

# M A S

JOURNAL OF APPLIED SCIENCES | UYGULAMALI BİLİMLER DERGİSİ



YEAR - YIL: 2023

VOLUME - CİLT: 8

ISSUE - SAYI: SPECIAL / ÖZEL

**İktisadi Kalkınma ve  
Sosyal Araştırmalar Enstitüsü**

The Institute of Economic  
Development and Social Research

**MAS**

**Journal of Applied Sciences**  
**Uygulamalı Bilimler Dergisi**

ISSN: 2757-5675

masjaps.com

**YIL-YEAR**  
**2023**

**CİLT-VOLUME**  
**8**

**SAYI-ISSUE**  
**Özel Sayı / Special Issue**

## BAŞ EDİTÖR / EDITOR IN CHIEF

**Doç. Dr. Seyithan SEYDOŞOĞLU / Assoc. Prof. Dr. Seyithan SEYDOSOĞLU**  
Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Siirt-TÜRKİYE  
Siirt University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Siirt-TÜRKİYE

## EDİTÖR YARDIMCILARI / VICE OF EDITOR IN CHIEF

**Doç. Dr. Mehmet Fırat BARAN / Assoc. Prof. Dr. Mehmet Fırat BARAN**  
Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Tarımsal Makine Sistemleri Bölümü,  
Siirt-TÜRKİYE  
Siirt University, Faculty of Agriculture, Department of Biosystem Engineering, Siirt-TÜRKİYE

**Dr. Öğr. Üyesi Ayşe Nur YILMAZ / Assist. Prof. Dr. Ayşe Nur YILMAZ**  
Fırat Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Ebelik Bölümü, Elazığ-TÜRKİYE  
Fırat University, Faculty of Health Sciences, Department of Midwifery, Elazığ-TÜRKİYE

**Dr. Öğr. Üyesi Fatma ERTAŞ OĞUZ / Assist. Prof. Dr. Fatma ERTAŞ OĞUZ**  
İğdır Üniversitesi, Tuzluca Meslek Yüksek Okulu, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü, İğdir-  
TÜRKİYE  
İğdir University, Tuzluca Vocational School, Department of Medical Services and Techniques, İğdir-  
TÜRKİYE

**Dr. Nihayet KOÇYİĞİT / Dr. Nihayet KOCYIGIT**  
Batman Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu-Kimya ve Kimyasal İşleme Teknolojileri  
Bölümü, Batman-TÜRKİYE  
Batman University, Vocational School of Technical Sciences-Chemistry and Chemical Processing  
Technologies Department, Batman-TÜRKİYE

**Dr. Öğr. Üyesi Yeliz KAŞKO ARICI / Assist. Prof. Dr. Yeliz KASKO ARICI**  
Ordu Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Temel Tıp Bilimleri Bölümü, Ordu-TÜRKİYE  
Ordu University, Faculty of Medicine, Department of Basic Medical Sciences, Ordu-TÜRKİYE

**Dr. Erhan KAHYA / Dr. Erhan KAHYA**  
Namık Kemal Üniversitesi, Teknik Bilimler MYO, Elektronik ve Otomasyon Bölümü, Tekirdağ-  
TÜRKİYE  
Namık Kemal University, Vocational School of Technical Sciences, Department of Electronics and  
Automation, Tekirdağ-TÜRKİYE

**Dr. Öğr. Üyesi Ali İhsan KAYA / Assist. Prof. Dr. Ali İhsan KAYA**  
Adıyaman Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Adıyaman-TÜRKİYE  
Adıyaman University, Faculty of Engineering, Department of Mechanical Engineering, Adıyaman-  
TÜRKİYE

### **Türkçe Dil Editörü / Turkish Language Editor**

**Doç. Dr. Arzu ÇİĞ / Assoc. Prof. Dr. Arzu CIG**  
Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Siirt-TÜRKİYE  
Siirt University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Siirt-TÜRKİYE

### **İngilizce Dil Editörü / English Language Editor**

**Dr. Shahid FAROOQ / Dr. Shahid FAROOQ**  
Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Şanlıurfa-TÜRKİYE  
Harran University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection,  
Şanlıurfa-TÜRKİYE

### **İstatistik Editörü / Statistics Editor**

**Doç. Dr. Gülen ÖZYAZICI / Assoc. Prof. Dr. Gulen OZYAZICI**  
Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Siirt-TÜRKİYE  
Siirt University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Siirt-TÜRKİYE

### **Yayın ve Mizanpaj Editörü / Editorial Review and Layout**

**Dr. Öğr. Üyesi Yeter ÇİLESİZ/ Assist. Prof. Dr. Yeter CILESIZ**  
Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Sivas-TÜRKİYE  
Sivas University of Science and Technology, Faculty of Agricultural Sciences and Technologies,  
Sivas-TÜRKİYE

### **ALAN EDITÖRLERİ / SUBJECT EDITORS**

**Doç. Dr. Kübra YAZICI / Assoc. Prof. Dr. Kubra YAZICI**  
Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Yozgat-TÜRKİYE  
Yozgat Bozok University, Faculty of Agriculture, Department of Landscape Architecture, Yozgat-  
TÜRKİYE

**Prof. Dr. Yılmaz BAYHAN / Prof. Dr. Yılmaz BAYHAN**  
Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü  
Tekirdağ-TÜRKİYE  
Namık Kemal University, Faculty of Agriculture, Department of Biosystems Engineering, Tekirdag-  
TÜRKİYE

**Doç. Dr. Özlem DURNA AYDIN / Assoc. Prof. Dr. Ozlem DURNA AYDIN**

Dicle Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Zootekni ve Hayvan Besleme Bölümü, Diyarbakır-TÜRKİYE  
Dicle University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Animal Science and Animal  
Nutrition, Diyarbakır-TÜRKİYE

**Doç. Dr. Kıvanç İRAK / Assoc. Prof. Dr. Kıvanç İRAK**

Siirt Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Temel Bilimler Bölümü, Siirt-TÜRKİYE  
Siirt University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Basic Sciences, Siirt-TÜRKİYE

**Doç. Dr. Nurhan KESKİN / Assoc. Prof. Dr. Nurhan KESKİN**

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Van-TÜRKİYE  
Van Yuzuncu Yıl University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Van-TÜRKİYE

**Prof. Dr. Osman GÜNAYDIN / Prof. Dr. Osman GUNAYDIN**

Adıyaman Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Adıyaman-TÜRKİYE  
Adıyaman University, Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering, Adıyaman-  
TÜRKİYE

**Doç. Dr. Mükerrerem ATALAY ORAL / Assoc. Prof. Dr. Mukerrem ATALAY ORAL**

Akdeniz Üniversitesi, Elmalı Meslek Yüksek Okulu, Yönetim ve Organizasyon Bölümü, Antalya-  
TÜRKİYE

Akdeniz University, Elmalı Vocational School, Management And Organization, Business  
Administration Program, Antalya-TÜRKİYE

**Dr. Öğr. Üyesi Okan ORAL / Assist. Prof. Dr. Okan ORAL**

Akdeniz Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Bölümü, Mekatronik Mühendisliği Bölümü, Antalya-  
TÜRKİYE

Akdeniz University, Faculty of Engineering, Department of Mechatronics Engineering, Antalya-  
TÜRKİYE

**Doç. Dr. Yusuf BASOGUL / Assoc. Prof. Dr. Yusuf BASOGUL**

Adıyaman Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Adıyaman-Türkiye  
Adıyaman University, Faculty of Engineering, Department of Mechanical Engineering, Adıyaman-  
TÜRKİYE

**Dr. Öğretim Üyesi Ferhat ÇIRA / Assist. Prof. Dr. Ferhat CIRA**

Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Şanlıurfa-  
TÜRKİYE

Harran University, Faculty of Engineering, Department of Electrical and Electronics Engineering,  
Şanlıurfa-TÜRKİYE

**Doç. Dr. Serpil SAVCI / Assoc. Prof. Dr. Serpil SAVCI**

Bozok Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama, Yozgat-TÜRKİYE  
Bozok University, Faculty of Engineering and Architecture, City and Regional Planning, Yozgat-TÜRKİYE

**Dr. Öğr. Üyesi Emral GÜLÇEK / Assist. Prof. Dr. Emral GÜLÇEK**

Siirt Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Ebelik Bölümü, Siirt-TÜRKİYE  
Siirt University, Faculty of Health Sciences, Midwifery Department, Siirt-TÜRKİYE

**Dr. Öğr. Üyesi Mehmet YILMAZ / Assist. Prof. Dr. Mehmet YILMAZ**

Siirt Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Kadın Hatalıkları ve Doğum Anabilim Dalı, Siirt-TÜRKİYE  
Siirt University, Faculty of Medicine, Department of Obstetrics and Gynecology, Siirt-TÜRKİYE

**Doç. Dr. Gülay OĞUZ / Assoc. Prof. Dr. Gulay OGUZ**

Harran Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Matematik Bölümü, Şanlıurfa-TÜRKİYE  
Harran University, Faculty of Arts and Sciences, Department of Mathematics, Şanlıurfa-TÜRKİYE

**Dr. Amin MARANDI**

University of Tehran, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Aquatic Animal Health,  
Tehran-IRAN

**Dr. Shalini IYYANAR**

Rajiv Gandhi Institute of Veterinary Education and Research, Department of Veterinary  
Gynaecology, Puducherry-INDIA

**Dr. Mouttu Vivek SRINIVAS**

Rajiv Gandhi Institute of Veterinary Education and Research, Department of Veterinary  
Microbiology, Puducherry-INDIA

**Assoc. Prof. Dr. Norhayati Binti HUSSAİN**

Universiti Putra Malaysia, Department of Food Technology, Faculty of Food Science and  
Technology, Selangor-MALAYSIA

**Dr. J.M. Susanthi JAYASINGHE**

University of Peradeniya, Department of Chemistry, Faculty of Science, SRI LANKA

**Victor T. IBEABUCHI**

Alex Ekwueme Federal University Ndufu Alike, Department of Civil Engineering, Abakaliki-  
NIGERIA

**Assoc. Prof. Dr. Belay DUGUMA**

Jimma University, College of Agriculture and Veterinary Medicine, Department of Animal  
Science, Jimma-ETHIOPIA

**Assist. Prof. Dr. Ružica Ždero PAVLOVIĆ**

University in Novi Sad, Novi Sad, Faculty of Agriculture, SERBIA

**Assoc. Prof. Dr. Sergiy LAVRENKO**

Kherson State Agrarian and Economic University, Department of Agriculture, Kherson-  
UKRAINE

**Dr. Krupa-Malkiewicz MARCELINA**

West Pomeranian University of Technology Szczecin, Department of Plant Genetics,  
Breeding and Biotechnology, Szczecin-POLAND

**Dr. Javeria SHEIKH**

Jinnah University for Women, Department of Pharmaceutics, Faculty of Pharmacy, Karachi-  
PAKISTAN

**Dr. Mehak AHSAN**

Jinnah University for Women, Department of Food Science and Technology, Karachi-  
Pakistan

**Dr. Bojan ĐERČAN**

University of Novi Sad, Faculty of Sciences, Department of Geography, Tourism and Hotel  
Management, Novi Sad-SERBIA

**Dr. Ivana PENJIŠEVIĆ**

University of Priština in Kosovska Mitrovica, Faculty of Sciences and Mathematics, Lole  
Ribara, Kosovska Mitrovica-SERBIA

## ÜRÜN BİLGİSİ / PRODUCT INFORMATION

**Dergi Kapsamı:** MAS Uygulamalı Bilimler Dergisi, (İktisadi Kalkınma ve Sosyal Araştırmalar Enstitüsü) IKSAD tarafından yayınlanan açık erişimli, Uluslararası hakemli ve indeksli bir dergidir. Temel amacımız uluslararası akademisyenler için entelektüel bir platform sağlamaktır. Matematik, Mühendislik, Sağlık ve Doğa bilimleri alanlarında disiplinler arası çalışmalarını teşvik etmeyi ve bu alanda önde gelen dergi olmayı hedefliyoruz.

**Scope of the Journal:** MAS Journal of Applied Sciences is an open access, internationally refereed and indexed journal published by (Institute of Economic Development and Social Research) IKSAD. Our main goal is to provide an intellectual platform for international academics. We aim to encourage interdisciplinary studies in the fields of Mathematics, Engineering, Health and Natural sciences and to become the leading journal in this field.

Yayımlayan / Publisher	IKSAD / IKSAD
Yayın Dili / Language	Türkçe-İngilizce / Turkish-English
Basım Tarihi / Date of Publication	30/12/2023
Yayın Aralığı / Frequency	Yılda dört kez (Mart-Haziran-Eylül-Aralık) yayınlanır. Published four times a year (March-June- September December)

Tarıdığı İndeksler / Indexed and  
Abstracted in



OpenAIRE



## İÇİNDEKİLER / CONTENTS

<b>Pediatric Blood Disorders with Central Nervous System Complications</b> Feray Ferda ŞENOL.....	854
<b>Prevalance and Molecular Characterisation of Giardia duodenalis Infection on Goatkids Southeast Turkey</b> Duygu Neval SAYIN IPEK.....	866
<b>Effect of Urease Enzyme Immobilized to Particle Surface with Glyoxal Molecule on Storage Stability</b> Ümit YASAR, Fatma ULUSAL, Pınar YILGÖR HURİ, Bilgehan GÜZEL, Nurten DİKMEN.....	872
<b>Emission Calculations of Vehicles Used in Konya and Stages of Electric Vehicle Use</b> Abdullah Engin ÖZÇELİK, Muhammet KAHYA OGLU, Janset ALTAN.....	883
<b>Life Cycle Assessment (LCA) Case Study on Cement-bonded Particle Board Produced By Using Construction Demolition Wood Waste</b> Ceren Serap AKIN, İrfan AR, Sibel HACIOĞLU.....	897
<b>Effects of Zinc Oxide Nanoparticle Application on Growth and Zinc Uptake of Durum Wheat</b> Gül Nazik BALCI, Hatice DAĞHAN.....	907
<b>Visual Quality Assessment of Rural Landscapes: The Case of Gölbaşı, Ankara</b> Duygu DOĞAN, Meryem Bihter BİNGÜL BULUT, Merve YILMAZ.....	924
<b>Determination of Roughage Yield and Quality of Grass Pea (<i>Lathyrus sativus</i> L.) and Common Vetch (<i>Vicia sativa</i> L.) In Bilecik Ecological Conditions</b> Erdem GÜLÜMSER, İlknur YILDIRIM, Yusuf Murat KARDEŞ, Uğur BAŞARAN.....	938
<b>The Effect of Previous Crop on Different Forage Crops in Summer Sowing</b> Berat MUHCU, İlknur YILDIRIM, Yusuf Murat KARDEŞ, Erdem GÜLÜMSER.....	943
<b>Investigation of Dynamic Thiol Disulfide Homeostasis in Young Cattle With Pneumonia</b> Fatma ERTAŞ, Şemistan KIZILTEPE, Oğuz MERHAN.....	949
<b>Determination of Yield and Quality Properties of Different Flax (<i>Linum usitatissimum</i> L.) Genotypes in Eskisehir Ecological Conditions</b> Nimet KATAR, Mustafa YAŞAR, Arzu KÖSE, Duran KATAR.....	955

**An Assessment of Post-Earthquake Issues in UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization) Gastronomic Cities Gaziantep, Hatay and Şanlıurfa in Turkey**

Çiğdem KIZILGEÇİ.....965

**The Importance of Syriac Culinary Culture and Syriac Wine in The Field of Gastronomy in Terms of Mardin Tourism**

Çiğdem KIZILGEÇİ.....979

**Determination of Anxiety, Health Literacy and Belief Levels of Medication Use of Individuals with Chronic Diseases During The Covid-19 Pandemic Process**

Gürcan SOLMAZ.....991

**The Effect of Post-Coronary Angiography Foot Massage on Back Pain: A Randomized Controlled Study**

Gürcan SOLMAZ.....1001

**The Effect of Peanut Shell and Different Buffering Agents on Rumen Fluid Parameters**

Kadir ERTEN, Sevilay GÜL, Levend COŞKUNTUNA, Fisun KOÇ.....1011

**Detection of the Bovine Leptin Gene RS29004488 Polymorphism by Introducing a New Restriction Enzyme Site For PCR-RFLP**

Murad GURSES, Metin BAYRAKTAR, Huseyin YUCE, Ebru ONALAN.....1024

**A Study on the Determination of Fish Species Diversity in Pamucak Artificial Reefs in Kuşadası Bay Aegean Sea**

Ali ULAŞ, Serpil SERDAR, Şükrü YILDIRIM, Didem GÖKTÜRK.....1032

**The Effect of Different Organic Fertilizers on Soil Properties in Tolerating Climate Change**

Tülay DIZIKISA, Nesrin YILDIZ.....1049

***In Vitro* Micropropagation of *Opuntia microdasys* Albata**

Gülsüm ÖZTÜRK.....1069

**MAS** Journal of Applied Sciences  
Uygulamalı Bilimler Dergisi

ISSN: 2757-5675  
masjaps.com

OPEN ACCESS

DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10001530>

Derleme Makalesi / Review Article

## Pediatric Blood Disorders with Central Nervous System Complications

Feray Ferda ŞENOL<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Elazığ Fethi Sekin City Hospital, Microbiology Laboratory, Elazığ

\*Corresponding author: [drferdasenol@yahoo.com](mailto:drferdasenol@yahoo.com)

Received: 16.06.2023

Accepted: 30.07.2023

### Abstract

Pediatric Hematology Oncology is a broad and complex area that encompasses perturbations of the several-formed elements of the blood and their precursors in the bone marrow, as well as the coagulation-fibrinolytic systems in the plasma, the reticuloendothelial system, and malignancies of the blood and solid tissues and organs. The most common non-malignant blood disorders in adolescents include the various forms of cytopenias, anemias, bleeding and clotting disorders, and hemoglobinopathies. Iron deficiency is the most prevalent nutritional deficiency affecting children and adolescents worldwide. But, anemia occurs frequently in children with cancer. Iron deficiency anaemia is commonly associated with thrombocytosis. Thrombocytopenia, or low platelets, can occur as an isolated finding or in conjunction with a multitude of underlying clinical conditions. Venous thromboembolism result in significant morbidity and mortality in children with cancer. Alpha-thalassemia major is the most common genetic variant of transfusion-dependent thalassaemia seen in the Indian subcontinent, the Mediterranean basin, Southeast Asia and China. Bleeding events still predominate as the diagnostic trigger in children, however, the sites of bleeding vary with age. Bone marrow failure is a rare but life-threatening disorder that usually manifests as (pan)cytopenia. Central nervous system tumors are the most common cancer diagnosed in children after leukemia, accounting for 20% of all pediatric malignancies. Fanconi anemia is an autosomal recessive disease characterized by developmental anomalies, bone marrow failure, cellular sensitivity to DNA cross-linking agents, and increased incidence of both hematologic and solid tumors. This narrative review focuses on the most suggestive symptoms of hematologic disorders with central nervous system complications in childhood.

**Keywords:** Central nervous system complications, blood disorders, children, pediatry

## 1. Introduction

The hematology oncology of infancy and childhood is a relatively recent area of study whose development depended upon the evolution of the science of Hematology and, especially, upon methods to study the blood and its elements. Pediatric Hematology Oncology has increasingly involved other allied medical sciences (genetics, immunology, and molecular biology). Pediatric Hematology Oncology has interactions and there are significant differences in same disease in pediatric and adult patients. Some pediatric diseases do not occur in adults and vice versa.

## 2. Pediatric Blood Disorders

### 2.1. Iron deficiency anemia

Iron deficiency is the most prevalent nutritional deficiency affecting children and adolescents worldwide. A consistent body of epidemiological data demonstrates an increased incidence of iron deficiency at three timepoints: in the neonatal period, in preschool children, and in adolescents, where it particularly affects females (Mattiello et al., 2020). Causes of anemia are increased loss or destruction of red blood cells (RBCs) or a significant decreased rate of production. When evaluating a child with anemia, it is important to determine if the problem is isolated to one cell line (e.g., RBCs) or multiple cell lines (i.e., RBCs, white blood cells [WBCs], or platelets). When two or three cell lines are affected, it may indicate bone marrow involvement (leukemia, metastatic disease, and aplastic anemia), sequestration (i.e., hypersplenism), immune deficiency, or an immune-mediated process (e.g., hemolytic anemia and immune thrombocytopenic purpura) (Hastings et al., 2021). Iron deficiency anemia is the most common and preventable cause of microcytic anemia. According to the World Health Organization, iron deficiency anemia is seen in 36% of developing countries and 8% in developed countries. The incidence of iron deficiency anemia in Mongolia is much higher than in developed

countries. One of the key findings of iron deficiency anemia is decreased appetite. There is a positive relationship between ghrelin, which stimulates appetite, and iron levels, and it has been reported that decreased appetite in iron deficiency anemia may be due to low ghrelin levels. The results of iron deficiency anemia and increased appetite in children taking iron supplements are conflicting. The causes of iron deficiency should be investigated and corrected, deficiencies should be eliminated, nutrition should be corrected, patient and family education should be provided. The clinical findings of anemia vary according to the age of the child, the etiology of anemia and the rate of development. However, it is determined that most anemic children are asymptomatic and there are abnormalities in hemoglobin and hematocrit values during routine screening. Although physical examination is very important, it may not be asymptomatic in most children with anemia. As a result of the body's compensation ability; chronic anemia presents with lesser symptoms than an acute anemia case with the same hemoglobin value (Babacan, 2021b). Anemia occurs frequently in children with cancer. A survey was conducted in 1998 in Europe by The Research Partnership with the objective of determining the incidence of anemia. Data were collected for 25,093 patients. Over 80% of patients were anemic (WHO: hemoglobin  $\leq 11$  g/dL; EORTC: hemoglobin  $\leq 12$  g/dL) regardless of tumor type; 97% of patients with leukemia, the most prevalent type of cancer (34% of the total population), were anemic. Decreases in hemoglobin levels to between 5.5 and 8.0 g/dL were the most common factor that precipitated anemia treatment. Treatment was almost exclusively blood transfusion; less than 5% of patients received drug treatment (which consisted mostly of folic acid or iron). Very few patients received recombinant human erythropoietin (rHuEPO, epoetin alfa) to treat anemia (Michon, 2002).

## 2.2. Thrombocytopenia

Thrombocytopenia, or low platelets, can occur as an isolated finding or in conjunction with a multitude of underlying clinical conditions. Thrombocytopenia is typically subdivided into immune and nonimmune causes. Immune causes generally cause increased platelet destruction. Nonimmune causes may cause increased destruction or decreased bone marrow production. In patients with splenomegaly, platelet sequestration may also lead to thrombocytopenia. The initial evaluation of the child with suspected ITP begins with a complete history and physical examination. Other than a possible antecedent illness and the acute onset of minor bleeding and bruising, the child should be otherwise clinically well appearing. More significant bleeding may be associated with trauma. Bleeding into joints (hemarthroses) should lead one to consider an alternative bleeding disorder (e.g., congenital or acquired factor deficiency such as hemophilia). There should be no history of unexplained fevers, bone pain, or weight loss which would be concerning for an underlying malignancy or chronic infection. A medication history is critical as many drugs have been implicated in inducing drug-mediated immune thrombocytopenia (Hastings et al., 2021). General information about immune thrombocytopenic purpura and heparin induced thrombocytopenia/thrombosis will be given by considering the conditions that cause platelet deficiency in infants and young children separately. Causes of immune thrombocytopenia includes the destruction of platelets in the reticuloendothelial system, mainly in the spleen, due to antibodies against membrane antigens such as autoantibodies, alloantibodies or drug-induced antibodies. Immune damage due to platelet antibodies is mediated by an immune complex that directly targets the antigen on the platelet or binds to the Fc receptor on the platelet. Platelet antigens are divided into two classes. Platelet-specific antigens and

platelet non-specific antigens. Platelet-specific antigens are complexes such as GPIIb-IIIa or GPIb-IX-V in the glycoprotein structure that is only on the platelet membrane. Genetic structural differences in glycoproteins in the platelet membrane reveal platelet alloantigens (Babacan, 2021c).

## 2.3. Thrombocytosis

In healthy pediatric subjects normal count platelet ranges between 250,000  $\mu\text{L}$  and 450,000  $\mu\text{L}$ . An elevated platelet count greater than 2 SD defines a condition of thrombocytosis. On a clinical level, thrombocytosis is classified "mild" at a platelet count between  $> 500,000 \mu\text{L}$  and  $<700,000 \mu\text{L}$ ; "moderate" at a platelet count between  $>700,000/\mu\text{L}$  and  $<900,000/\mu\text{L}$ ; "severe" at a platelet count  $>900,000/\mu\text{L}$ ; and "extreme" at a platelet count  $>1,000,000/\mu\text{L}$ . Thrombocytosis can be classified as primary or secondary. Primary thrombocytosis is divided into familial and essential. Primary thrombocytosis is an extremely rare clonal disease in childhood with incidence of one per million children, i.e., 60 times lower than in adults. It is classified as a myeloproliferative disorder with polycythemia vera, chronic myeloid leukaemia and myelofibrosis and may be associated with thrombotic or haemorrhagic events. In the majority of cases no treatment is necessary, and the patient must be only closely monitored (Chiarello et al., 2011). Infections may be the cause of thrombocytosis. In addition to infections, sickle cell anemia and iron deficiency anemia should also be considered in the differential diagnosis of thrombocytosis (Babacan and Şenol, 2023). Iron deficiency anaemia is commonly associated with thrombocytosis, however cases of thrombocytopenia have been reported. In most cases of iron deficiency anaemia, the platelet count reactively increases or remains within the normal range. Only a few cases in the literature report the association between severe iron deficiency anaemia and thrombocytopenia. The exact mechanism of thrombocytopenia in this

setting is not well understood (Torrejon et al., 2018).

#### 2.4. Thalassemia

The thalassemias are a group of inherited hematological disorders characterised by early onset of anemia resulting from reduced synthesis of one or more globin chains which can be caused by many different globin gene mutations. Alpha-thalassemia major is the most common genetic variant of transfusion-dependent thalassaemia seen in the Indian subcontinent, the Mediterranean basin, Southeast Asia and China (Low, 2005). The alpha-thalassemias are caused by a decrease in the production of alpha-globin due to a deletion or mutation of one or more of the four alpha-globin genes located on chromosome 16. Beta-thalassemia is caused by mutations in the beta-globin gene. Although there have been hundreds of mutations identified within the beta-globin gene locus, about 20 different alleles make up about 80% of the mutations found worldwide (Hastings et al., 2021).

#### 2.5. Von Willebrand Disease

Von Willebrand disease (VWD) is the most common inherited haemostasis disorder in humans with an estimated yearly incidence of 1 per 800–1,000 subjects (1). VWD is characterised by either a quantitative or a qualitative deficiency in von Willebrand factor (VWF) molecule and is divided into three categories; types 1, 2, and 3. Whereas type 1 VWD is characterised by a mild reduction in the amount of a functionally normal VWF, type 2 is characterised by the production of a dysfunctional protein, in which the ability to participate in mediating platelet adhesion, to bind to platelets or to act as a carrier protein for factor VIII in plasma is impaired. Type 3 is characterised by the virtual absence of VWF (Halimeh et al., 2011). Mucocutaneous bleeding symptoms, such as bruising and epistaxis, are common in childhood and do not always reflect the presence of an underlying bleeding disorder. A detailed bleeding

history is essential to distinguish symptoms that are abnormal from those that are normal. However, this is often done in an informal manner, the interpretation dependent upon the prior experience of the observer. It would be expected that some children with a significant inherited mucocutaneous bleeding disorder might not have bleeding symptoms until late in childhood due to the lack of exposure to hemostatic challenges such as surgery, dental extraction and menarche. Early childhood bleeding such as post-circumcision bleeding, cephalohematoma and bleeding from the umbilical stump may be of greater significance in this patient group (Biss et al., 2010). Treatment guidelines recommend the use of von Willebrand factor/factor VIII (VWF/FVIII) concentrate for VWD patients with type 2 or 3 VWD undergoing surgery, and type 1 patients undergoing surgery who are unresponsive, or for whom desmopressin acetate is contraindicated (Gill et al., 2011).

#### 2.6. Jaundice

Jaundice is caused by an accumulation of bilirubin in the blood. The presentation in infants and children can be indicative of a wide range of conditions, with some self-limiting and others potentially lifethreatening. Infantile jaundice is a common but potentially lifethreatening condition. Referral to a specialist is necessary if jaundice persists beyond the neonatal period. The differentiation between medical and surgical causes should be made early on by measuring the blood level of conjugated and unconjugated bilirubin. Laparoscopy should be considered in any patient with persistent cholestatic jaundice to exclude BA that requires early intervention. Breast milk jaundice can persist for as long as 12 weeks before spontaneous resolution. Glucose-6-phosphate dehydrogenase (G-6-PD) is an enzyme found in all cells of the body. Apart from haemolysis (as evidenced by a falling haemoglobin with elevated reticulocyte count), diminished bilirubin clearance plays a role in the pathogenesis of

jaundice in G-6-PD deficiency infants. Serum conjugated bilirubin studies indicate diminished bilirubin conjugation in G-6-PD– deficient neonates, with impaired excretion of conjugated bilirubin into the small intestine in bile (Chee et al., 2018). While investigating the etiology of jaundice in newborns, it would be appropriate to check the G6PD levels in babies, and it should be considered that jaundice may improve in a long time in babies with low G6PD levels, and the necessary treatment should be planned in this way (Babacan, 2022c). Choledochal cyst is a congenital disorder characterised by cystic dilatation of the intrahepatic and/or extrahepatic bile duct. The estimated incidence is around 1 in 5000 live births and slightly more in Asians.<sup>44</sup> The diagnosis is usually made in the first few years of life when the patient presents with jaundice or abdominal pain. In recent years, antenatal diagnosis has become more common and more cysts are detected on prenatal scans. Occasionally, the disease can remain asymptomatic until adulthood when it presents with cholangitis. Malignant transformation into cholangiocarcinoma is a rare but possible sequelae of untreated choledochal cyst and thus, surgical excision is recommended (Madadi-Sanjani et al., 2019).

### 2.7. Hemophilia

The hemophilias are the most common X-linked inherited bleeding disorders, which if not properly managed can lead to chronic disease and lifelong disabilities. The challenges and issues in newborns are different from that in older children and adults. Bleeding events still predominate as the diagnostic trigger in children, however, the sites of bleeding vary with age. While delivery-associated intracranial hemorrhage (ICH), circumcision, and venipuncture bleeding are common in the newborn period, joint disease and head trauma occur in the older child and adolescent. Awareness of clinical manifestations and treatment complications are crucial in instituting appropriate management and implementing preventive

strategies. Currently, inhibitors and ICH are the most challenging complications and prophylaxis is emerging as the optimal preventive care strategy (Kulkarni and Soucie, 2011).

### 2.8. Bone marrow failures

Bone marrow failure (BMF) is a rare but life-threatening disorder that usually manifests as (pan)cytopenia. BMF can be caused by a variety of diseases, but inherited BMF (IBMF) syndromes are a clinically important cause, especially in children. IBMF syndromes are a heterogeneous group of genetic disorders characterized by BMF, physical abnormalities, and predisposition to malignancy. An accurate diagnosis is critical, as disease-specific management, surveillance, and genetic counselling are required for each patient. The major differential diagnoses of IBMF syndromes are acquired aplastic anemia (AA) and refractory cytopenia of childhood (RCC). These diseases have overlapping features, such as BM hypocellularity and/or dysplastic changes, which make the differential diagnosis challenging. RCC has been defined as a histomorphologically distinct entity. Therefore, understanding the BM histopathology of these diseases is essential for the differential diagnosis (Iwafuchi, 2018). Patients with dyskeratosis congenita are at increased risk of marrow failure, myelodysplastic syndrome, acute myelogenous leukemia and pulmonary fibrosis. Allogeneic hematopoietic stem cell transplantation is a curative procedure in patients with Shwachman–Diamond syndrome with bone marrow abnormalities (Babacan, 2022b).

