirely dedicated to the COOLING SYSTEM driven by ARDUINO. This is a look at a flexible project that may be utilized in a variety of settings, including places and things that people use on a regular basis. With the development of technology in the twenty-first century, people are increasingly seeking for ways to save time, which has led to an increase in the usage of automated systems, with microcontrollers emerging as key actors. One of the greatest in the world today for creating quick, effective automated gadgets that support daily living is the well-known little portable microcontroller called Arduino. The ARDUINO driven COOLING SYSTEM is the focus of this article. This is a glimpse into a flexible project that may be utilized in a variety of contexts, including everyday items and public spaces. This book is intended for a wide range of audiences, including students studying the expressive arts, middle and senior secondary school students, students studying building structures, as well as practicing researchers and architects. The book has been divided into sections to accommodate this large audience and satisfy the needs of each reader. The book includes a ton of product and equipment information that can assist readers in constructing a wide range of structures. The Arduino Mega 2560 equipped with the Atmel ATmega 2560 and the Arduino UNO R3 supplied with the Atmel ATmega 328 are two different Arduino products that are covered in the book. The third release has been refreshed with the most recent on these two handling sheets, changes to the Arduino Development Environment, and different expanded models.

Hareketsiz Hastalar İçin Soğutma Sistemi Uygulaması Oluşturma

Anahtar Kelimeler:

Mikrodenetleyici,
hız,
sıcaklık,
sıvı kristal ekran (LCD),
sensör.

Özet: 21. yüzyılda teknolojinin gelişmesiyle birlikte otomatik sistemlerin kullanımında bir artış var, insanlar zamanı en çok denemek ve kullanmak için sabırsızlanıyorlar ve bununla birlikte Mikrodenetleyiciler önemli oyuncular haline geldi. Popüler küçük taşınabilir mikrodenetleyici Arduino, günlük yaşamda yardımcı olan hızlı verimli otomatik cihazlar yapma açısından günümüzün en iyilerinden biridir. Bu belge tamamen ARDUINO destekli SOĞUTMA SİSTEMİ ile ilgilidir. Bu, günlük kullanılan nesnelere ve insanlar tarafından alanlar dahil olmak üzere farklı alanlarda uygulanabilen çok yönlü bir projeye ilişkin bir fikirdir. Bu SOĞUTMA uygulamasının insan yaşamını iyileştireceğine ve ayrıca insanları mikrodenetleyicilerin kullanımını ve gücü konusunda eğiteceğine inanıyorum. Bu kitap Arduino mikrodenetleyicisi ve Arduino fikri hakkındadır. Massimo Banzi, David Cuartillas, Tom Igoe, Gianluca Martino ve David Mellis'ten oluşan vizyoner Arduino grubu, 2005 yılında mikrodenetleyici ekipmanında açık kaynak ekipmanı fikri olan başka bir gelişmeyi harekete geçirdi. Metodolojileri, düşüncelerin paylaşımını canlandırmak ve gelişimi ilerletmek için mikrodenetleyici tabanlı ekipman planı aşamalarının inceliklerini doğrudan paylaşmaktı. Bu fikir, ürün dünyasında uzun süredir yaygın. Bu kitap, dışavurumcu sanatlar yedeği, merkez ve ortaokul yedeği, bina strüktür yedeği ve prova araştırmacıları ve mimarları da dahil olmak üzere çok çeşitli insan toplantıları için planlanmıştır. Bu geniş izleyici grubunu karşılamak için kitap, her kullanıcının ihtiyacını karşılamak üzere

bölmelere ayrılmıştır. Kitap, okuyucunun çok çeşitli çerçeveler oluşturmasına yardımcı olacak çok sayıda ürün ve ekipman kılavuzu içerir. Kitap iki farklı Arduino ögesini kapsar: Atmel ATmega 328 ile donatılmış Arduino UNO R3 ve Atmel ATmega 2560 ile donatılmış Arduino Mega 2560. Üçüncü sürüm, bu iki işleme sayfasındaki en son sürüm, Arduino Geliştirme Ortamındaki değişiklikler ve farklı genişletilmiş modellerle yenilendi.

*İlgiliyazar: ramiz.salama@neu.edu.tr

1. INTRODUCTION

The project's Arduino cooling system monitors and regulates the ambient temperature. The Arduino microcontroller, which is increasingly being used to actualize power over frameworks, was used to design the framework. Considering that the framework is supposed to regulate the cooling system. Understanding Arduino-controlled frameworks is so essential. These days, thanks to the advancement of innovation, particularly in the area of microcontrollers, every aspect of daily life has become a kind of data innovation, and we have found controllers in every single application (Buonocunto P. et al., 2014; Buonocunto P. et al., 2016; Restuccia F. et al., 2022). The design is geared at small-scale controller-based conducting work in this way. The main objective of this file is to display the temperature and, when it reaches a certain maximum, to manage it in order to return it to the appropriate temperature in order to reduce energy and time waste and assist those who are disabled and unable to control the temperature to their preferences. It might also be used to monitor situations changing as quickly as possible. It may very well be used in a variety of businesses and electrical devices. Assembling a programmable framework using a microcontroller and its interaction with other devices is another design.. The Arduino turns out to be progressively prevalent given its numerous favorable circumstances like straightforward programming and conservative size. It likewise underpins various gadgets, so we will likely accomplish the capacity to do programming and get thought regarding the Arduino framework. In any sort of venture which requires a useful, modified or exploratory field test, there are problems experienced because of vulnerabilities and testing issues. In this venture, we can say for each segment of the assignments, there were challenges that we experienced. Since we will be dealing with circuitry, arranging a circuit without testing in the event that it works might be an issue. There are such a large number of types of automatic (self-operating) systems out there, some with various hardware structures and choosing the one to take needs a type of solid confidence that it will work (Heimerdinger W.L. et al., 1992; Yuan D. et al., 2014; Stonebraker M. et al., 2018). So, I experienced preliminaries and mistakes until I found the correct circuit. There are a large number of approaches to developing an automatic system as there are many controllers out there nowadays. One can use Raspberry pi and other controllers with or without a Wi-Fi connection, Wi-Fi connection for interface and notifications and easy control. I tried with raspberry pi. It did not work well due to different part and the simplicity of the project goal, and more of the accessories were expensive. The other problem was the choice of selecting the sensor, mainly the temperature sensor, because the sensor should give an almost accurate temperature for the project to run to specifications. The problem I faced here is that I first used a sensor which reads the temperature correct but when it was time to cool down

and read the current temperature, it would give out the wrong values. Then they chose to use another sensor, the LM35 sensor, which did pretty well at handling these temperatures. Other problems were with making the device wirelessly connected so users or users could operate and use the system adjusted to their wants. But, this failed as the ESP8266 WIFI module I wanted to use is a microcontroller on its own and merging it into the whole project made the whole project complex. Hence, it is supposed to be simple. One of the big problems was buying all the accessories for the project. They would bought and get damaged, and would be sent back and, with time, I had to work with what I had as I couldn't get replacements due to the great pandemic of 2020. Taking into account how smart the bleeding edge improvement is affecting, adaptable or controlled frameworks are and by anticipating focal occupations in supporting individuals on the planet. These self-working frameworks can be evaluated to fit into various regions and work vary. This obligation is valuable for security and observation if there is an occurrence of attack assignments or workers blame and unfortunate behavior where a human can neglect to be accessible or disregard the specific undertaking, utilization of helpful or self-working frameworks sneaks in, people spot where they can spare and improve the circumstance without everyday checking, and for the proficiency of both human agents and machines, Programmed self-working frameworks can be worked with various methodologies that draw in them to go into bound spots where it is perilous or not appropriate for a human individual to stay and work, particularly because of working time. In cutting edge life, asset abuse has expanded because of the expansion of the populace on the planet. Thus, the interest and use and shortage of power has made the charges high. This sort of self-working framework chips in spring and, furthermore, improves the world by dispensing with the over the top utilization of vitality and furthermore of putting another person to staying taking care of specific machines.

One other enormous obligation of this arrangement is in training understudies. This subject can assist them with understanding the chance of mechanical and electronic advances behind applying self-governance, how significant it is in various territories, and how to improve its presentation and help individuals who are not in the field to comprehend robots on how they help us not to on an exceptionally essential level displace us. Facing the subject, we can credit students for business openings in the related field of study. Since we are moving into a future where you will see self-working frameworks all over, this endeavor arrangement may help build up a couple of systems for different activities.

Any sort of task takes a number of occasions and works to get to its end. The occasions and work are performed in various parts along a specific time span. Figure 1 is the Gantt outlined portrayal of the course of events of the undertaking project design. From the fourth of May to roughly the end of December, goals have been spread in the middle as indicated

by the data on the graph. The graph shows that the first initial goal was the design selection and the task choice for each group member and it took the last time to finish, i.e. two days. After that came one of the long span goals, termed proposition composing and research arc 1 which took twenty-five and thirty days individually and respectively. The first research arc was, for the most part, connected with the design proposal, yet some pieces of it were connected to the listing of elements to build the robotic design with all things considered ten days to finish. What followed was the programming adapted for the first session in ten days. These ten-day programming arcs on the graph are one of the most important events of this design, along with the second arc in the tenth place after ordering listed components, the beginning of report writing, the research arc number 2 then the potential time for the shipments to arrive. All these took a period of five, fifteen, twenty and seven days respectively.

Above shows the expected timeline of the project in the form of a Gantt chart representation. It is roughly estimated to reach completion in the course of six months, ranging from December 2019 to July 2020. The initial step involves the

selection of the project and the designated tasks on 5 December 2019, followed by a research phase when members in the group will study the main objectives and how to implement the project as a whole and the designated tasks. For the whole month of January it was the programming test the code finding the shortest and easiest program whereby will be choosing the best alternative, Aquino platform IDE and respective components codes. After all the components are available, then comes the task of assembling and modelling the system, starting by sketching the flow chart, which is the first objective of the project. The next 15 days involve the third objective, which is the component testing as many components arrive damaged after completion of this task. Will then move on to the testing phase so as to improve efficiency and reduce errors from the 15th of May to the 1st of March. Then, according to the results of our testing, we will make the necessary modifications. All these steps done on the project will be very near completion and, for the whole of April to June, will comprise writing a report, preparation of the graduation presentation alongside with the poster then followed the presentation itself thus concluding the timeline.

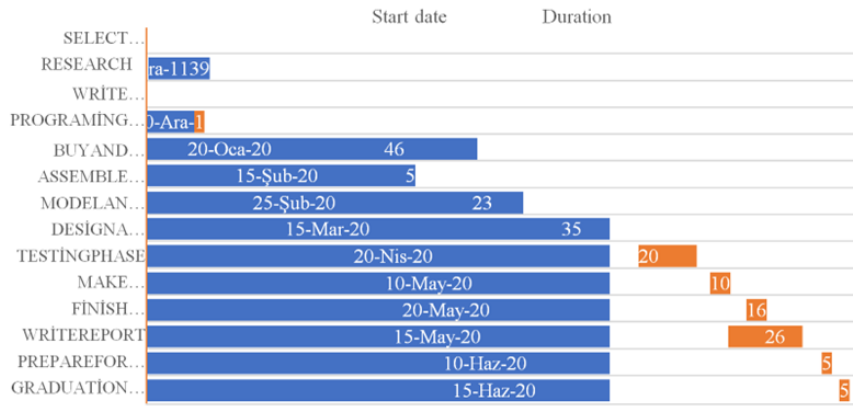


Figure 1. Layout of the timeline of event for the Design.

2. MATERIAL AND METHOD

2.1. Budget

Materials are expected to make this venture a triumph. In light of that there will be a rundown and the measure of monetary consumption for everything available.

Table 1 is the materials and cost price for the project. The table is showing the items required with a total of fifty-seven pieces and a total cost of sixty-four US dollars, fifty-three cents to be share among five members. It will be twelve dollars and ninety-one cents per member. The current cost prices are from Gear best, Amazon and Ali-express websites (Heimerdinger W.L. et al., 1992; Guglielmetti J.L. et al., 1996; Yuan D. et al., 2014).

Table 1. Materialistic elements and cost for the design.

ITEM	EXPLANATION	UNIT (pcs)	UNIT COST (\$/pcs)	AGGREGATE (\$) shipping cost
Arduino Uno R3	Microcontroller (Brain of the robot)	2	9,84	19,68
Liquid crystal display	1602d, 16pin	1	2.99	3.20
Jumper Wires	200mm Male to female and male to male connection cables	40	0,11	4,40
Breadboard	MB102, 830 point unsoldered printed circuit board	2	2,03	4,09 + 0,29 shipping cost
Battery	AA rechargeable (lithium)	4	6,93	27,72
DC Fan	12v (power source) the cooling source	1	1,12	2,50
Resistors	control the flow of current to other components	3	0.10	-
TOTAL	Total cost of the components	66	Varies	118.34

2.2. Review of Literature and Theories Employed

As observed from the section title, it contains two segments which will be separated in a similar order, the initial segment is for dialogues relating to previous work that has been done identical to this design and the subsequent part has a plan on a similar subject to be finished by the end of the year 2019. In this file, everything is focused and aligned with the use of microcontrollers. A microcontroller is a PC. All PCs - regardless of whether we are discussing an individual personal computer or a huge centralized computer PC or a microcontroller - share a few things. Microcontrollers are "installed" inside some other gadget (frequently a shopper item) with the goal that they can control the highlights or

activities of the item. Another name for a microcontroller, in this way, is the "inserted controller." Microcontrollers are regularly low-control gadgets. A work station is quite often connected to a divider attachment and might expend 50 watts of power. A battery-worked microcontroller may expend 50 milliwatts. A microcontroller has a committed information gadget and frequently (yet not generally) has a little LED or LCD show for yield. A microcontroller likewise takes contribution from the gadget it is controlling and controls the gadget by sending a sign to various segments in the gadget. For instance, the microcontroller inside a TV takes a contribution from the remote control and shows the yield on the TV screen.

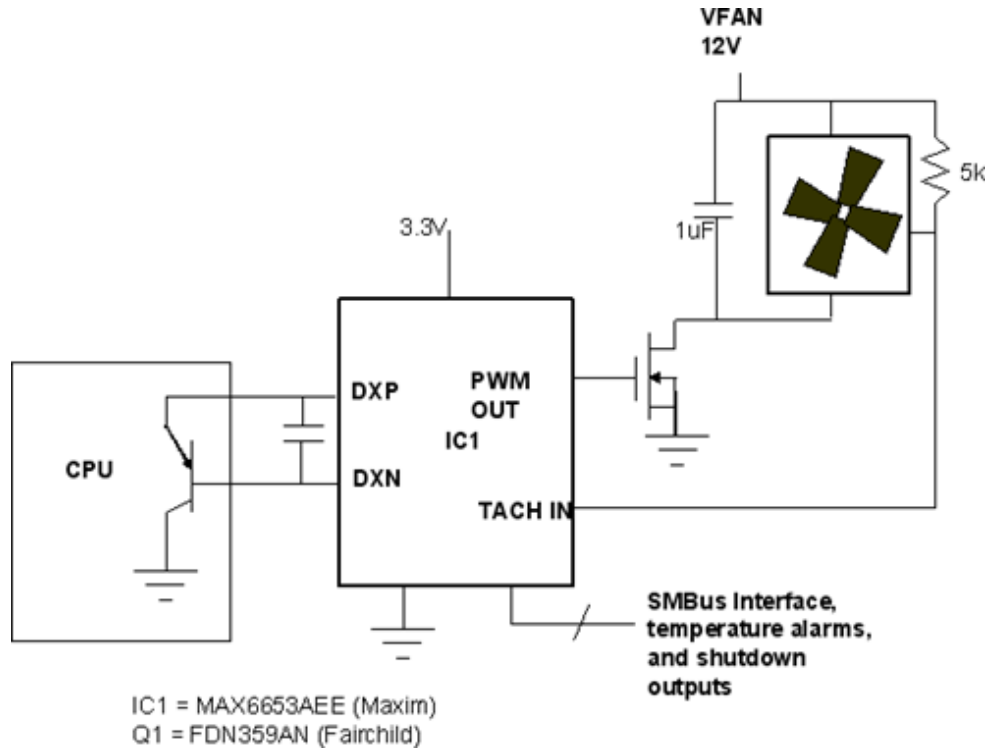


Figure 2. Circuit and gate pathways.

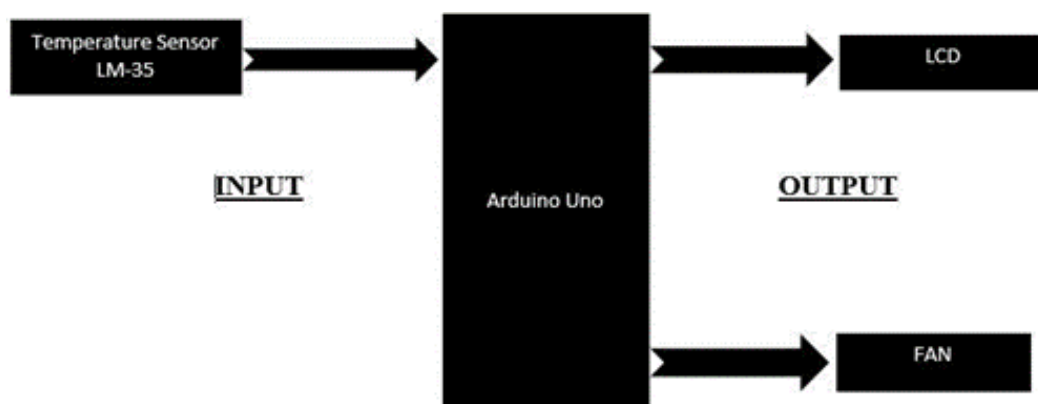


Figure 3. Block diagram representation.

In these circuits the microcontroller is used to control the fan according to the temperature variation. The LM35 functions to measure the changes of temperature surrounds

the area. All the operations are controlled by the arduino to produce the output. The LCD, fans are the output where they are set with the pseudo code. There is a broad diversity of

automatic cooling systems varying from different microcontrollers utilized, different circuitry design arrangement and the materials used to construct the whole system. In this current chapter, will discuss upon the design of the cooling system. We will later bring up other alternatives for attaining the same design.

2.3. Components

The following is a register of elements used to shape up our robot;

2.3.1. Arduino Micro-processor

Needing something to control our framework and go about as the head or the thinking mind about our framework so any kind of chip would work. We can discover numerous kinds of smaller-scale processors like the Arduino Uno with its various adaptations and the Raspberry pi moreover. In my

cooling framework I can, on the other hand, decided to utilize the Arduino Uno to control the fan and to deal with all capacities and occupations. The Arduino Uno is one of the littlest smaller-scale processors on the planet and its development is extremely muddled as there are introduced pins with a particular number and furthermore a particular number of pucks all dependent on the capacity the Arduino Uno is utilized for (Guglielmetti J.L. et al., 1996; Hertzog P.E. et al., 2016). There are a ton of capacities for the pins as there is a pin for power another for info and one for simple, reset, yield, etc. I additionally need a programming language to have the option to program my chip and as a PC engineer, we know an immense programming dialect however the most widely recognized language for us is the C language and by the assistance of the IDE programming application, I will amass the task. Programming in the Arduino Uno is finished unequivocally in the joined progression condition (IDE). Successfully programmable is the best good choice of the chip contrasted and different microchips.



Figure 4 is the Arduino Uno installed in the project as the head, main controller.

2.3.2. Temperature Sensing Device

The Temperature Sensor LM35 series are precision integrated-circuit temperature devices with an output voltage linearly proportional to the Centigrade temperature. The LM35 device has an advantage over linear temperature sensors calibrated in Kelvin, as the user is not required to subtract a large constant voltage from the output to obtain convenient Centigrade scaling. The LM35 device does not require any external calibration or trimming to provide typical accuracies of $\pm 1/4^\circ\text{C}$ at room temperature and $\pm 3/4^\circ\text{C}$ cover a full -55°C to 150°C temperature range.

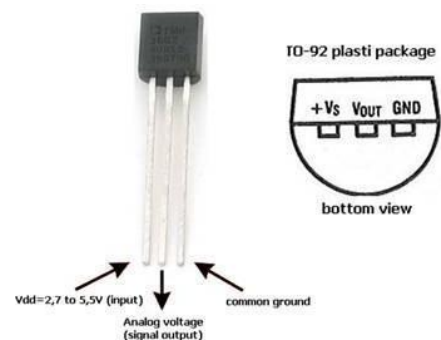


Figure 5. Temperature Sensing Device (LM35).

2.3.3. DC Fan (12V)

A fan is a powered machine used to create flow within a fluid, typically a gas such as air. A fan consists of a rotating arrangement of vanes or blades which act on the air. The rotating assembly of blades and hub is known as an impeller, rotor, or runner. Usually, it is contained within some form of housing or case (Buonocunto P. et al., 2016). This may direct the airflow or increase safety by preventing objects from contacting the fan blades. Most fans are powered by electric motors, but other sources of power may be used.



Figure 6. DC Fan (12V).

2.3.4. Potentiometer the Potentiometer

Potentiometer the potentiometer is a three-terminal resistor with a sliding or rotating contact that forms an adjustable voltage divider.

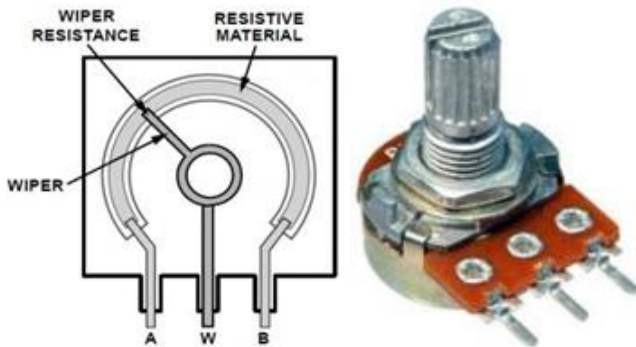


Figure 7. Potentiometer.

2.3.5. Jumper wires

Figure 8 shows a bundle of small cables named jumper wires. They possess connector pins at every end, granting them to be used to interface two points to one another without binding. These types of wires are regularly utilized with other prototyping instruments such like breadboards so as to make it uncomplicated to alter a circuit as desired. Genuinely it is straight-forward. Truth be told, it doesn't get considerably more fundamental than jumper wires.



Figure 8. A bundle of jumper wires.

2.3.6. LCD

An LCD is an electronic display module which uses liquid crystal to produce a visible image. The 16×2 LCD display is a very basic module commonly used in DIYs and circuits. The 16×2 translates to a display 16 characters per line in 2 such lines. In this LCD each character is displayed in a 5×7-pixel matrix.

2.3.7. Batteries

We must have a source of voltage and electrical energy to be converted into mechanical energy to be used in the movement of the robot. Two of any of the 9 volts batteries will be enough for our robot to work but we will bring two other batteries as a spare because the consumption of electrical power is high.



Figure 9. Batteries.

Shows a breadboard which is a solderless platform for brief mock-up with hardware and experiment circuit sketches. Many electronic elements in electronic circuits are to be interconnected by embedding their leads or terminals into the holes and then after that make connections through wires where proper. The breadboard has portions of metal underneath the board and interface the gaps on the surface points of the board. The metal strips are spread out as demonstrated. Notice how the surface and bottom row lines of the holes are associated horizontally on a level plane and split at the center as the rest of the gaps are associated vertically. Notice how all the holes in the chosen row line are associated together, so do the gaps in the chosen column section. The group of connected openings are known as nodes. To interlink the chosen row and column lines, node A and node B, a cable has to link from any gap in the row line to any gap in the column.

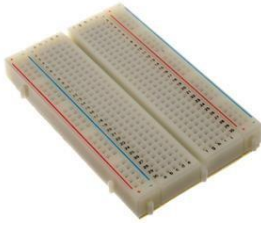


Figure 10. Breadboard.

2.3.8. LED

LEDs. An LED is a small light (it stands for "light emitting diode") that works with relatively little power.



Figure 11. LED.

2.3.9. Resistors

When building your Arduino projects, you use resistors to limit the amount of current going to certain components in the circuit, such as LEDs and integrated circuits. To calculate the resistance, you should use a modified version of Ohm's Law.



Figure 12. Resistors.

2.3.10. ESP8266MOD Node MCU Module (Wi-Fi)

Figure 13 is the Wi-Fi module termed ESP8266MOD. This specific Wi-fi module is a small chip used to connect the

robot with other devices to be allowed to command the robot through a computer or a mobile phone using a certain wizard. Here we are going to use ESP-8266-Wifi module. This type of Wi-Fi module is to be programed before with AT command set which is a well-known software so it will be easy to connect with our Arduino. The ESP8266 is prepared to do eit-

her the job of facilitating in hosting an application or offloading all Wi-Fi organizing capacities from an additional application processor hence it can act as a micro-controller enabling it to be correlated with the sensors and other application explicit devices via its GPIOs with negligible improvement in advance and insignificant stacking during runtime. Its high level of on chip joining considers negligible outside hardware, plus the front-end module, is intended to involve insignificant PCB region. The ESP8266 underpins APSD for VoIP applications and Bluetooth conjunction interfaces, it has a self-adjusted RF enabling it to work under every single working condition, and requires no outside RF parts. There is a practically boundless wellspring of data accessible for the ESP8266. The use of WiFi modules is widely increasing recently and is included in a lot of electronic fields.

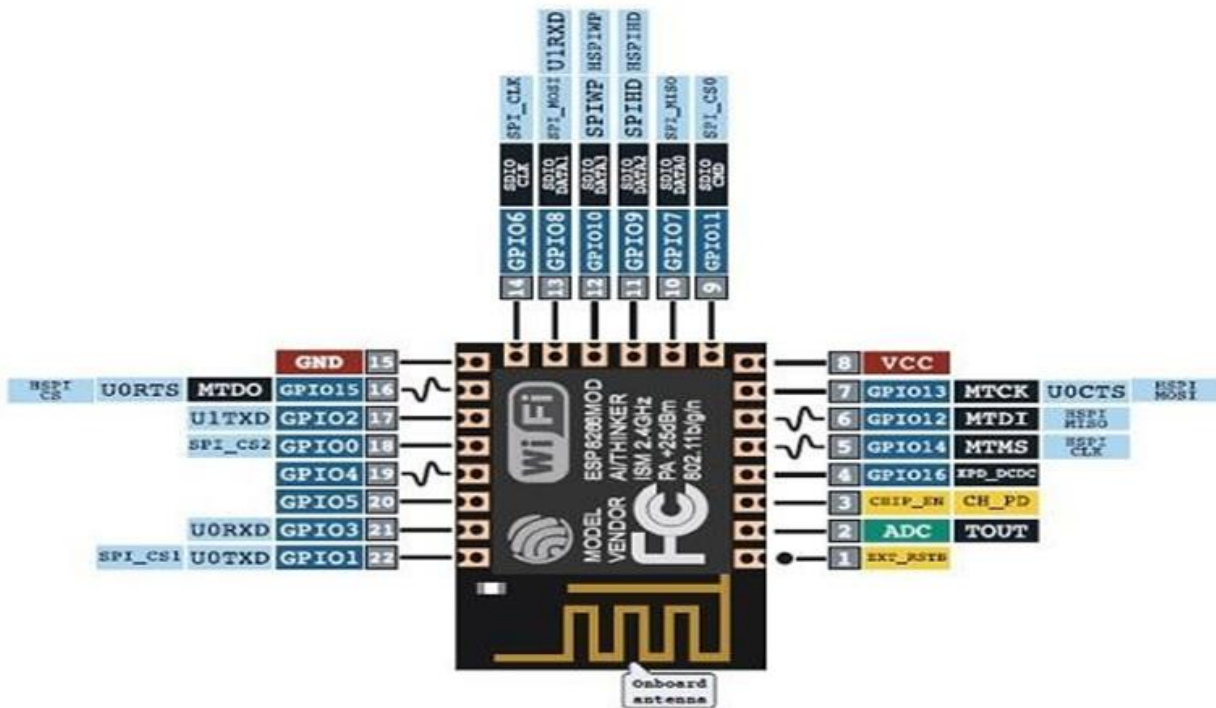


Figure 13. ESP8266MOD Node MCU Module.

2.4. System Model /Architecture

The framework formation of the system created utilizing the temperature sensor is provided in Figure 1, the cooling system device comprises of two methods of control in

particular the client control and automated control method for change of code and update to suit needs have given platform. This design will deliver a self-operating cooling system that can work efficiently and fulfil users need inside specific limits.

