



KAFKAS ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ DERGİSİ

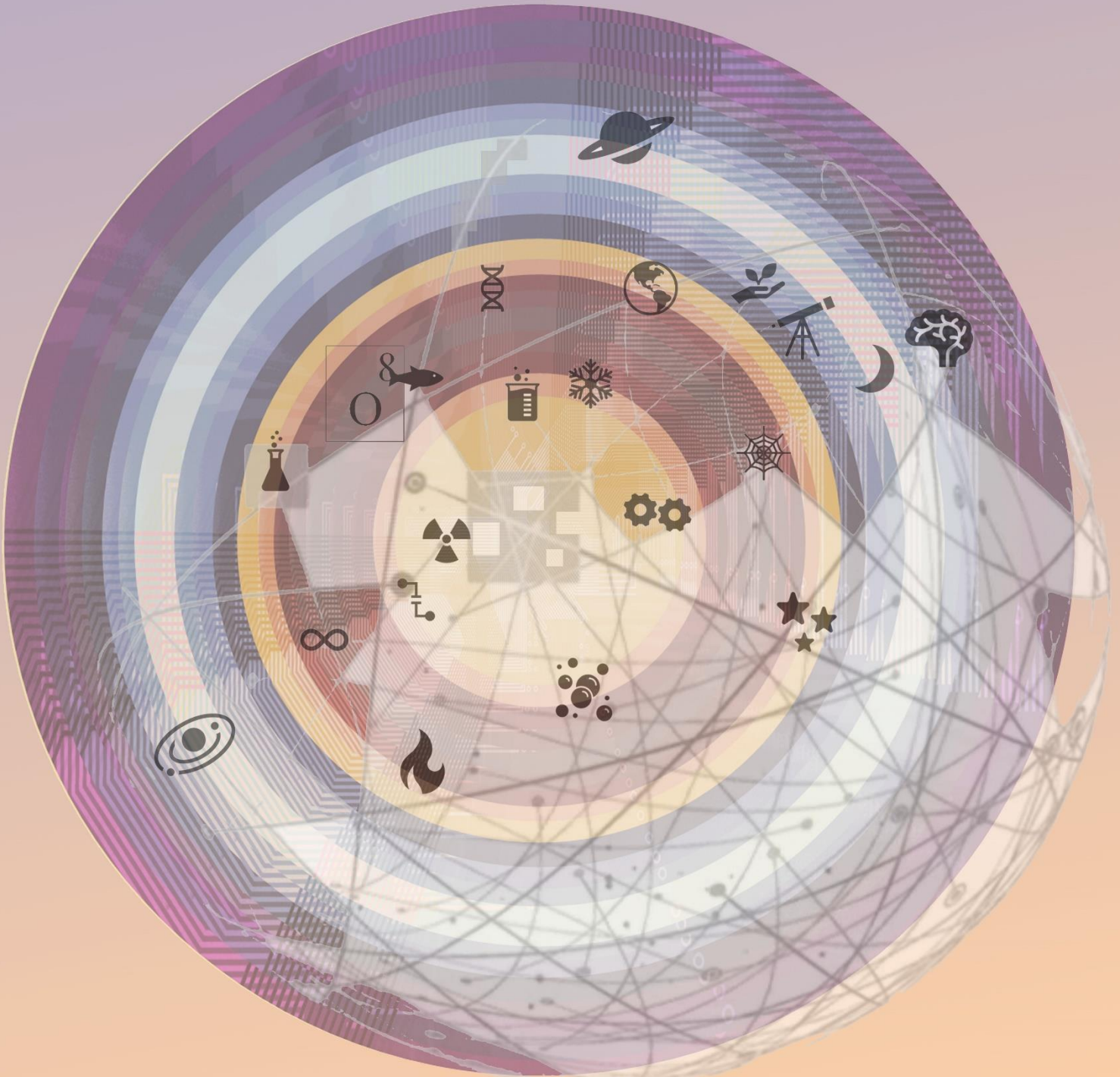


KAFKAS UNIVERSITY

INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE JOURNAL

Cilt:17 Sayı:2
2024

Volume:17 Issue:2
2024



e-ISSN: 2587-2389

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: 17

Sayı: 2

2024

Volume: 17

Issue: 2

2024

e-ISSN: 2587-2389

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

Cilt: 17 Sayı: 1, 2024 (Volume: 17 Number: 1, 2024)

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

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/kujs>

Sorumlu Müdür / Director

Doç. Dr. Vedat ADIGÜZEL

Editör / Editor

Doç. 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

Prof. 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 TANRIVERDİ	Fizikokimya Anabilim Dalı

Yayın Kurulu

ANABİLİM DALI

Bilişim Teknolojileri Eğitimi

Okutman Ramiz Musallam SALAMA

Biyoloji Anabilim Dalı

Doç. Dr. Mustafa CENGİZ

Doç. Dr. Fatma GÜR

Ph.D. Seong-hoon PARK

Biyomühendislik Anabilim Dalı

Prof. Dr. Özkan ÖZDEN

Doç. Dr. Evren KOÇ

Cevre Bilimleri ve Mühendisliği Anabilim Dalı

Doç. Dr. Can Bülent KARAKUŞ

Fizik Anabilim Dalı

Doç. Dr. Adem KOÇYİĞİT

Gıda Bilimleri ve Mühendisliği Anabilim Dalı

Doç. Dr. Cemil AYDOĞAN

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Doç. Dr. Emre TOPÇU

Kimya Anabilim Dalı

Doç. Dr. Bahri GÜR

Doç. Dr. Melahat GÖKTAŞ

Doç. Dr. Mustafa Zahritin KAZANCIOĞLU

Dr. Öğr. Görevlisi Abdülmelik ARAS

Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

Dr. Öğr. Üyesi Muhammed Arslan OMAR

Matematik Anabilim Dalı

Prof. Dr. Nizami MUSTAFA

Doç. Dr. Veysel NEZİR

Dr. Öğr. Üyesi Lokman BİLEN

Dr. Arş. Gör. Sercan KAZIMOĞLU

Ziraat Fakültesi

Dr. Öğr. Üyesi Ramazan GÜRBÜZ

Tıbbi Hizmetler ve Teknikleri-Anestezi

Öğr. Gör. Erdi Anıl TANRIVERDİ

Mülkiyet Koruma ve Güvenlik-İSG

Öğr. Gör. Barış KARTAL

KURUMU

Name Near East University

Siirt Üniversitesi

Atatürk Üniversitesi

Korea Institute of Toxicology (Kıt)

Kafkas Üniversitesi

Kafkas Üniversitesi

Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi

Bingöl Üniversitesi

Kafkas Üniversitesi

Iğdır Üniversitesi

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi

Kilis 7 Aralık Üniversitesi

Iğdır Üniversitesi

Kafkas Üniversitesi

Kafkas Üniversitesi

Kafkas Üniversitesi

Iğdır Üniversitesi

Kafkas Üniversitesi

Iğdır Üniversitesi

Bayburt Üniversitesi

Adıyaman 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 ÖZDAMLİ, 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. Refige 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
Prof. Dr. Hüseyin ERTAP, Kafkas Üniversitesi, Kars
Doç. Dr. Fikret TÜRKAN, Iğdır Üniversitesi, Iğdır
Doç. Dr. Ferruh AŞÇI, Afyonkocatepe Üniversitesi, Afyon
Doç. Dr. Gökhan NUR, Gaziantep Üniversitesi, Gaziantep
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)

Makaleler

Araştırma Makalesi

1. Kars Harakani Havalimanı Yer Hizmetlerinin İş Sağlığı ve Güvenliği Açısından İncelenmesi

Cesur Erdoğan , İsmail Çakmak

Sayfa : 53-58

[PDF](#)

Araştırma Makalesi

2. Sodyumbromür-Baryumhipofosfit-Su Üçlü Su- Tuz Sistemindeki Yoğunluğun Farklı Sıcaklıklarda İncelenmesi

Hasan Erge , Ali Rıza Kul , Vedat Adıgüzel , Resul Fırat Kahramaner , Benay Yenice

Sayfa : 59-64

[PDF](#)

Araştırma Makalesi

3. The Earth is Heating Up: Causes, Effects, and Solutions of Global Warming

Hatice Dilaver , Kamil Fatih Dilaver

Sayfa : 65-74

[PDF](#)

Araştırma Makalesi

4. Na⁺, Mn⁺⁺/ H₂PO₂⁻, Cl⁻//H₂O Üçlü Sisteminin 323K'de Çözünürlük ve Faz Dengeleri

Vedat Adıgüzel , Sevilay Demirci , Hasan Erge , Ali Rıza Kul

Sayfa : 75-80

[PDF](#)

Derleme

5. Antimicrobial Substances and Strategies to Avoid Bacterial and Fungal Effects in Leather Manufacturing

Haider Sabah Abdhusein , Baidaa Mezher Kadim

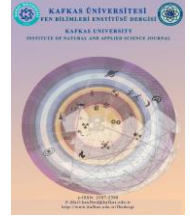
Sayfa : 81-91

[PDF](#)



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

Kars Harakani Havalimanı Yer Hizmetlerinin İş Sağlığı ve Güvenliği Açısından İncelenmesi

Cesur ERDOĞAN^{1*}, İsmail ÇAKMAK²

¹ Kafkas Üniversitesi Susuz Meslek Yüksek Okulu, Ulaştırma Hizmetleri Bölümü, Kars, Türkiye

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

(İlk Gönderim / Received: 15. 07. 2023, Kabul / Accepted: 12. 12. 2024, Online Yayın / Published Online: 24.12.2024)

Anahtar Kelimeler:

Havacılık,
İş Sağlığı,
İş Güvenliği,
Yer Hizmetleri,
Fine-Kinney.

Özet: İnsanoğlunun gökyüzüne olan merakı ve uçuş arzusu insanlık tarihi kadar eskidir. 1903 yılında Wright Kardeşlerin ilk motorlu uçağı yapmalarının üzerinden henüz bir asır zaman geçmesine rağmen havacılık alanında ciddi ilerlemeler yaşanmıştır. Hava araçları insanların seyahat için harcamış oldukları süreyi kısaltmış ve zaman içerisinde gelişen teknoloji ile birlikte daha konforlu bir hale getirmiştir. Günümüzde çok ciddi bir sektör haline gelen havacılık ülke ekonomileri içinde ciddi bir girdi kaynağı oluşturmaktadır. ICAO verilerine göre 2019 yılında taşınan toplam yolcu sayısı 4,5 milyar sayısını geçmiştir. 2019 yılında tüm dünyayı etkisi altına alan Covid-19 pandemisinin etkisiyle, hava yolu ulaşımı, uygulanan seyahat kısıtlamalarının neticesinde yara almış olsa da 2021 yılında tüm dünyada 2,3 milyar yolcu taşınmıştır. Ülkemizde ise havacılık sektörü hızla büyüyen ve ciddi istihdam olanakları sunmaktadır. Sivil havacılık genel müdürlüğü tarafından yayımlanan 2021 yılı faaliyet raporuna göre 2019 yılında 295.547 kişinin çalıştığı 27.06 milyar dolarlık bir sektör haline gelmiştir. Böylesine hızlı büyüyen bir sektörde hem sistemin sekteye uğrayıp oluşabilecek maddi kayıpların önüne geçilmesi hem de sektör çalışanlarının karşılaşabilecekleri kaza ve meslek hastalıklarının önüne geçilebilmesi için iş sağlığı ve güvenliği (İSG) uygulamalarının, sağlıklı bir şekilde hayata geçirilmesi önem arz etmektedir. Bu çalışmada Kars Harakani Havalimanı yer hizmetleri gözlemlenmiş ve elde edilen bulgular Fine-Kinney risk analizi metodu ile değerlendirilmiştir. Araştırma kapsamında elde edilen bulgular, sonuçlar kısmında tartışılmıştır.

A Investigation of Kars Harakani Airport Ground Handling in Terms of Occupational Health and Safety

Keywords:

Aviation,
Occupational Health, Occupational
Safety,
Ground Handling,
Fine-Kinney.

Abstract: Humanity's curiosity about the sky and desire to fly are as old as human history. Although only a century has passed since the Wright Brothers built the first motorized airplane in 1903, there have been serious advances in the field of aviation. Aircraft have shortened the time people spend on travel and made it more comfortable with the developing technology over time. Aviation, which has become a very serious sector today, constitutes a serious input item in national economies. According to ICAO data, the total number of passengers carried in 2019 exceeded 4.5 billion. Although air transportation was damaged as a result of the travel restrictions implemented due to the Covid-19 pandemic that affected the whole world in 2019, 2.3 billion passengers were carried all over the world in 2021. In our country, the aviation sector is rapidly growing and offers serious employment opportunities. According to the 2021 activity report published by the General Directorate of Civil Aviation, it has become a 27.06 billion dollar sector in 2019, employing 295,547 people. In such a rapidly growing sector, it is important to implement occupational health and safety practices in a healthy way in order to prevent both the disruption of the system and the financial losses that may occur and to prevent accidents and occupational diseases that sector employees may encounter. In this study, Kars Harakani Airport ground services were observed and the findings were evaluated with the Fine-Kinney risk analysis method. The findings obtained within the scope of the research are discussed in the results section.

*İlgiliyazar: cessur38@gmail.com

DOI: 10.58688/kujs.1361052

1. GİRİŞ

İSG'de sağlık, güvenlik ve tehlike kavramları oldukça önemlidir. Sağlık kavramı, Dünya Sağlık Örgütü tarafından "bedensel, ruhsal ve sosyal yönden tam bir iyilik hali" olarak tanımlanmıştır (WHO, 1946). İş görenlerin sağlıklarının korunması için alınacak tedbirler, insan haklarının temel bir parçasıdır (Demirbilek, 2005). Güvenlik, bireylerin korkusuzca yaşayabilmesi durumunu ifade etmektedir (URL 1). Tehlike kavramı ise, bireylerin arzu ve iradelerinden bağımsız olarak ortaya çıkan olumsuz durumları ifade eder (URL 2). İSG uygulamaları, iş görenlerin sağlığını koruyarak iş doyumunu ve performansını artırmayı amaçlar. İSG kapsamında, iş görenlerin maruz kalabilecekleri tehlikelere karşı koruyucu tedbirler alınması iş sağlığı, iş ortamının olası risk ve tehlikelerinin önlenmesi ise iş güvenliği olarak tanımlanabilir (Seyyar, 2005). Geleneksel yaklaşım iş görenlerin sağlığını koruyacak tedbirleri hedeflerken, modern yaklaşım ise üretim verimliliğini de dikkate alır (Gerek, 2000; Acar, 2014).

İş Güvenliği, yapılan bir işin hem işi yapan kişilerin hem de işin gerçekleştirildiği çalışma ortamındaki kişilerin ve iş sahasının zarar görmesini önlemeyi amaçlayan bir kavramdır. İş kazalarının çoğunda insan davranışlarının önemli bir faktör olduğu bilinmektedir (Akalp, 2005). Kültür, Türk Dil Kurumu tarafından "Muhakeme, zevk ve eleştirme yeteneklerinin öğrenim ve yaşantılar yoluyla geliştirilmiş olan biçimi" şeklinde tanımlanırken, güvenlik kültürü kavramı ise ilk olarak 1986'da Çernobil Nükleer Reaktörü kazası sonrasında Uluslararası Nükleer Güvenlik Grubu (INSAG) (INSAG-1) tarafından kullanılmış ve "İşyerlerinde ve bireylerde, kesin bir öncelik olarak, nükleer tesisin güvenliği ile ilgili önemli konuların, spesifik özelliklerin ve önleyici yaklaşımların bütünüdür" şeklinde açıklanmıştır (Akalp, 2005). Patrik Hudson'a göre, iyi bir emniyet kültürü oluşturmak için organizasyondaki yöneticilerin ve denetçilerin genel işleyiş hakkında yüksek bir bilgi seviyesine sahip olması gerekmektedir. (Hudson, 2001).

Hava taşımacılığı sektöründe, her yıl yer hizmetleri personelinin neden olduğu birçok olay ve kaza meydana gelmektedir. Her 5000 uçuştan biri, havalimanı olaylarından kaynaklanan hasarlarla sonuçlanmaktadır ve bu tür olayların %90'ından fazlası yer hizmetleri personelden kaynaklanmaktadır. Güvenliğin etkin bir şekilde yönetilmesinin, organizasyondaki var olan güvenlik kültürüne büyük ölçüde bağlı olduğu düşünülmektedir (Kennedy, 1998). Kuruluşların amacına ulaşabilmesi için çalışanların maruz kalabileceği potansiyel tehlikelerin tanımlanması, analizi ve bu tehlikelerin sonuçlarına ilişkin etki ve şiddetin değerlendirilmesi süreci, risk yönetimi olarak adlandırılabilir. Risk yönetimi süreci, uzmanlık gerektiren

yöntemleri içermektedir ve karar vericiler için işçilerin maruz kalabileceği iş kazaları ve meslek hastalıklarına karşı koruyucu nitelikte verileri somutlaştırarak sunar (Özkılıç, 2005). İş görenlerin yeterliliklerinin korunması için her birinin iş performansı ve bilgi düzeyinin 3 yılda bir tazeleyici eğitim veya yazılı sınavlarla değerlendirilmesi gerekmektedir.

Türk Dil Kurumu, bir havaalanını "*içerisindeki bina, tesis ve donatılar dâhil uçakların iniş, kalkış ve yer hareketlerini yaparken kullanabilmeleri amacıyla belirlenmiş, ülke içindeki uçuşların yapıldığı saha*" şeklinde tanımlar (URL 3). Havaalanında gerçekleştirilen faaliyetlerin ve bunların olası risklerinin anlaşılabilmesi için öncelikle havaalanında bulunan bölümlerin ve bu bölümlerde yürütülen faaliyetlerin bilinmesi gerekir.

Bu çalışmada Kars Harakani Havalimanı yer hizmetleri gözlemlenmiş ve elde edilen bulgular Fine-Kinney risk analizi metodu ile değerlendirilmiştir. Araştırma kapsamında elde edilen bulgular, sonuçlar kısmında tartışılmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

İSG çalışmalarında, risk analizi yöntemi seçimi risk belirlemede önemli bir adımdır. İSG alanında birçok farklı risk analizi yöntemi mevcuttur. Bu çalışmada en yaygın kullanılan yöntemlerden biri olan Fine-Kinney Risk Analiz Metodu tercih edilerek risk analizleri gerçekleştirilmiştir.

2.1. Fine-Kinney Risk Analiz Metodu

Fine-Kinney Risk Analiz Metodu, kazanın gerçekleşme olasılığı, kazanın şiddeti ve çalışanların kaza riski taşıyan durumlara maruz kalma sıklığı gibi faktörler dikkate alınarak analiz yapılır. Fine-Kinney Risk Analiz Metodu'nda risk hesaplaması $R = \dot{I} \times F \times \text{Ş}$ formülü kullanılarak yapılır. Bu formülde, R = Risk skoru, \dot{I} = Kazanın gerçekleşme ihtimali, F = Kaza riski taşıyan durumlara maruz kalma sıklığı (frekans), Ş = Kazanın gerçekleşmesi halinde yaratacağı şiddet durumunu ifade eder. Bu yöntemde göre, kazanın yaşanma ihtimali, kaza potansiyeli taşıyan duruma maruz kalma sıklığı değeri, kazanın yaşanması halinde yaratacağı şiddet (Ş) değeri ve risk değerlendirme yapılmıştır.

Analiz edilen risklerin önlenmesi ve düzenlenmesi için Tablo 1'de belirtilen değerlendirme skorlarına göre, önleyici ve düzenleyici faaliyetler uygulanmıştır. Çalışma alanındaki iş görenlerin çalışma sahaları gözlemlenmiş ve tespitler fotoğraflanarak gözlem raporlarına kaydedilmiştir. Daha sonra, bu tespitler Fine-Kinney yöntemine (URL 4) göre analiz edilmiştir.

Tablo 1. Risk Değerlendirme Skoru.

Risk Değeri	Risk Değerlendirme Sonucu
400 < R	Çok Yüksek risk (Çalışmaya ara verilerek derhal tedbir alınmalı)
200 < R < 400	Yüksek risk (Kısa vadeli eylem planının alınarak giderilmeli)
70 < R < 200	Önemli risk (dikkatle izlenmeli ve yıllık eylem planına alınarak giderilmeli)
20 < R < 70	Kesin risk (Eylem planına alınmalı)
R < 20	Kabul edilebilir risk (Acil tedbir gerekmez)

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Kars Harakani Havalimanında yapılan gözlemler neticesinde aşağıdaki tablolarda (Tablo 2-10) verilen bulgular elde edilmiştir.

Tablo 2. Fine-Kinney, Check-in Konveyörü değerlendirme tablosu.

Ana Faaliyet	Tehlike Kaynağı →	Konveyör Bant	Mevcut Durum	Konveyör Bant	
Giden Yolcu Terminali Check-in Bankosu	Tehlike	Uzuv Kıyafet Sıkışması	Personel Eğitilmiş, Eylem planına eklenmiş ve çalışanlara gerekli eğitimler verilmiş.		
	Etkilenen	Çalışan			
	Risk Derecelendirmesi	Olasılık			0.5
		Frekans			6
		Şiddet			15
		Risk			45
	Karar	Kesin Risk			
	Düzeltilici Faaliyet	Eylem Planına Alınmalı			
	Olasılık	0.5			
	Frekans	6			
Şiddet	3				
Risk	9				

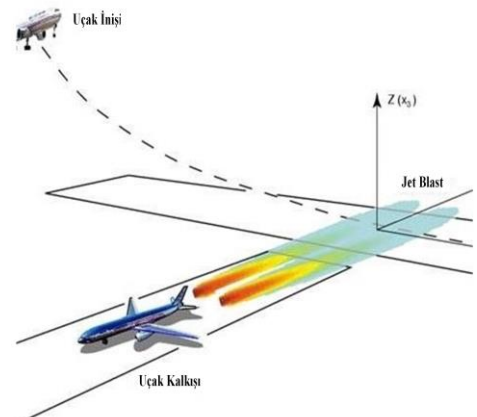
Tablo 3. Fine-Kinney Ergonomik değerlendirme tablosu.

Ana Faaliyet	Tehlike Kaynağı →	Bagaj Yükleme ve İndirme İşlemleri Esnasında Konveyör Bant Kaynaklı Riskler	Mevcut Durum	
Fine-Kinney Ergonomik değerlendirme	Tehlike	Uzuv Kıyafet Sıkışması	Personel Eğitilmiş, Eylem planına eklenmiş ve çalışanlara gerekli eğitimler verilmiş.	
	Etkilenen	Çalışan		
	Risk Derecelendirmesi	Olasılık		0.5
		Frekans		6
		Şiddet		15
		Risk		45
	Karar	Kabul Edilebilir Risk		
	Düzeltilici Faaliyet	Acil Tedbir Gerekmeyebilir.		
	Olasılık	0.5		
	Frekans	1		
Şiddet	1			
Risk	0.5			

Tablo 4. Fine-Kinney pat sahası bagaj işlemleri değerlendirme tablosu.


Ana Faaliyet	Tehlike Kaynağı →	Konveyör Bant	Mevcut Durum	Uçağa Bagaj Yükleme İşlemi	
Pat Sahası- Ramp Hizmetleri	Tehlike	Uzuv Kıyafet Sıkışması	Personel Eğitilmiş, Eylem planına eklenmiş ve çalışanlara gerekli eğitimler verilmiş.		
	Etkilenen	Çalışan			
	Risk Derecelendirmesi	Olasılık			0.5
		Frekans			6
		Şiddet			15
		Risk			45
	Karar	Kesin Risk			
	Düzeltilici Faaliyet	Eylem Planına Alınmalı			
	Olasılık	0.5			
	Frekans	6			
Şiddet	3				
Risk	9				

Tablo 5. Fine-Kinney jet blast değerlendirme tablosu.


Ana Faaliyet	Tehlike Kaynağı →	Uçak Motoru	Mevcut Durum	Jet Blast (Zhang, 2001)	
Pat Sahası	Tehlike	Jet Blasta maruz kalmak	Personel Eğitilmiş, Eylem planına eklenmiş ve çalışanlara gerekli eğitimler verilmiş.		
	Etkilenen	Çalışan			
	Risk Derecelendirmesi	Olasılık			1
		Frekans			6
		Şiddet			40
		Risk			240
	Karar	Yüksek Risk			
	Düzeltilici Faaliyet	Eylem Planına Alınmalı			
	Olasılık	1			
	Frekans	6			
Şiddet	15				
Risk	90				

(Jet Blast: Jet motorlarının arkasından çıkan itiş gücünün çevrede yarattığı uçurma etkisi.)

Tablo 6. Fine-Kinney Bagaj arabaları risk değerlendirme tablosu.

Ana Faaliyet	Tehlike Kaynağı →	Bagaj Arabaları (Hasarlı Araç, Yetkisiz Personel, Meteorolojik Koşullar)	Mevcut Durum	Bagaj arabası	
Pat Sahası- Bagaj İndirip Yükleme İşlemleri	Tehlike	Yaralanma, Uzun Kaybı, Ölüm. Araç ve Ekipman Hasarı Sonucu Maddi Kayıp	Personel Eğitilmiş, Eylem planına eklenmiş ve çalışanlara gerekli eğitimler verilmiş.		
	Etkilenen	Çalışan-Ekipman			
	Risk Derecelendirmesi	Olasılık			3
		Frekans			6
		Şiddet			40
		Risk			720
	Karar	Çok Yüksek Risk			
	Düzeltilici Faaliyet	Çalışmaya Ara Verilerek Derhal Tedbir Alınmalı			
	Olasılık	3			
	Frekans	6			
Şiddet	7				
Risk	126				

Tablo 7. Fine-Kinney pat sahası yükselip/ alçalma ve yüklere hareket verebilme özellikleri ile donatılmış araç işlemleri değerlendirme tablosu.


Ana Faaliyet	Tehlike Kaynağı →	Yükselip/Alçalma ve Yüklere Hareket Verebilme Özellikleri İle Donatılmış Araç (Konteyner Düşmesi, Yüksekten Düşme, Araç Hareketi Esnasında Oluşacak Kazalar.)	Mevcut Durum	Yükselip/Alçalma ve Yüklere Hareket Verebilme Özellikleri ile Donatılmış Araç	
Pat Sahası— Ramp Hizmetleri	Tehlike	Uzun Kopması, Yaralanma	Personel Eğitilmiş, Eylem planına eklenmiş ve çalışanlara gerekli eğitimler verilmiş.		
	Etkilenen	Çalışan			
	Risk Derecelendirmesi	Olasılık			0.5
		Frekans			6
		Şiddet			15
		Risk			45
	Karar	Kesin Risk			
	Düzeltilici Faaliyet	Eylem Planına Alınmalı			
	Olasılık	0.5			
	Frekans	6			
Şiddet	3				
Risk	9				

Tablo 8. Fine-Kinney uçak motor gürültüsü değerlendirme tablosu.