### 3. Central nervous system tumors with blood disorders and epilepsy

Central nervous system tumors are the most common cancer diagnosed in children after leukemia, accounting for 20% of all pediatric malignancies. The most common location is infratentorial in children up to 14 years of age, while supratentorial tumors are more common in

adolescents. Spinal cord tumors are also more common in adolescents than in younger children. Brain tumors are the most common solid tumor in childhood. Most of the symptoms of childhood cancer are either due to a mass and its effect on the surrounding tissues, invasion of the marrow, or secretion of a substance by the tumor that disturbs normal function. A careful family history should be elicited and include familial cancers. Certain conditions can predispose to malignancy such as genetic diseases (e.g., Down syndrome, Beckwith–Wiedemann syndrome, neurofibromatosis), prior history of a malignancy, or radiation therapy. Environmental and genetic factors have been associated with the development of malignancy; genetic factors are known to play a significant role in the development of pediatric cancer, whereas environmental factors are postulated to play a role in the increasing incidence of certain cancers. Headache is one of the most common complaints in the pediatric population, the majority of which are attributable to nonmalignant conditions. Although few headaches are caused by intracranial masses, primary brain tumors or metastases must be ruled out when dealing with a patient with repeated or persistent headaches. Back pain in young people is pathologic and may be due to a tumor in the spinal cord or one causing external compression such as neuroblastoma, rhabdomyosarcoma, or a leukemic chloroma. The most common malignant tumors in young children are neuroblastoma and Wilms tumor (Hastings et al., 2021).

### 3.1. Tumors with anemia

Anemia is a common finding in children presenting with malignancy. Up to 80% of children presenting with ALL will be anemic at diagnosis. This can result from bleeding, inflammation, or marrow infiltration by tumor. It is rarely an emergency; children can tolerate a hemoglobin level as low as 2 to 3 g/dL if it develops slowly from decreased production (Hastings et al., 2021). Fanconi anemia

(FA) is an autosomal recessive disease characterized by developmental anomalies, bone marrow failure, cellular sensitivity to DNA cross-linking agents, and increased incidence of both hematologic and solid tumors. Fanconi anemia is a rare, genetic disease resulting in impaired response to DNA damage in the FA/BRCA pathway. Although it is a very rare disorder, study of this and other bone marrow failure syndromes has improved scientific understanding of the mechanisms of normal bone marrow function and development of cancer. The breast cancer susceptibility gene BRCA2 was recently found to be associated with Fanconi anemia complementation group D1 (FA-D1). The co-occurrence of brain tumors, Fanconi anemia, and breast cancer observed in one of these kindreds constitutes a new syndromic association. Individuals who carry a germline BRCA2 mutation and who plan to have children with a partner of Ashkenazi Jewish descent should consider undergoing genetic counseling (Offit et al., 2003). Central nervous system complications are among the most common, devastating sequelae of sickle cell disease occurring throughout the lifespan. Recommendations immediately impact clinical care include: use of transcranial Doppler ultrasound screening and hydroxyurea for primary stroke prevention in children with hemoglobin SS (HbSS) and hemoglobin S $\beta$ 0 (HbS $\beta$ 0) thalassemia living in low-middle-income settings; surveillance for developmental delay, cognitive impairments, and neurodevelopmental disorders in children; and use of magnetic resonance imaging of the brain without sedation to detect silent cerebral infarcts at least once in early-school-age children and once in adults with HbSS or HbS $\beta$ 0 thalassemia. Individuals with sickle cell disease, their family members, and clinicians should become aware of and implement these recommendations to reduce the burden of central nervous system complications in



children and adults with sickle cell disease (DeBaun et al., 2020).

### 3.3. Tumors with von Willebrand disease

Wilms' tumor also known as nephroblastoma is the most common primary renal tumor in children, usually presenting between 6 months and 5 years of age. The majority of patients present with an abdominal mass, abdominal pain, hypertension or hematuria. One recognized yet uncommon presentation is a disturbance in coagulation function related to acquired von Willebrand syndrome (AvWS). Bleeding episodes due to AvWS have been reported in patients affected by lymphoproliferative, myeloproliferative, cardiovascular, neoplasia, and autoimmune disorders. AvWS in association with Wilms' tumor is characterized by bleeding related to platelet dysfunction and disturbances of coagulation function including an elevated partial thromboplastin time (PTT) (Kedir et al., 2018). Autoimmune causes of AVWS in children include postviral antibody production similar to immune thrombocytopenic purpura (ITP), lymphoproliferative diseases, systemic lupus erythematosus, other autoimmune disorders, and some cancers, most commonly Wilms tumor. Wilms tumor patients may have acquired von Willebrand disease at presentation increasing bleeding risk (Hastings et al., 2021).

### 3.3. Tumors with thrombosis

Venous thromboembolism (VTE) result in significant morbidity and mortality in children with cancer. The cause of VTE in children with cancer is multifactorial and includes genetic predisposition (thrombophilia), disease-related factors, and treatment-related factors including use of central venous catheter (CVC), surgery, and chemotherapy. The pathogenesis of VTE in cancer is complex involving multiple interactions between tumors and components of the hemostasis system. A number of general prothrombotic mechanisms occur related to the host

response to cancer including hemodynamic compromise, inflammation, necrosis and para protein production. However, the development of a persistent hypercoagulable state mediated by tumor activity is considered a key feature in VTE pathogenesis (Bordbar et al., 2018). Pediatric patients may have both congenital and acquired risk factors underlying thrombus formation. The single most common acquired risk factor for venous thromboembolism is the presence of a central venous catheter (e.g., endothelial injury). Other acquired risk factors include trauma, surgery, infection, nephrotic syndrome, inflammatory syndromes, diabetes, complex congenital heart disease, liver disease, and malignancy (e.g., acute lymphoblastic leukemia in association with the use of asparaginase or solid tumors with tumor thrombus) (Hastings et al., 2021).

### 3.4. Tumors with neutropenia

Chemotherapy-induced neutropenia is known to be a major risk factor for infections in patients with cancer. For decades, routine management for patients with cancer presenting with fever and neutropenia (FN) has been emergency hospitalization and empirical broad-spectrum intravenous antimicrobial therapy with or without escalation to include antifungal therapy until resolution of FN and signs of infection. Invasive infections are detected in a minority of patients with FN. This has stimulated the development of risk-adapted treatment guidelines, which are internationally established in adult oncology. In children with FN, presenting characteristics and outcome differ significantly from those found in adult oncology. Different risk prediction rules based on clinical and laboratory parameters were developed in prospective pediatric studies. Yet, an international consensus on when and how to assess the risk of which kind of adverse events (AEs) in pediatric FN is still lacking (Ammann et al., 2010). Neutropenia can also be seen in the setting of overwhelming bacterial infection as well as with typhoid fever, Rocky Mountain

spotted fever, and tuberculosis. Phagocytosis of microbes leads to release of toxic metabolites, which then activate the complement system, inducing neutrophil aggregation and adherence of leukocytes to the pulmonary capillary bed. Tumor necrosis factor and interleukin-1, released by macrophages, likely accelerate this process (Hastings et al., 2021).

### 3.5. Tumors with bone marrow failure

Bone marrow failure occurs during early adulthood and is associated with a high risk of developing aplastic anemia, MDS, leukemia, and solid tumors (Hastings et al., 2021). Inherited bone marrow failure syndromes (IBMFSs) are multisystem genetic disorders with varying degrees of single-lineage or multilineage cytopenias due to defective production of blood cells and a high risk of benign and malignant neoplasms. IBMFSs are caused by *de novo* or inherited germline gene mutations. Over 80 IBMFS genes have been identified, which are crucial for fundamental cellular processes such as DNA repair, telomere maintenance, cell survival, and others. Most of IBMFSs such as Fanconi anemia, dyskeratosis congenita, Diamond–Blackfan anemia, and Shwachman–Diamond syndrome are associated with wide range of physical anomalies. However, some of the disorders are not associated with physical anomalies or the malformations develop later in life. The prevalence of the IBMFSs has not been accurately determined. Because of the increasing availability of genetic testing, patients with novel presentations or partial phenotypes are increasingly found (Alabbas et al., 2017).

### 3.6. Tumors with thrombocytopenia

Thrombocytopenia due to decreased production may be a result of an acquired or inherited disease process. Decreased production may be a direct effect of marrow crowding due to malignancy (leukemia or metastatic solid tumors such as lymphoma, Thrombocytopenia, neuroblastoma, medulloblastoma, and rhabdomyosarcoma) or storage diseases (Gaucher, Neimann-

Pick, etc.) (Hastings et al., 2021). Kasabach-Merritt phenomenon (KMP) is a rare potentially life-threatening, consumptive coagulopathy associated with the vascular tumors: kaposiform hemangioendothelioma (KHE) and tufted angioma (TA). KMP was first described in 1940 by Kasabach and Merritt in a 2-month-old boy who presented with what was diagnosed as a capillary hemangioma with profound thrombocytopenia and hypofibrinogenemia. These rare vascular tumors when associated with KMP typically arise in early infancy and are rapidly growing, large (>5 cm), locally invasive solitary lesions that most commonly manifest on the extremities, trunk, and face or neck. The clinical course is characterized by severe thrombocytopenia, microangiopathic anemia, hypofibrinogenemia, and elevated fibrin split products in the presence of an underlying vascular tumor. The coagulopathy is believed to be triggered by sequestration of platelets and clotting factors within the vascular lesion, which may lead to a systemic disseminated intravascular coagulation (Tlougan et al., 2013). High-grade gliomas in childhood are difficult to treat and have a very poor prognosis. For decades, reliable radical surgery and radiation therapy have been the cornerstones of treatment for these cancers. For most children, however, these treatments provide short-term clinical benefits and disease control, and most patients relapse within 2 years. Infiltration properties and resistance to radiation therapy are considered characteristics that determine the unpleasant course of these tumors. The presence of infiltrative properties and intrinsic radiotherapy resistance are thought to be the features that determine the unfavorable course of these tumors. There is currently no effective chemotherapy regimen to treat these cancers, but many new treatment options are being actively explored. The current belief is that high-grade childhood gliomas can be treated with multi-agency therapies.

With the emergence of tumor biology more and more, the importance of biological agents is increasing and they seem to be a beacon of hope in treatment (Babacan, 2021a). Both early radiotherapy initiation and high-dose chemotherapy with autologous stem cell rescue were important components in the treatment of pediatric atypical teratoid rhabdoid tumor. Gross total resection is the major predictor of survival especially in choroid plexus carcinoma (Babacan, 2022a).

### 3.7. Tumors with epilepsy

In the Global Burden of Disease 2010 study, severe epilepsy ranked fourth among 220 health conditions in terms of disability weight. The classification emphasises the importance of aetiology, which allows the optimisation of management. Antiepileptic drugs (AEDs) are the main approach to epilepsy treatment and achieve seizure freedom in about two-thirds of patients. More than 15 second generation AEDs have been introduced since the 1990s, expanding opportunities to tailor treatment for each patient. However, they have not substantially altered the overall seizure-free outcomes (Salomon et al., 2012). Antiepileptic drugs lead to weight gain and cause obesity but don't affect growth in prepubertal children (Babacan et al., 2009). Epilepsy surgery is the most effective treatment for drug-resistant focal epilepsy and should be considered as soon as appropriate trials of two AEDs have failed. The success of epilepsy surgery is influenced by different factors, including epilepsy syndrome, presence and type of epileptogenic lesion, and duration of post-operative follow-up. For patients who are not eligible for epilepsy surgery or for whom surgery has failed, trials of alternative AEDs or other non-pharmacological therapies, such as the ketogenic diet and neurostimulation, may improve seizure control. Ongoing research into novel antiepileptic agents, improved techniques to optimise epilepsy surgery, and other nonpharmacological therapies fuel hope to reduce the proportion of

individuals with uncontrolled seizures. With the plethora of gene discoveries in the epilepsies, “precision therapies” specifically targeting the molecular underpinnings are beginning to emerge and hold great promise for future therapeutic approaches (Salomon et al., 2012). Epilepsy can result from various types of brain tumors, but is most common in patients with low grade intrinsic lesions. Across all brain tumors, glioneuronal tumors, including gangliogliomas and dysembryoplastic neuroepithelial tumors (DNETs), are most likely to have seizure as the presenting symptom (Englot et al., 2016). Long-term epilepsy associated tumors (LEAT) represent a frequent cause of focal epilepsies, particularly in children and young adults. Epilepsy associated with LEAT is generally poorly controlled by antiepileptic drugs while it is extremely responsive to surgical treatment. Epilepsy associated with brain tumours can be divided into two groups: tumors without other symptoms (usually low-grade tumors affecting children or young patients) or tumors together with neurological deficits (more frequently high-grade tumours in middle-aged and older patients) (Giulioni et al., 2014).

### 4. Conclusions

Molecular characterization has the potential to advance the management of pediatric cancer and high-risk hematologic disease. The clinical integration of genome sequencing into standard clinical practice has been limited. Central nervous system complications are among the most common, devastating sequelae of sickle cell disease occurring throughout the lifespan. Shared genetic susceptibility to breast cancer, brain tumors, and Fanconi anemia was reported in past. Anemia is a common finding in children presenting with malignancy. Central nervous system complications are among the most common, devastating sequelae of sickle cell disease occurring throughout the lifespan. Bleeding episodes due to von Willebrand syndrome have been reported in patients affected by

lymphoproliferative, myeloproliferative, cardiovascular, neoplasia, and autoimmune disorders. Venous thromboembolism result in significant morbidity and mortality in children with cancer.

## References

- Alabbas, F., Weitzman, S., Grant, R., Bouffet, E., Malkin, D., Abla, O., Dror, Y., 2017. Underlying undiagnosed inherited marrow failure syndromes among children with cancer. *Pediatric Blood & Cancer*, 64(2): 302-305.
- Ammann, R.A., Bodmer, N., Hirt, A., Niggli, F.K., Nadal, D., Simon, A., Aebi, C., 2010. Predicting adverse events in children with fever and chemotherapy-induced neutropenia: the prospective multicenter SPOG 2003 FN study. *Journal of clinical oncology*, 28(12): 2008-2014.
- Babacan, A., 2021a. Çocukluk çağında karşılaşılan sinir sistemi yüksek dereceli glial tümörleri ve tedavisi. *MAS Journal of Applied Sciences*, 6(4): 1084-1090.
- Babacan, A., 2021b. Çocuklarda demir eksikliği anemisi. *MAS Journal of Applied Sciences*, 6(4): 1077-1083.
- Babacan, A., 2021c. Thrombocytopenia in children towards the multilevel approach in medical sciences, (1. Baskı) Iksad Publishing House, 84, Ankara.
- Babacan, A., 2022a. Pediatric central nervous system tumors: a setting a sail for a journey to improved and effective medical approaches, (1. Baskı) Iksad Publishing House, 3, Ankara.
- Babacan, A., 2022b. Inherited and acquired bone marrow failures and current treatments. setting a sail for a journey to improved and effective medical approaches, Iksad Publishing House, 21, Ankara.
- Babacan, A., Özçelik, A.A., Serdaroğlu, A., Bideci, A., Arhan, E., Gücüyener, K., 2009. Valproat ve karbamazepin kullanan prepubertal epileptik çocuklarda serum IGF-I ve IGFBP-3 düzeyleri. *Türkiye Klinikleri Journal of Pediatrics*, 18(1):1-6.
- Babacan, A., Şenol, F.F., 2023. Thrombocytosis in children. *Revista da Associação Médica Brasileira*, 69: e20230020.
- Babacan, A., Şenol, F.F., Bahçeci, İ., 2022c. Yenidoğan sarılığında G6PD eksikliği. *Van Tıp Dergisi*, 29(4): 416-420.
- Biss, T.T., Blanchette, V.S., Clark, D.S., Bowman, M., Wakefield, C. D., Silva, M., Rand, M.L., 2010. Quantitation of bleeding symptoms in children with von Willebrand disease: use of a standardized pediatric bleeding questionnaire. *Journal of Thrombosis and Haemostasis*, 8(5): 950-956.
- Bordbar, M., Karimi, M., Shakibzad, N., 2018. Thrombosis in pediatric malignancy: a review and future perspectives with focus on management. *Blood Coagulation & Fibrinolysis*, 29(7): 596-601.
- Chee, W.Y.Y., Chung, H.Y., Wong, R.M., Wong, K.K., 2018. Jaundice in infants and children: causes, diagnosis and management. *Hong Kong Medical Journal*. 24(3):285-292.
- Chiarello, P., Magnolia, M., Rubino, M., Liguori, S.A., Miniero, R., 2011. Thrombocytosis in children. *Minerva Pediatrica*, 63(6): 507-513.
- DeBaun, M.R., Jordan, L.C., King, A.A., Schatz, J., Vichinsky, E., Fox, C.K., Murad, M.H., 2020. American Society of Hematology 2020 guidelines for sickle cell disease: prevention, diagnosis, and treatment of cerebrovascular disease in children and adults. *Blood Advances*, 4(8): 1554-1588.
- Englot, D.J., Chang, E.F., Vecht, C.J., 2016. Epilepsy and brain tumors. *Handbook of clinical neurology*, 134: 267-285.

- Gill, J.C., Shapiro, A., Valentino, L. A., Bernstein, J., Friedman, C., Nichols, W. L., Manco-Johnson, M., 2011. von Willebrand factor/factor VIII concentrate (Humate-P) for management of elective surgery in adults and children with von Willebrand disease. *Haemophilia*, 17(6): 895-905.
- Giulioni, M., Marucci, G., Martinoni, M., Marliani, A.F., Toni, F., Bartiromo, F., Rubboli, G., 2014. Epilepsy associated tumors. *World Journal of Clinical Cases*, 2(11): 623-635.
- Halimeh, S., Krümpel, A., Rott, H., Bogdanova, N., Budde, U., Manner, D., Nowak-Göttl, U., 2011. Long-term secondary prophylaxis in children, adolescents and young adults with von Willebrand disease. *Thrombosis and Haemostasis*, 105(04): 597-604.
- Hastings, C.A., Torkildson, J.C., Agrawal, A.K. 2021. Handbook of Pediatric Hematology and Oncology: Children's Hospital and Research Center Oakland. John Wiley & Sons.
- Iwafuchi, H., 2018. The histopathology of bone marrow failure in children. *Journal of Clinical and Experimental Hematopathology*, 58(2): 68-86.
- Kedir, H., Tumin, D., Veneziano, G., Tobias, J.D., 2018. Acquired von Willebrand Disease in a Child With Wilms' Tumor: Implications for Postoperative Regional Anesthesia. *Journal of Medical Cases*, 9(10): 345-347.
- Kulkarni, R., Soucie, J.M. 2011. Pediatric hemophilia: a review. In *Seminars in thrombosis and hemostasis*, 37(7): 737-744.
- Low, L.C., 2005. Growth of children with  $\beta$ -thalassemia major. *The Indian Journal of Pediatrics*, 72, 159-164.
- Madadi-Sanjani, O., Wirth, T.C., Kuebler, J.F., Petersen, C., Ure, B.M. 2019. Choledochal cyst and malignancy: a plea for lifelong follow-up. *European Journal of Pediatric Surgery*, 29(02): 143-149.
- Mattiello, V., Schmutz, M., Hengartner, H., von der Weid, N., Renella, R., SPOG Pediatric Hematology Working Group. (2020). Diagnosis and management of iron deficiency in children with or without anemia: consensus recommendations of the SPOG Pediatric Hematology Working Group. *European Journal of Pediatrics*, 179: 527-545.
- Michon, J., 2002. Incidence of anemia in pediatric cancer patients in Europe: results of a large, international survey. *Medical and Pediatric Oncology: The Official Journal of SIOP—International Society of Pediatric Oncology (Société Internationale d'Oncologie Pédiatrique)*, 39(4): 448-450.
- Offit, K., Levrin, O., Mullaney, B., Mah, K., Nafa, K., Batish, S.D., Auerbach, A.D., 2003. Shared genetic susceptibility to breast cancer, brain tumors, and Fanconi anemia. *Journal of the National Cancer Institute*, 95(20): 1548-1551.
- Salomon, J.A., Vos, T., Hogan, D.R., Gagnon, M., Naghavi, M., Mokdad, A., Murray, C.J., 2012. Common values in assessing health outcomes from disease and injury: disability weights measurement study for the Global Burden of Disease Study 2010. *The Lancet*, 380(9859): 2129-2143.
- Tlougan, B.E., Lee, M.T., Drolet, B.A., Frieden, I.J., Adams, D.M., Garzon, M.C., 2013. Medical management of tumors associated with Kasabach-Merritt phenomenon: an expert survey. *Journal of Pediatric Hematology/Oncology*, 35(8): 618-622.
- Torrejon, N., Calvo, A., Pak, S., 2018. Iron Deficiency Anaemia Leading to Thrombocytopenia: A Case Report. *International Journal of Research and Reports in Hematology*, 1(2): 1-4.

---

**To Cite:** Şenol, F.F., 2023. Pediatric Blood Disorders with Central Nervous System Complications. *MAS Journal of Applied Sciences*, 8(Special Issue): 854-865.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10001530>.

---

## Prevalance and Molecular Characterisation of *Giardia duodenalis* Infection on Goatkids Southeast Turkey

Duygu Neval SAYIN IPEK<sup>1\*</sup> 

<sup>1</sup>Dicle University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Parasitology, Diyarbakir

\*Corresponding author: [dneval.sayinipek@dicle.edu.tr](mailto:dneval.sayinipek@dicle.edu.tr)

**Received:** 16.06.2023

**Accepted:** 30.07.2023

### Abstract

*Giardia duodenalis*, a common intestinal protozoan, affects humans and mammals, including goats. This study investigated the prevalence and genetic characteristics of *G. duodenalis* in goat kids in southeastern Turkey. Fecal samples were collected from 112 goatkids, and microscopic and molecular analyses were conducted. A direct immunofluorescence test was used to confirm the presence of *G. duodenalis* cysts in collected fecal samples. Molecular confirmation was done with Polymerase chain reaction (PCR) using *G. duodenalis* SSU-rRNA. The secondary PCR products of all positive samples were sequenced in one direction on an automated sequencer. Nucleotide sequence analysis was performed by BLAST alignment using the National Center for Biotechnology Information database. Out of 112 fecal samples, 28.57% tested positive for *G. duodenalis*. Genotyping revealed that all positive samples belonged to assemblage E, a genotype previously identified in various domestic animals and even humans, suggesting zoonotic potential. These findings emphasize the significance of *G. duodenalis* in goatkids for both animal and human health and highlight the need for further epidemiological studies to assess its zoonotic potential in different regions of Turkey.

**Keywords:** Assemblages E, *Giardia duodenalis*, goatkids, Turkey

## 1. Intraduction

*Giardia duodenalis*, also known as *Giardia lamblia* or *Giardia intestinalis*, is a familiar intestinal protozoan infects humans and a diverse array of wild and domesticated mammals. Giardiasis can result in a broad range of clinical symptoms, with the severity ranging from no apparent signs to severe and acute gastrointestinal illness (Heresi and Cleary, 1997; Cai et al., 2021). The host's susceptibility to this parasite appears to be influenced by their immune system's status, making young and immunocompromised individuals particularly susceptible to infection. The main route of infection is fecal-oral transmission via contaminated food and water (Adam, 2001). The most common clinical symptoms associated with *G. duodenalis* are the excretion of malodorous diarrhea, weight loss, and a failure to thrive, often resulting in significant production losses and sometimes death (Aloisio et al., 2006; Geurden et al., 2008). *Giardia duodenalis* prevalence in goats varies from 10% to 60,2 % depending on animal age, geographical location, and diagnostic techniques worldwide (Robertson, 2009; Feng and Xiao, 2011; Akinkuotu et al., 2019). Based on molecular evidence, humans can be infected by assemblages A, B, and occasionally E of the eight genotypes or assemblages (A to H) of *G. duodenalis*. In ruminants, *G. duodenalis* assemblage E is most frequently recorded in calves, sheep, and goats. However, the “zoonotic” assemblages A and B are also common, suggesting that ruminant hosts could be significant reservoirs of *G. duodenalis* infection to humans (Geurden et al., 2008; Xiao and Feng, 2017; Ryan et al., 2019; Thompson and Ash, 2019). In the present study, we have investigated the prevalence of giardiasis in goat kids from the southeast Turkey. The isolates found have been further characterized by genotyping to evaluate the potential transmission of *G. duodenalis* from goats to humans.

## 2. Materials and Methods

### 2.1. Animal source

This study was performed on 12 dairy goat farms (Hair goats breed) located in Diyarbakır, Turkey. 112 fecal samples were collected directly from the rectums of all animals up to one month of age. The fecal samples were transported in ice-cooled containers to the laboratory.

### 2.2. Microscopic analysis

Fresh feces were examined for the presence of *Cryptosporidium* oocysts by Crypto/Giardia-Cel FITC Stain was used to demonstrate cryptosporidium oocysts. Fecal samples stain following kit procedure and examined by fluorescence microscope.

### 2.3. DNA extraction, *G. duodenalis* genotyping, and sequence analysis

Total DNA extraction was conducted with the direction of the suggestion kit by using ZR Fecal DNA MiniPrep kit (Zymo Research, Irvine, CA). In the first PCR step, a fragment of the SSU rRNA for *Giardia* (130 bp) gene was amplified by PCR using primers previously described (Hopkins et al., 1997) and the primers GiarF and GiarR for the secondary PCR (Read et al., 2002) as previously described. First and second PCR amplifications were performed in 25µl volumes with the final mix containing 2µl Q solution, 10 pmol of each primer, 1,25 unit DNA polymerase, 0,2mM of each dNTP, 2,5 mM MgCl<sub>2</sub>, 10x PCR buffer, and H<sub>2</sub>O. First PCR reaction was heated to 96 °C for 2 min followed by 35 cycles of 96 °C for 4 s, 62 °C for 30 s., and 72 °C for 45 s, and one cycle of 72 °C for 4 min, and second PCR reaction was heated to 96 °C for 5 min followed by 35 cycles of 96 °C for 45 s, 55 °C for 30 s, and 72 °C for 45 s, and one cycle of 72 °C for 7 min. Negative and positive controls were included in all PCR sets. The secondary PCR products were sequenced in one direction on an automated sequencer (ABI PRISM 310 model; Perkin-Elmer, USA).



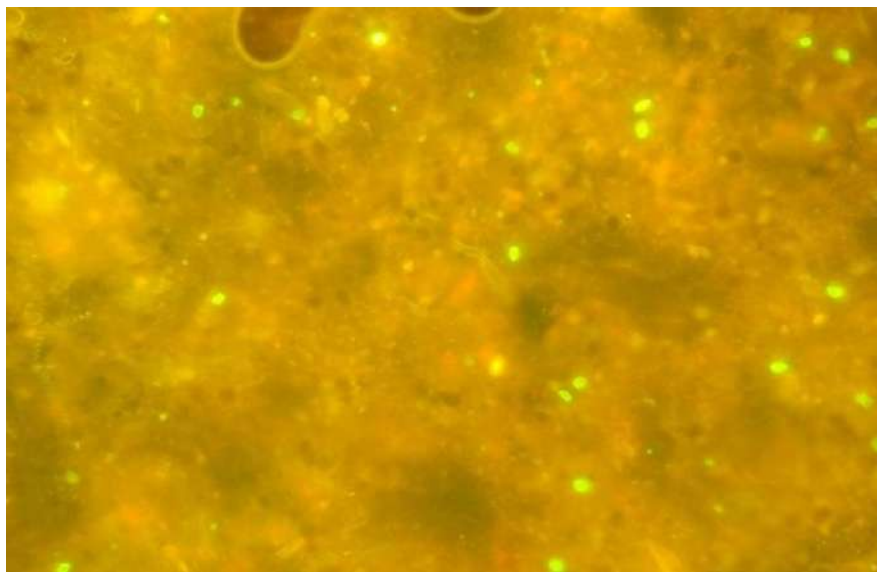
**3.Results and Discussion**

32 (28.57%) out of 112 diarrheic fecal samples were positive for *Giardia duodenalis* with immunofluorescent-antibody test. The prevalence of *Giardia duodenalis* in different farms ranged from 10% to 44.44% (Table 1). The prevalence of *Giardia duodenalis* in goat was reported to be 35.8% in Belgium (Geurden et al., 2008), 59% in Spain (Ruiz et al., 2008) 40.4% in Greece (Tzanidakis et al., 2014), 16,3% in China (Yang et al., 2023), 36,3% in Turkey (Ayan et al., 2019), 33.8% in goats in India (Utaaker et al., 2017), 12.3%

in Ghana (Squire et al., 2017), 60,2% in Nigeria (Akinkuotu et al., 2019), 11% in Brazil (Bomfim et al., 2005) *Giardia* prevalence is high compared to results from China, Ghana, Brazil while low compared to previous studies in Belgium, Spain, Greece, Turkey, Indian, Nigeria. The reason for the lower rate in this study than most other studies reported in the world may be the geographical location of the region, the low density of the goat population, and the effect of farm management.

**Table 1.** Prevalence and molecular characterization of *Giardia duodenalis* in goat kids in different farm

Number of the farm	Number of goat tested	<i>Giardia duodenalis</i> positive (%)	Genotype of <i>Giardia duodenalis</i>
1	10	3 (33,33)	E
2	9	4 (44,44)	E
3	9	3 (33,33)	E
4	9	4 (44,44)	E
5	9	2 (22,22)	E
6	11	2 (18,18)	E
7	8	3 (37,5)	E
8	9	3 (33,33)	E
9	9	2 (22,22)	E
10	10	2 (20)	E
11	9	3 (33,33)	E
12	10	1 (10)	E
Total	112	32 (28,57)	32(100%)



**Figure 1.** Fluorescence microscopy image of giardia cysts

The SSU rRNA gene fragment was amplified from the 32 samples in which *Giardia* cysts were microscopically identified (Figure 1,2). The sequences of the PCR products were analyzed, and it was determined that all samples maintained *Giardia* cysts, assemblage E. Assamblage E identified in this study were identical to those submitted under the GenBank numbers MF069070.1 and MF069058.1. Assemblage E has been found in various domestic animals, including cattle, sheep, pigs, goats, and alpacas (Ryan and Cacciò, 2013; Cai et al., 2021). Although initially believed to be only an animal-adapted genotype, its zoonotic potential was revealed by a report of this genotype in

humans (Zahedi et al., 2017). Likewise, research conducted in Belgium, Australia, Sweden, the USA, Norway, Spain, China, Iran, and Mexico have confirmed our findings that assemblage E is predominant in small ruminants. [Jafari et al., 2014; Kiani-Salmi et al., 2019; Geurden et al., 2008; Ryan et al., 2005; Yang et al., 2009; Lebbad et al., 2010, Robertson et al., 2010; Gomez-Munoz et al., 2009; Faridi et al., 2020; Di Giovanni et al., 2006; Ruiz et al., 2008). The giardia genotype detected in goatkids was only Assemblage E and other genotypes were not seen because of factors such as the age of the animals used in the research and environmental conditions hygiene conditions.



**Figure 2.** Electrophoretic (2% agarose) separation of SSU rRNA gene(130bp). Lane M: ladder (Marker); lane 1-12: positive sample

#### 4. Conclusion

At the end of our study, new information has been revealed regarding the prevalence and genetic characterization of *Giardia duodenalis* in goat kids in the southeastern region of Turkey. Furthermore, the detection of the zoonotic importance of *Giardia* genotype, (assemblages E), has led us to conclude that the cysts by goat kids are not only important for animal health but also for human health. To assess the zoonotic potentials and genotype distributions of *Giardia*

*duodenalis* in goat, epidemiological studies are needed in different regions of Turkey.

#### Reference

- Adam, R.D., 2001. Biology of *Giardia lamblia*. *Clinical Microbiology Reviews*, 14: 447–475.
- Akinkuotu, O.A., Takeet, M.I., Otesile, E.B., Olufemi, F., Greenwood, S.J., McClure, J.T., 2019. Multi-locus genotyping and phylogenetic analyses of *Giardia intestinalis* isolates from indigenous goats in Ogun State, Nigeria. *Acta Tropica*, 195: 15-22.