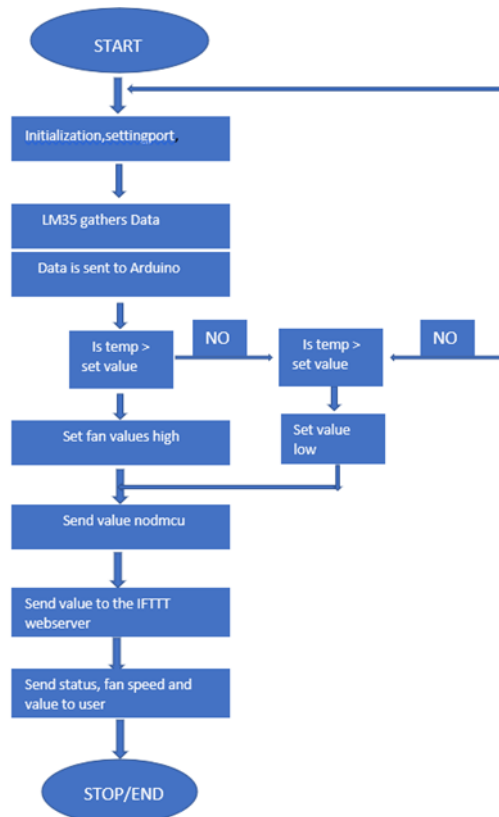


Figure 14. Model of the system design.

2.5 Material and Method

This chapter, is going to provide details of all the work that has been done leading to the final design. Since the main subject can be made in different ways, this split through four different designs leading up to our final successfully working design (Appendix A.1). The mechanical design is the first step of the project.

Figure 15 shows the method of connecting the dc motors to the motor shield (L294D specifically) to the Arduino and the wheels used in the robot movement. This design can take in up to twelve volts and has a local voltage controller aboard which yields five volts, the ideal sum for fueling our Arduino (Boxall J. 2021). One can connect everything as indicated by the Figure 15 above. Nevertheless, with four engine motors, we can at present get this design to turn toward any path by causing the two sides to go in inverse ways. The red and black wires are for power with the red ones as taking current from the positive terminal of the battery whilst the black wires are grounded with the negative terminal. Therefore, power is supplied to the Arduino module, all the DC motors and the L293d shield. In Figure 1 (a), the Bluetooth module connections to the Arduino are shown (Zhengyan W. et al., 2011). In any kind of Arduino project which utilizes this kind of module, these connections (Arduino to Bluetooth module) never change. The GND and VCC pins on the module are always connected to the GND pin and 5 Volts pin respectively

on the Arduino. The TX and RX pins on the Arduino are connected to the RX and TX pins respectively on the module. Figure 15 is the Arduino to Ultrasonic connections. In this case, the Trig and Echo pins of the sensor are connected to the Analogue pin zero (A0) and Analogue pin one (Badamasi Y.A. 2014).

(A.1) respectively on the Arduino. Just like the Bluetooth module, the sensor’s power pins (VCC and GND) are to be linked to the 5 Volts pin and GND pin on the microcontroller. The servo motor is additionally utilized in this design. The sensor is mounted on the servo and by turning the motor to various turns, we will get the readings from the ultrasonic sensor in those direction of turns. This will assist the operator with detecting the definite pathway to explore (Haidar A.M. et al., 2013). The design is set to operate in two modes, the Bluetooth controlled mode (or manual control) and automated mode (capable of obstacle hindrance innovation). On the same robotic body is a phone in camera mode with its interface being screened on a personal computer or laptop. There will be an external radar that will help to map the environment of our robot car. Our robotic vehicle is comprised of an Arduino Uno, Arduino motor L293D shield, Bluetooth module, 9 Volts or 12 Volts battery (preferably rechargeable), Direct Current motors, Ultrasonic sensor HC-SR04, HC-06 Ultrasonic Sensor working standard and an on-board camera (Feng C. et al., 2021). Temperature sensor LM35 senses the temperature and converts it into an electrical

(analog) signal, which is applied to the ATmega328 microcontroller of the Arduino UNO Board. The analog value is converted into a digital value (Liu C. et al., 2011). Thus the sensed values of the temperature and speed of the fan are displayed on the LCD. When the temperature exceeds 30°C the fan starts rotating. A low-frequency pulse-width

modulation (PWM) signal, whose duty cycle is varied to adjust the fan's speed is used. An inexpensive, single, small pass transistor-like 2N222 or BD139 can be used here. It is efficient because the pass transistor is used as a switch (Burke W. et al., 2009).

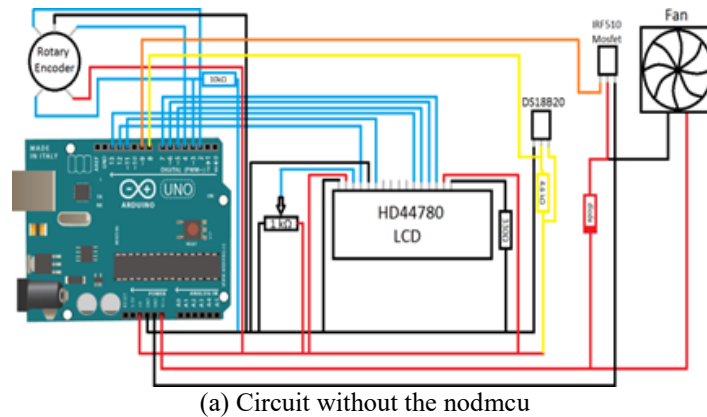


Figure 15. The connections and the Design.

3. RESULT AND DISCUSSION

3.1. Code/Program

Our radar system's code will be in A.2. The code and explanations for the two mode controlling will be in A.3. The algorithm flowchart for the Arduino Bluetooth RC Car application is shown in Figure 3, however. The entire circuit was put up and tested using various codes on several occasions. The creation and implementation of an auto cooling system was the main objective of this project. As was previously said, the entire project was tested, and the results were given, however every system eventually needs an upgrade or enhancement for improved performance. This chapter will detail the project's test findings.

Some data sets are needed to test the techniques and code employed in order to validate the work that was done. I came to a sound conclusion on the effectiveness of the codes and algorithms utilized thanks to the data set I used. In this project, one of the data sets was utilized to build a fairly straightforward perfuming cooling system. I had to do research and watch as many test videos as I could from other individuals to be able to view different versions with varied performance and results in order for me to be able to acquire a temperature sensor model that's very effective. After dividing the dataset into testing data and outcomes, the model was built using the data that had been gathered.

3.2. Testing and Results

There was a 50/50 possibility that I would get excellent or negative results while testing the models based on various setups and codes. I initially tried to check the code's output and got a respectable accuracy of roughly 0.5. Testing accuracy of roughly 76% was archived following a second

run of the model and changes to some of the parameters and codes.

4. CONCLUSION

Robotization systems are on show in light of the home connection being researched. Examining the microcontroller, user interface, communication interface, and display factor. There are several do-it-yourself (DIY) platforms that enable the creation of Home Automation structures rapidly, viably, and flawlessly, such as the Raspberry Pi, Arduino, various microcontrollers, etc. This review clarified many homes computerization structures, including electronic, cloud-based, Internet-based, email-based, Bluetooth-based, adaptable-based, SMS-based, ZigBee-based, Dual Tone Multi Frequency-based, and so on. In the future, home automation will be consistently fast and crisp. In places like schools, workplaces, manufacturing factories, etc., it is encountered on an immense scale We could have used the TMP36 sensor or the DHT sensor, but the LM35 is at least 0.25 degrees Celsius accurate and this is great for a project like this. As a result, the new system is relatively inexpensive because the components were carefully picked and are highly accessible. However, it needs some time to cool down before it can measure the surroundings' shifting temperatures.

5. APPENDIX

Appendix 1. First Failed Design and Its Source Code

Our first attempt to make the robot had the following scheme in "Figure A1".

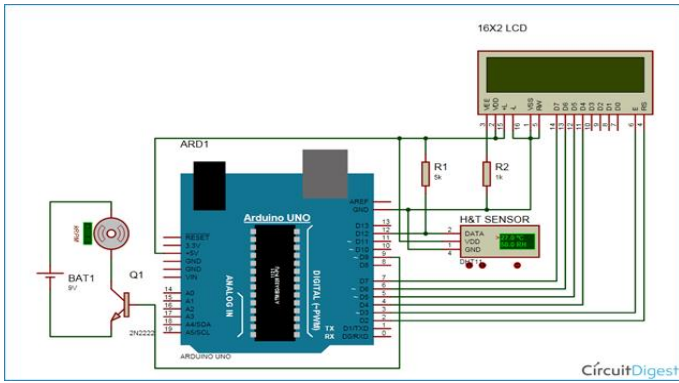


Figure A1. Failed design.

```
#include
//source: https://www.electroschematics.com/9540/arduino-fan-speed-controlled-temperature/
LiquidCrystal lcd(7,6,5,4,3,2);
int tempPin = A1; // the output pin of LM35
int fan = 11; // the pin where fan is
int led = 8; // led pin
int temp;
int tempMin = 30; // the temperature to start the fan
int tempMax = 70; // the maximum temperature when fan is at 100%
int fanSpeed;
int fanLCD;

void setup() {
  pinMode(fan, OUTPUT);
  pinMode(tempPin, INPUT);lcd.begin(16,2);
}

void loop() {
  temp = readTemp(); // get the temperature
  if(temp < tempMin) { // if temp is lower than minimum temp
    fanSpeed = 0; // fan is not spinning
    digitalWrite(fan, LOW);
  }
  if((temp >= tempMin) && (temp <= tempMax)) { // if temperature is higher than minimum temp
    fanSpeed = map(temp, tempMin, tempMax, 32, 255); // the actual speed of fan
    fanLCD = map(temp, tempMin, tempMax, 0, 100); // speed of fan to display on LCD
    analogWrite(fan, fanSpeed); // spin the fan at the fanSpeed speed
  }
  if(temp > tempMax) { // if temp is higher than tempMax
    digitalWrite(led, HIGH); // turn on led
  } else { // else turn off led
    digitalWrite(led, LOW);
  }

  lcd.print("TEMP: ");
  lcd.print(temp); // display the temperature
  lcd.setCursor(0,1); // move cursor to next line
  lcd.print("FANS:");
  lcd.print(fanLCD); // display the fan speed
  speedLcd.print("%");
  delay(200);
  lcd.cle

int readTemp() { // get the temperature and convert it to Celsius
  temp = analogRead(tempPin);
  return temp * 0.48828125;
}
```

Figure A2. Source code.

We connected all the dc motors and we made them face the same direction. We connected the box of the batteries into the downside of the chassis, then we went on to use a motor shield or a H bridge to connect the motors with the Arduino. As each side motors will be connected together so as to be controlled as one motor because the controller of the motor can only control three motors at the maximum level.

Appendix 2. Set Up and the Code

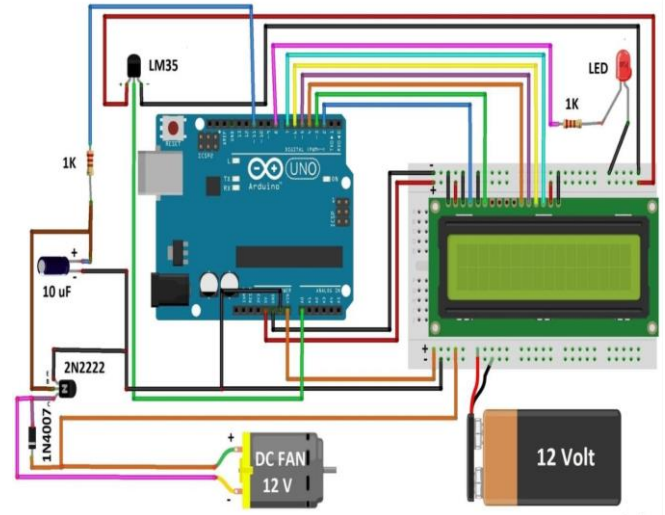


Figure A3. The connection chart of chosen alternative.

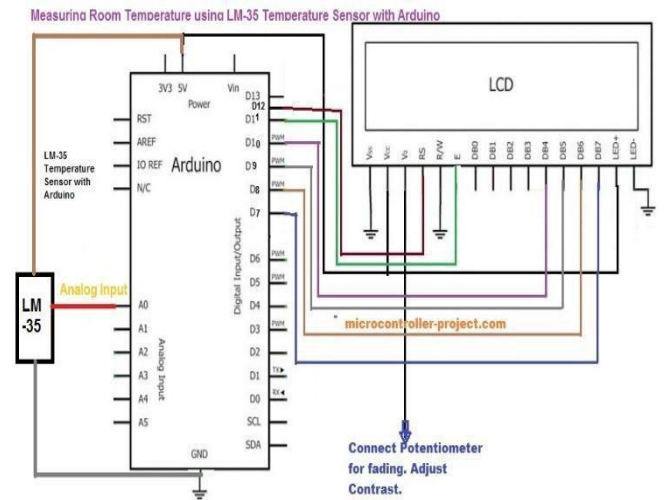


Figure A4. The picture of our design.

Appendix 3. Arduino Code Full Code

```

#include <LiquidCrystal.h>
LiquidCrystal lcd(2,3,4,5,6,7);
int tempPin = A0; // the output pin of LM35
int fan = 11; // the pin where fan is
int led = 8; // led pin
int temp;
int tempMin = 30; // the temperature to start the fan 0%
int tempMax = 60; // the maximum temperature when fan is at 100%
int fanSpeed;
int fanLCD;

void setup()
{
  pinMode(fan,
  OUTPUT);pinMode(led,
  OUTPUT);
  pinMode(tempPin, INPUT);
  lcd.begin(16,2);
  Serial.begin(9600);
}

void loop()
{
  temp = readTemp(); // get the temperature
  Serial.print( temp );
  if(temp < tempMin) // if temp is lower than minimum temp
  {
    fanSpeed = 0; // fan is not spinning
    analogWrite(fan, fanSpeed);
    fanLCD=0;
    digitalWrite(fan, LOW);
  }
  if((temp >= tempMin) && (temp <= tempMax)) // if temperature is higher than minimum temp
  {
    fanSpeed = temp;//map(temp, tempMin, tempMax, 0, 100); // the actual speed of fan/map(temp,
    tempMin, tempMax, 32, 255);
    fanSpeed=1.5*fanSpeed;
    fanLCD = map(temp, tempMin, tempMax, 0, 100); // speed of fan to display on LCD100
    analogWrite(fan, fanSpeed); // spin the fan at the fanSpeed speed
  }

  if(temp > tempMax) // if temp is higher than tempMax
  {
    digitalWrite(led, HIGH); // turn on led
  }
  else // else turn of led
  {
    digitalWrite(led, LOW);
  }

  lcd.print("TEMP: ");
  lcd.print(temp); // display the temperature
  lcd.print("C ");
  lcd.setCursor(0,1); // move cursor to next line
  lcd.print("FANS: ");
  lcd.print(fanLCD); // display the fan speed
  lcd.print("%");
  delay(200);
  lcd.clear();
}

int readTemp() { // get the temperature and convert it to celsius
  temp = analogRead(tempPin);
  return temp * 0.48828125;
}

```

Figure A5. Arduino Design SOURCE CODE.

6. REFERENCES

- Badamasi Y.A. (2014). 11th international conference on electronics, computer and computation ICECCO IEEE, 1-4.
- Boxall J. (2021). Arduino workshop: A Hands-On introduction with 65 projects. No Starch Press, Place, Published.
- Buonocunto P., Biondi A. and Loreface P. (2014). in Proceedings of the 9th IEEE International Symposium on Industrial Embedded Systems SIES IEEE, 1-4.
- Buonocunto P., Biondi A., Pagani M., Marinoni M. and Buttazzo G. (2016). in Proceedings of the 31st Annual ACM Symposium on Applied Computing, 1724-1731.
- Burke W. and Auslander D. (2009). in International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference, 291-297.
- Feng C., Wang X., Li Z., Lin W., Ji H. and Shen S. (2021). in Journal of Physics: Conference Series IOP Publishing, 012028.
- Guglielmetti J.L., Chien C.J.H. and WASTES I. (1996). Containment Technology and Industry's Approach. 28, 127-133.
- Haidar A.M., Benachaiba C. and Zahir M. (2013). Software interfacing of servo motor with microcontroller.
- Heimerdinger W.L. and Weinstock C.B. (1992). Carnegie-Mellon Univ Pittsburgh Pa Software Engineering Inst.
- Hertzog P.E. and Swart A.J. (2016). IEEE Global Engineering Education Conference EDUCON IEEE, 66-73.
- Liu C., Ren W., Zhang B. and Lv C. (2011). in Proceedings of 2011 International Conference on Electronic & Mechanical Engineering and Information Technology IEEE, 1825-1828.
- Restuccia F., Pagani M., Mascitti A., Barrow M., Marinoni M., Biondi A., Buttazzo G., Kastner R. (2022). ARTe: Providing real-time multitasking to Arduino. 186, 111185.
- Stonebraker M. and Çetintemel U. (2018). " One size fits all" an idea whose time has come and gone, Place, Published, 441-462.
- Yuan D., Luo Y., Zhuang X., Rodrigues G.R., Zhao X., Zhang Y., Jain P.U. and Stumm M. (2014). in 11th USENIX Symposium on Operating Systems Design and Implementation OSDI 14, 249-265.
- Zhengyan W., Wei Y., Xingling S. and Hongqiang Z. (2011). Third International Conference on Measuring Technology and Mechatronics Automation IEEE, 911-914.



Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi Institute of Natural and Applied Science Journal

Dergi ana sayfası/ Journal home page: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/kujs>



E-ISSN: 2587-2389

Van Pomzası Üzerine Malahit Yeşili Boyar Maddesinin Adsorpsiyonunun İzoterm Çalışması

Ali Rıza KUL ^{1*}, Veysel BENEK ², Hasan ERGE ¹, Sevilay DEMİRCİ ³, Vedat ADIGÜZEL ³

¹ Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Fakültesi Kimya Bölümü, Van, Türkiye

² Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, Van, Türkiye

³ Kafkas Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Kimya Mühendisliği Bölümü, Kars, Türkiye

(İlk Gönderim / Received: 23. 07. 2022, Kabul / Accepted: 20. 11. 2022, Online Yayın / Published Online: 12. 12. 2022)

Anahtar Kelimeler:

Adsorpsiyon,
izoterm,
malahit yeşili,
pomza.

Özet: Bu çalışmada canlılar açısından zararlı bir etkiye sahip olduğu bilinen malahit yeşili boyar maddesinin atık suların uzaklaştırılması amacıyla Van Gölü kıyısından toplanan pomza taşları kullanılmıştır. Çalışma sırasında adsorbent miktarı, pH ve derişimin adsorpsiyon üzerindeki etkinliği araştırılmış ve 30 ppm derişimde, 318 K sıcaklıkta ve 2 g Van pomzası ile pH 5 ortamda malahit yeşili boyar maddesinden % 68.07 giderim elde edilmiştir. Sabit tutulan süre altında, konsantrasyon ve sıcaklık arasındaki ilişkiyi belirleyen izoterm çalışmaları sonucunda adsorpsiyon işleminin Freundlich izoterm modeli ile iyi uyum sağladığı görülmüştür. Freundlich izoterm modeli için hesaplanan n değeri 1.3679 olarak bulundu. Bu değer 1-10 değerleri arasında olması adsorpsiyon işleminin Freundlich modeli yönünde istemli olduğunu göstermektedir. Böylece bizler tutunmanın, çok tabakalı bir şekilde ve heterojen bir yüzeyde meydana geldiğini ifade edebiliriz. Son olarak D-R izoterm modelindeki adsorpsiyon serbest enerjisinin (E) değeri 0.4283 kJ/mol olarak bulundu. Bu değer 8 kJ/mol'dan daha küçük olması adsorpsiyonun fiziksel bir proses olduğunu göstermiştir. Çalışmalar neticesinde elde edilen hesaplamalar literatür verilerine uygun bir seyir izlemiştir. Bundan dolayı sözü edilen boyar maddenin uzaklaştırılması amacıyla Van Gölü kıyısından toplanan pomza taşlarının kullanılabilirliği söylenebilir.

Isotherm Study of Adsorption of Malachite Green Dye on Van Pumice

Keywords:

Adsorption,
isotherm,
malachite green,
pumice.

Abstract: In this study, pumice stones collected from the shore of Lake Van were used in order to remove the malachite green dyestuff, which is known to have a harmful effect on living things. During the study, the effectiveness of adsorbent amount, pH and concentration on adsorption was investigated and 68.07% removal of malachite green dyestuff was obtained with 30 ppm concentration, 318 K temperature and 2 g Van pumice at pH 5 environment. As a result of the isotherm studies that determined the relationship between concentration and temperature under the fixed time, it was seen that the adsorption process was in good agreement with the Freundlich isotherm model. The n value calculated for the Freundlich isotherm model was found to be 1.3679. The fact that this value is between 1-10 shows that adsorption process is related to Freundlich model. Thus, we can state that adsorption occurs in a multi-layered manner and on a heterogeneous surface. Finally, the adsorption free energy (E) in the D-R isotherm model was found to be 0.4283 kJ/mol. The fact that this value was smaller than 8 kJ/mol showed that adsorption is a physical process. The calculations obtained as a result of the studies followed a course in accordance with the literature data. Therefore, it can be said that Van pumice can be used to remove the said dyestuff.

*İlgiliyazar: alirizakul@yyu.edu.tr

1. GİRİŞ

Boyar maddeler katyonik ya da anyonik olabilen organik bileşiklerdir. Birçok kullanım alanlarına sahip olmaları ile beraber tekstil endüstrisinde de oldukça fazla kullanılmaktadır fakat bu durumun canlılar -özellikle sucul canlılar- üzerinde olumsuz etkiler bırakabileceği daha önce yapılan çalışmalarda gösterilmiştir (Çelebi ve ark., 2018; Ceylan ve ark., 2022; Kul ve ark., 2022). Örneğin çalışmamızda uzaklaştırılmasını istediğimiz malahit yeşili, balık üretiminde fungistik olarak kullanılmasına karşın balık açısından da toksik özelliklere de sahiptir (Atamanalp ve ark., 2003). Bu boya üzerinde yapılan bir çalışma ise malahit yeşiline maruz bırakılan balık larvalarında omurga, baş, yüzgeç ve kuyruk anormallikleri olduğunu ortaya koymuştur (Meyer ve Jorgensen, 1983). Bu nedenle boyar maddelerin atık suların arıtılması oldukça önemlidir. Arıtma işlemi, hem boyar maddenin atık sular ile çevreyi kirletmesini önlerken hem de tatlı su kaynaklarının azalmasını da önüne geçer. Ancak bu işlemin sürdürülebilirliği, uygulanan yöntemin etkili ve maliyet bakımından uygun olmasına bağlıdır. Arıtma işleminde halihazırda kullanılan birçok yöntem (Kocacık ve ark., 2002; Alacabey ve ark., 2020) mevcut olmasına rağmen adsorpsiyon, maliyet ve etkinlik yönünden diğer yöntemlerden ayrılmaktadır. Adsorpsiyon, kil (Kul ve ark., 2010), pomza (Kul ve ark., 2017), aktif karbon (Alacabey ve ark., 2022) veya bitki atığı (Kul ve ark., 2019a) gibi çeşitli gözenekli maddelerin (adsorbent) kullanılarak sulu ortamlardan kirleticilerin uzaklaştırılması işlemidir (Kul ve ark., 2019b). Adsorpsiyon işlemi sırasında kirleticiler, adsorbent yüzeyine tutunarak yüzeyde zayıf bir bağ (Alacabey ve ark., 2014) meydana getiriler bu nedenle adsorbentler işlem sonunda temizlenerek tekrar kullanılabilirlerdir.

Bu çalışmada Van'da genellikle inşaat alanında briket yapımında (Kul ve ark., 2017) ve dolgu malzemesi (Ercan ve ark., 2020) olarak kullanılan "Van Pomzası (VP)" kullanılarak Malahit yeşili (MY) boyar maddesinin atık suların adsorpsiyon yöntemi ile uzaklaştırılması araştırıldı. Ayrıca adsorpsiyonun süre, adsorbent miktarı, pH ve derişim etkinliği incelendi ve elde edilen sonuçlar grafik ve çizelgelerde sunuldu.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Kullanılan Cihazlar ve Kimyasallar

Deneysel çalışmaların yapılması aşamalarında Selecta, pH-2005 marka pH metre, Julabo, Model ED marka ısıtmalı su banyosu, Thermo Scientific, Telesystem 15.07 Telemodul 15 marka ve model manyetik karıştırıcı ve Nüve Nf 200 marka santrifüj cihazı kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan malahit yeşili ($C_{52}H_{54}N_4O_{12}$) boyar maddesi, çözelti pH değerini ayarlamak için kullanılan HCl ve NaOH Sigma – Aldrich firmasından satın alındı. Bu boyar madde ve kimyasallar analitik saflıkta olduğundan işlemlerde herhangi bir saflaştırılmaya maruz bırakılmadan kullanılmıştır.

2.2. Adsorbent Hazırlanması ve Özellikleri

Adsorbent olarak kullanılan VP, Van Gölü kıyısından toplanmıştır. Toplanan pomza öncelikle oda sıcaklığında bir

hafta boyunca kurutmaya bırakılarak öğütmeye hazır hale getirildi. Öğütme işleminde pomza bir havan yardımı ile dövülerek tanecik boyutu küçültüldü ve toz halindeki pomza elekten geçirilerek çalışmalarda kullanılmak üzere uygun kaplarda saklandı.

2.3. Stok Çözeltini Hazırlanması

Öncelikle MY boyar maddesinden 1 g tartılarak 1 litre saf su içinde çözüldü. Çözünme işlemi 400 rpm karıştırma hızına ayarlı manyetik karıştırıcıda 24 saat boyunca oda sıcaklığında yapıldı böylece 1000 ppm derişime sahip stok çözelti hazırlandı. Deneylerde kullanılan tüm çözeltiler, stok çözeltilerinden gerekli seyretmeler yapılarak hazırlandı.

2.4 Deneylerin Yapılması

2.4.1. Temas Süresinin Adsorpsiyona Etkisinin Belirlenmesi

Temas süresinin belirlenmesi amacıyla stok çözeltilerden uygun seyreltme ile 30 ppm derişim ve 1 L hacimde çözelti hazırlandı. Hazırlanan çözelti karıştırmalı su banyosuna bırakılarak 400 rpm devir karıştırma hızında sıcaklığın 318 K seviyesine ulaşması için bekletildi. Sıcaklık istenilen değere ulaştıktan sonra çözeltiye 1 g adsorbent eklenerek 1, 3, 5, 7, 9, 15, 25, 35, 45, 60, 75, 90, 120, 150 ve 210. dakikalarda ortamdaki 2 ml sıvı alındı. Alınan numuneler daha sonra santrifüj cihazında 3000 rpm devirde 3 dakika boyunca santrifüj edildi. Son olarak UV-Vis. spektrofotometre cihazında 617 nm dalga boyu değerinde okundu.

2.4.2. Adsorbent Dozunun Belirlenmesi

Öncelikle stok çözeltilerden uygun seyreltme yapılarak 30 ppm derişim ve 1 L hacimlerde yedi adet çözelti hazırlanarak 400 rpm karıştırma hızında sıcaklığın 318 K'e ulaşması için bekletildi. Sıcaklık dengesi sağlandıktan sonra boyar madde çözeltilerinden ilkinde 0.3 g, ikincisine 0.5 g ve sırasıyla diğer çözeltilere 0.7 g, 1 g, 1.5 g, 2 g ve 3 g adsorbent eklendi. 90 dakika sonunda çözeltilerin her birinden 2 ml sıvı alınarak 3000 rpm karıştırma hızında 3 dakika boyunca santrifüj edildi. İşlem sonunda numuneler UV-Vis. spektrofotometre cihazında 617 nm dalga boyu değerinde okundu.

2.4.3. Optimum Ph Değerinin Belirlenmesi

Boyar maddenin bulunduğu ortamın pH değerinin uzaklaştırma miktarını nasıl etkilediğini araştırmak amacıyla 30 ppm derişim ve 1 L hacimlerde başlangıç pH değerleri sırasıyla 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8 olan yedi adet çözelti hazırlandı. Ardından 400 rpm karıştırma hızında sıcaklığın 318 K ulaşması için bekletildi. Sıcaklık 318 K değerine ulaştıktan sonra her bir çözeltiye 2 g adsorbent eklenerek denge süresine kadar bekletildi. Denge süresine ulaştıktan sonra ortamlardan 2 ml sıvı alınıp 3000 rpm devirde 3 dakika süre ile santrifüj edilerek UV-Vis. spektrofotometre cihazında 617 dalga boyunda okundu.