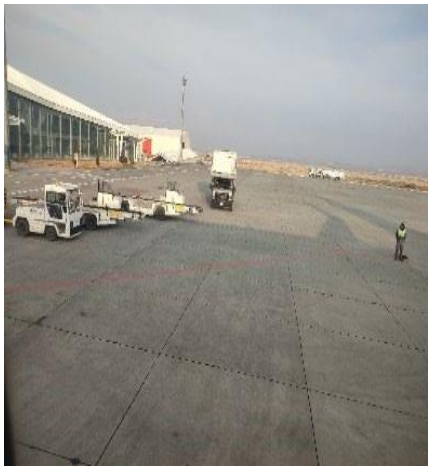
Ana Faaliyet	Tehlike Kaynağı →	Uçak-Jet Motoru	Mevcut Durum	
Pat Sahası— Ramp Hizmetleri	Tehlike	Gürültü	Personel Eğitilmiş, Koruyucu Kişisel Ekipman Kullanılıyor Fakat Eksikler Mevcut, Eksik Ekipman Temin Edilmeli. Eylem Planına Eklenmiş ve Çalışanlara Gerekli Eğitimler Verilmiştir.	
	Etkilenen	Çalışan		
	Risk Derecelendirmesi	Olasılık		3
		Frekans		6
		Şiddet		7
		Risk		126
	Karar	Önemli Risk		
	Düzeltilici Faaliyet	Dikkatle İzlenmeli ve yıllık eylem planına alınarak giderilmeli.		
	Olasılık	3		
	Frekans	6		
Şiddet	1			
Risk	18			

(PAT Sahası: Hava araçları ve bunların faaliyetleri ile ilgili araç-gereçlerin hareket etmesi ve park edilmesinde kullanılan asfalt, beton ve toprak yapıdaki pist, apron, taksi yolları ve bitişik alanları ifade eder.)

Tablo 9. Fine-Kinney pat sahası ağır yük kaldırma indirme işlemleri değerlendirme tablosu.

Ana Faaliyet	Tehlike Kaynağı →	Kargo Yükleme ve İndirme İşlemleri Esnasında Ağır Yük Kaldırma, İtme ve Çekme	Mevcut Durum	Ağır yük kaldırma indirme	
Pat Sahası— Ramp Hizmetleri	Tehlike	Kas-İskelet sistemi hastalıkları, yaralanma	Personel Eğitilmiş, Eylem planına eklenmiş ve çalışanlara gerekli eğitimler verilmiştir.		
	Etkilenen	Çalışan			
	Risk Derecelendirmesi	Olasılık			3
		Frekans			6
		Şiddet			15
		Risk			270
	Karar	Yüksek Risk			
	Düzeltilici Faaliyet	Kısa Vadeli eylem Planına Alınarak Giderilmeli			
	Olasılık	3			
	Frekans	6			
Şiddet	3				
Risk	54				

Tablo 10. Fine-Kinney Bilinçsiz ve yetkisiz personel davranışları.

Ana Faaliyet	Tehlike Kaynağı →	Bilinçsiz ve yetkisiz personel	Mevcut Durum	Zemin ve araçlar	
Pat Sahası – Genel Hizmetler	Tehlike	Zemin çizgileri, tabelalar ve ışıklandırmaların anlamlarını bilmeyen çalışanlar	Personel Eğitilmiş, Eylem planına eklenmiş ve çalışanlara gerekli eğitimler verilmiştir.		
	Etkilenen	Çalışan			
	Risk Derecelendirmesi	Olasılık			1
		Frekans			6
		Şiddet			100
		Risk			600
	Karar	Çok Yüksek Risk			
	Düzeltilici Faaliyet	Çalışmaya Ara Verilerek Derhal Tedbir Alınmalı			
	Olasılık	1			
	Frekans	6			
Şiddet	7				
Risk	42				

4. SONUÇ

Sivil havacılık endüstrisi, genel faaliyetleri bakımından çalışan sağlığı için önemli derecede tehlikeli ve çok tehlikeli işleri içermektedir. Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO), çalışan sağlığını korumak ve çalışma ortamını daha güvenli hale getirmek için birçok tavsiye kararı ve sözleşme metni ortaya koymuştur. Bu sözleşmelere taraf ülkeler, ulusal mevzuatlarında gerekli düzenlemeleri yaparak tüm işletmeleri için bağlayıcı hükümler getirmiştir. Havacılık endüstrisi, kesin kuralların uygulandığı bir sektördür; aksi halde telafi edilmesi zor durumlarla karşılaşılabilir. Havacılık sektöründe, her bir iş sahası kendi kurallarına sahiptir ve bu kuralların kesin bir şekilde öğretildiği eğitim süreçleri bulunmaktadır. Sektör çalışanı olmak isteyen adaylar, eğitime tabi tutulmadan işe başlatılmamaktadır. Çalışanların kendi birimlerinde yetkilendirildikleri işleri yapmaları, yönetim kademesi tarafından denetim ve gözetim altında gerçekleştirilmektedir. Özellikle hava tarafında çalışan personel için zemin çizgileri, tabelalar ve sesli/ışıklı uyarı sistemleri gibi göstergelerin anlamını bilmek son derece önemlidir.

Bu çalışma boyunca Kars Harakani Havalimanı terminal binası, hava tarafında yapılan gözlemler neticesinde aşağıdaki sonuçlara varılmıştır: (i) Bu alanda çalışan personel sadece yetkilendirildikleri işleri yapmalı ve belirli periyotlarla iş farkındalıkları denetlenmelidir. (ii) Bu alanda bulunan zemin çizgileri, tabelalar ile sesli ve ışıklı ikazcıların görünür ve faal durumda olduğu sürekli kontrol edilmelidir. (iii) Bagaj ve kargo yükleme-indirme işinde çalışan personelin, yapmış oldukları işin belirli bölümlerinde kendi kas güçleri ile bu işi yapıyor olmaları sebebiyle kas iskelet sistemi hastalıklarının görülmesi riskini arttırmaktadır. Bu sebepten ötürü gerek uçak içi bagaj istifleme gerekse şut altı bagaj dağıtım istasyonlarında çalışanlar için bu riski ortadan kaldıracak ya da etkisini azaltacak mühendislik önlemleri alınabilir. Uyarı afişleri ile havacılık yer destek ekipmanlarının (kesim-santim) yükseltilmesi, basamak zeminle eşit olması, basamakların alt başlangıcı esasında uyumlu bir açı ile rampa benzeri bir yapı düşmelerin azaltılmasında etkili olabilir. Yapılan kök neden analizleri sonucu verilen kararlar sorgulandığında eğitim, uyarı afişleri, korkuluk kullanımı eğitimi gibi önlemlere ulaşılabilir ve bu önlemler için düzeltici faaliyet talep edilebilir. Havaalanlarında yakıt kullanımı ve motor gürültüsüne ve titreşimine maruz kalma ile ilgili tehlikelerle karşı karşıyadır. İşitme hasarına, titreşimle ilgili yaralanmalara ve kimyasal maruziyetlere karşı koruma sağlamak için kulak koruması, titreşim önleyici eldivenler ve koruyucu giysiler gibi KKD'ler önerilir. Havaalanlarında iş güvenliği uzmanlarınca yapılacak olan risk değerlendirme işlemleri kapsamında hava tarafı kısmı, barındırdığı riskler ve bu alanda çalışan personelin yapmış olduğu işlemlerle alakalı bilgi düzeyi ve farkındalığı dikkate alınarak risk değerlendirmesinin yapılmasının daha uygun olacağı söylenebilir.

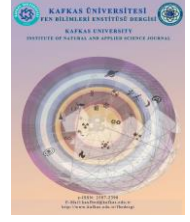
5. KAYNAKLAR

- Acar, İ., (2014). İSG Profesyonellerinin Çalışma Koşulları ile İSG Hizmeti Alınan ve Alınmayan İşyerlerinde İş Kazası ve Meslek Hastalığı Sıklığının Değerlendirilmesi. Yayınlanmamış Uzmanlık Tezi. Ankara.
- Akalp, G., Aytaç, S., (2005). İş Sağlığı ve Güvenliği Açısından Güvenlik Kültürü Oluşumu ve Bir Uygulama, IV. Uluslararası İş Sağlığı ve Güvenliği Konferansı (Bildiri), Ankara.
- Demirbilek, T., (2008). İşletmelerde İş Güvenliği Kültürünün Geliştirilmesi, Çalışma Ortamı, Sayı: 96, Sayfa: 5-7.
- Gerek, N., (2000). İş sağlığı ve İş güvenliği 1. Baskı, Anadolu Üniversitesi, Açıköğretim Fakültesi Yayınları, Eskişehir.
- Hudson, P., (2001). Safety culture-theory and practice. Leiden University (Netherlands) centre for safety science.
- INSAG-1 https://kutuphane.tenmak.gov.tr/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=15909&shelfbrowse_itemnumber=21820 (08.05.2022)
- Kennedy, R., and Kirwan, B. (1998). Development of a hazard and operability based method for identifying safety management vulnerabilities in high risk systems. Safety science, 30(3), 249-274.
- Özkılıç, Ö., (2005). İş Sağlığı ve Güvenliği, Yönetim Sistemleri ve Risk Değerlendirme Metodolojileri. TİSK Yayınları, Ankara.
- Seyyar, A., (2005). Ulusal ve Uluslararası Mevzuat Açısından İş Sağlığı ve Güvenliği Sisteminde İşyeri Hekimliği ve İşyeri Hekimliği Uygulamaları.
- URL1. <https://sozluk.gov.tr/> (08.05.2022).
- URL2. <https://isgb.eskisehir.edu.tr/tr/Icerik/Detay/tehlake-ve-risk> (05.12.2024).
- URL3. <https://web.shgm.gov.tr/tr/kurumsal/1--tarihce> (15.05.2022).
- URL4. https://www.isgyonetimi.com/FineKinneyRisk_matrix (10.12.2024).
- World Health Organization. (June 1946) Constitution of the World Health Organization as adopted by the International Health Conference, New York, 19-22.
- Zhang, Y., Rudis, R. P., Wang, F. Y., and Spitzer, E. A., (2001). Simulation of Jet Blast Effect on Landing Aircraft, Air Traffic Control Quarterly, Vol. 9, No. 3, pp. 211-227.



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

Sodyumbromür-Baryumhipofosfit-Su Üçlü Su- Tuz Sistemindeki Yoğunluğun Farklı Sıcaklıklarda İncelenmesi

Hasan ERGE^{1*}, Ali Rıza KUL¹, Vedat ADIGÜZEL², Resul Fırat KAHRAMANER³ & Benay YENİCE³

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

² Kafkas Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Kimya Mühendisliği Bölümü, Kars, Türkiye

³ Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, Van, Türkiye

(İlk Gönderim / Received: 25. 08. 2023, Kabul / Accepted: 12. 12. 2024, Online Yayın / Published Online: 24.12.2024)

Anahtar Kelimeler:

Yoğunluk,
Üçlü sistem,
Çözünürlük,
Ba(H₂PO₂)₂.

Özet: Bu çalışmaya göre; fizikokimyasal analiz yöntemleri uygulanarak; Ba²⁺ Na⁺ / Br⁻, H₂O // (H₂PO₂)⁻ tuz-su sisteminde bulunan NaBr- H₂O- Ba(H₂PO₂)₂ üçlü sistemin 273.15 ile 323.15K sıcaklıktaki yoğunlukları üzerine çalışma yapıldı. NaBr-H₂O-Ba(H₂PO₂)₂ üçlü su-tuz sisteminin 273.15 K ve 323.15 K sıcaklıklardaki yoğunluklarının incelenmesi amaçlanmıştır. Araştırmanın temel problemi, bu üçlü sistemin yoğunluk özelliklerinin sıcaklık ve bileşim değişiklikleriyle nasıl etkilendiğini anlamak ve ötonik noktalarını belirlemektir. Bu bilgiler, tuz-su sistemlerinin fizikokimyasal davranışlarını anlamak ve ileri kimyasal uygulamalarda kullanılabilir veri sağlamak için önemlidir. Yoğunluk ve ötonik noktaların tanımlanmış çalışmada kullanılan cihazlar (piknometre, termostat) ve kimyasallar açıklanmıştır. NaBr-H₂O-Ba(H₂PO₂)₂ sisteminin farklı sıcaklıklardaki yoğunluk değişimleri ve ötonik nokta bileşimleri sunulmaktadır. NaBr-H₂O-Ba(H₂PO₂)₂ sisteminde, hem 273.15 K hem de 323.15 K sıcaklıklarda ötonik noktalar tespit edilmiştir. 273.15 K sıcaklıkta ötonik nokta bileşimi: %40.95 NaBr, %52.35 H₂O, %6.70 Ba(H₂PO₂)₂; yoğunluk: 1522 kg/m³tür. 323.15 K sıcaklıkta ötonik nokta bileşimi: %48.62 NaBr, %46.17 H₂O, %5.21 Ba(H₂PO₂)₂; yoğunluk: 1619 kg/m³tür. Sıvı faz yoğunlukları, ötonik noktadaki tuz miktarlarının artışı ile sistemin doygun çözeltilerinin yoğunluklarından daha yüksek değerler göstermiştir. Yoğunluk, bileşim ve sıcaklık değişiklikleri arasında belirgin bir korelasyon bulunmuştur. Yoğunluk değişimleri, sistemde çözülmüş madde miktarına ve sıcaklığa bağlıdır. Ötonik noktadaki yoğunluk artışı, bu noktada çözülmüş tuz miktarlarının yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. Elde edilen veriler, farklı sıcaklıklarda tuz-su sistemlerinin davranışlarını anlamada önemli bir kaynak sağlamaktadır. Ayrıca, bu tür sistemlerin kimyasal üretim süreçlerinde kullanılabileceği önerilmiştir

Investigation of Density in Sodiumbromide- Bariumhypophosphite-Water Triple Water-Salt System at Different Temperatures

Keywords:

Density,
Ternary system,
Solubility,
Ba(H₂PO₂)₂

Abstract: According to this study; by applying physicochemical analysis methods; The densities of NaBr- H₂O- Ba(H₂PO₂)₂ ternary system in Ba²⁺ Na⁺ / Br⁻, H₂O // (H₂PO₂)⁻ salt-water system at temperatures of 273.15 and 323.15K were studied. The aim was to investigate the densities of NaBr-H₂O-Ba(H₂PO₂)₂ ternary water-salt system at temperatures of 273.15 K and 323.15 K. The main problem of the research is to understand how the density properties of this ternary system are affected by temperature and composition changes and to determine their eutonic points. This information is important for understanding the physicochemical behavior of salt-water systems and to provide usable data in advanced chemical applications. The definition of density and eutonic points was made, the devices (pycnometer, thermostat) and chemicals used in the study were explained. Density changes and eutonic point compositions of NaBr-H₂O-Ba(H₂PO₂)₂ system at different temperatures are presented. In NaBr-H₂O-Ba(H₂PO₂)₂ system, eutonic points were detected at both 273.15 K and 323.15 K. The eutonic point composition at 273.15 K is: 40.95% NaBr, 52.35% H₂O, 6.70% Ba(H₂PO₂)₂; density: 1522 kg/m³. The eutonic point composition at 323.15 K is: 48.62% NaBr, 46.17% H₂O, 5.21% Ba(H₂PO₂)₂; density: 1619 kg/m³. Liquid phase densities showed higher values than the densities of saturated solutions of the system with the increase of salt amounts at the eutonic point. A significant correlation was found between density, composition and temperature changes. Density changes depend on the amount of dissolved substance in the system and the temperature. The density increase at the eutonic point is due to the high amount of dissolved salt at this point. The obtained data provide an important source for understanding the behavior of salt-water systems at different temperatures. In addition, it was suggested that such systems could be used in chemical production processes.

1. GİRİŞ

Maddenin hem görünüşü hem de şekliyle ilgili madde bileşimini değiştirmeyen özelliklere fiziksel özellikler denir. Maddenin fiziksel özelliklerini iki ana başlıkta toplayabiliriz. Bunlar ekstensif (kapasite özelliği) ve intensif (şiddet özelliği)'dir. Miktarla bağımlı olan ağırlık ve hacim gibi özellikler madde miktarına bağlı olan ekstensif özelliklerdir. Yoğunluk, kaynama noktası vs. özellikler ise madde miktarına bağlı olmayan intensif özellikleri oluşturur. Maddenin birim hacimdeki kütesine yoğunluk adı verilir. Yoğunluk = kütle.hacim⁻¹ ya da $d = m.V^{-1}$ formülüyle gösterilir. Burada hacim ve kütle birimleri SI birim sistemine göre; m³ ve kg'dır. Genellikle daha fazla karşılaşılan yoğunluk birimi ise g.cm⁻³ veya g.mL⁻¹'dir. Yoğunluk piknometre adı verilen aletle ölçülür. Maddelerin yoğunlukları sıcaklığa bağlı olarak değişir. Genellikle sıcaklık artışı yoğunluğu azaltmaktadır. Ancak sıcaklık arttıkça hacmi azalan ve yoğunluğu artan maddelerde bulunmaktadır. Erge (2019),'nin belirttiği gibi; Kurnakov tarafından ilk kez ifade edilen fizikokimyasal analiz yöntemi, sistemdeki herhangi bir özelliğe bakılarak (tuzluluk, yoğunluk, viskozite, iletkenlik vb.) sözü edilen bu sistemin bileşenlerinin birbirlerini nasıl etkilediklerini ortaya koymak için kullanılan bir araştırma yöntemidir. Adıgüzel (2009)' e göre; söz konusu olan bu yöntem dengedeki çözeltinin (sıvı fazdaki) yoğunluğunun analizine dayanmaktadır. Aşağıda yazılmış olan formül kullanılarak hesaplamalar yapılmaktadır.

$$d(t)_{\text{çöz.}} = [(m_{\text{çöz.}} - m_0) : (m_{\text{H}_2\text{O}} - m_0)] \times D_{\text{H}_2\text{O}}^{(t)}$$

burada;

$m_{\text{çöz.}}$ = piknometrenin çözelti ile tartı miktarı,

$m_{\text{H}_2\text{O}}$ = piknometrenin destile su ile tartısı

m_0 = boş olan piknometrenin tartı miktarı,

$D_{\text{H}_2\text{O}}^{(t)}$ = suyun (t) sıcaklıktaki yoğunluğu.

Alişoğlu (2004), fizikokimyasal analiz yöntemlerini kullanarak, Mn⁺⁺, Na⁺ / Cl⁻, H₂O// (H₂PO₂)⁻ tuz-su sisteminde 25°C sıcaklıktaki yoğunluğu, viskoziteyi, faz dengelerini ve çözünürlüğü araştırmıştır. Araştırmalarının sonunda iki ötonik nokta belirlemiştir. Öncelikle birinci ötonik noktanın bileşimini (%kütle olarak); MnCl₂ - % 41.50, NaCl - % 4.12, H₂O - % 52.32, Mn(H₂PO₂)₂ - % 2.06 ve şeklinde tespit etmiştir. Sözü edilen bu ötonik noktada 25°C sıcaklıkta bulunan sıvı faz ile aşağıda belirtilen üç katı fazın dengede olduklarını tespit etmiştir: MnCl₂.4H₂O, NaCl, Mn(H₂PO₂)₂.H₂O'dir. Yukarıda belirtilen katı fazlarla denge halinde olan sıvı fazın yoğunluğu ve viskozitesi 1522kg.m⁻³ ve 16.20.10⁻³ Pa.s olarak belirtilmiştir. İkinci ötonik noktada sıvı faz ile dengede bulunan üç katı faz Mn(H₂PO₂)₂.H₂O, NaCl, NaH₂PO₂.H₂O olarak saptamıştır. Sözü edilen ötonik noktanın bileşimini ise NaH₂PO₂ - % 46.38, NaCl - % 1.80, H₂O - % 51.72, Mn(H₂PO₂)₂ - % 0.10 olarak belirtmiştir. İkinci ötonik noktadaki dengede bulunan sıvı fazın yoğunluğunu ve viskozitesini sırasıyla 1365 kg.m⁻³ ve 14.42.10⁻³ Pa.s olarak saptamıştır.

Alişoğlu (2005), izotermik yöntem kullanılarak Mn⁺⁺ Na⁺ / Br⁻, H₂O // (H₂PO₂)⁻ tuz-su sisteminde 25°C sıcaklıktaki çözünürlüğünü, faz dengelerini, viskoziteyi ve yoğunluğu tayin etmiştir. Çalışmalar sonunda iki ötonik nokta tespit

etmiştir. İlk olan ötonik nokta bileşimini (% kütle olarak); MnBr₂ - % 58.36, NaBr - % 13.72, H₂O - % 26.64 ve Mn(H₂PO₂)₂ - % 1.28 şeklinde tayin etmiştir. Saptanan bu ötonik noktada bulunan 25°C sıcaklıktaki sıvı faz ile aşağıda belirtilen üç katı haldeki fazın dengede olduklarını belirlemiştir. Bunlar MnBr₂.4H₂O, NaBr.2H₂O, Mn(H₂PO₂)₂.H₂O'dır. Yukarıda belirtilen katı fazlarla birlikte dengede olan sıvı fazın viskozitesi 17.85. 10⁻³ Pa.s ve yoğunluğu 2047 kg.m⁻³ olarak belirtilmiştir. İkinci ötonik noktada sıvı faz ile dengede bulunan üç katı fazın ise Mn(H₂PO₂)₂.H₂O, NaH₂PO₂.H₂O, NaBr.2H₂O olduklarını saptamıştır. Sözü edilen ötonik noktadaki bileşim ise Mn(H₂PO₂)₂ - % 0.39, NaBr - % 22.00, H₂O - % 37.39 ve NaH₂PO₂ - % 40.22 yüzdelik olarak belirtilmiştir. İkinci ötonik noktada dengede bulunan sıvı fazın viskozitesi 27.15 .10⁻³ Pa.s ve yoğunluğu 1635 kg.m⁻³ olarak saptanmıştır. Sözü edilen dördü olan karşılıklı tuz-su sistemindeki Mn(H₂PO₂)₂.H₂O kristal hidratın kristalleşme bölümünün öteki bileşenlere oranla en büyük alanı kapladığı görülmüştür. (genel olarak kristalleşme bölümünün % 92.00'si).

Ergen ve ark. (2008), Ba²⁺, Na⁺ / Cl⁻, H₂O // (H₂PO₂)⁻ tuz-su sisteminde yer alan H₂O-Ba(H₂PO₂)₂- BaCl₂ üçlü olan sistemin 0°C de bulunan sıcaklıkta yoğunluğunu, çözünürlüğünü, faz dengelerini ve iletkenliğini tayin etmek için çalışmalar yapmışlardır. Araştırmalar esnasında bu sistemin aşağıdaki bileşimi içeren bir ötonik noktasının bulunduğunu saptamışlardır. (% kütle olarak); Ba(H₂PO₂)₂- 7.85, BaCl₂-22.53 ve H₂O-69.62 Tespit ettikleri bu ötonik noktada sıvı faz ile iki katı fazın dengede olduğunu belirtmişlerdir: Ba(H₂PO₂)₂. H₂O ve BaCl₂.2H₂O

Alacabey ve ark. (2010), yaptıkları çalışmada Ba²⁺ Na⁺ / Cl⁻, H₂O // (H₂PO₂)⁻ tuz-su sisteminde bulunan H₂O-NaH₂PO₂-Ba(H₂PO₂)₂ tuz-su sisteminin 0°C sıcaklıktaki yoğunluğunu, faz dengelerini, çözünürlüğünü ve iletkenliğini araştırmışlardır. Sözü edilen sistemdeki aşağıdaki bileşime sahip olan ötonik noktayı saptamışlardır. (% kütle olarak); H₂O-54.18, Ba(H₂PO₂)₂-0.55, NaH₂PO₂-45.27

Adıgüzel (2014), yapmış olduğu çalışmasında Zn²⁺ Na⁺ / Cl⁻, H₂O// (H₂PO₂)⁻ dördü tuz-su sisteminin 0°C sıcaklıktaki izotermik yöntem kullanarak yoğunluğunu, viskozitesini, çözünürlüğünü, faz dengelerini, tuzluluk oranını ve iletkenliğinin araştırmasını yapmıştır. İki ötonik nokta saptamıştır. İlk ötonik nokta bileşimini (% kütle olarak); H₂O-54.43, NaH₂PO₂-43.99, Zn(H₂PO₂)₂-0.49, NaCl-1.09 olarak belirlemiştir. Sözü edilen ötonik noktada 0°C sıcaklıktaki sıvı faz ile beraber aşağıda belirtilen üç katı haldeki fazın dengede olduğu tespit edilmiştir. Bu fazlar Zn(H₂PO₂)₂.H₂O, NaCl, NaH₂PO₂.H₂O'dır. İkinci olarak belirlenen ötonik noktanın bileşimi (% kütle olarak ölçülen değerler); H₂O-33.26, Zn(H₂PO₂)₂-6.78, ZnCl₂-54.82, NaCl-5.14 olarak saptamıştır. Sözü edilen ötonik noktada 0°C sıcaklıkta sıvı faz ile üç katı haldeki fazın dengede olduklarını tespit etmiştir. Bu fazlar ZnCl₂.2H₂O, 2NaCl.ZnCl₂.2H₂O, Zn(H₂PO₂)₂, 'dir.

Özdek ve ark. (2014), Ba²⁺ Na⁺ / Cl⁻, H₂O// (H₂PO₂)⁻ tuz-su sisteminde bulunan H₂O- Ba(H₂PO₂)₂-Na₂Cl₂ üçlü su-tuz sisteminin 50°C sıcaklıktaki izotermik yöntem kullanarak yoğunluğunu, faz dengelerini, çözünürlüğünü ve iletkenliğini

saptamak için çalışmalar yapmışlardır. Sözü edilen sistemdeki "Bileşim-Özellik" diyagramını çizmişlerdir.

Zheng ve ark. (2016), çalışmalarında, tuzlu olan minerallerin çözünürlüklerini ve iki üçlü sistemdeki çözeltilerin yoğunluklarını, kalsiyum klorür-su-çinko klorür ve potasyum klorür-su-çinko klorür, izotermal yöntem kullanılarak çözünme denge metodu ile 373 K'de ölçmüşlerdir. Tespit edilen denge çözünürlük verisi ve karşılığı olan denge katı fazlarına göre, iki sistemin yoğunluk diyagramlarını ve faz diyagramlarını çizmişlerdir. Üçlü $\text{CaCl}_2\text{-H}_2\text{O-ZnCl}_2$ sistemin 373 K'de faz diyagramı üç tek değişkenli çözünürlük eğrisi, iki değişmez nokta ve $\text{CaCl}_2 \cdot \text{ZnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, ZnCl_2 , $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ye karşılık gelen üç katı kristalin faz bölümünden meydana geldiğini belirtmişlerdir. Buna ek olarak üçlü $\text{KCl-H}_2\text{O-ZnCl}_2$ sistemin 373 K'de faz diyagramı, üç tek değişkenli çözünürlük eğrisi, iki değişmez nokta ve $2\text{KCl} \cdot \text{ZnCl}_2$, KCl ve ZnCl_2 'ye karşılık gelen üç katı kristalin faz alanından meydana geldiğini belirtmişlerdir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Araştırması Yapılan Sistemde Kullanılan Cihazlar ve Kimyasallar

Araştırılması yapılan sistemin yoğunluğu, çözünürlüğü, dengede olan fazları ve iletkenliği tayin edilirken özel bir cam kap kullanıldı. Çözeltilerin yoğunluk tayinini yapmak için 5-10 mL hacme sahip olan piknometre kullanıldı. Pipet kullanılarak araştırması yapılan bu sistemin sıvı faz kısmından numune alınarak piknometreye aktarıldı. Gerekli olan hacimden biraz daha fazlası ilave edildi. Çözeltinin olduğu aynı olan sıcaklıkta termostatta 15-20 dakika kadar bekletildi. Bu işlem sonunda süzgeç kâğıdından küçük bir parça alınarak piknometrede bulunan çözelti, var olan çizgiye kadar ilave edildi. Piknometre, süzgeç kâğıdı arasında kurutularak tartıldı (Şekil 1 ve Şekil 2).