- Aloisio, F., Filippini, G., Antenucci, P., Lepri, E., Pezzotti, G., Caccio, S.M., Pozio, E., 2006. Severe weight loss in lambs infected with *Giardia duodenalis* assemblage B. *Veterinary Parasitology*, 142: 154–158.
- Ayan, A., Ural, D.A., Erdogan, H., Kilinc, O.O., Gültekin, M., Ural, K., 2019. Prevalence and Molecular Characterization of *Giardia duodenalis* in Livestock in Van, Turkey. *International Journal of Ecosystems & Ecology Sciences*, 9(2):265-274.
- Bomfim, T.C.B., Huber, F., Gomes, R.S., Alves, L.L., 2005. Natural infection by *Giardia* sp. and *Cryptosporidium* sp. in dairy goats, associated with possible risk factors of the studied properties. *Veterinary Parasitology*, 134(1-2):9-13.
- Cai, W., Ryan, U., Xiao, L., Feng, Y., 2021. Zoonotic giardiasis: an update. *Parasitology Research*, 1-20.
- Castro-Hermida, J.A., Almeida, A., Gonz'alez-Warleta, M., Correia da Costa, J.M., Rumbo-Lorenzo, C., Mezo, M., 2007. Occurrence of *Cryptosporidium parvum* and *Giardia duodenalis* in healthy adult domestic ruminants. *Parasitology Research*, 101: 1443–1448.
- Di Giovanni, G.D., Betancourt, W.Q., Hernandez, J., Assadian, N.W., Flores Margez, J.P., Lopez, E.J., 2006. Investigation of potential zoonothroponotic transmission of cryptosporidiosis and giardiasis through agricultural use of reclaimed wastewater. *International Journal of Environmental Health Research*, 16: 405–418.
- Faridi, A., Tavakoli Kareshk, S., Sadooghian, N., 2020. Frequency of different genotypes of *Giardia duodenalis* in slaughtered sheep and goats in east of Iran. *Journal of Parasitic Diseases*, 44: 618–624.
- Feng, Y., Xiao, L., 2011. Zoonotic potential and molecular epidemiology of *Giardia* species and giardiasis. *Clinical Microbiology Reviews*, 24(1): 110-140.
- Geurden, T., Thomas, P., Casaert, S., Vercruysse, J., Claerebout, E., 2008. Prevalence and molecular characterization of *Cryptosporidium* and *Giardia* in lambs and goat kids in Belgium. *Veterinary Parasitology*, 155:142–145.
- Gomez-Munoz, M.T., Navarro, C., Garijo-Toledo, M.M., Dea-Ayuela, M.A., Fern'andez-Barredo, S., P'erez-Gracia, M.T., Borr'as, R., 2009. Occurrence and genotypes of *Giardia* isolated from lambs in Spain. *Parasitology International*, 58: 297–299.
- Heresi, G., Cleary, T.G., 1997. *Giardia*. *Pediatrics in Review*, 18(7):243-247.
- Hopkins, R.M., Meloni, B.P., Groth, D.M., Wetherall, J.D., Reynoldson, J.A., Thompson, R.A., 1997. Ribosomal RNA sequencing reveals differences between the genotypes of *Giardia* isolates recovered from humans and dogs living in the same locality. *The Journal of parasitology*, 83(1): 44-51.
- Jafari, H., Jalali, M.H.R., Shapouri, M.S.A., Hajikolaii, M.R.H., 2014. Determination of *Giardia duodenalis* genotypes in sheep and goats from Iran. *Journal of Parasitic Diseases*, 38: 81–84.
- Kiani-Salmi, N., Fattahi-Bafghi, A., Astani, A., Sazmand, A., Zahedi, A., Firoozi, Z., Akrami-Mohajeri, F., 2019. Molecular typing of *Giardia duodenalis* in cattle, sheep, and goats in an arid area of central Iran. *Infection, Genetics and Evolution*, 75: 104021.
- Lebbad, M., Mattsson, J.G., Christensson, B., Ljungström, B., Backhans, A., Andersson, J.O., Sv'ard, S.G., 2010. From mouse to moose: multilocus genotyping of *Giardia* isolates from various animal species. *Veterinary Parasitology*, 168: 231–239.
- Read, C. M., Monis, P.T., Thompson, R.A., 2004. Discrimination of all genotypes of *Giardia duodenalis* at the glutamate dehydrogenase locus using PCR-RFLP. *Infection, Genetics and Evolution*, 4(2):125-130.

- Robertson, L.J., 2009. Giardia and Cryptosporidium infections in sheep and goats: a review of the potential for transmission to humans via environmental contamination. *Epidemiology & Infection*, 137(7): 913–921.
- Robertson, L.J., Gjerde, B.K., Hansen, E.F., 2010. The zoonotic potential of Giardia and Cryptosporidium in Norwegian sheep: a longitudinal investigation of 6 flocks of lambs. *Veterinary Parasitology*, 171: 140–145.
- Ruiz, A., Foronda, P., González, J.F., Guedes, A., Abreu-Acosta, N., Molina, J.M., Valladares, B., 2008. Occurrence and genotype characterization of Giardia duodenalis in goat kids from the Canary Islands, Spain. *Veterinary Parasitology*, 154(1-2): 137–141.
- Ryan, U., Hijjawi, N., Feng, Y., Xiao, L., 2019. Giardia: an under-reported foodborne parasite. *International Journal of Parasitology*, 49:1–11.
- Ryan, U.M., Bath, C., Robertson, I., Read, C., Elliot, A., McInnes, L., Besier, B., 2005. Sheep may not be an important zoonotic reservoir for Cryptosporidium and Giardia parasites. *Applied and Environmental Microbiology*, 71(9): 4992–4997.
- Squire, S.A., Yang, R., Robertson, I., Ayi, I., Ryan, U., 2017. Molecular characterization of Cryptosporidium and Giardia in farmers and their ruminant livestock from the Coastal Savannah zone of Ghana. *Infection, Genetics and Evolution*, 55:236–243.
- Thompson, R.C.A., Ash, A., 2019. Molecular epidemiology of Giardia and Cryptosporidium infections-What's new? *Infection, Genetics and Evolution*, 40:315–323.
- Tzanidakis, N., Sotiraki, S., Claerebout, E., Ehsan, A., Voutzourakis, N., Kostopoulou, D., Geurden, T., 2014. Occurrence and molecular characterization of Giardia duodenalis and Cryptosporidium spp. in sheep and goats reared under dairy husbandry systems in Greece. *Parasite*, 21:45.
- Utaaker, K.S., Myhr, N., Bajwa, R.S., Joshi, H., Kumar, A., Robertson, L.J., 2017. Goats in the city: prevalence of Giardia duodenalis and Cryptosporidium spp. in extensively reared goats in northern India. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 59:1–9.
- Xiao, L., Feng, Y., 2017. Molecular epidemiologic tools for waterborne pathogens Cryptosporidium spp. and Giardia duodenalis. *Food and Waterborne Parasitology*, 8(9): 14–32.
- Yang, R., Jacobson, C., Gordon, C., Ryan, U., 2009. Prevalence and molecular characterisation of Cryptosporidium and Giardia species in pre-weaned sheep in Australia. *Veterinary Parasitology*, 161:19–24.
- Yang, X., Wang, J., Huang, S., Song, J., Fan, Y., Zhao, G. 2023. Molecular Characterization of Cryptosporidium spp., Giardia duodenalis, Enterocytozoon bienersi and Escherichia coli in Dairy Goat Kids with Diarrhea in Partial Regions of Shaanxi Province, China. *Animals*, 13(18):2922.
- Zahedi, A., Field, D., Ryan, U., 2017. Molecular typing of Giardia duodenalis in humans in Queensland—first report of Assemblage E. *Parasitology*, 144(9): 1154–1161.

---

**To Cite:** Sayın Ipek, D.N., 2023. Prevalance and Molecular Characterisation of Giardia duodenalis Infection on Goatkids Southeast Turkey. *MAS Journal of Applied Sciences*, 8(Special Issue): 866–871.

DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10001590>.

---

## Gliksal Molekölü ile Partikül Yüzeyine İmmobilize Üreaz Enziminin Depo Kararlılığına etkisi

Ümit YASAR<sup>1\*</sup>, Fatma ULUSAL<sup>2</sup>, Pınar YILGÖR HURİ<sup>3</sup>, Bilgehan GÜZEL<sup>4</sup>, Nurten DİKMEN<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Ardahan Üniversitesi, Nihat Delibalta Gölü Meslek Yüksekokulu, Ardahan

<sup>2</sup>Tarsus Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Mersin

<sup>3</sup>Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Biyomedikal Mühendisliği, Ankara

<sup>4</sup>Çukurova Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, Adana

<sup>5</sup>Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi Biyokimya Anabilim Dalı, Adana

\*Sorumlu yazar (Corresponding author): [umityasar@ardahan.edu.tr](mailto:umityasar@ardahan.edu.tr)

**Geliş Tarihi (Received):** 18.06.2023

**Kabul Tarihi (Accepted):** 30.07.2023

### Özet

İmmobilizasyon biyolojik bir katalizörün analitik bir sistem içerisinde tutuklanmasıdır. Sentezlenen kompleks serbest biyokimyasal enzimin katalitik özelliğe sahiptir. Günümüzde hızlı inaktifleşen enzimlerin yerine immobilize enzim avantajlarından faydalanılmaya çalışılmaktadır. Serbest enzimlere göre tekrar kullanılabilirliği, reaksiyon ortamından uzaklaştırılma kolaylığı gibi avantajları gün geçtikçe geliştirmektedir. Bu çalışmada nanoparçacıkların belirlenen avantajları kullanılarak üreaz enzim stabilizasyonunun sağlanması planlandı (Çukurova Üniversitesi Proje Birimi, TYD-2015-3765). Bu amaçla üreaz enzimi üretilen nanoparçacıklara bağlanarak yeniden biçimlendirilmesi sonrası, enzim aktivitesinin katalitik özelliği, farklı sıcaklıklarda değerlendirildi. Süper paramanyetik nanopartiküller (SPIONs) sentezlendi. Gliksal molekülü kullanılarak yüzey modifikasyonları sağlandı ve enzim kararlılığı amacı ile üreaz enzim immobilizasyonu gerçekleştirildi. Optimum sıcaklık sınırlarının altında ve değişken (25°C- 4°C- 37°C) şartlarda aktivite özellikleri incelendi. İstatistiksel olarak çalışma gruplarının kontrol grupları ve gruplar arası istatistiksel olarak anlamlı bir fark göstermediği belirlendi. Çalışma sonuçları immobilize enzimin depolama kararlılıklarını ve raf ömrünü iyileştirdiğini gösterdi (p>0,05).

**Anahtar Kelimeler:** Üreaz, immobilizasyon, nanopartikül, kararlılık

### Effect of Urease Enzyme Immobilized to Particle Surface with Glyoxal Molecule on Storage Stability

#### Abstract

Immobilization is the immobilization of a biological catalyst in an analytical system. The synthesized complex has the catalytic feature of the free biochemical enzyme. Nowadays, it is tried to benefit from the advantages of immobilized enzymes instead of rapidly inactivated enzymes. Its advantages over free enzymes, such as reusability and ease of removal from the reaction medium, are developing day by day. In this study, it was planned to provide urease enzyme stabilization by using the advantages of nanoparticles (Çukurova University Project Unit, TYD-2015-3765). For this purpose, after the urease enzyme was bound to the produced nanoparticles and reshaped, the catalytic property of the enzyme activity was evaluated at different temperatures. Superparamagnetic nanoparticles (SPIONs) were synthesized. Surface modifications were provided by using glyoxal molecule and urease enzyme immobilization was performed for enzyme stability. The activity properties were investigated under the optimum temperature limits and under variable (25°C-4°C- 37°C) conditions. Statistically, it was determined that the study groups did not show a statistically significant difference between the control groups and groups. The results of the study showed that the immobilized enzyme improved the storage stability and shelf life (p>0.05).

**Keywords:** Urease, immobilization, nanoparticle, stability

## 1. Giriş

Protein ve aminoasitlerin katabolizması sonucu endojen bir ürün olan üre oluşur. Ürenin amonyağa hidrolizi nikel bağımlı bir metalloenzim olan üreaz (üre amidohidrolaz, EC3.5.1.5) enzimi tarafından katalize edilir(Kafarski ve Talma, 2018; Sepehri ve Khedmati, 2023). Katalize edilmemiş bir reaksiyon hızıyla karşılaştırıldığında üreaz, ürenin hidrolizinde yaklaşık  $10^{14}$  kat daha hızlı ve verimli bir katalizördür(İlleova ve ark., 2003). Üreaz, heteropolimerik enzimler grubunda yer alır. Bitki, omurgasız hayvanlarda bulunduğu gibi bazı mantarlar ve bakterilerde de bulunur(Sepehri ve Khedmati, 2023). Üre protein ve aminoasitlerin katabolizması sonucu insan vücudu tarafında da üretilmektedir. Vücutta amonyak ( $\text{NH}_3$ ) formundaki nitrojen, karaciğer ve böbrekte kan, ter ve idrar yoluyla atılmak üzere üreye dönüştürülür. Bu dönüşüm üre döngüsü sonucunda olur. Üre suda çözünen bir moleküldür. Vücut sıvılarına hızlı bir şekilde yayılır. Vücut sıvılarındaki üre seviyesi (kan, idrar vb), özellikle böbrek ve karaciğer problemleri olmak üzere bazı metabolizma bozukluklarının bir göstergesi olarak kullanılmaktadır. Ayrıca kusma, ishal gibi durumlarda kalp yetmezliği, karaciğer yetmezliği gibi hastalıklarda, düşük protein beslenmelerinde, endokrin bozukluklarda üreaz enzim aktivitesi ile vücuttaki üre seviyesi değişebilir(Ozbek ve ark., 2022). Bu nedenle bu patolojik durumların takip edilebilmesi ve değerlendirilmesi açısından üre, seviyesinin sürekli takip edilmesi gereken önemli bir biyobelirteçtir(Ozbek ve ark., 2022). Üre belirli organların işlevlerini kontrol amaçlı tayini yapılmaz aynı zamanda hemodiyaliz sonrası kandaki üre tayini hemodiyalizin etkinliğini test etmek için de kullanılabilir. Bununla birlikte sadece tıbbi alanda değil gıda ve gübre endüstrisi, toprak analizi alanlarında da üre tayini yapılmaktadır. Bu katalitik enzim, ürenin hidroliz reaksiyonunu hızlandırır ve ürenin üreaz ile hidrolizinde bir molekül amonyak ve bir

molekül karbamat ortaya çıkar. Bu durumda üreaz enziminin substratı üredir ve vücut sıvı örneklerinde üreyi saptamak için kullanılabilir(Amani ve ark., 2022). Canlılarda reaksiyonları hızlandıran ve kolaylaştıran enzimlerin aktivitesi, klinik teşhis ve deneysel çalışma dahil olmak üzere çeşitli uygulamalar için büyük önem taşımaktadır. Ancak kararlılık, maliyet ve depolama gibi dezavantajlarından dolayı, bilim dünyasının yeni çalışmalar ile bu enzimleri daha verimli ve kullanışlı biçime dönüştürmeyi hedeflediği görülmektedir. Doğal enzimlerin aktif bölgelerini manipüle edilmesi sonucu biçimlendirilmiş yeni enzimler doğal enzimlerin güçlü mimetik özelliklerini taşımakla birlikte onların sahip olduğu dezavantajlarının da giderilmesi amaçlanmaktadır(Singh ve ark., 2023). Laboratuvar ortamında üretilen metalik nanopartiküllerin sentezi, benzersiz özellikleri ve geniş kullanım alanları nedeniyle son yıllarda büyük ilgi görmeye başlamıştır(Della-Flora ve de Andrade, 2023). Küçük boyutları, geniş hacimleri ve düşük üretim maliyetleri çalışmalardaki çeşitli sorunları gidermede kullanılabilir(Ulusal ve Özdemir, 2023). Doğal indirgeme, kapatma ve stabilize etme etkileri çalışmalar için avantaj sağlamaktadır. Son yıllarda nanoparçacıklar manyetik cihaz ve sensör gibi çeşitli uygulamalarda sıklıkla kullanılmaktadır(Ulusal ve ark., 2022). Bu tür mekanik uygulamalarla birlikte biyomedikal algılama ve antibiyotikler dahil olmak üzere tıbbi uygulamalarda da görülmeye başlanmıştır(Berhe ve Gebressie, 2023). Biz çalışmada nanoparçacıkların belirlenen avantajları kullanılarak üreaz enzim stabilizasyonunun sağlanmasını planladık. Üretilen partikül - üreaz enzim konjugatlarının amacı, enzimi bozunmaya karşı korumak ve farklı sıcaklıklarda etkinliğinin devamını sağlamaktır. Bu amaçla üreaz enzimi üretilen nanoparçacıklara bağlanarak yeniden biçimlendirilmesi sonrası enzim aktivitesinin katalik özelliği farklı sıcaklıklarda değerlendirilmiştir.



## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Kimyasallar

Çalışmada kullanılan kimyasal detaylar: Glioksal (Sigma), Etanol (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH) (Sigma), Üreaz (Sigma) enzim çözeltisi, üre, Sodyum Hidroksit (NaOH), sodyum sülfat, (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), çinko sülfat (ZnSO<sub>4</sub>) (Sigma), Azot (N<sub>2</sub>), Hidroklorik asit (HCl) (Merck), Demir (III) klorür hekza klorür (FeCl<sub>3</sub>.6H<sub>2</sub>O) (Sigma), Sodyum klorür (Sigma), Demir (II) sülfat mono hidrat (FeSO<sub>4</sub>.H<sub>2</sub>O) (Sigma), Fosfat Buffer Saline (Biochrome).

### 2.2. Cihazlar

Etüv; Binder, manyetik karıştırıcılı ısıtıcı; WiseStir, Schelenk düzeneği, mekanik karıştırıcı; WiseMix, Steril Filtre (0.22µ), elektronik terazi; Shimadzu, otomatik Pipetler; Eppendorf, ultrasonik banyo, Rotatör; Plate; (12-96 kuyucuklu/Costar), Bio RS, ultrasonik homojenizatör; Bandelin, Mikroplate Okuyucu; Biotek Eon, santrifüj; Hettich, Santrifüj Tüp 15/50 ml, biyogüvenlik Kabini; Berner, Çalkalamalı su banyosu; Memmert, derin dondurucu (-18), Elektromıknatis. Fourier Dönüşümlü Infrared Spektrofotometre (FT-IR) (Thermo), Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM-EDX) (JEOL JSM), Geçirimli Elektron Mikroskobu (TEM), X- Işınları difratometre (XRD).

### 2.3. Yöntem

Bu çalışmada, nano boyuttaki partiküller sentezlenerek yüzeyleri; glioksal ile çeşitli teknikler kullanılarak kaplandı. Elde edilen nanopartiküller üzerine üreaz enzim molekülü Schiff bazı oluşturularak bağlandı. İmmobilize ve stabilize edilen üreaz enzimlerinde kontrole (standart) göre aktive tayinleri yapıldı. Çalışmada; FT-IR, TEM, XRD, SEM-EDX, spektroskopi analizleri yapıldı.

#### 2.3.1. Partikül sentezi

Nano boyut partiküllerin Demir II ve III'ün belirli miktarlarda (sırasıyla yaklaşık 5mmol; 9 mmol) kullanıldı. Sentezde yüksek ısı (90-100 derece), azot atmosferi ve mekanik karıştırıcı kullanıldı.

Reaksiyon sırasında sırasıyla 0,1M'lık ve 0,3M'lık NaOH eklenerek çökeltme sağlandı. Yıkama serisinden sonra (5x 5dk x pH:7 tampon) glioksal molekülleri bağlandı. Bağlamda, %25'lik 15mmol'luk glioksal çözeltisi kullanıldı. Mekanik karıştırma aşaması sonrası asetonla seri halde yıkandı (3x). Son olarak vakum altında kuruldu.

#### 2.3.2. Üreaz enzim immobilizasyonu

Bu aşamada glioksal ara kolları kullanılarak üreaz enzim moleküllerinin Schiff bazı bileşiği oluşturması sağlandı. Böylelikle, stabilizasyonu ve immobilizasyonu gerçekleştirildi. Glioksal kaplanmış partiküllerin 1mg'ı homojenizatörde homojen hale getirildi. Üzerine 150mg çözünmüş 10ml'lik pH:7 fosfat tamponunda hazırlanmış enzim çözeltisi eklendi. Ekleme sonrası rotatörde oda sıcaklığında 5 saat karıştırılarak süre sonunda manyetik alana maruz bırakıp dekante edildi. Yıkama serisinden geçirildi (5 x pH:7 fosfat tamponu). Aşamalar sonrası üretilen nanokompleksler, pH 7,4 fosfat tamponu içerisinde 3 grup halinde (oda sıcaklığı, +4 ve 37°C) ve sırasıyla ilk iki örnek 6 gün, üçüncü örnek ise 3 gün oda sıcaklığında, 3 gün +4 °C'de bekletilip 1 saat 37 °C'de inkübasyon yapıldıktan sonra, standart olarak hazırlanan (2,5 mmol/L) örnekte, aktivite tayinleri yapıldı. Her grup 10 farklı seride tekrarlandı. Elde edilen absorbans değerleri: Örnek OD/ Std. OD X30 formülü ile hesaplandı.

#### 2.3.3. İstatistiksel analiz

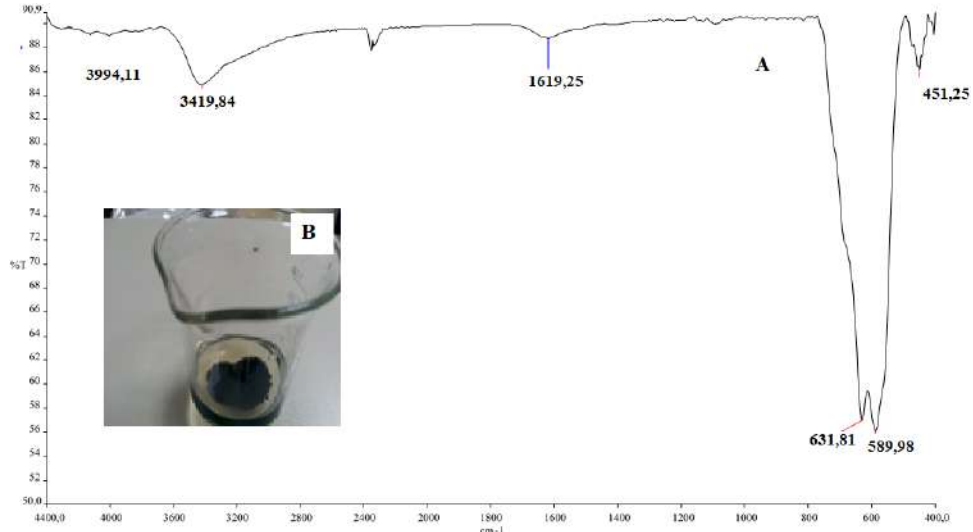
İstatistiksel analizde veriler ortalama ± standart hata olarak ifade edildi. Normal dağılıma ve homojen varyansa sahip gruplarda iki yönlü ANOVA sonrasında ikili karşılaştırmalarda Tukey HSD testi kullanıldı.

## 3. Bulgular

FeSO<sub>4</sub> ve FeCl<sub>3</sub> tuzları ile siyah renkte elde edilen nano boyuttaki partiküllerin manyetik özellikleri ve FT-IR, SEM, TEM, XRD karakterizasyonları yapıldı. Sentezlenen partiküllerin manyetik özellikleri mıknatisla test edilmiştir. Ayrıca

elde edilen partiküllerin FT-IR analizleri yapıldı. Nano boyuttaki partiküllerin FT-IR spektrumu incelendiğinde  $3419,84 \text{ cm}^{-1}$  ve

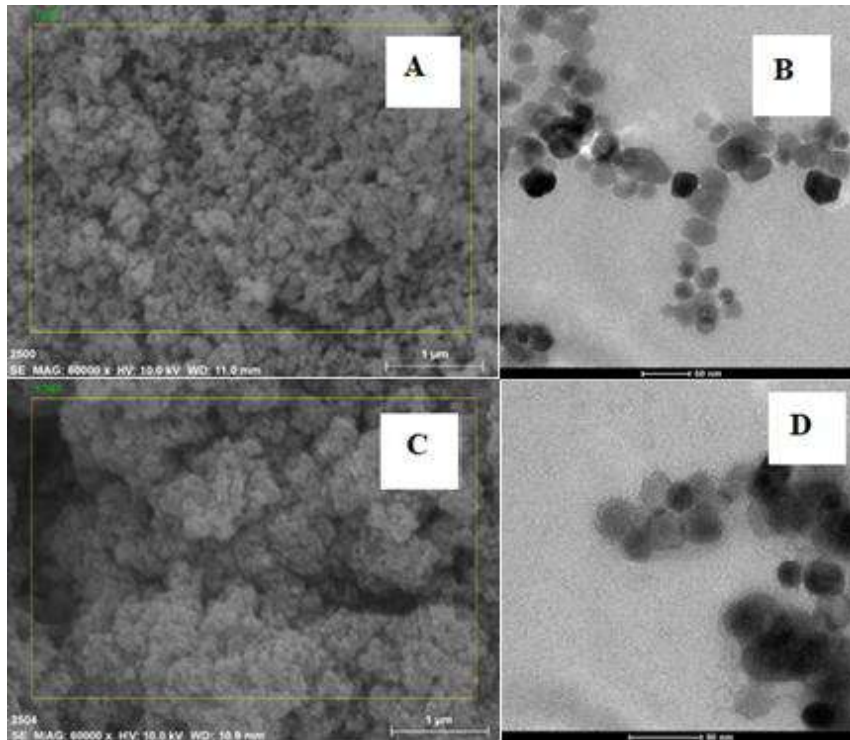
$589,98 \text{ cm}^{-1}$  iki karakteristik pik gözlenmiştir (Şekil 1A-B).



Şekil 1. A: Mıknatıs ile manyetik özelliklerin sunumu B: Partikül FT-IR analizi

SEM ve TEM görüntü ve boyut analizlerine göre tanecik boyutları  $50 \text{ nm}$  altında bulunmuştur. Ayrıca SEM görüntüleri de bunu desteklemektedir. SEM analiz sonuçları topaklanmanın az olduğunu

göstermiştir. TEM ve SEM görüntülerinde (immobilizasyon öncesi ve sonrası) boyutların küçük olduğu belirlenmiştir (sırasıyla  $<50 \text{ nm}$  ve  $<100 \text{ nm}$ ) (Şekil 2).

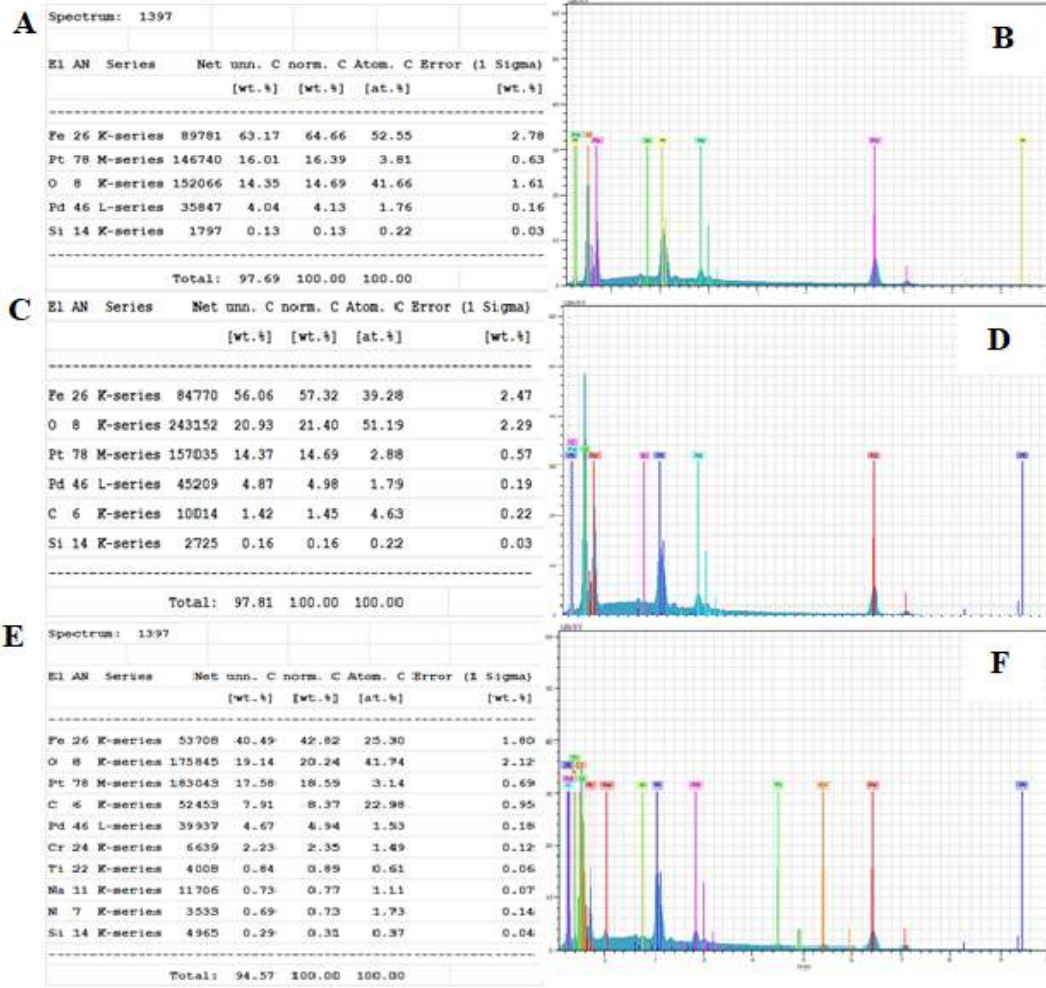


Şekil 2. İmmobilizasyon önce (A: SEM; B: TEM) ve sonrası (C: SEM; D: TEM) partikül görüntüleri.



Sentezlenen nano demir partiküllerinin kaplama öncesi yapılan EDX analizlerinde beklenildiği gibi demir ve oksijen yüzdeleri (Fe: 2,78 wt.%; O: 1,61 wt.%) yüksek çıkmıştır (Şekil 3A-B). Ayrıca, gliksal kaplama sonrası yapılan EDX analiz verileri karbon ve oksijen atom

varlığının attığını göstermiştir (sırasıyla, 0,22wt.%; 2,29 wt.%) (Şekil 3C-D). Gliksal kaplaması sonrası üreaz immobilizasyonu yapılan partikül EDX sonuçlarında karbon miktarının arttığı ve azot varlığı gözlenmiştir (sırasıyla, 0,95 wt.%; 0,14 wt.%) (Şekil 3E-F).



Şekil 3. EDX veri analiz sonuçları Şekil 3'te verilmiştir. 3A-B: Gliksal molekülü bağlanmadan önce; 3C-D: Gliksal molekülü bağlandıktan sonra ve 3E-F: Üreaz enzim bağlanması sonrası

Partikül boyut analizleri için bağlama öncesi ve sonrası XRD analizleri yapılmıştır. Analiz sonuçlarında bağlama öncesi boyut ortalamasının (23nm) Üreaz

enzimi bağlama sonrası ortalamasına göre (36nm) daha küçük olduğunu göstermiştir (Tablo 1).

**Tablo 1. A: İmmobilizasyon öncesi B: Sonrası XRD analizi**

A No.	2-theta(deg)	d (Å)	Height(cps)	Int. I(cps deg)	FWHM(deg)	Size
1	30.410(15)	2.9369(14)	301(22)	153(3)	0.390(13)	221(7)
2	35.744(7)	2.5100(5)	982(40)	526(4)	0.389(6)	224(3)
3	37.48(5)	2.398(3)	37(8)	13.6(19)	0.34(4)	261(32)
4	43.41(2)	2.0828(9)	213(19)	109(2)	0.361(17)	247(12)
5	53.81(3)	1.7022(10)	86(12)	46(2)	0.46(2)	204(11)
6	57.334(16)	1.6057(4)	245(20)	143(2)	0.478(12)	198(5)
7	62.957(15)	1.4751(3)	410(26)	224(3)	0.418(11)	233(6)
8	74.49(4)	1.2728(6)	66(10)	38(2)	0.43(5)	240(30)
B No.	2-theta(deg)	d (Å)	Height(cps)	Int. I(cps deg)	FWHM(deg)	Size
1	14.997(15)	5.902(6)	130(15)	50(3)	0.26(2)	320(28)
2	20.294(17)	4.372(4)	492(29)	229(6)	0.304(18)	277(16)
3	22.80(3)	3.897(5)	170(17)	53(5)	0.29(3)	289(27)
4	31.596(14)	2.8293(12)	345(24)	82(3)	0.202(12)	427(25)
5	32.525(8)	2.7506(7)	921(39)	284(5)	0.252(7)	343(9)
6	45.356(11)	1.9978(5)	217(19)	40(2)	0.164(12)	547(39)
7	46.770(19)	1.9407(7)	106(13)	31(2)	0.25(2)	359(32)
8	52.69(7)	1.736(2)	58(10)	34(3)	0.42(7)	221(37)
9	58.13(3)	1.5857(7)	145(16)	53(7)	0.30(2)	312(26)
10	75.18(3)	1.2628(4)	59(10)	20.1(15)	0.19(4)	552(128)
11	77.76(4)	1.2272(6)	34(8)	10.5(17)	0.29(5)	371(61)

Çalışmamızda glioksal molekülüyle çeşitli teknikler kullanılarak stabilize edilen üreaz enzim çözeltileri; Grup I-II-III (sırasıyla; oda sıcaklığı (25 °C), 4 ve 37 °C)

olmak üzere 3 gruba ayrıldı ve metotta belirtilen inkübasyonu sonrası aktivite çalışması yapıldı (absorbans değerleri Tablo 2).