2.4.4. Çözelti Konsantrasyonunun Etkisinin Belirlenmesi

Derişimin adsorpsiyon işlemi üzerindeki etkisini araştırmak amacıyla başlangıç pH değerleri pH 5 olan, 1 L

hacim ve 10 ppm, 20 ppm, 30 ppm, 40 ppm, 50 ppm derişimlerde 5 adet çözelti hazırlanarak 318 K sıcaklığa ayarlı karıştırıcı su banyosuna bırakıldı. 400 rpm karıştırma hızında sıcaklığın dengeye gelmesi beklendi. Sıcaklık 318 K seviyesine ulaştıktan sonra her bir çözeltiye 2 g adsorbent eklendi. Denge süresi sonunda ortamlardan 2 mL sıvı alındı ve 3000 rpm karıştırma hızında 3 dakika santrifüj edildi.

2.4.5. Giderim Hesaplama

Deneysel çalışma aşamalarında sulu ortamdan boyar madde gideriminin hesaplanması için aşağıdaki bağıntı kullanılmıştır.

$$\% \text{ adsorpsiyon} = \frac{(C_i - C_e) \cdot 100}{C_i} \quad (1)$$

bağıntıda; C_i : sulu ortamdaki boyar maddenin başlangıç derişimini (ppm), C_e : tutunma sonunda çözeltide ortamında kalan boyar madde derişimini (ppm) göstermektedir.

2.4.6. Adsorpsiyon İzotermi

2.4.6.1. Langmuir izoterm modeli

Langmuir izotermi homojen yüzey üzerinde adsorpsiyona uygulanır ve şu varsayımlara dayanır. Adsorplayıcı yüzeyinde homojen enerjiye sahip sabit sayıda aktif bölge vardır ve adsorpsiyon enerjisi sabittir

2.4.6.2. Freundlich izoterm modeli

Freundlich modeli heterojen yüzeyler üzerinde adsorpsiyona uygulanmaktadır. Bu modele göre adsorbent yüzeyinde farklı tutunma enerjilerine sahip bölgeler yer

almaktadır. Maddenin yüzeye tutunması çok tabakalı ve heterojen bir şekilde meydana gelmektedir.

2.4.6.3. Temkin İzoterm Modeli

Adsorpsiyon ısı ile adsorbent-adsorban ilişkisi, Temkin ve Pyzhev tarafından 1941 yılında incelenerek ve farklı bir izoterm modeli oluşturulmuştur. Temkin izoterm modelinde adsorplayıcı maddenin yüzeyindeki aktif merkezlere madde tutundukça, adsorpsiyon enerjisinin doğrusal olarak azaldığı kabul edilmektedir. Bu model, adsorbent yüzeyinin bir biri ile etkileşim içinde bulunan çok sayıda parçadan olduğunu ve bu parçaların ise kendi aralarında homojen bir yapıya sahip olduğunu belirtir. Langmuir izoterm modelinden farklı olarak her bir parçanın farklı adsorpsiyon enerjisine sahip olduğu ileri sürülmektedir. Bu kabul, Temkin izoterm modelinin katı elektrolit yüzeylerde meydana gelen adsorpsiyon olayını daha iyi açıklamasına olanak sağlar (Alacabey, 2014).

2.4.6.4. Dubinin Radushkevich izoterm modeli

D-R adsorpsiyon izoterm modeli bize adsorpsiyonun fiziksel ya da kimyasal adsorpsiyon olup olmadığı hakkında fikir verir (Okumuş ve Doğan 2009).

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Van Pomzasının X-Işını Fraksiyonu (XRF) Analizi

Van Pomzasının yapısının anlaşılması için X-Işını Fraksiyonu (XRF) analizi yapıldı. Bileşim yüzdesi tablo 1'de verilmiştir (Aksu ve ark., 2011).

Tablo 1. Van pomzasının XRF bileşimi

SiO ₂	Na ₂ O	Fe ₂ O ₃	MgO	K ₂ O	CaO	SO ₃	Al ₂ O ₃	Yanma kaybı
69.00	2.48	2.51	0.55	3.52	1.11	0.40	14.65	4.76

Çalışmada kullanılan pomza, SiO₂ yönünden oldukça zengindir. Bu durum açık renkli olan asidik pomzaların karakteristik özelliğidir. Yoğunluğu 0.5 ile 1 arasında olması bu tür pomzaların suda yüzebilmelerine imkan tanır (Aksay ve ark., 2016).

3.2. Temas Süresinin Bulunması

Temas süresinin adsorpsiyona etkisinin belirlenmesi için yapılan çalışma verilerinin grafiğe geçirilmesi ile elde edilen eğri, şekil 1'de verilmiştir.

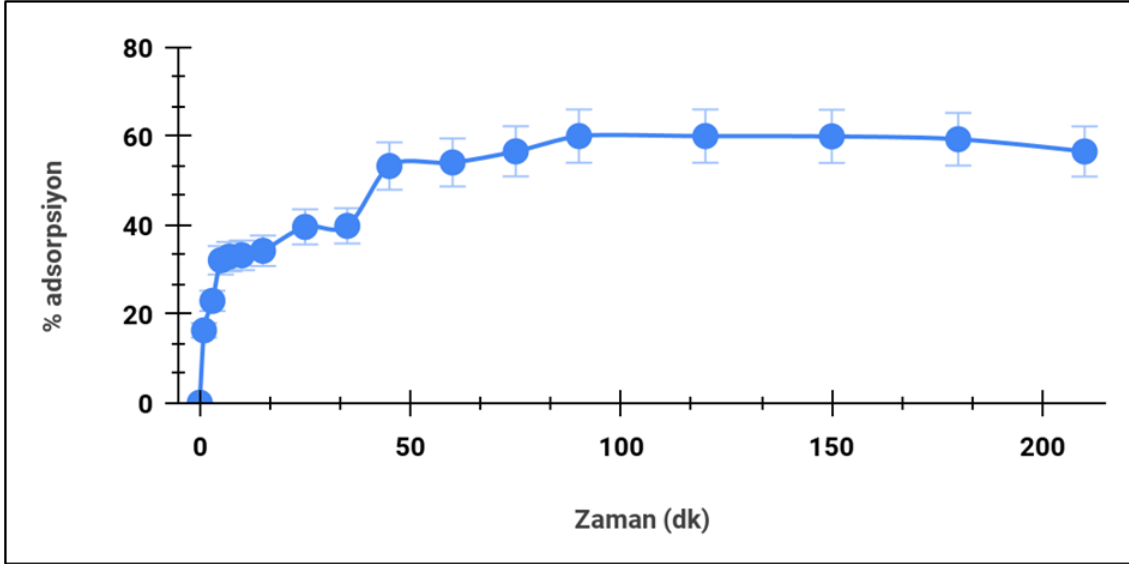
Şekil 1'e baktığımız zaman adsorbent yüzeyinde tutunmanın ilk dakikalarda hızlı bir şekilde meydana geldiğini fakat yaklaşık 90. dakikalarda yatay bir seyir izlediği ve bu dakikadan sonra kayda değer bir yükselişin meydana gelmediği görülmüştür bu nedenle bundan sonra yapılan çalışmalarda denge süresi 90 dakika olarak belirlenmiştir. Kirleticiler sulu ortama konulan adsorbentin yüzeyine öncelikle hızlı bir şekilde tutunarak ortamdan

uzaklaşır fakat bu işlem sürekli aynı hızla devam etmez. Başlangıçta hızlı bir şekilde meydana gelen tutunma zamanla yavaşlayarak belirli bir zaman sonunda (denge noktası) sabit bir seyir izler. Bu noktada adsorbent doyuma ulaşır ve sonraki zamanlarda tutunmada kayda değer bir artış gözlemlenmez (Öden ve ark., 2017, Çelebi, 2020).

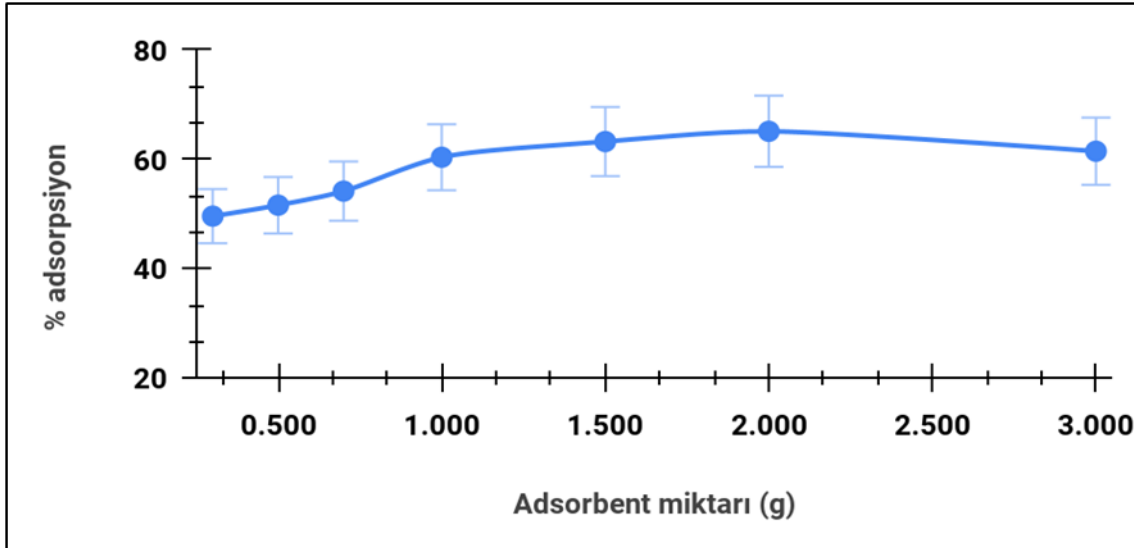
3.3. Optimum Adsorbent Miktarının Bulunması

Optimum adsorbent dozajının bulunması amacıyla yapılan çalışma verileri grafiğe geçirilerek Şekil 2 elde edilmiştir.

Şekil 2'ye bakıldığında boyar madde gideriminde 2 g adsorbent miktarına kadar artış kaydedildiği halde sonrasında yatay bir görünüm sergilediği görülmüştür. Daha fazla adsorbent miktarında tutunmanın daha fazla artmamasının nedeni; çözelti içindeki çok fazla pomza taneciklerinin üst üste binmesi sonucunda boyar maddenin yüzeye ulaşarak



Şekil 1. VP üzerine MY boyar maddesinin temas süresinin etkisi (m: 1 g, V: 1 L, C₀: 30 ppm, T: 318 K).



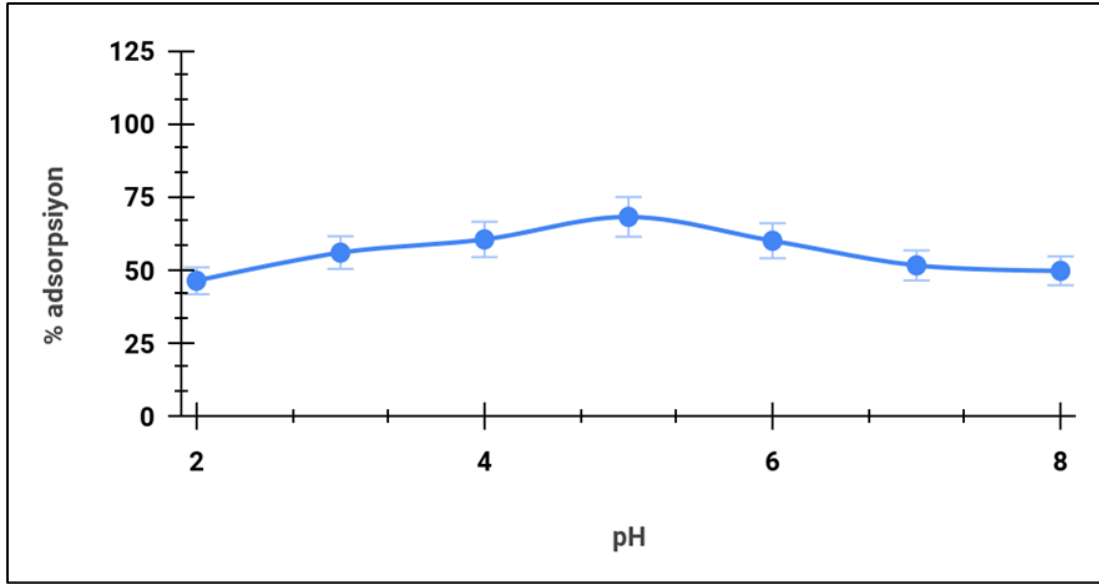
Şekil 2. VP üzerine MY boyar maddesinin adsorbent miktarının etkisi (V: 1 L, C₀: 30 ppm, T: 318 K).

tutunmasını engellemesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Elde edilen sonuç literatürle (Padmavathy ve ark., 2016) uyumludur. Sonraki çalışmalarda optimum adsorbent miktarı olarak 2 g VP kullanılmıştır.

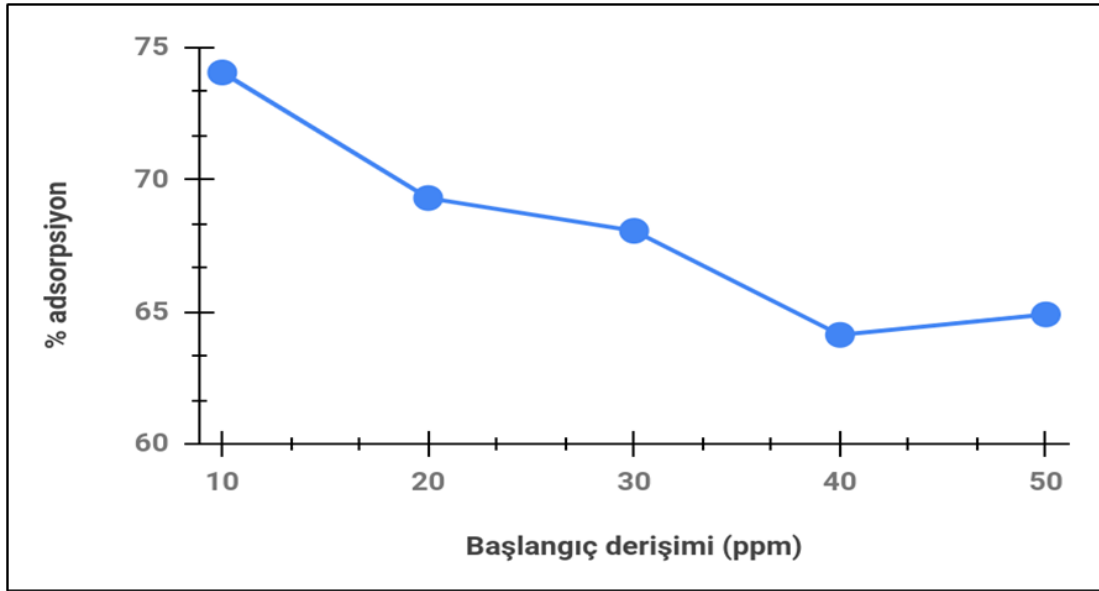
3.4. Optimum Ph Değerinin Bulunması

2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 pH değerlerinde yapılan çalışmada “başlangıç pH değerlerinin adsorpsiyon üzerindeki etkisini gösteren grafik” Şekil 3’te gösterilmiştir. pH 5’ten yüksek sıvı ortamlarında giderimin azalması, tahminen ortamda

bulunan OH⁻ iyonunun artmasından ve MY boyar maddenin katyonik yapısından kaynaklandığı düşünülmektedir. pH 5 değerinden daha yüksek çözeltilerde OH⁻ iyonun artması, katyonik boyarmadde olan MY’nin adsorpsiyonu azaltmaktadır. Asidik pH ortamlarında ise adsorbent yüzeyindeki pozitif yük bölgelerinin artması sonucunda katyonik yapı MY’nin elektrostatik itme ile adsorpsiyonunda azalmaya neden olmuştur. Böylece pH 5 değerinden düşük veya yüksek çözelti ortamlarında adsorpsiyon azalmıştır. Elde edilen sonuç literatürle (Padmavathy ve ark., 2016) uyumludur.



Şekil 3. VP üzerine MY boyar maddesinin adsorpsiyonunda başlangıç pH değerinin etkisi (m: 2 g, V: 1 L, C_0 : 30 ppm, T: 318 K).



Şekil 4. VP üzerine MY boyar maddesinin adsorpsiyonunda başlangıç derişiminin etkisi (m: 2 g, V: 1 L, pH: 5, T: 318 K).

3.5. Çözelti Derişiminin Adsorpsiyon Üzerindeki Etkisi

Derişimin adsorpsiyon üzerindeki etkisini araştırma amacıyla yapılan çalışmada elde edilen grafik, şekil 4'te gösterilmiştir. Boyar madde derişimi arttıkça VP adsorbentinin MY giderimi azalmaktadır. MY boyar madde giderimi 50 ppm derişimde % 64.9 iken bu oran 10 ppm derişimde % 74.066 olarak hesaplanmıştır. Derişim miktarının artması, VP yüzeyindeki tutunma kapasitesinin düşmesine böylece verimin azalmasına neden olmuştur. Benzer bir durum (Demir ve ark., 2020) çalışmasında da bildirilmiştir.

3.6. İzoterm Hesaplamaları

Denge sırasında çözelti ortamındaki VP yüzeyinde adsorplanan MY miktarı (C_{ads}) ile tutunmayan MY miktarı

(C_e) arasındaki ilişkiyi görmek için işlem verileri, Dubinin-Radushkevich (D-R), Freundlich ve Langmuir izotermine uygulandı. Bu hesaplamalar Tablo 2'de sunulan bağıntılar kullanılarak bulundu. Tabloda; R: İdeal gaz sabitini (8.314 j/mol.K), K_L : Langmuir izoterm sabitini (L/mg), C_e : Denge sırasında çözelti ortamında kalan maddenin derişimini (ppm), C_{ads} : Adsorbent yüzeyinde tutunan boyar madde derişimini (ppm), q_m : Langmuir izoterm sabitini (mg/g), E: D-R adsorpsiyon serbest enerjisini (kJ/mol), T: Kelvin cinsinden sıcaklığı (K), D: D-R sabitini (mol^2/kJ^2), ϵ : Polanyi potansiyelini, b : Adsorpsiyon ısısı hakkında bilgi veren Temkin sabitini (kJ/mol), K_T : Temkin izoterm sabitini (L/mg) ifade etmektedir. Tablo 2'de gösterilen eşitlikler kullanılarak hesaplanan veriler Tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo 2. Hesaplamalarda kullanılan izoterm eşitlikleri.

İzoterm	Lineer bağıntı	Grafik	Eşitlik	Referans
Langmuir	$\frac{C_e}{q_e} = \left(\frac{1}{K_L q_m}\right) + \left(\frac{C_e}{q_m}\right)$	$\frac{C_e}{q_e}$ vs C_e	(2)	(Behnamfard ve ark., 2009)
Freundlich	$\log q_e = \log K_F + \frac{1}{n} \log C_e$	$\log q_e$ vs $\log C_e$	(3)	(Alacabey ve ark., 2014)
D-R	$\ln q_e = \ln q_m - D \varepsilon^2$ $\varepsilon = RT \ln \left(1 + \frac{1}{C_e}\right)$	$\ln q_e$ vs ε^2	(4)	(Alacabey ve ark., 2014)
Temkin	$q_e = B \ln KT + B \ln C_e$, $B = (RT)/b$	q_e vs $\ln C_e$	(5)	(Alacabey, 2014)

Tablo 3. VP üzerine MY boyar maddesinin adsorpsiyonu neticesinde bulunan izoterm verileri (m: 2 g, V: 1 L, pH: 5, T: 318 K).

Langmuir	K_L	0.0365
	Q_m	30.3739
	R²	0.8986
Freundlich	n	1.3679
	1/n	0.7310
	K_F	1.4489
	R²	0.9951
Temkin	B	5.3490
	K_t	0.5119
	b_t	0.4632
	R²	0.9420
D-R	q_m	11.0839
	E	0.4283
	D	2.7255
	R²	0.8432

VP adsorbenti üzerine MY boyar maddesinin adsorpsiyon izoterm çalışmalarında verilerin hangi modele uygunluğunu belirten korelasyon katsayısı (R^2), Freundlich izoterm modelinde 0.99'dan büyük hesaplanmıştır. Bunun için adsorpsiyon çalışmamızın Freundlich izoterm modeline daha iyi uyum sağladığı söylenebilir. Böylece bizler, adsorpsiyon sırasında uzaklaştırmanın çok tabakalı meydana geldiğini ve tutunmanın adsorbentün tüm yüzeyinde farklı olduğunu söyleyebiliriz. Freundlich sabitlerinden n ve 1/n değerlerinin sırasıyla 1 ile 10 ve 0 ile 1 aralıklarında olması adsorpsiyonun Freundlich izotermine uyduğunu ifade etmesi açısından da önemlidir (Okur ve ark., 2016). K_f değeri, biyosorpsiyon kapasitesini gösterir ve değeri ne kadar büyükse kapasite o kadar yüksektir (Özmal ve Duman, 2021). Freundlich izoterm hesaplamaları neticesinde adsorpsiyon kapasitesi (k_f), 1.4489

mg/g olarak hesaplandı. D-R izoterm modeli sırasında D-R adsorpsiyon serbest enerjisi 0.4283 kJ/mol olarak hesaplandı. Bulunan E değerinin 8 kJ/mol'dan daha az olması adsorpsiyon işleminin fiziksel olarak meydana geldiğini göstermiştir (Alacabey ve ark., 2020).

3.7. Literatürde Rapor Edilen Farklı Adsorbentlerle My Boyar Madde Gideriminin Karşılaştırılması

MY boyar maddesinin farklı adsorbentler kullanılarak atık sulardan uzaklaştırılması amacıyla önceden yapılan çalışma sonuçları Tablo 4'te karşılaştırılmıştır. Literatürde daha önce yapılan çalışmaların yer aldığı tablo 4'e bakıldığında bu çalışma sonucunda elde edilen sonuçların önceki çalışmalar ile paralellik arz ettiği görülmüştür.

Tablo 4. MY boyar maddesinin farklı adsorbentler kullanılarak atık sulardan uzaklaştırılması amacıyla önceden yapılan çalışma sonuçları.

Çalışma	Denge, (dk.)	Dozaj, (g)	pH	İzoterm	Q _m , (mg/g)
Bu çalışma	90	2	5	Freundlich	1.4489
(Gürkan ve ark., 2017)	60	10	-	Langmuir	23.44
(Uysal ve Belibağlı, 2020)	120	15	6	Tempkin	0.43
(Abdullah Ceyhan ve ark., 2013)	60	0.3	4	Langmuir	28.32
(Çiçekçi ve ark., 2020)	120	1	5.2	Freundlich	8.19
(Özdemir ve ark., 2019)	60	0.1	6.7	Langmuir	41.49
(Kavcı ve ark., 2021)	240	0.5	5	-	9.72

4. SONUÇ

Pomza miktarının boyar madde adsorpsiyonu üzerindeki etkinliğinin araştırıldığı bu çalışma sonucunda 2 g VP adsorbent miktarının optimum miktar olduğu ve bu miktardaki adsorbent ile 30 ppm derişimde % 65.11 oranında giderim sağlandığı tespit edilmiş ve bu oran pH çalışması sonucunda pH 5 ortamında % 68.07 olarak kaydedilmiştir. Denge sırasında, derişim ve sıcaklık arasındaki ilişkiyi gösteren izoterm çalışmaları, adsorpsiyonun Freundlich izoterm modeline daha iyi uyum sağladığını göstermiştir. Freundlich hesaplamaları neticesinde n değeri 1.3679, K_f değeri ise 1.4489 mg/g olarak bulunmuştur. Adsorpsiyon işlemlerinin Freundlich izoterm modeline uyum sağladığının gösterilmesi, tutunmanın çok tabakalı bir şekilde heterojen bir yüzey üzerinde oluştuğunu ifade etmektedir. Son olarak D-R izoterm modelindeki adsorpsiyon serbest enerjisinin (E) değeri 0.4283 kJ/mol olarak bulundu. Bu değer 8 kJ/mol'dan daha küçük olması adsorpsiyonun fiziksel bir proses olduğunu göstermiştir. Çalışmalar neticesinde elde edilen hesaplamalar literatür verilerine uygun bir seyir izlemiştir. Bundan dolayı sözü edilen boyar maddenin uzaklaştırılması amacıyla Van Gölü kıyısında toplanan pomzanın malahit yeşili boyar maddesinin uzaklaştırılmasında kullanılabileceği söylenebilir.

5. KAYNAKLAR

- Abdullah Ceyhan A., BaytaR O., Güngör A., Saygılı E. and Söylemez C. (2013). Formaldehit İle Modifiye Edilmiş İğde Çekirdeği Kullanılarak Sulu Çözeltilerden Malahit Yeşilinin Uzaklaştırılması. *Bilim Ve Teknoloji Dergisi*, 1 (2), 1-8.
- Aksay, E., K., Akar, A., Cöcen, İ. (2016). Pomza Cevherinin Hazırlanması ve Zenginleştirilmesi. *AKÜ FEMÜBİD*. 16, 384-390.
- Aksu, A., Murathan, A., Koçyiğit, H. (2011). REAKTİF MAVİ 221'İN POMZA İLE ADSORPSİYONU VE

KİNETİĞİ. *Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der.* 26:(4), 807-812.

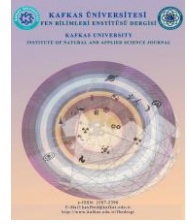
- Alacabey İ., (2014). Doğal ve aktive edilmiş Van Gölü sediment (dip çamuru) örneklerinin bazı ağır metallerle adsorpsiyonunun izoterm ve termodinamik analizi. Doktora Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van.
- Alacabey İ., Kul A.R., Şakir E., Alkan H. (2020). Van gölü doğal sediment ve modifiye sediment üzerine krom (III) adsorpsiyonu (izoterm ve termodinamik analiz çalışması). *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi*, 11 (3), 1225-1232.
- Alacabey İ. (2022). Antibiotic Removal from the Aquatic Environment with Activated Carbon Produced from Pumpkin Seeds. *Molecules*, 27 (4), 1380.
- Atamanalp, M., Bayır, A., Sirkecioğlu, A. N., Cengiz, M. (2003). The Effects of Sublethal Doses a Disinfectant (Malachite Green) on Blood Parameters of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23 (3), 177-187.
- Behnamfard A. and Salarirad M.M. (2009). Equilibrium and kinetic studies on free cyanide adsorption from aqueous solution by activated carbon. *Journal of Hazardous Materials*, 170 (1), 127-133.
- Ceylan E., Başaran G. Bektaş N. and Yatmaz C. (2022). Demir yüklenmiş kitosanın Reaktif Turuncu 16 boyar maddesinin giderimine etkisi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 37 (3), 1427-1440.
- Çelebi, H. (2020). Doğal Kabak Çekirdeği Kabuğunun Bor Adsorpsiyon Kapasitesi. *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 9(4) 1698-1710.