$\text{NaBr-H}_2\text{O-Ba(H}_2\text{PO}_2)_2$ üçlü tuz-su sistemini oluşturmak için; Merck ve Riedel-de Haen'in tuzları kullanılmıştır.

$\text{Ba(H}_2\text{PO}_2)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ tuzu ise;



Şekil 1. Bu yöntemin araştırılması esnasında ihtiyaç duyulan özel cam düzenek.



Şekil 2. Araştırılması yapılan sistemde kullanılmış olan piknometre.

tepkimesi sonucunda laboratuvar ortamında saf olarak elde edilmiştir. Elde edilen tuz için iki defa kristallendirme işlemi yapılmıştır (Erge, 2013). Sistemdeki dengede bulunan fazlar ve çözünürlük tayini için elektro- termostata monte edilmiş özel cam kap, sistemdeki sıvı fazın yoğunluğunu tespit etmek için 5 mL hacmi olan piknometre kullanılmıştır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

273.15 K sıcaklıkta; $\text{NaBr-H}_2\text{O-Ba(H}_2\text{PO}_2)_2$ tuz-su sisteminden elde edilmiş olan verilere bakılarak; basit ötonik sistemler çeşitlerine ait olduğu tespit edilmiştir. Çalışılan bu sistemin ötonik noktasının bileşimi (% kütle); 40.95- $\text{NaBr-H}_2\text{O-52.35, Ba(H}_2\text{PO}_2)_2\text{-6.70}$ olarak belirlenmiştir. Aynı noktadaki yoğunluk ise; 1522 kg.m^{-3} 'tür. $\text{NaBr-H}_2\text{O-Ba(H}_2\text{PO}_2)_2$ tuz-su sisteminin 273.15 K sıcaklıktaki sıvı fazın yoğunluk tayini esnasında elde edilmiş olan deneysel veriler Tablo 1'de ve yoğunluğun bileşim ile değişimi Şekil 3'te gösterilmiştir. Tablo 1'deki bilgilere bakılarak $\text{NaBr-H}_2\text{O-Ba(H}_2\text{PO}_2)_2$ tuz-su sistemin 273.15 K sıcaklıktaki yoğunluğunun Yeneke-Le Chatelier yöntemiyle diyagramı çizilmiştir.

Tablo 2'de belirtilen verilere göre $\text{NaBr-H}_2\text{O-Ba(H}_2\text{PO}_2)_2$ tuz-su sistemin 323.15 K sıcaklığındaki yoğunluğu Yeneke-Le Chatelier yöntemine dayanılarak diyagramı çizilmiştir.

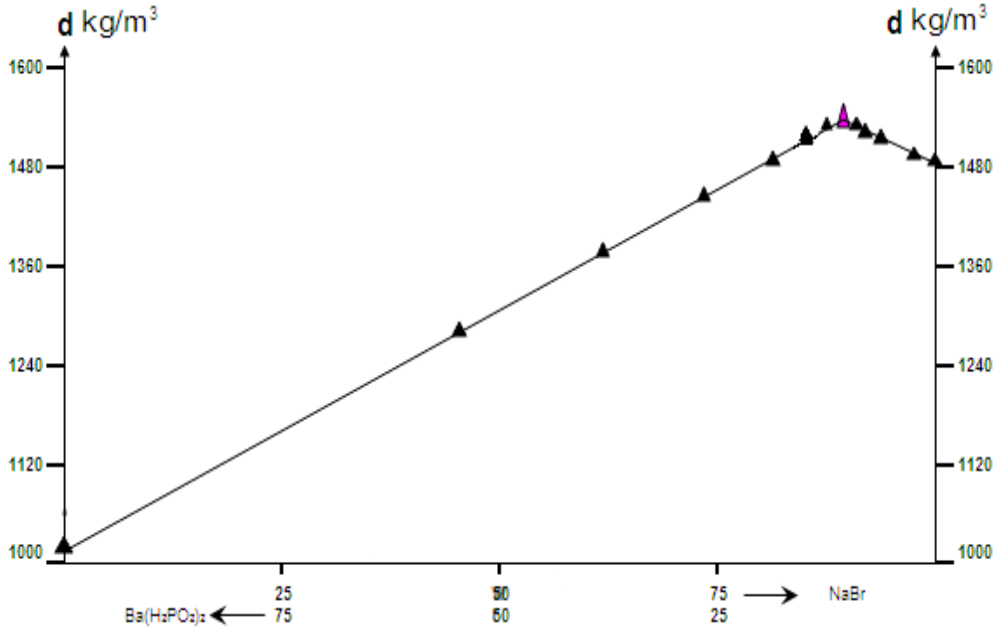
273.15 K sıcaklıkta çalışılan $\text{NaBr-H}_2\text{O-Ba(H}_2\text{PO}_2)_2$ tuz-su sisteminin yoğunluğunun tayini esnasında üçgenin $\text{H}_2\text{O-NaBr}$ tarafından $\text{Ba(H}_2\text{PO}_2)_2$ köşesine ilerlediğimizde sıvı fazın yoğunluk değeri 1482 kg.m^{-3} 'den (NaBr doymuş çözeltisinin yoğunluğu), sisteme $\text{Ba(H}_2\text{PO}_2)_2$ tuzu ilave edildikten sonra sonuç değişerek 1522 kg.m^{-3} 'e kadar (sistemin sıvı fazının ötonik noktadaki yoğunluğu) yüksek bir değere geldiği gözlenmiştir.

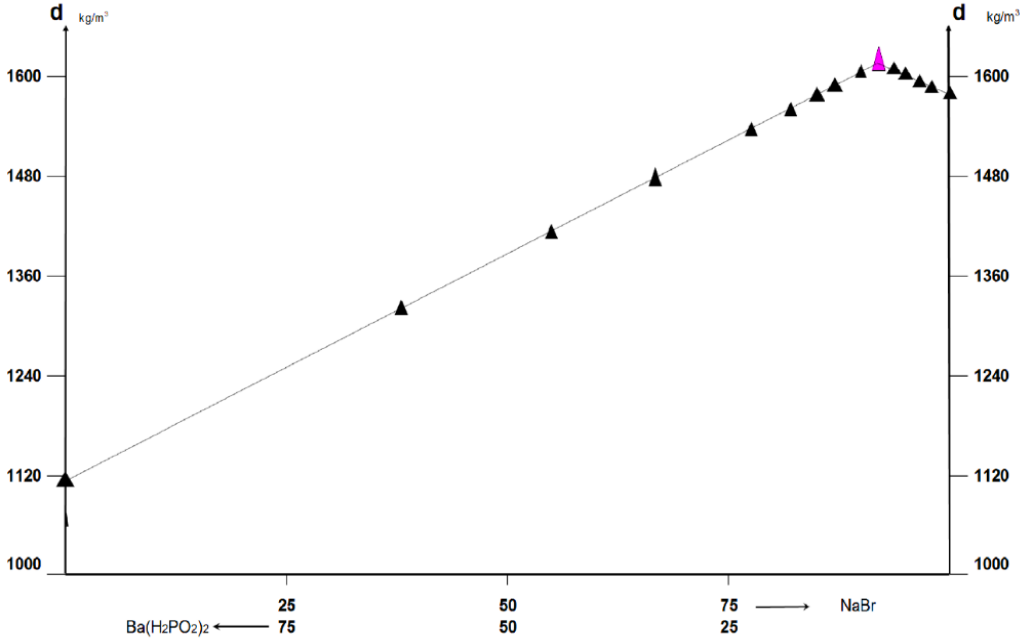
Tablo 1. Ba(H₂PO₂)₂- NaBr- H₂O tuz-su sisteminin 273.15 K sıcaklıktaki çözünürlük ve yoğunluk sisteme değişim verileri.

No	Sıvı Faz(% Kütle)			100 Mol Tuz Karışımında		100 Mol Tuza	d (kg.m ⁻³)
	NaBr	Ba(H ₂ PO ₂) ₂	H ₂ O	NaBr	Ba(H ₂ PO ₂) ₂	Karşı H ₂ O Mol Sayısı	
1	43.39	0.00	56.61	100.00	0.00	1493	1482
2	42.15	2.15	55.70	96.21	3.79	1455	1495
3	41.80	4.25	53.95	92.72	7.28	1325	1505
4	41.50	5.85	52.65	90.19	9.81	1306	1510
5	41.18	6.50	52.32	89.14	10.86	1302	1518
6	40.95	6.70	52.35	88.79	11.21	1299	1522
7	40.95	6.70	52.35	88.79	11.21	1299	1522
8	40.25	7.25	52.50	87.79	12.21	1311	1517
9	36.12	8.18	55.70	85.12	14.88	1602	1510
10	28.66	8.96	62.38	80.56	19.44	2007	1492
11	22.52	10.48	67.00	73.58	26.42	2352	1430
12	15.51	12.38	72.11	61.88	38.12	3400	1360
13	8.63	13.99	77.38	44.43	55.57	4825	1274
14	0.00	15.03	84.97	0.00	100.00	8386	1143

Tablo 2. NaBr- H₂O-Ba(H₂PO₂)₂ tuz-su sisteminin 323.15 K sıcaklıktaki çözünürlüğü ve yoğunluğunun sistemin bileşimi ile değişimi.

No	Sıvı Faz(% Kütle)			100 Mol Tuz Karışımında		100 Mol Tuza Karşı H ₂ O Mol	d (kg.m ⁻³)
	NaBr	Ba(H ₂ PO ₂) ₂	H ₂ O	NaBr	Ba(H ₂ PO ₂) ₂	Sayısı	
1	51.92	0.00	48.08	100.00	0.00	1060	1577
2	51.00	1.35	47.65	97.99	2.01	1048	1585
3	50.45	2.35	47.20	96.53	3.47	1034	1593
4	49.65	3.45	46.90	94.91	5.09	1026	1605
5	49.30	4.19	46.51	93.85	6.15	1013	1610
6	48.62	5.21	46.17	92.36	7.64	1004	1619
7	48.62	5.21	46.17	92.36	7.64	1004	1619
8	45.20	6.15	48.65	90.50	9.50	1115	1604
9	40.50	7.78	51.72	87.09	12.91	1273	1584
10	37.10	8.40	54.50	85.13	14.87	1431	1578
11	33.80	9.59	56.61	82.04	17.96	1573	1552
12	28.40	10.92	60.68	77.12	22.88	1886	1534
13	20.57	13.10	66.33	67.05	32.95	2475	1478
14	13.90	14.58	71.52	55.2	44.73	3255	1415
15	7.80	16.55	75.65	37.92	62.08	4209	1320
16	0.00	18.50	81.50	0.00	100.00	8386	1103

**Şekil 3.** NaBr- H₂O-Ba(H₂PO₂)₂ üçlü tuz-su sisteminin yoğunluğunun Yeneke-Le Chartelier diyagramı.



Şekil 4. NaBr- H₂O-Ba(H₂PO₂)₂ tuz-su sisteminin yoğunluğunun Yeneke-Le Chatelier diyagramı.

NaBr-H₂O-Ba(H₂PO₂)₂ tuz-su sisteminin 273.15 K sıcaklıktaki yoğunluğunun tayini esnasında üçgenin H₂O-Ba(H₂PO₂)₂ tarafından NaBr köşesine ilerlediğimizde sıvı fazın yoğunluk değeri 1143 kg.m⁻³'den (Ba(H₂PO₂)₂ doymun olan çözeltinin yoğunluğu), sisteme NaBr tuzu ilave edildikten sonra sonuç değişerek 1522 kg.m⁻³'e kadar (sistemdeki sıvı fazın ötonik noktada bulunan yoğunluğu) yüksek bir değere geldiği gözlenmiştir.

323.15 K sıcaklık değerinde ise elde edilen deneysel verilere göre; NaBr- H₂O-Ba(H₂PO₂)₂ üçlü tuz-su sisteminin basit ötonik sistemler çeşidine ait olduğu tespit edilmiştir. Çalışılan sistemin ötonik noktasının bileşimi ise (% kütle); % 5.21 Ba(H₂PO₂)₂, % 48.62 NaBr ve % 46.17 H₂O olarak tespit edilmiştir. Aynı noktadaki yoğunluk ise; 1619 kg.m⁻³ 'tür.

NaBr- H₂O-Ba(H₂PO₂)₂ tuz-su sisteminin 323.15 K sıcaklıkta bulunan sıvı fazda yoğunluk ölçülmesi esnasında belirlenen deneysel veriler Tablo 2'de ve yoğunluğun bileşim ile değişim diyagramı Şekil 4'te çizilmiştir.

323.15 K sıcaklık değerinde NaBr- H₂O-Ba(H₂PO₂)₂ tuz-su sisteminin araştırılması üçgenin H₂O-NaBr'ün olduğu taraftan Ba(H₂PO₂)₂ tarafına doğru yapıldığı esnada, sisteme Ba(H₂PO₂)₂ tuzu ilave edildikten sonra sıvı fazın yoğunluğunun 1577 kg.m⁻³'den (NaBr tuzunun doymun çözeltideki yoğunluğu) 1619 kg.m⁻³'e kadar (sıvı fazın ötonik noktadaki yoğunluğu) yükseldiği görülmüştür.

NaBr- H₂O- Ba(H₂PO₂)₂ tuz-su sisteminin 323.15 K sıcaklık değerinde araştırılması üçgenin H₂O-Ba(H₂PO₂)₂ olduğu taraftan NaBr tarafına doğru yapıldığı esnada, sisteme NaBr tuzu ilave edildikten sonra sıvı fazın yoğunluk değeri 1103 kg.m⁻³'den[Ba(H₂PO₂)₂ tuzunun doymun olan çözeltinin yoğunluğu] 1619 kg.m⁻³'e kadar (sıvı olan fazın ötonik noktadaki yoğunluğu) yükseldiği saptanmıştır.

4. SONUÇ

NaBr-H₂O-Ba(H₂PO₂)₂ üçlü tuz-su sisteminin yoğunluk özellikleri ve ötonik noktaları 273.15 K ve 323.15 K sıcaklıklarında kapsamlı bir şekilde analiz edildi. 273.15 K'de tespit edilen ötonik noktada, sistemin yoğunluğu 1522 kg/m³ olarak bulundu ve bu değer, saf suya veya bireysel tuzların doymun çözeltilerine kıyasla oldukça yüksekti. Benzer şekilde, 323.15 K sıcaklığında ötonik nokta yoğunluğu 1619 kg/m³'e ulaştı. Bu durum, sıcaklığın artışıyla yoğunlukta meydana gelen artışı doğrulamaktaydı. Her iki sıcaklıkta da yoğunluk artışının temel nedeni, ötonik noktalarda çözülmüş tuzların toplam konsantrasyonunun artmasıydı. Çalışmada, sıcaklığın yoğunluk üzerindeki etkisini net bir şekilde gösterildi. Daha yüksek sıcaklıklarda, çözeltideki bileşenlerin hareketliliği artmakta ve ötonik noktalarda tuzların çözünürlüğü daha fazlaydı. Bu da sistemin yoğunluğunun yükselmesine yol açtı. Araştırmada, farklı tuz-su sistemlerinin fizikokimyasal özelliklerini anlamada teorik bir temel sağlanmaktadır. Ayrıca, NaBr ve Ba(H₂PO₂)₂ gibi tuzların çözünme ve yoğunluk özelliklerinin net bir şekilde belirlenmesi, ileri kimyasal üretim süreçlerinde kullanılabilir potansiyel bir rehberdir. Çalışmada kullanılan fizikokimyasal yöntemler, deniz, yeraltı ve göl sularında bulunan tuzların incelenmesi gibi çeşitli çevresel ve endüstriyel problemlerin çözümü için uyarlanabilir niteliktedir. Elde edilen "Bileşim-Özellik" diyagramlarının, değerli kimyasal maddelerin geri kazanılmasında ve teknolojiye entegre edilmesinde kullanılabilir. Bu, çevresel sürdürülebilirliği artırırken ekonomik faydalar sağlayabilecek bir yaklaşımdır.

5. KAYNAKLAR

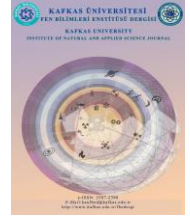
Adıgüzel, V., Erge, H., Kul, A.R. (2009). ZnCl₂-Zn(H₂PO₂)₂-H₂O Üçlü Sisteminin 0°C' de Çözünürlüğünün ve Faz Dengelerinin Araştırılması. 23. Ulusal Kimya Kongresi. 16-20 Haziran 2009, Sivas.

- Adıgüzel, V., Erge, H., Alişoğlu, V., Necefoğlu, H. (2014). Study of The Solubility, Viscosity and Density in Na^+ , $\text{Zn}^{2+}/\text{Cl}^- - \text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}^+ - \text{Zn}^{2+}/(\text{H}_2\text{PO}_2)^- - \text{H}_2\text{O}$, Na^+ , $\text{Cl}^-/(\text{H}_2\text{PO}_2)^- - \text{H}_2\text{O}$, and Zn^{2+} , $\text{Cl}^-/(\text{H}_2\text{PO}_2)^- - \text{H}_2\text{O}$ Ternary Systems, and in Na^+ , $\text{Zn}^{2+}/\text{Cl}^-$, $(\text{H}_2\text{PO}_2)^-//\text{H}_2\text{O}$ Reciprocal Quaternary System at 273.15 K. The Journal of Chemical Thermodynamics, 75, 35-44.
- Alacabey, İ., Erge, H., Kul, A.R., Adıgüzel, A., Özdek, U. (2010). $\text{NaH}_2\text{PO}_2\text{-Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2\text{-H}_2\text{O}$, Üçlü Sistemin 0°C Sıcaklıkta Çözünürlüğü, Yoğunluğu, İletkenliği ve Faz Dengelerinin Araştırılması. 24. Ulusal Kimya Kongresi. 29 Haziran-2 Temmuz 2010, Zonguldak.
- Alişoğlu, V. (2004). Etude de la Solubilité et des Phases en Equilibre Dans le Systeme Na^+ , $\text{Mn}^{2+}/\text{Cl}^-/(\text{H}_2\text{PO}_2)^-//\text{H}_2\text{O}$. Journal of the Algerian Chemical Society 14(1), 167-170.
- Alişoğlu, V. (2005). Etude de la Solubilité des Phases en Equilibre Dans le Systeme Na^+ , $\text{Mn}^{2+}/\text{Br}^-/(\text{H}_2\text{PO}_2)^-//\text{H}_2\text{O}$. Comptes Rendus Chimie, 8, 1684-1687.
- Erge, H., Adıgüzel, V., Kul, A.R. (2008). $\text{BaCl}_2\text{-Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2\text{-H}_2\text{O}$ Üçlü Sistemin 0°C Sıcaklıkta Çözünürlüğü, Yoğunluğu, İletkenliği ve Faz Dengelerinin Araştırılması. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 13, 24-30.
- Erge, H., Adıgüzel, V., Alişoğlu, V. (2013). Study of the Solubility in $\text{Na-Ba-Cl-H}_2\text{O}$, $\text{Na-Ba-H}_2\text{PO}_2\text{-H}_2\text{O}$, $\text{Na-Cl-H}_2\text{PO}_2\text{-H}_2\text{O}$, and $\text{Ba-Cl-H}_2\text{PO}_2\text{-H}_2\text{O}$ Ternaries, and in Na^+ , $\text{Ba}^{2+}/\text{Cl}^-$, $(\text{H}_2\text{PO}_2)^-//\text{H}_2\text{O}$ Reciprocal Quaternary System at 0°C . Fluid Phase Equilibria, 344, 13-18.
- Erge, H. (2019). $\text{NaBr-Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2\text{-H}_2\text{O}$ Su-Tuz Sistemindeki İletkenliğin 273.15 ve 298.15 K'de İncelenmesi. BEÜ Fen Bilimleri Dergisi 8 (4), 1281-1287.
- Özdek, U., Erge, H., Kul, A.R. (2014). $\text{NaCl-Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2\text{-H}_2\text{O}$ Üçlü Su-Tuz Sisteminin 250°C Sıcaklıkta İzotermik Yöntemle Çözünürlüğünün ve Faz Dengelerinin Araştırılması. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 19, 1-7.
- Zheng, X., Wen, X., He, X., Sang, S. (2016). Measurement of Mineral Solubilities in the Ternary Systems $\text{CaCl}_2\text{-ZnCl}_2\text{-H}_2\text{O}$ and $\text{KCl-ZnCl}_2\text{-H}_2\text{O}$ at 373 K. Journal of Solution Chemistry, 45, 1504-1515.



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 Earth is Heating Up: Causes, Effects, and Solutions of Global Warming

Hatice DİLAVER^{1*} & Kamil Fatih DİLAVER¹²

¹ Niğde Ömer Halis Demir Üniversitesi, Avrasya Araştırmaları, Niğde, Türkiye

² Niğde Ömer Halis Demir Üniversitesi, Elektrik Elektronik, Mühendisliği, Niğde Türkiye

(İlk Gönderim / Received: 06. 06. 2024, Kabul / Accepted: 14. 12. 2024, Online Yayın / Published Online: 24.12.2024)

Keywords:

Global Warming,
Climate Change,
Fossil Fuels.

Abstract: Global warming is currently emerging as a significant cause for concern worldwide. With the increase in atmospheric greenhouse gases, significant changes in the Earth's climate balance are occurring, leading to various environmental and economic issues. Effects such as the intensification of heat trapped during the passage of solar radiation through the atmosphere, rising sea levels, and increased frequency of extreme weather events are among the direct consequences of global warming. In this article, we will delve into the causes, effects, and possible solutions of global warming. Initially, we will briefly explore the fundamental concepts of global warming and the role of greenhouse gases in the atmosphere. Subsequently, we will examine how human activities and industrialization affect the increase of greenhouse gases in the atmosphere. Additionally, we will focus on the effects of global warming, evaluating its potential consequences on natural systems and human life. Finally, we will provide some recommendations for environmental policies and measures that could be taken to combat global warming. This article aims to serve as a starting point for understanding the complex and multifaceted nature of global warming. In the following sections, we will delve deeper into the topic to gain a better understanding of the complexity and severity of global warming. In conclusion, global warming is a complex problem with a multifaceted solution. Even though the challenges are great, if we act determinedly and collectively, we can achieve solutions. An approach that makes sustainability transparent and takes a long-term perspective can lead to a healthier planet and a safe life for future generations.

Dünya Isınıyor: Küresel Isınmanın Nedenleri, Etkileri ve Çözümleri

Anahtar Kelimeler:

Küresel Isınma,
İklim Değişikliği,
Fosil Yakıtlar.

Özet: Küresel ısınma günümüzde dünya genelinde ciddi bir endişe kaynağı olarak karşımıza çıkmaktadır. Atmosferdeki sera gazlarının artmasıyla birlikte, yeryüzündeki iklim dengesinde önemli değişiklikler yaşanmakta ve bunun sonucunda çeşitli çevresel ve ekonomik sorunlar ortaya çıkmaktadır. Güneş ışınlarının atmosferden geçişi sırasında tutulan ısının artması, deniz seviyelerinin yükselmesi, aşırı hava olaylarının sıklığının artması gibi etkiler, küresel ısınmanın doğrudan sonuçları arasında yer almaktadır. Bu makalede, küresel ısınmanın nedenleri, etkileri ve olası çözümleri ele alınacaktır. Başlangıç olarak, küresel ısınmanın temel kavramlarına ve atmosferdeki sera gazlarının rolüne kısaca göz atacağız. Sonrasında, insan faaliyetlerinin ve sanayileşmenin atmosferdeki sera gazlarını artırma sürecine nasıl etki ettiğini inceleyeceğiz. Bununla birlikte, küresel ısınmanın etkileri üzerinde durarak, doğal sistemler ve insan yaşamı üzerindeki potansiyel sonuçları değerlendireceğiz. Son olarak, küresel ısınmayla mücadelede alınabilecek önlemlere ve çevresel politikalara yönelik bazı öneriler sunacağız. Bu makale, küresel ısınmanın karmaşık ve çok yönlü doğasını anlamak için bir başlangıç noktası olmayı amaçlamaktadır. İlerleyen bölümlerde, konuyu daha derinlemesine ele alarak küresel ısınmanın karmaşıklığını ve ciddiyetini daha iyi anlayacağız. Sonuç olarak, küresel ısınma, çok yönlü bir çözüm, karmaşık bir sorundur. Zorluklar büyük olsa da kararlı ve ortak bir şekilde hareket ederse, çözümlerimizi ortadan kaldırmayabiliriz. Sürdürülebilirliği şeffaflaştıran ve uzun vadeli bir bakış açısı benimseyen bir yaklaşım, daha sağlıklı bir gezegen ve gelecek nesiller için güvenli bir yaşam sağlamanın yolunu bulabilir.

*Corresponding author: haticedilaver509@gmail.com

DOI: 10.58688/kujs.1496932

1. INTRODUCTION

The Earth's atmosphere consists of various gases. Solar rays pass through the atmosphere to heat the Earth's surface. Gases like CO₂, CH₄, N₂O, O₃, and CFCs (chlorofluorocarbons) in the atmosphere trap some of the heat from the sun, thus maintaining the Earth's surface at certain temperature levels. The ability of the atmosphere to retain heat prevents the freezing of oceans and seas. This warming and heat-trapping property of the atmosphere is known as the greenhouse effect (Güçlü, 2006).

Since the end of the 18th century, with the onset of the Industrial Revolution and especially from the 1950s onwards, the rapid increase in human activity and the release of significant amounts of CO₂, CH₄, N₂O, and other gases into the atmosphere by industrial systems have led to an excessive greenhouse effect. This has caused a gradual increase in temperature on Earth's surface (in the lower part of the atmosphere, known as the troposphere). Human activity has been present on Earth since its appearance, even before the Industrial Revolution. However, these activities never reached the scale to create an event like global warming. The effect of greenhouse gases on the emergence of Earth's temperature and climate is of undeniable importance. Greenhouse gases trap some of the incoming and reflected rays from the sun, helping to maintain the Earth's surface at temperatures suitable for humans and other living organisms. It is estimated that if greenhouse gases were not present in the atmosphere, the average temperature on Earth would be 33°C colder than it is today. Especially in the last 30 years, the increase in greenhouse gas emissions into the atmosphere, triggered mainly by technological advancements, excessive fuel consumption, and population growth, has led to the continuation of the effects of global warming due to reasons such as the thinning of the ozone layer (Appenzerler and Dimick, 2004).