**Tablo 2. Aktivite çalışması sonrası stabilize enzimin absorbans/sonuç değerleri (Grup I-II-III için)**

Group 1 No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Blank	0,04	0,04	0,04	0,041	0,041	0,041	0,041	0,041	0,04	0,041
Standard	0,048	0,049	0,05	0,05	0,051	0,053	0,052	0,052	0,051	0,053
Sample	0,044	0,045	0,045	0,046	0,046	0,047	0,046	0,046	0,045	0,047
UreN mg/dl	15	16,6	15	16,6	15	15	13,6	13,6	13,6	15
Result mmol/L	2,5	2,51	2,5	2,51	2,5	2,5	2,48	2,48	2,49	2,5
Group 2 No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Blank	0,04	0,039	0,04	0,042	0,042	0,04	0,038	0,041	0,042	0,042
Standard	0,048	0,048	0,048	0,054	0,055	0,05	0,052	0,05	0,048	0,055
Sample	0,044	0,044	0,044	0,048	0,049	0,045	0,044	0,046	0,045	0,049
UreN mg/dl	10,9	16,6	15	15	16,1	15	15	13,3	15	15
Result mmol/L	2,47	2,51	2,5	2,5	2,51	2,5	2,5	2,49	2,5	2,5
Group 3 No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Blank	0,042	0,042	0,04	0,04	0,041	0,042	0,042	0,048	0,04	0,041
Standard	0,055	0,054	0,048	0,049	0,053	0,54	0,053	0,054	0,049	0,053
Sample	0,049	0,048	0,044	0,045	0,047	0,048	0,047	0,042	0,045	0,047
UreN mg/dl	16	15	15	16,6	15	15	15	15	16,6	15
Result mmol/L	2,51	2,5	2,5	2,51	2,5	2,5	2,5	2,5	2,51	2,5

Kontrol grubu ile karşılaştırıldığında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı  $F(3,36) = 1,059$

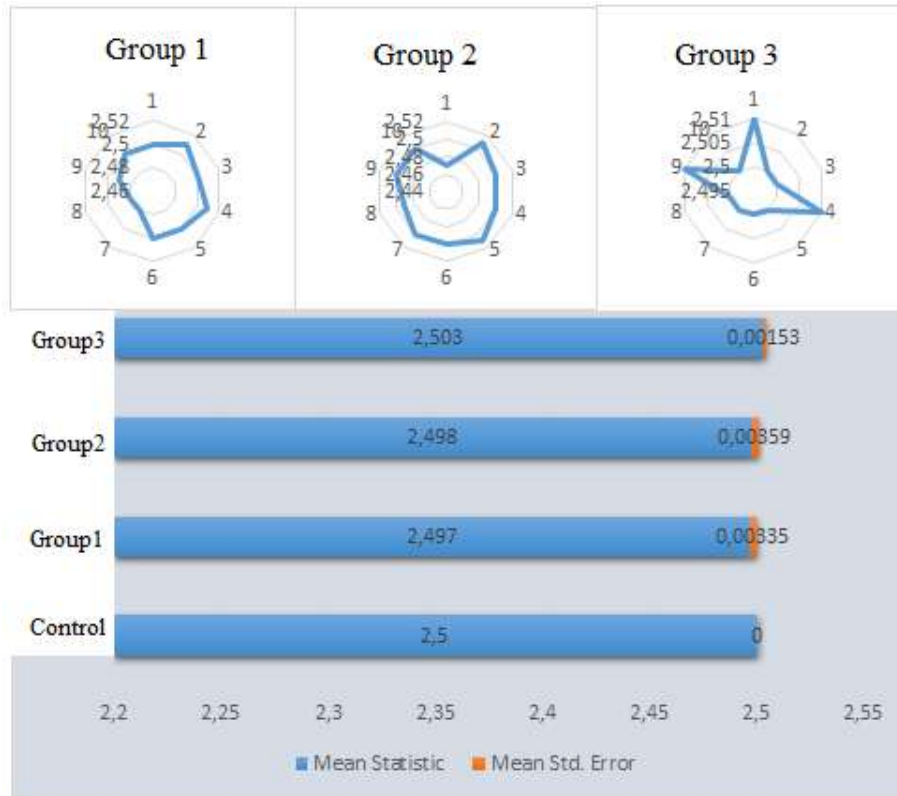
$p > 0,05$ . Birbirleriyle karşılaştırıldığında yine gruplar arasında anlamlı fark bulunmadı (Tablo 3, 4 ve Şekil 4).

**Tablo 3.** Tanımlayıcı istatistiklerin analizi Urea-N (mmol/L)

Group	N	Minimum	Maximum	Mean±S.E
control	10	2,50	2,50	2,50
group1	10	2,48	2,51	2,50±0,003
group2	10	2,47	2,51	2,50±0,004
group3	10	2,50	2,51	2,50±0,002

**Tablo 4.** Gruplar arası karşılaştırma istatistik analizi

<u>Multiple Comparisons</u>				
<u>Tukey HSD</u>				
<u>(I) group</u>	<u>(J) group</u>	<u>Mean Difference (I-J)</u>	<u>Std. Error</u>	<u>Sig.</u>
<u>control</u>	<u>group1</u>	0,003	0,004	0,842
	<u>group2</u>	0,002	0,004	0,946
<u>group1</u>	<u>group2</u>	-0,001	0,004	0,993
	<u>group3</u>	-0,006	0,004	0,364
<u>group2</u>	<u>group3</u>	-0,005	0,004	0,523

**Şekil 4.** Grup ve gruplar arası veri sonuçlarının grafiksel sunumu

#### 4. Tartışma

Enzimler canlı organizmalarda substratların kimyasal değişimini katalizleyen moleküllerdir. Özgünlükleri sayesinde pek çok uygulama alanına sahiptir. Sanayide, deterjanlarda, kimyasal sentezlerde medikalde biyosensör olarak, polimeraz zincir reaksiyonlarında, proteomik analizlerde kullanılmaktadır. Ancak kısa ömürleri yüzünden kullanımları sınırlı kalmakta ve endüstriyel uygulamalarda kullanılan serbest enzimin aktivitesini kaybetmeden geri kazanılması çok zor olmaktadır(Yener, 2007). Bunun çarpıcı örneklerinden biri, biyosensör geliştirme çabalarında engel olarak karşılaşılan enzim stabilizasyon eksikliği gösterilebilir(Aykut ve Temiz, 2006). Bu nedenle enzimlerin inaktivasyona karşı stabilizasyonu endüstriyel uygulamalar için zorunludur. Enzim inaktivasyonları; sıcaklık, pH, denatüre edici kimyasallar, oksijen, proteazların mevcudiyeti gibi birçok faktörün etkisi ile gerçekleşir. Stabilitenin artırılması enzim kayıplarını azaltarak, enzim preparatlarının işletmeye olan maliyetini düşürecektir. Günümüzde katkı maddeleri kullanımı; kimyasal modifikasyon ve protein mühendisliği enzim stabilizasyonunda sıkça kullanılan yöntemlerdendir. Bu çalışmada, glioksal molekülü kullanarak *in vitro* koşullarda model olarak vücut sıvılarından ürenin tayini amacıyla kullanılan üreaz enziminin stabilizasyon deneme çalışması yapıldı. FT-IR analiz sonuçlarımıza göre 3000-3300  $\text{cm}^{-1}$ 'de O-H titreşim pikleri gözlemlendi. Çalışmada manyetiklik özelliği mıknaıtis ile değerlendirildi ve sentezlenen partiküllerin manyetik olduğu belirlendi. Sentez sonrası yapılan XRD sonuçları bağlama öncesi partikül boyutlarının (23nm) bağlanma sonrası boyutlarına göre (36nm) daha küçük olduğu belirlendi. Bu durum partikülün yüzeyinde glioksal ve enzim immobilizasyonun göstergesiydi. Bağlama öncesi ve sonrası TEM ve SEM görüntüleri de bize bağlamanın gerçekleştiğini, XRD sonuçlarımızla uyumlu olarak boyutların bağlanma öncesi ve sonrasında 100nm

üzerine çıkmadığını gösterdi. Mikelashvili ve arkadaşlarının yapmış olduğu sitrik asit modifiye partikül sonuçları da bizimkine benzerdir. Elektrohidrolik deşarj sistemi ile hazırladıkları saf partiküllerin manyetik özellikte olduğu ve XRD boyut sonuçlarının 25-28nm aralığında olduğunu raporlamışlardır(Mikelashvili ve ark., 2023). Ayrıca bizim çalışmamıza benzer olarak partikül karakteristik piklerini göstermişlerdir (sırasıyla; (220), (311), (400), (422), (511) ve (440)).Tang ve arkadaşları demir partikül sentezinde yüzeyde OH gruplarının oluşumundan bahsetmişlerdir(Tang ve ark., 2011; Yasar ve ark., 2023). Bizim çalışmamızda 3000-3450  $\text{cm}^{-1}$ 'de O-H titreşiminin olduğu belirlendi. Ayrıca Fe-O gerilme piki 589,98  $\text{cm}^{-1}$ 'de gözlemlendi. Bu sonuçlara benzer olarak 536  $\text{cm}^{-1}$ 'de karakteristik gerilme piki ve 3492  $\text{cm}^{-1}$ 'de OH pikinden bahseden çalışmalar mevcuttur(Mikelashvili ve ark., 2023; Pinheiro ve ark., 2013; Sahoo ve ark., 2005). TEM ve SEM görüntüleri partikül kaplama ve boyutlarının belirlenmesinde sıklıkla kullanılan bir tekniktir. Bizim çalışmamızda da kaplama ve boyut analizleri XRD, FT-IR, EDX analizlerin yanı sıra SEM ve TEM analizleri ile onaylandı ve literatürle benzerliği ortaya kondu(Javanbakht ve ark, 2016; Yasar ve ark., 2023). Sentezlediğimiz partiküllerin EDX analizleri incelendiğinde bağlama öncesi atom çeşit ve yüzdesi değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular glioksal molekülü bağlama aşamasından sonra karbon atomu yüzdesinde artış olduğunu gösterdi. Bu durum glioksal moleküllerinin partikül yüzeyine bağlandığının göstergesiydi. Enzim bağlama sonrası alınan EDX analiz sonuçlarımızdaki karbon ve azot atomlarının yüzdesinin artması mevcut üreaz enzim moleküllerinden kaynaklandığını düşündürdü (histidin, lizin aminoasitleri gibi). EDX analiz sonuçlarındaki karbon ve azot atom varlığına atıfta bulunarak organik molekül bağlanabildiğini raporlayan literatür çalışmaları da bizim sonuçlarımıza

benzerdi. (Yasar ve ark., 2023). Çalışmamızda kararlılığın değerlendirilmesinde farklı sıcaklık şartlarında bekletilmiş üreaz-partikül komplekslerinin aktivitesi incelendi. 3 grup halinde (oda sıcaklığı, +4 ve 37°C) ve sırasıyla ilk iki örnek 6 gün, üçüncü örnek ise 3 gün oda sıcaklığında, 3 gün +4°C'de bekletilip 1 saat 37 °C'de inkübasyon yapıldıktan sonra, standart olarak hazırlanan (2,5 mmol/L) örnekte, aktivite tayinleri yapıldı. Her grup 10 farklı seride tekrarlanmış ve elde edilen absorbans değerleri ile aktivite çalışıldı. Bulgularımız her 3 grubunda hem kendi aralarında hem de kontrol grubu arasında anlamlı bir fark olmadığı ve kararlılığın yüksek seviyede gerçekleşmiş olduğu yönündeydi. Literatürde bağlı ve immobilize üreaz çalışmalarında pH: sırasıyla 6.5- 7.5 arası optimum aktivite gösterdiği belirtilmiştir. Yine aynı çalışmada serbest ve immobilize enzimin optimum sıcaklığını sırasıyla 50-60°C olduğunu raporlamıştır (Çınar ve ark., 2017). Biz çalışmamızda optimum sıcaklıkların altında da immobilize olan enzimin aktivitesi değerlendirmeyi amaçladık. Sonuçlarımız kontrol grubuna göre daha düşük farklı sıcaklıklarda da immobilize ve serbest enzimlerin işlevlerini kaybetmediği göstermekteydi. Bu sonuçlar sıcaklık değişkenliğinde bile immobilize enzimin aktivitesini serbest üreaza göre koruduğunu gösterdi.

## 5. Sonuçlar

Sonuç olarak, Literatürde çoğunlukla immobilize üreaz enzimin optimum koşulları incelenmektedir (Alptekin, 2019). Bizim çalışmamızda ise optimum koşullardan sadece sıcaklık parametresinin düşürülmesi ve bu sınırların altındaki sıcaklık değişikliklerinde aktivitesini değerlendirmektir. Böylelikle depolama kararlılığında, raf ömründe ve biyoreaktör kullanımlarındaki avantajı göstermekti. Sonuçlarımız, değişken sıcaklıklarda depolanan ve daha sonra farklı sıcaklıklarda değişim gösteren şartlarda dahi

(gruplarımız) immobilize üreazın aktivitesini istatistiksel olarak serbest üreaz aktivitesine benzer olabildiği yönündedir.

## Yazarların Katkı Beyanı

Yazarlar makaleye eşit katkıda bulduklarını ve onayladıklarını beyan ederler.

## Çıkar Çatışması Beyanı

Tüm yazarlar, bu çalışma için herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

## Finansman

Bu çalışma Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından desteklenmiştir. Proje numarası: TYD-2015-3765.

## Kaynaklar

- Alptekin, Ö. 2019. Üreazın modifiye edilmiş florisile kovalent immobilizasyonu ve serbest ve immobilize üreazın karakterizasyonu. *Çukurova Medical Journal*, 44(3): 811-818.
- Amani, A., Kalajahi, S.T., Yazdian, F., Mirzababaei, S., Rashedi, H., Faramarzi, M.A., Vahidi, M. 2022. Immobilization of urease enzyme on chitosan/polyvinyl alcohol electrospun nanofibers. *Biotechnol Prog*, 38(5): e3282.
- Aykut, U., Temiz, H. 2006. Biyosensörler ve gıdalarda kullanımı. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 3(51): 51-52.
- Berhe, M. G., Gebreslassie, Y.T. 2023. Biomedical Applications of Biosynthesized Nickel Oxide Nanoparticles. *International Journal of Nanomedicine*, 18: 4229-4251.
- Çınar, E., Ercan, S., Güleşçi, N. 2017. Lewatit partikülüne üreaz enziminin immobilizasyonu. *Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi*, 7(2/2): 124-136.

- Della-Flora, I.K., de Andrade, C.J. 2023. Biosynthesis of metallic nanoparticles by bacterial cell-free extract. *Nanoscale*.
- Illeova, V., Polakovic, M., Stefuca, V., Acai, P., Juma, M. 2003. Experimental modelling of thermal inactivation of urease. *Journal of Biotechnology*, 105(3): 235-243.
- Javanbakht, T., Laurent, S., Stanicki, D., Wilkinson, K.J. 2016. Relating the surface properties of superparamagnetic iron oxide nanoparticles (SPIONs) to their bactericidal effect towards a biofilm of *Streptococcus mutans*. *PLoS One*, 11(4): e0154445.
- Kafarski, P., Talma, M. 2018. Recent advances in design of new urease inhibitors: A review. *Journal of Advanced Research*, 13: 101-112.
- Mikelashvili, V., Kekutia, S., Markhulia, J., Saneblidze, L., Maisuradze, N., Kriechbaum, M., Almásy, L. 2023. Synthesis and Characterization of Citric Acid-Modified Iron Oxide Nanoparticles Prepared with Electrohydraulic Discharge Treatment. *Materials*, 16(2): 746.
- Ozbek, O., Berkel, C., Isildak, O., Isildak, I. 2022. Potentiometric urea biosensors. *Clin Chim Acta*, 524: 154-163.
- Pinheiro, P.C., Daniel-da-Silva, A.L., Tavares, D.S., Calatayud, M.P., Goya, G.F., Trindade, T. 2013. Fluorescent magnetic bioprobes by surface modification of magnetite nanoparticles. *Materials*, 6(8): 3213-3225.
- Sahoo, Y., Goodarzi, A., Swihart, M.T., Ohulchanskyy, T.Y., Kaur, N., Furlani, E.P., Prasad, P. N. 2005. Aqueous ferrofluid of magnetite nanoparticles: fluorescence labeling and magnetophoretic control. *The Journal of Physical Chemistry B*, 109(9): 3879-3885.
- Sepehri, S., Khedmati, M. 2023. An overview of the privileged synthetic heterocycles as urease enzyme inhibitors: Structure-activity relationship. *Arch Pharm (Weinheim)*: e2300252.
- Singh, S., Rai, N., Tiwari, H., Gupta, P., Verma, A., Kumar, R., Kailashiya, V., Salvi, P., Gautam, V. 2023. Recent Advancements in the Formulation of Nanomaterials-Based Nanozymes, Their Catalytic Activity, and Biomedical Applications. *ACS Appl Bio Mater*.
- Tang, T., Fan, H., Ai, S., Han, R., Qiu, Y. 2011. Hemoglobin (Hb) immobilized on amino-modified magnetic nanoparticles for the catalytic removal of bisphenol A. *Chemosphere*, 83(3): 255-264.
- Ulusal, F., Özdemir, N. 2023. İlaç Taşımaya Yönelik Yeni Mezogözenekli Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> Nanotüplerin Sentezi ve Karakterizasyonu. *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6(2): 1353-1368.
- Ulusal, H., Ulusal, F., Bozdayı, M.A., Güzel, B., Taysı, S., Tarakçıoğlu, M. 2022. Attachment of Idarubicin to Glutaraldehyde-coated Magnetic Nanoparticle and Investigation of its Effect in HL-60 Cell Line. *International Journal of Chemistry and Technology*, 6(2): 154-163.
- Yasar, U., Ulusal, F., Yılıgör Huri, P., Güzel, B., Dikmen, N. 2023. Development of biomaterial-based oxygen transportation vehicles for circulation within blood. *Journal of King Saud University-Science*, 35(5).
- Yener, F. 2007. Pektinaz enziminin farklı iki destek üzerine immobilizasyonu ve karakterizasyonu. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.

---

**Atf Şekli:** Yasar, Ü., Ulusal, F., Yılgör Huri, P., Güzel, B., Dikmen, N., 2023. Glioksal Molekölü ile Partikül Yüzeyine İmmobilize Üreaz Enziminin Depo Kararlılığına etkisi. *MAS Uygulamalı Bilimler Dergisi*, 8(Özel Sayı): 872–882.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10001636>.

**To Cite:** Yasar, Ü., Ulusal, F., Yılgör Huri, P., Güzel, B., Dikmen, N., 2023. Effect of Urease Enzyme Immobilized to Particle Surface with Glyoxal Molecule on Storage Stability. *MAS Journal of Applied Sciences*, 8(Special Issue): 872–882.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10001636>.

---



DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10002773>



Araştırma Makalesi / Research Article

## Emission Calculations of Vehicles Used in Konya and Stages of Electric Vehicle Use

Abdullah Engin ÖZÇELİK<sup>1\*</sup>, Muhammet KAHYAOGU<sup>1</sup>, Janset ALTAN<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Selçuk University, Faculty of Technology, Department of Machine Engineering, Konya  
\*Corresponding author: [eozelek@selcuk.edu.tr](mailto:eozelek@selcuk.edu.tr)

**Received:** 22.06.2023

**Accepted:** 30.07.2023

### Abstract

Electric vehicles have been in our lives for a long time, but in the last two years, there has been an increase in electric vehicle sales and production. In addition to the spread of the environmental perspective day by day and the demand by wider masses, factors that will significantly affect human life, such as global warming and the decrease in fossil fuels, have become the biggest supporters of electric vehicles in the search for new technology. Emission gases created by internal combustion engines significantly affect the living space we live in. If we talk about these effects, many other components that are harmful to human and environmental health such as carbon dioxide, nitrogen oxides, sulphurous components, particles; dispersed into the air with the exhaust gas during emission. In this study, considering the damage caused by emission gases to the environment and people, we will gradually transition the internal combustion engine vehicles in Konya city center to electric vehicles in stages. In this way, we will see the significant decrease in emission gases in this study.

**Keywords:** Electric vehicles, emissions, road transport



## 1. Introduction

With the increase in the population in the world, the use of transportation has also increased. The transportation sector has an important share among all sectors in the consumption of non-renewable energy resources (Özbay et al., 2020), (Önçağ et al., 2021). Today, fossil fuels that we use in every field pose a threat to humanity. First of all, there are limited reserves (Durmaz 2016), (Zallinger et al., 2011). As the consumption continues, the decrease in fuels and the increase in costs proceed at the right rate. Another most important reason is that the greenhouse gases and other emissions released as a result of the combustion of fuels harm our World (Trofimenko et al., 2020), (Cheng et al., 2018), (Li-sheng, 2013), (Lu et al., 2018). All kinds of gas, liquid and solid waste emitted from a source and having harmful effects for the environment are called emissions. Emissions from motor vehicles consist of CO, NO<sub>x</sub>, HC, CO<sub>2</sub> and other gases (Hiroyasu et al., 2004), (Jenn et al., 2016). The reason why these emissions resulting from combustion are important from other polluting sources is that besides their pollutant qualities, they also have immediate and direct-acting toxin qualities (Mocerino, et al., 2021). A vehicle without emission control can destroy a person's daily need of 15m<sup>3</sup> of fresh air within 10 minutes (Zaporozhets and Synylo, 2017). As a developing country, the known hydrocarbon resources are clearly insufficient to meet the increasing energy demand of Turkey (Ekmekçioğlu, 2019). While Turkey intensifies the exploration activities for domestic resources, on the other hand, it strives to activate other possible potentials such as putting renewable energy sources into use, increasing energy efficiency and benefiting from the geographical location of the country. Laws on the markets have been enacted, and the relevant secondary legislation has been completed to a large extent. Thus, an important part of the steps that can be taken for a competitive and

transparent energy market have been taken (Varol, et al., 2018), (Zamboni et al., 2013), (Ediger and Çamdalı, 2007). Emissions from automobiles include carbon monoxide CO, unburned hydrocarbons HC and oxides of nitrogen NO<sub>x</sub>, which are currently controlled by emissions regulations. Solid particles from diesel engines are in this range, but are limited by regulations (Friedrich and Bickel, 2001), (Rexeis and Hausberger, 2009), (Hausberger, et al., 2003). Over time, high air pollution, global warming and the depletion of resources have created negativities for people and our world (Jie et al., 2013), (Du et al., 2017). Thanks to the technology that is advancing day by day, our transition to electric vehicles has become easier thanks to the electric motor working at high torque and the batteries with high-power storage area (Lv et al. 2019), (Liu et al., 2015). Today, the transition to electric vehicles is increasing. One of the main reasons for this is the development of battery technology. Due to the noticeable increases in range, their differences have decreased compared to internal combustion engines (Sun et al., 2016), (Wang et al., 2015), (Zhang et al., 2017). In this study, it is to reduce the emission values created by the vehicles in the center of Konya and to calculate the emissions that will occur while producing the energy we need. In this study, primarily, a ranking was made according to the engine power of the cars, minibuses and buses located in the center of Konya. Public transportation was also included in these vehicles, and they were separated again and added to our work as municipal buses, taxis and minibuses. Then, the number of these vehicles was determined and their emission values were calculated. While calculating the emission values, EURO IV, EURO V and EURO VI values were used. Daily average range and engine power calculations of each vehicle were made. As a result of these calculations, the amount of emissions produced by the vehicles was calculated. In the later stages, the transition of vehicles to electricity and the emission

calculation that will arise from the production of the needed electricity have been calculated.

**2. Emission Calculation of Konya City Vehicles**

1- It has been determined that the municipal buses travel an average of 225 km per day. The total number of municipal buses is 510, and according to the fuel they use, 310 of them are natural gas (CNG) and 200 of them are Eurodiesel.

2- The total number of minibuses (14+1) in public transportation is 510. As for school and work busses, it has been determined that this number is 10,710 and they drive an average of 300 km per day (pandemic is taken into account in this number).

3- The total number of taxis is 700 and it has been determined from the taxi drivers' room that 260 of them are Eurodiesel and 440 of them are LPG. It has been determined that taxis make an average of 300 km per day.

4- The number of buses and shuttles other than the municipal buses is 3,446, and it is learned that they travel an average of 225 km per day.

5- The number of city cars was determined as 214,267 and their daily distance was calculated as 40 km on average.

6- EURO IV, EURO V and EURO VI standards have been taken into account

for emissions. The number of vehicles was taken from the Konya Police Department and the relevant Chambers and included in the calculation in Konya city and districts.

**2.1. Emission Calculations of Passenger Vehicles**

While calculating the emission standards of passenger cars, Euro V and Euro VI standards are taken as basis. Vehicles are divided into three as gasoline, Eurodiesel and LPG according to the fuel they use. According to the fuel used by the vehicles in the city center of Konya, 52,101 vehicles with gasoline, 79,238 vehicles with LPG and 82,928 vehicles using Eurodiesel. In our emission calculation, we will consider our emissions per kilometer in grams. The calculated values are the emission value per kilometer. Multiplying this value by our average mileage and number of vehicles will result in our total emissions. For example, our CO value in EURO V and EURO VI values is 0.5 g/km. We multiply this by the average daily distance of our vehicle, which is 40 km, and the total number of vehicles. CO emissions are released from vehicles using  $40 \times 0.50 \times 82928 = 1659$  tons of Eurodiesel (Varol et al., 2018). Accordingly, all emission values calculated for taxis and cars are shown in Table 1 in EURO V and EURO VI tons.

**Table 1.** Total emission values of passenger cars

Euro V	Vehicles	CO	NOx	HC	PM	CO <sub>2</sub>	Total
	Taxi	0,07	0,015	0,005	0,001	40,63	40,72
Automobile	4,53	0,836	0,422	0,035	1615,60	1621,43	
Euro VI	Vehicles	CO	NOx	HC	PM	CO <sub>2</sub>	Total
	Taxi	0,066	0,01	0,007	0,001	39,99	40,083
Automobile	4,535	0,504	0,555	0,035	1403,99	1409,62	

**2.2. Emission Values for Minibuses**

Public transportation vehicles are divided into two classes as minibuses. But they do not have a difference in terms of emission values. It is no different from

passenger vehicle (automobile) accounts. The total emission value is reached by multiplying the emission standards, the daily distance traveled and the number of vehicles (Table 2).

**Table 2.** Total emission values of commercial vehicles

Euro V	Vehicles	CO	NO <sub>x</sub>	HC	PM	CO <sub>2</sub>	Total
	Minibus	2,496	0,945	1,136	0,017	872,37	876,964
Euro VI	Vehicles	CO	NO <sub>x</sub>	HC	PM	CO <sub>2</sub>	Total
	Minibus	2,496	0,422	0,705	0,017	830,22	833,86
	Vanbus	0,118	0,02	0,014	0,001	39,147	39,30

**2.3. Emission Standards for Buses**

Apart from the buses using Eurodiesel in the center of Konya, there are also CNG, that is, natural gas buses. There is a difference in the standards given when calculating on buses. Here it is used as g/kWh instead of g/km because our emission standard value is given in this unit in the table. Before starting the calculation here, the conversion of g/kWh to g/km has been calculated under the heading of emission calculation for bus below. 310 of the 510 municipal buses in Konya are CNG powered. Since most of the buses operating with Eurodiesel in Konya are produced in Euro IV standards, this standard will only be used for buses. The way to be followed while calculating is as follows; First of all, the average kW values of the vehicles should be found. Then, g/kWh value will be found according to the EURO IV value and multiplied by the operating time of the vehicle. The result will be divided by the distance traveled per day and the result will give the emission value per kilometer. While making emission calculations of

buses, it is known that the buses are between 180 and 210 kW according to the brand. Since the vehicle does not always run at full power, the lowest value is accepted as 180 kW and it is considered that the buses are in motion for 12 hours in a day.

**2.3.1. Finding Emissions Values for Eurodiesel Bus**

The EURO IV value for CO emissions is 1.5 g/kWh for buses. The operating time of the vehicle with 180 kW power is 12 hours, and the daily emission value is found by multiplying it with the relevant emission value. The emission value per kilometer is found by dividing this value by the distance traveled per day. The same path will be followed for other emissions. For instance;  $180 \times 12 \times 1.5 = 3240$  g CO is formed. When this value is divided by the distance traveled daily; Its emission value per km is determined as  $3240/225=14.4$  g/km CO. Other emission gases such as CO are calculated in the same way and the values are shown in Table 3.

**Table 3.** Bus emission values

Euro V	Vehicles	CO	NO <sub>x</sub>	HC	PM	CO <sub>2</sub>	Total
	Municipal Buses	0,889	1,598	0,208	0,009	45,49	48,19
	Buses	11,16	26,05	3,42	0,15	624,15	664,95

**3. Steps of Transition to Electric Vehicles**

Today, electric vehicles have started to be mentioned a lot in our agenda. One of the main reasons for this is greenhouse gases that harm the environment and cause global warming. After this awareness, the number of vehicles in traffic in the last five years is as in Table 4. When Figure 1 is examined, the number of electric vehicles

shows a steady growth, no matter how small. Here are some of the reasons why electric vehicles have been in high demand lately:

- Fuel economy is one of the most important advantages of electric vehicles. Natural resources are consumed for cars running on fossil fuels. Electricity is a cheap energy source compared to gasoline and diesel.

- Electric vehicles are designed with more technical equipment compared to fossil fuel vehicles.

- Electric vehicles are environmentally friendly and emit less carbon to the world.

**Table 4.** TUIK, distribution of vehicles in Turkey by fuel type of the last 5 years (TUIK, 2021)

	2017	2018	2019	2020	2021
Gasoline	3120407	308926	3020017	3201894	3319123
EuroDiesel	4256305	4568665	4769714	5014356	5085617
Lpg	4616842	4695717	4661707	4810018	4851798
Electric-Hybrid	1685	5367	15053	36487	56287

Today, even if there are problems such as battery and range, one of the most important steps to protect our environment is to electrify urban public transportation vehicles. In this way, we can get rid of emissions for vehicles in the city. Our aim in this study is to convert the vehicles that will not go in public transportation and long distances in the city to electric vehicles and to minimize harmful emissions to nature. While doing this study, we designed the transition of vehicles to electric vehicles gradually, because it is not possible to make almost all vehicles electric based on the

infrastructure problems of electric vehicles such as charging units.

**3.1. Stage 1: Suppose 25% of cars and taxis are electric vehicles**

Our first application in this regard will be cars and taxis. Because the motor power is smaller compared to the others and can be charged for 8 hours in a 220 V household electricity. At this stage, 25% of the vehicles were first calculated according to Euro V and Euro VI values. At this stage, 53567 cars and 175 taxis are taken into account. Stage one emission results are seen in the Table 5.

**Table 5.** Stage 1 emission results

Euro V	Tons	CO	NOx	HC	PM	CO <sub>2</sub>	Total
	Total Emission	19,15	29,63	5,22	0,211	3198,26	3252,46
25% Vehicle Emission	1,15	0,21	0,10	0,0092	264,95	266,44	
Percentage Change	6,01%	0,72%	2,05%	4,38%	8,28%	8,19%	

Euro VI	Tons	CO	NOx	HC	PM	CO <sub>2</sub>	Total
	Total Emission	19,15	28,59	4,90	0,21	2943,86	2996,71
25% Vehicle Emission	1,15	0,128	0,141	0,009	264,95	266,37	
Percentage Change	6,01%	0,45%	2,87%	4,29%	9,00%	8,89%	

The total EURO V and total EURO VI emission headings seen in Table 5 are the emission values of cars, taxis, minibuses and buses currently in traffic. 25% vehicle emissions are the emissions of automobiles and taxis that are taken into account. The percentage change is the percentage change between the emission values of all vehicles and the emission values of the cars and taxis taken into account. Internal combustion engines, which are 25% of the total

emissions, were withdrawn and replaced by electric motors in traffic. The highest emission reduction rate is 8.28% CO<sub>2</sub> in percent.

**3.2. Stage 2: 50% automobile and taxi, 25% minibus**

In the second stage, cars and taxis were increased from 25% to 50%, while minibuses and minibuses were switched to electric vehicles at a rate of 25%. The number of cars is 107,134, the number of

taxi is 350, minibuses and minibuses are taken into account, and the total number of vehicles is calculated as 2811. Today, minibuses are available with a range of 210

km and a capacity of 25 people. Second stage emission values are shown in the Table 6.