- Çelebi M., Özdoğan R. (2018). Basic Blue 41, Basic Red 46 ve Basic Yellow 28 Boyar Maddelerinin Çözeltilen Anyonik Polimer Membran ile Giderilmesi. *Academic Platform - Journal of Engineering and Science*, 6 (1), 17-24.
- Çiçekçi A., Dönmez B., Kavcı E. and Laçin Ö. (2020). Malahit Yeşilinin Şeftali Çekirdeği Kabuğu Üzerine Adsorpsiyon İzotermi ve Termodinamiği. *Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 5 (2), 103-111.
- Demir B., Kalpaklı Y. (2020). İşlem Görmemiş Kütahya Ca-Bentonitinin Bazik Mavi 41 (BB41) Adsorpsiyon Karakteristiğinin İncelenmesi. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 10 (1), 309-319.
- Ercan I., Karaşin A. and Kayan Y. (2020). Pomzadan imal edilmiş çelik lif katkılı bimsblokların mekanik özelliklerinin araştırılması. *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi*, 11 (2), 723-730.
- Gürkan E.H. and Çoruh S. (2017). Atık döküm kumu ile katyonik boyarmaddelerin adsorpsiyon çalışmaları. *Celal Bayar University Journal of Science*, 13 (2), 515-521.
- Kavcı E. (2021). Malahit yeşili boyar maddesinin çam kozalağı ile adsorpsiyonunun Taguchi metodu ile incelenmesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 23 (67), 129-135.
- Kocaer F.O. and Alkan U. (2002). Boyarmadde içeren tekstil atıklarının arıtım alternatifleri. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 7 (1), 47-55.
- Kul A. and Benek V. (2022). Doğal ve Asitle Aktive Edilmiş Siirt/Koçpınar Kili Kullanılarak Atık Sulardan Malahit Yeşili Boyar Maddesinin Uzaklaştırılması. *Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 7 (1), 41-56.
- Kul A.R., Aldemir A., Alkan S., Elik H. and Caliskan M. (2019b). Adsorption of Basic Blue 41 using *Juniperus excelsa*: Isotherm, kinetics and thermodynamics studies. *Environmental Research & Technology*, 2 (3), 3.
- Kul A.R., Benek V., Kaptanoğlu S., Alkan S. and Vedat A. (2019a). *Pyrus Communis* Atığının Üzerine Sulu Çözeltilerdeki Metilen Mavisinin Adsorpsiyon İzoterm Ve Termodinamik Çalışmaları. *Van Sağlık Bilimleri Dergisi*, 11 (1), 24-27.
- Kul A.R., Benek V., Selçuk A. and Onursal N. (2017). Using natural stone pumice in van region on adsorption of some textile dyes. *Journal of the Turkish Chemical Society Section A: Chemistry*, 4 (2), 525-536.
- Kul A.R. and Koyuncu H. (2010). Adsorption of Pb(II) ions from aqueous solution by native and activated bentonite: Kinetic, equilibrium and thermodynamic study. *Journal of Hazardous Materials*, 179 (1), 332-339.
- Meyer, F.P., and Jorgensen, T.A. (1983). Teratological and other effects of malachite green on development of rainbow trout and rabbit. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 112, 818-821.
- Okumuş, Z.Ç., Doğan, T.H., (2019). Biyodizeldeki Suyun Reçine ile Uzaklaştırılması: Adsorpsiyon İzotermi, Kinetiği ve Termodinamik İncelemesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 15: 561-570. <https://doi.org/10.31590/ejosat.535977>.
- Okur, M., Aktı, F., (2016). C.I. asit viyole 90 metal-kompleks boyar maddesinin sulu ortamlardan sentetik ve doğal zeolit kullanılarak uzaklaştırılması. *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*. 31:(3), 677-686.
- Öden, M. K. , Şahinkaya, S., Küçükçongar, S. (2017). Colour Removal with Adsorption Process Using Pomace . *Cumhuriyet Science Journal*, 38 (4): 215-219.
- Özdemir Ç.S. (2019). Tarımsal atık üzerine malahit yeşili adsorpsiyonunda denge ve kinetik verilerin incelenmesi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 25 (7), 878-883.
- Özmal, F., Duman, G. (2021). Modifiye Juglans Regia L. Yaprığı Kullanarak Sulu Çözeltilerden Reaktif Red 120'nin Biyosorpsiyonu. *European Journal of Science and Technology* . 25, 256-266.
- Padmavathy K., Madhu G. and Haseena P. (2016). A study on effects of pH, adsorbent dosage, time, initial concentration and adsorption isotherm study for the removal of hexavalent chromium (Cr (VI)) from wastewater by magnetite nanoparticles. *Procedia Technology*, 24, 585-594.
- Uysal Y. ve Belibağlı P. (2020). Atık Yumurta Kabuklarından Sentezlenen Hidroksiapatitler ile Sulardan Malahit Yeşil Giderimi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 23 (3), 3.



Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi Institute of Natural and Applied Science Journal

Dergi ana sayfası/ Journal home page: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/kujs>



E-ISSN: 2587-2389

The Effect of the Seasons on the Variation of Arsenic, Boron, and Other Parameters in the Waters in Iğdır

Servet AŞKIN ^{1*}, Mehmet Kazım KARA ²

¹ Iğdır Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri M.Y.O, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler, Iğdır, Türkiye
¹Iğdır University, Health Services Vocational School, Medical Services and Techniques, Iğdır, Turkey

²Iğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Iğdır, Türkiye
²Iğdır University, Faculty of Agriculture, Department of Animal Science, Iğdır, Turkey

(İlk Gönderim / Received: 20. 04. 2022, Kabul / Accepted: 16. 08.2022, Online Yayın / Published Online:12. 12. 2022)

Keywords:

Arsenic,
boron,
electrical conductivity,
toxic elements,
water quality

Abstract: In this study, we investigated and determined the amount of various toxic elements like manganese (Mn), cobalt (Co), nickel (Ni), boron (B), and arsenic (As) in underground drilling and surface natural springs drinking waters in Iğdır province and districts Ararat Mountain side by the ICP- MS technique in dry and rainy months. The several properties of samples of drinking water, such as pH, total dissolved solids (TDS), electrical conductivity (EC), salinity (Sal), Cl⁻, NH₄⁺, and NO₃⁻ were measured with the mobile YSI Professional Plus multiparameter. The results of the analysis were compared to the limit values of the World Health Organization (WHO), the American Environmental Protection Agency (EPA), the European Union Standard (Council of the European Union Standards: ECS), and the National Drinking Water Standard (TSE). The mass amount of toxic elements of Mn, Co, Ni, B, and As in the analysis regions for volcanic rocks near water samples was detected to be 357 mg kg⁻¹, 16.5 mg kg⁻¹, 22.4 mg. kg⁻¹, 5 mg kg⁻¹, and 3.8 mg kg⁻¹, respectively. The maximum concentration of Mn, Co, Ni, As, and B toxic elements in drinking water in the study area was detected in September 2017 in the dry season as 417.88 µg.L⁻¹, 0.35 µg.L⁻¹, 3.06 µg L⁻¹, 37.16 µg.L⁻¹, and 1185.45 µg L⁻¹, respectively; and in May 2017 and June 2017, in the rainy season as 133.67 µg L⁻¹, 0.45 µg L⁻¹, 2.26 µg L⁻¹, 50.98 µg L⁻¹, and 1075.61 µg L⁻¹, respectively. In the analysis sample of drinking water in September 2017, one of the dry months, the variation in the average of the Mn, Co, Ni, As, and B toxic elements decreased compared to December 2017, March 2017, and June 2017. Depending on the water quality parameters, a significant amount of positive effect among EC, Log [TDS], and Log [Cl⁻] parabolically were determined and calculated as R²=0.906. As a result, in this study, we revealed that the toxic element amount varies considerably depending on the seasons of the year.

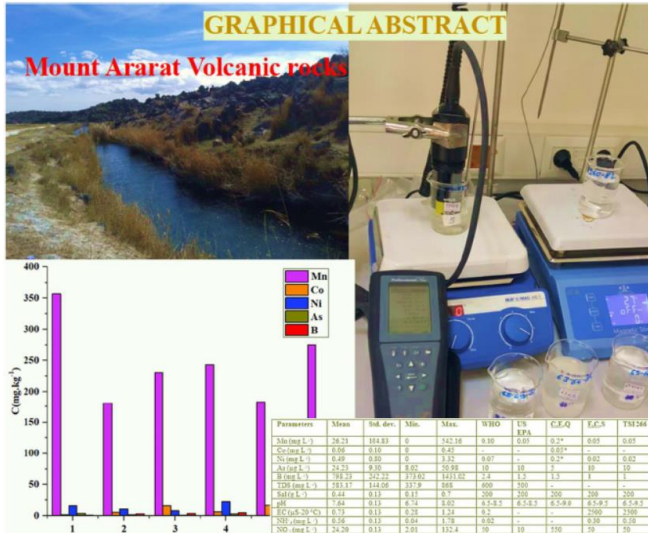
Iğdır Sularında Mevsimlerin Arsenik, Bor ve Diğer Parametrelerin Değişimine Etkisi

Anahtar Kelimeler:

Arsenik,
bor,
elektriksel iletkenlik,
toksik elementler,
su kalitesi

Özet: Bu çalışmada, Iğdır ili ve ilçeleri Ağrı dağı eteklerinde yer altı sondajı ve yertüstü doğal kaynak içme sularında mangan (Mn), kobalt (Co), nikel (Ni), bor (B) ve arsenik (As) toksik elementlerin değişimi ICP-MS yöntemi kullanılarak tespit edilerek incelendi. Çalışma kurak ve yağışlı aylarda yapıldı ve pH, toplam çözünmüş katı madde (TDS), elektriksel iletkenlik (EC), tuzluluk (Sal), Cl⁻, NH₄⁺ ve NO₃⁻ içme suyu örneklerinde mobil YSI Professional Plus multiparametresi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Analiz sonuçları Dünya Sağlık Örgütü (WHO), Amerikan Çevre Koruma Ajansı (EPA), Avrupa Birliği Standardı (Avrupa Birliği Standartları Konseyi: ECS) ve Ulusal İçme Suyu Standardı (TSE) sınır değerleri ile karşılaştırıldı. Analiz bölgelerindeki volkanik kayaların Mn, Co, Ni, B ve As toksik element ICP-MS kütle sonuçları sırasıyla 357 mg kg⁻¹, 16.5 mg kg⁻¹, 22.4 mg kg⁻¹, 5 mg.kg⁻¹ ve 3.8 mg kg⁻¹ olarak tespit edilmiştir. Çalışma alanındaki içme sularındaki maksimum Mn, Co, Ni, As ve B konsantrasyonları Eylül 2017'de, kurak mevsimde sırasıyla 417.88 µg.L⁻¹, 0.35 µg L⁻¹, 3.06 µg L⁻¹, 37.16 µg L⁻¹ ve 1185.45 µg L⁻¹ olarak tespit edilmiştir. Mayıs 2017 ve Haziran 2017'de yağışlı mevsimde sırasıyla 133.67 µg.L⁻¹, 0.45 µg.L⁻¹, 2.26 µg L⁻¹, 50.98 µg L⁻¹ ve 1075.61 µg L⁻¹ olarak belirlenmiştir. Kuru aylardan biri olan Eylül 2017'de içme suyu analiz örneğinde Mn, Co, Ni, As ve B toksik element ortalamalarındaki değişim Aralık 2017, Mart 2017 ve Haziran 2017'ye göre azalmıştır. Su kalitesi parametreleri üzerinde, EC ile Log [TDS] ve Log [Cl⁻] arasında parabolik olarak önemli miktarda pozitif etki belirlenmiş ve R²= 0.906 olarak hesaplanmıştır. Sonuç olarak, bu çalışmada su kaynaklarındaki toksik element miktarının mevsimlere bağlı olarak önemli değişimler gösterdiğini ortaya koyduk. Bu durum insan ve çevre sağlığı üzerinde olumsuz etkilerinin olabileceği muhakkaktır.

Graphical Abstract



1. INTRODUCTION

Nowadays, the mass amount of As and B elements in water resources have exceeded the amount $10 \mu\text{g L}^{-1}$ and $2,4 \text{ mg L}^{-1}$ limits (that amount exhibits toxic effect) accepted by WHO due to natural mineral fields, factory wastes, and volcanic rocks. This problem with drinking water causes diseases, like lung, kidney, bladder, and cardiovascular cancers in the people of countries, such as Bangladesh, Bolivia, China, the US, Canada, Bolivia, and Turkey (Halim, 2010; Sigfusson et al., 2011; Munoz et al., 2013; Elwakeel, and Guibal, 2015; Bacquart et al., 2015). A researcher has demonstrated that manganese, which is a toxic element in the running waters of Sicily affected by the Etna Volcano, has been raised above the tolerated limits (Roccaro, 2007) in European and National regulations. Also, the paper revealed that the source of manganese in water source stems from the oxidation of potassium permanganate. Another paper determined that Total Dissolved Soluble (TDS) value in underground waters was to be $1\ 000\text{--}35.00 \text{ mg L}^{-1}$ (Desalting handbook, 2003). Smedley et al. claimed that there is a compatibility between arsenic and the concentration of iron hydroxides in colloids in the waters on earth (Smedley and Kinniburgh, 2002). Pique et al. reported that high amounts ($>200 \mu\text{g L}^{-1}$) of dissolved arsenic in water solutions in non-thermal groundwater were released by reduction of Fe ($>14 \text{ mg L}^{-1}$) during the adsorption process of arsenic (Pique et al., 2010). Wilkie and Hering maintain that the arsenic waters they collected for the study in 2010 were rapidly catalyzed as a result of microorganism activities in arsenic waters. Folch found that As concentration in deep drilling thermal waters was detected to be $> 100 \mu\text{g L}^{-1}$ and this may be caused by volcanic basaltic rocks (Folch, 2010). A correlation between the extent of Ca-(Na)- HCO_3 borne CO_2 in underground waters and the extent of its salinity was founded (Pique et al., 2010). In another study, Gates (2011) revealed that the reason why the high concentrations of arsenic in drinking waters in California, the USA is higher than the accepted $10 \mu\text{g L}^{-1}$ is the volcanic ashes in the aquifer. It is also stated that in cases when the B toxic element is higher than $3000 \mu\text{g L}^{-1}$ value, a positive correlation is observed between the TDS of water

and measurement values. As for the underground waters in Canada, a positive correlation was detected between As and high amounts of salt (Webster, 1999). The salt in spring waters was observed so solving due to the water-rock interaction resulting from geo-chemical alteration, and an increase in the dissolvable TDS in waters. Again, these researchers revealed that secondary minerals and Ca concentrations in waters have a strong parabolic relationship. It is also maintained that dissolved concentrations in the spring waters in Canada changed in line with the geological structure of the region (Frape and Fritz, 1984). Meteor water was detected to decrease the quality of water even further with its effect on toxic elements in volcanic areas (Rowe et al., 1995). In a study revealing the impact of the volcanic aquifer of Djibouti on groundwater, water quality parameters such as EC, pH, temperature, Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- , NO_3^- , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Br^- , F^- and trace metals (Li, Ba, B, Sr, Si, Al, Cr, Fe, Mn, Mo, Pb, Co, Cu, Ni, Zn, Ti, V, As, Se) in the water were identified and multivariate statistical analysis, binary diagram study was researched. They reported that seawater salinity interacted with the gulf basalt aquifer and exceeded the WHO values of As and Se in drinking water (Fakir et al., 2001; Cardona et al., 2004; Vengosh et al., 2005; Ghabayen et al., 2006; Bouchaou et al., 2008; Djabri et al., 2008; El Yaouti et al., 2009; Moussa et al., 2012; Belkhirri et al., 2012; Zghibi et al., 2014; Ahmed et al., 2017). In addition, it was observed in these studies that there is a correlation between As and Se ratios. Another study revealed the quality of the water in the 950 km long drainage channel, which was started to be built in 1968 to dry the marshy land in the İğdır plain; average pH was measured as 8.06, Ca as 43.35 mg L^{-1} , Mg as 37.16 mg L^{-1} , NH_4^+ as 0.04 mg L^{-1} , B as 0.03 mg L^{-1} , Cl as 85.2 mg L^{-1} , NO_3^- as 2.86 mg L^{-1} , and electrical conductivity as $1045.85 \mu\text{S cm}^{-1}$ (Demirtaş, 2008). In addition, the water-soluble salts of the element B, which has many economic and technological uses, demonstrate the presence of B minerals in this study area (Ayers and Patrick, 1976; Mohajeri et al., 2003; Chew et al., 1979).

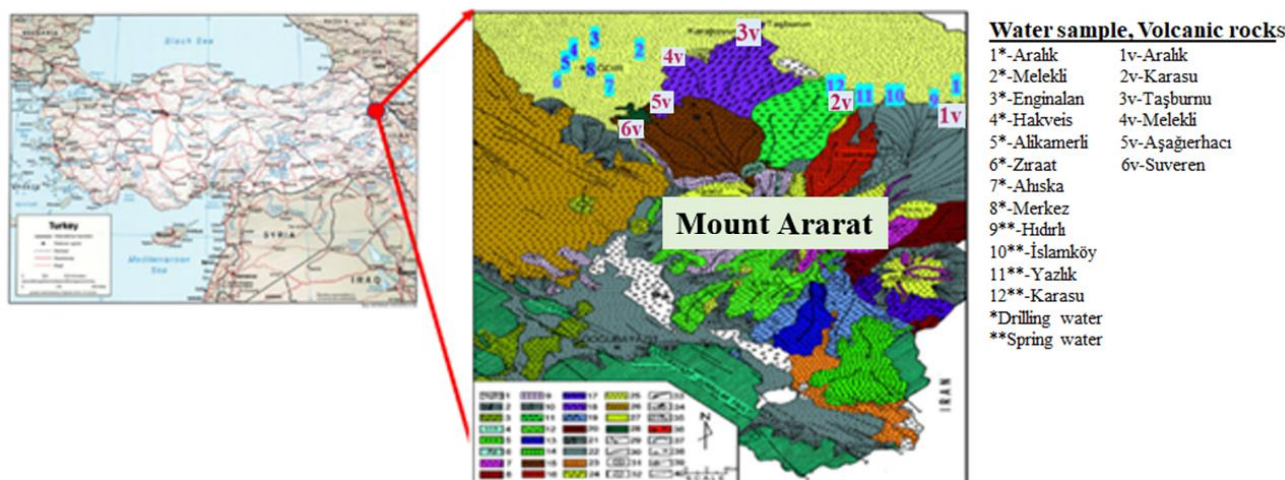
In this study, for the first time, we investigated the water standards, such as pH, TDS, EC, Sal, and the amount of several elements like Cl^- , NH_4^+ and NO_3^- of the Mn, Co, Ni, B, and As in drinking waters and the rate of exposure to meteor waters by seasons. Toxic elements in water cause various diseases in humans and other living metabolisms when they exceed standard limits. Therefore, it is very important to determine the concentration of these in the waters used as drinking water and to determine the factors affecting their concentrations in the water. These toxic elements' state of exposure to the volcanic areas in their place of origin was revealed. In addition, statistical evaluation was performed on drinking water quality. The toxic elements were analyzed of volcanic rocks in these water regions performed by Mn, Co, Ni, B, and As in the ACME laboratory by ICP-MS the method of AQ252.

1.2. Study Area

The examinations of toxic elements of As, B, Mn, Co, and Ni in drilling and spring waters and drinking water were conducted in İğdır province, districts, and villages (Figure 1). The drill and underground waters used for drinking and agricultural purposes in İğdır province and districts were

opened by Turkish İller Bank and have an average depth of 106 m out of a total of 15 drilling wells that are used as drinking water, approximately 94500 people annually use an

average of 6068281 m³ of water to maintain their daily life activities (Iğdır Municipality 2018).



(1) Alluvium and alluvial fan, (2) Moraine, (3) Lava of Tendürek volcano, (4) Hyaloandesite, (5) Hyaloandesite, (6) Andesite, (7) Hypersthene basalt, (8) Basalt, (9) Basalt, (10) Moraine and fluvial-glacial fan, (11) Hyalobasalt, (12) Hypersthene andesite, (13) Hypersthene andesite, (14) Hypersthene andesite, (15) Hypersthene andesite, (16) Hypersthene andesite, (17) Basalt, (18) Basalt, (19) Hyalobasalt, (20) Basalt, (21) M: Morain, FGy: Fluvial and glacial fans, (22) Alluvium of Dogubeyazıt plain, (23) Basalt, (24) Andesite, (25) Andesite and associated pyroclastic rocks, (26) The Zondağ volcanic association, (27) Continental deposits of Iğdır-Aralık depression, (28) Undifferentiated basement rocks, (29) Tensional Fracture, (30) Caldera wall, (31) Eruption centre, (32) Crater, (33) Flow direction, (34) Slope waste and debris, (35) Alluvial cone, (36) Permanent ice cap, (37) Cirque glacier, (38) Marsh, (39) Strike-slip fault, (40) Fault and inferred fault.

Figure 1. Geology map of the Ararat volcanic center (Yılmaz et al., 1998).

The study area is generally dry in July and August months of the year, and in September and October 2017. The region, which is very cold and snowy in winter, has a continental climate. Although the elevation of the region is 850-900 m, a microclimate effect occurs due to the topographic structure of the basin. According to the measurements of the Iğdır-Meteorology Directorate, the rainfall rate in Iğdır between January 2016 and December 2017 is presented in kg. m⁻² (Figure 2, Directorate Turkish State Meteorological Service 2018.)

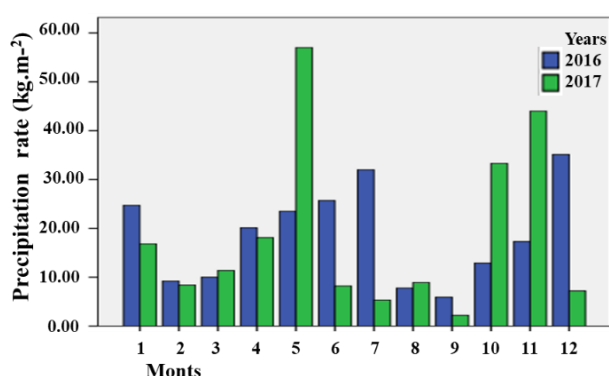


Figure 2. Monthly Total Precipitation Rate (kg m⁻²).

2. MATERIAL AND METHOD

Water samples collected from the study area were taken into sample containers as three samples from each source in December and September 2017, and the average values of the

results were analyzed. The glass containers used for the sample collection were sterilized with an aqueous (1/20 by volume) solution of acetic acid and hydrochloric acid and completely cleared of heavy metals. The bottle sample containers were dried in the oven to make the sample ready for collection after being rinsed with ultra-pure water. Mobile multiparameter (YSI Professional Plus) was calibrated with pH (4.00, 7.00, and 10.00), NO₃⁻, NH₄⁺, Cl⁻, conductivity, and salinity standard solutions before carrying each on-site sample of water. The cations in the sample waters were taken from each sample of water into three sample containers and acidified with HNO₃ with pH=2. Then, the water samples were measured with “Agilent Technologies 7700 Series” ICP-MS located in Iğdır University Central Research Laboratory. The measurement values of three samples from each water source were averaged and SPSS 22.00 program was used to analyze the toxic elements by month (December 2016, March 2017, June 2017, and September 2017). Two-way ANOVA was used as the analysis method. The group variances were determined homogeneous in this analysis (Levene's homogeneity test was used). The volcanic rock samples were ground 3 microns after gathering the areas, Aralık, (1) Karasu (2), Taşburnu (3), Melekli (4), Aşağierhacı (5), and Suveren (6), respectively. Before was taken constant weight within the desiccator the samples were dried in an oven at 105 °C. The samples were dissolved in ACME laboratories according to AQ252 the method (1: 1: 1 HNO₃: HCl: H₂O). They performed quantitative analysis of Mn Co Ni As and B with ICP-MS.

3. RESULT AND DISCUSSION

Arsenic, boron, manganese, nickel and cobalt, Electrical Conductivity, pH, Salinity, Total Dissolve Solid, chloride, nitrate, and ammonium in the waters collected from the study area were examined in December 2016, March, and September months of 2017. Some of these are, The Regulation of the World Health Organization (WHO), the Environment Protection Agency of the United State of

America (US EPA 816-F-09-004 | 2018) Guidelines for Canadian Drinking (CEQ), European Community Standards (ECS, the European Union Directive of 211) and the TS 266 standard of the Turkish Standard Institute. The physical and chemical quality parameters indicated for the water in these regulations are given in Table 1. This study aimed to investigate the physical and chemical content of the drinking water spring, and drilling used in İğdır province, and to assess the risk to human health.

Table 1. Some quality parameters of water statistical results.

Parameters	Mean	Std. dev.	Min.	Max.	WHO	US EPA	C,E,Q	E,C,S	TSI 266
Mn (mg L ⁻¹)	26.21	104.83	0	542.16	0.10	0.05	0.2*	0.05	0.05
Co (mg L ⁻¹)	0.06	0.10	0	0.45	-	-	0.05*	-	-
Ni (mg L ⁻¹)	0.49	0.80	0	3.32	0.07	-	0.2*	0.02	0.02
As (µg L ⁻¹)	24.23	9.30	8.02	50.98	10	10	5	10	10
B (mg L ⁻¹)	798.23	242.22	373.02	1431.02	2.4	1.5	1.5	1	1
TDS (mg L ⁻¹)	583.17	144.06	337.9	868	600	500	-	-	-
Sal (g L ⁻¹)	0.44	0.13	0.15	0.7	200	200	200	200	200
pH	7.64	0.13	6.74	8.02	6.5-8.5	6.5-8.5	6.5-9.0	6.5-9.5	6.5-9.5
EC (µS-20 °C)	0.73	0.13	0.28	1.24	0.2	-	-	2500	2500
NH ₄ ⁺ (mg L ⁻¹)	0.56	0.13	0.04	1.78	0.02	-	-	0.30	0.50
NO ₃ (mg L ⁻¹)	24.20	0.13	2.01	132.4	50	10	550	50	50
Cl ⁻ (mg L ⁻¹)	118.76	0.13	8.06	207.18	250	250	250	250	250

According to these data, it was detected that in the drinking water of Aralik district, the WHO, US EPA, ECS, and TS EN ISO 11885 standards of manganese which are 50 µg L⁻¹ was detected to be maximum in June 2017 with 542.16 µg L⁻¹ and minimum in December 2017 with 133.67 µg L⁻¹. Measurements at other water sources were detected to be considerably below the standard limits. The change of the manganese element in water samples is demonstrated (Figure 3a). The highest average change of manganese by month comprised in march 2017, followed by September, December, and June 2017 respectively. The average variation of manganese is indicated (Figure 3b).

The researchers have claimed to create harmful effects if the concentration is higher than 0.1 mg L⁻¹ in concentration in agricultural irrigation waters for only tomato plants.

In our study, the limit values in drinking water were maximum in June 2017 in Enginalan village drilling water

with 0.449 µg L⁻¹ and minimum in 2017 December in the Hidirli hamlet and Islamkoy spring waters which remained below the ICP-MS measurement values. The varying of cobalt in water samples has been indicated (Figure 3c). The highest average varying of cobalt by month comprised in June 2017, followed up by March, December, and September 2017 respectively. The average varying of cobalt has been indicated (Figure 3d). In the foregoing four standards for drinking water, the maximum concentration value of a nickel is taken as 20 µg. L⁻¹. The region's maximum amount was detected in the sample of the drilling well of the Aralik district in March 2017 at 3.32 µg L⁻¹, and the minimum was detected in Hidirli hamlet, Islamkoy, Yazlik, and Karasu spring waters which remained below the ICP-MS measurement values. The variation in nickel element in water samples is presented (Figure 3e). The average varying of nickel by month was higher in December and March 2017 than in June and September 2017. The average varying of nickel has been indicated (Figure 3f).