Global warming is not just about the gradual increase in temperatures worldwide. It involves the occurrence of extreme heat in one region leading to the rapid spread of forest fires, increased desertification, and even endangering human life. Simultaneously, in another part of the world, excessive rainfall leads to widespread flooding, the occurrence of flood disasters, and extreme erosion events (Appenzerler, 2006).

Global warming also leads to the gradual melting of glaciers accumulated in the polar regions and high mountains. Consequently, with the rise in sea levels proportional to the melting of glaciers, countries with land below or at sea level, such as the Netherlands, Belgium, Denmark, and Germany, may gradually face the invasion of seas, triggering numerous natural disasters (Lopatto, 2013).

2. MATERIALS AND METHODS

2.1. Materials

This study was conducted to investigate the effects of air pollution and climate change on health worldwide. Data sources included reports from the World Health Organization, climate science research, academic studies,

articles published in scientific journals, and reports from various health organizations. A comprehensive literature review was conducted to determine the impacts of air pollution and climate change on children's health.

2.2. Methods

The methodology of this study is based on the analysis of existing scientific literature to assess the effects of air pollution and climate change on health. The literature review involved examining published research to identify the effects of air pollution and climate change on children's health. The focus areas of the research included low birth weight, respiratory diseases, neurological disorders, cognitive development, and the impacts of climate change on children's health. Compilation and analysis of existing data were used to understand the effects of air pollution and climate change on children's health. This study aims to provide fundamental knowledge to understand the effects of air pollution and climate change on children's health and to improve public health. A multidisciplinary approach, encompassing both qualitative and quantitative research methods, is required to analyze the effects of greenhouse gases on global warming and its consequences. This analysis will focus on examining historical data, scientific literature, and various models used to understand the impact of human activities on the Earth's climate system.

2.3. Scientific Literature Review

A systematic review of peer-reviewed articles, books, and reports published by climate scientists focusing on the greenhouse effect, global warming, and their consequences on the environment. This will include studies on CO₂, CH₄, N₂O and other related gases.

2.4. Case Studies

Analysis of specific regions affected by global warming, including both positive and negative impacts such as temperature increase, desertification, flooding and glacial melting. Particular attention will be paid to regions such as the polar regions, the Netherlands and other low-lying countries.

2.4. Analytical Techniques

2.4.1. Trend analysis

The use of statistical techniques to examine trends over time in temperature changes, greenhouse gas emissions, and associated impacts such as glacier melt, sea level rise, and extreme weather events. This analysis will highlight the relationship between human activity and observed changes in Earth's climate.

2.4.2. Comparative analysis

Comparison of climate data from regions heavily affected by global warming (e.g. polar regions) with less affected regions to assess broader impacts for global weather patterns and ecosystems.

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. The History of Global Warming

Since humans began spreading from the African continent to Asia and Europe, starting some 1.8 million years ago according to some, and 1.6 million years ago according to others, there have been several glacial periods and interglacial periods. These periods include the Günz (1.8 million-750 thousand years), Mindel (500-300 thousand years), Riss (250-130 thousand years), Würm glaciations (70-10 thousand years), and the interglacial periods between them: GünzMindel (750-500 thousand years), Mindel-Riss (300-250 thousand years), Riss-Würm (130-70 thousand years), and the post-Würm glaciation period (from 10 thousand years ago to the present). These glacial periods and interglacial periods on Earth have occurred due to various factors such as the Earth's movement around the Sun, tectonic movements, and volcanism, leading to periods of extreme warming and cooling on Earth. Many plant and animal species became extinct during these extraordinary periods, while new species emerged. Thus, observed extraordinary climate changes led to the disappearance of species unable to adapt to these conditions, while also facilitating the development of new species adapted to environmental conditions (Açikkol, 2006)

Furthermore, since the end of the Mesolithic period (approximately 10 thousand years ago) when humans began to transition to a settled lifestyle, the world's climate has followed a relatively stable course. Due to the lack of significant changes in recent history, we may assume that there have been no significant climate disasters or changes since the emergence of life on Earth. However, data from the science of paleoecology actually indicate that the Earth's climate system has not remained at a constant level. In short, from its formation, the Earth has experienced periods of warming and cooling several times. These events occurred within the natural cycles and conditions of nature. However, global warming is a phenomenon entirely different from past climate changes, as it is a direct result of human activity (Appenzerler and Dimick, 2004; www.cevreorman.gov.tr; 2003).

Greenhouse Gases and Their Characteristics Leading to Global Warming: Global warming is the rapid increase in the levels of greenhouse gases in the atmosphere due to human activities. The increase in human activities since the Industrial Revolution, the rapid spread of technology, and efforts to raise living standards have led to an excessive increase in the amount of greenhouse gases in the atmosphere. Especially since the second half of the 20th century, the rapid increase in greenhouse gases has led to the onset of natural disasters threatening the lives of plants, animals, and humans. According to a study by the Ministry of Environment and Forestry, human contributions to global warming include 49% from energy consumption, 24% from industry, 14% from deforestation and destruction of forests, and 13% from agricultural activities. Other studies have also found that human energy consumption has the highest impact on global warming (Bozoğlu and friend, 2003; www.cevreorman.gov.tr).

Solar rays, particularly energy-rich infrared rays, returning to space from the atmosphere after reaching the

Earth's surface, are prevented by greenhouse gases, leading to global warming. As the concentration of greenhouse gases in the atmosphere increases, their greenhouse effect also increases. The most prominent greenhouse gases in the atmosphere are Carbon Dioxide (CO₂), Methane (CH₄), Nitrous Oxide (N₂O), Ozone (O₃), Carbon Monoxide (CO), and Halocarbons (such as CFCs). Additionally, water vapor is also considered a greenhouse gas.

Carbon Dioxide (CO₂): It accounts for 82% of greenhouse gases. Although the amount of CO₂ in the atmosphere has remained unchanged for millions of years, it has increased by 31% since the beginning of the Industrial Revolution. While the annual increase in atmospheric CO₂ was 0.4% in the 20 years before 1990, it varied between 0.2% and 0.8% in later years. The majority of CO₂ released into the atmosphere is derived from widely used fossil fuels (Bozoğlu ve ark, 2003; Türe, 2003).

Methane (CH₄) Gas: It is the second most significant greenhouse gas after CO₂. Its quantity has increased by 151% since the beginning of the Industrial Revolution and continues to rise. There has been a slight decrease in methane emissions since 1990. Nearly half of the current methane emissions come from human activities such as the use of fossil fuels, waste disposal, animal husbandry, and rice cultivation (Kadioğlu, 2001).

Nitrous Oxide (NO₂) Gas: It has shown a 17% increase since the Industrial Revolution. Approximately one-third of nitrous oxide emissions into the atmosphere occur during the use of agricultural land, chemical industry processes, and the production of livestock feed. The amount of N₂O in the atmosphere is increasing (Bozoğlu ve ark, 2003; Karakaya ve Özçağım, 2004).

3.1.1. Climate change

Throughout the approximately 4.5 billion years of Earth's history, there have been significant climate changes at various periods due to disruptions in the natural balance among its elements. However, the most well-known climate changes occurred during the Quaternary period. Until the emergence of humans, the geography of the Earth underwent numerous changes (Figure 1). These changes resulted from disruptions in the relationships among the components of the climate system: the sun, atmosphere, and Earth, through natural mechanisms. It is necessary to attribute the climate changes that occurred from the emergence of humans to the Industrial Revolution to natural causes. Since the mid-19th century, it is evident that human influences have contributed to changes previously associated with natural factors (<https://climate.nasa.gov>).

Indeed, during the period from the emergence of humans to the present day, both the natural and human environments have been significantly affected by the presence of "glacial" periods when the Earth's surface was covered with ice, as well as interglacial periods when glaciers retreated. For instance, about 20,000 years ago, cold temperatures affecting the northern hemisphere led to complete coverage of the northern regions of Europe with glaciers and a decrease in sea levels by 125 meters compared to today. As a result of the sea level drop, Siberia and Alaska merged into a single landmass. This environmental change facilitated the migration of humans

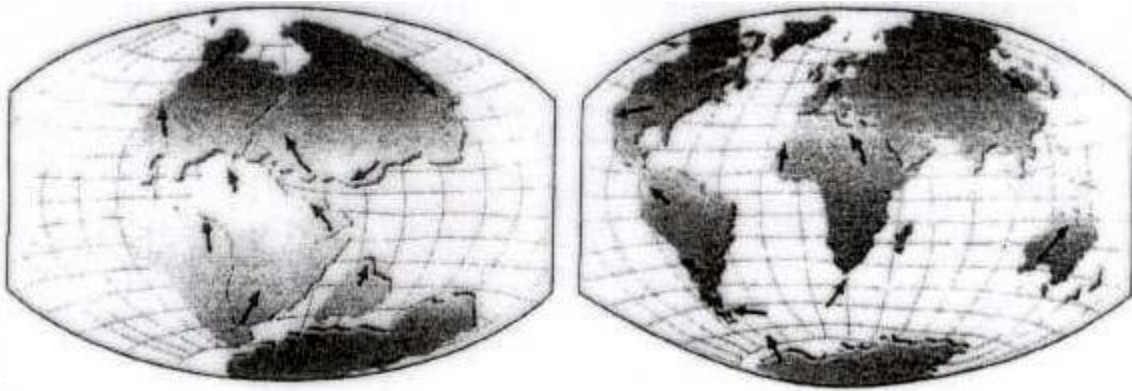


Figure 1. Distribution of continents 180 million years ago and today. (Woods Hole Oceanographic Institution's Dive & Discover project provides information on the processes of Pangea breakup and plate tectonics, including animations showing continental drift over millions of years:contentReference[oaicite:0]{index=0}:contentReference[oaicite:1]{index=1}).

and plants from Asia to the Americas. Therefore, it is claimed that Native Americans have Asian origins. This period lasted for about 4,000 years, after which glaciers began to retreat and temperatures started to rise again (Ahrens, 1994).

Around 11,000 years ago, temperatures rapidly dropped, and once again, the northern regions of Europe and the northeastern United States were covered with glaciers. About a thousand years after this glacial advance, temperatures gradually began to rise again, and about 8,000 years ago, the glaciers that covered the land completely disappeared (<https://www.ncei.noaa.gov/products/paleoclimatology>).

Around 6,000 to 6,500 years ago, the global average temperature was one degree higher than today. This period, known as the "Mid-Holocene Maximum" was a time when plants flourished, various ecosystems formed, and the Earth approached its current climate position. In the following years, a general cooling trend was observed, resulting in the formation of glaciers on some mountains such as the Alpine glaciers, and the northern hemisphere reached its present appearance (Cambell, 1995).

Within the last thousand years, the climate conditions in the northern hemisphere can be summarized as follows:

- I. In the 1200s, a temperate but variable climate type was prevalent. Natural disasters such as storms, floods, severe rainfall, and droughts occurred over several centuries.
- II. Between 1400 and 1550, stable climatic conditions prevailed. From the mid-1550s onwards, a period known as the "Little Ice Age" occurred, lasting for 300 years. During this period, mountain glaciers advanced into valleys, and short and rainy summers were observed.
- III. During this period, abnormal climatic conditions occurred in 1816, resulting in a severe famine in Europe, causing the loss of many human and animal lives due to hunger. Significant cold temperatures were experienced between May and September in the United States and Canada, with 1800 people freezing to death during this summer period. This period is referred to as the "year without a summer."

- IV. From the late 1800s to the 1940s, the global average temperature increased by about 0.5 degrees Celsius. This increase was followed by a cooling period of 25 years.
- V. In the 1970s, 1980s, and 1990s, a trend of increasing global average temperatures was observed. The hottest eight years occurred after 1978 in the 1990s.
- VI. The year 1998 was the hottest year since measurements began with instruments in both the northern and southern hemispheres in 1860.

Today, in addition to natural factors, it is acknowledged that disturbances in the climate system are also due to various human impacts. Climate change is defined as "a change in climate that is attributable directly or indirectly to human activity that alters the composition of the global atmosphere and that is in addition to natural climate variability observed over comparable time periods" (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC).

3.1.2. Global warming and some uncertainties

Since the Industrial Revolution, there has been a noticeable trend of increasing average surface temperatures due to the accumulation of greenhouse gases, primarily CO₂, as well as other greenhouse gases (methane - CH₄, nitrous oxide - N₂O, chlorofluorocarbons - CFCs, etc.), which trap outgoing longwave radiation from the Earth's surface. Indeed, there has been a 0.8°C increase in global temperatures over the past century (Roberts, 2013).

The greenhouse effect, which is primarily responsible for global warming, occurs when a portion of the incoming solar radiation is absorbed by the Earth's surface and re-emitted as long-wave radiation. While some of this radiation is directly released into space by the atmosphere, a significant portion is absorbed again by the atmosphere. Short-wave solar radiation is highly transparent to atmospheric gases, whereas, due to the accumulation of greenhouse gases, the atmosphere becomes less transparent to long-wave radiation emitted from the Earth's surface. As a result, the lower layers of the atmosphere experience more warming than would be expected, leading to the phenomenon known as the greenhouse effect (Açıkkol, 2006).

- I. 51% of the short-wave radiation from the Sun is absorbed by the Earth's surface, warming it.
- II. Some of the energy absorbed by the Earth's surface is radiated back into the atmosphere.
- III. Some of the solar energy is reflected back to space from the atmosphere without reaching the Earth's surface.
- IV. A portion of the energy emitted from the heated Earth's surface is released into the atmosphere as long-wave radiation. Some of this energy is absorbed by greenhouse gases in the atmosphere, heating the lower layers. This heating is the greenhouse effect.
- V. Some of the energy absorbed by greenhouse gases is re-radiated back into space.
- VI. Some of the energy emitted from the Earth's surface goes directly into space.

3.1.3. The effect of carbon dioxide (CO₂) and other greenhouse gases

Among the greenhouse gases that have an impact on global warming, carbon dioxide (CO₂) holds a distinct place and importance. Carbon dioxide (CO₂) is a significant greenhouse gas in warming the lower atmosphere since it largely allows short-wave solar radiation to pass through but absorbs long-wave radiation emitted from the Earth's surface. As is known, the amount of carbon dioxide in the atmosphere is rapidly increasing primarily due to the various uses of fossil fuels. Additionally, deforestation, particularly the extensive destruction of tropical rainforests, and the replacement of forest cover in other regions with new vegetation also contribute to this increase. Studies indicate that the amount of carbon dioxide emitted into the atmosphere annually was around 355 ppm (parts per million) at the end of the last century and could double in the present century. Mathematical climate models suggest that this doubling of CO₂ levels could lead to an average temperature increase of between 1.5 to 4.5 degrees Celsius by the year 2050. However, such studies also reveal uncertainties. If deforestation is considered the primary cause of the increase in carbon dioxide rather than the use of fossil fuels, the amount of CO₂ and consequently the value of global warming may be lower than estimated. Additionally, another uncertainty highlighted by model studies is the incomplete understanding of the mechanisms associated with the transportation of carbon dioxide from the atmosphere to other environments. Moreover, it is necessary to consider the concentrations of other greenhouse gases, such as methane (CH₄), nitrous oxide (N₂O), and chlorofluorocarbons (CFCs), which absorb infrared radiation and contribute to the greenhouse effect along with carbon dioxide. In addition to this, climate models indicate that with the increase in global temperature, ocean temperatures will also rise, leading to increased evaporation. As a result, more evaporation will occur, accelerating the warming effect of water vapor, which is one of the most important greenhouse gases in the atmosphere (positive feedback). Model studies that only consider the doubling of the current carbon dioxide levels without taking into account this input of water vapor suggest

that the increase in global average temperature would be around 1 to 2 degrees Celsius (Gakidou et al, 2017).

3.1.4. The effect of oceans and clouds

Undoubtedly, the oceans, which cover two-thirds of the Earth's surface, play a significant role in the climate system. However, the exact effects of the oceans, which are a massive reservoir for carbon dioxide, on observed and potential global warming have not been fully elucidated. Some researchers argue that carbon dioxide used during carbon assimilation by small (microscopic) plants living in the oceans is returned to ocean waters with the death of these plants and is mixed into the atmosphere with unexpected warming in ocean waters. They even suggest that the increase in atmospheric carbon dioxide levels in the last century was mainly due to this source rather than the use of fossil fuels. On the contrary, scientists argue that these plants continuously reproduce and proliferate, thereby reducing atmospheric carbon dioxide levels by utilizing carbon dioxide and causing a decrease in carbon dioxide levels.

Moreover, oceans are a vast heat sink that absorbs solar energy. As they slowly warm, the atmosphere shows a global-scale effect that reduces and delays global warming, as indicated and predicted on a global scale. Additionally, considering ocean circulations and sea ice in the context of possible climate change, as modeled in recent years, is essential. Studies on this topic demonstrate significant changes in ocean circulations during glacial and interglacial periods, indicating that they are very different from today's conditions. Indeed, recent climate model studies have shown an increase in average global temperature on a global scale while demonstrating that the cold ocean currents around Antarctica have not led to an increase in temperature in that region. These model studies even suggest that even if the carbon dioxide level were to quadruple, there would be no warming in these areas. These predictions and scenarios are generally accepted as they confirm previous studies. However, as research progresses within the highly complex climate system, it is essential to recognize that many more factors could be revealed as surprises. Additionally, the increase in atmospheric water vapor due to ocean warming will increase cloudiness on a global scale. This increase will undoubtedly have a significant impact on the climatic system. Clouds reflect some of the short-wave solar radiation back into space, reducing global temperatures. However, they also absorb long-wave radiation emitted from the atmosphere and Earth's surface, contributing to warming. Therefore, how will climate be affected by the increase in cloud cover? Probably, this situation is related to the type and structure of the clouds (their shapes, physical properties, formation from liquid and ice, and distribution of cloud droplets, etc.). For example, high cirrus clouds made of ice crystals have a warming effect, while low stratiform layer clouds have a cooling effect.

Cirro form type clouds, because they consist mostly of ice crystals, allow shortwave radiation to pass directly to the Earth's surface and absorb longwave radiation emitted from the ground (absorb), thus contributing to global warming. In contrast, stratiform type clouds, formed mostly of water droplets, reflect shortwave radiation back into space without allowing it to reach the ground. Additionally, since their top temperatures are relatively warm, they emit a significant

portion of the energy they receive from the ground back into space. Therefore, these types of clouds have a significant cooling effect. Satellite images used in "Earth's radiation budget" studies confirm that the increase in clouds leads to cooling. However, it is not entirely accurate to explain global cooling or warming solely based on cloud increases. As explained earlier, the type and level at which clouds form are crucial factors. Nevertheless, the changes in clouds observed today are seen as a factor that reduces or increases the temperature rise associated with the increase in greenhouse gases. Many scientists predict that with the increase in surface temperature, convective activity will increase, leading to the formation of very strong convective clouds, which, as explained above, will contribute to the warming of the atmosphere due to the temperature at their tops, reducing the cooling due to cloudiness. However, some researchers argue the opposite, suggesting that such vertically developed clouds formed by strong heating contribute to cooling. According to their claims, during the cumulus cloud stage, the increased water vapor condenses into precipitation, causing the upper parts of the cloud to become dry, thereby reducing the retention of ground radiation and leading to cooling. Although all model and observational studies support these ideas, it is observed that moisture formation due to convection in the middle and upper atmosphere is more prevalent than dryness. Additions to cloud distribution and totals play a significant role in climate model calculations, especially the optical properties of clouds (albedo). For example, a study was conducted in the UK Meteorological Office to determine the effects of cloud properties on climate models. In this study, in the model based on doubling the amount of carbon dioxide in the atmosphere, it was estimated that there would be an average temperature increase of about 5 degrees Celsius. However, when a cloud cover composed of water droplets instead of ice crystals was included in this model, the temperature increase remained at 2 degrees Celsius (Ahrens, 1994).

3.1.5. Future climate

Today, it is widely accepted by almost all climate scientists that there is a disruption in the Earth's climate system. It is emphasized that if humans continue their activities that disrupt the natural balance without taking necessary precautions, the disruptions in the climate will increase, leading to climate changes due to global warming, which can have very frightening consequences. Factors such as the accumulation of greenhouse gases and particles in the atmosphere, environmental degradation, and thinning of the ozone layer caused by human activities will lead to global warming on a global scale. Regarding future climate change, various scenarios are produced, mainly considering greenhouse gas emissions. The results obtained by loading these scenarios into various mathematical climate models show that the changes in the climate, which have already begun, will continue in the future. According to the scenarios presented by the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) of the United Nations, it is known that there will be an average increase of 1 to 3.5 degrees Celsius in global temperature by the year 2100. Even under the most optimistic conditions, there will be an increase of approximately 0.1 degrees Celsius every decade. This will result in a wide range of consequences stemming from rising sea levels, changes in

temperature and precipitation patterns, and reaching disaster proportions. Issues such as floods, droughts, desertification, storms, and biological outbreaks will spread to broader areas and occur much more frequently (Volk., 2012).

3.2. Health Effects of Major Pollutants

According to the World Health Organization (WHO), a total of 7 million people die each year worldwide due to diseases caused by air pollution. Nine out of ten people worldwide breathe polluted air. Of these deaths, 4.2 million are attributed to outdoor air pollution from industry, traffic, and heating sources, while 3.8 million are due to diseases and deaths related to indoor air pollution caused by cooking and heating fuels. Particulate matter (PM) is responsible for 27.5% of deaths from lower respiratory tract infections and 26.8% of deaths from chronic obstructive pulmonary disease (COPD) related to outdoor air pollution. In 2013, the WHO classified particulate matter, one of the factors contributing to air pollution, as carcinogenic. Research has shown that air pollution accounts for 19% of deaths from cardiovascular diseases worldwide (21% from ischemic heart disease and 23% from stroke). Air pollution is considered the largest environmental health threat globally, with outdoor air pollution ranking 6th and indoor air pollution 8th among the leading causes of death worldwide (<https://www.iarc.fr/wp-content/uploads/2018/07/AirPollutionandCancer161.pdf>).

Exposure to PM_{2.5} leads to illness and hospital admissions, particularly related to the respiratory and circulatory systems, and premature deaths, including lung cancer. Therefore, monitoring PM_{2.5} levels and taking measures to prevent them from increasing to levels that affect health is essential for protecting public health.

Although the European Union has implemented limit values for coarse particulate matter (PM₁₀) since 2019, unfortunately, there are no established limit values for fine particulate matter (PM_{2.5}) in our country. There is no evidence of a safe exposure level for particulate matter, and the continuous increase in pollution levels is associated with health effects, especially increasing the risk of lung cancer, cardiovascular diseases, and stroke among individuals who regularly breathe polluted air due to reasons such as low income and daily exposure to polluted air from activities such as heating, cooking, and working in industries (Perez L, et al Associations of daily levels of PM₁₀ and NO₂ with emergency hospital admissions and mortality in Switzerland: Trends and missed prevention potential over the last decade. (Perez, 2015).

Additionally, air pollution has a more severe and lasting impact on children. A report published by the United Nations Children's Fund (UNICEF) states that children living in low-income families are more exposed to air pollution. Approximately one-seventh of the world's children breathe polluted air according to WHO standards.

3.2.1. Health effects of particulate matter

The health effects of particulate matter, a significant pollutant contributing to air pollution, have been well defined through studies conducted in both developed and developing countries. According to the World Health Organization

Table 1. Pollutants and Health Effects.

Pollutant	Source	Health Effects
Sulfur dioxide (SO ₂)	Fossil fuel combustion, Vehicle emissions	Respiratory diseases, Acid rain
Nitrogen oxides (NO _x)	Vehicle emissions, High-temperature combustion processes	Eye and respiratory diseases, Acid rain
Particulate matter (PM)	Industry, Vehicle emissions, Fossil fuel combustion, Agriculture, Secondary chemical reactions	Cancer, Heart problems, respiratory diseases
Ozone (O ₃)	Traffic-related nitrogen oxides and volatile organic compounds (VOCs) undergoing changes with sunlight	Respiratory problems, Eye and nasal irritation
Carbon monoxide (CO)	Incomplete combustion, Vehicle emissions	Respiratory system problems, Eye and nasal irritation, Asthma, Decreased body resistance

<https://www.iarc.fr/wp-content/uploads/2018/07/AirPollutionandCancer161.pdf>

(WHO), outdoor air pollution is the cause of 4.2 million premature deaths worldwide every year. Outdoor air pollution, which primarily causes cardiovascular, respiratory, and neurological diseases, was classified as a Group 1 carcinogen by the International Agency for Research on Cancer (IARC) in 2013 and definitively classified as carcinogenic for lung cancer, with an increased risk also reported for bladder cancer. The main component of outdoor air pollution, particulate matter (PM), was evaluated separately and also classified as a Group 1 carcinogen. Therefore, monitoring particulate matter pollution is of particular importance for public health (Unicef, 2016).

Particulate matter pollution affects the entire population, but susceptibility to pollution can vary depending on health or age. Health effects occur as exposure increases, and there is no safe threshold value where no health effects occur. Studies conducted in Europe and the United States have estimated the concentration range where negative health effects are observed for PM_{2.5} to be between 3-5 µg/m³. A yearly average concentration of 10 µg/m³ has been selected as a long-term guideline value for PM_{2.5}. This value represents the lower end of the range where significant effects on survival were observed in the American Cancer Society's study. All of these studies have reported strong relationships between long-term exposure to PM_{2.5} and death (WHO, 2005).

3.2.1.1. Outdoor particulate matter pollution-related deaths

In 2016, it is estimated that 7.5% (6.6-8.4%) of all deaths worldwide were due to outdoor air pollution. This percentage corresponds to approximately 4.1 million (3.6 million - 4.6 million) deaths. Among the diseases attributed to air pollution, lower respiratory tract infections and Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) account for the largest share. Particulate matter in outdoor air is responsible for 27.5% (21.4-34.4%) of all lower respiratory tract infection deaths and 26.8% (16.1-38.6%) of all COPD deaths (Gakidou, et al, 2017).

3.2.1.2. Health effects of air pollution on children

According to a WHO study, compliance with global air quality guidelines for PM_{2.5} could prevent an estimated 2.1 million deaths annually across all age groups (including children) based on 2010 data. Adhering to the guidelines can also improve the overall health of millions of people, reduce cases of acute and chronic respiratory infections among

children, and decrease complications during pregnancy and childbirth. Additionally, research suggests that improving children's physical and cognitive development can help them lead longer and more productive lives. Outdoor air pollutants can enter the fetus's bloodstream through the placenta and umbilical cord blood, and there is ample research demonstrating the adverse effects of these pollutants. Generally, the effects of polluted air on the hearts, brains, hormonal systems, and immunity of babies and children have been proven, and evidence of its effects on growth, intelligence, brain development, and coordination is increasing (https://www.eurekalert.org/pub_releases/2018-09/elf-fet091318.php). Fighting air pollution also reduces the unseen health bill and saves billions of dollars at household and national levels (Salvi, 2007).

3.2.1.3. Air pollution and its effects on children's health

Some of the health problems that air pollution increases the risk of in children include:

- ✓ Low birth weight
- ✓ Autism
- ✓ Diabetes (Type 1)
- ✓ Sudden Infant Death Syndrome (SIDS)
- ✓ Pneumonia
- ✓ Infant mortality
- ✓ Respiratory diseases such as asthma, COPD, bronchiolitis, and bronchitis
- ✓ Cognitive impairment

Outdoor air pollution is also causally associated with major public health issues such as low birth weight and preterm birth, which can lead to developmental problems and chronic lung diseases in the future. A study conducted at Harvard University indicated that the numerous toxic substances found in polluted air affect neurological functions and the fetus (JAMA, 2012).