**Table 6.** Emission values in the 2nd stage

Euro V	Tons	CO	NOx	HC	PM	CO <sub>2</sub>	Total
	Total Emission	19,151	17,815	4,317	0,211	1718,42	1759,91
Vehicle Emission	2,925	0,662	0,272	0,0225	656,35	660,23	
Percentage Change	15,28%	3,71%	6,31%	10,66%	38,18%	37,51%	

Euro VI	Tons	CO	NOx	HC	PM	CO <sub>2</sub>	Total
	Total Emission	19,11	4,19	1,90	0,131	1718,42	1743,79
Vehicle Emission	2,92	0,362	0,359	0,02	657,35	661,016	
Percentage Change	15,27%	8,65%	18,93%	16,98%	38,25%	37,91%	

In terms of total emissions, 50% of cars and taxis with internal combustion engines and 25% of minibuses with internal combustion engines were withdrawn from traffic. The maximum emission reduction rate is CO<sub>2</sub>.

In the 3rd stage, 25% of the buses and city buses with internal combustion engines and CNG were withdrawn from the traffic. 128 municipal buses, 5620 minibuses, 525 taxis, 160701 cars and 862 buses were included in the 3rd Stage. With the inclusion of buses, total emissions increased from 22% to 57%. Third stage emission values are seen in the Table 7.

**3.3. Stage 3: 75% cars and taxis, 50% minibuses, 25% buses and municipal buses**

**Table 7.** 3rd stage emission values

Euro V	Tons	CO	NOx	HC	PM	CO <sub>2</sub>	Total
	Total Emission	19,15	29,63	5,22	0,211	3198,26	3252,47
Vehicle Emission	7,711	7,769	1,80	0,074	1848,78	1866,14	
Percentage Change	40,26%	26,22%	34,57%	35,28%	57,81%	57,38%	

Euro VI	Tons	CO	NOx	HC	PM	CO <sub>2</sub>	Total
	Total Emission	19,15	28,58	4,90	0,21	2943,86	2996,71
Vehicle Emission	7,71	7,55	1,69	0,074	1668,52	1685,54	
Percentage Change	40,26%	26,43%	34,43%	35,28%	56,68%	56,25%	

Since the production years of the buses in Konya are old, the calculations are made on the basis of the Euro IV emission standard. A serious percentage increase is observed in emission values. The main reason for this is buses. Because buses have a larger volume compared to other vehicles that are taken into account as engine volume.

**3.4. Stage 4; 100% automobile and taxi, 75% minibus, 50% bus and municipal bus**

In the 4th phase, 255 municipal buses, 8431 minibuses, 700 taxis, 214267 cars and 1723 buses were included. Fourth stage emissions are shown in the Table 8.

**Table 8.** 4th stage emission values

Euro V	Tons	CO	NOx	HC	PM	CO <sub>2</sub>	Total
	Total Emission	19,15	29,63	5,217	0,21	3198,26	3252,46
Vehicle Emission	12,5	15,48	3,106	0,18	2645,34	2676,55	
Percentage Change	65,27%	52,23%	59,54%	60,55%	82,71%	82,29%	

Euro VI	Tons	CO	NOx	HC	PM	CO <sub>2</sub>	Total
	Total Emission	19,15	28,58	4,90	0,21	2943,86	2996,71
Vehicle Emission	12,5	14,65	2,91	0,13	2401,48	2431,67	
Percentage Change	65%	31%	59,33%	60,55%	81,58%	81,14%	

Emission values are reduced by 83%. When the majority of vehicles are converted to electric vehicles, the damage to nature is minimized. In the next stage, electric vehicles are replaced by vehicles that are withdrawn from traffic, and the amount of emissions generated while generating the electricity needed by vehicles is taken into account and recalculated.

**4. Electricity Requirements of Electric Vehicles and Emissions From Electricity Generation**

In addition to the amount of emissions we reduced when we switched to electric public transportation vehicles instead of public transportation vehicles with internal combustion engines, the emissions from the electricity required by electric vehicles on the road were also calculated.

**4.1. Phase 1: 25% cars and taxis**

In Table 9; %25 of the electricity needs for cars are seen below.

**Table 9.** In the first phase, 25% of the electricity needed for cars

Vehicle	Number	kWh/km	KM	Energy Required for a Vehicle (kW)	Total Required Energy (kWh)
Automobile	53567	0,18	40	7,2	385682,4
Taxi	175	0,18	300	54	9450
				<b>TOTAL</b>	<b>395132,4</b>

The energy consumed per km by vehicles with smaller engines such as automobiles is 0.18 kW. Here, the calculation made to find the required energy is multiplied by the energy consumed per kilometer and kilometer by the vehicle, and the amount of energy required for the vehicle is found. Then, when the required energy is multiplied by the number of

vehicles, the total energy needed for the vehicles that are electrified in the first step is found. The energy required by the conversion of the vehicles in the 1st stage to electric vehicles is 395.13 MW. Let's examine the emissions caused by this electricity need. Emission produced for energy needs are shown Table 10.

**Table 10.** Emission produced for the energy needed

kW		CO	NOx	CO <sub>2</sub>
	Automobile	0,759	1,697	162,37
Taxi	0,018	0,041	3,98	

The emission values here were found by multiplying the total required energy with the above-given power plant emission

value. These values are calculated in tons. Table 11 includes the emission changes in stage one.

**Table 11.** Emissions change in stage 1 (Euro V)

	Tons	CO	NOx	HC	PM	CO <sub>2</sub>
Euro V	Total Emission	19,15	29,63	5,22	0,211	3198,26
	Vehicle Emission	1,150	0,21	0,11	0,009	264,95
	Percentage Change	0,060	0,007	0,02	0,044	0,08
	Power Plant Emission	0,78	1,74			166,35
	Net Emission Decrease	0,37	-1,53			98,59
	Net Total Emission	18,78	31,15			3099,67
	Total Reduction Rate	0,020	-0,05			0,0318

When the emissions of the electricity needed are added in addition to these emissions, the total change is seen in Table 3.4.

- Total Euro V Emission (Ton): Emission of total vehicles in Konya
- Vehicle Emission (Ton): Emissions of the vehicles we handled in the 1st stage
- Percentage Change: Ratio of vehicles withdrawn from traffic in Phase 1 compared to overall emissions
- Power Plant Emission:1. Emissions from the electrical needs of vehicles in phase

- Net Emissions Reduction: The difference in power plant emissions from converted vehicles

- Net Total Emission: The difference of the net emission reduction from the total emissions

- Total Reduction Rate: The ratio of net emissions to net total emissions is given as a percentage.

The same process works in Euro 6. Values are shown in Table 12.

**Table 12.** Emissions change in phase 1 (Euro VI)

	Tons	CO	NOx	HC	PM	CO <sub>2</sub>
Euro VI	Total Emission	19,15	28,59	4,90	0,211	2943,86
	Vehicle Emission	1,150	0,13	0,140	0,009	264,95
	Percentage Change	6,01%	0,45%	2,87%	4,29%	9,00%
	Power Plant Emission	0,78	1,74			166,35
	Net Emission Decrease	0,37	-1,61			98,60
	Net Total Emission	18,78	30,20			2845,26
	Total Reduction Rate	1,99%	-5,33%			3,47%

**4.2. Phase 2: %50 cars and taxis, %25 minibuses**

Table 13 shows the energy needs for producing emission.

**Table 13.** Emission produced for the energy needed

Tons	CO	NOx	CO <sub>2</sub>
Automobile	1,519	3,394	324,744
Taxi	0,037	0,083	7,956
Minibus	0,664	1,484	142,057

2. the total electricity required to be generated for all electric vehicles is 1127.69 MW.

The required energy and power plant emissions are as shown in Table 14; The values of EURO V and EURO VI are as follows;

**Table 14.** Emissions change in stage 2

		Tons	CO	NOx	HC	PM	CO <sub>2</sub>	Total
Euro V	Total Emission		19,15	29,63	5,22	0,211	3198,26	3252,46
	Vehicle Emission		1,15	0,21	0,11	0,009	264,95	266,43
	Percentage Change		6,01%	0,72%	2,05%	4,38%	8,28%	8,19%
	Power Plant Emission		0,78	1,74			166,35	168,87
	Net Emission Decrease		0,37	-1,53			98,59	97,56
	Net Total Emission		18,77	31,15			3099,67	3154,91
	Total Reduction Rate		1,99%	-4,90%			3,18%	3,09%
		Tons	CO	NOx	HC	PM	CO <sub>2</sub>	Total
Euro VI	Total Emission		19,15	28,59	4,90	0,211	2943,81	2996,71
	Vehicle Emission		1,150	0,128	0,141	0,009	264,95	266,38
	Percentage Change		6,01%	0,45%	2,87%	4,29%	9,00%	8,89%
	Power Plant Emission		0,78	1,74			166,351	168,87
	Net Emission Decrease		0,37	-1,61			98,598	97,51
	Net Total Emission		18,78	30,20			2845,263	2894,24
	Total Reduction Rate		1,99%	-5,33%			3,47%	3,37%

As can be seen at this stage, higher numbers were reached than the percentage values in the 1st stage. But the percentile of NOx still remains negative. The reason for this is due to the intensity of the use of power plants such as coal, and high value increases are observed in terms of emissions. In order to prevent this situation, it is necessary to switch to clean energy

sources and reduce the fossil fuel energy production at our disposal.

**4.3. Phase 3: %75 cars and taxis %50 minibuses, %25 municipal buses and buses**

The amount of energy needed for the system package is shown in the Table 15.

**Table 15.** System package for needed energy

		CO	NO <sub>x</sub>	CO <sub>2</sub>
Tons	Automobile	2,279	5,091	487,116
	Taxi	0,055	0,124	11,935
	Minibus	1,46	3,255	312,168
	Buses	0,389	0,87	83,286
	Municipal Buses	0,057	0,129	12,367

The electrical energy we need to produce in the 3rd stage is 2120,72 MW. In the Table

16, we can see the emission changes in third stage.



**Table 16.** Emission change in the 3rd stage (Euro V and Euro VI)

	Tons	CO	NO <sub>x</sub>	HC	PM	CO <sub>2</sub>	Total
Euro V	Total Emission	19,15	29,63	5,22	0,211	3198,26	3252,47
	Vehicle Emission	7,71	7,77	1,80	0,074	1848,78	1866,14
	Percentage Change	40,26%	26,22%	34,57%	35,28%	57,81%	57,38%
	Net Emission Decrease	3,53	-1,562			955,95	959,80
	Net Total Emission	15,62	31,19			2242,30	2292,66
	Total Reduction Rate	22,62%	-5,00%			42,63%	41,86%
	Tons	CO	NO <sub>x</sub>	HC	PM	CO <sub>2</sub>	Total
Euro VI	Total Emission	19,15	28,58	4,90	0,211	2943,86	2996,71
	Vehicle Emission	7,71	7,55	1,69	0,074	1668,52	1685,54
	Percentage Change	40,26%	26,43%	34,43%	35,28%	56,68%	56,25%
	Net Emission Decrease	3,53	-1,77			775,694	777,45
	Net Total Emission	15,62	30,36			2168,167	2214,14
	Total Reduction Rate	22,62%	-5,85%			35,78%	35,11%

In the 3rd phase, the buses with the highest emission rates according to the EURO values were converted to electric buses at a rate of 25%. While the rate of CO<sub>2</sub> was 6% in the 2nd stage, it changed to 35% as a result of this stage. The main reason for this is considering the weight of the bus ranging from 6 to 15 tons and the engine power required to move it, the conversion of high-engine vehicles such as buses into electricity is of great importance for nature and for us. It is understood from the result that the transformation of buses and municipal buses into electric vehicles

will make a great contribution to the environment. The increase in NO<sub>x</sub> emission in the 2nd phase does not continue in the 3rd phase. The reason is that although the number of buses handled in the 3rd phase is low, the amount of emissions they produce is very high, and the increase was prevented when electric buses were included instead.

**4.4. Stage 4; 100% automobile and taxi, 75% minibus, 50% bus and municipal bus**

The emission produced for the energy needed are shown in the Table 17.

**Table 17.** Emission produced for the energy needed

	CO	NO <sub>x</sub>	CO <sub>2</sub>	
Tons	Automobile	3,039	6,788	649,486
	Taxi	0,074	0,166	15,914
	Minibus	2,092	4,664	447,22
	Buses	0,778	1,739	166,475
	Municipal Buses	0,115	2,574	24,638

The electrical energy we need to produce is 3096.78 MW. Stage four emission change is seen in the Table 18.

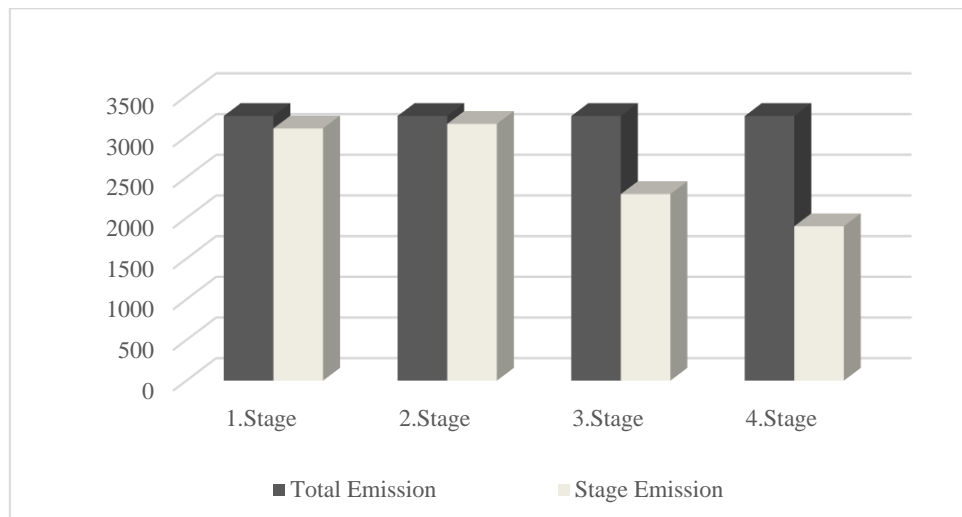
**Table 18.** Emission change in stage 4

		Tons	CO	NO <sub>x</sub>	HC	PM	CO <sub>2</sub>	Total
Euro V	Total Emission	19,15	29,62	5,217	0,211	3198,26	3252,46	
	Vehicle Emission	12,5	15,47	3,106	0,127	2645,34	2676,55	
	Percentage Change	65,27%	52,23%	59,54%	60,55%	82,71%	83,68%	
	Power Plant Emission	6,1	13,62			1303,74	1323,47	
	Net Emission Decrease	6,4	1,851			1341,6	1349,85	
	Net Total Emission	12,751	27,78			1856,66	1897,19	
	Total Reduction Rate	50,19%	6,66%			72,26%	71,15%	
		Tons	CO	NO <sub>x</sub>	HC	PM	CO <sub>2</sub>	Total
Euro VI	Total Emission	19,15	28,58	4,90	0,211	2943,86	2996,71	
	Vehicle Emission	12,5	14,65	2,91	0,128	2401,48	2431,67	
	Percentage Change	65%	31%	59,33%	60,55%	81,58%	81,14%	
	Power Plant Emission	6,1	13,62			1303,74	1323,47	
	Net Emission Decrease	6,4	1,03			1097,74	1105,17	
	Net Total Emission	12,751	27,55			1846,12	1886,43	
	Total Reduction Rate	50,19%	3,74%			58,19%	59,86%	

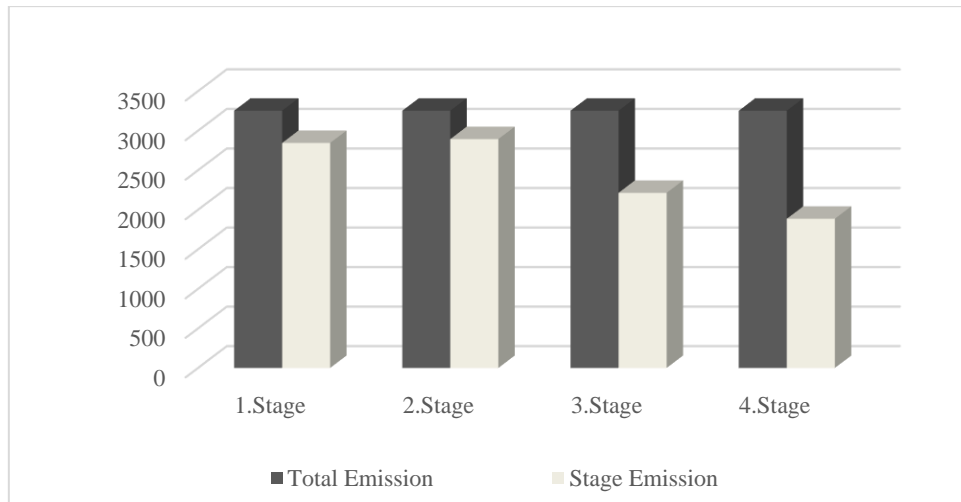
Now at stage 4, NO<sub>x</sub> gas is turned to advantage. As can be seen, all the results are the results of a cleaner future that contributes immensely to the environment. Except for the NO<sub>x</sub> gas, the reduction rates of other emission gases are over 50%. There is a 3% change for NO<sub>x</sub>.

### 5. Conclusion

As seen in our study, we see how much difference the results make for us. In the 4th stage, we reduced the total emissions of 3252.46 tons to 1897.19 tons. Based on these results, directing the electricity we produce to cleaner sources is a very important principle for humans and nature. Emission changes of EURO V and EURO V1 Stages can be seen in the Figure 1 and 2.



**Figure 1.** Emission change of EURO V Stages



**Figure 2.** Emission change of EURO VI Stages

The biggest change that can be made in this regard is the encouragement of people to electric vehicles. In this regard, incentive methods such as tax deductions can be applied and people can be bought as private vehicles. Although the transition period of people to electric vehicles is a process that will take time, the most important and first return should be to apply in public transportation. With the transition of electric vehicles, our energy requirement is 3096.78 MW. Our country is in a very favorable position in terms of clean energy. We have natural resources from which we can produce a lot of energy, such as solar energy, thermal energy and wind energy. It is very possible that we will accelerate our progress in terms of clean energy in our country and carry this process to a closer date.

#### Declaration of Author Contributions

The authors declare that they have contributed equally to the article. All authors declare that they have seen/read and approved the final version of the article ready for publication.

#### Declaration of Conflicts of Interest

All authors declare that there is no conflict of interest related to this article.

#### References

Cheng, C.W., Hua, J., Hwang, D.S., 2018. Nitrogen oxide emission calculation for

post-Panamax container ships by using engine operation power probability as weighting factor: A slow-steaming case. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 68(6): 588-597.

Du, H., Liu, D., Southworth, F., Ma S., Qiu, F., 2017. Pathways for energy conservation and emissions mitigation in road transport up to 2030: A case study of the Jing-Jin-Ji area, China. *Journal of Cleaner Production*, 162: 882-893.

Durmaz, M., 2016. Experimental and Theoretical Investigation of Exhaust Emissions from a Ferry. *Institute of Science and Technology*.

Ediger, V.Ş., Çamdalı, Ü., 2007. Energy and exergy efficiencies in Turkish transportation sector. 1988–2004. *Energy Policy*, 35(2): 1238-1244.

Ekmekçioğlu, A., 2019. Ship emission estimation for Izmir and Mersin international ports–Turkey. *Journal of Thermal Engineering*, 5(6): 184-195.

Friedrich, R., Bickel P., 2001. Environmental external costs of transport, *Springer Science & Business Media*.

Hao, H., Liu, Z., Zhao, F., Li, W., Hang W., 2015. Scenario analysis of energy consumption and greenhouse gas emissions from China's passenger vehicles. *Energy* 91: 151-159.

- Hausberger, S., Rodler, J., Sturm, P., Rexeis M., 2003. Emission factors for heavy-duty vehicles and validation by tunnel measurements. *Atmospheric Environment*, 37(37): 5237-5245.
- Hiroyasu, T., Miki, M., Kim, M., Watanabe, S., Hiroyasu, H., Miao, H., 2004. Reduction of heavy-duty diesel engine emission and fuel economy with multi-objective genetic algorithm and phenomenological model. *SAE paper*, 01-0531.
- Jenn, A., Azevedo, I.M., Michalek, J.J., 2016. Alternative fuel vehicle adoption increases fleet gasoline consumption and greenhouse gas emissions under United States corporate average fuel economy policy and greenhouse gas emissions standards. *Environmental Science & Technology*, 50(5): 2165-2174.
- Jie, L., Van, Zuylen, H., Chen, Y., Viti, F., Wilmsink, I., 2013. Calibration of a microscopic simulation model for emission calculation." *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 31: 172-184.
- Kraschl-Hirschmann, K., Zallinger, M., Luz, R., Fellendorf, M., Hausberger, S., 2011. A method for emission estimation for microscopic traffic flow simulation. *2011 IEEE Forum on Integrated and Sustainable Transportation Systems*, IEEE.
- Li-sheng, S., 2013. Emission calculation of Chinese airports based on ICAO LTO model. *Journal of Civil Aviation University of China*, 31(6): 46.
- Lu, C., Liu, H., Song, D., Yang, X., Tan, Q., Hu, X., Kang, X., 2018. The establishment of LTO emission inventory of civil aviation airports based on big data. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, IOP Publishing.
- Lv, W., Hu, Y., Li, E., Liu, H., Pan, H., Ji, S., Hayat, T., Alsaedi A., Ahmad, B., 2019. Evaluation of vehicle emission in Yunnan province from 2003 to 2015. *Journal of Cleaner Production*, 207: 814-825.
- Mocerino, L., Soares, C.G., Rizzuto, E., Balsamo, F., Quaranta, F., 2021. Validation of an Emission Model for a Marine Diesel Engine with Data from Sea Operations. *Journal of Marine Science and Application*, 20(3): 534-545.
- Önçağ, A.Ç., Üzkat, H., Yeşil Z.C., Eliyi U., 2021. A comparative evaluation on electric buses: Izmir city field analysis." *Pamukkale University Journal of Engineering Sciences*, 27(1): 43-51.
- Özbay, H., Közkurt, C., Dalcalı, A., Tektaş M., 2020. Geleceğin ulaşım tercihi: Elektrikli araçlar. *Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Uygulamaları Dergisi*, 3(1): 34-50.
- Rexeis, M., Hausberger S., 2009. Trend of vehicle emission levels until 2020—Prognosis based on current vehicle measurements and future emission legislation. *Atmospheric Environment*, 43(31): 4689-4698.
- Sun, S., Jiang, W., Gao, W., 2016. Vehicle emission trends and spatial distribution in Shandong province, China, from 2000 to 2014. *Atmospheric Environment*, 147: 190-199.
- Trofimenko, Y.V., Donchenko, V., Komkov V., 2020. Methods and results of forecasting number and structure of motor fleet in the Russian Federation by types of engine and fuel used for calculation of greenhouse gases emission till 2050. *International Journal*, 8(6).
- TUIK, 2021. Turkish Statistical Institute. (<https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Motorlu-Kara-Tasitlari-Aralik-2021-45703#:~:text=T%C3%9C%C4%B0K%20Kurumsal&text=T%C3%BCrkiye'de%202021%20y%C4%B11%C4%B1nda%20bir,bin%20241%20adet%20art%C4%B1%C5%9F%20ger%C3%A7ekle%C5%9Fti>) (Access: 10.04.2023)
- Varol, S., Öztürk, Z., Öztürk, O., 2018. Research of the use of electrical vehicles in Istanbul highway passenger transport. *El-Cezeri Journal of Science and Engineering*, 5(2): 367-386.

- Wang, Z., Chen, F., Fujiyama, T., 2015. Carbon emission from urban passenger transportation in Beijing. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 41: 217-227.
- Zamboni, G., Malfettani, S., André, M., Carraro, C., Marelli, S., Capobianco, M., 2013. Assessment of heavy-duty vehicle activities, fuel consumption and exhaust emissions in port areas. *Applied Energy*, 111: 921-929.
- Zaporozhets, O., Synylo K., 2017. Improvements on aircraft engine emission and emission inventory asesessment inside the airport area. *Energy*, 140: 1350-1357.
- Zhang, S., Wu, Y., Zhao, B., Wu, X., Shu, J., Hao J., 2017. City-specific vehicle emission control strategies to achieve stringent emission reduction targets in China's Yangtze River Delta region. *Journal of Environmental Sciences*, 51: 75-87.

---

**To Cite:** Özçelik, A.E., Kahyaoglu, M., Altan, J., 2023. Emission Calculations of Vehicles Used in Konya and Stages of Electric Vehicle Use. *MAS Journal of Applied Sciences*, 8(Special Issue): 883–896.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.1000277>.

---



## Life Cycle Assessment (LCA) Case Study on Cement-bonded Particle Board Produced By Using Construction Demolition Wood Waste

Ceren Serap AKIN<sup>1\*</sup>, İrfan AR<sup>2</sup>, Sibel HACIOĞLU<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Gazi University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Ankara

<sup>2</sup>Gazi University, Faculty of Engineering, Department of Chemical Engineering, Ankara,

<sup>3</sup>Tepe Betopan Yapı Malzemeleri San. and Tic. A.Ş., Ankara

\*Corresponding author: [cerenserap.akin@gazi.edu.tr](mailto:cerenserap.akin@gazi.edu.tr)

Received: 23.06.2023

Accepted: 30.07.2023

### Abstract

Construction and Demolition Waste (CDW) is currently seen as one of the most important concerns that national authorities, particularly in Turkey, which is in the process of urban transformation and located in an earthquake zone. The search for alternative secondary raw materials for industries that use wood and its derivatives as raw materials is an important issue with the decrease on forest resources. CDW consists of bulky materials such as asphalt, bricks, wood and plastic. The main purpose of this study is use of waste wood those obtained by recycling the construction and demolition wood waste (CDWW) as cellulose source in production of cement-bonded particle board (CBPP). For this purpose, alkali treatment of CDWW was carried out by using alkaline solutions at four different concentrations of 2%, 3%, 5% and 8% NaOH by using the dipping method. A new cement-bonded particle board design was made using these alkali treated CDWW. The mechanical and physical performance tests of the produced particle boards were carried out and a recipe that yield the particle board having the best results was determined and a life cycle assessment study was conducted. As the recipes were produced by holding the cement/wood (c/w) ratio stable at 2:1, the best results were obtained from the boards produced by using CDWW that treated with 2% NaOH. The modulus of rupture (MOR), modulus of elasticity (MOE) and density tests were applied to the produced boards in accordance with TS EN 310 and TS EN 323 standard, respectively. The vaules obtained as a results of MOR, MOE and density test are 10.37 N mm<sup>-2</sup>, 6437.28 N mm<sup>-2</sup> and 1255.12 kg m<sup>-3</sup>, respectively. The experimental outcomes showed acceptable mechanical and physical performance of the developed CBPP in compliance with the required standards. The feasibility of the study was evaluated by conducting LCA studies for the most effective recipe. The global warming potential (GWP) value of the recipe with the best result as a 677.11 kg CO<sub>2</sub> equivalent was found. The results of this study can be considered as an effective roadmap for sustainability in all over the world and in applying secondy raw metarial CDW management.

**Keywords:** Construction demolition waste, cement-bonded particle board, recycling, LCA

## 1. Introduction

All over the world construction industry that create massive amounts of construction and demolition wastes (CDW) is a booming industry in metropolitan cities and rapidly developing municipalities in every year (Epd, 2015). Construction and demolition waste often constitutes a remarkable portion of the total municipal solid waste in giving rise to the environment deterioration (Lu and Tam, 2013). Although current regulations require central collection and processing of construction and demolition waste, most of this waste is sent directly to landfill or thrown away randomly. Additionally, large amounts of construction and demolition waste generated from infrastructure construction have been transferred from urban areas to rural areas (Huang et al., 2018). For instance, more than 50% of waste deposited in a typical landfill come from construction, whilst about 70 million tons of waste are also arise as a result of construction and demolition activities in the United Kingdom (Sealey et al., 2001). In another research in related with Australia waste mass, revealed that almost 14 million tons of waste have been discarded to landfill each year, and it is known that 44% of it is attributed by the construction industry (Lu and Tam, 2013). In the United States of America, almost 29% of solid-waste arises from construction (Rogoff and Williams, 2012). And this wastes in landfill bring about to major amounts of air, water and soil pollution due to the production of carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) and methane (CH<sub>4</sub>) from anaerobic degradation of the waste. Hence, more and more rural areas and landfill are faced with the problem of construction and demolition waste day by day (Lu and Tam, 2013) and this situation creates important environmental problems that require urgent intervention. There are two generic approaches for dealing with construction waste. As a technical point of view, environmental engineers investigate how 'hard' technologies can help reduce, reuse, or recycle construction waste (Lu and Tam,

2013). In order to ensure sustainability, it is imperative that every existing waste be recycled and re-evaluated. Construction and demolition waste is one of the heaviest and the most voluminous waste. Many of these are recyclable. It consists of many materials such as concrete, brick, gypsum, wood, glass, metals, plastic, solvents, asbestos and excavated soil. Considering that raw material resources are limited, construction and demolition wastes must be used especially as secondary raw materials in order to protect natural resources and the environment (Lehto et al., 2018; Öztürk, 2017). Since wood waste is considered as a recyclable and renewable resource, usage of construction demolition wood waste (CDWW) for synthesis of cement-bonded particle boards (CBPB) is a prospective upcycling option (Wang et al., 2016). The raw material need of the industry is increasing rapidly parallel to the rapid development of the industry and, the amount of waste is also increasing at the same rate. On account of the availability of raw materials is not unending and the ecosystem is not able to absorb the infinite quantities of pollutants. Therefore, environmental damages have been risen (Jacquemin et al., 2012). This situation has encouraged the birth of environmental policy (Eliceche et al., 2007) and thereby the improvement of environmental assessment methodologies to reduce the environmental footprints of product manufacturing (Jolliet et al., 2005; Telenko et al., 2008). In this way, developed life cycle assessment (LCA) is an important tool to determine the effect of a product's life cycle and the methodology of life cycle assessment which has been applied to products is a well-established analytical method to determine environmental impacts (Jacquemin et al., 2012). The aim of this study is to investigate the use of waste wood, which is likely to be found in construction and demolition waste, as a cellulose resource in the production of cement-bonded particle board by applying alkaline treatment. Also, it is aimed to

evaluate of the physical and mechanical properties of the created new boards in order to determine their performance and to make case study life cycle assesment of the newly designed cement-bonded particle board.

## 2. Materials and Methods

### 2.1. Material supply

Throughout this study, during the production of trial boards, used CEM I 42.5 Portland cement (OPC, Grade 42.5R, Fineness 2.5%, Specific gravity  $3.11 \text{ g cm}^{-3}$ , Initial and final setting times are 150 and 220 min respectively., Aluminum sulfate ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ) is used as binder whereas, sodium silicate ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ), dolomite ( $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ ), fly ash are used as additive, Sodium hydroxide (NaOH) used for alkali treatment. All these compounds were obtained from the Research and Development Laboratory of Tepe Betopan A.Ş. Aluminum sulphate is solid, colorless and has a density of  $1.71 \text{ g cm}^{-3}$ . In addition, when it is in the form of 2% solution at  $20^\circ\text{C}$  its pH value is between 2.5-3. Sodium silicate is supplied as a colorless, clear viscous liquid. While the bome value at  $20^\circ\text{C}$  is 39-41, the viscosity value is between 75-300 cp. Its density at  $20^\circ\text{C}$  was reported to be between  $1360\text{-}1390 \text{ g cm}^{-3}$ . The specific gravity of fly ash is 2.01 and its chemical composition is  $\text{SiO}_2$  (58.5%),  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (25.48%),  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (5.86%), CaO (1.47%), MgO (2%, 22),  $\text{SO}_3$  (0.11%),  $\text{K}_2\text{O}$  (4.04%),  $\text{Na}_2\text{O}$  (0.59%), KK (1.19%), Cl<sup>-</sup> (0.011%). As the chemical composition of fly ash, the total of  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  is 89.69%. While the molecular weight of sodium hydroxide is  $40 \text{ g mol}^{-1}$  and the other features are as like these extra pure, density  $2.13 \text{ g cm}^{-3}$  ( $20^\circ\text{C}$ ), assay  $\geq 98.0\%$ , Sodium Carbonate ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ )  $\leq 0.5\%$ , Sodium Chloride (NaCl)  $\leq 0.02\%$ , Iron (Fe)  $\leq 0.001\%$ . In addition, the fresh wood (FW) supplied to be used in the control experiment was obtained from the Betopan factory of Tepe Betopan A.Ş. This wood was subjected to chipping process in the Betopan Factory production line and chipped wood sieved to pass through the 3

mm sieve. Then it was taken and used in the experimental studies. As to construction and demolition wood waste which is the main purpose of this study, was obtained from by collecting from different construction waste sites in Ankara location. Firstly, chipping process was applied to CDWW. In this study, the average thickness was tried to be kept constant between 0.40-0.55 mm and wood chips passed through the 3mm sieve. By virtue of this method, stability of the waste wood to be used in the cement bonded particle board samples was tried to be ensured.