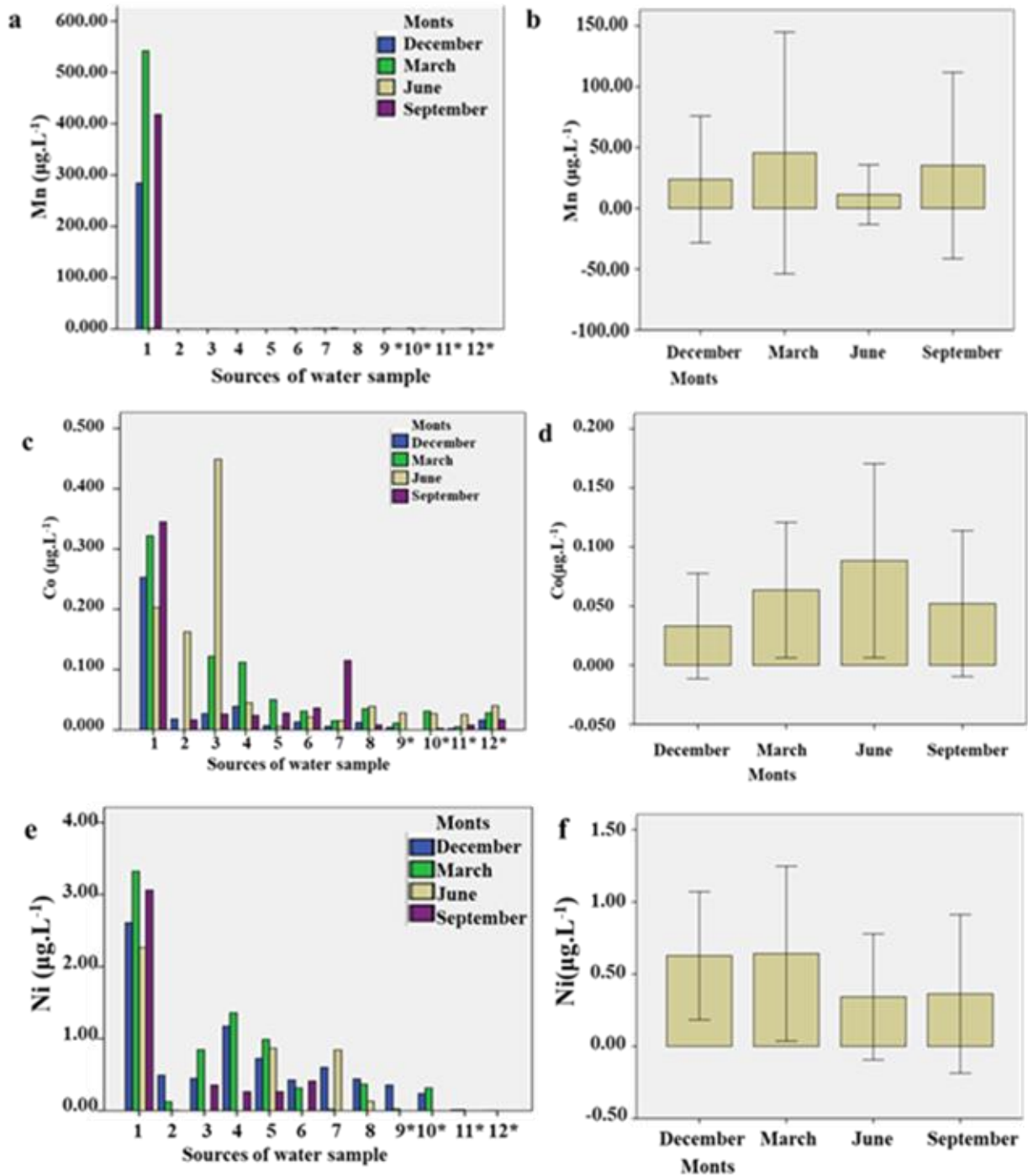


Figure 3. The Mn ions in waters of sample a. Changed concentration by months in respect of; and b. Average confidence intervals ($\mu\text{g L}^{-1}$); The Co ions in waters of sample c. Changed concentration by months in respect of; and d. Average confidence intervals ($\mu\text{g L}^{-1}$); The nickel ions in waters of sample e. Changed concentration by months in respect of; and f. Average confidence intervals ($\mu\text{g L}^{-1}$)

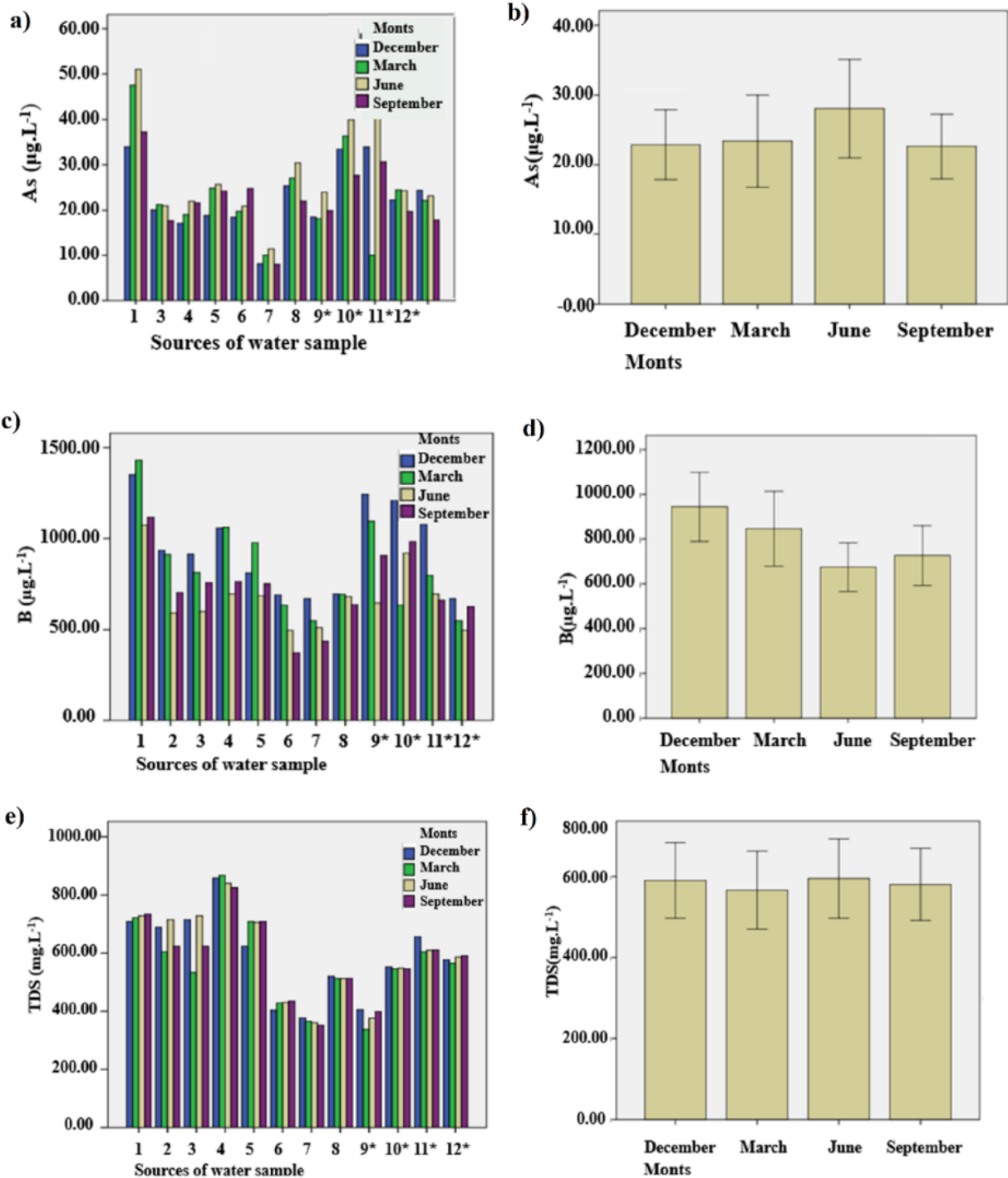


Figure 4. The As ions in waters of sample a. Changed concentration by months in respect of; and b. Average confidence intervals ($\mu\text{g L}^{-1}$); The B ions in waters of sample c. Changed concentration by months in respect of; and d. Average confidence intervals ($\mu\text{g L}^{-1}$); The TDS in waters of sample e. Changed concentration by months in respect of; and f. Average confidence intervals (mg L^{-1})

Regarding the concentration of arsenic we measured, the foregoing four standards take $10 \mu\text{g L}^{-1}$ as the maximum mass in drinking water. In the study area, the maximum amount was detected in the sample taken from the drilling water in the Aralık district in March 2017 with $50.98 \mu\text{g L}^{-1}$, whereas the minimum value was detected in the Ziraat drill water in December 2017 with $8.124 \mu\text{g L}^{-1}$. The variation of the arsenic element in water samples is given (Figure 4a). The

maximum monthly average change in arsenic comprised in June 2017. The variance was higher in March and June 2017 than in December and September 2017, respectively. The average variation of arsenic is given (Figure 4b). The maximum concentration values of boron we measured, in the foregoing WHO, ECS, and TS EN ISO 11885 standards is taken as 1 mg L^{-1} while it is 2.4 mg L^{-1} in EPA. In the study area, the maximum value was detected in the drilling water of

Aralık in 2017 December with $1431.019 \mu\text{g L}^{-1}$, and the minimum value was detected in the Ziraat drilling water in September 2017 with $373.0 \mu\text{g L}^{-1}$.

The variation of boron in water samples is given (Figure 4c). The highest average change in boron by month comprised in December 2017, followed by March, September, and June 2017 respectively. The highest varying change in boron is given in Figure 4d. Regarding the Total Dissolved Solid (TDS) measured, according to the foregoing WHO ECS, and TS EN ISO 11885 standards, amounts 1.500 mg L^{-1} are defined as fresh water and 1500 mg L^{-1} are defined as bitter water. EPA, on the other hand, takes the maximum value of 500 mg L^{-1} . In the study area, the maximum amount was detected in the sample of Hakveis village drilling water in March 2017, with 868.00 mg L^{-1} and the minimum was detected in Hidirli hamlet spring water in March 2017 with 337.9 mg L^{-1} . The TDS change in water samples is given (Figure 4e). The average change of the total water dissolved solids (TDS) by months is close to each other. However, the average change in September 2017 was lower relative to other months. The Total Dissolved Solid average change of solute is given (Figure 4f).

In terms of salinity measured, the foregoing WHO, ECS, and TS EN ISO 11885 standards take 2 g L^{-1} as the maximum value. In the study area, the maximum value was detected in the drilling water of Hakveis village in March 2017, with 0.68 g L^{-1} whereas the minimum value was detected in Hidirli hamlet water in June 2017, with 0.15 g L^{-1} . The salinity change in water samples is given (Figure 5a). Although the average change of salinity in all measured months was the same, the change in September 2017 was relatively lower. The average change of salinity is given (Figure 5b). The standards of pH change we measured in second-quality drinking water are classified in the foregoing WHO, EPA, ECS, and TS EN ISO 11885 standards as 6.5 to 9.5. In the study area, the maximum pH was detected in the central district's drilling water in September 2017, with $\text{pH}=8.2$ and the lowest value was recorded in the Karasu spring water in September 2017, with $\text{pH}=7.0$. The pH change in water samples is given (Figure 5c). Although the average change of pH in all measured months was the same, the change in March 2017 and June 2017 was relatively small. The average change in pH is given (Figure 5d). In the ECS regulation, $2500 \mu\text{S cm}^{-1}$ (20°C) was identified as the upper limit standard of drinking water conductivity. In the instant measurements

made in the study area, the maximum value was measured in the Hakveis drilling water in September 2017 at $1.24 \mu\text{S cm}^{-1}$ (17°C), and the minimum value was recorded in Ahiska drilling water in March 2017, with $0.46 \mu\text{S cm}^{-1}$ (17°C). The electrical conductivity change in water samples is given (Figure 5e). The average change in Electrical Conductivity increased in March, December, June, and September 2017 respectively. It was observed that the least change in conductivity comprised in March 2017. The average variation of Electrical Conductivity is given (Figure 5f).

Regarding the NH_4^+ standard in water, 0.50 mg L^{-1} was identified as the upper limit in the ECS regulation. In the instant measurements of the waters in the study area, the maximum values were detected in the Alikamerli drilling water in December 2017, with 1.78 mg L^{-1} while the minimum value was detected in Hidirli hamlet natural spring water in June 2017, with 0.05 mg L^{-1} Ammonium changed in water samples is given (Figure 6a). The average change of ammonium was less in March and June 2017 than in December and September 2017.

The minimum change in ammonium concentration was detected in March 2017. The average change of ammonium is given (Figure 6b). The maximum standard of Nitrate, we measured, in the drinking waters settled by the foregoing WHO, ECS, and TS EN ISO 11885 is 50 mg L^{-1} while the limit settled by EPA is 45 mg L^{-1} . In the study area, the maximum value was detected in the sample taken from the drilling water of Aralik district in December 2017 with 132.4 mg L^{-1} and the minimum was detected in Ahiska drilling water in September 2017, with 2.01 mg L^{-1} . Ammonium changes in water samples are given (Figure 6c).

The average change in nitrate was lower in December 2017 relative to other months. The maximum change in nitrate concentration was detected in December 2017. The average change of ammonium is given (Figure 6d). The standard for maximum concentration of Free Chloride measured, in drinking waters settled by the foregoing WHO, ECS, and EPA is 250 mg L^{-1} while the TS EN ISO 11885 standard is 600 mg L^{-1} . In the study area, the maximum value was detected in the samples from the drilling water of Aralik district in June 2017, with 207.18 mg L^{-1} whereas the minimum value was detected in the Ahiska drilling water in March 2017 with 40.06 mg L^{-1} . Free chloride changes in water samples are given (Figure 6e).

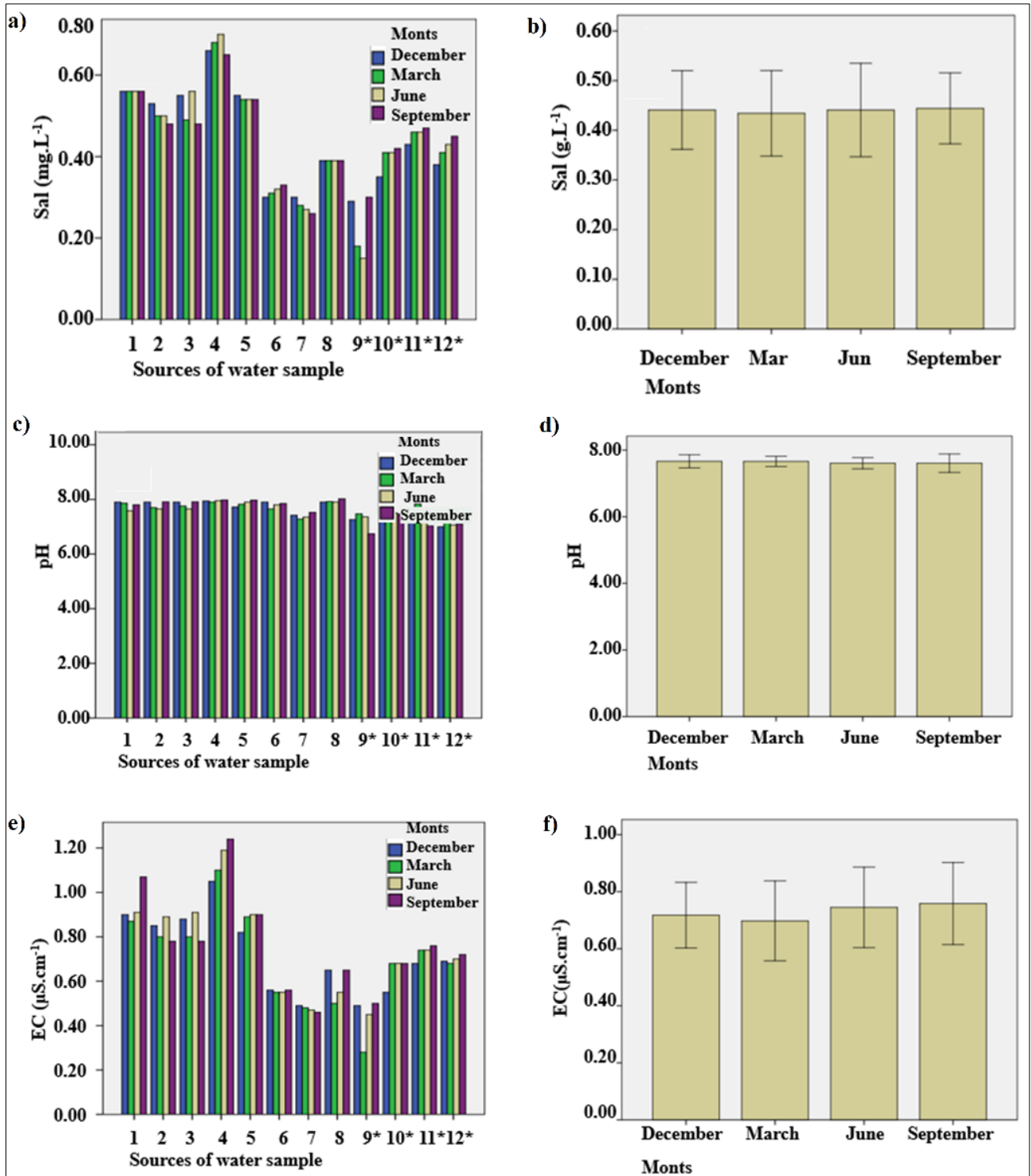


Figure 5. The salinity in waters of sample a. Changed concentration by months in respect of; and b. Average confidence intervals (g L^{-1}); The pH in waters of sample c. Changed pH by months in respect of; and d. Average confidence intervals; The EC in waters of sample e. Changed conductivity by months in respect of; and f. Average confidence intervals ($\mu\text{S cm}^{-1}$)

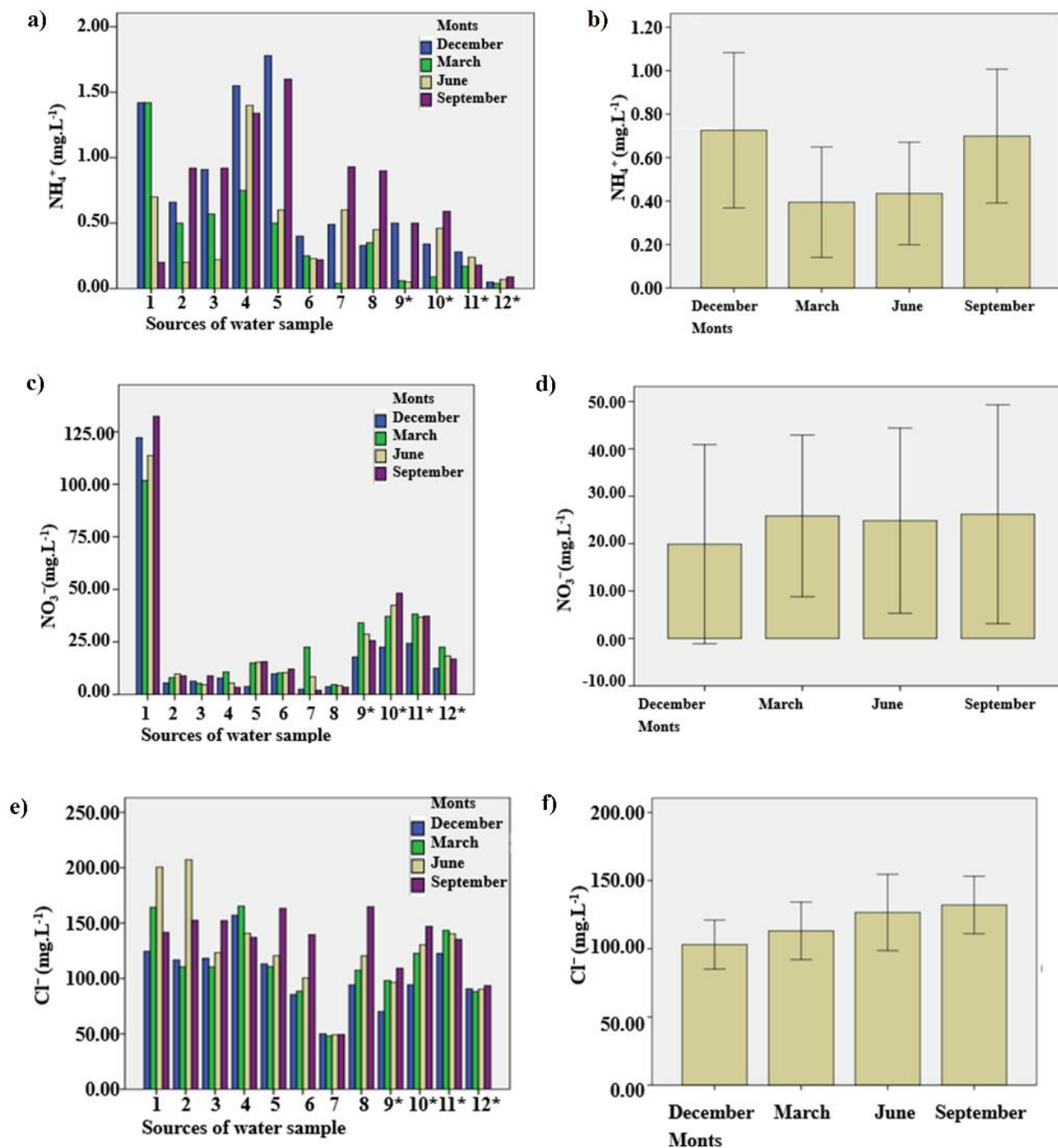


Figure 6. The NH_4^+ ions in waters of sample a. Changed concentration by months in respect of; and b. Average confidence intervals (mg L⁻¹); The NO_3^- ions in waters of sample; c. Changed concentration by months in respect of; and d. Average confidence intervals (mg L⁻¹); The Cl^- ions in waters of sample; e. Changed concentration by months in respect of; and f. Average confidence intervals (mg L⁻¹)

The average change in chloride was lower in December 2017 relative to other months. The average change of Free Chloride increased in December, March, and September 2017 respectively. The average change of Free Chloride is given (Figure 6f).

The highest was detected of Mn to be 357 mg L⁻¹ first (in the sample of Aralık) and the least in the second (in the Karasu sample) 181 mg L⁻¹ with ICP-MS, in the volcanic rocks from areas of the water samples. The highest was detected Co to be 16.5 mg L⁻¹ fifth (in the sample of Aşağıerhacı) and the least in the first (in the Aralık sample)

1.6 mg L⁻¹ with ICP-MS, in the volcanic rocks from areas of the water samples. The highest was detected of Ni to be 22.4 mg L⁻¹ fourth (in the sample of Melekli) and the least in the third (in the Taşburnu sample) 8.2 mg L⁻¹ with ICP-MS, in the volcanic rocks from areas of the water samples. The highest was detected of As to be 3.8 mg L⁻¹ first (in the sample of Aralık) and the least in the third (in the Taşburnu sample) 0.9 mg L⁻¹ with ICP-MS, in the volcanic rocks from areas of the water samples. The highest was detected of boron to be 5 mg L⁻¹ fourth (in the sample of Melekli) and the least in the first and fifth (in the Aralık and Aşağıerhacı samples) 1 mg

L⁻¹ with ICP-MS, in the volcanic rocks from areas of the water samples. The detection of manganese, cobalt nickel, and arsenic boron in the volcanic rocks is given (Figure 7).

It was determined by analyzing the sample water, and the volcanic rock directly related to solubility the concentration and change of Mn, Co, Ni, As, and B ions of the cations. In addition, the concentration of manganese ions in drilling well waters increased in June 2017. It has been supported by the presence of soluble compounds on the Mn amount in the water depending on the volcanic rock samples, to by the increasing the high manganese concentration in the rainy seasons and the water samples in the locality. It has been realized with a mean of 29.01 mg L⁻¹ and a standard error of ± 13.13 in December, June, March, June, and September 2017. The highest concentration of Co was measured in June 2017. When the dissolubility of cobalt salts and the month of May when the rainfall is the highest is taken into consideration, this situation demonstrates a direct proportion. It can be to explain the high concentration of Co, in water samples, especially in drilling waters compared to spring waters, not only by the low impact of volcanic rocks on water but also by the presence of insoluble Co compounds in the rocks. The mean and standard error of our measurements were realized as 0.059 ± 0.014 .

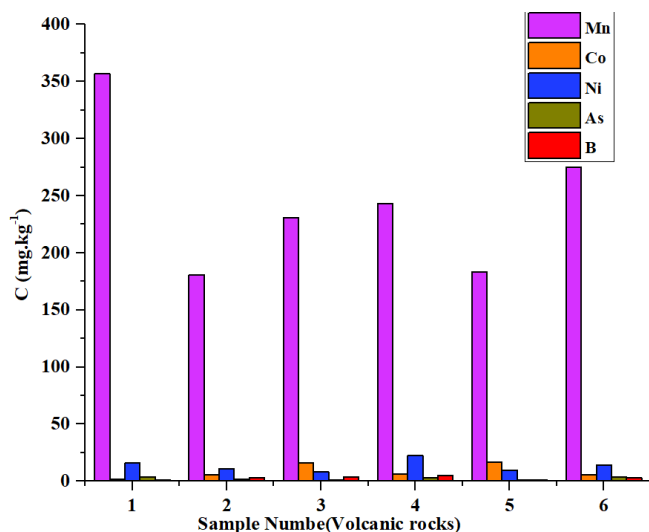


Figure 7. Analyzing volcanic rock samples with ICP-MS (ACME).

Although Ni concentration was highest in March 2017, there is no correlation when the dissolubility of nickel salts and May 2017 when the rainfall was the highest is taken into consideration. This demonstrates that the precipitation rate does not have much effect on nickel dissolubility. It can be explained by the low concentration of nickel compared to other toxic elements in sample water, with has been insoluble compounds in volcanic rocks. The mean and standard error of our measurements were realized as 0.494 ± 0.115 . The highest amount of arsenic was measured in June 2017. This is evidence that water-dissoluble arsenic compounds are present in volcanic rocks or water aquifer environments during the rainy period. It was determined arsenic ratio, both in the highest 1st (Aralık) drilling water, in the latest in 6th drilling water (Ziraat) $50.98 \mu\text{g L}^{-1}$ $8.02 \mu\text{g L}^{-1}$ respectively, and the volcanic rocks of vicinity samples water (first, and

sixth) 3.8 mg L^{-1} , 3.5 mg L^{-1} respectively. It can be explained, with it's negligible effect of volcanic rocks on the area of this drilling water where least detected As, (to the sixth drilling). The mean and standard error of our measurements has realized as 24.229 ± 1.342 . Boron concentration was highest in the drilling well water in March 2017. Boron was determined the highest 4th sample of volcanic rocks and the least in the 1st and 5th samples 5 mg L^{-1} and 1 mg L^{-1} respectively. But, the maximum amount of B measurement was detected with $0.5 \mu\text{g L}^{-1}$, in their study on the drainage sewage water (Demirtaş A, 2008). In addition, in December 2017, when rainfall was lower than average, B concentration was highest in nine water sources relative to other months, while it was highest in March 2017 in the other three water sources. The mean and standard error of our measurements has determined as 7.98 ± 0.350 .

4. CONCLUSION

The findings of this study were summarized below;

- The number of toxic elements in the drinking waters of Iğdir city has exceeded the standard.
- High concentration levels of toxic B, As, Mn, Ni, nitrate, ammonium, and, chlorine in the municipal drinking water network in Iğdir were determined to threaten human health.
- The volcanic rock geology of the aquifer, characteristic of anthropogenic, and micro-climate of interaction have immense effects on the content of waters in Iğdir province depending on the seasonal year.
- We can say that the risk of seeing a pandemic disease may be increased due to the high concentration of Mn, Co, Ni, B, and As elements in water contents in Iğdir.
- To prevent the increase of several diseases among people who live in Iğdir province, the drinking water must be purified before being supplied to the city network according to the standards of fresh drinking water.
- The quality standards of drinking water are crucial for the healthy survival of human beings and living beings. So, we can say that this study contributed to the evaluation of water sources in Iğdir province.

5. REFERENCES

- Ahmed A.H., Rayaleh W. E., Zghibi A., Ouddane B. (2017). Assessment of chemical quality of ground water in coastal volcano sedimentary aquifer of Djibouti. *Journal of African Earth Sciences*, 131, 284-300.
- Ayers, O.E., R.E. Patrick (1976) Hydrogen gas generators for use in chemical lasers, U.S. Pat. 3,948,699.
- Bacquart T., Frisbie S., Mitchell E., Grigg L., Cole C., Small C., Sarkar B. (2015). Multiple inorganic toxic substances contaminating the groundwater of Myingyan Township. Myanmar: Arsenic. manganese. fluoride.