In a 12-month study in Barcelona, children's brain development, memory, and attention were evaluated in terms of exposure to high and low traffic pollution at school. The study involved a total of 2,715 children aged 7-10 from 39 schools, who underwent computer-based tests every three months for a year. It was found that children attending

schools located in areas with heavy traffic were exposed to intense air pollution and showed slower cognitive development. These children exhibited a 7.5% cognitive development over 12 months, compared to 11.5% among those attending schools away from traffic (World Health Organization, 2004).

3.3. Greenhouse Gas Emissions and Effects on Temperature

The rapid increase in greenhouse gases, especially since the 1950s, has significantly intensified the greenhouse effect, leading to a noticeable rise in global temperatures. This change is directly linked to industrialization, deforestation, and urbanization, which have accelerated CO₂ and other greenhouse gas emissions. For instance, Smith et al. (2022) demonstrated that CO₂ emissions from industrial activities alone have increased by 60% over the past few decades, contributing significantly to temperature rise. Evidence further shows that without these gases, Earth's average temperature would be significantly lower (Jones & Brown, 2020).

3.4. Global Warming and Its Manifestations

Global warming is not a uniform phenomenon. While it causes a gradual increase in global temperatures, it also triggers extreme weather events. For example, Johnson (2023) found that rising temperatures in arid regions result in prolonged droughts and forest fires, while wetter regions experience excessive rainfall and flooding. These findings align with our study, which highlights the uneven impact of global warming across regions. Such variations emphasize the need for region-specific climate strategies (Lee et al., 2021).

3.5. Effects on Glaciers and Sea Levels

The melting of glaciers and polar ice caps is a clear indicator of the tangible effects of global warming. This process contributes to rising sea levels that threaten low-lying countries with flooding and erosion. For example, Wang and Miller (2023) reported that sea levels have risen by an average of 3.3 mm annually since 1993, posing significant risks to countries such as the Netherlands and Denmark, which are at or below sea level. Similarly, our findings demonstrate that melting glaciers also threaten freshwater resources in high-altitude regions, consistent with Garcia et al. (2022), who identified similar patterns in the Andes and Himalayas.

3.6. Consequences of Global Warming on Biodiversity and Human Life

The intensification of extreme weather events poses significant challenges to biodiversity and human life. Rising temperatures can cause shifts in ecosystems, pushing species beyond their survival thresholds. For instance, Smith and Taylor (2024) found that rising sea temperatures led to coral bleaching in the Pacific, which aligns with the ecological impacts observed in this study. Furthermore, increasing frequencies of floods, heatwaves, and droughts can cause widespread human suffering, including displacement, loss of life, and economic disruption (Nguyen, 2023).

3.7. Mitigation and Adaptation Strategies

The effectiveness of existing mitigation strategies, such as reducing emissions and switching to renewable energy, is critical for slowing or reversing global warming. For example, Adams et al. (2022) emphasized that renewable energy usage could reduce global emissions by up to 40% by 2050. Adaptation strategies are equally important, particularly for vulnerable populations coping with ongoing changes. Our study highlights the importance of integrating mitigation and adaptation strategies globally, consistent with recommendations by Green & White (2021).

4. CONCLUSION

- I. Promoting Green Transportation: Encouraging green transportation, improving public transit systems, and promoting bicycle usage are essential for reducing air pollution (Brown & Patel, 2022).
- II. Increasing Energy Efficiency: Enhancing energy efficiency in homes and industries can significantly reduce fossil fuel consumption and emissions (Smith, 2023).
- III. Utilizing Renewable Energy Sources: The adoption of renewable energy can provide clean energy while reducing air pollution and emissions (Adams et al., 2022).
- IV. Increasing Afforestation and Green Spaces: Expanding green spaces can filter pollutants and improve urban air quality (Garcia & Lee, 2021).
- V. Controlling Industrial Emissions: Implementing stricter regulations and improving filtration technologies in industries can effectively reduce emissions.
- VI. Education and Awareness Programs: Organizing programs to raise awareness of the harmful effects of air pollution is critical for encouraging sustainable practices in communities.

Air pollution, particularly its long-term impacts on children's health, requires decisive action. By implementing these solutions, its effects can be mitigated, safeguarding both current and future generations. As supported by Nguyen et al. (2023), targeted interventions such as regulatory measures, clean energy adoption, and public education are necessary for tackling air pollution comprehensively. Moreover, fostering international collaboration can facilitate the exchange of best practices and enhance global air quality management.

In conclusion, addressing air pollution and its associated health impacts necessitates a multi-faceted approach that integrates policy reforms, technological advancements, and public engagement. By prioritizing these strategies, societies can achieve cleaner air, improved health outcomes, and a sustainable future for all.

5. REFERENCES

- Açikkol, Ayşen. (2006). Üçağızlı Mağarası Faunasının Zooarkeolojik Açından İncelenmesi: Capra, Capreolus, Dama Ve Cervusların Morfometrik Açından Analizi.

- Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Antropoloji Abd Yayınlanmamış Doktora Tezi.
- Akın, Galip., Koca Özer, Başak., Gültekin, Timur. (2004). "İnsanın Evrim Sürecine Ait Bir Hipotezin Değerlendirilmesi". Ankara Üniversitesi Dil Ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi. 44(1), 111-124.
- Appenzerler, Tim., Dimick, R.Dennis. (2004). "Dünya Alarm Veriyor." National Geographic. Eylül 2004.
- Atalık, Ahmet. (2006). "Küresel Isınmanın Su Kaynakları Ve Tarım Üzerine Etkileri" Bilim Ve Ütopya. 139,18-21.
- Bayar, A. B., Bahrend. H., Küresel Çevre Problemleri, Özkan Matbaası, Ankara, 1994.
- Bozoğlu, Baran.; Keskin, Betül.; Çavdar Selin. (2003). "Küresel Isınma". 6. Çevre Sorunları Öğrenci Yaklaşımları Sempozyumu Nisan 2003. Mersin.
- Campbell, Bernard. (1995). Human Ecology. Aldine De Gruyter. New York Usa.Çevre Ve Orman Bakanlığı, Türkiye Çevre Atlası. 44-62.
- Change (Ippc), Cambridge University Press, Cambridge, 2001 A
- Çukurçayır, Fırat., Geçer, Cüneyt., Arabacı, Hüseyin. (1997). "Yaşam İçin En Değerli Kaynaklar Hava Ve Su". Meteoroloji Mühendisliği Dergisi. 02,24-32.
- Devlet Meteoroloji İşlem Genel Müdürlüğü 2000 Yılı Seminerleri Teknik Sunumlar,DMI , İklim Değişikliği Ve El Nino, Ankara, 1998.
- Doğan, Seyhun. (2005). "Türkiye'nin Küresel İklim Değişikliğinde Rolü Ve Önleyici Küresel Çabaya Katılım Girişimleri". C.Ü. İktisadi Ve İdari Bilimler Dergisi. 6(2),57-73.
- DPT, İklim Değişikliği Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Ankara, 2000.Environment, Fift Edition, West Publishing Company, Usa. 1994.
- Erden, B., Çağımız Ve Çevre Kirliliği Ankara, 1990.
- Ersoy, Şükrü. (2006). Küremiz Isınıyor. Bilim Ve Ütopya. 139,5-13.
- GBD 2016 Risk Factors Collaborators, Gakidou, E., Et Al (2017). Global, Regional, And National Comparative Risk Assessment Of 84 Behavioural, Environmental And Occupational, And Metabolic Risks Or Clusters Of Risks, 1990–2016: A Systematic Analysis For The Global Burden Of Disease Study The Lancet, 390(10100), 1345-1422.
- Görmez, K., Türkiye'de Çevre Politikaları Ankara, 1991.
- Güçlü, S.Berrin. (2006). "Kyoto Protokolü Ve Türkiye'nin Protokol Karşısındaki Durumu". Metalurji Dergisi. 142.
- Http://Www.Webarsiv.Hurriyet.Com.Tr. (22.04.2002)
- IPCC, Climate Change 1995: The Science Of Climate Change Contribution Of Warkingı To The Second Assesment Report Of The İntergovernmental Panel On Climatechange, Wmo/Unep Cambridge University Press, New York.
- IPCC, Climate Change (2001), The Scientific Basic Contribution Of Working Group I Tothe Third Assesment Report Of The Intergovernmental Panel On Climate, Cambridgeuniversity Press, Cambridge.
- IPCC, (2001 B),Special Report On Emission Scenarios, A Special Report Of Working Group Of The Intergovernmental Panel On Climate Change (Ippcc), Cambridgeuniversity Press, Cambridge.
- Jama Psychiatry (2012); Autism Tied To Airpollution, Brain-Wiring Disconnection, 70(1):71–77.
- Kadioğlu, Mikdat. (2001). Bildiğimiz Havaların Sonu Küresel İklim Değişimi Ve Türkiye. Güncel Yayıncılık. İstanbul.
- Kalyoncuoğlu, Hakan. (2006). "Aşırı Sıcaklar Kalp Krizini Tetikliyor". Popüler Bilim 149,39-42.
- Karakaya, Etem., Özçağım, Mustafa. (2004). "Sürdürülebilir Kalkınma Ve İklim Değişikliği: Uygulanabilecek İktisadi Araçların Analizi". Kırgızistan-Türkiye Manas Üniversitesi I. Maliye Konferansı 16 Nisan. Bişkek.
- Keleş, Ruşen., Hamamcı, Can. (1998). 'Küresel Isınma, Nedenleri Ve Sonuçları' Çevrebilim. İmge Kitabevi. Ankara. 43.
- Klein, G. Richard. Edgar, Blake. (2003). 'Uygarlığın Doğuşu'. (Çev: Yunus Saltuk). Epsilon Yayıncılık Hizmetleri Tic.San.Ltd.Şti. İstanbul.
- Lopatto, E., Ostrow, N. (2013). 'Autism Tied To Air Pollution', Brain-Wiring Disconnection.
- Özbek, Metin. (2000), 'Dünden Bugüne İnsan'. İmge Kitabevi. Ankara.
- Öztürk, Kemal. (2002). "Küresel İklim Değişikliği Ve Türkiye'ye Olası Etkileri". Gazi Üni. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi. 22(1),47-65.
- Perez, L., Grize, L., Infanger, D., Künzli, N., Sommer, H., Alt, GM Ve Schindler, C. (2015), "Çevresel Araştırma", 140 ,Https://Doi.Org / 10/10.1016 /J .Env.2015.04
- Roberts AL, Kristen L, Hart JE, Laden F, Just AC, Bobb JF, Et Al. (2013). "Perinatal Air Pollutant Exposures And Autism Spectrum Disorder İn The Children Of Nurses" Health Study II Participants. Environ Health Perspect 121:978–984.
- Salvi S. (2007). Health Effects Of Ambient Air Pollution İn Children. Paediatric Respiratory Reviews. 8 (4), 275-280.

Tarım Ve Köy İşleri Bakanlığı Koruma Ve Kontrol Genel Müdürlüğü (TAGEM), “İklim Değişikliklerinin Tarım Üzerine Etkileri Paneli Raporu”, TAGEM, Ankara.

Türkeş, M. (1994), Artan Sera Etkisinin Türkiye Üzerindeki Etkileri, “TÜBİTAK Bilim Ve Teknik Dergisi, 349, Ankara.

Türkeş, M., İklim Değişiklikleri Ve Ekosistemler Üzerindeki Olası Etkileri, “Tübitakbilim Ve Teknik Dergisi, 321, Ankara, 1996 C.

Türkeş, M., (1998 A.), Influence Of Geo-Pontential Heights Cyclon Frequency And Southern Oscillation On Rainfall Variationin Turkey.

Türkeş, M. (1999), “Vulnerability Of Turkey To Desertification With Respect To Precipitation Andridity Condition”, Ankara.

Türkeş, Murat. (2002). ‘İklim Değişikliği-İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi İlişkileri Ve İklim Değişikliği Politikalar’, Vizyon 2023 Bilim Ve Teknoloji Stratejileri Teknoloji Öngörü Projesi Ekim, Ankara.

Türkiye İklim Değişikliği Bülteni Cemre., Nisan 2006.

<https://www.ncei.noaa.gov/products/paleoclimatology>. (03/01/2019)

https://www.eurekalert.org/pub_releases/2018-09/elf-fet091318.php.(03/01/2019)

UNICEF (2016), Clean Air For Children: The Impact Of Air Pollution On Children

Volk H, Lurmann F, Penfold B, Hertz-Picciotto I, Mcconnell R. (2012), Traffic Related Air Pollution, Particulate Matter, And Autism Risk. JAMA Psychiatry.;70(1):71–77.

Watson, R.T., Climate Change 2001, Presented At The Resumed Sixth Conference Of Parties To The United Nations Framework Convention On Climate Change July, 19, 2001, Bonn, 2001.

WMO, Global Warming, WMO, No.741 Geneva, 1990.

WHO (2005), Air Quality Guidelines Global Update 2005. Particulate Matter, Ozone, Nitrogen Dioxide And Sulfur Dioxide.

World Health Organization,(2004). ‘Effects Of Air Pollution On Children’s Health And Development’.<http://www.comeap.org.uk/Air/Current-Thinking-Issues/112-Air-Pollution-And-Children-S-Health-Birth-Outcomes>. (03/01/2019)

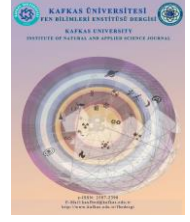
www.meteoroloji.org.tr/metekbil_kuresel_isinma.html

Yildiz, K. Sipahioğlu, Yılmaz, Ş. M. (2000), ‘Çevre Bilimi’, Gündüz Eğitim Ve Yayıncılık Ankara.



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

Na⁺, Mn⁺⁺/ H₂PO₂⁻, Cl⁻/H₂O Üçlü Sisteminin 323K'de Çözünürlük ve Faz Dengeleri

Vedat ADIGÜZEL¹, Sevilay DEMİRCİ¹, Hasan ERGE^{2*}, Ali Rıza KUL²

¹ Kafkas Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Kimya Mühendisliği Bölümü, Kars, Türkiye

² Van Yüzcüncü Yıl Üniversitesi, Fen Fakültesi Kimya Bölümü, Van, Türkiye

(İlk Gönderim / Received: 25. 08. 2023, Kabul / Accepted: 12. 12. 2024, Online Yayın / Published Online: 24.12.2024)

Anahtar Kelimeler:

Hipofosfit,
Yoğunluk,
Faz dengesi,
Çözünürlük,
Ötonik nokta.

Özet: Bu çalışmada, Mn(H₂PO₂)₂ ve NaCl'ün sulu ortamda yoğunluk ve faz dengesi üzerine değerlendirilmesi araştırılmıştır. Tüm deneyler atmosferik basıncı altında gerçekleştirildi. Çalışılan üçlü sistemin basit ötonik nokta sistemine uygun yani karışım sisteminde bileşenin belirli bir oranı, sistemin en düşük donma noktasına sahip olduğu noktada bileşenler birlikte katılır ve tek bir sıcaklıkta faz değişimi olduğu ve herhangi bir ikili tuz barındırmadığı görülmüştür. H₂O-Mn(H₂PO₂)₂-NaCl sisteminin alt sistemleri olan Mn(H₂PO₂)₂-H₂O ve NaCl-H₂O ikili sistemlerinin çözünürlük ve yoğunluk değerleri 323 K'de sırasıyla %11,14 Mn(H₂PO₂)₂ ve %26,86 NaCl, 1067 kg/m³ ve 1189 kg/m³ olarak tespit edildi. Bileşimin ötonik nokta bileşimi ise % 24,46 NaCl ve % 6,02 Mn(H₂PO₂)₂ içerdiği ve yoğunluğunun 1279 kg/m³ olduğu tespit edilmiştir.

Solubility and Phase Equilibrium of Na⁺, Mn⁺⁺/ H₂PO₂⁻, Cl⁻/H₂O Ternary System at 323K

Keywords:

Hypophosphite,
Density,
Phase equilibria,
Solubility,
Eutonic point.

Abstract: In this study, the density and phase changes of Mn(H₂PO₂)₂ and NaCl in aqueous medium were investigated. All experiments were carried out under atmospheric pressure. It was observed that the studied ternary system was in accordance with the simple eutonic point system, that is, a certain ratio of the component in the mixture system, the components solidify together at the point where the system has the lowest freezing point and there is a phase change at a single temperature and it does not contain any binary salt. The solubility and density values of the Mn(H₂PO₂)₂-H₂O and NaCl-H₂O binary systems, which are subsystems of the H₂O- Mn(H₂PO₂)₂-NaCl system, were determined as 11.14 % Mn(H₂PO₂)₂ and 26.86 % NaCl, 1067 kg/m³ and 1189 kg/m³ at 323 K, respectively. The eutonic point composition of the composition was determined to contain 24.46% NaCl and 6.02 % Mn(H₂PO₂)₂ and its density was determined to be 1279 kg/m³.

*İlgiliyazar: ergehasan@hotmail.com

DOI: 10.58688/kujs.1592997

1. GİRİŞ

Metal hipofosfitler $M(H_2PO_2)_n$ çevre dostu olmasının yanı sıra yüksek termal ve kimyasal stabilite, indirgeyici ve iyi mekanik özelliğinden dolayı çevre dostu, stabilite ve mekanik özellikleri nedeniyle artan bir ilgi görmüştür (Wu ve ark., 2014). Bu tuzlar polimer, ilaç, metal ve gıda endüstrisinde; indirgen, antioksidan, korozyon önleyici, hayvan besin kaynağı, katalizör, yanmayı geciktirici olarak kullanılmaktadır (Zeng ve ark., 2005; Noisong ve ark., 2008; Noisong ve ark., 2010; Bhat ve ark., 2015; Suekkhayad ve ark., 2017, Yang ve ark., 2018, Jian ve ark. 2014). $Mn(H_2PO_2)_2$ naylon fiber üretiminde iplik kalitesini geliştirmek için, eczacılıkta ve polimer teknolojisinde kimyasal ara ürün olarak kullanılmaktadır (Noisong ve ark., 2008; Noisong ve ark., 2010). Laboratuvar şartlarında bu tuzlar genellikle metallerinin sülfat, hidroksit, oksit ve nitratlarından elde edilir. Metal hipofosfitlerin bu yöntemle eldesi çok basamaklı ve yüksek sıcaklıklar gerektirdiğinden zordur (Alisoglu ve ark., 1997; Alisoglu, 1998; Alisoğlu, 2002; Alisoğlu, 2005; Alisoğlu ve ark., 2008; Adiguzel ve ark., 2014; Demirci ve ark., 2016). Faz diyagramları, malzeme bilimi, kimya, fizik ve mühendislik gibi birçok alanda önemli uygulamalara sahiptir. Metal ve alaşımlarının erime noktaları, karışım oranları ve kristal yapıları hakkında bilgi verir. Bu, malzeme özelliklerini optimize etmek için kullanılır. Bir malzemenin ısıtılması ve soğutulması sırasında faz geçişlerini inceleyerek, mekanik ve kimyasal özelliklerin iyileştirilmesi sağlanır. Çözücüler ve çözünmüş maddeler

arasındaki faz ilişkileri, kimyasal reaksiyonların verimliliğini artırmak için kullanılır. Çözücülerdeki çözünen maddelerin nasıl çözüneceği ve çökeltme noktaları belirlenir. Faz diyagramları, çeşitli hidrokarbon bileşenlerinin ayrılması ve distilasyonu için kullanılır. Karışımların hangi koşullarda sıvı ve gaz fazlarında dengeye ulaşacağını anlamak için kullanılır. Proteinlerin saflaştırılması ve kristal yapılarının belirlenmesinde kullanılır. Faz diyagramları, biyolojik sistemlerdeki çözücüler ve biyomoleküller arasındaki faz geçişlerini incelemek için kullanılır. Atık suların veya çözeltilerinin faz diyagramları, zararlı bileşiklerin nasıl ayrıştırılacağı ve güvenli şekilde bertaraf edileceği konusunda bilgi sağlar. Faz diyagramları, malzemelerin özelliklerini ve davranışlarını anlamak için temel bir araçtır, böylece endüstriyel süreçler daha verimli ve kontrollü hale gelir. Faz diyagramları; tuz endüstrisinde ürün veriminin artırılmasında, değerli kimyasalların elde edilmesinde, atıkların geri dönüşüm ve atık bertaraf sistemlerinde çevresel açıdan daha az zararlı hale getirilmesinde geniş kullanım alanı olan bir yöntemdir (Mastai, 2012). Literatürde $H_2PO_2^-$ iyonu içeren tuzlara ait SLE (katı sıvı faz dengesi) verileri Tablo 1'de gösterilmiştir.

Bu çalışmada $H_2O-Mn(H_2PO_2)_2-NaCl$ üçlü sistemi araştırılmış olup, endüstriyel olarak kullanılan $Mn(H_2PO_2)_2$ tuzunun ayrılma prosesi için ekonomik bir yöntem önerilmiştir.

Tablo 1. $H_2PO_2^-$ iyonu içeren SLE üçlü ve dörtlü sistemler listelenmiştir.

Araştırmacılar	Sistemler
Dolinina ve ark.	$NaH_2PO_2-Mn(H_2PO_2)_2-H_2O$ at 293.15K $NH_4H_2PO_2-Mn(H_2PO_2)_2-H_2O$ at 293.15K $Ca(H_2PO_2)_2-Mn(H_2PO_2)_2-H_2O$ at 293.15K
Alisoglu ve Necefoglu	$Na^+, Mn^{2+}/NO_3^-, (H_2PO_2)^--H_2O$ at 273.15 K
Alişoglu	$K^+, Mn^{2+}/Br^-, (H_2PO_2)^--H_2O$ at 298.15 K
Alişoglu	$Na^+, Mn^{2+}/Cl^-, (H_2PO_2)^--H_2O$ at 298.15 K
Alişoglu	$Na^+, Mn^{2+}/Br^-, (H_2PO_2)^--H_2O$ at 298.15 K
Alisoglu ve Adiguzel	$K^+, Mn^{2+}/Br^-, (H_2PO_2)//H_2O$ at 298.15 K
Erge ve ark.	$Na^+, Ba^{2+}/(H_2PO_2)^--H_2O$ at 273.15 K $Na^+/Cl^-, (H_2PO_2)^--H_2O$ at 273.15 K $Ba^{2+}/Cl^-, (H_2PO_2)^--H_2O$ at 273.15 K $Na^+, Ba^{2+}/Cl^-, (H_2PO_2)^--H_2O -H_2O$ at 273.15 K
Adiguzel ve ark.	$Na^+, Zn^{2+}/(H_2PO_2)^--H_2O$ at 273.15K $Zn^{2+}/Cl^-, (H_2PO_2)^--H_2O$ at 273.15K $Na^+, Zn^{2+}/Cl^-, (H_2PO_2)^--H_2O$ at 273.15K
Demirci ve ark.	$NaH_2PO_2-NaCl-H_2O$ at 298.15 K $NaH_2PO_2-Zn(H_2PO_2)_2-H_2O$ at 298.15K $NaCl-Zn(H_2PO_2)_2-H_2O$ at 298.15 K $NaH_2PO_2-NaCl-Zn(H_2PO_2)_2-H_2O$ at 298.15K
Tan ve ark.	$Ca(H_2PO_2)_2 - CaCl_2 - H_2O$ at 298.15K $Ca(H_2PO_2)_2-NaH_2PO_2-H_2O$ at 298.15K
Cao ve ark.	$Ca(H_2PO_2)_2 + CaCl_2 + H_2O$ at 323.15 K $Ca(H_2PO_2)_2 + NaH_2PO_2 + H_2O$ at 323.15 K
Gao ve ark.	$Mg(H_2PO_2)_2 + NaH_2PO_2 + H_2O$ at 298K $Mg(H_2PO_2)_2 + MgCl_2 + H_2O$ at 298K
Yin ve ark.	$Ca(H_2PO_2)_2 + CaCl_2 + H_2O$ $Ca(H_2PO_2)_2 + NaH_2PO_2 + H_2O$
Shi ve ark.	$Mg(H_2PO_2)_2 + NaH_2PO_2 + H_2O$ $Mg(H_2PO_2)_2 + MgCl_2 + H_2O$

Tablo 2. Bu çalışmada kullanılan kimyasal maddeler ve bazı özellikleri listelenmiştir.

Kimyasal Madde	CAS No	Kaynak	Bileşim
NaCl	7647-14-5	Merck	%99.9
MnCl ₂ .4H ₂ O	13446-34-9	Merck	%99.9
Mn(H ₂ PO ₂) ₂ .H ₂ O	7783-16-6	Sigma-Aldrich	≥%98.5
[Fe(C ₁₂ H ₈ N ₂) ₃]SO ₄	14634-91-4	Sigma-Aldrich	0.025M
CuCl ₂ .2H ₂ O	10125-13-0	Sigma-Aldrich	%99.99
C ₁₀ H ₁₄ N ₂ Na ₂ O ₈ .2H ₂ O	6381-92-6	Riedel-de Haen	%98
HCl	7647-01-0	Riedel-de Haen	%37
K ₂ Cr ₂ O ₇	7778-50-9	Merck	%98
K ₂ CrO ₄	7789-00-6	Merck	%98

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Kullanılan Malzemeler

Çalışmada kullanılan ticari kimyasallar Tablo 2'de verilmiştir. Çözeltilerde pH 6.6 ve iletkenliği $<10^{-4}$ Sm⁻¹ olan saf su kullanılmıştır.

Yoğunluk analizleri Mettler Toledo 30PX cihazı ile tespit edilmiştir (doğruluk ± 0.001 g/cm³). Titrasyon ölçümleri Hirschmann Solarus otomatik büret ile yapılmıştır (doğruluk %0.2). Polyscience markalı soğutucu ve çalkalamalı su banyosu ile stabil deneysel sıcaklık sağlanmıştır (doğruluk ± 0.05 K).

2.2. Deneysel Kısım

Faz dengeleri izotermal çözünürlük yöntemine göre belirlenmiştir. Tüm deneyler atmosfer basıncında (1.025x10⁵Pa) gerçekleştirilmiştir. Genel deney prosedürü aşağıdaki şekildedir.

1. üçlü sistemde, su geçirmez izole tüpe gerekli ikili sistem çözeltisi (NaCl-H₂O ve Mn(H₂PO₂)₂-H₂O) hazırlanır, 323K'de stabil hale getirilmiş su banyosuna yerleştirilir.
2. Bu çözelti üzerine belirlenen miktarda ikinci tuz eklenir. Bir gün süreyle çözelti karıştırılır.
3. Faz ayrımı istenilen sıcaklıkta net olarak gözleninceye kadar çözelti bekletilir.
4. Daha sonra katı ve sıvı fazdan numuneler alınarak ilgili analitik tekniklerle incelenir.
5. 2, 3 ve 4 nolu adımlarda yapılan işlemlere ötonik noktaya ulaşmaya kadar devam edilir.