### 2.2. Alkali treatment

The alkaline treatment was carried out according to the dipping method using sodium hydroxide solutions at different concentrations. Before the experimental study, the moisture value of CDWW was determined according to the TSE EN 322 standard. Weight of dry wood sample was calculated via this determined value and it was subjected to alkali treatment for 24 hours in NaOH solution at 2%, 3%, 5% and 8% concentrations, at a dry wood-solution ratio of 1:10. At the end of this period, the samples were washed with pure water until the pH value of the drained water decreased to 7. After this stage, it was conditioned and kept in laboratory conditions to be used in the production of CBPB.

### 2.3. Production of boards

Cement-bonded particle board production was carried out by using fresh wood, constuction and demoliton wood waste, and alkali treated constuction and demoliton wood waste. A large laboratory mixer was used to mix all materials homogeneously. Wood materials is placed into the mixer first. Then, aluminum sulfate, sodium silicate, dolomite and fly ash required for the production of cement-bonded particle board are added. Finally, the binder component cement is added to the mixture and mixed until a homogeneous mixture is achieved. It is aimed to make 10 mm cementitious particle board from this mixture. In line with this goal, the



homogeneous mixture was poured into the mold and its surface smoothed (a 500x200 mm mold was used in the production process under laboratory conditions). Then the prepared mixture was taken, and then mixture was pressed by applying a 40 kg cm<sup>-2</sup> pressure. After production of CBPB with this method, the created CBPB were subjected to curing process period as follows. For this, CBPB are kept in a hot water bath with a temperature of 80 °C for 10 hours. At the end of this period, the boards are removed from the hot water bath and left in laboratory conditions for 10 days to set. After the boards were set by air curing, experiments were carried out to determine the physical and mechanical properties of the plates in accordance with TSE standards.

#### 2.4. Experimental test

The modulus of rupture and modulus of elasticity values of the trial board were determined in accordance with the principles described in the TS EN 310 standard. In addition, the densities of the boards was determined in accordance with the principles given in TS EN 323 standard.

#### 2.5. Life cycle assesment case study

The life cycle assessment technique was performed to estimate the effect of the developed new CBPB product on the environment. Environmental impact of CBPB production was assessed by using the standard LCA techniques recommended by ISO 14040–14044 (ISO 14040, 2006; ISO 14044, 2006). In this study, open LCA software version 2.0 was used to evaluate the global warming potential (GWP) and cumulative energy demand (CED) of the particle boards prepared by using fresh and waste woods. Obtained results were compared to determine the usability of the waste woods in particleboards production. In additional, LCA studies of three different CBPB were carried out. These are defined as follows;

Study 1: CBPB prepared by using fresh wood.

Study 2: CBPB prepared by using

construction and demoliton wood waste.

Study 3: CBPB prepared by using construction and demoliton wood waste that having the best mechanical and physical properties after alkali treatment.

In order to conduct an LCA study, it is necessary to know origin and supply method of the raw materials and the types and quantities of utilities used during the production phase. In addition, detailed information is required during the service life of the product maintenance-repair procedures applied during the its usage phase and the disposal process after the end of service life. For these reasons, in this study, it was decided to choose the cradle-to-gate method since sufficient data quality could not be provided after the product was produced (due to differences in climatic conditions, product lifespan and disposal conditions vary according to the development level of the countries). This method includes the stages of raw material supply, transportation and manufacturing. Because of the fact that the thickness and dimensions of the boards may vary, 1 m<sup>3</sup> volume was chosen as the unit function. In the cradle-to-gate method, calculations were made using ecoinvent v3.7 database on the amount of raw materials, the amount of utilities such as natural gas, electricity and water usage, suppliers and transportation data by distance, used by Tepe Betopan company in the process during 2022. In addition, since the CDWW used in the study were supplied from Ankara, calculations were carried out based on the farthest Ankara distance in LCA transportation calculations. Environmental impact results were evaluated using the Impact2002+ method.

### 3. Results and Discussion

#### 3.1. Experimental results

The general contents of the new designed cement-bonded particle boards for this study and their experimental test results according to standards (TS EN 310; TS EN 323) are presented in Table 1. In all produced CBPB wood-cement ratio of 1:2 was used and optimum design of the

experimental studies is to maximize the MOE, MOR and density. Figure 1 illustrates that average modulus of rupture and modulus of elasticity values (with error

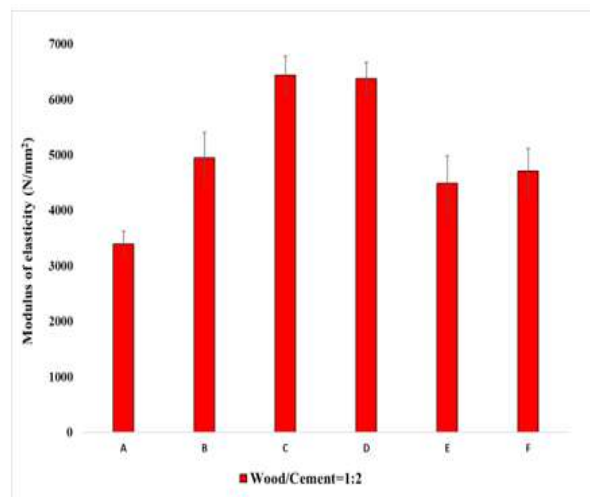
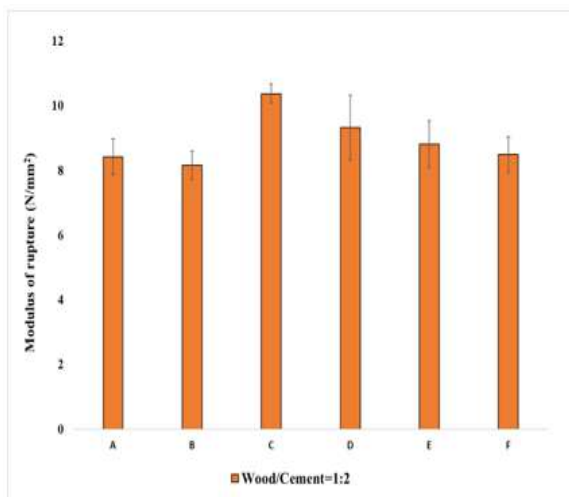
bars) of produced cement-bonded particle boards prepared by using both fresh wood and construction and demolition wood waste and their relationship with each other.

**Table 1.** Content of the produced boards and experimental test results

Specimen Name	Content of Board		Test Results		
	Wood Type	Alkali Treatment	MOR (N/mm <sup>2</sup> )	MOE (N/mm <sup>2</sup> )	Density (kg/m <sup>3</sup> )
A	FW	% 0 NaOH	8.42	3394.44	1188.59
B	CDWW	% 0 NaOH	8.16	4944.72	1251.83
C	CDWW	% 2 NaOH	10.37	6437.28	1255.13
D	CDWW	% 3 NaOH	9.32	6380.13	1259.46
E	CDWW	% 5 NaOH	8.81	4487.21	1261.77
F	CDWW	% 8 NaOH	8.49	4705.97	1269.23

According to the test results (Table 1), while board C has the highest MOR value of 10.37 N mm<sup>-2</sup>, board B has the smallest MOR of 8.16 N mm<sup>-2</sup>. The highest MOR value is obtained for boards prepared by using CDWW treated with 2% NaOH, while the lowest MOR value was obtained for particle board prepared by using the untreated CDWW. In addition, the board C had the maximum MOE value of 6437.28 N mm<sup>-2</sup> while board A had the least MOE of 3394.44 N mm<sup>-2</sup>. This highest MOR value is above the minimum standard of 9 N mm<sup>-2</sup> specified by standard (TS EN 634-2) for

general for commercial and industrial purpose particle boards. Moreover, MOE value for commercial and industrial particle boards is specified as at least 4000 and 4500 N mm<sup>-2</sup> for Class 1 and Class 2 boards, respectively according to the standard (TS EN 634-2). This obtained highest MOE value in this study fulfilled the TS EN standard requirement. Thereby, it could be said that the board (created by using %2 NaOH alkali treated CDWW) that meet these values can be used for structural purposes.



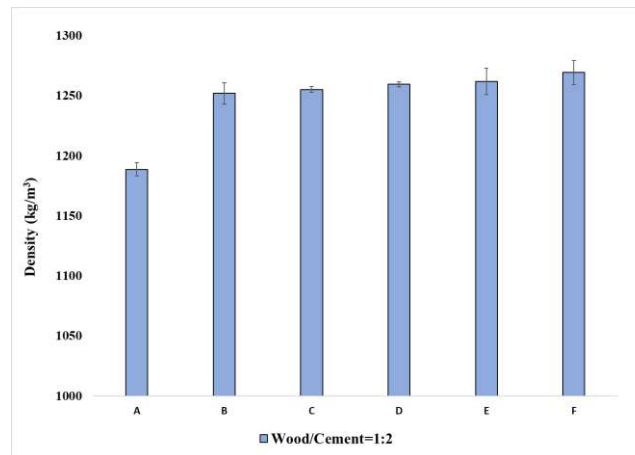
**Figure 1.** Modulus of rupture and modulus of elasticity values of produced boards

The purpose of the alkali treatment is to dissolve and remove partially alkaline soluble components such as resins,

hemicelluloses, lignin and pectin on the wood surface from the structure of the wood in order to clean and activate the surface of

the wood (Altun et al., 2013). This could be attributed to reduction of surface impurities (noncellulose substances or cellulose-binding materials), including hemicellulose, lignin, oil, waxes, and other inorganic substances, which have potential to adversely affect the adhesion between the waste wood fiber and matrix (Alawar et al.,

2009; Bergander and Salmen, 2002; Wong et al., 2010; Setswalo et al., 2019). As a consequence, this situation can be explained as a main reason of increase of mechanical properties (MOR and MOE values) of CBPB prepared by using alkali treated waste wood in this study.



**Figure 2.** Density values of produced boards

Figure 2 reveals the average density values (with error bars) of produced cement-bonded particle boards by using both fresh wood and construction and demolition wood waste. In this study the density of CBPB made with CDWW is higher than those made with fresh wood. Maximum and minimum density values belonging to boards are  $1269.23 \text{ kg m}^{-3}$  and  $1188.59 \text{ kg m}^{-3}$ , respectively (Table 1). While these were obtained for the boards treated with 8% NaOH with CDWW and were obtained for the boards prepared by using FW, respectively. It has been observed that alkali treatment generally increases density. However, no significant increase or decrease was observed in the density values. This can be explained by the compatibility of alkali-treated wood with cement in general. The main reason of these results could be attributed to the higher board-compaction ratio and fewer void spaces inside the boards (Nasser et al., 2016; Almeida et al., 2002). According to the standard (TS EN 634-2) specifies density value at least  $1000 \text{ kg m}^{-3}$  for

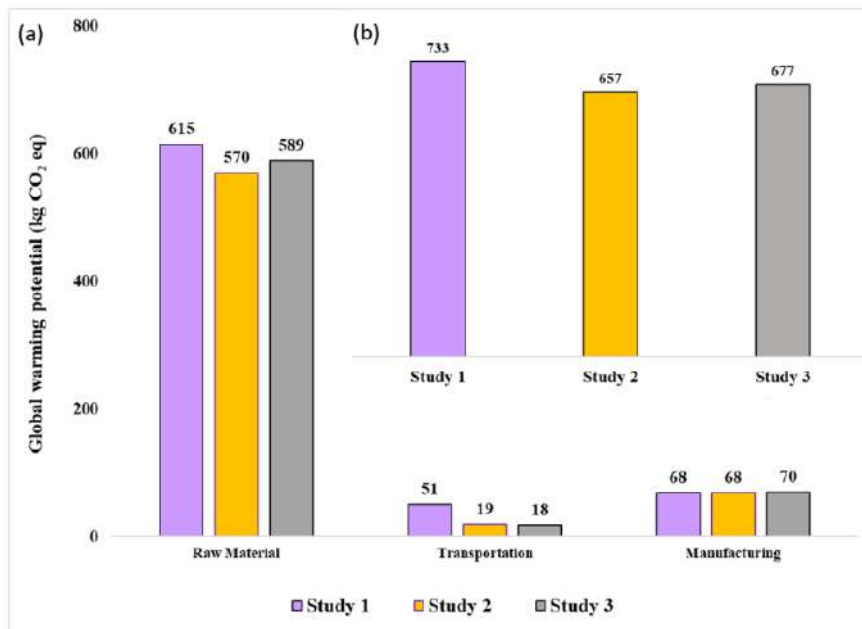
commercial and industrial purpose particle boards. As a natural consequence, all boards in this study meet this value and so can be used for structural purposes.

### 3.2. Life cycle assesment of CBPB production

LCA studies carried out in Study 1 (prepared using FW), Study 2 (prepared using CDWW) and Study 3 (prepared using alkali treated CDWW using 2% NaOH solution) were given in this section. In this study, the total global warming potential of new created cement-bonded particle boards, made by using the cradle to gate method, and its distribution in terms of raw materials, transportation and production are shown in detail in Figure 3. In addition, cumulative energy demand of these boards are shown in Figure 4. Approximately 85% of the GWP values in the studies came from the raw material supply (Figure 3). The main reason for this situation can be explained as the high environmental burden of the raw materials used in the process (Debnath et al., 2022). In addition, the GWP values of transportation is almost 4%, while

that of production is 10% in this study. As a result of the LCA study, it was determined that the highest environmental impact was the raw material and it was emphasized that the importance of the use of secondary raw materials was vital. In the production of CBPB, which is a composite material, it has been observed that cement has a high effect on GWP, especially since it is the binding material. GWP values in this study are listed as Study 1, Study 3 and Study 2, from highest to lowest, respectively. These values are 733, 677 and 657 kg CO<sub>2</sub> eq, respectively. The fact that the highest value is in Study 1 is due to the use of fresh wood,

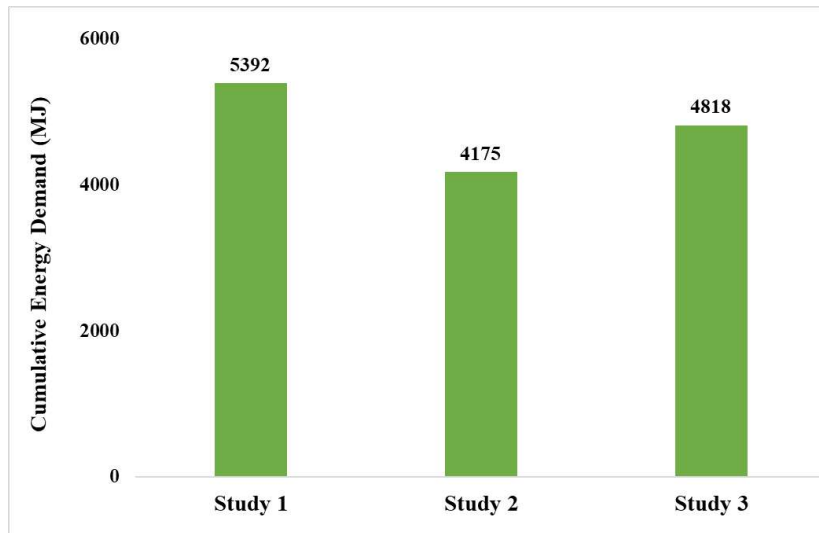
which is the primary raw material. The fact that the lowest value is in Study 2 can be attributed to the fact that the environmental burden of waste wood is reduced by using it as a secondary raw material in the process instead of storing it in landfills and burning it. Additionally, the fact that Study 3 is higher than Study 2 can be attributed to the alkaline treatment with NaOH and the CO<sub>2</sub> emission of the NaOH production process. Therefore, CDWW provided an alternative solution for CBPB by creating a substitute for fresh wood and reduced the GWP value of new created CBPB.



**Figure 3.** Life cycle assessment of new created CBPB from cradle to gate (a) contents of GWP (b) total GWP

The cumulative energy demand values in this study was obtained in parallel with the results of global warming potential values (Debnath et al., 2022). And so, while the peak value was obtained from Study 1 and the lowest value was acquired from Study 2. Again, in parallel with the GWP values, the CED value of Study 3 is higher than Study 2, while a lower value is compared to Study 1. The energy values of Study 1, Study 2

and Study 3 were found as 5392 MJ, 4174 MJ and 4818 MJ, respectively (Figure 4). Compared to Study 1, the cumulative energy demands of the new designed CBPBs produced with a secondary raw material, which is CDWW, decreased by 22.6% and 10.6% for Study 2 and Study 3, respectively. This situation showed the importance and potential of sustainability and circular economy.



**Figure 4.** Life cycle assessment of new created CBPB from cradle to gate energy

#### 4. Conclusions

The properties of new cement bonded particle boards designed by using construction and demolition wood waste was evaluated according to TS EN 634-2 standard. The following conclusions were drawn at the end of the research:

- While the peak MOR value was obtained from the highest board C ( $10.37 \text{ N mm}^{-2}$ ), the lowest MOR value was obtained from the B board ( $8.16 \text{ N mm}^{-2}$ ). Additionally, the highest MOE value was accured from plate C, while the lowest MOE ( $6437.28 \text{ N mm}^{-2}$ ) value was accured from plate A ( $3394.44 \text{ N mm}^{-2}$ ). The density values of the produced boards are generally very close to each other, and it has been observed that the density of the boards increases as the alkali solution concentration increases. It is known that the most important factor in the physical properties on the boards is the c/w ratio (2:1), and since this it is constant, the test results are very close. The experimental test results clearly showed that the positive effect of alkaline treatment on the mechanical properties of the boards. However, it was seen that the mechanical properties negatively affected as the alkali solution concentration step by step increases. Therefore, the optimum alkaline solution concentration was determined as 2% NaOH in this study, especially considering its positive effect on

mechanical properties.

- Throughout this study, some assumptions was inevitably needed for carrying out comprehensive and multi-processes LCA. And so, system boundry were determined as clearly and the model of the LCA study that cradle to gate was used. In related to LCA studies, the GWP value was found as  $733 \text{ kg CO}_2 \text{ eq}$ , while the CED value was  $5392 \text{ MJ}$  in Study 1 for the board produced using traditional fresh wood. For Study 2 and Study 3, the GWP values was  $657 \text{ kg CO}_2 \text{ eq}$  and  $677 \text{ kg CO}_2 \text{ eq}$ , while the CED value was  $4175 \text{ MJ}$  and  $4818 \text{ MJ}$ , respectively. Thus, whilst a decrease of 10.36% and 7.63% was achieved in the GWP value for Study 2 and Study 3, respectively, and also a decrease of 22.57% and 10.64% in the CED value was achieved. As a result, when manufacturing  $1 \text{ m}^3$  CBPB by using CDWW instead of traditional fresh wood,  $76 \text{ kg CO}_2 \text{ eq}$  and  $56 \text{ kg CO}_2 \text{ eq}$  decreased in GWP values for Study 2 and Study 3, respectively. These values are equal to the  $\text{CO}_2$  emissions released during the burning of 85.1 and 62.7 pounds of coal, respectively (EPA, 2023). Providing that the board is produced with this new method, the carbon emissions emitted into nature will be decreased. In this way, this study will make an momentous contribution to both the protection of nature and sustainability.

- It was found that CDWW most promising recycled construction waste materials for composites cement-bonded particle board industries via this study. Additionally, taking into consideration that Turkey is an earthquake country and due to the massive of construction demolition wastes being welded from earthquakes, necessity of scientific studies on the recycling of these CDW.
- These results showcase that the proposed technological innovation presents a sustainability, eco-friendly, less carbon footprint and practical method option for construction and demolition wood waste.

#### Declaration of Author Contributions

The authors declare that they have contributed equally to the article. All authors declare that they have seen/read and approved the final version of the article ready for publication.

#### Declaration of Conflicts of Interest

All authors declare that there is no conflict of interest related to this article.

#### Acknowledgement

This study was produced from the doctoral thesis of the first author. We would like to special thank to the Tepe Betopan Research and Development Center and Gazi University Chemical Engineering Department. In addition, we thank to MScs Koray Kaysi for his assistance during the this compelling period.

#### References

- Alawar, A., Hamed A.M., Al-Kaabi, K., 2009. Characterization of treated date palm tree fiber as composite reinforcement. *Composites Part B: Engineering*, 40(7): 601-606.
- Almeida, R.R., Del Menezzi, C.H.S., Teixeira, D.E., 2002. Utilization of the coconut shell of babaçu (*Orbignya* sp.) to produce cement-bonded particleboard. *Bioresource Technology*, 85(2): 159-163.
- Altun, Y., Doğan, M., Bayramlı, E., 2013. Effect of alkaline treatment and pre-impregnation on mechanical and water absorbtion properties of pine wood flour containing poly (lactic acid) based green-composites. *Journal of Polymers and the Environment*, 21: 850-856.
- Bergander, A., Salmén, L., 2002. Cell wall properties and their effects on the mechanical properties of fibers. *Journal of materials science*, 37(1): 151-156.
- Debnath, K., Gorrepotu, S.R., Posinasetti, N.R., 2022. Life Cycle Assessment (LCA) of Flax-Based Green Composite Product Fabricated by Injection Moulding Process. In *2022 7th International Conference on Mechanical Engineering and Robotics Research (ICMERR)*, pp. 168-174. IEEE.
- Eliceche, A.M., Corvalán, S.M., Martínez, P., 2007. Environmental life cycle impact as a tool for process optimisation of a utility plant. *Computers & chemical engineering*, 31(5-6): 648-656.
- EPA, 2023. Greenhouse Gas Equivalencies Calculator, convert emissions or energy data into concrete terms you can understand — such as the annual CO<sub>2</sub> emissions of cars, households, and power plants, US EPA. (<https://www.epa.gov/energy/greenhouse-gas-equivalencies-calculator>), (Accessed: 11.04.2023)
- Epd, H., 2015. Monitoring of Solid Waste in Hong Kong: Waste Statistics for 2013. Environmental Protection Department, Hong Kong.
- Huang, B., Wang, X., Kua, H., Geng, Y., Bleischwitz, R., Ren, J., 2018. Construction and demolition waste management in China through the 3R principle. *Resources, Conservation and Recycling*, 129: 36-44.
- Humbert, S., Margni, M., Jolliet, O., 2012. IMPACT 2002+: user guide. Draft for version Q, 2.
- ISO 14040, 2006. Environmental management—life cycle assessment—principles and framework. Geneva.
- ISO 14044, 2006. Environmental management—life cycle assessment—requirements and guidelines. Geneva.

- Jacquemin, L., Pontalier, P.Y., Sablayrolles, C., 2012. Life cycle assessment (LCA) applied to the process industry: a review. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 17: 1028-1041.
- Joillet, O., Saadé, M., Crettaz, P., 2005. Analyse du cycle de vie, comprendre et réaliser un écobilan (Life cycle assessment: understand and perform an Eco-balance). *Presses polytechniques et universitaires romandes*, Lausanne.
- Lehto, J., Louhelainen, J., Kłosińska, T., Drożdżek, M., Alén, R., 2018. Characterization of alkali-extracted wood by FTIR-ATR spectroscopy. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 8: 847-855.
- Lu, W., Tam, V.W., 2013. Construction waste management policies and their effectiveness in Hong Kong: A longitudinal review. *Renewable and sustainable energy reviews*, 23: 214-223.
- Nasser, R.A., Salem, M.Z., Al-Mefarrej, H.A., Aref, I.M., 2016. Use of tree pruning wastes for manufacturing of wood reinforced cement composites. *Cement and Concrete Composites*, 72: 246-256.
- Öztürk, M., 2017. İnşaat ve Yıkıntı Atıkları. Ankara: Çevre ve Şehircilik Bakanlığı.
- Rogoff, M.J., Williams, J.F., 2012. Approaches to implementing solid waste recycling facilities. William Andrew.
- Sealey, B.J., Phillips, P.S., Hill, G.J., 2001. Waste management issues for the UK ready-mixed concrete industry. *Resources, Conservation and Recycling*, 32(3-4): 321-331.
- Setswalo, K., Oladijo, O.P., Namoshe, M., Akinlabi, E.T., Mokoba, M., 2019. Effect of particle size and alkali-laccase on the properties of pterocarpus angolensis (mukwa) wood flour. *Procedia Manufacturing*, 35: 465-470.
- Telenko, C., Seepersad, C.C., Webber, M.E., 2008 January. A compilation of design for environment principles and guidelines. *In International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference*, 43291: 289-301.
- TS EN 310, 1999. Wood-Based panels- Determination of modulus of elasticity in bending and of bending strength. TSE, Ankara.
- TS EN 322, 1999. Wood-Based panels- Determination of moisture content, TSE, Ankara.
- TS EN 323, 1999. Wood-Based panels- Determination of density. TSE, Ankara.
- TS EN 634-2, 2007. Cement-bonded particleboards - Specifications - Part 2: Requirements for OPC bonded particleboards for use in dry, humid and external conditions. TSE, Ankara.
- Wang, L., Chen, S.S., Tsang, D.C., Poon, C.S., Shih, K., 2016. Recycling contaminated wood into eco-friendly particleboard using green cement and carbon dioxide curing. *Journal of Cleaner Production*, 137: 861-870
- Wong, K.J., Yousif, B.F., Low, K.O., 2010. The effects of alkali treatment on the interfacial adhesion of bamboo fibres. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part L: Journal of Materials: Design and Applications*, 224(3): 139-148.

---

**To Cite:** Akın, C.S., Ar, İ., Hacıoğlu, S., 2023. Life Cycle Assessment (LCA) Case Study on wood Particle Board Produced By Using Construction Demolition Waste Wood. *MAS Journal of Applied Sciences*, 8(Special Issue): 897–906.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10002838>.

---



## Çinko Oksit Nanopartikül Uygulamasının Makarnalık Buğdayın Büyüme ve Çinko Alımı Üzerine Etkileri

Gül Nazik BALCI<sup>1\*</sup>, Hatice DAĞHAN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Ankara Gıda Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü, Ankara  
<sup>2</sup>Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Eskişehir

\*Sorumlu yazar (Corresponding author): [gullbalci2014@gmail.com](mailto:gullbalci2014@gmail.com)

**Geliş Tarihi (Received):** 29.06.2023

**Kabul Tarihi (Accepted):** 02.08.2023

### Özet

Çinko (Zn), canlılar için önemli bir mikro besin elementidir. Çinko eksikliği görülen topraklarda yetiştirilen tahıl tanelerinin Zn içeriğini artırmak, insanlarda beslenme yoluyla ortaya çıkan Zn eksikliğine bağlı sağlık problemlerini azaltmak önemli bir küresel strateji haline gelmiştir. Bu çalışmada, yeşil sentez yöntemi ile biberiye bitkisi ekstraktından hazırlanan çinko oksit nanopartiküllerin (ZnO-NP) makarnalık buğday (*Triticum durum* L.) bitkisinin büyümesi ve Zn alımı üzerine etkileri araştırılmıştır. Denemede, saksı toprağına temel gübreler ve artan dozlarda (0, 1, 2, 3, 4 ve 5 mg kg<sup>-1</sup>) ZnO-NP süspansiyon şeklinde uygulanarak 7 hafta süreyle buğday yetiştirilmiştir. Hasattan önce yaprakların klorofil içerikleri ölçülmüş ve daha sonra bitki örneklerinin kuru ağırlık ve bazı element konsantrasyonları (Zn, azot (N), kalsiyum (Ca), fosfor (P), magnezyum (Mg), potasyum (K), demir (Fe), bakır (Cu) ve mangan (Mn)) belirlenmiştir. Çinko oksit NP uygulamalarının yaprak klorofil içeriği ve yeşil aksam kuru ağırlığı üzerine etkisi önemli (P≤0.01) bulunmuştur. Bitki dokularında Zn konsantrasyonları ZnO-NP uygulamaları ile birlikte artış göstermiştir (P≤0.01) ve en yüksek Zn konsantrasyonu (32.53 mg kg<sup>-1</sup>) 5 mg ZnO-NP kg<sup>-1</sup> uygulama dozunda belirlenmiştir. Artan dozlarda ZnO-NP uygulamalarının buğday bitkisinin N, Ca ve Mg konsantrasyonları üzerine etkisi istatistiksel olarak % 5 düzeyinde, P, K, Fe, Cu ve Mn konsantrasyonları üzerine etkisi ise % 1 düzeyinde önemli olduğu saptanmıştır. Kontrol grubuna göre artan dozlarda ZnO-NP uygulamaları N, P, Ca, Mg, Mn ve Fe içeriğinde düşüşe neden olmuştur. Ancak, kontrol bitkilerine kıyasla bitki dokularında Cu konsantrasyonu yalnızca 3 ve 5 mg kg<sup>-1</sup> ZnO-NP uygulamalarında artış göstermiştir. Sonuçlar, ZnO-NP uygulamalarının buğday bitkisinin büyümesi ve Zn alımı üzerine olumlu etkisi olduğunu göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** ZnO, nanopartikül, buğday, noksanlık, toprak, gübre

### Effects of Zinc Oxide Nanoparticle Application on Growth and Zinc Uptake of Durum Wheat

#### Abstract

Zinc (Zn) is a vital micronutrient for organism. It has become an important global strategy to increase Zn content in cereals grown in Zn deficient soils, and reduce human health problems associated with Zn deficiency. In this study, the effects of zinc oxide nanoparticles (ZnO NPs) prepared from rosemary plant extract by green synthesis method on the growth and Zn uptake of durum wheat (*Triticum durum* L.) plants were evaluated. In the trial, wheat plants were grown for 7 weeks with basal fertilization and increasing concentrations (0, 1, 2, 3 and 5 mg kg<sup>-1</sup>) of ZnO-NP as a suspension in soil. Leaf chlorophyll content was measured before harvesting. The dry weight and some elemental concentrations (Zn, nitrogen (N), calcium (Ca), phosphorus (P), magnesium (Mg), potassium (K), iron (Fe), copper (Cu) and manganese (Mn)) of the plant samples were determined. The effect of ZnO-NP application on leaf chlorophyll content and shoot dry weight was significant (P≤0.01). The concentration of Zn in the plant tissues increased with the application of ZnO-NP (P≤0.01) and the highest concentration of Zn (32.53 mg kg<sup>-1</sup>) was found at a dose of 5 mg ZnO-NP kg<sup>-1</sup> of application. The effects of increasing doses of ZnO-NPs on the concentrations of N, Ca and Mg in the wheat plants were statistically significant at the 5 % level, while the effects on the concentrations of P, K, Fe, Cu and Mn were significant at the 1 % level. In comparison with the control, the application of ZnO-NP at increasing doses resulted in a decrease in the contents of N, P, Ca, Mg, Mn and Fe. However, only the ZnO-NP treatments at 3 and 5 mg kg<sup>-1</sup> increased the Cu concentration in plant tissues compared to the control. The results indicate that ZnO-NP applications positively affect wheat growth and Zn uptake.