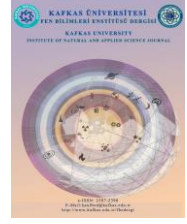
- iron. and uranium. *Science of The Total Environment*, 517, 232-245.
- Belkhir L., Mouni L., Boudoukha A. (2012). Geochemical evolution of groundwater in an alluvial aquifer: case of El Eulma aquifer. *Journal of African Earth Sciences*, 66e67. 46e55.
- Bouchaou L., Michelot J.L., Vengosh A., Hsissou Y., Qurtobi M., Gaye C.B., Bullen T.D., Zuppi G.M. (2008). Application of multiple isotopic and geochemical tracers for investigation of recharge salinization, and residence time of water in the SousseMassa aquifer, southwest of Morocco, *Journal of Hydro-environment*, 352, 267e287.
- Cardona A., Carrillo-Rivera J., Huizar-Alvarez R., Graniel-Castro E. (2004). Salinization in coastal aquifers of arid zones: an example from Santo Domingo, Baja California Sur, Mexico, *Environmental Geology*, 45, 350-366.
- Chew, W.M., Murfree, J.A., Martignoni, P., Nappier, H.A., Ayers, O.E. (1979) Amine-borane as hydrogen generating propellants, U.S. Pat.4,157,927.
- Debels P., Figueroa R., Urrutia R., Barra R., Niell X. (2005). Evaluation of water quality in the Chilla'n river (Central Chile) using physicochemical parameters and a modified water quality index. *Environmental Monitoring and Assessment*, 110, 301-322.
- Demirtaş A. (2008). Drainage Water Quality in Iğdır Plain. *Atatürk University Journal of The Agricultural Faculty*, 39(1), 23-33.
- EC (Council of the European Union), (2014). Council Directive 98/83/EC – on the quality of water intended for human consumption. *Official Journal of the European Communities*.
- El Yaouti F., El Mandour A., Khattach D., Benavente J., Kaufmann O. (2009). Salinization processes in the unconfined aquifer of Bou-Areg (NE Morocco): a geostatistical. geochemical. and tomographic study. *Applied Geochemistry*, 24, 16e31.
- Elwakeel K.Z., and Guibal E. (2015). Arsenic(V) sorption using chitosan/Cu(OH)₂ and chitosan/CuO composite sorbents. *Carbohydrate Polymers*, 134, 190-204.
- Environmental Protection Agency (Washington-EPA) (2018).
- Fakir Y., Zerouali A., Aboufirassi M., Bouabdelli M. (2001). Exploitation et salinite des aquiferes de la Chaouia cotiere. littoral atlantique. Marocco. *Journal of African Earth Sciences*, 32, 791-801.
- Frape S.K., Fritz P., McNutt R.H. (1984). Water-Rock Interaction And Chemistry Of Ground-waters From The Canadian Shield. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 48, 1617-1627.
- Gates J.B., Nicot J.P., Scanlon B.R. and Reedy R.C. 2011. Arsenic enrichment in unconfined sections of the southern Gulf Coast aquifer system. *Applied Geochemistry*, 26(4), 421-431.
- Ghabayen S., McKee M., Kemblowski M., (2006). Ionic and isotopic ratios for identification of salinity sources and missing data in the Gaza aquifer. *Journal of Hydro-environment*, 318, 360-373.
- Halim M.A., Majumder R.K., Nessa S.A., Hiroshiro Y., Sasaki K., Sahac B.B., Saepulohd A., Jinno K. (2010). Evaluation of processes controlling the geochemical constituents in deep groundwater in Bangladesh: Spatial variability on arsenic and boron enrichment. *Journal of Hazardous Materials*, 180, 50-62.
- Iğdır-Meteorology Directorate, (2017) <https://mgm.gov.tr/eng/forecast-cities.aspx>
- Iğdır Municipality Directorate of Water and Sewerage Affairs <http://www.igdir.bel.tr/page.php?kat=67&altkat=13&konu mid=2>
- Kannel P.R., Lee S., Lee Y.S., Kanel S.R., Khan S.P. (2007). Application of water quality indices and dissolved oxygen as indicators for river water classification and urban impact Assessment. *Environmental Monitoring and Assessment*, 132, 93-110.
- Lambert R.S.J., Holland J.G., Owen P.F. (1974). Chemical petrology of a suite of calc-alkaline lavas from Mount Ararat. *The Journal of Geology*, 82, 419-438.
- Lizcano I.J., Radha K.P., Fan. L.T., Erickson L.E. (1974). Identification of parameters in transient water quality models from stochastic data.
- Madonia P., Cangemi M., Bellomo S., D'Alessandro W. (2013). Influence of volcanic activity on the quality of water collected in roof water catchment systems at Stromboli Island (Italy). *Journal of Geochemical Exploration*, 131, 28-36.
- Mohajeri, N., Robertson, T., Raisi, A.T. (2003) Hydrogen storage in amine borane complexes, orazine hydrogenation to cyclotriborazane: Molecular modelling and experimental borazane thermolysis, Fsec Final Report for Task III-B. Report date: December 1.
- Moussa A.B., Zouari K., Valles V., Jlassi F. (2012). Hydrogeochemical analysis of groundwater pollution in an irrigated land in capbon peninsula. *Arid Land Research and Management*, 26, 1e14.
- Munoz M.O., Werna H., Johnsson F., Bhattacharyaa P, Sracek O., Thunvika R., Quintanilla J, Bundschuha J. (2013). Geogenic arsenic and other trace elements in the shallow hydrogeologic system of outhern Poopó Basin. *Journal of Hazardous Materials*, 262, 924-940.

- Notsu K., Fujitanib T., Ui T., Matsudad J., Ercan T. (1995). Geochemical features of collision-related volcanic rocks in central and eastern Anatolia. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 64, 171-192.
- Pique A., Grandia F., Canals A. (2010). Processes releasing arsenic to groundwater in the Caldes de Malavella geothermal area NE Spain. *Water Research*, 44, 5618-5630.
- Roccaro, P., Barone C., Mancini G., Vagliasindi F. G. A. (2007). Removal of manganese from water supplies intended for human consumption: a case study, *Desalination - Journal*, 210, 205-214.
- Rowe J.G.L., Brantley S. L., Fernandez J.F., Borgia A. (1995). The chemical and hydrologic structure of Poas Volcano. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 64, 233-267.
- Sancho A. (2010). Geological and human influences on groundwater flow systems in range-and-basin areas: the case of the SelvaBasin, (Catalonia. NE Spain). PhD Thesis, Universitat Auto`noma de Barcelona.
- Shrestha S., Kazama F. (2007). Assessment of surface water quality using multivariate statistical techniques: a case study of the Fuji river basin, Japan. *Environ. Model. Softw*, 22, 464-475.
- Smedley P.L., Kinniburgh D.G. (2002). A review of the source,behaviour and distribution of arsenic in natural waters. *Applied Geochemistry*, 17(5), 517-568.
- Tankersley K.B., Dunning N.P., Thress J., Owen L.A., Huff W.D., Fladd S.G., Bishop K.J., Plog S., Watson A.S., Carr C., Scarborough V.L. (2016). Evaluating soil salinity and water management in Chaco Canyon, New Mexico. *Journal of Archaeological Science*, 9, 94-104.
- Teychene B., Collet G., Gallard H., Croue J.P. (2013). A comparative study of boron and arsenic (III) rejection from brackish water by reverse osmosis membranes. *Desalination*, 310, 109-114.
- TSI - TS 266/T1 (2014). Water intended for human consumption.
- TSI 266. (2005). Standards for Drinking Waters, Turkish Standards Institution, Ankara, Turkey.
- Vengosh A., Kloppmann W., Marei A., Livshitz Y., Gutierrez A., Banna M., Guerrot C., Pankratov I., Raanan H. (2005). Sources of salinity and boron in the Gaza strip: natural contaminant flow in the southern Mediterranean coastal aquifer. *Water Resources Research*, 41.
- Watson I. C., Morin O.J., and Henthorne L. (2003). *Desalting handbook for planners*. Bureau of Reclamation. Desalination and Water Purification Research and Development Program Report, 72, 316 http://www.usbr.gov/research/AWT/report_pdfs/report072.pdf (21.07. 2014).
- Webster J.G. (1999). The source of arsenic (and other elements) in the Marbel -Matingao river catchment Mindanao Philippines. *Geothermics*, 28, 95-111.
- Wilkie J.A., Hering J.G. (1996). Adsorption of arsenic onto hydrous ferric oxide: effects of adsorbate/adsorbent ratios and cooccurring solutes. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 107, 97-110.
- World Health Organization, (2011). *Guidelines for drinking-water quality*. fourth edition.
- Zghibi A., Merzougui A., Zouhri L., Tarhouni J. (2014). Understanding groundwater chemistry using multivariate statistics techniques to the study of contamination in the Korba unconfined aquifer system of Cap-Bon (North-east of Tunisia). *Journal of African Earth Sciences*, 89, 1-15.



Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi Institute of Natural and Applied Science Journal

Dergi ana sayfası/ Journal home page: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/kujs>



E-ISSN: 2587-2389

Investigation of Occupational Health and Safety Practices Performed at Kafkas University

Neşe KALFAT ^{1*}, İsmail ÇAKMAK ²

¹ Kafkas Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, Disiplinlerarası İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı, Kars, Türkiye

² Kafkas Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, Kars, Türkiye

¹ Kafkas University, Institute of Science and Technology, Interdisciplinary Department of Occupational Health and Safety, Kars, Turkey

² Kafkas University, Faculty of Arts and Sciences, Department of Chemistry, Kars, Turkey

(İlk Gönderim / Received: 19. 07. 2022, Kabul / Accepted: 25. 11. 2022, Online Yayın / Published Online: 12. 12. 2022)

Keywords:

Culture of Safety,
Concept of Occupational
Health and Safety,
Concept of Occupational
Accident,
Structure of Occupational
Health and Safety,
Kafkas University

Abstract: When we examine the incidence of accidents at work in Turkey, it is possible to see that it is extremely high. Efforts to reduce this rate and provide a healthier and safer working environment for employees are increasing rapidly. Under Occupational Health and Safety Law No. 6331 in particular, important developments are taking place in terms of implementing occupational health and safety measures in work areas. A culture that fosters occupational health and safety should be developed with the same care in universities. In this research to examine the occupational health and safety practices in Kafkas University, the interior of the building, the school road, the cafeteria, the security areas, the health and field studies, the functioning of the occupational health and safety studies, conducted trainings and Matrix risk assessment were examined. Within this framework, Kafkas University has made significant progress in developing an occupational health and safety culture, creating healthy workplaces, and enabling students and staff to enjoy healthier and safer environments. Such developments contribute to a reduction in the rate of accidents at work by minimizing the likelihood that such accidents will occur.

Kafkas Üniversitesi'nde Gerçekleştirilen İş Sağlığı ve Güvenliği Uygulamalarının İncelenmesi

Anahtar Kelimeler:

İş Sağlığı ve Güvenliği
Kavramı,
İş Kazası Kavramı,
Güvenlik Kültürü,
İş Sağlığı ve Güvenliği
Kurulumun Yapısı,
Kafkas Üniversitesi.

Özet: Ülkemizde iş kazalarının oranına bakıldığında, bu oranın oldukça yüksek olduğunu gerçekleştiren iş kazalarından görmek mümkündür. Bu oranın düşürülmesi ve çalışanlara daha sağlıklı ve güvenli çalışma ortamı sağlama çalışmaları hızla artmaktadır. Özellikle 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu ile çalışma alanlarında iş sağlığı ve güvenliği önlemlerinin alınması hususunda önemli gelişmeler gerçekleşmektedir. İş sağlığı ve güvenliği kültürünün, eğitim kurumu olarak üniversitelerde de aynı özenle geliştirilerek, güvenlik kültürünün yerleştirilmesi gerekmektedir. Kafkas Üniversitesi'nde gerçekleştirilen iş sağlığı ve güvenliği uygulamalarını incelemek için bina içi, okul yolu, yemekhane, güvenlik alanları, iş sağlığı ve güvenliği çalışmalarının işleyişi, saha çalışmaları, gerçekleştirilen eğitimler, sağlık çalışmaları, gerçekleştirilen Matrix risk değerlendirilmesi incelenmiştir. Kafkas Üniversitesi, bu çerçevede iş sağlığı ve güvenliği kültürünün gelişmesi, sağlıklı iş alanları oluşturulması, güvenlik kültürünün benimsenmesi, öğrencilerin ve personellerin daha sağlıklı ve güvenilir ortamlarda bulunabilmesi için önemli gelişmeler göstermiştir. Gerçekleşen bu gelişmeler neticesinde oluşabilecek kazaların oranını en aza indirerek, iş kazalarının azalmasına katkı sunmaktadır.

*Correspond Author: inalpolatnese@gmail.com

1. INTRODUCTION

With technological development and the progress of industrialization in Turkey, as elsewhere in the world, the work-related health and safety problems of workers have started to gain prominence. These problems first drew attention when they caused a decrease in productivity and safety in the workplace, and this led to the acceleration of work on the implementation of the necessary preventive measures. Within this framework, various laws and rules began to come into force to provide the necessary safe environment for operations in the workplace. However, it was realized that the regulations which had emerged over time were insufficient, and it was understood that these problems should be approached from different perspectives. As a result, the concept of "Occupational Health and Safety" emerged and, subsequently, attempts have been made to examine this issue using various scientific approaches (Yesil, Sonmez, Calis, 2016). In a workplace, the employer is obliged to provide the necessary training in respect of occupational health and safety, and to provide supervision and surveillance. However, the incidence of accidents at work in Turkey provides a clear indication that this obligation is not being completely fulfilled. An occupational accident that arises because of an employer's failure to fulfil these obligations does not only cause physical and mental damage to the insured party but also causes material hardship and emotional trauma to their relatives. Most occupational accidents in Turkey are caused by employers not taking the necessary precautions regarding occupational health and safety. The employer must minimize the likelihood that occupational accidents will occur by implementing these measures following the law and with ethical standards. This duty is also inherent in the concept of the social state. It is emphasized in the Constitution that the state is obliged to safeguard the physical and mental health of employees. If the necessary care is not taken to prevent occupational accidents, an increase in such accidents is the inevitable result. There is a correlation between the level of development of any state and the value that the state attaches to occupational health and safety measures. In this respect, it would not be wrong to state that a society that has transformed occupational safety into a culture is both developed and truly modern (Inciroglu, 2008). In Turkey, occupational health and safety are regulated by the law and regulations numbered 6331. The purpose of this law is to regulate the powers, rights, obligations, responsibilities, and duties of employers and employees, to secure occupational health and safety in the workplace, and to regulate the health and safety conditions that exist there.

Through an examination of the occupational health and safety practices carried out at Kafkas University, this study aims to identify measures that could be taken in other universities to reduce the incidence of occupational accidents in Turkey. Leading the way in this regard, it seeks to contribute to the literature and set an example for other universities. This research is important because Turkey ranks fourth in the world among the countries with the highest number of occupational accidents and occupational diseases. The main reasons for this are that the necessary occupational health measures are not taken and that a culture of implementing occupational health and safety measures

does not exist. There have been few studies on the establishment and coordination of occupational health and safety measures in universities here. Therefore, we believe that our study will make a significant contribution to the literature by highlighting and expanding the measures to be taken.

This study will attempt to explain the concept of occupational health and safety with specific reference to the occupational health and safety practices carried out at Kafkas University. It will first examine how the existing measures are implemented there; then, it will determine additional measures that could be taken; and, finally, it will extrapolate these findings to contribute to the occupational health and safety culture of other universities.

1.1. The Concept of Occupational Health and Safety, Its Purpose and Importance

Before explaining the concept of occupational health and safety, the concepts of occupational health and occupational safety should be discussed and explained separately. The concept of occupational health was formulated by the Joint Committee on Occupational Health of the International Labor Organization (ILO) and the World Health Organization (WHO) in 1950. The agreed declaration stated: *"To maximize the physical, mental and social well-being of workers in all occupations, to maintain them at this level, to prevent the deterioration of workers' health due to working conditions, to protect workers from dangers caused by unhealthy factors during their employment, to place workers in the most appropriate occupational environments for their physiological and psychological conditions, and to maintain this situation, in short, adapting the work to the person and each person to their work."* (Yesil, Sonmez, Calis, 2016). The importance of occupational safety, on the other hand, lies in ensuring that employees in the workplace operate in the safest possible environment. Occupational safety has been defined in general terms as: *"systematic studies to take precautions against the dangers that may arise due to the conditions of the work and the prevention of work accidents and occupational diseases that may occur"* (Kurt, 2013). The two concepts mentioned above come together to create the concept of occupational health and safety. After all, it is difficult to characterize these two concepts separately. Failure to take all necessary precautions regarding health in any work area causes workers to lose their health. However, not taking adequate safety measures in the workplace leads to occupational accidents. Since this situation may cause the workers to lose their health, these two concepts complement each other by influencing each other (Baloglu, 2013). The concept of occupational health and safety has emerged to remedy environmental conditions in the workplace that may threaten the worker physically and spiritually and to eliminate or minimize the risks in the profession (Kilic, 2006). The importance of this concept has been magnified by technological change and development, so that, nowadays, there is a continuous focus on creating a healthy and safe work environment. Another definition, within the framework of the laws, numbered 155 and 161 of the ILO convention, states that occupational health and safety encapsulates the creation of the most appropriate conditions to secure psychological and physiological health in the

workplace, the creation of safe and healthy work areas, as well as any action intended to ensure the continuity and development of such safe and healthy work areas (Ilter, 2019). The purpose of occupational health and safety is to take necessary precautions before an occupational accident occurs. If an accident at work has occurred despite such measures being in place, the aim is to intervene immediately and to prevent damage to personnel, the environment, and the workplace (Agari, 2019). In other words, the purpose of occupational health and safety is to eliminate any negative conditions that might affect employees and the environment. The main objectives of occupational health and safety can be listed as follows:

- 1) To increase efficiency and quality in production,
- 2) To ensure the continuity of production in the workplace,
- 3) To prevent the occurrence of all kinds of occupational diseases that may occur in the long term,
- 4) To provide safe and healthy working areas,
- 5) To increase safety in enterprises and production,
- 6) To protect personnel from risks arising in their work areas,
- 7) To ensure and improve the safety, health, and welfare of personnel,

(Cabuk, 2020). Fulfilling all these objectives is of great importance in preventing the occurrence of accidents at work.

Failure to give due importance to OHS (Occupational Health and Safety) measures in the workplace causes an increase in the incidence of accidents at work and occupational diseases and, therefore, has a detrimental impact on the physical and psychological wellbeing of the workforce. Moreover, this situation negatively affects not only the personnel employed but also society (Karacan, & Erdogan, 2011). The implementation of all OHS measures specified for the workplace will cause the person to feel better, increase their motivation and increase their work efficiency (Kandemir, 2020). In other words, increasing the importance given to OHS measures and taking all the necessary measures ensures positive results.

1.2. The Concept of the Accident at Work and Its Causes

The definition of an accident at work, generally accepted in education and training, is: *“the sum of all of the events, including external factors, that culminate in physical or mental harm to a worker in a workplace, due to incidents that occur as a result of the work performed while he is present under the direct or indirect authority of the employer or the employer's representative.”* The existence of the authority of the employer or employer's representative mustn't be taken in isolation here. In terms of criminal law, incidents in which the causal link is broken due to the remoteness of the sphere of influence are not treated as workplace accidents (Ozkan, 2016). In other words, it is important to emphasize that a causal link must exist for the incident to be considered a workplace accident. For example, if a worker, who has injured his arm due to an accident in the workplace, is taken to hospital and dies as the result of a wrong intervention, there is no causal link between the work accident and death here. The concept of occupational accidents is defined and clarified in the

legislation. OHS Law No. 6331, article 3/1-g states that an occupational accident is: *“An event that occurs in the workplace or due to the conduct of the work, causing death or rendering bodily integrity mentally or physically disabled.”* (Ozen, 2015). The concept of the accident at work is also accepted as defining an event that occurs suddenly due to work or the requirements of a job, and that may occur due to external reasons, where an injured worker is under the authority of an employer, and while performing his current duty (Ekmekci, 2011). Occupational accidents may occur due to difficulties in adapting to technology, especially changing technology (Dizdar, 2006). The main reason for the high rate of occupational accidents is that employers are conscious of occupational safety but do not act appropriately (Guler, 2011). The reasons for the increase in work accidents and occupational diseases may be summarized, as follows:

- 1) Failure to benefit from continuous developments in technology,
- 2) Lack of control and supervision when diseases and accidents occur,
- 3) Lack of training in the occupational health and safety precautions required to do the job,
- 4) Inadequate protective measures in the workplace, failure to apply the existing protective measures strictly, negligence and disregard in practice,
- 5) Workplace conditions that are not conducive to health and safety,
- 6) The employment of inexperienced personnel to reduce costs and failure to provide newly recruited personnel with the necessary training,
- 7) Failure on the part of the employer, the employer's representative, the workplace safety manager, etc. to take the necessary precautions before or after an accident in the workplace (Kol, 2016).

1.3. Need for Occupational Health and Safety in Turkey

According to the figures revealed by the ILO, there are an average of 350 million occupational accidents in the world per year. While approximately 2 million of these occupational accidents result in death, more than 300 million occupational accidents result in temporary incapacity for work. According to this research, carried out in 2012, the countries with the highest number of fatal accidents at work are Austria with 39%, Canada with 31.2%, India with 31%, and, in 4th place, Turkey with 24.6%. Moreover, as far as Turkey is concerned, it cannot be said that this figure reflects the whole truth since not all of the occupational accidents that occur are reported to the Social Security Institution because of the practice of employing uninsured workers. According to the latest statistics, while the number of occupational accidents in Turkey was 286,068 in 2016, it was recorded as 359,653 in 2017. Occupational accidents resulting in death were 1405 in 2016 and 1633 in 2017 (Narter, 2021). To stem this noticeable increase in the number of occupational accidents and deaths in Turkey, employers must show the necessary sensitivity to occupational health and safety measures. Strict sanctions should be prepared and imposed immediately upon employers who do not take the measures required in law and who fail to pay due attention to occupational health

and safety. As technological developments have been made, the importance of occupational health and safety in the use of tools and machinery has increased. The increase in occupational accidents in this area has started to provoke public reaction, which has led to more importance being given to the implementation of occupational health and safety measures and has accelerated this process. As in many other countries, and in line with the level of industrial development, medical, technical, and legal interventions have started to be made regarding occupational health and safety (Guzel & Okur, 2003). Thus, there has been an increase in the importance given to occupational health and safety measures in Turkey.

1.4. Structure of the Occupational Health and Safety Board

Article 6/1-2 of the Regulation on Occupational Health and Safety Boards states that: “(1) The Board consists of the

following persons: a) Employer or employer's representative, b) Occupational safety specialist, c) Occupational physician, ç) A person in charge of human resources, personnel, social affairs, or administrative and financial affairs, d) Civil defence expert, if present, e) Foreman, master craftsman or supervisor of craftsmen, if present, f) Employee representative, if there is more than one employee representative in the workplace, the chief representative. (2) The chairman of the board is the employer or employer's representative, and the secretary of the board is an occupational safety expert. In workplaces where the occupational safety specialist is not obliged to work full-time, the role of secretary to the board is to be carried out by a person in charge of human resources, personnel, social affairs, or administrative and financial affairs.” (Yönetmeliği). The structure and membership of the board are shown below (Figure 1).

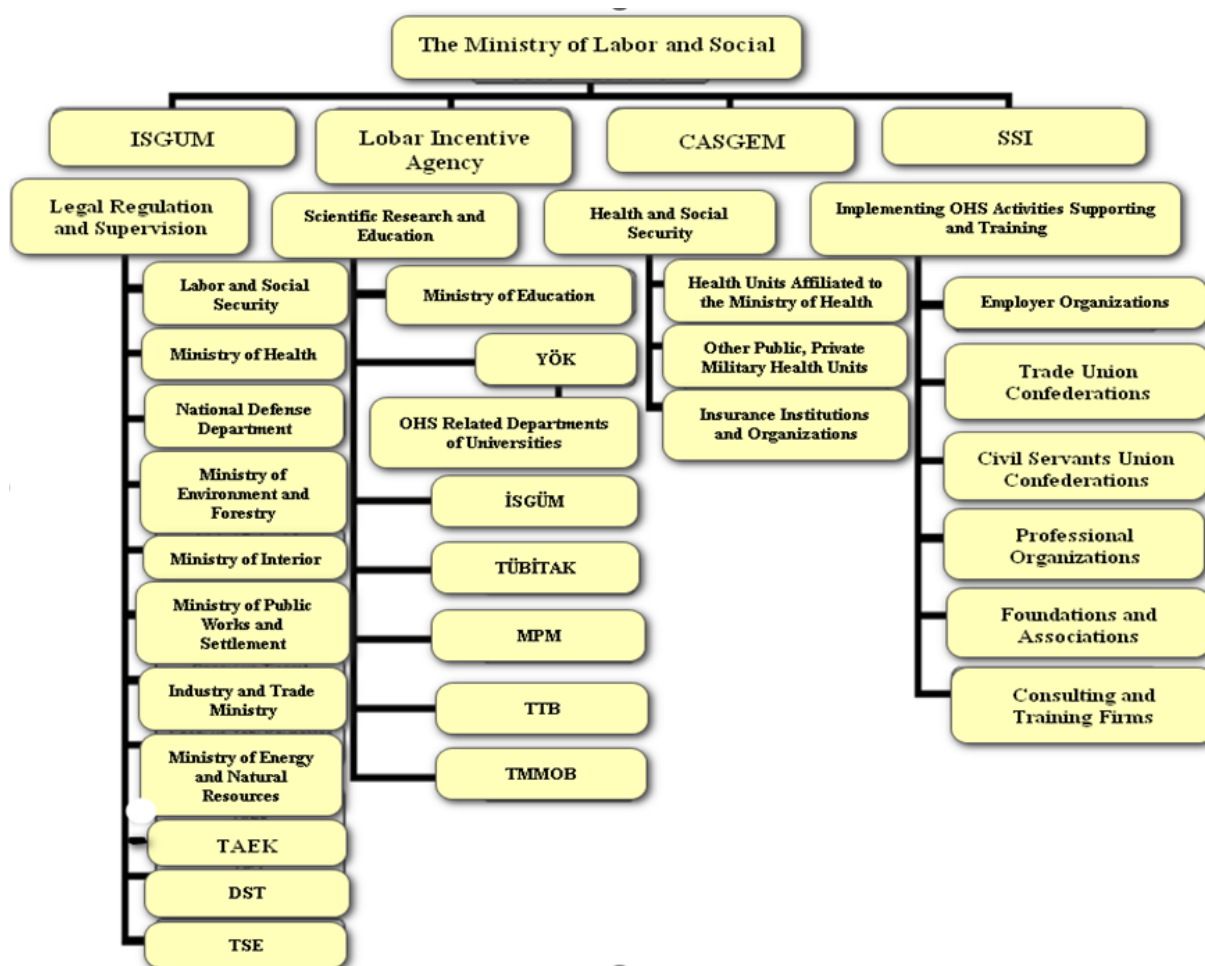


Figure 1. Occupational Health and Safety System in Turkey – Institutional Structure (Yılmaz, 2010).

1.5. Safety Culture and OHS Training in Turkish Legislation

According to some authors, the concept of security may be expressed as “being safe” (Demirbilek, 2005). Fundamentally, it is important for employees to feel safe in their work areas. Moreover, the increase in productivity secured by providing personnel with a safe and healthy working environment contributes to the welfare of a

country. According to a study published by the ILO, 4 personnel per minute and an average of 6300 personnel per day die with their work at the workplace. There are about 317 million occupational accidents in the world throughout the year, and an average of 2.5 million people die (Karagoz, 2002). These figures reveal how important it is to foster a culture of safety. To prevent occupational accidents, safety measures must be implemented appropriately. The concept of working in a safe environment involves increasing the

quality of life of the personnel, achieving the necessary level of awareness about health and safety, maintaining a positive attitude towards working in a healthy and safe environment, and working safely (Serifoglu & Sungur, 2007). Employees need to carry out their work in a safe environment in terms of increasing work efficiency. According to labour law, the employer's obligation to provide training on occupational health and safety covers all fields of work. In other words, the number of personnel, the line of business, or the risk group within which the employee work are irrelevant here. The importance of giving the necessary training to employees in the workplace is also supported by the literature (Ekmekci, 2006). Employers should ensure that all training deemed necessary in the workplace is provided and they should follow it up. The purpose of OHS training in the workplace is to provide personnel and managers with the skills and knowledge that will enable them to identify and eliminate any hazards that pose a risk in terms of potential workplace accidents and occupational diseases. Training in the workplace is an important factor in improving the working environment. In general, the purpose of such training is to raise employee awareness regarding accidents at work and occupational diseases and to contribute to the development of good relations with management (Güven, 2006). Thus, the employer ensures that the necessary and appropriate occupational health and safety training is given to personnel working in the workplace and that the working area is safer and healthier. In short, establishing a culture of safety helps to eliminate risks in the workplace.

2. MATERIAL AND METHOD

After getting permission from Kafkas University Rectorate (E-10829923-300.99-22238), OHS units were visited. Studies related to the study were made. Risk assessment analyses were performed. Meetings were held with the coordinator and its members (workplace doctor, workplace nurse, etc.). In line with these data, Occupational Health and Safety practices carried out at Kafkas University were examined. Occupational health and safety studies carried out in the field were examined.