Katı faz bileşimleri, Schreinemakers'ın kuru kalıntı yöntemine göre saptandı. Test sonuçlarının güvenilirliği için tüm testler üç kez tekrarlanmıştır. Sonuçlar \pm standart sapma değeri olarak ifade edildi. Tüm veriler için gerekli matematiksel hesaplamalar yapıldıktan sonra tablo ve grafikler oluşturulmuş ve sonuçlar yorumlanmıştır.

2.3. Analitik Yöntemler

Cl⁻, H₂PO₂⁻ ve Mn²⁺ iyon analizleri sırasıyla AgNO₃, K₂Cr₂O₇ ve EDTA standart çözeltileri ile titrasyon yapılarak belirlenmiştir (Van Wazer, 1958). Na⁺ miktarları toplam iyon dengesine göre hesaplanmıştır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. H₂O- Mn(H₂PO₂)₂-NaCl sisteminin 323 K'de çözünürlüğü

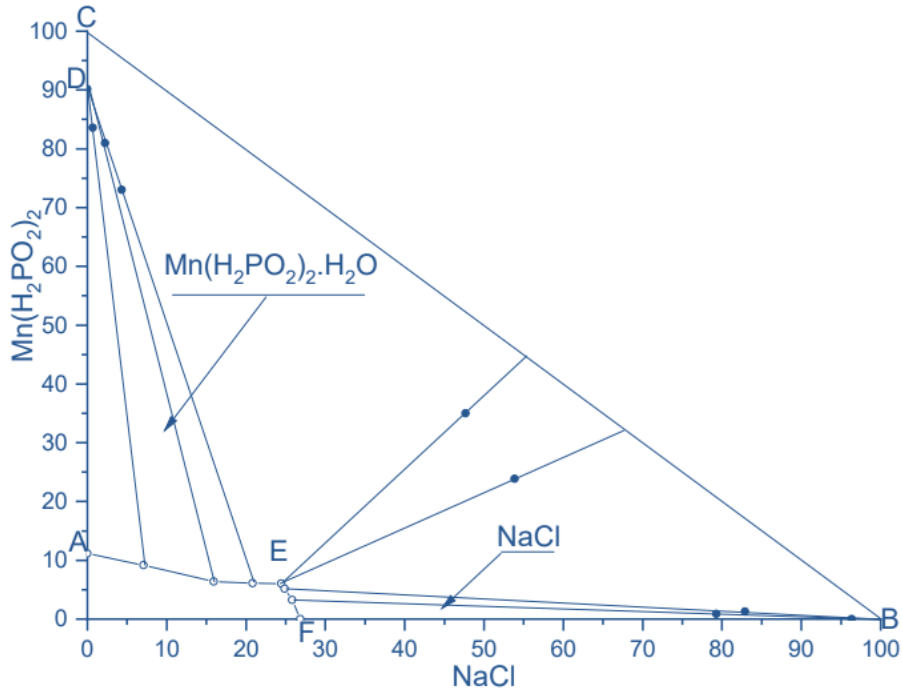
Mn(H₂PO₂)₂-H₂O ve NaCl-H₂O ikili sistemlerinin çözünürlük ve yoğunluk değerleri 323 K'de sırasıyla %11,14 Mn(H₂PO₂)₂ ve %26,86 NaCl, 1067 kg/m³ ve 1189 kg/m³ olarak tespit edilmiştir. Katı fazlar bileşimleri ise Mn(H₂PO₂)₂.H₂O ve NaCl olarak bulunmuştur. Mn(H₂PO₂)₂, NaCl ve H₂O bileşimleri ve H₂O+ MnCl₂+ Mn(H₂PO₂)₂ sisteminin 323 K'de ötonik noktasındaki çözünürlük ve yoğunluk değerleri sırasıyla %6.02, %24.46, %69.52 ve 1279 kg/m³'tür. Ötonik noktanın katı faz bileşimi Mn(H₂PO₂)₂.H₂O ve NaCl tuzlarından oluşur. Bu üçlü sisteme ait çözünürlük ve yoğunluk verileri Tablo 3 ve Şekil 1, 2'de verilmiştir.

Tablo 3'te, NaCl - Mn(H₂PO₂)₂.H₂O sistemi için sıvı faz ve katı faz bileşimlerini, yoğunlukları ve oluşan katı faz türlerini vermektedir. Katı faz değişimine bakıldığında, Mn(H₂PO₂)₂.H₂O için 1. numaralı noktada %100 katı faz olarak saf Mn(H₂PO₂)₂.H₂O bulunmaktadır. 2-4 numaralı noktalarda ise Mn(H₂PO₂)₂.H₂O katı faz hakimdir. Karışık katı faz (Mn(H₂PO₂)₂.H₂O + NaCl) için 5. ve 6. numaralı noktalarda her iki tuz da katı fazda birlikte bulunmaktadır. Yoğunluk burada en yüksek değere ulaşmıştır (1279 kg/m³). NaCl için 7-9 numaralı noktalarda saf NaCl katı faz hâkimdir. Mn(H₂PO₂)₂ oranı ise sıfıra yaklaşmaktadır. Yoğunluk artışına bakılacak olursa, yoğunluk değerleri, sıvı faz bileşiminde Mn(H₂PO₂)₂'nin oranı azalırken artmış ve maksimum değere (1279 kg/m³) 5. ve 6. noktalarda ulaşmıştır. NaCl oranı arttıkça yoğunluk düşmeye başlamıştır (9. noktada 1189 kg/m³).

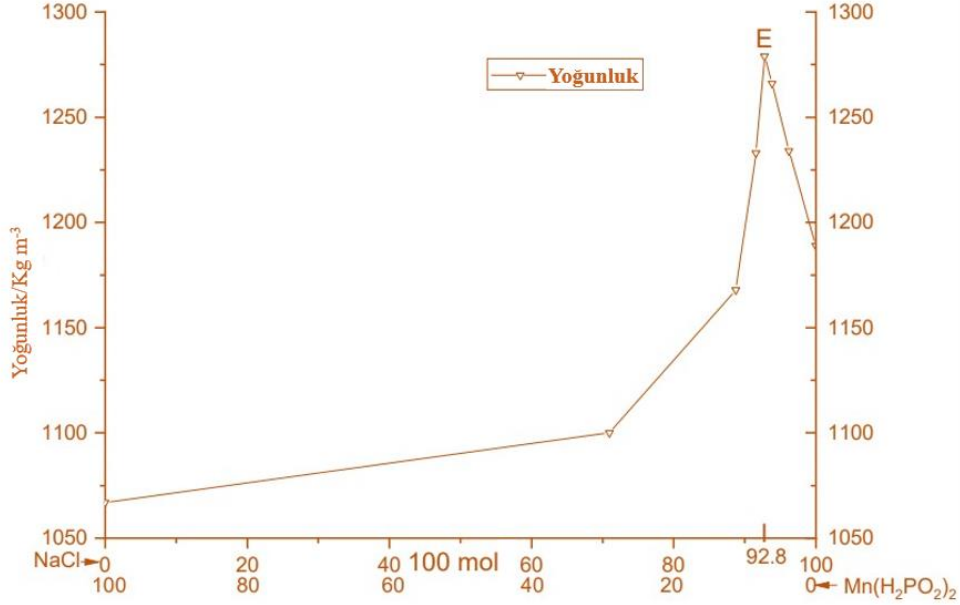
Şekil 1'de iki kristallenme alanı vardır; (1) Mn(H₂PO₂)₂.H₂O'nun kristalizasyon alanına karşılık gelen DAE. (2) NaCl'nin kristalizasyon alanına karşılık gelen BFE. A ve F noktası, Mn(H₂PO₂)₂-H₂O ve NaCl-H₂O ikili sistemlerinin ötonik noktasıdır. E noktası, üçlü sistemin ötoniğini temsil eder. AE ve EF eğrileri sırasıyla Mn(H₂PO₂)₂ ve NaCl'nin doyma eğrilerini temsil eder. Bu üçgen diyagram, üç bileşenli bir sistem olan NaCl - Mn(H₂PO₂)₂-H₂O karışımının faz davranışını göstermektedir. Tepe Noktalar (C, B, A), sırasıyla Mn(H₂PO₂)₂ bileşiği (%100), NaCl bileşiği (%100) ve H₂O (%100)'dur. E noktası, bu nokta sistemin ötonik noktası olabilir. Ötonik noktada üç bileşen belirli oranlarda bulunur ve bu oranlar sisteme en düşük donma noktası veya dengeli faz kompozisyonunu sağlar. Grafik üzerinden E noktasının yaklaşık bileşim oranları gözlemlendi. E noktasından çıkan çizgiler, faz sınırlarını temsil eder. Bu çizgiler, bileşenlerin.

Tablo 3. H₂PO₂ iyonu içeren SLE üçlü ve dörtlü sistemler listelenmiştir.

Araştırmacılar	Sistemler
Dolinina ve ark.	NaH ₂ PO ₂ -Mn(H ₂ PO ₂) ₂ -H ₂ O at 293.15K NH ₄ H ₂ PO ₂ -Mn(H ₂ PO ₂) ₂ -H ₂ O at 293.15K Ca(H ₂ PO ₂) ₂ -Mn(H ₂ PO ₂) ₂ -H ₂ O at 293.15K
Alışoglu ve Necefoglu	Na ⁺ , Mn ²⁺ //NO ₃ ⁻ , (H ₂ PO ₂) ⁻ -H ₂ O at 273.15 K
Alışoglu	K ⁺ , Mn ²⁺ //Br ⁻ , (H ₂ PO ₂) ⁻ -H ₂ O at 298.15 K
Alışoglu	Na ⁺ , Mn ²⁺ //Cl ⁻ , (H ₂ PO ₂) ⁻ -H ₂ O at 298.15 K
Alışoglu	Na ⁺ , Mn ²⁺ //Br ⁻ , (H ₂ PO ₂) ⁻ -H ₂ O at 298.15 K
Alışoglu ve Adıguzel	K ⁺ , Mn ²⁺ //Br ⁻ , (H ₂ PO ₂) ⁻ //H ₂ O at 298.15 K
Erge ve ark.	Na ⁺ , Ba ²⁺ //(H ₂ PO ₂) ⁻ -H ₂ O at 273.15 K Na ⁺ //Cl ⁻ , (H ₂ PO ₂) ⁻ -H ₂ O at 273.15 K Ba ²⁺ //Cl ⁻ , (H ₂ PO ₂) ⁻ -H ₂ O at 273.15 K Na ⁺ , Ba ²⁺ //Cl ⁻ , (H ₂ PO ₂) ⁻ -H ₂ O -H ₂ O at 273.15 K
Adıguzel ve ark.	Na ⁺ , Zn ²⁺ //(H ₂ PO ₂) ⁻ -H ₂ O at 273.15K Zn ²⁺ //Cl ⁻ , (H ₂ PO ₂) ⁻ -H ₂ O at 273.15K Na ⁺ , Zn ²⁺ //Cl ⁻ , (H ₂ PO ₂) ⁻ -H ₂ O at 273.15K
Demirci ve ark.	NaH ₂ PO ₂ -NaCl-H ₂ O at 298.15 K NaH ₂ PO ₂ -Zn(H ₂ PO ₂) ₂ -H ₂ O at 298.15K NaCl-Zn(H ₂ PO ₂) ₂ -H ₂ O at 298.15 K NaH ₂ PO ₂ -NaCl-Zn(H ₂ PO ₂) ₂ -H ₂ O at 298.15K
Tan ve ark.	Ca(H ₂ PO ₂) ₂ - CaCl ₂ - H ₂ O at 298.15K Ca(H ₂ PO ₂) ₂ -NaH ₂ PO ₂ -H ₂ O at 298.15K
Cao ve ark.	Ca(H ₂ PO ₂) ₂ + CaCl ₂ + H ₂ O at 323.15 K Ca(H ₂ PO ₂) ₂ + NaH ₂ PO ₂ + H ₂ O at 323.15 K
Gao ve ark.	Mg(H ₂ PO ₂) ₂ + NaH ₂ PO ₂ + H ₂ O at 298K Mg(H ₂ PO ₂) ₂ +MgCl ₂ + H ₂ O at 298K
Yin ve ark.	Ca(H ₂ PO ₂) ₂ +CaCl ₂ + H ₂ O Ca(H ₂ PO ₂) ₂ + NaH ₂ PO ₂ + H ₂ O
Shi ve ark.	Mg(H ₂ PO ₂) ₂ + NaH ₂ PO ₂ + H ₂ O Mg(H ₂ PO ₂) ₂ + MgCl ₂ + H ₂ O



Şekil 1. H₂O-Mn(H₂PO₂)₂-NaCl sisteminin 323 K'de SLE diyagramı sunulmuştur.



Şekil 2. H₂O-Mn(H₂PO₂)₂-NaCl sisteminin bileşimle yoğunluk değişimi gözlenmiştir.

farklı oranlarındaki kararlı fazların oluşum bölgelerini göstermiştir. Alt bölgeler (diyagramdaki bölgeler), bileşenlerin karışımlarında hangi fazların kararlı olduğunu belirtmektedir. Bu üçlü sistemde E noktası, basit ötonik nokta sistemine uygunluk sağlayan bir bileşimdir. Burada üç bileşen denge halinde bir arada bulunur ve tek sıcaklıkta katılaşır veya yoğunluk/donma noktasında belirgin bir minimum oluşur.

Literatür verilerine bakıldığında Mn(H₂PO₂)₂-H₂O ikili sisteminin 273Kde çözünürlüğü ve yoğunluğu sırasıyla %12.20 ve 1890kg/m³ olduğu Alisoglu ve Necefoglu tarafından bulunmuştur (Alisoglu ve ark., 1997). 298Kde ise çözünürlüğünün %12.48 ve yoğunluğunun 1086 kg/m³ olduğu görülmüştür. MnCl₂-H₂O ikili sisteminin 298Kde çözünürlüğünün %43.60 ve yoğunluğunun 1491kg/m³ olduğu (Alisoğlu, 2002) , 323Kde ise çözünürlüğünün %49.40 olduğu literatürde görülmektedir.

NaCl-H₂O ikili sisteminin 273K, 298K ve 323Kde çözünürlüğünün sırasıyla %26.25, %26.42 ve %26.84 olduğu, yoğunluğunun sırasıyla 1201, 1199, 1191kg/m³ olduğu görülmüştür (Kul ve ark., 2014). H₂O-Mn(H₂PO₂)₂-NaCl üçlü sisteminin ötonik nokta verileri sırasıyla %69.52, %6.02 ve %24.46 olarak bulunmuştur.

Şekil 2'deki grafikte, yatay ekseninde mol (%) oranı, dikey ekseninde ise yoğunluk (kg/m³) verilmiş. Grafik, karışımın yoğunluk değişimini göstermiştir. Sol taraf (NaCl ağırlıklı), yoğunluk başlangıçta daha düşük ve yavaş bir artış göstermiştir. Sağ taraf (H₂O-Mn(H₂PO₂)₂ ağırlıklı), yoğunluk, H₂O-Mn(H₂PO₂)₂'nin oranı arttıkça hızlı bir şekilde yükselmiştir. E noktası, yoğunluğun maksimum olduğu yerdir. Bu nokta ötonik nokta olabilir. Ötonik noktada, karışımın yoğunluğu belirgin şekilde artmıştır. Karışım, iki bileşenin en düşük sıcaklıkta katılaşığı oranı temsil eder. Bu grafik, basit ötonik nokta sistemine uygun olarak değerlendirilebilir, çünkü E noktası, sistemde belirgin bir

yoğunluk zirvesiyle tek bir ötonik bileşim oranını ifade etmiştir.

4. SONUÇ

Bu makalede çalışılan Mn(H₂PO₂)₂-NaCl-H₂O üçlü sistemi incelendiğinde MnCl₂ çözünürlüğü %11.14'den %6.02'ye düşmüştür. NaCl çözünürlüğü ise %26.86den %24.46'ye hafif bir düşüş göstermiştir. Buna göre NaCl'nin Mn(H₂PO₂)₂ üzerine bir salting-out etkisi görülmektedir. Ötonik noktanın yoğunluğu 1279 kg/m³ olarak tespit edilmiştir. Bu çalışma bu iki tuzu ihtiva eden bir çözeltiden Mn(H₂PO₂)₂'in ayrılması için ekonomik bir yöntem önermektedir. Mn(H₂PO₂)₂'in çözünürlüğünün %11,14'den ötonik noktada %6,02'ye düştüğü ve NaCl'nin ise %26,86'dan ötonik noktada %24,46'ya Mn(H₂PO₂)₂e oranla hafif bir düşüş sergilediği görülmüştür. Buna göre çözelti derişimi değiştirilerek Mn(H₂PO₂)₂'nin kolayca ayrılması için bir proses tasarlanabilir.

TEŞEKKÜR

Yazarlar TUBİTAK'a 114Z651 numaralı proje desteği için teşekkür ederler.

5. KAYNAKLAR

Adiguzel V., Erge H., Alisoglu V. ve Necefoglu H. (2014). Study of the solubility, viscosity and density in Na⁺, Zn²⁺/Cl⁻-H₂O, Na⁺-Zn²⁺-(H₂PO₂)⁻-H₂O, Na⁺, Cl⁻-(H₂PO₂)⁻-H₂O, and Zn²⁺, Cl⁻-(H₂PO₂)⁻-H₂O ternary systems, and in Na⁺, Zn²⁺/Cl⁻, (H₂PO₂)⁻//H₂O reciprocal quaternary system at 273.15K. The Journal of Chemical Thermodynamics, 75, 35-44.

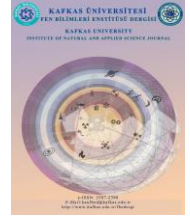
Alisoglu V. ve Necefoglu H. (1997). Étude de la solubilité dans le système Na₂(NO₃) VNa₂(H₂PO₂)₂/

- Mn(H₂PO₂)₂/H₂O. Comptes Rendus de l'Académie des Sciences - Series IIB - Mechanics-Physics-Chemistry-Astronomy, 324(2), 139-142.
- Alisoğlu V. (2002). Analyse physico-chimique du système quaternaire Na⁺, Mn²⁺/Cl⁻, (H₂PO₂)⁻/H₂O. Comptes Rendus Chimie, 5(6), 547-549.
- Alisoğlu V. (2005). Étude de la solubilité des phases en équilibre dans le système Na⁺, Mn²⁺/Br⁻, (H₂PO₂)⁻/H₂O. Comptes Rendus Chimie, 8(9), 1684-1687.
- Alisoğlu V. ve Adıgüzel V. (2008). Étude de la solubilité et des phases en équilibre dans le système quaternaire réciproque K⁺, Mn²⁺/Br⁻, (H₂PO₂)⁻/H₂O. Comptes Rendus Chimie, 11(8), 938-941.
- Alişoğlu V. (1998). Étude de la solubilité et des phases en équilibre dans le système K₂Br₂/MnBr₂/Mn(H₂PO₂)₂/H₂O. Comptes Rendus de l'Académie des Sciences - Series IIC - Chemistry, 1(12), 781-785.
- Bhat G.A., Vishnoi P., Gupta S.K. and Murugavel R. (2015). Anhydrous manganese hypophosphite dense framework solid: Synthesis, structure and magnetic studies. Inorganic Chemistry Communications, 59, 84-87.
- Demirci S., Adıgüzel V. and Şahin Ö. (2016). The Solubilities and Physicochemical Properties of NaH₂PO₂-NaCl-H₂O, NaH₂PO₂-Zn(H₂PO₂)₂-H₂O, and NaCl-Zn(H₂PO₂)₂-H₂O Ternary Systems and in NaH₂PO₂-NaCl-Zn(H₂PO₂)₂-H₂O Quaternary System at 298.15 K. Journal of Chemical & Engineering Data, 61(7), 2292-2298.
- Jian R.K., Chen L., Zhao B., Yan Y.W., Li X.F. and Wang Y.Z. (2014). Acrylonitrile-Butadiene-Styrene Terpolymer with Metal Hypophosphites: Flame Retardance and Mechanism Research. Industrial & Engineering Chemistry Research, 53(6), 2299-2307.
- Kul A., Erge H. ve MEYDAN, İ. (2014). NaCl-BaCl₂-H₂O Üçlü Su-Tuz Sisteminin İzotermik Yöntemle Çözünürlüğünün ve Faz Dengelerinin Araştırılması. Yuzuncu Yıl University Journal of the Institute of Natural and Applied Sciences, 19(1-2), 62-69.
- Mastai Y., Advances in crystallization processes, (BoD-Books on Demand, 2012)
- Noisong P. and Danvirutai C. (2010). A new synthetic route, characterization and vibrational studies of manganese hypophosphite monohydrate at ambient temperature. Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy, 77(4), 890-894.
- Noisong P., Danvirutai C., Srithanratana T. and Boonchom B. (2008). Synthesis, characterization and non-isothermal decomposition kinetics of manganese hypophosphite monohydrate. Solid State Sciences, 10(11), 1598-1604.
- Suekkhayad A., Noisong P. and Danvirutai C. (2017). Synthesis, thermodynamic and kinetic studies of the formation of LiMnPO₄ from a new Mn(H₂PO₂)₂·H₂O precursor. Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, 129(1), 123-134.
- Van Wazer J. R., Phosphorus and Its Compounds [by]John R. Van Wazer, (Interscience, 1958)
- Wu W., Lv S., Liu X., Qu H., Zhang H. and Xu J. (2014). Using TG-FTIR and TG-MS to study thermal degradation of metal hypophosphites. Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, 118(3), 1569-1575.
- Yang W., Yang W.J., Tawiah B., Zhang Y., Wang L.L., Zhu S.E., Chen T.B.Y., Yuen A.C.Y., Yu B., Liu Y.F., Si J.Y., Hu E.Z., Lu H.D., Hu K.H., Chan Q.N. and Yeoh G. H. (2018). Synthesis of anhydrous manganese hypophosphite microtubes for simultaneous flame retardant and mechanical enhancement on poly(lactic acid). Composites Science and Technology, 164, 44-50.
- Zeng Y., Yi J., Wang H., Zhou G. and Liu S. (2005). Theoretical study of H₂PO₂⁻ adsorption on Ni(111) and Cu(111) surfaces. Journal of Molecular Structure: THEOCHEM, 724(1), 81-86.



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

Antimicrobial Substances and Strategies to Avoid Bacterial and Fungal Effects in Leather Manufacturing

Haider Sabah ABDULHUSEIN^{1*}, **Baidaa Mezher KADIM²**

¹Department of Microbiology, College of Veterinary Medicine, AL-Shatrah University, Thi-Qar, Iraq

²Department of Pathology, College of Applied and Medical Sciences, AL-Shatrah University, Thi-Qar, Iraq

(İlk Gönderim / Received: 11. 04. 2024, Kabul / Accepted: 12. 12. 2024, Online Yayın / Published Online: 24.12.2024)

Keywords:

Lipolytic,
Proteolytic,
Antibiotics,
Electric current,
Antifungal and Leather.

Abstract: Smart The leather production industry, existing for thousands of years, has continuously adjusted to meet modern standards for quality and environmental sustainability. Antimicrobial treatments are essential in leather manufacture to preserve the durability and hygiene of leather goods. These important treatments are utilized to prevent bacterial proliferation and deterioration of leather in order to fulfill environmental duty. Ideal temperature and moisture conditions of animal skin create a favorable habitat for microorganisms to grow. Review explores antibacterial chemicals, preservation methods for animal hides, and factors influencing bacterial growth. Various preventive techniques like salt, antibiotics, plant extracts, and electric currents are employed to combat bacterial damage in leather production. Even with high NaCl levels in the leather treatment liquid, numerous bacterial species can proliferate and generate detrimental enzymes, leading to substantial economic losses. These enzymes have detrimental effects on leather and leather goods, such as staining, unpleasant smell, and discoloration.

Deri İmalatında Antimikrobiyal Maddeler ve Bakteriye ve Mantar Etkilerini Önlemeye Yönelik Stratejiler

Anahtar Kelimeler:

Lipolitik,
Proteolitik,
Antibiyotik,
Elektrik Akımı,
Antifungal ve Deri.

Özet: Binlerce yıldır var olan deri üretim endüstrisi, kalite ve çevresel sürdürülebilirlik açısından modern standartları karşılayacak şekilde sürekli olarak yenilenmektedir. Deri ürünlerinin dayanıklılığını ve hijyenini korumak için deri üretiminde antimikrobiyal işlemler esastır. Bu önemli işlemler, çevre görevini yerine getirmek amacıyla derinin bakteri üremesini ve bozulmasını önlemek için kullanılır. Hayvan derisinin ideal sıcaklık ve nem koşulları, mikroorganizmaların çoğalması için uygun bir yaşam alanı oluşturur. İnceleme antibakteriyel kimyasalları, hayvan derileri için koruma yöntemlerini ve bakteri üremesini etkileyen faktörleri araştırıyor. Deri üretiminde bakteriyel hasarlarla mücadele etmek için tuz, antibiyotik, bitki ekstraktları, elektrik akımı gibi çeşitli önleyici teknikler kullanılmaktadır. Deri işleme sıvısındaki yüksek NaCl seviyelerinde bile çok sayıda bakteri türü çoğalabilir ve zararlı enzimler üretebilir, bu da önemli ekonomik kayıplara yol açabilir. Bu enzimlerin deri ve deri eşyalar üzerinde lekelenme, hoş olmayan koku ve renk bozulması gibi zararlı etkileri vardır.

*Corresponding author: haidera@shu.edu.iq
DOI: 10.58688/kujs.1467530

1. INTRODUCTION

Leather, obtained from animal hides, is a highly desirable material renowned for its resilience and adaptability. Nevertheless, the presence of microorganisms throughout the processing stage presents a notable difficulty. It is essential to incorporate antimicrobial medicines in order to handle these problems. This article provides an overview of the wide range of antimicrobial agents used in the leather manufacturing industry, highlighting their significance in maintaining the quality of leather products. The use of antimicrobial agents in leather manufacture involves a diverse array of compounds, such as biocides, fungicides, bactericides, and preservatives. Conventional chemical components, such as quaternary ammonium compounds and thiocyanates, are present with natural extracts, such as phenolics and tannins produced from plants. This section explores the many categories of antimicrobial agents used and their distinct functions in the process of leather treatment (Muñoz-Bonilla and Fernández-García, 2011). Gaining a comprehensive understanding of the mechanisms by which antimicrobial drugs operate is crucial for their successful implementation. Various drugs utilize a range of processes, including the disruption of microbial cell membranes and interference with enzyme activities. Offering valuable information on choosing agents customized to figure out specific issues encountered at various steps of leather processing (McDonnell and Russell, 1999). Antimicrobial compounds are used in many stages of the leather manufacturing process, beginning with the preservation of raw hides and continuing until the final finishing of leather goods. Biocidal treatments are employed to inhibit bacterial and fungal proliferation during the soaking, tanning, and coloring procedures, thereby guaranteeing the durability of the leather. Moreover, the final items are treated with antimicrobial coatings and finishes, which offer long-lasting defense against the growth of microorganisms while in use. This section elucidates the precise applications and benefits of antimicrobial therapies at each stage. Recently, there has been an increasing focus on implementing sustainable practices in the leather manufacturing industry. This section examines environmentally sustainable alternatives to conventional antimicrobial treatments, such as natural extracts possessing intrinsic antibacterial characteristics. The leather processing industry is progressively embracing environmentally-friendly technologies to reduce the ecological impact. The inclusion of sustainability and environmental impact factors is becoming essential in the choice of antimicrobial medicines (Quesada and et al., 2016). Although antimicrobial agents improve the quality of products, there are still challenges to overcome, such as regulatory limitations, potential toxicity, and the development of resistance by microorganisms. Ongoing research is focused on developing new formulations, controlled release systems driven by nanotechnology, and combinations of different antimicrobial agents. These advancements are shaping the future of antimicrobial agents in the leather manufacturing industry. This section examines these challenges and provides insights into future directions, highlighting the importance of effective and environmentally friendly antimicrobial strategies. Technological progress has significantly contributed to improving the use of antimicrobial agents in the production of leather in recent times. Nanotechnology has become a potent technique,

facilitating the creation of nanocomposites and nanocoatings that possess improved antibacterial capabilities. Incorporating nanoparticles, namely silver nanoparticles, into leather materials has demonstrated potential in producing surfaces with long-lasting antibacterial properties, hence minimizing the requirement for frequent reapplication. The collaboration among academic institutions, industry stakeholders, and technological innovators has been crucial in driving progress in the development of antimicrobial solutions for the leather production industry. The development of breakthrough antimicrobial technologies has been achieved through collaborative efforts, which promote sustainable practices and tackle intricate issues. This section examines fruitful relationships and their contributions to the ongoing enhancement of antimicrobial applications in the leather industry.