**Keywords:** ZnO, nanoparticle, wheat, deficiency, soil, fertilizer



## 1. Giriş

Çinko eksikliği başta ülkemiz olmak üzere hemen hemen tüm ülkelerin topraklarında, farklı iklim koşullarında özellikle kurak ve yarı kurak iklime sahip kireçli topraklarda görülmektedir (Çakmak, 2008; Alloway, 2009). Ülkemiz topraklarının %50'sinde (Eyüboğlu ve ark., 1995), dünya tarım topraklarının yaklaşık olarak %30'unda (Sillanpää, 1982) Zn noksanlığı olduğu bildirilmiştir. Çinko, bitki büyümesinde ve ürün veriminde görev alan birincil mikro besinlerden biridir ve N metabolizması, enerji transferi ve protein sentezinde kullanılan birçok enzim için de gereklidir (Chen ve ark., 2017; Zaheer ve ark., 2019; Zhang ve ark., 2019; Zaheer ve ark., 2022). Çinko tarafından aktive edilen bitki enzimleri, karbohidrat metabolizmasında, hücre zarlarının bütünlüğünün korunmasında, protein sentezinde ve polen oluşumunda, bitkinin patojenlere ve çevresel streslere karşı korunmasında görev alır (Jian ve ark., 2019; Bhandari ve ark., 2021; Seleiman ve ark., 2021; Hamzah Saleem ve ark., 2022). Ayrıca Zn, önemli bir büyüme hormonu olan oksin üretiminde de aktif role sahiptir (Ugwu ve Agunwamba, 2020). Bitki büyümesi önemli ölçüde Zn beslenmesine bağlı olduğundan Zn noksanlığı durumunda bodur büyüme, verim kaybı ve ürün kalitesinde düşüş görülür. Bitkilerde Zn noksanlığı, insanlarda olduğu gibi özellikle gelişmekte olan ülkelerde yetersiz beslenme nedeniyle hâlâ önemli bir sağlık sorunudur (Munir ve ark., 2018). Milyonlarca hektar tarım alanı Zn eksikliğinden etkilenmektedir ve insan nüfusunun yaklaşık üçte biri yetersiz Zn alımından dolayı büyüme ve zihinsel gelişimde gerileme başta olmak üzere birçok sağlık sorunları yaşamaktadır (Çakmak, 2008). Bitkiler için Zn'nin alınabilirliğini etkileyen başlıca toprak faktörleri; toprağın toplam Zn içeriğinin düşük olması, yüksek pH, yüksek kireç ( $\text{CaCO}_3$ ), nem ve organik madde içeriğinin düşük olması, toprak çözeltisinde veya labil formlarda yüksek

Na, Ca, Mg, bikarbonat ve fosfat konsantrasyonları sayılabilir (Çakmak, 2008; Alloway, 2009; Munir ve ark., 2018). Tahıl üretimi yapılan topraklarda yaygın görülen Zn noksanlığı sorununun kimyasal gübrelemeyle ve tahıllarda Zn noksanlığını önlemek içinse tahıllara takviye ve diyet çeşitlendirmesinin yanı sıra ürünün biyolojik olarak zenginleştirilmesi gibi farklı yaklaşımlarla çözümlenebilmektedir (Çakmak, 2008; Alloway, 2009; Munir ve ark., 2018). Ayrıca, gübre kullanım verimliliğini artırmak için hassas gübreleme, bölünmüş gübreleme ve nano gübrelerin kullanımı gibi çeşitli stratejiler geliştirilmiştir (Lü ve ark., 2016). Günümüzde nano teknolojinin gelişimi ile nano malzemeler tarım, sanayi, kozmetik gibi birçok alanda yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Yunanca son derece küçük, ufakık gibi anlamlara gelen nano teriminin bilimsel anlamı ise, metrenin milyarda biri olan ölçü birimidir. Nanoteknoloji ise, boyutu 100 nm'den küçük olan madde ve sistemleri inceleyen bilim dalı olarak tanımlanmaktadır (Dağhan, 2017) ve bu teknoloji her geçen gün gelişmektedir (Barlow, 2009). Toprak verimliliğini, bitki besin maddelerinin yararlılığını ve ürün kalitesini artırmak için kullanılan bir ya da birden fazla besin elementi içeren, bitkinin büyüme ve gelişmesini artıran nano malzemelere nanogübre adı verilmektedir (Liu ve Lal, 2016; Daghan, 2017; Seleiman ve ark., 2021). Bu gübreler etkinliği yüksek olan, yavaş çözünen, toprakta değişime uğramadan ya da yıkanmadan, inorganik kil kolloidleri, organik kolloidler ve kireç gibi maddelere bağlanmadan, diğer elementlerle bileşikler oluşturup yararlı formda geçmeden bitkiler tarafından kolayca alınabilen yavaş salınımlı gübrelerdir (Mukherjee ve ark., 2015; Solanki ve ark., 2015; Seleiman ve ark., 2021). Nano gübreler, geniş yüzey alanına sahip olmalarının yanı sıra bitki kök ve yaprak gözenek boyutundan daha küçük boyutlara sahiptirler (Singh, 2017). Bitki hücrelerine

nanopartiküllerin başka giriş mekanizmaları bulunmakla birlikte çapı 20 nm'den küçük olan NP'ler hücreye doğrudan girebilir. Nano gübrelerin bu özellikleri, uygulanmış oldukları yüzeyden bitkiye penetrasyonlarını, besin alımını ve kullanım etkinliğini artırır (Dağhan, 2017). Öte yandan, nano gübrelerin parçacık boyutunun azaltılması birim alan başına parçacık sayısının ve yüzey alanının artırılmasını da sağlamış olur ve böylece parçacıklar içerisinde kapsüllenmiş nano gübrelerin temas alanının artmasıyla bitkilerin uygulanan besin elementlerinden daha fazla faydalanabilmeleri sağlanabilmektedir (Singh, 2017). Nanopatiküller arasında yer alan sentetik olarak üretilebilen, nano parçacık boyutuna ve geniş yüzey alanına sahip ZnO-NP'ler dünya çapında en yaygın kullanılan nano gübrelerdendir (Baddar ve Urine, 2021). Günümüzde, ZnO-NP'ler, biyouyumluluk, düşük toksisite ve düşük maliyet gibi mükemmel özellikleri nedeniyle yem ve gıda dağıtım sistemleri, gıda ambalaj malzemeleri, su arıtma, kirlenmiş çevrenin (su, toprak vd) remediasyonunda ve akıllı sensör geliştirme gibi birçok sanayi, tarım ve çevre sektöründe kullanılan en yaygın metal oksitlerden biri haline gelmiştir. Çinko oksit NP'ler, gübre gibi çeşitli tarımsal uygulamalar ve formülasyonlarda veya antimikrobiyal özelliklerinden dolayı pestisit olarak da etkin bir şekilde kullanılmaktadır (Baddar ve Urine, 2021; Sheteiwy ve ark., 2021). Son yıllarda ZnO-NP'lerin sentezlenmesi için yeşil sentez, sprey piroliz, mikrodalga destekli teknikler, buhar fazı büyümesi, buhar-sıvı-katı işlemi, yumuşak kimyasal yöntem, sol-jel işlemi gibi çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Bu yöntemlerden yeşil sentez yöntemi bitkiler, mantarlar ve bakteriler gibi biyo-organizmaların kullanıldığı, bu mikroorganizmaların hem indirgeyici hem de stabilize edici ajan olarak çalıştığı ve hiçbir zararlı madde veya kimyasal kullanılmadığı için toksik olmayan, ucuz ve çevre dostu bir biyolojik sentez yöntemidir (Seleiman ve ark., 2021). Bitkilerden

kolayca elde edilebilmesi ve işlenmesi güvenli olmakla birlikte bitki özleri tarafından sentezlenen nanopartiküller daha kararludur (Fakhari ve ark., 2019). Nano ZnO'nun topraktaki Zn biyoyararlanımı ile bitkilerdeki Zn birikimi arasındaki ilişkiler hakkında çok az şey bilinmektedir. Bununla birlikte, bu çalışmalar çoğunlukla tohumla uygulama, çimlenme testleri ya da su kültürü sistemlerinde yürütülmüştür. Ancak, tarımsal üretim toprakta yapıldığı için ZnO-NP'lerinin toprak ekosistemlerindeki etkilerinin daha fazla ve çok yönlü araştırılması gerekmektedir. Ayrıca çevre dostu ve ekonomik olan yeşil sentez yöntemiyle elde edilen ZnO-NP'lerin bitkiler üzerindeki etkilerinin detaylı olarak araştırılması gerekmektedir. Bu çalışmada, Zn noksanlığının yaygın olduğu ve yoğun tahıl üretimi yapılan ülkemizde ucuz ve çevre dostu yeşil sentez yöntemi ile biberiye bitkisinden elde edilen ZnO-NP'ler diğer çalışmalardan (tohumla, yaprağa uygulama, çimlenme testleri vd.) farklı olarak, toprağa artan dozlarda (0, 1, 2, 3, 4 ve 5 mg kg<sup>-1</sup>) uygulanmış ve buğday bitkisinin büyüme ve gelişmesi ile Zn ve diğer besin elementleri alımı üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

Denemede bitki materyali olarak makarnalık buğday (*Triticum durum* L.) çeşidi olan Kunduru-1149 kullanılmıştır. Buğday tohumları T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Eskişehir Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nden sağlanmıştır.

### 2.1. Yeşil sentez yöntemi ile çinko nanopartiküllerin sentezi

Denemede kullanılan ZnO-NP'ler biberiye bitkisinin yeşil yaprakları kullanılarak Eren ve Baran, (2019) tarafından modifiye edilen yeşil sentez yöntemi ile Doç. Dr. Mehmet Fırat BARAN tarafından sentezlenmiş ve karakterizasyonları yapılarak sonuçları yorumlanmıştır.

## 2.2. Nanomalzemenin karakterizasyonu

Çinko oksit nanopartiküllerin şekli, morfolojisi ve yüzey analizi taramalı elektron mikroskobu Scanning electron microscopy, (SEM) cihazı (Quanta FEG250, ABD) ile belirlenmiştir. Bu cihaza bir Enerji Dağılımı X-Işını (EDX) detektörü takılarak ZnO-NP'lerin element içeriği ve bu elementlerin kimyasal konsantrasyon belirlenmiştir. Ayrıca, ZnO-NP'lerin kristal yapıları, tane boyutları X-ışını kırılma (XRD) cihazı (BRUKER, D8 Discover XRD) ile belirlenmiş olup sulu çözelti içindeki nanopartiküllerin boyut dağılımları ve yüzey yükü Zeta-Sizer cihazı (Malvern, Zeta-Sizer Nano ZSP) ile ve kimyasal kompozisyon analizi ise Fourier Dönüşümlü Kızılötesi (FTIR) spektroskopisi cihazı (Perkin-Elmer, ABD) kullanılarak karakterize edilmiştir (Eren ve Baran, 2019).

## 2.3. Toprak hazırlığı ve analizler

Saksı denemesinde, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Ziraat Fakültesi deneme arazilerinden 0-30 cm derinlikten Jackson (1962) tarafından bildirildiği şekilde alınan toprak kullanılmıştır. Toprak materyalinin bazı fiziksel ve kimyasal toprak analizleri yapılması için 2 mm'lik elekten elenmiştir. Toprakların kum, silt ve kil fraksiyonları Bouyoucos (1952) tarafından bildirildiği şekilde hidrometre yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Toprağın suya doygunluğu ya da saturasyonu Richards (1954) tarafından bildirildiği şekilde toprağa doyuncaya kadar saf su ilave edilerek tayin edilmiş ve bu çamurda elektriksel iletkenlik ve toprak reaksiyonu (pH) belirlenmiştir. Toprağın kireç ( $\text{CaCO}_3$ ) içeriği Loeppert ve ark. (1996) tarafından ifade edildiği şekilde volümetrik metoda göre, organik madde içeriği ise Kacar (1995) tarafından bildirildiği şekilde modifiye Walkley-Black (1934) yöntemine göre tayin edilerek, sonuçlar % olarak ifade edilmiştir. Alınabilir P miktarı Olsen ve ark. (1954) tarafından geliştirilen metoda göre ve alınabilir K konsantrasyonu ise Richards (1954) tarafından bildirildiği gibi ekstrakt çözeltisi olarak 1 N Amonyum

asetat ( $(\text{NH}_4\text{OAc})$  pH 7.0) kullanılarak topraktan çözeltiye geçen K konsantrasyonu alev fotometre (BWB, XP2011) cihazı ile belirlenmiştir. Toprağın yarayışlı formdaki Zn, Mn, Fe ve Cu içeriği DTPA (dietilentriaminpentaasetik asit) ekstraksiyon yöntemi ile belirlenmiştir (Lindsay ve Norvell, 1978). Analizin doğruluğu ise referans toprak kullanılarak test edilmiş olup, element konsantrasyonları Atomik Absorpsiyon Spektrofotometre (AAS) (Analytik Jena, NovAA 350 model) cihazında belirlenmiştir.

## 2.4. Saksı Denemesi

Denemede 4 mm'lik elekten elenmiş 2 kg hava kuru toprak saksılara doldurulmuştur. Ekimden önce her saksıya 200 mg N  $\text{kg}^{-1}$  ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$  formunda), 100 mg P  $\text{kg}^{-1}$  ve 125 mg K  $\text{kg}^{-1}$  ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$  formunda), 2.5 mg Fe  $\text{kg}^{-1}$  (Fe-EDTA formunda) saf suda çözüldükten sonra toprağa temel gübreler ilave edilmiştir. Deneme faktöriyel deneme deseninde 3 yinelemeli olarak kurulmuştur. Her bir saksı bağımsız bir deneme olarak kabul edilmiştir. Denemede kullanılan ZnO-NP düzeyleri 0, 1, 2, 3, 4 ve 5 mg ZnO-NP  $\text{kg}^{-1}$  olarak belirlenmiştir. Bu dozlar Lindsay (1979) tarafından bildirilen topraklardaki kritik Zn düzeyi (0.5 mg  $\text{kg}^{-1}$ ) göz önünde bulundurularak belirlenmiştir. Her saksıya 10 tohum ekilmiş ve ekimden 3 gün sonra çimlenme gözlenmiştir. Bitkiler çimlenmeden itibaren 7 hafta süre ile iklim odasında kontrollü koşullarda (8/16 saat karanlık/ışık, sıcaklık 20-25 °C, nem % 60 ve ışık yoğunluğu 8 kilo lüks) yetiştirilmiştir. Saksılar tarla kapasitesi %70-80 olacak şekilde deiyonize su ile sulanarak kontrollü koşullarda yetiştirilmiştir. Denemeler süresince bitkilerin morfolojik özellikleri izlenerek gelişme aşamaları ile ilgili gözlemler alınmıştır. Çinko oksit NP uygulamalarının bitkilerin yaprak klorofil içeriklerine etkileri Konica-Minolta marka SPAD-502 model klorofil ölçüm cihazı ile yapılan ölçümlerle belirlenmiştir (Dağhan, 2018).

## 2.5. Bitki örneklerinin hazırlanması ve analizleri

Deneme sonunda bitkiler toprak seviyesinin 1 cm üzerinden hasat edildikten sonra saf suyla yıkanıp kurutma dolabında 65 °C de 48 saat kurutulmuştur. Kurutulan bitkilerin kuru ağırlıkları alınarak bitki analizleri için bitki öğütme değirmeninde (Retsch MM301, Almanya) öğütülmüştür. Öğütülen bitki örnekleri HNO<sub>3</sub> ile mikro dalga fırında çözünürleştirilerek toplam element konsantrasyonları (Zn, Cu, Fe, Mn, Ca ve Mg) AAS (Analytik Jena, NovAA 350 model) cihazında belirlenmiştir. Bu amaçla 0.2 g bitki örneği 2 mL deiyonize su, 2 mL % 35'lik H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ve 5 mL % 65'lik HNO<sub>3</sub> ile 45 dakika mikrodalga fırında çözünürleştirilmiştir. Üç tekerrürlü yapılan element analizlerinin doğruluğu, element içeriği belli olan standart sertifikalı referans bitki materyali (NIST SRM-1573a) örneğinin aynı yöntemle analiz edilmesi ile kontrol edilmiştir. Yaş yakma süzüğündeki K konsantrasyonları alev fotometre (BWB, XP2011) cihazı ile belirlenmiştir (Kacar, 1995). Bitki örneklerinde toplam N miktarı Kjeldahl analiz yöntemi ile belirlenmiştir (Kacar, 1995). Bitki örneklerinde P analizi, sarı renk yöntemine göre yapılmıştır ve konsantrasyonlar UV-Vis spektrofotometre (Thermo Scientific, Aquamate 9423

AQA2000E) cihazında belirlenmiştir (Kacar, 1995).

## 2.6. İstatistiksel analiz

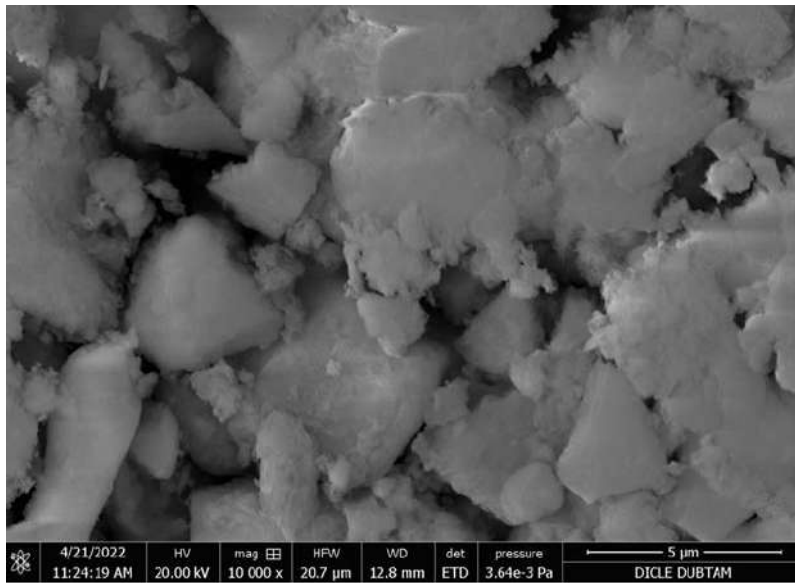
Çalışmada elde edilen sonuçların varyans (ANOVA) analizi SPSS istatistik paket programı kullanılarak ortalamalar arasındaki farkların önem dereceleri çoklu karşılaştırma yöntemi Walker-Duncan testi uygulanarak gruplandırılmıştır. ANOVA testinde en uygun ZnO-NP konsantrasyonunun belirlenmesinde uygulanan ZnO-NP dozları bağımsız bir değişken olarak dikkate alınmıştır. Bu değişkenin bitkideki etkileri (klorofil içerikleri, yeşil aksam kuru ağırlık değişimleri, makro ve mikro element konsantrasyonları) ise bağımlı değişkenler olarak ele alınmıştır.

## 3. Bulgular ve Tartışma

### 3.1. Nanomalzemelerin karakterizasyonu

#### 3.1.1. Taramalı elektron mikroskop (SEM) ve Enerji dağılım X-ışın spektrometre (EDX) analizleri

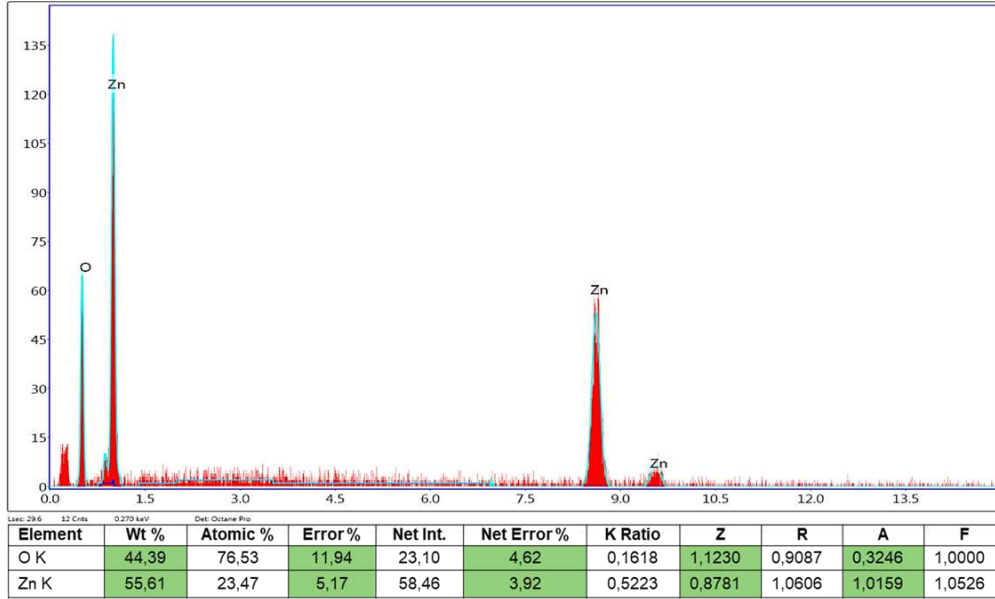
Çinko oksit nanopartiküllerin şekli, morfolojisi ve yüzey analizi belirlenmiş olup Şekil 1'de ZnO-NP'lere ait SEM görüntüleri gösterilmiştir. Çinko oksit NP'lerin boyutu SEM görüntülerinde küresel olduğu belirlenmiştir.



Şekil 1. Çinko oksit NP'lerin taramalı elektron mikroskop (SEM) görüntüsü

Şekil 2’de gösterildiği gibi Enerji dağılım X-ışını spektrometre (EDX) analizi ile ZnO-NP’lerin kimyasal kompozisyonu,

içerdiği elementler ve bu elementlerin yoğunluğu belirlenmiştir.

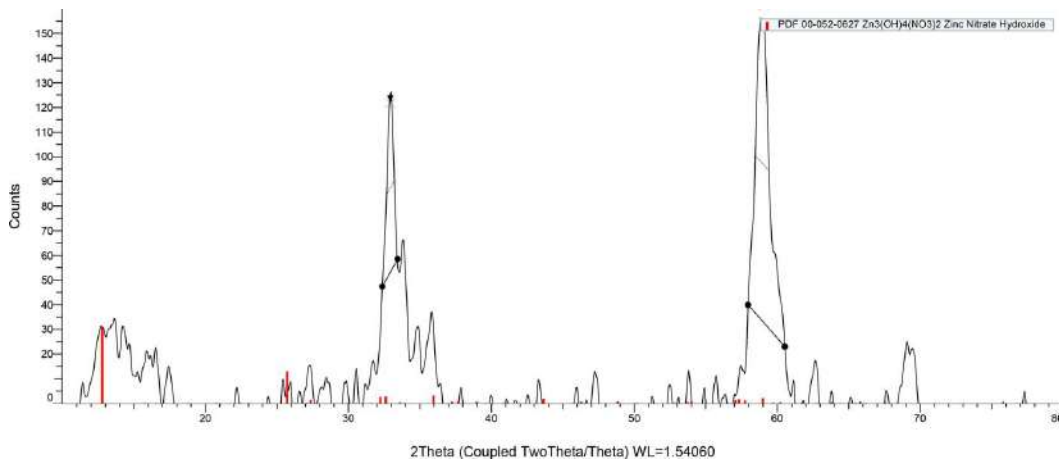


Şekil 2. Çinko oksit NP’lerin enerji dağılım X-ışını (EDX) spektrumu

Biberiye yaprak özütü ile sentezlenen ZnO-NP’lerin element kompozisyonlarının değerlendirilmesinde elde edilen EDX profili (Şekil 2) partiküllerin % 55.61’nin Zn’ye ve % 44.39’u ise O’ya ait olduğu görülmektedir. Bu veri biyosentezi yapılan partiküllerin ZnO-NP’ler olduğunu göstermiştir.

### 3.1.2. X-ışını kırınım (XRD) analizi

Çinko oksit NP’lerin kristal yapıları ve tane boyutlarını değerlendirmek için yapılan X-ışını kırınım (XRD) analiz datalarında  $2\theta$ ’ya karşılık gelen  $111^\circ$ ,  $200^\circ$ ,  $220^\circ$  ve  $311^\circ$  alınan spektrumlar ve bu spektrumlara ait sırası ile 38.06, 44.35, 64.35 ve 77.26 değerleri Şekil 3’de gösterilmiştir.

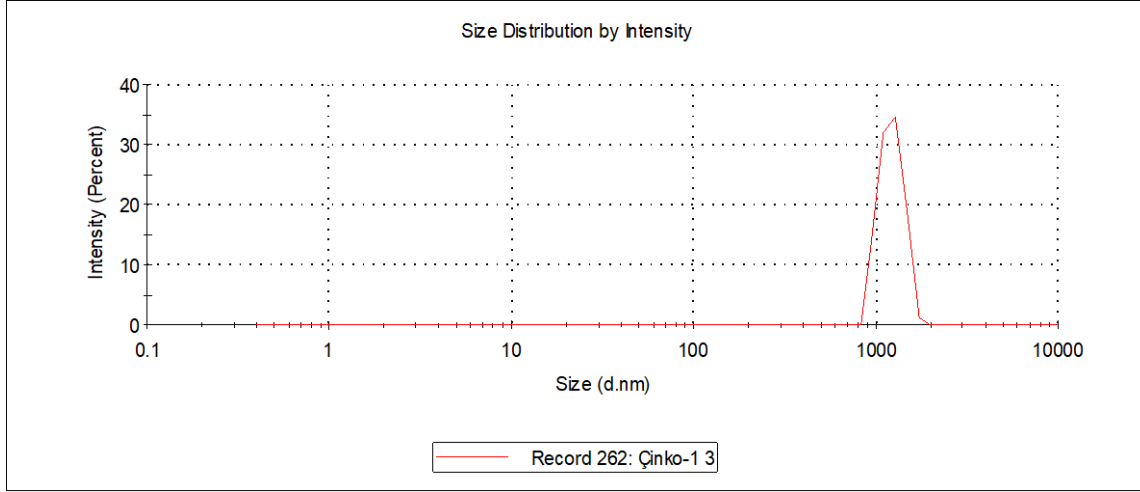


Şekil 3. Yeşil sentez yöntemiyle üretilen ZnO-NP’lerin X-ışını kırınım (XRD) grafiği

### 3.1.3. Zeta boyut analizi

Zeta-sizer cihazı, sulu çözeltilerde bulunan parçacıkların boyutunu, zeta potansiyelini ve molekül ağırlığını belirlemek için kullanılan bir cihazdır. Yeşil sentez yöntemiyle biyosentezi yapılan ZnO-NP'lerin boyutlarının ortalama 1-1000 nm

arasında değiştiği saptanmıştır (Şekil 4). Çinko oksit NP boyutlarının geniş bir aralıkta dağılım göstermesi bu NP'lerin bitki hücre duvarındaki gözeneklerden geçişini ve bitkilerdeki etkinliğini kısıtlamış olabilir.

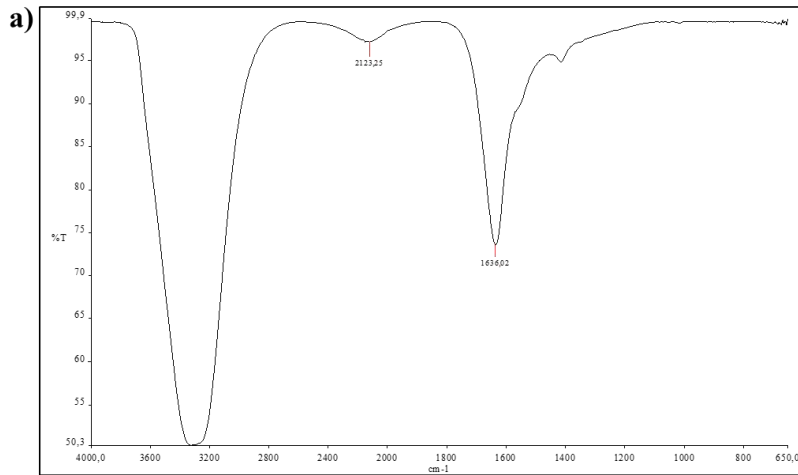


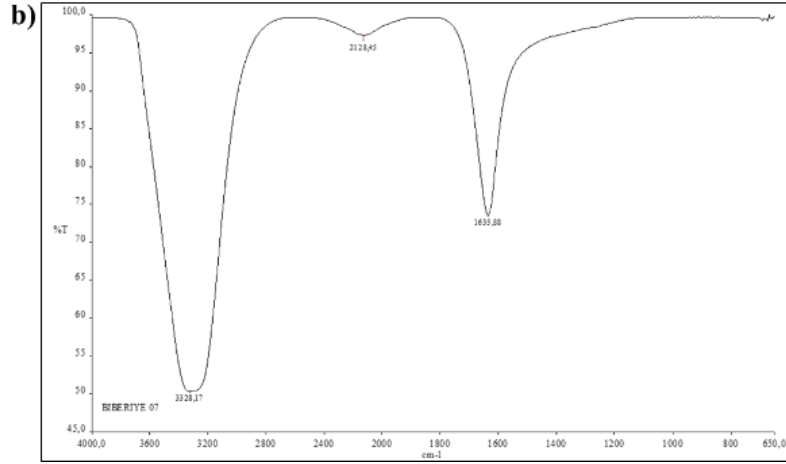
Şekil 4. Çinko oksit NP'lerin zeta potansiyel analizi

### 3.1.5. Fourier dönüşümlü kızılötesi (FTIR) spektroskopi analizi

Çinkonun iyonik ( $Zn^{+2}$ ) formunun  $Zn^0$  formuna indirgenmesinden sorumlu olabilecek fitokimyasallara ait fonksiyonel grupların değerlendirilmesinde biberiye bitki özütü ve sentez sonrasındaki reaksiyon sıvısının Şekil 5a ve b'de de görüldüğü gibi

üç noktada frekans kayması tespit edilmiştir. FTIR spektrumunda  $3338\text{ cm}^{-1}$ ,  $2132\text{ cm}^{-1}$  ve  $1636\text{ cm}^{-1}$  meydana gelen kaymalar biyoredüksiyondan hidroksil gruplar (O-H gerilmesi), aromatik grupların ( $C=C$  gerilmesi), flavonoid ve fenolik frupların ( $C=O$  gerilmesi) etkili olabileceğini göstermiştir.





Şekil 5. Örneklere ait FTIR analiz grafikleri a) Biberiye bitki özütünün FTIR analiz grafiği b) ZnO-NP'lerin FTIR analiz grafiği

### 3.2. Saksı Denemesi

#### 3.2.1. Deneme toprağının özellikleri

Araştırmada kullanılan toprağın; killi tın bir bünyeye sahip, kireç içeriği % 6.90 değerle orta kireçli, saturasyon çamurunda ölçülen pH'sı 7.69 ile hafif alkali ve tuzsuz ( $0.87 \text{ dS m}^{-1}$ ) özellikte bir toprak olduğu belirlenmiştir. Toprağın organik madde içeriğinin (% 1.47) düşük olduğu, Ülgen ve Yurtsever (1995)'e göre alınabilir P miktarının az ( $3.60 \text{ P}_2\text{O}_5 \text{ kg da}^{-1}$ ) ve K miktarının ise yeterli ( $225.3 \text{ K}_2\text{O kg da}^{-1}$ ) olduğu tespit edilmiştir. Deneme toprağının DTPA yöntemine göre ekstrakte edilmiş elementlerin sınır değerleri;  $\text{Zn} < 0.2 \text{ mg kg}^{-1}$ ,  $\text{Cu} < 0.2 \text{ mg kg}^{-1}$ ,  $\text{Mn} 4-14 \text{ mg kg}^{-1}$  ve  $\text{Fe} < 2.5-4.5 \text{ mg kg}^{-1}$  olarak belirlenmiştir (Alpaslan ve ark., 1998). Bu sınır değerleri dikkate alındığında deneme toprağında Zn ( $0.03 \text{ mg kg}^{-1}$ ) çok az, Cu ( $2.27 \text{ mg kg}^{-1}$ ) yeterli, Fe ( $2.58 \text{ mg kg}^{-1}$ ) orta, Mn ( $6.32 \text{ mg kg}^{-1}$ ) az miktarlarda tespit edilmiştir.

#### 3.2.3. Morfolojik gözlemler

Deneme süresince bitkilerin morfolojik değişimleri gözlenmiş ve hasat öncesi değişimler fotoğraflanmıştır. Şekil 6'dan da görüleceği gibi yapılan gözlemlerde kontrol dâhil ( $0 \text{ mg ZnO-NP kg}^{-1}$ ) tüm uygulamalarda gözle görülür Zn noksanlık belirtileri saptanmamıştır. Şiddetli Zn noksanlığında bitkilerde büyüme geriliği, damarlar arası kloroza bağlı alacalı yaprak, küçük yapraklar, yaprak laminasının içe doğru kıvrılması ve boğum arası kısılması gibi belirtiler gözlenir (Çakmak, 2000). Diğer yandan, kontrol grubu bitkilerinde Zn noksanlığı belirtilerinin görülmemesi kullanılan buğday tohumlarının Zn konsantrasyonlarının (ortalama  $22.36 \pm 1.81 \text{ mg kg}^{-1}$ ) büyüme periyodunda yeterli gelmesi olabilir. Bu nedenle uygulamaların etkisinin bitkilerde görülebilmesi için deneme süresinin uzun tutulması daha uygun olabilir.



Şekil 6. Çinko oksit NP uygulamalarının buğday bitkisinin gelişimi üzerine etkisi

### 3.2.4. Klorofil içeriği ve kuru ağırlıklar

Yapılan çalışmada Zn noksanlığı olan toprağa artan dozlarda (1, 2, 3, 4 ve 5 mg kg<sup>-1</sup>) ZnO-NP uygulamasının bitki yapraklarının klorofil içeriği üzerine

etkilerinin ortalamaları ve çoklu karşılaştırma yöntemi Walker-Duncan testine göre oluşan gruplar Tablo 1’de gösterilmektedir.