3. RESULT AND DISCUSSION

3.1. Evaluation of OHS Practices at Kafkas University

It is important to take the necessary steps in higher education institutions to minimize accidents at work and occupational diseases. In this regard, first of all, a commission must be established to develop an occupational health and safety policy. The commission should develop the policy in such a way that it does not contradict the current legislation and then put it into effect with the approval of the University Senate. Thus, at Kafkas University, the coordinators and the occupational health and safety supreme board were constituted by the persons specified in article 7 of the policy, thereby facilitating the exchange of information and coordination between units. Please visit (<https://www.kafkas.edu.tr/isg/TR/sayfa9736>) for the policy. The members of the supreme board specified in article 7 take advisory decisions about deficiencies and actions to be taken, at board meetings. Annex-8 and Annex-9 of the policy were among the first to be put into use at

Kafkas University. Units monitor their operations using the occupational health and safety in-unit inspection chart in Annex-8. With this chart, the tasks that need to be performed are controlled within the unit. The letter template in Annex-9 is used to ratify the appointment of the employer's representatives, which facilitates the meeting of the committees at the appropriate times, thus accelerating the functioning of the unit. Notification of the meetings is made by the Occupational Health Supreme Council secretary (coordinator) 3 days in advance, via the EBYS (electronic document management system) and the meeting notification group on WhatsApp. Appointments to be made are presented to the rectorate as a result of the decision of the board, in line with the proposal of the coordinators. The OHS committee proposes that sub-committees are established and convened in light of the policy. Each sub-committee makes an internal emergency plan, carries out its risk assessment, and reports it to the higher committee. In addition, sub-committees prepare their work plans annually and present them to the upper committee. The Supreme Board determines the measures to be taken and the work to be carried out as a result of this risk assessment. To ensure faster and healthier communication between the units if an accident at work occurs, a communications network has been developed over the Teams program, with passwords that the appropriate personnel can use. For all correspondence to be realized, that is for the coordination to provide correspondence, it is necessary to receive a Detsis code and to use the EBYS. Likewise, the units must also receive a NACE code. Kafkas University has fulfilled all these conditions, created an occupational health and safety unit, and put it at the service of its personnel. The NACE code is a 6-digit activity code (Statistical Classification of Economic Activities in the European Community), which is important in determining the hazard class of a workplace and in the realization of occupational health and safety practices according to the hazard class determined. This code starts from the second number of the registration number of the workplace in the SSI (Social Security Institution) and consists of 4 or 6 digits (Ustaoglu, 2020). While performing a risk assessment, the matrix method is applied. The L Type Matrix (5x5 Matrix) method is generally used in evaluations based on cause and effect. This method, which is performed for risk analysis, is the process of rating and measuring the probability of any incident occurring against the risk that will be created if such an incident should take place (Aker & Özcelik, 2020). This method is one of the most suitable methods for work areas that do not carry a high level of risk. After applying this method, the actions to be taken are specified in the Prevention and Control Measures form. The risks identified are communicated to the required unit, with a request that the deficiencies be remedied. In work areas where risk assessment is not performed, occupational accidents have a high rate of occurrence. Risk assessment involves identifying hazards that pose a risk, analysing and evaluating them, determining the measures required, putting them into effect immediately, monitoring and reviewing the measures taken, and maintaining communication. The risk assessment process undertaken by universities plays an important role in determining the measures to be taken to prevent occupational accidents. In this context, Kafkas University carried out a risk analysis that aimed to

determine the measures to be taken, eliminate deficiencies, and create a safer workplace. In the implemented Matrix L-Type method, the evaluation of the cause-effect relationship is used. Risk assessments emerge by multiplying probability and severity. R: Risk, O: Probability, S: Severity (degree of damage). With the $R = O \cdot S$ transaction, the degree of probability of a work accident and occupational disease occurring in the workplace is determined (Ceylan & Basar, 2020). In line with these targets, the probability of an occupational accident has been reduced. The training to be given to personnel is of great importance in stemming the increase in occupational accidents. For training to be given, a request must first be submitted to the Chancellor for approval. Basic occupational health and safety training was carried out via the program used by the university during the covid-19 pandemic, in line with the decision taken by the ministry. Training in this program is repeated every year and takes the form of 3 months of participation in classes, followed by an examination. Alongside the training given, the equipment has been provided so that personnel can work in a healthier environment, and a culture of safety culture has been created that encourages personnel to behave more carefully in their working areas. For instance, as a result of this training program, the awareness of the personnel working in the cafeteria was raised, and both staff and students have been provided with a healthier environment. Efforts are continuing to ensure that this training is updated and repeated periodically and to establish hygiene awareness. The objective is to raise the necessary awareness in terms of occupational health and safety. To provide personnel with first aid training, an application must be made to the Provincial Health Directorate. Acquiring this training is important in terms of providing the first response to any occupational accidents that might occur. The areas for employee training are set out in ANNEX-7 of the policy. The monitoring of the units participating in the training is secured via the training participation form in Annex-7a, which is also included in the policy. Personnel participating in first aid training are motivated by being awarded certificates. It was ensured that the personnel working in the cafeteria complied with the clothing and accessory rules during working hours by giving the necessary training. In this regard, the cafeteria employees were trained to understand that the use of jewellery such as rings, earrings, etc. in their work area poses a health risk, and learned to behave more carefully. Periodic health checks are made for the cafeteria employees every 6 months. Other personnel are checked every 2 years. Principally, hemogram, biochemistry, Elisa (hepatitis), nose culture, nasal swab culture, throat, urine, stool culture, and stool parasite tests are conducted. During these checks, personnel whose culture samples yield values that are potentially harmful in their work areas are given treatment and do not resume their work until after their values have returned to normal. The vaccination status of personnel against tetanus, hepatitis, etc. is regularly checked. Especially during the covid-19 pandemic period, the vaccination status of the employees was checked periodically, and the risk of contagion was minimized. Personnel health checks are conducted in line with the periodic inspection form in Annex-4 of the policy. Likewise, people who have an infection or contagious disease or are at risk of such are suspended from their duties until the treatment process is over, thereby protecting the

health of other employees. After the requisite treatment of these personnel has been carried out and their checks are clear, they resume their work. Personnel who have been away from their jobs for a long time for various reasons, including for military service, are administered a health check when they resume work and are provided with training for readaptation to the workplace.

An employee who has an occupational disease first reports their health-related complaints to the workplace physician. The physician directs the employee to the hospital after performing an examination. The occupational physician determines a work area suitable for the employee in the light of their illness and reports this to the coordinators in writing. These recommendations are submitted for the approval of the Chancellor and, with the approval of the Chancellor, the employee with the disease is assigned to a working area suitable for their health condition. When an employee experiences an accident at work, they report this by going to the hospital. After the hospital doctor conducts the necessary examination, he must submit a statement to the occupational health and safety coordinator with a petition. Then, in line with the statements of the employee who suffered the accident, and the statements of any witnesses, the ANNEX-2 form in the policy is completed and the occupational accident is reported to the SSK (Social Security Institution) within 3 working days. After an accident, a risk assessment is carried out for the area again. If the accident has been caused by deficiencies in the workplace, they are reported to management for remedying. If the occupational accident is the responsibility of the employee, the necessary training is given again to raise the employee's level of awareness on this issue, and prevention and control measures are taken.

4. CONCLUSION

Developments in occupational health and safety have been increased by Occupational Health and Safety Law No. 6331. The creation of a safe environment in all workplaces has become a priority. This obligation also covers educational institutions and requires that new measures are taken in respect of occupational health and safety. Turkey has many educational institutions incorporating very high numbers of personnel and students. It follows that considerable importance must be given to occupational health and safety precautions in these institutions. Kafkas University has taken important steps in terms of establishing a culture of safety and has started work to reduce occupational accidents by establishing an OHS coordinator. The basic training given to personnel has played a major role in creating safe working environments by raising awareness about hygiene and health. As a result, we believe that, by raising awareness here, our work will set an example to other universities in the establishment of occupational health and safety coordinators within the institution. Due to the crowded environments of educational institutions, it is necessary to have enough experts to create the necessary culture in the field of occupational health and safety. Occupational health and safety should be given as a lesson in every unit. In educational institutions, posters containing the necessary basic information should be hung on the boards periodically to raise awareness of students on

occupational health and safety. Seminars should be given periodically to establish a safety culture among students. The meeting dates of the OHS committee to be formed at universities should be determined in advance. After the necessary cleaning is provided in the toilets, precautions should be taken with warning signs against the slippery floor. The personnel responsible for the boiler room should be the person with the necessary knowledge and skills in the work area, should be supported in the use of equipment suitable for the work area, the contact number of the responsible person should be hung visibly. Emergency exit doors should not be locked, they should be opened to the outside with a panic bar system and exit routes should be empty. Ergonomically necessary risk analyses should be carried out and training programs specific to the working area of the personnel should be carried out. The basic trainings given to the personnel should be given by considering the disabled personnel in the business areas. Education of disabled personnel and students should be supported by using sign language in education. Small posters should be prepared to create a safety culture according to the fields of the personnel. These posters will contribute to the safety culture of the personnel.

ACKNOWLEDGMENTS

We would like to thank Aslıhan Aycan Tanrıverdi for her support in the preliminary review of the article.

5. REFERENCES

- Ağari, G. (2019). İş Güvenliği İle İlgili Bilgilendirme Profillerinin İncelenmesi: Kütahya Porselen Örneği (Yüksek Lisans Tezi). Kütahya: Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü .
- Aker, A., & Özçelik, T. Ö. (2020). Metal Sektöründe 5x5 Matris ve Fine-Kinney Yöntemi ile Risk Değerlendirmesi. *Karaelmas İş Sağlığı ve Güvenliği Dergisi* , 65-75.
- Baloğlu, C. (2013). Avrupa Birliği ve Türkiye’de İş Sağlığı ve Güvenliği (1. Baskı). İstanbul: Beta Yayıncılık.
- Ceylan, H., & Başar, O. (2020). Tavas Bahçeköy Olivin Üretim Tesisinde İş Güvenliği Risk Analizi. *Teknik Bilimler Dergisi*, 10, 9-15.
- Çabuk, A. (2020). İstanbul Anadolu Yakasında Eğitim-Öğretim Faaliyetini. Kocaeli: Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Demirbilek, T. (2005). İş Güvenliği Kültürü. İzmir: Legal Yayıncılık.
- Dizdar, E. N. (Ocak 2006). İş Güvenliği. İstanbul: ABP Yayıncılık 3. Baskı.
- Ekmekçi, Ö. (Ocak 2006). İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitiminin Usul ve Esasları. MESS Yayını *Mercek Dergisi* (4), 86-96.
- Ekmekçi, Ö. (2011). Sosyal Güvenlik Hukuku Dersleri . İstanbul : Yenilenmiş, 14. Beta Basım .
- Güler, M. (2011). İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitiminin İş Kazalarının Önlenmesine Etkisi: İETT Örneği Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: İstanbul Üniversitesi.
- Güven, R. (6 Nisan-Mayıs-Haziran 2006). Güvenlik Kültürü Oluşumunda Eğitimin Önemi. *İş Sağlığı ve Güvenliği Dergisi Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı Yayını* (30), 5-11.
- Güzel, A., & Okur, A. R. (Ekim 2003). Sosyal Güvenlik Hukuku Yenilenmiş 9. Baskı. İstanbul: Beta Yayınevi.
- İlter, B. (2019). Zorunlu İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitiminin İş Kazalarına Etkisi: İmalat Sektöründe Bir Vaka-Kontrol Çalışması. Doktora Tezi. İstanbul: İstanbul Üniversitesi.
- İnciroğlu, L. (2008). İşçi Sağlığı ve İş Güvenliğinde İşçi ve İşverenin Hukuki ve Cezai Sorumlulukları. İstanbul: Legal Yayıncılık.
- Kandemir, H. (2020). İnşaat Sektöründe İSG Proseslerinin Belirlenmesi Üzerine Karar Destek Sistemi Uygulamasının Geliştirilmesi. İstanbul: İstanbul Esenyurt Üniversitesi.
- Karacan, E., & Erdoğan, Ö. N. (2011). İşçi Sağlığı ve İş Güvenliğine İnsan Kaynakları Yönetimi. *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* , 102-116.
- Karagöz, A. (2002). Suç Önleme Hizmetleri Özel Güvenlik ve Emniyet Teşkilatı. Ankara: Sen Yayıncılık.
- Kiliç, L. (2006). İşverenin İş Sağlığı ve Güvenliği Sağlama Hükümlülüğü ve Sorumluluğu, . Ankara: Yetkin Yayınları.
- Kol, İ. (2016). İş Sağlığı ve Güvenliğinde Operasyonel Disiplin Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: Gedik Üniversitesi.
- Kurt, R. (2013). Herkes İçin İş Sağlığı ve Güvenliği Rehberi (1 Baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık .
- Narter, S. (2021). İş Kazası ve Meslek Hastalığında Hukuki ve Cezai Sorumluluk (Güncellenmiş 4. Baskı Gözden Geçirilmiş b.1.) Ankara: Adalet Yayınevi.
- Özen, M. (2015). İş Kazalarında Hukuki, Cezai ve İdari Sorumluluk. *Ankara Barosu Dergisi* , 215-253.
- Özkan, H. (2016). İş Kazalarından Doğan Ceza Sorumluluğunda Kusur Tespiti . Gazi Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi , 20 (1), 511-571.
- Şerifoğlu, U. K., & Sungur, E. (2007). İşletmelerde Sağlık ve Güvenlik Kültürünün Oluşturulması; Tepe Yönetimin Rolü ve Kurum İçi İletişim Olanaklarının Kullanımı. İstanbul Üniversitesi İşletme İktisadi Enstitüsü Yönetim Dergisi , 1-17.

Ustaoglu, E. (Eylül 2020). Eğitim Kurumlarında İş Sağlığı ve Güvenliği Üzerine Bir Çalışma Yüksek Lisans Tezi. Ankara: Çankaya Üniversitesi.

Yeşil, Y., & Sönmez Çalış, Ö. A. (2016). İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitiminde Önlisans Programları: Türkiye'deki Uygulama ve ABD' deki Uygulama İle Karşılaştırılması. Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi , 21 (4), 1173-1189.

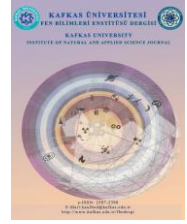
Yılmaz, F. (2010). Avrupa Birliği Ülkeleri ve Türkiye'de İş Sağlığı ve Güvenliği. Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi , 7 (1), 149-192.

Yönetmeliği, İ. S. (tarih). 5 15, 2022 tarihinde [https://www.mevzuat.gov.tr/File/GeneratePdf?mevzuatNo=17031&mevzuatTur=KurumVeKurulYonetmeli&mevzuatTertip=5#:~:text=MADDE%206%20%E2%80%93%20\(1\)%20Kurul,Bulunmas%C4%B1%20halinde%20formen%2C%20ustaba%C5%9F%C4%B1%20veya adresinden alındı](https://www.mevzuat.gov.tr/File/GeneratePdf?mevzuatNo=17031&mevzuatTur=KurumVeKurulYonetmeli&mevzuatTertip=5#:~:text=MADDE%206%20%E2%80%93%20(1)%20Kurul,Bulunmas%C4%B1%20halinde%20formen%2C%20ustaba%C5%9F%C4%B1%20veya adresinden alındı)



Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi Institute of Natural and Applied Science Journal

Dergi ana sayfası/ Journal home page: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/kujs>



E-ISSN: 2587-2389

Acil Durumlarda Engelliler ve Erişilebilirlik

Fatih Mehmet ATEŞ^{1*}, Mevlüt ALBAYRAK²

¹ Bayburt Üniversitesi, Teknik Bilimler MYO, Mülkiyet Koruma ve Güvenlik Bölümü, İş Sağlığı ve Güvenliği Programı, Bayburt, Türkiye

² Atatürk Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Eczane Hizmetleri Bölümü, Erzurum, Türkiye

(İlk Gönderim / Received: 03. 09. 2022, Kabul / Accepted: 19. 11. 2022, Online Yayın / Published Online: 12. 12. 2022)

Anahtar Kelimeler:

Engel,
tahliye,
erişilebilirlik,
güvenlik kültürü

Özet: Acil durum olarak ifade edilen; yangın, patlama, kimyasal sızıntı, doğal afetler, kazalar vb. bu ortak alanları paylaşan tüm sakinleri etkilemektedir. Özellikle doğuştan veya sonradan oluşan bir engeli olan kişilerin acil durumlara verecekleri reaksiyon süreleri daha uzun olmaktadır. İşletmesinde tüm çalışan ve ziyaretçilerin can güvenliğinin sağlanması konusunda yükümlülükleri bulunan işveren, işyerinin bütün alanlarının güvenli acil tahliye müsait hale getirilmesini sağlamalıdır. Bunun sağlanabilmesi için öncelikle günümüzde var olan engelli standartlarına uyumlu işyerlerinin teşekkülü için gayret gösterilmesi gerekmektedir. Yalnızca fiziki şartların standartlara uyumlu hale getirilmesi, başta engelliler olmak üzere tüm çalışanların güvenliklerinin sağlanması için yeterli olamamaktadır. İşveren, organizasyonunun her bir paydaşına sorumluluk yüklediği, fikrini paylaşmasına izin verdiği, tüm bireylerin organizasyonun bir temel taşı olduğu hissine sahip olduğu bir güvenlik kültürünü oluşturmalıdır. Güvenlik kültürünün oluşturulabilmesi amacıyla bu çalışmada; acil durumlarda çalışanların güvenli bir şekilde tahliyesinin gerçekleştirilmesi için erişilebilirlik, tahliye tatbikatları, simülasyon programları başlıklarında dünya ve ülkemizdeki literatür incelenerek değerlendirilmiştir.

Persons with Disabilities and their accessibility in Emergencies

Keywords:

Barrier,
evacuation,
accessibility,
safety culture.

Abstract: Expressed as an emergency; fire, explosion, chemical leak, natural disasters, accidents etc. it affects all residents who share common areas. Especially people with a congenital or acquired disability have longer reaction times to emergency situations. The employer, who has obligations to ensure the safety of all employees and visitors in his business, must ensure that all areas of the workplace are made available for safe emergency evacuation. In order to achieve this, efforts must be made to establish workplaces that comply with today's disability standards. Harmonizing physical conditions with the standards alone is not sufficient to ensure the safety of all employees, especially the disabled. The employer should establish a safety culture in which the organization assigns responsibility to each stakeholder, allows them to share their opinion, and that all individuals have the feeling that it is a cornerstone of the organization. In this study, in order to create a safety culture; In order to ensure the safe evacuation of employees in emergency situations, the world and our country literature under the headings of accessibility, evacuation exercises, simulation programs have been examined and evaluated.

*İlgiliyazar: fmehmetates@bayburt.edu.tr

1. GİRİŞ

İnsanoğlu; Aristoteles'in de ifade ettiği gibi sosyal bir varlıktır. İş hayatından özel hayata, her alanda bir başkasına ihtiyaç duymaktadır. Bu ihtiyaç maddi boyuttan çok manevi boyuttadır. Ruhun yalnızlığı insanı daha fazla

yaralamaktadır. Belki de insana verilebilecek en büyük ceza onu kapalı, tek kişilik bir hücrede yıllarca izole etmek olmalıdır. Nitekim yıllarca bu şekilde ceza alan suçlular, hücreden çıktığı zaman akıl hastalıkları ve topluluğa adaptasyon zorluğu ile karşılaşmaktadır (Artuk ve ark., 2002). Benzer bir durum cezaevlerindeki hücrelerde kalan kişilerden çok daha fazla miktarda insanın etkilendiği Covid-19 küresel salgınında (pandemisi) da görülmektedir.

Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) Çin Ülke Ofisi, 31 Aralık 2019 tarihinde, Çin'in Vuhan şehrinde, sebebi o an için belirlenemeyen zatürre vakaları bildirmiş ve 5 Ocak 2020 tarihinde ise, daha önce insanlarda tespit edilmemiş yeni bir tip korona virüs tanımlanmıştır (Budak ve Korkmaz, 2020, s. 62). DSÖ, COVID-19 salgınına 30 Ocak 2020 tarihinde "Uluslararası Boyutta Halk Sağlığı Acil Durumu" olarak sınıflandırmış; salgının ilk başladığı Çin'in haricinde 113 ülkede COVID-19 vakalarının görülmesi, virüsün yayılımı ve şiddeti sebebi ile 11 Mart 2020'de küresel salgın (pandemi) olarak tanımlamıştır. Bu pandemi hastalık damlacık yolu ile bulaştığı belirlenmiştir (Şirin ve Özkan, 2020). Hastalığın damlacık yolu ile bulaştığının belirlenmesinin ardından, hastalıktan korunmak ve diğer insanlara bulaşma riskini azaltmak için çareler düşünülmeye başlanmıştır. Bu durumda yapılacak ilk iş hasta olan (Covid-19 testi pozitif) kişinin hasta olmayan (Covid-19 testi negatif) kişilerden uzak tutulması yani izolasyon işlemi olmuştur. İzolasyon işleminde hasta kişiler ve hasta kişilerle temaslı olan kişiler, hastalık ile ilgili belirtiler ağırlaşmadığı sürece ayrı bir mekânda tutulmaktadır. İzolasyondaki kişiler, dünyayı saran pandemik bu hastalık sebebiyle hatırı sayılır miktarlarda kişinin öldüğünü medya ve diğer organlardan gözlemlemektedir. Diğer insanlardan 14 gün tecrit edilen hasta ve temaslı kişiler tecrit sürecinde ciddi psikolojik travmalar yaşayabilmektedir (Şirin ve Özkan, 2020) .

Yukarıda iki farklı sebepten dolayı insanların izole olduğu, diğer insanlardan ayrı kaldığı durum ifade edilmiştir. İnsanların toplum içerisine giremediği, sosyal alanlardan uzak kaldığı birçok engel mevcuttur. Engelli olma hali doğuştan olabileceği gibi tıpkı bu pandemiye maruz kalan kişilerde geçici veya kalıcı olarak görülebilmektedir. Hastalığı ağır şekilde atlatan kişilerde vücutta kalan aksaklıklar sebebi ile belki de bir ömür boyu engellilik hali gözlenecektir. Kısacası, kalan ahir ömürlerinde bu engellerle birlikte yaşamak zorunda kalacaklardır. İş yerlerinde, herhangi bir engele sahip çalışana empati kurularak yaklaşılmalı ve çalışma alanları tüm engellilere uygun hale getirilmelidir.

Birleşmiş Milletler Afet Riskini Azaltma Ofisi (UNISDR)'nin verilerine göre dünya nüfusunun %15'i bir tür engelle hayatını idame ettirmek zorundadır. Ülkelerin nüfuslarına göre engelli oranı; Amerika' da %12 (~37.000.000 kişi), Çin'de %6,34 (82.960.000 kişi), Türkiye'de %6,9 (4.876.000 kişi) seviyesindedir (Hashemi, 2018; Engelli ve Yaşlı İstatistik Bülteni, 2019). Ülkemizdeki engelli nüfus her ne kadar Çin ile aynı seviyelerde gibi görünse de Çin'in nüfusunun fazla olmasından dolayı daha yüksek sayıda engelli kişiye sahiptir. Türkiye İstatistik Kurumu'nun Ağustos 2019 verilerine göre ülkemizde engellilerin işgücüne katılma oranı erkeklerde %73,2; kadınlarda %35,0; toplamda ise %53,9'dur (Engelli ve Yaşlı İstatistik Bülteni, 2019). Bu veriler ışığında ülkemiz çalışma hayatında yaklaşık 2,6 milyon engelli olduğu anlaşılmaktadır. Çalışanlar işyerlerinde, işin yürütümü sırasında birçok riskli durumla karşı karşıya kalmaktadır. Acil durumlar da bu riskli durumlardandır. İşverenler; 'İşyerlerinde Acil Durumlar Hakkında Yönetmelik' gereği tüm çalışanlarını acil durumlara karşı koruma adına gerekli önlemleri almakla yükümlüdür. Yönetmelik, engelli kişilerin acil durumlardaki tahliyeleri sırasında refakatçi oluşturulması konusunda da

işverene sorumluluk yüklemektedir (İşyerlerinde Acil Durumlar Hakkında Yönetmelik, 2013).

2. MATERYAL VE YÖNTEM

İşveren çalışma ortamının acil durumlara hazırlanması aşamasında, öncelikli olarak işyerindeki tehlikeleri, tehditleri, riskleri, korunma önlemlerini iyi bir şekilde kavradığında organizasyonun karşılaştığı kriz ortamını daha başarı ile yönetebilecektir. Bu sebeple; işyerinde var olan veya dışarıdan gelebilecek, çalışanı veya işyerini olumsuz etkileyebilecek zarar veya hasar verme potansiyelini tehlike olarak algıladığı noktada bir farkındalık seviyesine ulaşacaktır. Riski; tehlikeden kaynaklanacak kayıp, yaralanma veya başka zararlı sonuç oluşma olasılığının olduğunu anlayacaktır. Risk değerlendirmesi ifadesiyle; işyerinde var olan veya dışarıdan gelebilecek tehlikelerin tespiti, bu tehlikelerin riske dönüşmesine yol açan etkenler ile tehlikelerin sebeplerini analiz ederek derecelendirilmesini ve kontrol tedbirlerine karar verilmesi için yapılması gerekli çalışmaları kastedecektir (Engelli Çalışanlar için İş Sağlığı ve Güvenliği Rehberi, 2016). Tehlikelerin ve risklerin tamamen kaldırılması için gerekli gayreti gösterecektir. Fakat bu her zaman mümkün olmayabilmekte ve etkisi azaltılabilmektedir. Bu durumda da afet ya da acil durumlara karşı müdahale ve iyileştirmeleri gerçekleştirerek krizi en az hasar ile atlatabilecektir. Kriz yönetiminde, Tehlikelerin, bir afete dönüşebilmesi için; can, doğal çevre, mal, mülk ve işin devam etmesine ciddi zarar vermesi halini tarif ettiğini bilecektir. Acil durumları ise, yerel imkânlarla baş edilebilecek kadar küçük tehlikelerin meydana getirdiği tehditleri belirttiğini anlayabilecektir (Engelliler için Depremde İlk 72 Saat, 2009). İşveren bu kavramların tümünü en iyi şekilde anlayıp, özümseyerek işyerinde pozitif güvenlik kültürünün tesisine imkân verecektir. Pozitif güvenlik kültürüne uyumlu hale getirilen işyerleri engelliler için ciddi şekilde kolaylıklar barındırır. Özellikle de yapılan düzenlemeler ile çalışanların acil durumlarda gerçekleştirilecek olan tahliyeleri mümkün olduğu kadar en az hasarla atlatmaları sağlanacaktır.

İşyerlerinde fiziksel, kimyasal ve biyolojik etkenler sebebiyle acil durumlar meydana gelebilmektedir. Karşılaşılması muhtemel acil durumlar; yangın, patlama, kimyasal sızıntı, doğal afetler, kazalar vb. olarak ifade edilebilmektedir. Tüm bu acil durumlarda çalışanların güvenli bir şekilde tahliyesinin gerçekleştirilmesi hayati önem arz etmektedir. Bu çalışmada, engellilerin acil durumlarda tahliyelerinde; erişilebilirlik, tahliye tatbikatları, simülasyon programları incelenecektir.

3.BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Erişilebilirlik

Engelsiz insan; iş hayatından sosyal hayata, biyolojik ve ruhsal açıdan geniş bir alanda olabildiğince özgür bir biçimde yaşamını sürdürebilmektedir. Herhangi bir engele sahip olan insan ise her zaman ve her yerde o kadar da şanslı olmayabilmektedir. Yaşadığı evin, işyerinin, yerleşim yerinin sunduğu mimari yapıların engellilerin kullanımına uygun halde düzenlenmiş olmasına göre optimum özgürlüğe

ulaşabilmektedir. Engellilerin; toplumdaki engelsiz kişiler gibi özgürce hayatlarını sürdürebilmelerini ve hayatın bütün alanlarına tam ve etkin katılımını sağlamak; fiziksel çevre, ulaşım, bilgi ve iletişim teknolojilerine eşit şartlarda ulaşabilmelerini sağlama erişilebilirlik olarak tanımlanabilmektedir (Öz, 2013, s. 75). Kısacası erişilebilirlik; mekânda ve hizmette olmak üzere iki farklı kategoride incelenebilmektedir.