1.1. Antimicrobial

The antimicrobial chemical factors can be classified into two categories based on their application. The first category includes antimicrobial agents that are used to regulate the growth of bacteria in industrial and economic settings. These agents are utilized in various industries such as food, textile, fuel storage, paper manufacturing, cooling, and ventilation (Madigan and et al., 2009). The second category consists of chemical antimicrobial agents that are used to prevent the growth of harmful germs on human skin and inanimate surfaces. This category includes four groups: antiseptics, sanitizers, sterilants, and disinfectants (Madigan and et al., 2009). Antimicrobial agents have been extensively employed in many domains, including hides, plastics manufacturing facilities, food sectors, textile production industries, paper, pharmaceuticals, and cosmetics production, to eradicate bacteria or impede the growth of microorganisms. A wide range of antimicrobial compounds, such as Phenolics, detergents, peroxygen, heavy metals, chlorine dioxide, chlorine, nitrogen, and others, are extensively utilized across several sectors to effectively eliminate bacteria (Heseltine, 2001). The impact of antibacterial factors on bacteria varies from severe, such as bacterial eradication, to mild, such as inhibition of bacterial growth. These effects have been extensively examined by (Martinez, 2009), who have also highlighted the detrimental effects on bacterial proteins and lipids, the disruption of nucleic acids, and the interference with bacterial metabolisms.

1.2. Antimicrobial classification

The effects of antibiotics on bacteria can be categorized into bacteriostatic, which suppress bacterial growth, and bactericidal, which can eliminate germs. The effects of the first type, known as bacteriostatic, are reversible due to the ability of bacteria to resume growth and replication once the antibiotic agent is removed from the environment. The second group, which possesses bactericidal properties, is typically the optimal choice in leather industries for reducing the population of bacteria during the tanning process. On the other hand, the use of bacteriostatic antibiotic agents in leather processes without a specific plan contributes to the increasing development of antibiotic resistance. Bacteriostatic drugs specifically target the bacterial ribosome. Conversely, bactericidal drugs form irreversible bonds with their targets, leading to the inactivation of bacterial cells and

ultimately causing bacterial death (Heseltine, 2001). Antibiotics are classified into five groups based on their mechanism of action: suppression of protein synthesis, damage to the cytoplasmic membrane, inhibition of cell wall formation, damage to nucleic acids, and disruption of bacterial metabolism. Each antibiotic has a distinct target on the bacterial cell. Once the antibiotic agents connect to the bacterial cell wall and penetrate it, they cling to the cell membrane. This causes a disruption in the exchange of cytoplasmic bacterial ions, specifically potassium ions (K⁺), leading to the leakage of cell contents and ultimately cell death (Martinez, 2009). Antimicrobial agents can be categorized into two categories: leaching agents and non-leaching agents. This classification is based on the antimicrobial ingredients used and the technique of treatment. There are three categories of antimicrobial agents commonly used in textile production: Antibacterial, Antiviral, and Antifungal factors.

1.3. Antimicrobial resistance

Similar to other sectors, the rise of antimicrobial resistance presents a difficulty in the leather production field. The over dependence on specific antibacterial drugs can result in the emergence of resistant strains of microbes. This section emphasizes the significance of using antimicrobial agents in a careful and varied manner to reduce the likelihood of resistance. Continuing research on alternative substances and combination medicines seeks to offer solutions to this ever-changing dilemma (Birbir and et al., 2008). Antimicrobial resistance refers to the ability of microorganisms to resist the effects of antimicrobial drugs. Genes responsible for antibiotic resistance can be readily transferred between different species through three mechanisms: transformation, transduction, and conjugation. As a result, many antibiotics have recently become ineffective against bacteria and fungi (Russell, 2001; Madigan and et al., 2009; WHO, 2016). The World Health Organization's yearly reports in 2016 indicate a significant increase in the prevalence of antibiotic resistant bacteria worldwide (Berber, 2020). Consequently, bacteria possess the capacity to proliferate despite the use of antibiotics in the leather industry (Abdulhusein and Caglayan, 2022). In recent decades, the proliferation of antibiotic resistance has been attributed to the inadvertent and over utilization of antimicrobial drugs. Animal products, poultry, bird faces, and carcasses have been identified as significant sources of multidrug-resistant (MDR) pathogenic bio agents. MDR, or multidrug resistance, is a significant and recent problem that has adverse effects on both humans and animals (Vankar and Dwivedi, 2009; Kacaniova and Juhaniakova, 2011) identified antibiotic-resistant bacteria from the digestive system and milk of animals. These bacteria were classified as members of the Enterobacteriaceae family. Scientists are currently making efforts to identify new alternative bioactive compounds, instead of antibiotics, that do not have any negative effects on humans or the environment. Additionally, some of these materials may not have any impact on infectious bacteria (Abdulhusein and Caglayan, 2022). The rising consumer consciousness regarding hygiene and health has led to a surge in the demand for leather products treated with antimicrobial agents. Manufacturers have responded to the change in consumer tastes by integrating antimicrobial

technologies into their products, not just for practical purposes but also as a commercial attribute. This section examines the convergence of consumer demand, marketing techniques, and the incorporation of antimicrobial agents to fulfill changing market expectations. Regulatory authorities closely examine the application of antimicrobial substances in consumer products, such as leather goods. This section provides an overview of the regulatory factors that must be taken into account when using antimicrobial treatments in the leather sector. Adherence to standards and regulations guarantees the safety and effectiveness of antimicrobial agents, addressing concerns regarding human health and environmental consequences. This text examines cases in which certain agents or technology has successfully tackled microbiological obstacles, highlighting their practical applications and resulting consequences. Real-world examples offer useful insights into the varied applications and achievements of antimicrobial therapies in various contexts.

1.4. Bacterial and Fungal effects on leathers

The presence of abundant moisture and protein content in animal raw skins makes them an ideal breeding ground for microorganisms, leading to microbial proliferation (Skóra, 2014a). Animal skins host a variety of microorganisms, including bacteria such as *Corynebacterium*, *Bacillus*, *Staphylococcus*, and *Clostridium*, as well as fungi such as *Aspergillus*, *Penicillium*, *Candida*, *Cryptococcus*, and *Paecilomyces* (Bayramoğlu, 2006). These biological components possess the capacity to proliferate fast and generate various lipolytic and proteolytic enzymes, resulting in the deterioration of leather, unpleasant odour, discoloration, increased brittleness, and loss of elasticity (Bielak and Syguła-Cholewińska, 2017; Gendaszewska and et al., 2022). Conversely, certain microbes do not pose a threat to human health (Baird and et al., 2006). Given the high concentration of bacteria present in the soaking solution and the presence of several opportunistic species on animal skins, it is necessary to apply bactericides during leather processing (Williams and et al., 2005; Berber and et al., 2010). In order to prevent microbial decay, a range of antimicrobial substances are employed during the various stages of leather production. These substances can be categorized into two groups: natural materials and chemical materials. The chemical materials can further be classified as either fungicidal or bactericidal. Examples of these substances include isothiazoles, Bronopol, benzothiazole, phenols, polyvinyl, pyridines, tolylsulfone compounds, quaternary (Tissier and Chesnais, 2001; Khalili and et al., 2003; Falkiewicz-Dulik, 2020). Although the majority of these chemicals are typically considered non-toxic (Khalili and et al., 2003) a small portion of them are actually toxic. Excessive use of these chemicals can have harmful effects on both humans and animals. Additionally, these materials are known to contribute to water pollution and are unsuitable for use in the food and leather industries (Karavana and et al., 2011; Bugra and et al., 2011; Deselnicu and et al., 2014; Dorota and et al., 2022). Some chemicals, like polyhalogenated phenolic compounds and pentachlorophenol, have been prohibited because they are highly dangerous (Türkan and et al., 2013). Regrettably, certain materials have been found to induce occupational illnesses, including renal, hepatic, and respiratory system

ailments (Afşar and et al., 2010). Consequently, numerous antimicrobial agents derived from animals, plants, and microorganisms have been utilized in leather tanning processes, as they possess natural properties that are non-toxic or have low toxicity levels (Veyselova and et al., 2013). Researchers have utilized various antibacterial agents, including sodium sulphate, alkyl phenol ethoxylates, 1-2 dichlorobenzene, sodium bisulphate, potassium dimethyldithiocarbonate, acetic acid, potassium dimethyldithiocarbonate, sodium-orthophenylphenate, 5-chloro-2-methyl-4-isothiazolin-3-one, trichloro-S-triazinetriene, ortho-benzyl-para-chlorophenol, sodium salt of o-phenylphenate, and methylene bis (thiocyanate), in both the leather and paper industries (Yang and et al., 2012). The paper industry has utilized a mixture of benzothiazole and copper II, as well as silver nanoparticles (Muthusubramanian and Mitra, 2006), and 2-bromo-2-nitropropane-1,3-diol, for their bactericidal properties (Akpolat and et al., 2015). Bacteria with the ability to break down lipids and proteins. Simultaneously with bacterial activity, a variety of primary and secondary metabolites are being synthesized. These include colors, toxins, vitamins, and enzymes. Protease and lipase are crucial enzymes in the leather industry as they can be utilized in many phases of leather production. However, if present in large concentrations in the soak liquor, both of these can cause negative effects on the finishing leather. In recent years, researchers have intensified their investigations on proteolytic and lipolytic bacteria to explore novel approaches for reducing bacterial populations in tanning. Additionally, they are investigating the potential use of these enzymes in bio-tanning processes, albeit in their crude form and with limited quantities. Bacteria have the ability to break down lipids and proteins. Extensive research has been carried out to assess the capacity of lipolytic and proteolytic bacteria, which are obtained from leather businesses during tanning procedures. Approximately 43% of the samples obtained from salted sheep skin consisted of somewhat halophilic bacteria, and the remaining 56% consisted of extreme halophilic archaea (Skóra and et al., 2014b). All severe halophilic isolates, including as *Halorubrum lipolyticum*, *Halococcus dombrowskii*, *Halococcus morrhuae*, and *Halococcus dombrowskii*, exhibited positive proteolytic activity (Skóra and et al., 2014b). Previous investigation that was isolated *Enterobacter cloacae*, *Pseudomonas luteola*, *Bacillus pumilus*, and *Bacillus licheniformis* from soak liquor. The researchers examined the lipolytic activity of these isolates and found that all of them were capable of producing a lipolytic enzyme. Additionally, *Vibrio fluvialis*, *Enterococcus faecium*, and *Staphylococcus intermedius* were also tested for their proteolytic activity, and all of them showed positive results. In Turkey, six isolates (which are including *Bacillus mojavensis*, *Bacillus cereus*, *Bacillus amyloliquefaciens*, *Bacillus licheniformis*, *Bacillus toyonensis*, and *Bacillus velenzensis*) were obtained from different tanneries. These isolates were identified through molecular analysis, and their capacity to produce lipase and protease was examined (Yang and et al., 2012). The findings revealed that all isolates were positive for protease activity. However, only *Bacillus cereus* was negative for lipase production (Abdulhusein and Caglayan, 2022). In addition, prior search isolated bacterial and fungal species

from the air of leather industries most of these microorganisms are pathogens such as *Cryptococcus albidus*, *Penicillium echinulatum*, *Candida parapsilosis*, *Cladosporium cladosporioides*, *Penicillium crustosum*, *Penicillium chrysogenum*, *Penicillium commune*, *Corynebacterium lubricantis*, *Staphylococcus gallinarum*, *Pantoea agglomerans*, *Bacillus pumilus*, *Acinetobacter johnsonii*, *A. calcoaceticus*, *Bacillus cereus*, *Nocardiosis dassonvillei*, *Bacillus subtilis* and *Pseudomonas putida* (Orlita, 2004; Castellanos-Arévalo and et al., 2016). While lipolytic and proteolytic bacteria can have detrimental effects on leather, as these microbes have the ability to permeate the layers of skin and create damaging enzymes that result in skin degradation, spots, skin discoloration, and unpleasant odors, as shown in the accompanying photographs.

Figure 1 and figure 2 represent one of our previous study about the deterioration effects of bacteria on sheep skin and goat skin after treatment with mixed culture containing lipolytic and proteolytic Haloversatile bacteria which were isolated from salt samples used for skin preservation after it was skinned from the animal.

1.5. Fungicidal Agents

Microorganisms present on animal skin have no impact on the animal while it is alive. However, once an animal is slaughtered, these microorganisms can have detrimental consequences on the animal's skin as they begin to develop and multiply (Gobalakrishnan and Saravanan, 2017). In the leather industry, fungicidal substances, whether chemical or natural, are used during various phases of processing to prevent the growth of fungi during storage and transformation (Gobalakrishnan and Saravanan, 2017). The utilization of antimicrobial drugs should be restricted in order to mitigate antimicrobial resistance and prevent adverse environmental impacts (Niculescu and et al., 2017). In order to alleviate the adverse effects of antimicrobial agents on humans and their surroundings, researchers are actively seeking alternative biocides that are environmentally benign. One such approach involves exploring the potential of plant-derived biocides, as demonstrated by (Şirvaitytė and et al., 2012). One of the reasons why natural ingredients are increasingly used in leather production is due to the changing preferences of consumers. Several recent studies have examined and evaluated the biological functions of essential oils as antimicrobial agents. These investigations have determined that essential oils possess bactericidal and fungicidal properties (Akter and et al., 2023). The antimicrobial activity of four different dyes was assessed against various bacteria and fungi. The results showed that the dyes had antibacterial effects but no effect on the tested fungi (Koizhaiganova and et al., 2015). In another study conducted by (Țârlea and et al., 2009a), Ag-HA (Silver-doped hydroxyapatite) was utilized as an antibacterial agent in the leather finishing process. The Ag-HA was specifically developed using a microwave technique. The researcher assessed the antibacterial efficacy of Ag-HA using qualitative and quantitative analysis of tested microorganisms. The findings demonstrated that Ag-HA has promising antimicrobial properties (Țârlea and et al., 2009a).

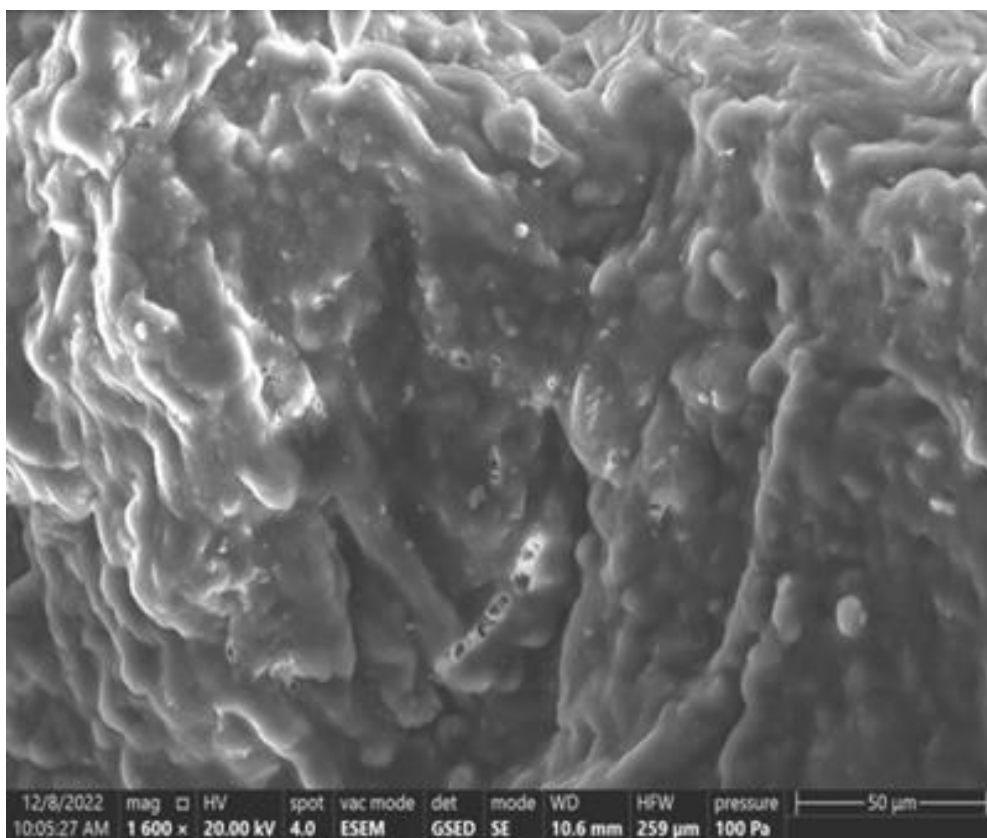


Figure 1. Sheep skin treated with mixed culture of Lipolytic and proteolytic bacteria isolated from leather industries (50 μm).

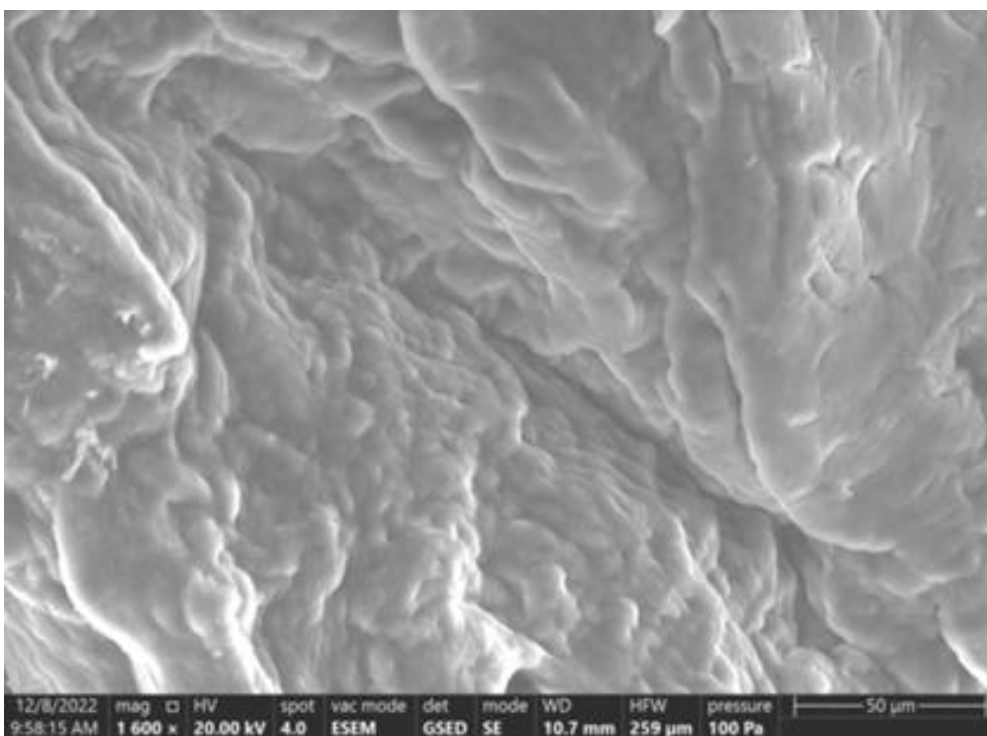


Figure 2. Goat skin treated with mixed culture of Lipolytic and proteolytic bacteria isolated from leather industries (50 μm).

Țârlea et al., 2009a; 2009b evaluated the effectiveness of newly developed antimicrobial agents, which were synthesized by modifying the chemical structure of existing substances through chemical substitutions such as sulphonation of nitro, methoxy, methyl, and chloro instead of 2-amino benzothiazole-6. The results showed positive antifungal activity against *Aspergillusniger* in the production

of cattle skin. However, these agents were found to be ineffective against *Trichoderma viride* (Neffati and et al., 2011; Țârlea and et al., 2009b). In a study conducted by Niculescu et al. (2017), coriander essential oil was employed as an antifungal agent in the concluding stages of leather production. The findings indicated that a minimum concentration of 65% of this essential oil should be utilized

during the leather finishing process (Širvaitytė and et al., 2012). Another study conducted by Neffati et al. (2011), Sreelatha et al. (2009), and Zoubiri et al. (2010) explored the medicinal significance of the Coriander plant (Bayramoglu, 2007; Sreelatha and et al., 2009; Zoubiri and Baaliouamer, 2010). The study revealed that Coriander not only acts as an antibacterial agent but also functions as a scavenging agent. Bayramoglu (2007) and Bayramoglu et al. (2009) examined the bioactive properties of essential oil extracted from *Origanum* species using steam distillation methods (Pranab and et al., 2009). They found that this oil can be used as an alternative antimicrobial agent against gram positive bacteria and as an antifungal material in the pickling leather process. In their study, Gendaszewska et al., (2022) examined the fungicidal properties of extracts derived from tea tree and thyme essential oils against three different fungus species (*Aspergillus niger*, *Candida albicans* and *Chaetomium globosum*) (Baird and et al., 2006). Upon completion of the leather finishing process, the findings indicated that thyme essential oil exhibited antifungal properties against all three types of fungi at a concentration of 5%. Conversely, the use of tea tree essential oil on leather samples only showed bioactivity against *Candida*. In addition, in China, nanoparticles, specifically a combination of nano-ZnO, isothiazolinolcetone, acrylic resin, and tween, have been utilized as an antimicrobial agent for leather. The mixture, applied at a concentration of 0.8 g/l, demonstrated a pH of 6.0 and exhibited a significant and lasting effectiveness in inhibiting fungal growth, with a success rate of 97% (Berechet and et al., 2016a). Researchers have evidently intensified their efforts to discover new antimicrobial agents that can effectively reduce the presence of microbes on leather surfaces or in the soaking liquor used during the leather processing. Numerous studies have been conducted to identify appropriate ingredients with antifungal properties, such as Essential oils of Orange, Clove, Lavender, *Origanum* and Cinnamon were extracted and tested against *Trichophyton interdigitale* (Radwan and et al., 2014). Also the growth of Molds and *Candida albicans* were stopped by Essential oils of Cinnamon, Clove and Thyme (Berechet and et al., 2016b). Furthermore, the growth of *Aspergillus niger* and *Candida albicans* in leather industry was stopped by Carvacol, O-Cymol, Tymol, Geranium, Rosemary and Pine essential oils (Deselnicu and Chirilă, 2018). The plant extracts (*Tanacetum vulgare*, Compositae family) were tested against *Epidermophyton floccosum* and *Trichophyton interdigitale* (Miu and et al., 2020). Also the Plant extracts were investigated against *Trichophyton interdigitale* (Iyigundogdu and et al., 2016). Sodium pentaboratepentahydrate and triclosan have inhibitory effects against *Aspergillus niger*, *Trichophyton mentagrophytes* and *Candida albicans* (Chirilă and et al., 2017). The growth of *Trichophyton interdigitale* was inhibited by Essential oils of Thyme (Ilieş and et al., 2021). Essential oils of *Citrus limon*, *Melaleuca alternifolia*, *Mentha piperita*, *Origanum vulgare*, *Lavandula angustifolia* and *Marjoram* were tested against *Aspergillus* spp., *Botrytis* sp., *Penicillium* sp., *Mucor* sp., *Candida guilliermondii* and *Cladosporium* sp. (Bailey, 2003).