Engellilerin çalışma ve sosyal yaşama alanlarında kullandıkları çeşitli mekânlar mevcuttur. Odalar, koridorlar, mutfaklar, tuvaletler, banyolar, kapılar, pencereler, merdivenler, asansörler, çıkışlar vb. yaşama alanlarındaki mekânlardan bazılarıdır. Bu alanları kullanan kişi sayısı, engelli potansiyeli düşünülerek mekânları oluşturan yapı elemanlarında gerekli düzenlemeler yapılmaktadır. Dünyada olduğu gibi ülkemizde de özellikle engelli kişilerin yapı alanlarını engelsiz bir insana eş düzeyde kullanıma imkân vermek için standartlar oluşturulmuştur. Türk Standartları Enstitüsü (TSE) hazırladığı TS 9111 “Özürlüler ve Hareket Kısıtlılığı Bulunan Kişiler için Binalarda Ulaşılabilirlik Gereklere” standardı ile engelli insanların kullandıkları mekânlarda daha özgür hareket edebilmeleri için gerekli çerçeveyi çizmektedir (TS 9111, 2011). Standart; hareket kısıtlılığı, bina, konut, binanın yakın çevresi, ulaşılabilirlik, hissedilebilir yüzey, kılavuz iz, uyarıcı yüzey, sınıflandırma ve özellikler, genel tasarım ilkeleri, temel ulaşılabilirlik konuları, ulaşılabilir güzergâh, binaların yakın çevresinin düzenlenmesi ile ilgili kurallar, bina ana giriş bölümlerinin düzenlenmesi ile ilgili kurallar, binalarda genel düzenleme kuralları, bina bölümlerinin düzenlenmesi ile ilgili kurallar, işaretleme bölümlerinden oluşmaktadır (TS 9111, 2011). Kullanım alanları TS 9111’e göre düzenlenmesi durumunda engellilere geniş bir hareket alanı sağlanmış olmaktadır.

Binalardaki bir geçidin uzunluğu, genişliği, yüzeyin türü (halı, kaygan yüzey, pürüzlü yüzey), eğimi, kapıların veya rampaların varlığı ve yüzey yükseklik değişiklikleri gibi faktörler erişilebilirliği etkileyen faktörlerdendir (Bendel and Klüpfel, 2011, s. 701). İşyerleri ve diğer yaşam alanlarında çıkış kapıları, acil çıkışlar çalışanlar açısından acil durumlarda bir endişe kaynağı olabilmektedir (Vanclooster et al., 2012, s. 507). Bu yüzden tahliyelerin kolay ve sorunsuz şekilde gerçekleştirilebilmesi acil durumlar ile karşılaşmadan önce tahliye tatbikatları gerçekleştirilmelidir. Bir kapalı mekândan engelsiz bir kişinin en yakın çıkış kapısına ulaşmak için geçecek süre, kaçış yolu üzerinde bulunabilecek engeller sebebiyle daha da uzayabilmektedir. Üst katlar, çıkışa uzak alanlar ve aynı odayı paylaşan kişi sayısı fazla odalar; çıkışta yoğunluklar nedeniyle çıkışa ulaşma süreleri artmaktadır. Acil durumlar esnasında kapalı alanlardaki merdivenler, koridorlar, kapılar vb. hasar görmesi de tahliye sürecinde harcanan süreyi arttırmaktadır (Vanclooster et al., 2012, s. 507). (Kim et al., 2008, s. 1065); engellileri hareket engelli olarak kabul etmiş, yalnızca uzaklık ve yüzey türünü ele alarak benzer bir kaçış açısını geliştirmiştir. Acil durumlarda çalışanlara ve ziyaretçilere yön bulma konusunda bir öneride bulunmamışlardır. Tahliye anlarında insanların yaşadığı travma sebebiyle çıkış yollarının yönlerinin bulunabilmesinde zorluklarla karşılaşabilmektedir. Bu durumun aşılabilmesi için kat planları işaretlemeleri, navigasyon vb. farklı yön bulma yöntemlerinden yararlanılmalıdır.

3.2. Tahliye Tatbikatları

Acil durumlara hazırlık amacıyla yapılabilecek en iyi şey o mekânı paylaşan insanlara haberli veya habersiz tatbikatlar gerçekleştirmek olsa gerek. İş sağlığı ve güvenliği açısından her ne kadar acil durumlara hazırlıklar yapılsa, eylem planları hazırlansa da işyeri sakinleri böyle bir durum ile karşılaştığında hızlı ve doğru reaksiyon verememektedir. İşte bu sebepten dolayı mümkün olduğu kadar fazla tahliye tatbikatları gerçekleştirilerek organizasyondaki tüm bireylerin algı düzeyleri yüksek tutulmaya çalışılmaktadır. Binaların fiziksel yapısından kaynaklanan olanaklar, hareket hızı ve tahliye süresi; tahliye tatbikatlarının ve gerçek tahliyelerin amacına ulaşmasına katkı sağlayan faktörlerdir.

3.2.1. Binaların fiziksel yapısından kaynaklanan olanaklar

Acil durum tahliyesi sırasında çıkış kapılarının kapasitesini ölçmek amacıyla, Daamen ve Hoogendoorn tarafından laboratuvarında 16 deney gerçekleştirilmiştir. Herhangi bir kapının acil durum kapasitesi, maksimum insan sayısı ile ölçülmektedir. Kapı genişliği 1 metre ise acil durumlarda bir dakika içinde geçilebilmektedir. Deneylerindeki acil durum kapı kapasiteleri ortalama 132 ile 186 kişi arasında değişmektedir. Kapıların 180° açıktan dakikada kapıdan geçebilecek kişi sayısı 168’dir. Deneyde eşit sayıda çocuk, yetişkin ve yaşlı bulunurken engelliler dâhil edilmemiştir. Kapı kaçış yönünde sadece 90° açıksa, ortalama kapasite 132,6 kişiye düşmektedir. Deneye katılan kişilerin %5 engelli olarak seçilmesi halinde ortalama acil durum kapısı 180° açıktan kapı kapasitesi 121,2 kişiye kadar düşmektedir (Daamen and Hoogendoorn, 2010, p. 53). Kısacası; tahliyede engelli sayısı %5 eklenmesi ortalama kapasiteyi %28 düşürmektedir. Bu durumda tahliyenin engelliler bulunmadığı sayıya tekrar ulaştırılabilmesi için kapı kapasiteleri artırılmalı veya çıkış hızları artırılmalıdır.

Tahliye tatbikatlarında çıkış tercihleri açısından incelendiğinde; çoğu yolcu (%50,1) en yakın çıkış kapısını tercih ederken, geriye kalanları alışkanlık sebebiyle (% 19,5), acil durum personelinin ardından (%25,2) veya kalabalıkları takip eden (%5,2)’lik bir grup olmuştur (Shi ve ark., 2009, s. 1724). Bir başka tahliye tatbikatında ise bir, iki ve üç katlı ve birden çok çıkış kapısı ve 80-120 kişilik, fakat kişiler içerisinde engelli personel olmayan bir popülasyona sahip grup ile çalışılmıştır. Tahliye tatbikatı sonuçlarına göre, tahliyeye katılanların %44’ü mevcut konumu ve %17’si çıkış kapılarına aşinalık yolunu tercih etmiştir (Sagun ve ark., 2011, s. 1007).

Tahliyeler sırasında asansörlerin kullanımı da ayrı bir risk oluşturabilmektedir. Ancak engelli kişilerin acil durumlarda asansörleri kullanması tahliyeyi daha kolay ve hızlı gerçekleştirecektir. Merdivenlere ek olarak asansör kullanımı tahliye süresinin kısalmasına önemli ölçüde katkıda bulunmaktadır. Avustralya’da üç yıl boyunca 81 kullanıcısı olan asansörün 1.755 kez kullanımı değerlendirildiğinde tüm vardiyaların %99,3’ünde asansör sağlıklı şekilde çalışmaktadır (Turhanlar ve ark., 2013, s. 680).

3.2.2. Hareket hızı

Pekin'deki bir metro istasyonunda merdivenden iniş ve çıkış hareketlerini; yatay ve yatay sıralarda engellilik, geçiş genişliği ve cinsiyetin hız üzerindeki etkisini araştırmak üzere bir tahliye tatbikatı gerçekleştirilmiştir. Merdivenlerin genişliği, sırt ve yüksekliği sırasıyla 3,0; 0,32 ve 0,14 m. Merdiven 11 ve 12 basamaklı iki kanatlı, iki sahanlığı birbirine bağlayan iniş 1,8 m derinliğindedir. Katılımcıların 40'ı yardımcı olmadan hareket edebilen engelli, 20'si tek koltuk değnekli, 40'ı çift koltuk değneği ve 17'si engelsiz bireylerden oluşmaktadır. Katılımcılar tümü 20 yaşından büyük, çoğunlukla 40 ile 60 yaşları arasındadır. Erkek ve kadın sayıları neredeyse eşit sayıdadır. Çalışmada, katılımcılardan mümkün olduğu kadar en yüksek hızda hareket etmeleri talep edilmiştir. Merdiven korkuluğunu ilave destek olarak kullanmak, geçiş genişliğinin hız üzerindeki etkisini yatay harekete kıyasla merdivenden iniş ve çıkış hareketi sırasında azaltılmaktadır. Erkekler kadınlardan %13 ile %50 daha hızlı hareket ederken, engelsizler, ardından yardımcı olmadan hareket edebilen engelliler (güçlü vücut hareket hızının %63-80'i), tek koltuk değneği kullanan kişiler (güçlü vücut hareket hızının %31-%59'u) ve çift koltuk değneği kullanan (güçlü vücut hareket hızının %20-53'ü) en hızlı hareket etmektedir. Yatay yüzeyler ve bunu merdivenlerden inişler izler (yatay yüzey hareketinin %39-77'si) ve merdiven çıkarken (yatay yüzey hareket hızının %30-61'i) ve geçiş genişliği, geçiş (<60 cm) çok olmadığı sürece hareket hızı üzerinde ihmal edilebilir bir etkiye sahiptir (Jiang et al., 2012, p. 974).

Yaşlılar ve merdiven boşluklarında hareket engelli kişilerin tahliye hızları ile ilgili bir başka çalışma daha mevcuttur. Yaşlılar için tahliye hızı farklı çalışmalarda 0,11 m/s (yardımlı) ile 1,37 m/s (yardımsız) arasında değişmektedir. Bu çalışmada, 45 yaşlıya ev sahipliği yapan altı katlı, destekli yaşama amaçlı bir konut binasında hareket engelli sakinler, merdiven boşluklarında hızlarını ölçmek için tahliye tatbikatı yapılmıştır. Yaşlı bir kişinin baston, merdiven sandalyeleri veya merdivenlerden iniş yardımı ihtiyacı varsa bu kişiler engelliler grubunda sınıflandırılmaktadır. Merdiven genişliği, sırtı ve yüksekliği sırasıyla 1,12; 0,30 ve 0,17 m idi. Merdiven basamakları ve sahanlıklardaki yatay mesafelerde hız hesaplanırken, seyahat mesafesini çapraz mesafelerin toplamı olarak kabul edilmiştir. Yapılan çalışma sonucunda elde edilen verilere göre yaşlılar, hareket engelli kişiler, baston kullanan kişiler, başka bir sakinin yardım ettiği, itfaiyecinin yardım ettiği durumlar için çıkış hızları sırasıyla; 0,29; 0,25, 0,21; 0,11 ve 0,21 m/s olarak ifade edilmiştir. Bu hızların hesaplamasında herhangi bir tıkanıklığın gözlenmediği durumlar için geçerlidir. Ayrıca tahliye esnasında tahliye sakinlerinin yorgunluklarının çok fazla etkisi olmamalıdır (Kuligowski et al., 2013, p. 230).

3.2.3. Tahliye süresi

Tahliye süresinin araştırılması adına yapılan bir çalışmada dört farklı şehirdeki dört konutta bir tahliye tatbikatı gerçekleştirilmiştir. Binalar altı veya yedi kat yükseklikte ve ortalama kişi sayısı 150 kişi, bunların 30'u (%20) engellilerden oluşturulmaktadır. Engelli olanlar; baston kullanan veya yavaş yürüyen kişiler, görme engelli veya

birden fazla kişi multiple skleroz, çocuk taşıyan ve 65 yaş üstü kişiler olarak alınırken; tekerlekli sandalye kullanan kişiler ve diğer hareketlilik engelleri olanlar hariç tutularak tahliye tatbikatı gerçekleştirilmiştir. Olayın oluşu ile alarmın verilmesine kadar geçen süre ön tahliye süresini ifade etmektedir. Tahliye süresi ortalama 6 dk. veya 0-25 dk. arasında değişmektedir. Alarmın bazı kişiler tarafından duyulmamasından veya alarm butonlarının uzak olmasından kaynaklı olarak tahliye süresinde gecikmeler meydana gelmiştir. Bu gruptaki kişiler genel olarak itfaiye veya itfaiyeci gördükten ya da kapı zillerini çaldıktan sonra konutlarını tahliye etmeye başlamışlardır. Ancak, sakinlerin çoğu alarmı duyduktan 2,82 dakika sonra tahliye etmeye başlamışlardır. Tahliye edilenlere göre bu gecikmenin nedenleri çocuklarını veya evcil hayvanlarını bulmak, kişisel eşyalarını toplamak, giyinmek ve koridor veya balkona bakmak gibi fiiller sebebiyle gerçekleştiği tespit edilmiştir (Proulx, 1995, p. 229). Binayı merdivenlerden boşaltmak için gereken süre engelli kişiler için ortalama olarak 1,62 dakika ve diğerleri için 1,20 dakika olmaktadır. Düşük katlılarda asıl sorun; binalarda merdivenlerden inmek için harcanan zaman değil, gecikme zamanıdır. Ortalama merdiven iniş hızı 0,56 m/s iken; 2-5 yaş arası çocuklar ve 65 yaş üstü insanlar sırasıyla 0,45 ve 0,43 m/s ortalama hız ile en yavaş gruplar olmuştur. Bir başka tahliye tatbikatında ise çıkış süreleri 6,6-28,5 dakikalık zaman, ortalama 14,2 dk. ve hareket hızı 0,07-0,94 m/s olarak gözlemlenmiştir. Bu verileri iki bina içi yangın tatbikatı tahliyesi sırasında hareket kabiliyeti kısıtlı 170 kişiden oluşmaktadır. Hareket engelli kişiler için merdivenlerden inerken ortalama hız 0,28 m/s olarak tespit edilmiştir (Peacock et al., 2017, p. 845).

3.3. Simülasyon Programları

Araştırmacıların birçoğu, farklı tahliye senaryolarını araştırabilmek için simülasyon programlarını kullanmıştır. Bu çalışmalarda gerçek dünyada canlı olan insanın kişisel ve toplumsal özelliklerinin programlara aktarılmasında bazı güçlükler bulunmaktadır. Kişilerin davranışları diğer kişilerle etkileşime girmesi sağlanmaktadır (Manley et al., 2007, p. 8300). 1999 yılına kadar 22 kapalı alanda tahliye simülasyonları incelendiğinde bazı dezavantajlar içermektedir. Bu dezavantajlar; karar verme aşamasında bireysel davranışların göz ardı edilmesi ve düşük hesaplama yapma yeteneğinin olmasıdır (Gwynne et al., 1999, p. 741). Bilgisayar simülasyonları çeşitli yönlerden yolcuların yoğunluğunu acil tahliyede araştırmak için kullanılmıştır (Thompson and Marchant, 1995, p. 131). Konu ile ilgili olarak birçok bilim insanı farklı bir acil durum eylemini programlardaki modellere eklemeyi başarmışlardır. Bu eylemler; duman (Jeon et al., 2011, p.1094; Jin and Yamada, 1989, p. 511; Nguyen et al., 2013, p. 44), hareket türü, cinsiyet ve vücut kitle indeksi (Kady and Davis, 2009, p. 451), yüzey tipi, koridor veya merdivenler (Chen et al., 2003, s. 79), sosyal güçlerin etkisi, tahliye edilenler arasında sürtünme ve sıkıştırma, oda kapısı boyutu, çıkış kapısı boyutu (Ha and Lykotrafitis, 2012, p. 2740) gibidir.

Tek merdivenli bir binanın 10. katında 100 kişi için en kısa tahliye süresi, yolcuların %60'ı merdiven boşluğunu kullanırken geri kalanı asansörü kullandığında; merdiven boşlukları ve asansörler tahliye süresini önemli ölçüde azaltabilmektedir. Katlardaki popülasyon artığında, optimum

plandaki merdiven boşluğu kullanım yüzdesi de azalmaktadır (Min and Yu, 2013, p. 478; Jian et al., 2013, p. 974). Yangın durumunda yüksek binaların tahliyesi için asansörler ve sadece merdiven boşluklarının kullanılması önerilmektedir. Özellikle 10 katın üzerinde kata sahip binalarda hem asansörleri hem de merdiven boşluğu kullanımı önerilmektedir (Zu-Ming et al., 2011, p. 40).

4. SONUÇ

İşletmelerde; işverenler, iş sağlığı ve güvenliği profesyonelleri (iş güvenliği uzmanı, işyeri hekimi, diğer sağlık personeli), çalışanlar ve işletmeyi acil durumun gerçekleştiği günde ziyaret eden paydaşlar ve ziyaretçiler tahliye ile ilgili tüm iş ve işlemlerde birlikte hareket etmeleri tahliyeyi başarıya ulaştırmaktadır. İşyerinde; standartlara uygun veya standartların ötesinde bir iş sağlığı ve güvenliği yönetim sistemini uygulamayı başarabilen işverenler, acil durumlara olabildiğince hazırlıklı yakalanmıştır denilebilir. İşyerinde; iş sağlığı ve güvenliğini bir kültür haline getirebilmiş organizasyonlar acil durum tahliyelerinde çalışanlarını ve ziyaretçilerini en az hasarla bu travma halinden kurtarabilmektedir. Güvenlik kültürünü içselleştirmiş organizasyonlar, sektörlerindeki diğer işletmelerde de rehber olabilmektedir. Gerçek tahliyeler veya tahliye tatbikatları ile edindikleri tecrübeleri, iyi uygulama sonuçlarını hem tedarikçileri hem de diğer paydaşları ile paylaşarak kazanılan güvenlik kültürünün öncelikle kendi sektörlerine daha sonra diğer sektörlerle de aktarılmasına ön ayak olmalıdır. Tahliyelerin en kısa süre ve hızda gerçekleştirilebilmesi, engellilerinde ivedilikle tahliye sürecine katılabildiği ortak alanların inşa edilebilmesine bağlı olduğu görülmektedir. Tüm yaşam alanlarımızı engellilerinde engelsiz kişiler ile eşit olanaklara sahip olabilecek şekilde düzenlenebilmesi için TS 9111 standardı oluşturulmuştur. İşverenler çalışma alanlarını belirtilen standarda uygun hale getirmesi ile tahliye süreleri büyük oranda azalacaktır. İşletmelerde mümkün olduğu kadar çok geniş çıkış kapıları, fazla sayıda çıkış kapısı, acil durumlara dayanım kabiliyeti yüksek asansör ve merdiven boşlukları hazırlanmalıdır. Nitekim daha önce gerçekleştirilen tahliye tatbikatlarında tahliye edilecek binanın fiziki yapısı ne kadar iyi ise çıkış süresinin de o kadar iyi olduğu anlaşılmıştır. Özellikle engel oranı fazla olan tahliye sakinlerine acil durumlarda yardımcı olabilecek kişilerin tatbikatlar ve gerçek acil durumlardan önce belirlenmesi hayati önem arz etmektedir. Acil durum eylem planları hazırlanırken işletmemizde, sosyal çevremizde bulunan ve bulunması muhtemel engelliler belirlenmeli ve bu kişilere o kargaşa anında yardım edebilecek destek elemanları oluşturulmalıdır. Proaktif bir yaklaşım ile engellilere acil durumlarda refakat edecek destek elemanları ile engelli kişiler öncesinde iletişime geçirilmeli ve acil durum senaryoları hakkında eğitilmelidir.

Tahliyeler sırasında özellikle çok fazla insanın aynı anda aynı binayı paylaştığı yüksek katlı yerleşim alanlarında hızlı tahliyelerin gerçekleştirilebilmesi teknolojik gelişmelerden faydalanılmalıdır. Acil durumlarda; tahliye alanlarında bulunan insan ve diğer canlıların tespitine olanak sağlayan bulut tabanlı uygulamalardan faydalanılarak hızlı yer tespiti ve hızlı tahliye olanaklı hale getirilebilecektir. Benzer şekilde

tahliye anlarında acil çıkış yön bulma sistemlerinin daha efektif kullanımları sayesinde de daha fazla canlının hayatı kurtarılacaktır.

5. KAYNAKLAR

- Artuk, M. E., Gökçen, A., Yenidünya, C. (2002). Ceza Hukuku Makaleleri, Güven Kitap Kırtasiye, İstanbul, 2002.
- Bendel, J., & Klüpfel, H. (2011). Accessibility and evacuation planning—Similarities and differences. In D. P. Richard, D. K. Erica & D. A. Jason (Eds.), Proceedings of pedestrian and evacuation dynamics (pp. 701– 712). Springer US: Boston, MA.
- Budak, F., & Korkmaz, Ş. (2020). Covid-19 pandemi sürecine yönelik genel bir değerlendirme: Türkiye örneği. Sosyal Araştırmalar ve Yönetim Dergisi, (1), 62-79.
- Chen, T., Song, W., Fan, W. C., Lu, S., & Yao, B. (2003). Pedestrian evacuation flow from hallway to stairs. In Proceedings of the CIB-CTBUH conference on tall buildings: strategies for performance in the aftermath of the World Trade Centre, CIB TG50, (pp. 79–86). Malaysia.
- Daamen, W., & Hoogendoorn, S. (2010). Capacity of doors during evacuation conditions. Procedia Engineering, 3, 53–66.
- Engelli Çalışanlar İçin İş Sağlığı ve Güvenliği Rehberi (2016). <https://aybu.edu.tr/isg/contents/files/Engelli%20%C3%87a1%C4%B1%C5%9Fanlar%20%C4%B0%C3%A7in%20%C4%B0SG.pdf>.
- Engelliler İçin Depremde İlk 72 Saat (2009). <https://www.ipkb.gov.tr/wp-content/uploads/2018/10/Engelliler-icin-Depremde-Ilk-72-Saat-1.pdf>.
- Engelli Ve Yaşlı İstatistik Bülteni (2019). İstatistiki veriler. <https://www.ailevecalisma.gov.tr/media/31492/istatistik-bulteni-kasim2019.pdf>.
- Gwynne, S., Galea, E. R., Owen, M., Lawrence, P. J., & Filippidis, L. (1999). A review of the methodologies used in the computer simulation of evacuation from the built environment. Building and Environment, 34 (6), 741–749.
- Ha, V., & Lykotraftis, G. (2012). Agent-based modeling of a multi-room multi-floor building emergency evacuation. Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications, 391(8), 2740–2751.
- Hashemi, M. (2018). Emergency evacuation of people with disabilities: A survey of drills, simulations, and accessibility. Cogent Engineering, 5(1), 1506304.

- İşyerlerinde Acil Durumlar Hakkında Yönetmelik, (2013). <https://www.mevzuat.gov.tr/File/GeneratePdf?mevzuatNo=18493&mevzuatTur=KurumVeKurulusYonetmeligi&mevzuatTertip=5>.
- Jeon, G.-Y., Kim, J.-Y., Hong, W.-H., & Augenbroe, G. (2011). Evacuation performance of individuals in different visibility conditions. *Building and Environment*, 46(5), 1094–1103.
- Jian, M., Juan, C., Yao-Jian, L., & Lo, S. (2013). Efficiency analysis of elevator aided building evacuation using network model. *Procedia Engineering*, 52, 259–266.
- Jiang, C. S., Zheng, S. Z., Yuan, F., Jia, H. J., Zhan, Z. N., & Wang, J. J. (2012). Experimental assessment on the moving capabilities of mobility-impaired disabled. *Safety Science*, 50(4), 974–985.
- Jin, T., & Yamada, T. (1989). Experimental study of human behavior in smoke filled corridors. In *Proceedings of the Second International Symposium on Fire Safety Science*, (pp. 511–520). Tokyo, Japan.
- Kady, R. A., & Davis, J. (2009). The effect of occupant characteristics on crawling speed in evacuation. *Fire Safety Journal*, 44(4), 451–457.
- Kim, H., Jun, C., Cho, Y., & Kim, G. (2008). Indoor spatial analysis using space syntax. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 37(B2), 1065–1070.
- Kuligowski, E., Peacock, R., Wiess, E., & Hoskins, B. (2013). Stair evacuation of older adults and people with mobility impairments. *Fire Safety Journal*, 62, 230–237.
- Manley, M., & Kim, Y. S. (2012). Modeling emergency evacuation of individuals with disabilities (exitus): An agent-based public decision support system. *Expert Systems with Applications*, 39(9), 8300–8311.
- Min, Y., & Yu, Y. (2013). Calculation of mixed evacuation of stair and elevator using EVACNET4. *Procedia Engineering*, 62, 478–482.
- Nguyen, M. H., Ho, T. V., & Zucker, J.-D. (2013). Integration of smoke effect and blind evacuation strategy (SEBES) within fire evacuation simulation. *Simulation Modelling Practice and Theory*, 36, 44–59.
- Öz, Ş. (2013). “Engelli Din Eğitiminden “Özürsüz” Din Eğitimi Modelliğine: “Ötekileştirilen” Özürlülerin Din Eğitiminde Karşılaşılan Sorunlar ve Çözüm Önerileri”, *Hikmet Yurdu Düşünce-Yorum Sosyal Bilimler Araştırma Dergisi*, 6 (11), ss. 75-89.
- Peacock, R. D., Reneke, P. A., Kuligowski, E. D., & Hagwood, C. R. (2017). Movement on stairs during building evacuations. *Fire Technology*, 53(2), 845–871.
- Proulx, G. (1995). Evacuation time and movement in apartment buildings. *Fire Safety Journal*, 24(3), 229–246.
- Sagun, A., Bouchlaghem, D., & Anumba, C. J. (2011). Computer simulations vs. building guidance to enhance evacuation performance of buildings during emergency events. *Simulation Modelling Practice and Theory*, 19(3), 1007–1019.
- Shi, L., Xie, Q., Cheng, X., Chen, L., Zhou, Y., & Zhang, R. (2009). Developing a database for emergency evacuation model. *Building and Environment*, 44(8), 1724–1729.
- Şirin, H., & Özkan, S. (2020). Dünyada ve Türkiye’de COVID-19 Epidemiyolojisi. *Kulak Burun Boğaz ve Baş Boyun Cerrahisi Dergisi*. Tuğluoğlu, F., Türkiye’de Sıtma Mücadelesi (1924-1950), Aksaray Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Tarih Bölümü, Aksaray, Türkiye.
- Thompson, P. A., & Marchant, E. W. (1995). A computer model for the evacuation of large building populations. *Fire Safety Journal*, 24(2), 131–148.
- TS 9111 “Özürlüler ve Hareket Kısıtlılığı Bulunan Kişiler İçin Binalarda Ulaşılabilirlik Gereklere” (2011). Standartlar. Erişim Tarihi: 28 Ekim 2020, <https://intweb.tse.org.tr//Genel/Genel/AnaSayfaAbone.aspx>.
- Turhanlar, D., He, Y., & Stone, G. (2013). The use of lifts for emergency evacuation - a reliability study. *Procedia Engineering*, 62, 680–689.
- Vancloster, A., Neutens, T., Fack, V., Weghe, N. V., & Maeyer, P. D. (2012). Measuring the exitability of buildings: A new perspective on indoor accessibility. *Applied Geography*, 34, 507–518.
- Zu-Ming, C., Jin, Z., & De-Pin, L. (2011). Smoke control—Discussion of switching elevator to evacuation elevator in high-rise building. *Procedia Engineering*, 11, 40–44 <http://www.aku.edu.tr/akademik/enstituler/fenbil.html>, (21.03.2003).
- Warrence N.J., Bauder J.W., Pearson K.E. (2004). Basics of Salinity and Sodicity Effects on Soil Physical Properties. Land Resources and Environmental Sciences Department, Montana State University, <http://waterquality.montana.edu/docs/methane/basics.pdf>, (15.12.2004).



Kafkas Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi
Cilt 15, Sayı 1, 46-46, 2022

Kafkas University
Institute of Natural and Applied Science
Journal
Volume 15 Issue 1, 46-46, 2022



Bu Sayının Hakem Listesi (Alfabetik Sıra)
The Refrees Liste of This Issue (in Alphabetical Order)

Hakem Kurulu / Reviewer Board

Ahmet Turan TEKEŞ

Erbil KAVCI

Ezgi Pelin YILDIZ

Fethiye GÖDE

İbrahim KULA

İhsan ALACABEY

İsmail AKŞİT

Mehmet Şakir ECE

Muhammet Ali KARABULUT

Neriman MOR

Okan ÖZBAKIR

Vedat ADIGÜZEL