1.6. Antibacterial Agents

Biocides are substances, whether synthetic or derived from nature, that possess the ability to inhibit the growth or

kill microorganisms. Bactericidal and bacteriostatic chemicals have been employed for temporary preservation of leather, typically ranging from a few days to a few weeks. Historically, chlorinated chemicals and mercury phenoles have been commonly utilized as bactericidal agents. Both of these items have practical applications, but they also have negative effects on the environment, which is why they have been prohibited (Shakeel and et al., 2019). Biocides have been commonly used in combination with dyes and surfactants during the storage and processing of leather to protect salty skin and prevent bacterial and fungus growth (Shakeel and et al., 2019). In their study, Shakeel et al. (2019) synthesized a novel class of formazan dyes comprising a combination of (2-phenyl 2-4-sulfophenyl-hydrazono methyl diazenyl) benzoic acid and (2-aminobenzoic acid). These dyes were then reacted with 4-[(2Z)-2-benzylidenehydrazinyl] benzene sulfonic acid (Ding and et al., 2022). The synthesized dyes were tested against both Gram-positive and Gram-negative bacteria, including *Bacillus subtilis*, *Klebsiella*, *Escherichiacoli*, and *Staphylococcus aureus*. Additionally, their effectiveness was evaluated against various fungi commonly found in leather industries, such as *Trichoderma harzianum*, *Aspergillus chevalieri*, *Aspergillus candidus*, *Aspergillus flavus*, *Penicillium stipitatum*, and *Aspergillus niger*. The leather's antibacterial properties have been attained using pre-tanning procedures (Singh, 2014). In a recent study conducted by Ding et al., (2022), a novel antibacterial agent was developed by combining Polyurethane with ciprofloxacin. The resulting chemical was then evaluated against Gram-negative bacteria (*Escherichia coli*) and Gram-positive bacteria (*Staphylococcus aureus*) (Singh, 2014). The results demonstrate that the chemical exhibits a strong bacteriostatic impact on both isolates by inhibiting the DNA gyrase of these isolates. The findings from the studies conducted by Bayramoglu (2007) and Bayramoglu et al. (2008) demonstrated that *Oregano* essential oils had superior bactericidal properties compared to the commercial antibiotic agents commonly utilized in leather processing (Pranab and et al., 2009). In the fatliquoring process conducted by Bielak et al., (2017), the antimicrobial properties of three types of plant extracts (specifically essential oils) were tested (Gendaszewska and et al., 2022). These extracts, namely thyme, cinnamon, and oregano, were mixed with leather at a concentration of 5% of the skin weight. The objective was to evaluate their effectiveness against *Candida albicans*, *Staphylococcus aureus*, and *Escherichiacoli*. The results revealed that the aforementioned essential oils exhibited significant antibacterial and antifungal activity. In their study, Veyselova et al. (2013) examined the effectiveness of a combination of QAC (quaternary ammonium compound), specifically 12.5% benzyl dimethyl ammonium chloride and 12.5% didecyl dimethyl ammonium chloride, when applied to soaking water in leather industries (Yang and et al., 2012). The researchers tested the combination against various gram positive bacteria (including *Bacillus licheniformis*, *Staphylococcus intermedius*, and *Bacillus pumilus*) as well as gram-negative bacteria (including *Enterococcus faecium*, *Vibrio fluvialis*, *Enterobacter cloacae*, and *Pseudomonas luteola*). The results showed that this combination exhibited antimicrobial properties against all tested isolates, with the effectiveness depending on the concentration used. The study examined the minimum concentration of Sodium Dimethyl-

dithio carbamate, an ingredient with antibacterial properties, against antibiotic resistant bacteria (ARB) that were resistant to penicillin, streptomycin, meropenem, ampicillin, and spectinomycin. The concentrations of Sodium Dimethyl-dithio carbamate used were 10 µg, 25 µg, 10 µg, 10 µg, and 25 µg respectively. The results showed that Sodium Dimethyl-dithio carbamate exhibited antimicrobial effects against a mixed bacterial culture at a concentration of 1000 µg/l. The antibacterial properties of acetone extracts from four lichen species (*Usnea* sp., *Hypogymnia physodes*, *Pseudevernia furfuracea*, and *Everniadivariata*) were investigated against six Gram-positive *Bacillus* sp. isolates. All isolates exhibited positive catalase, protease, and oxidase activity. The results revealed that these extracts were capable of killing certain isolates at a specific concentration, while inhibiting others at the same concentration (Abdulhusein and Caglayan, 2022). Lichens, such as *Cetraria* sp. and *Lobaria* sp., have been utilized in the leather industry as natural and alternative antibacterial agents for an extended period of time (Khattab and et al., 2019). In the textiles industry, a combination of synthetic and natural materials has been used to create novel antibacterial properties. The antimicrobial efficacy of sodium pentaborate pentahydrate and triclosan has been evaluated against several bacteria including *Escherichiacoli*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella enterica*, *Staphylococcusepidermidis*, *Klebsiella pneumoniae*, and *Methicillin-Resistant Staphylococcus aureus* (Chirilă and et al., 2017). Lanthanide-doped strontium aluminum oxide was studied in cotton industry against *Escherichiacoli*, *Staphylococcus aureus* and *Candida albicans* (Khan and et al., 2019). The study examined the antibacterial effects of Chitosan and Dielectric barrier discharge (DBD) plasma-treated materials that were impregnated with alkyl dimethyl benzyl ammonium chloride. The materials tested included Polyester, nonwoven cellulose/polyester, woven cotton, and Jute-cotton blended denim. The antibacterial activity was evaluated against *Staphylococcus aureus* and *Escherichiacoli*, as reported by (Song and et al., 2019; Chen and et al., 2019). The antimicrobial efficacy of Rose bengal against *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, and *Bacillus subtilis* was evaluated on a fabric blend of wool and acrylic (Shahid-Ul-Islam and et al., 2019). The antimicrobial efficacy of Chitosan–silver nanoparticles (Dong and et al., 2019) and *Lycium ruthenicum* Murray extract (Yıldız and Eryuruk, 2018) was evaluated against *Escherichiacoli* and *Staphylococcus aureus* on wool fabrics. The antibacterial agent Quat silane was utilized against *Staphylococcus aureus* in cotton and elastane fabrics (Sadeghi-Kiakhani and et al., 2020). The study conducted by Sadeghi-Kiakhani et al., (2020) employed chitosan-silver nanoparticles as an antibacterial agent to combat *Escherichiacoli* and *Staphylococcus aureus* in the linen industry (Franco and et al., 2019). In addition, the application of 6mer-HNP1 (Aslanidou and Karapanagiotis, 2018), silane quaternary ammonium salt, and silica nanoparticles (Birbir and et al., 2013) in the silk industry was found to be effective in inhibiting bacterial growth.

1.7. Physical methods

The antimicrobial efficacy of Chitosan–silver nanoparticles (Dong and et al., 2019) and *Lycium ruthenicum* Murray extract (Yıldız and Eryuruk, 2018) was evaluated

against *Escherichiacoli* and *Staphylococcus aureus* on wool fabrics. The antibacterial agent Quatsilane was utilized against *Staphylococcus aureus* in cotton and elastane fabrics (Sadeghi-Kiakhani and et al., 2020). The study conducted by Sadeghi-Kiakhani et al. (2020) employed chitosan-silver nanoparticles as an antibacterial agent to combat *Escherichiacoli* and *Staphylococcus aureus* in the linen industry (Franco and et al., 2019). In addition, the application of 6mer-HNP1 (Aslanidou and Karapanagiotis, 2018), silane quaternary ammonium salt, and silica nanoparticles (Birbir and et al., 2013) in the silk industry was found to be effective in inhibiting bacterial growth. Despite the use of various antimicrobial agents, such as NaCl and Boric acid, in skin processes to eliminate microbes in soak liquor and on the skin's surface, bacteria have developed antibiotic resistance mechanisms. This type of resistance has been transmitted vertically and horizontally among different species (Devlieghere and et al., 2013). Furthermore, the excessive utilization of antimicrobial agents has been identified as the primary cause of environmental contamination. Furthermore, the excessive utilization of antimicrobial agents has been identified as the primary cause of environmental contamination. Consequently, researchers endeavored to identify novel ways that are both environmentally benign and possess potent antibacterial properties, while avoiding any adverse impacts. Many of newly alternative approaches have been discovered and applied in order to minimize the bacterial numbers or kill it's in different aspects such as food preservation sectors, among these technologies are PEF (pulsed electric fields), electrolyzed water, UV decontamination, high power ultrasound, oscillating magnetic fields, Radiation, high intensity laser, ionization, and high pressure homogenization (Tsong, 1990). Two distinct forms of electric current have been widely employed to hinder or eradicate halophilic bacteria and extreme halophilic archaea that are found in salt, soak liquor, and salted animal hides used in leather tanning procedures. Furthermore, both alternate and direct electric currents have been utilized for the purpose of eradicating bacterial populations and decontaminating various food and liquid goods. There are two processes by which electric current can deactivate bacterial development and destroy germs. Firstly, electroporation involves subjecting bacteria to high voltage, which temporarily alters the components of the bacterial membrane, including the lipid bilayer and proteins. Another phenomenon is referred to as electric annihilation. Both procedures involve the perforation of the bacterium cell wall, allowing the inside bacterial material to escape and ultimately leading to bacterial death (Martin-Belloso and Elez-Martinez, 2005; Kumar and et al., 2016). Several variables influence the process of electric current in bacterial inhibition, such as the pH level of the medium, temperature, conductivity of the medium, species of microorganisms being examined, and the duration and type of electric current. Electric current exerts fatal effects on molds, yeasts, and the morphology of vegetative bacteria. However, there has been shown resistance to bacterial spores. Bacteria have greater resilience compared to yeast cells. In addition, Gram-negative bacteria exhibit greater sensitivity to pulse electric field compared to Gram-positive bacteria. In food sector this approach has been used to kill *Bacillus subtilis*, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichiacoli*, *Lactobacillus brevis* and *Saccharomyces cerevisiae* in pea soup, milk, skim milk,

liquid egg, yoghurt and apple juice respectively. The study conducted by Birbir (2013) demonstrated the combined use of alternating and direct electric current to effectively combat six different gram positive and negative isolates in a liquid medium containing 2% NaCl (Devlieghere and et al., 2004). The results revealed a significant reduction in the number of colonies within short treatment duration. While electric current technologies are highly efficient in combating resistant germs without the need for toxic chemicals, their application in the leather industry remains complex. Electric current can be utilized in various areas, not just limited to food production. In addition, several physical methods such as irradiation, electron beam therapy, and chilling techniques have been employed to safeguard skins following salting and washing procedures. The cooling method can be classified into two categories: cooling by ice and cooling in a vacuum. Researchers actually favor the use of chemicals over physical methods for short-term preservation of leather because chemical approaches do not require any specialized equipment for application.

2. CONCLUSION

The textiles and leather industries have significantly boosted economic prosperity in countries like the US, China, Bangladesh, India, Italy, and Turkey. To enhance product quality, countries are exploring innovative techniques and using antimicrobial agents with bactericidal activity and non-leaching properties. Bacteriostatic agents are preferred in apparel manufacturing, while bactericidal agents are used in medical and industrial contexts. Antimicrobial compounds are essential in modern leather production for quality, longevity, and cleanliness. This review examined various antimicrobial agents, their operation methods, and environmental impact. The use of efficient and eco-friendly methods is crucial for the future of leather production, ensuring product excellence, sustainability, and customer satisfaction. Overall, the industry should continue to evolve by embracing innovative and sustainable practices to navigate obstacles and meet market demands effectively.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Conceptualization – Kadim BM, writing-original draft preparation – Abdulhusein HS; writing-review and editing- Abdulhusein HS; collecting data and articles from different sites and journals. Both authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

CONFLICTS OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

FUNDING

This research received no external funding.

3. REFERENCES

- Abdulhusein H.S. and Caglayan P. (2022). Comparison Between Misusing of Tetracycline and Salmonella Infection, II INTERNATIONAL BIOLOGY CONGRESS, KYRGYZ-TURKISH MANAS UNIVERSITY Faculty of Science Department of Biology. 103, 18-20.
- Afşar A., Gülümser G., Aslan A., Ocak B. (2010). A Study on Usability of Collagen Hydrolysate Along with Oxazolidine in Leather Processing. *Tekstilve Konfeksiyon*. 20, 37-40.
- Akter T., Sarker Ss, Sujan S., Parveen S. (2023). Antimicrobial Activity of Natural and Synthetic Dyes Used in Leather Dyeing: A Comparative Study. *TEXTILE & LEATHER REVIEW*. 6, 387-400.
- Akpolat C., Ventosa A., Birbir M., Sánchez-Porro C., Caglayan P. (2015). Molecular Identification of Moderately Halophilic Bacteria and Extremely Halophilic Archaea Isolated from Salted Sheep Skins Containing Red and Yellow Discolorations. *Journal of the American Leather Chemists Association*. 110 (7), 211-220.
- Aslanidou D. and Karapanagiotis I. (2018). Superhydrophobic, superoleophobic and antimicrobial coatings for the protection of silk textiles. *Coatings*. 8 (3), 101.
- Bailey DG. (2003). The preservation of hides and skin. *Journal of the American Leather Chemists Association*. 98(8), 308-319.
- Baird B.E., Lucia, L.M., Acuff G.R., Haris K.B., Sawell J.W. (2006). Beef Hide Antimicrobial Interventions As a Means of Reducing Bacterial Contamination. *Meat Science*. 73, 245-24.
- Bayramoğlu E.E., Gülümser G., Karaboz I. (2006). Ecological and innovate fungicide for the leather industry: essential oil of *Origanum minutiflorum*. *Journal of the American Leather Chemists Association*. 101 (3), 96-104.
- Bayramoglu E.E. (2007). Unique Biocide for the Leather Industry: Essential Oil of *Oregano*. *Journal of The American Leather Chemists Association*. 102, 347-352.
- Berber D. (2020). Antibacterial Activities of Lichen Derived Extracts against Different *Bacillus* Species from Soak Liquor Samples. *Journal- American Leather Chemists Association*. 115: p 96-104.
- Berber D., Birbir M., Hacıoğlu H. (2010). Efficacy Assessment of Bactericide Containing Didecyltrimethylammonium Chloride on Bacteria Found in Soak Liquor at Different Exposure Times. *Journal of the American Leather Chemists Association*. 105 (11), 354-359.
- Berechet M.D., Chirilă C., Deselnicu V. (2016a). Antifungal Activity of Some Essential Oils on Cotton Fabrics, ICAMS 2016 – 6th International Conference on Advanced Materials and Systems.
- Berechet M.D., Chirilă C., Deselnicu V. (2016b). Antifungal Activity of Thyme Essential Oil on Woolen Sheepskins.

- ICAMS– 6th International Conference on Advanced Materials and Systems.
- Bielak E. and Syguła-Cholewińska J. (2017). Antimicrobial effect of lining leather fatliquored with the addition of essential oils. *Biotechnol Food Science*. 81 (2), 149-157.
- Birbir Y., Dolek N., Birbir M., Caglayan P. (2013). Synergistic Effect of Direct and Alternating Electric Current Treatments and Bronopol to Inactivate Bacteria Found in Hide Soak Liquors. *Journal of American Leather Chemists Association*. 108, 373-384.
- Birbir Y., Uğur G., Birbir M. (2008). Inactivation of Bacterial Population in Hide-Soak Liquors via Direct Electric Current. *Journal of Electrostatics*. 66 (7-8), 355-360.
- Bugra O., Aslan A., Gulumser G. (2011). Utilization of chromium-tanned leather solid wastes in microencapsulation. *Journal of the American Leather Chemists Association*, 106(7), 232-238.
- Castellanos-Arévalo A.P., Camarena-Pozos D.A., Castellanos-Arévalo D.C., Rangel-Córdova A.A., PeñaCabriales J.J., Arévalo-Rivas B., Guzmán de Peña D., Maldonado-Vega M. (2016). Microbial contamination in the indoor environment of tanneries in Leon, Mexico. *Indoor and Built Environment*. 25(3), 524-540.
- Chirilă C., Deselnicu V., Berechet M.D. (2017). Footwear Protection Against Fungi Using Thyme Essential Oil. *Leather and Footwear Journal*. 17:3, 173-178.
- Chen W., Chen J., Li L., Wang X., Wei Q., Ghiladi R.A., Wang Q. (2019). Wool/Acrylic Blended Fabrics as Next-Generation Photodynamic Antimicrobial Materials. *ACS Appl Mater Interfaces*. 11(33), 29557-29568.
- Deselnicu V. and Chirilă C. (2018). Antimicrobial Composition For The Protection Of Leather, Furs And Leather Articles. *ICAMS 7th International Conference on Advanced Materials and Systems*,
- Deselnicu V., Deselnicu D.C., Vasilescu A.M., Militaru G. (2014). EU Policy for Sustainable Consumption and Production – EUEcolabel for Footwear. *Proceedings of the 5th International Conference on Advanced Materials and Systems ICAMS*, 23-25, Bucharest. 641-646.
- Devlieghere F., Vermeiren L., Debevere J. (2004). Ne New preservation technologies: Possibilities and limitations. *International Dairy Journal*. Vol 14 (4), 273-285.
- Ding S., Zhu J., Tian S. (2022). Polyurethane-based retanning agents with antimicrobial properties. *e-Polymers*. 22(1), 544-552.
- Dong Y., Gu J., Wang P., Wen H. (2019). Developed functionalization of wool fabric with extracts of *Lyciumruthenicum* Murray and potential application in healthy care textiles. *Dye Pigment*. 163, 308–317.
- Dorota G., Barbara W., Agata B., Paweł B. (2022). Antifungal Activity of Finished Chromium Tanned Leather Containing Thyme and Tea Tree Essential Oils. *Fibres & Textiles in Eastern Europe*. 30 (3), 41-45.
- Falkiewicz-Dulik M. (2020). Biocidal activity of selected preparations for leather protection. *FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe*. 1(139), 115-122.
- Franco A.R., Fernandes E.M., Rodrigues M.T., Rodrigues F.J., Gomes M.E., Leonor I.B., Kaplan D.L., Reis R.L. (2019). Antimicrobial coating of spider silk to prevent bacterial attachment on silk surgical sutures. *Acta Biomater*. 99, 236-246.
- Gendaszewska D., Wionczyk B., Bednarek A., Boniecki P. (2022). Antifungal Activity of Finished Chromium Tanned Leather Containing Thyme and Tea Tree Essential Oils. *FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe*. 151(3), 41–45.
- Gobalakrishnan M. and Saravanan D. (2017). Antimicrobial Activity of *Coleus ambonicus* Herbal Finish on Cotton Fabric. *FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe*. 25, 4(124).
- Heseltine P. (2002). *Disinfection, Sterilization, and Preservation*, 5th ed. SS Block, ed.; Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2001; 1,504 pages. *Infection Control & Hospital Epidemiology*. 23(2), 109–109.
- Iyigundogdu Z.U., Demir O., Asutay A.B., Sahin F. (2017). Developing Novel Antimicrobial and Antiviral Textile Products. *Appl Biochem Biotechnol*. 181(3), 1155-1166.
- Ilieş D.C., Hodor N., Indrie L., Dejeu P., Ilieş A., Albu A., Caciora T., Ilieş M., Barbu-Tudoran L., Grama V. (2021). Investigations of the Surface of Heritage Objects and Green Bioremediation: Case Study of Artefacts from Maramureş, Romania. *Applied Sciences*. 11(14), 6643.
- Kacaniova M. and Juhaniakova L. (2011). Microorganisms in Confectionary Products. *The Journal of Microbiology. Biotechnology and Food Sciences*. 1(1), 57-69.
- Karavana H.A., Başaran B., Aslan A., Bitlisli B.O., Gülümser G. (2011). Heavy Metal Contents of Bootee Leathers Tanned With Different Process Recipes. *Tekstil ve Konfeksiyon*. 21, 305-310.
- Khalili B., Bardana E.J.Jr., Yunginger J.W. (2003). Psyllium-Associated Anaphylaxis and Death: a Case Report and Review of the Literature. *Annals of Allergy, Asthma and Immunology*. 91, 579-84.
- Khan A.M., Islam M.M., Khan M.M.R. (2019). Chitosan incorporation for antibacterial property improvement of jute-cotton blended denim fabric. *Journal of the Textile Institute*. 111 (5), 660-668.

- Khatab T.A., Fouda M.M.G., Abdelrahman M.S., Othman S.I., Bin-Jumah M., Alqaraawi M.A., Al Fassam H., Allam A.A. (2019). Development of Illuminant Glow-in-the-Dark Cotton Fabric Coated by Luminescent Composite with Antimicrobial Activity and Ultraviolet Protection. *Journal of Fluorescence*. 29(3), 703-710.
- Koizhaiganova M., Yasa I., Gülümser G. (2015). Assessment of antibacterial activity of lining leather treated with silver doped hydroxyapatite. *Int. International Biodeterioration & Biodegradation*. 105, 262-267.
- Kumar S., Agarwa N., Raghav P.K. (2016). Pulsed electric field processing: A review. *International Journal of Engineering Research and Modern Education*. 1, 111-118.
- Madigan M.T., Martinko J.M., Dunlop P.V., Clarck D.P. (2009). In: *Brock Biology of Microorganisms*, 11th Edition, Pearson Prentice Hall, Pearson Education, Inc., Upper Saddle River, N.J. 274-276.
- Madigan M.T., Martinko J.M., Dunlop P.V. (2012). *Brock biology of micro-organisms*. 13th ed., Pearson Education, BenjaminCummings, USA.
- Martin-Belloso O. and Elez-Martinez P. (2005). Food safety aspects of pulsed electric field. *Emerging Technologies for Food Processing*. Edited by Da-Wen Sun. Elsevier Academic Press, London. 184-217.
- Martinez J.L. (2009). Environmental pollution by antibiotics and by antibiotic resistance determinants. *Environ Pollut*. 157(11), 2893-902.
- McDonnell G. and Russell A.D. (1999). Antiseptics and disinfectants: activity, action, and resistance. *Clinical Microbiology Reviews*. 12(1), 147-79.
- Miu L., Kaya D.A., Constantinescu R.R., Hadîmbu E. (2020). Aspects Regarding The Effectiveness of Volatile Oils of The *TanacetumVulgare* Kind In The Conservation Of Heritage Objects. *ICAMS 8 th International Conference on Advanced Materials and Systems*. 513-518.
- Muñoz-Bonilla A, and Fernández-García M. (2012). Polymeric materials with antimicrobial activity. *Progress in Polymer Science*. 37(2), 281-339.
- Muthusubramanian L. and Mitra R.B. (2006). A cleaner production method for the synthesis of Bronopole- A bactericide that is useful in leather making. *Journal of Cleaner Production*. 14, 536-538.
- Niculescu O., Deselnicu D.C., Georgescu M., Nițuică M. (2017). Finishing Product For Improving Antifungal Properties Of Leather. *Leather and Footwear Journal*. 17(1), 31-38.
- Neffati M., Sriti J., Hamdaoui G., Kchouk M.E., Marzouk B. (2011). Salinity Impact on Fruit Yield, Essential Oil Composition and Antioxidant Activities of *Coriandrum sativum* Fruit Extracts, *Food Chemistry*. 124, 221– 225.
- Orlita A. (2004). Microbial biodeterioration of leather and its control: A review. *International Biodeterioration & Biodegradation*. 53 (3), 157-163.
- Pranab M., Jay B., Jyotsna C., Mahmoud G. J. (2009). Antifungal-botanical combinations provide effective, broad-spectrum activity against drug-resistant fungi and bacteria associated with foot infections and contaminated shoes. *Journal of the American Academy of Dermatology*. 60(3), AB111.
- Quesada .J, Sendra E., Navarro C., Sayas-Barberá E. (2016). Antimicrobial Active Packaging including Chitosan Films with *Thymus vulgaris* L. Essential Oil for Ready-to-Eat Meat. *Foods*. 5(3), 57.
- Radwan I.A., Abed A.H., Abeer M.R., Ibrahim R.A., Abdallah A.S. (2014). Effect of thyme, clove and cinnamon essential oils on *Candida albicans* and moulds isolated from different sources. *American Journal of Animal and Veterinary Sciences*. 9(4), 303-314.
- Russell A.D. (2001). Principles of Antimicrobial Activity and Resistance, in: S.S.Block (Ed.), *Disinfection, Sterilization and Preservation*, 5th Edition Lippincott Williams and Wilkins, Philadelphia. 31-55.
- Sadeghi-Kiakhani M., Hashemi E., Gharanjig K. (2020). Treating wool fibers with chitosan-based nanocomposites for enhancing the antimicrobial properties. *Applied Nanoscience*. 10 (330), 1219–1229.
- Shahid-Ul-Islam, Butola B.S., Verma D. (2019). Facile synthesis of chitosan-silver nanoparticles onto linen for antibacterial activity and free-radical scavenging textiles. *Int J Biol Macromol*. 15 (133), 1134-1141.
- Shakeel A.K., Sammia S., Sadia K., Komal R., Tariq M., Khurshid A. (2019). Synthesis of novel metal complexes of 2-((phenyl (2-(4-sulfophenyl) hydrazono) methyl) diazenyl) benzoic acid formazan dyes: Characterization, antimicrobial and optical properties studies on leather. *Journal of Molecular Structure*. 1175, 73-89.
- Singh V. (2014). *Text Book of Botany Diversity of Microbes & Cryptogams*, Rastogi Publications. 373.
- Širvaitytė J., Šiugždaitė J., Valeikac V., Dambrauskiene E. (2012). Application of essential oils of thyme as a natural preservative in leather tanning. *Proc. Est. Acad. Sci*. 61(3), 220–227.
- Skóra J., Gutarowska B., ŚnioszekA. (2014a). Microbial contamination in tanneries - a threat to the processed raw material, leather products and the health of workers in tanneries. *PrzeglądWOS* 1, 26-33.
- Skóra J., Gutarowska B., Stepień Ł., Otlewska A., Pielech-Przybylska K. (2014b). The evaluation of microbial contamination in the working environment of tanneries. *Med Pr*. 65(1), 15-32.

- Song X., Cvelbar U., Strazar P., Vossebein L., Zille A. (2019). Chemical, Thermo-Mechanical and Antimicrobial Properties of DBD Plasma Treated Disinfectant-Impregnated Wipes during Storage. *Polymers (Basel)*. 11(11), 1769.
- Sreelatha S., Padma P.R., Umadevi M. (2009). Protective effects of *Coriandrum sativum* extracts on carbon tetrachloride-induced hepatotoxicity in rats. *Food and Chemical Toxicology*. 47(4), 702-8.
- Țârlea M.M., Mutlu M.M., Bitlisli B.O., Basaran B., Adiguzel Zengin A.C. (2009a). Antifungal Compounds for Leather. Part I - Synthesis of Benzothiazoles Biocides for Bovine Leathers. *Leather and Footwear Journal*. 9 (2), 104-117.
- Țârlea M.M., Mutlu M.M., Macovescu G., Radulescu C.H., Adiguzel Zengin A.C., Bitlisli B.O., Basaran B. (2009b). Antifungal Compounds for Leather. Part II - Testing of Antifungal Activity on Bovine Leather. *Leather and Footwear Journal*. 9 (4), 284-295.
- Tissier Ch. and Chesnais M. (2001). Supplement to the methodology for risk evaluation of biocides. Institut national de l'environnement industriel et des risques France.
- Tsong T. (1990). Reviews on electroporation of cell membranes and some related phenomena. *Bioelectrochemical and Bioenergetics*. 24, 271.
- Türkan M.F., Aslan A., Yapıcı A.N., Yapıcı B.M., Bilgi S.T. (2013). Assessment of Antimicrobial Activity of Natural Leathers Treated with *Pseudeverniafurfurea* (L.) Zopf extracts. *Tekstil ve Konfeksiyon*. 23 (2), 176-180.
- Vankar P.S. and Dwivedi A.K. (2009). Raw skin preservation through sodium salts—a comparative analysis. *Desalination*. 249(1), 158-162.
- Veyselova C., Birbir M., Berber D. (2013). Minimal Bactericidal Concentration for a Quaternary Ammonium Compound used in Soak Liquors. *Journal-Society of Leather Technologists and Chemists*. 97(4), 166-171.
- WHO. (2016). Critically Important Antimicrobials for Human. Medicine, 5th revision. 1-48.
- Williams J.F., Halo Source V., Cho U. (2005). Antimicrobial Functions for Synthetic Fibers: Recent developments. *Agriculture Association of Textile Chemical and Critical Reviews Journal*. 5, 17-21.
- Yang W., Wang X., Gong Y. (2012). Preparation of antibacterial sheepskin with silver nanoparticles: Potential for use as a mattress for pressure ulcer prevention. *Journal of the American Leather Chemists Association*. 107 (3), 85-91.
- Yıldız V.N. and Eryuruk S.H. (2018). The effects of quat-silane antimicrobials on the physical and mechanical properties of cotton and cotton/elastane fabrics used for clothing. *IOP ConfSer Mater SciEng*. 460, 012004.
- Zoubiri S. and Baaliouamer A. (2010). Essential Oil Composition of *Coriandrum sativum* Seed Cultivated in Algeria as Food Grains Protectant. *Food Chemistry Journal*. 122, 1226–1228.



Kafkas Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi
Cilt 17, Sayı 2, 53-91, 2024

Kafkas University
Institute of Natural and Applied Science Journal
Volume 17 Issue 2, 53-91, 2024



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

Hakem Kurulu / Reviewer Board

Ahmet Turan Tekeş

Ayhan Akgün

Aysenur Gül

Aziz Cumhur Kocalar

Bahri Bayram

Barış Kartal

Erdi Anıl Tanrıverdi

Hasan Önder

İsmail Akşit

Mehmet Sait İzgi

Moslim Khalaf

Pınar Yılmaz

Sevilay Demirci