**Tablo 1.** Artan dozlarda ZnO-NP uygulamalarının buğday bitkisinin yaprak klorofil içeriği ve kuru ağırlık üretimine etkileri

Dozlar (ZnO-NP)	Klorofil	Kuru Ağırlık
	(SPAD Birimi)	(g bitki <sup>-1</sup> )
0 mg kg <sup>-1</sup>	44.00 ab	0.92 c
1 mg kg <sup>-1</sup>	42.53 b	1.11 a
2 mg kg <sup>-1</sup>	44.47 a	1.02 ab
3 mg kg <sup>-1</sup>	42.70 b	1.07 ab
4 mg kg <sup>-1</sup>	45.10 a	1.06 ab
5 mg kg <sup>-1</sup>	42.45 b	0.99 bc
<b>F</b>	6.26**	5.62**

(\*\*)  $P \leq 0,01$  düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı

Bitkilerin hasat öncesi yapılan klorofil ölçümlerinde en yüksek klorofil içeriğinin (45.10 SPAD birimi) 4 mg kg<sup>-1</sup> ZnO-NP uygulanan bitkilerden elde edildiği görülmüştür. En düşük klorofil değeri (42.45 SPAD birimi) ise 5 mg kg<sup>-1</sup> ZnO-NP uygulamasından elde edilmiştir. Kontrol grubu klorofil değeri (44.00 SPAD birimi) baz alındığında, 1, 3 ve 5 mg kg<sup>-1</sup> ZnO-NP uygulamalarının klorofil içeriğinde düşüşe neden olduğu, 2 ve 4 mg kg<sup>-1</sup> ZnO-NP uygulamalarında ise artış gösterdiği tespit edilmiştir. Çinko oksit nanopartikül

uygulamasının buğday bitkisi yapraklarının klorofil içeriğine etkisi istatistiksel olarak  $P \leq 0.01$  düzeyinde önemli bulunmuştur (Tablo 1). Çinko oksit NP uygulamalarının yaprakların klorofil üretimi üzerine etkileri çeşitli araştırmacıların (Raliya ve ark., 2015; Adhikari ve ark., 2015; Raliya ve ark., 2016; Dimkpa ve ark., 2017) sonuçları ile benzerlik göstermektedir. Raliya ve ark., (2015) tarafından yapılan çalışmada, ZnO-NP uygulamalarının, domates (*Solanum lycopersicum* L.) bitki yapraklarındaki klorofil içeriği miktarını arttırdığını ve



böylece bitkilerin fotosentetik verimliliğini artırarak daha yüksek bir toplam biyokütleye yol açtığını tespit etmişlerdir. Adhikari ve ark., (2015)'de benzer şekilde ZnO-NP uygulamalarının mısır (*Zea mays* L.) yapraklarının klorofil içeriğine olumlu etki yaptığını rapor etmişlerdir. Raliya ve ark., (2016) ZnO-NP uygulamasının maş fasulyesi yapraklarının klorofil içeriğinde %34.5 artış sağladığını bildirmişlerdir. Dimkpa ve ark., (2017), Zn noksanlığı olan toprağa NPK düşük (100:50:75 mg kg<sup>-1</sup>) ve yüksek (200:100:150 mg kg<sup>-1</sup>) konsantrasyonlarda uygulanmalara ek olarak ayrı ayrı 6 mg kg<sup>-1</sup> ZnO-NP ve 6 mg kg<sup>-1</sup> ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O uygulamışlardır. Saksı denemesinde Zn uygulamalarının klorofil üretimi üzerindeki olumlu etkisi olduğu uygulanan NPK dozlarının (düşük ve yüksek) ise sorgum yaprağı klorofil seviyelerini etkilemediği tespit edilmiştir. Buğday bitkisinin yeşil aksam kuru ağırlığına, ZnO-NP uygulamalarının etkisi istatistiksel olarak  $P \leq 0.01$  düzeyinde önemli bulunmuştur. Buğday bitkisinin yeşil aksamında en yüksek kuru ağırlık (1.11g) 1 mg kg<sup>-1</sup> ZnO-NP uygulama dozundan elde edilmiştir. Kontrol grubuna kıyasla artan dozlarda (1, 2, 3, 4 ve 5 mg kg<sup>-1</sup>) ZnO-NP uygulamalarının yeşil

aksamdaki kuru ağırlık değerlerinde artış gösterdiği tespit edilmiştir (Tablo 1). Benzer sonuç Munir ve ark., (2018) tarafından yapılan çalışmada elde edilmiştir. Araştırmacılar buğday tohumlarını farklı dozlardaki (0, 25, 50, 75, 100 mg kg<sup>-1</sup>) ZnO-NP'ler de yaklaşık 24 saat beklettikleri bir saksı denemesi sonucunda bitki kuru ağırlığının artan ZnO-NP konsantrasyonları ile doğrusal olarak arttığını bildirmişlerdir. Meher ve ark., (2020) tarafından yapılan bir çalışmada ise, ZnO-NP uygulamasının buğday bitkisinde kök, sürgün ve fide kuru ağırlıklarını arttırdığını tespit etmişlerdir. Yang ve ark., (2021) ZnSO<sub>4</sub> ile ZnO-NP iki farklı dozda (25-100 mg kg<sup>-1</sup>) ve üç farklı Zn uygulama aşamasını (taban gübreleme, kardeşlenme ve salkım) içeren 2 yıllık bir saksı denemesi yürütmüşlerdir. Araştırmacılar 25 mg kg<sup>-1</sup> ZnO-NP konsantrasyonunda toplam biyokütlenin arttığını rapor etmişlerdir.

### 3.2.5. Bitki dokularının çinko konsantrasyonları

Farklı dozlardaki ZnO-NP uygulamalarının buğday bitkisinde, Zn konsantrasyonu üzerine etkisi istatistiksel olarak  $P \leq 0.01$  düzeyinde anlamlı olduğu saptanmıştır (Tablo 2).

**Tablo 2.** Artan dozlarda ZnO-NP uygulamalarının buğday bitkisinin yeşil aksam Zn konsantrasyonuna etkileri

Dozlar (ZnO-NP)	Zn mg kg <sup>-1</sup>
0 mg kg <sup>-1</sup>	8.96 e
1 mg kg <sup>-1</sup>	12.57 d
2 mg kg <sup>-1</sup>	16.36 c
3 mg kg <sup>-1</sup>	24.24 b
4 mg kg <sup>-1</sup>	26.15 b
5 mg kg <sup>-1</sup>	32.53 a
F	98.5**

(\*\*)  $P \leq 0.01$  düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı

Buğday bitkisinin dokularındaki Zn konsantrasyonları, ZnO-NP uygulamaları sonucunda artmıştır. Yapılan bu uygulamalar, buğday bitkisinin dokularındaki Zn konsantrasyonunu kontrol grubuna göre % 40 ile % 263 arasında artış

gösterdiği belirlenmiştir. En yüksek Zn konsantrasyonu (32.53 mg kg<sup>-1</sup>), 5 mg kg<sup>-1</sup> ZnO-NP uygulama dozunda elde edilirken, en düşük Zn konsantrasyonu (8.96 mg kg<sup>-1</sup>) ZnO-NP uygulanmamış kontrol grubu bitki dokularında elde edilmiştir. Buğday

bitkisinin dokularında ZnO-NP uygulamaları ile Zn konsantrasyonlarında gözle görülür bir artış sağlanmış, en yüksek artış %263 ile 5 mg/ZnO-NP dozunda gözlemlenmiştir. Jones ve ark. (1991)'e göre buğday (*Triticum aestivum*) bitkisinin başaklanma öncesi döneminde bitki dokularında 11-20 mg kg<sup>-1</sup>Zn konsantrasyonunun noksanlık, 21-70 mg kg<sup>-1</sup>Zn konsantrasyonunun yeterli ve 71-150 mg kg<sup>-1</sup>Zn konsantrasyonunun ise fazla olduğu belirlenmiştir. Bu değerler dikkate alındığında 1 ve 2 mg kg<sup>-1</sup>ZnO-NP uygulama dozlarında bitkilerde Zn noksanlığı olduğu saptanmıştır. Diğer uygulama dozlarında (3, 4 ve 5 mg kg<sup>-1</sup>ZnO-NP) ise bitkilerin Zn konsantrasyonlarının yeterli olduğu belirlenmiştir. Bu durum dikkate alındığında ZnO-NP uygulamalarına yönelik çalışmalarda uygulama alt dozu 3 mg kg<sup>-1</sup> ve üzeri dozlar seçilerek uygulamanın etkinliği araştırılabilir. Diğer yandan Watson ve ark. (2015) ve Dimkpa ve ark. (2019) bildirdiklerine göre ZnO-NP'lerin etkisi, toprak özellikleri (toprak nem içeriği, toprak pH'sı, toprak organik maddesi) ve biyolojik (mikrobiyal faaliyetler, bitki kök salgıları) etkiler dâhil olmak üzere birçok faktörden etkilenebileceğini rapor etmişlerdir. Ayrıca toprağa P uygulama miktarı ve bitki dokularında fazla P birikimi de Zn noksanlığı olan deneme toprağına düşük

dozlarda (1 ve 2 mg kg<sup>-1</sup>) uygulanan ZnO-NP alımını sınırladığı olabilir. Çinko oksit nanopartikül uygulamasının bitkide Zn konsantrasyonunu artırdığı Dimkpa ve ark. (2017) ve Yang ve ark. (2021)'in bildirdiği sonuçlarla benzerlik göstermektedir. Dimkpa ve ark. (2017), Zn noksanlığı olan (0.1 mg Zn kg<sup>-1</sup>) toprağına 6 mg kg<sup>-1</sup>ZnONP uygulayarak yetiştirdikleri sorgum bitkisinin dokularında kontrol grubuna kıyasla %73-585 daha fazla Zn biriktirdiğini rapor etmişlerdir. Yang ve ark. (2021) ZnSO<sub>4</sub> gübresi ile ZnO-NP uygulamalarını karşılaştırdıkları araştırmada, ZnO-NP'lerin esmer pirincin Zn konsantrasyonunu % 13.5-39.4 oranında daha fazla artırdığını tespit etmişlerdir.

### 3.2.6. Bazı mineral besin elementi konsantrasyonları

Bazı makro ve mikro elementlerin ortalamaları ve çoklu karşılaştırma yöntemi Walker-Duncan testine göre oluşan gruplar Tablo 3'de verilmiştir. Farklı dozlardaki ZnO-NP uygulamalarının buğday bitkisinin N, Ca ve Mg alımları üzerine etkisi istatistiksel olarak  $P \leq 0.05$  düzeyinde, P ve K alımları üzerine etkisi ise  $P \leq 0.01$  düzeyinde önemli olduğu saptanmıştır (Tablo 3). Diğer yandan artan dozlarda ZnO-NP uygulamalarının bitki dokularının Fe, Cu ve Mn konsantrasyonları üzerine etkisi istatistiksel olarak  $P \leq 0.01$  düzeyinde anlamlı bulunmuştur.

**Tablo 3.** Artan dozlarda ZnO-NP uygulanan buğday bitkisinin bazı mineral besin elementi konsantrasyonlarına etkileri

Dozlar (ZnO-NP)	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Mn
	(% )					(mg kg <sup>-1</sup> )		
0 mg kg <sup>-1</sup>	2.981 a	0.81 a	7.43 a-c	0.84 a	0.34 a	106.9 a	10.02 bc	53.11 a
1 mg kg <sup>-1</sup>	2.762 b	0.68 c	7.46 ab	0.75 b	0.31 b	102.6 a-c	9.34 c	45.49 b
2 mg kg <sup>-1</sup>	2.766 b	0.71 bc	6.90 c	0.73 b	0.30 b	103.8 ab	9.37 c	45.45 b
3 mg kg <sup>-1</sup>	2.766 b	0.74 a-c	7.73 ab	0.75 b	0.30 b	96.25 cd	10.3 6b	44.72 b
4 mg kg <sup>-1</sup>	2.736 b	0.70 bc	7.97 a	0.74 b	0.30 b	93.95 d	9.86 bc	43.40 b
5 mg kg <sup>-1</sup>	2.789 b	0.76 ab	7.22 bc	0.79 ab	0.32 ab	98.13 b-d	11.27 a	42.60 b
<b>F</b>	3.164*	4.97**	5.43**	3.31*	3.93*	5.445**	7.54**	6.94**

(\*\*)  $P \leq 0,01$  düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı, (\*)  $P \leq 0,05$  düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı

Tablo 3’de ZnO-NP uygulamalarının buğday bitkisinin N konsantrasyonuna etkisi % 2.736-2.981 arasında değişim göstermiş olup en düşük total N konsantrasyonu  $4 \text{ mg kg}^{-1}$  ZnO-NP uygulamasında, en yüksek total N konsantrasyonu ise kontrol grubu bitkilerinden elde edilmiştir. Elde edilen veriler % N konsantrasyonunun kontrol grubuna kıyasla ZnO-NP uygulamaları ile azaldığını göstermiştir. Bununla birlikte dokuların N konsantrasyonları Jones ve ark. (1991)’e göre yeterli (% 1.75-3.00) olduğu saptanmıştır. Bu çalışmanın aksine Dimkpa ve ark. (2017) ZnO-NP uygulamalarının bitkide N alımını desteklediğini ve % 4-48 oranlarında N alımını artırdığını bildirmişlerdir. Bitkilere ZnO-NP uygulamaları ile dokuların P konsantrasyonu kontrol grubu bitkilerine göre azalma eğilimi göstermiştir (Tablo 3). En yüksek P konsantrasyonu (% 0.81) ZnO-NP uygulanmamış kontrol bitkisinde, en düşük P konsantrasyonu (% 0.68) ise  $1 \text{ mg kg}^{-1}$  ZnO-NP uygulanmış bitkide belirlenmiştir. Bu azalmaya rağmen % 0.68-0.81 arasında değişim gösteren P konsantrasyonları Jones ve ark. (1991)’in bildirdiği değerlere göre bitkilerde (> % 0.51) fazla olduğu tespit edilmiştir. Bitki dokularında P’nin bu fazlalığı Zn ile P arasındaki antagonistik etki ile uygulanan ZnO-NP’den bitkilerin yararlanmasını azaltmış olabilir. Deneme toprağının P noksanlığı uygulanan  $100 \text{ mg kg}^{-1}$  P ile giderilmiş ancak Zn alımını arttırmak için bu doz azaltılarak uygulanabilir. Çalışmamıza benzer sonuçlar Chai vd. (2015) ve Dimkpa ve ark. (2017) tarafından rapor edilmiştir. Chai ve ark. (2015) yaptıkları çalışmada ZnO-NP uygulamasının P konsantrasyonunda düşüşe neden olduğunu tespit etmişlerdir. Dimkpa ve ark. (2017) yaptıkları çalışma sonucunda ZnO-NP hem topraktan hem yapraktan uygulamalarının P alımını önemli ölçüde azalttığını rapor etmişlerdir. Diğer yandan uygulanan ZnO-NP’lerin P alımını uyardığını ve arttırdığını tespit eden Raliya ve ark. (2016)’nın bulguları ile mevcut

çalışma sonuçlarının uyumlu olmadığı tespit edilmiştir.

Çinko oksit NP uygulamalarının buğday bitkisinde % K içeriğine etkisi % 6.90-7.97 arasında değişim göstermiş olup en düşük K konsantrasyonu (% 6.90)  $2 \text{ mg kg}^{-1}$  ZnO-NP uygulamasından ve en yüksek K konsantrasyonu (% 7.97) ise  $4 \text{ mg kg}^{-1}$  ZnO-NP uygulamasından elde edilmiştir. Elde edilen veriler, ZnO-NP’nin topraktan uygulanmasıyla K birikimini % 11-44 oranında artırdığını rapor eden Dimkpa ve ark. (2017)’nin sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir. Bitki dokularının K konsantrasyonu yeterlilik düzeyinin (% 1.51-3.00) çok üzerindedir ve yüksektir (Jones ve ark., 1991). Yang ve ark. (2021) farklı uygulama aşamalarında (taban gübreleme, kardeşlenme ve salkım) geleneksel gübre ve ZnO-NP uyguladıkları saksı denemesinde ZnO-NP uygulamalarının bitki dokularında N, P, K ve Zn içeriklerini arttırdığını ve böylece pirinç veriminde artış olduğunu rapor etmişlerdir. Kalsiyum konsantrasyonları ZnO-NP uygulamalarıyla birlikte kontrol grubuna kıyasla azalmıştır. En yüksek Ca konsantrasyonu (% 0.84) ZnO-NP uygulanmamış kontrol bitkisinde ve en düşük konsantrasyon (% 0.73) ise  $2 \text{ mg kg}^{-1}$  ZnO-NP uygulamasında tespit edilmiştir. Bitkilerin Ca konsantrasyonlarının yeterli (% 0.21-1.00) düzeyde olduğu saptanmıştır (Jones ve ark., 1991). Çinko oksit NP uygulamalarının buğday bitkisinde Mg içeriğine etkisi % 0.30-0.34 arasında değişim göstermiş olup, en düşük Mg konsantrasyonu 2-3-4  $\text{mg kg}^{-1}$  ZnO-NP uygulamalarında ve en yüksek Mg konsantrasyonu ise ZnO-NP uygulaması yapılmayan kontrol grubunda belirlenmiştir. Buğday bitkisinde Mg konsantrasyonu ZnO-NP uygulamaları ile kontrol ( $0 \text{ mg kg}^{-1}$  ZnO-NP) grubuna kıyasla azalma gösterdiği tespit edilmiştir. Magnezyum konsantrasyonlarının tüm uygulamalarda yeterli (% 0.16-1.00) olduğu tespit edilmiştir (Jones ve ark., 1991). En yüksek Fe konsantrasyonu ( $106.9 \text{ mg kg}^{-1}$ ) ZnO-NP uygulanmamış kontrol grubu

bitkilerinden en düşük Fe konsantrasyonu ( $93.95 \text{ mg kg}^{-1}$ ) ise  $4 \text{ mg kg}^{-1}$  ZnO-NP uygulamasından elde edilmiştir. Jones ve ark. (1991) bildirdiğine göre buğday bitkisinin Fe konsantrasyonunun tüm uygulamalarda yeterli olduğu saptanmıştır. Buğday bitkisinde farklı dozlardaki ZnO-NP uygulamaları sonucu kontrol ( $0 \text{ mg kg}^{-1}$  ZnO-NP) grubuna göre Fe konsantrasyonunda düşüş olduğu belirlenmiş olup, sonuçlar istatistiksel olarak  $P \leq 0.01$  düzeyinde önemli bulunmuştur (Tablo 3). Dimkpa ve ark. (2017) tarafından benzer sonuçlar bildirilmiştir. Araştırmacılar  $6 \text{ mg kg}^{-1}$  ZnO-NP uygulamasının, sorgum bitkisinde Fe alımını önemli ölçüde engellediğini bildirmişlerdir. Diğer yandan Ji ve ark. (2022) *Medicago polymorpha* L. bitkisine ZnO-NP etkisinin Fe konsantrasyonunu önemli ölçüde artırdığını rapor etmişlerdir. Bu durum ZnO-NP uygulamasının Fe birikimine etkisinin farklı bitki türlerine göre değiştiğini göstermektedir (Ji ve ark., 2022). Bu çalışmada, ZnO-NP uygulamalarının Cu konsantrasyonuna etkisi istatistiksel olarak  $P \leq 0.01$  düzeyinde önemli bulunmuştur (Tablo 3). En yüksek Cu konsantrasyonu ( $11.27 \text{ mg kg}^{-1}$ )  $5 \text{ mg kg}^{-1}$  ZnO-NP dozundan, en düşük Cu konsantrasyonu ( $9.34 \text{ mg kg}^{-1}$ ) ise  $1 \text{ mg kg}^{-1}$  ZnO-NP uygulanmış bitki grubundan elde edilmiştir. Tüm uygulamalarda bitki dokularının Cu konsantrasyonu Jones vd. (1991)'in bildirdiği düzeylere ( $5-50 \text{ mg kg}^{-1}$ ) göre yeterli olduğu görülmüştür. En yüksek Mn konsantrasyonu ( $53.11 \text{ mg kg}^{-1}$ ) ZnO-NP uygulanmamış kontrol grubu bitkilerinden elde edilmiştir. En düşük Mn konsantrasyonu ( $42.60 \text{ mg kg}^{-1}$ ) ise  $5 \text{ mg kg}^{-1}$  ZnO-NP uygulanmış bitki grubundan elde edilmiştir. Artan dozlardaki ZnO-NP uygulamaları ile bitkilerin Mn konsantrasyonu düşmüştür. Ancak Jones ve ark. (1991)'e göre bitkilerin Mn konsantrasyonu tüm dozlarda yeterli ( $16-200 \text{ mg kg}^{-1}$ ) bulunmuştur. Çinko oksit NP uygulamasının Mn konsantrasyonuna etkisi istatistiksel olarak  $P \leq 0.01$  düzeyinde önemli bulunmuştur (Tablo 3). Dimkpa ve

ark. (2017) yaptığı çalışma sonucunda sorgum bitkisinde ZnO-NP'nin Mg ve Mn için besin alımı üzerinde olumlu etki bulurken, yapılan bu çalışmada Dimkpa ve ark. (2017)'nin aksine ZnO-NP'nin kontrole kıyasla Mg ve Mn için besin alımı üzerinde olumsuz bir etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Literatürde ZnO-NP uygulamalarının bitkilerin Zn dışında besin elementi alımları üzerine etkilerini araştıran çalışmalar sınırlı olması nedeniyle bu çalışmadan elde edilen sonuçları destekleyen ya da aksini gösteren çalışma sayısı da sınırlıdır.

#### 4. Sonuç ve Öneriler

Çinko oksit NP uygulamaları ile bitki dokularının Zn konsantrasyonunda artış gözlenmiştir. Artan dozlarda ZnO-NP uygulamaları ile bitki dokularının Zn konsantrasyonu  $3, 4, 5 \text{ mg kg}^{-1}$  ZnO-NP uygulamalarında yeterli iken kontrol grubu,  $1, 2 \text{ mg kg}^{-1}$  uygulamalarında ise düşük düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre toprağa uygulama dozlarının  $3 \text{ mg kg}^{-1}$  ve üzeri seçilmesi ve bitki hücre duvarındaki gözenek boyutları  $5-20 \text{ nm}$  aralığında olduğu için uygulanacak nanogübre partikül boyutunun çoğunlukla bu boyutlarda olması önerilir. Nitekim bu çalışmada ZnO-NP parçacık boyutu  $1-1000 \text{ nm}$  arasında değişim gösterdiği için bitkinin bu gübreden yaralanma etkinliği daha sınırlı olmuş olabilir. Diğer yandan, buğday bitkisinin N, Ca, Mg, Fe, Cu ve Mn konsantrasyonları tüm ZnO-NP uygulamalarında yeterli iken P ve K konsantrasyonları ise tüm uygulamalarda fazla olduğu saptanmıştır. Sonuç olarak, yeşil sentez yöntemiyle hazırlanan ZnO-NP'ler topraklarda Zn noksanlığının giderilmesi, tarımsal üretimin artırılması ve bitki büyümesini ve ürünün besin değerinin artırılması için kullanılması önerilebilir. Ancak toprağın bazı özellikleri (kireç, pH, organik madde vd.), nano gübrelerin parçacık boyutları, uygulama dozları ve bitki yetiştirme süresi bu gübrelerin uygulanmasında dikkate alınması gereken hususlardır. Bununla birlikte, ZnO NP'lerin tarımsal ekolojik sistemler (toprak, su ve

organizmalar) ve ZnO-NP uygulanmış bitkisel ürünleri tüketen insanlarda oluşabilecek olası etkileri de araştırılmalıdır.

### Yazarların Katkı Beyanı

Gül Nazik BALCI: Araştırmanın yürütülmesi, bitki yetiştirilmesi, analizlerin yapılması, verilerin toplanması ve makalenin yazılmasında katkıda bulunmuştur.

Hatice DAĞHAN: Araştırmanın ana kavramsal fikirlerini geliştirilmesi, yöntemlerin planlanması, araştırmanın yürütülmesi, verilerin toplanması, değerlendirilmesi ve mevcut makalenin yazımında katkıda bulunmuştur.

### Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar, bu çalışma için herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

### Finansman

Bu çalışma, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Rektörlüğü Bilimsel Araştırmalar Projeleri (ESOGÜ-BAP) Koordinatörlüğü tarafından “FYL-2022-2245” nolu proje kapsamında desteklenmiştir.

### Açıklama

Bu çalışma ilk yazarın yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

### Teşekkür

Yazarlar, finansal destek için Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Rektörlüğü Bilimsel Araştırmalar Projeleri (ESOGÜ-BAP) Koordinatörlüğü'ne ve ZnO-NPs sentezlenmesi, karakterizasyonu ve sonuçların yorumu için Doç. Dr. Mehmet Fırat BARAN'a teşekkürlerini sunar.

### Kaynaklar

Adhikari, T., Kundu, S., Biswas, A.K., Tarafdar, J.C., Rao, A.S. 2015. Characterization of Zinc oxide nano particles and their effect on growth of maize (*Zea mays* L.) plant. *Journal of Plant Nutrition*, 38:10, 1505-1515.

Alloway, B.J. 2009. Soil factors associated with zinc deficiency in crops and

humans. *Environmental geochemistry and health*, 31(5): 537-548.

Alpaslan, M., Güneş, A., İnal, A., 1998. Deneme Tekniği. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:1502, Ders Kitabı: s, 437-455.

Baddar, Z., Unrine, J.M., 2021. Effects of Soil pH and Coatings on the Efficacy of Polymer coated ZnO Nanoparticulate fertilizers in Wheat (*Triticum aestivum*). *Environmental Science & Technology*, 55(20): 13532-13540.

Barlow, S., Chesson, A., Collins, J.D., Flynn, A., Hardy, A., Jany, K.D., Vannier, P., 2009. The potential risks arising from nanoscience and nanotechnologies on food and feed safety. *EFSA Journal*, 7(3): 1-39.

Bhantana, P., Rana, M.S., Sun, X.C., Moussa, M.G., Saleem, M.H., Syaifudin, M., Hu, C.X., 2021. Arbuscular mycorrhizal fungi and its major role in plant growth, zinc nutrition, phosphorous regulation and phytoremediation. *Symbiosis*, 84: 19-37.

Bouyoucos, G.J., 1952. A recalibration of hydrometer for making mechanical analysis of soils. *Agronomy Journal*, 43: 434-438.

Cakmak, I., 2000. Role of zinc in protecting plant cells from reactive oxygen species. *New Phytologist*, 146:185–205

Cakmak, I., 2008. Zinc Deficiency in Wheat in Turkey. In: Alloway, B.J. (eds) *Micronutrient Deficiencies in Global Crop Production*. Springer, Dordrecht.

Chai, H., Yao, J., Sun, J.J., Zhang, C., Liu, W.J., Zhu, M.J., Ceccanti, B. 2015. The effect of metal oxide nanoparticles on functional bacteria and metabolic profiles in agricultural soil. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 94:490–495.

- Chen, Q., Zhang, X., Liu, Y., Wei, J., Shen, W., Shen, Z., Cui, J. 2017. Hemin-mediated alleviation of zinc, lead and chromium toxicity is associated with elevated photosynthesis, antioxidative capacity; suppressed metal uptake and oxidative stress in rice seedlings. *Plant Growth Regulation*, 81: 253-264
- Dağhan, H., 2017. Nano Gübreler. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 4(2): 197-203.
- Dağhan, H. 2018. Effects of TiO<sub>2</sub> nanoparticles on maize (*Zea mays* L.) growth, chlorophyll content and nutrient uptake. *Applied Ecology and Environmental Research*, 16: 6873-6883.
- Dimkpa, C.O., White, J.C., Elmer, W.H., Gardea-Torresdey, J.L., 2017. Nanoparticle and ionic Zn promote nutrient loading of sorghum grain under low NPK fertilization. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 65:8552–8559.
- Dimkpa, C.O., Singh, U., Bindraban, P.S., Elmer, W.H., Gardea-Torresdey, J.L., White, J.C. 2019. Zinc oxide nanoparticles alleviate drought-induced alterations in sorghum performance, nutrient acquisition, and grain fortification. *Science of the Total Environment*, 688: 926-934.
- Eren, A., Baran, M.F., 2019. Green synthesis, characterization and antimicrobial activity of silver nanoparticles (AgNPs) from maize (*Zea mays* L.). *Applied Ecology and Environmental Research* 17(2): 4097-4105.
- Eyüboğlu, F., Kurucu, N., Talaz, S. 1995. *türkiye topraklarının bitkiye yararlı mikro elementler bakımından genel durumu*. Toprak Güb. Araşt. Enst. 620/A-002 Projesi Toplu Sonuç Raporu
- Fakhari, S., Jamzad, M., Kabiri Fard, H., 2019. Green synthesis of zinc oxide nanoparticles: a comparison. *Green chemistry letters and reviews*, 12(1): 19-24.
- Hamzah Saleem, M., Usman, K., Rizwan, M., Al Jabri, H., Alsafran, M., 2022. Functions and strategies for enhancing zinc availability in plants for sustainable agriculture. *Frontiers in Plant Science*, 13: 1033092.
- Jackson, M.L., 1962. Soil Chemical Analysis. Constable and Co. Ltd., London.
- Ji, H., Guo, Z., Wang, G., Wang, X., Liu, H., 2022. Effect of ZnO and CuO nanoparticles on the growth, nutrient absorption, and potential health risk of the seasonal vegetable *Medicago polymorpha* L. *PeerJ*, 10: e14038.
- Jian, L., Bai, X., Zhang, H., Song, X., Li, Z., 2019. Promotion of growth and metal accumulation of alfalfa by coinoculation with *Sinorhizobium* and *Agrobacterium* under copper and zinc stress. *PeerJ*, 7: e6875.
- Jones, Jr., Benton, J., Wolf, B., H.A. Mills. 1991. Plant Analysis Handbook: A Practical Sampling, Preparation, Analysis, and Interpretation Guide. Micro-Macro Publishing, Athens, GA.
- Kacar, B., 1995. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri, III. Toprak Analizleri. A.Ü. Ziraat Fak. Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları No:3. Ankara, 704 s.
- Lindsay, W. L. 1979. Chemical equilibria in soils. John Wiley and Sons Ltd..
- Lindsay, W.L., Norvell, W.A., 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese, and copper. *Soil Science Society of America Journal* 42:421-428.
- Liu, R., Lal, R., 2016. Nanofertilizers. In: R. Lal (Ed.) *Encyclopedia of Soil Science*, 3rd Edition, CRC Press, p: 1511-1515
- Loeppert, R.H., Suarez, D.L., 1996. Carbonate and gypsum. *Methods of Soil Analysis: Part 3 Chemical Methods*, 5: 437-474.

- Lü, S., Feng, C., Gao, C., Wang, X., Xu, X., Bai, X., Liu, M., 2016. Multifunctional environmental smart fertilizer based on L-aspartic acid for sustained nutrient release. *Journal of agricultural and food chemistry*, 64(24): 4965-4974.
- Meher, B.B., Sahu, S., Singhal, S., Joshi, M., Maan, P., Gautam, S., 2020. Influence of green synthesized zinc oxide nanoparticles on seed germination and seedling growth in wheat (*Triticum aestivum*). *International Journal of Current Microbiology and Applied Science*, 9(5): 258-270.
- Mukherjee, A., Sinha, I., Das, R., 2015. Application of nanotechnology in agriculture: Future prospects. Outstanding Young Chemical Engineers (OYCE) Conference, March 13-14, DJ Sanghvi College of Engineering, Mumbai, India.
- Munir, T., Rizwan, M., Kashif, M., Shahzad, A., Ali, S., Amin, N., Zahid, R., Alam, M.F.E., Imran, M., 2018. Effect of zinc oxide nanoparticles on the growth and Zn uptake in wheat (*Triticum aestivum* L.) by seed priming method. *Digest Journal of Nanomaterials & Biostructures (DJNB)*, 13(1): 315-323.
- Olsen, S.R., Cole, C.V., Watanabe, F.S., Dean, L.A., 1954. Estimation of available phosphorus in soil by extraction with sodium bicarbonate, *Circular*, 939.
- Raliya, R., Nair, R., Chavalmane, S., Wang, W. N., Biswas, P., 2015. Mechanistic evaluation of translocation and physiological impact of titanium dioxide and zinc oxide nanoparticles on the tomato (*Solanum lycopersicum* L.) plant. *Metallomics*, 7(12): 1584-1594.
- Raliya, R., Tarafdar, J.C., Biswas, P., 2016. Enhancing the mobilization of native phosphorus in the mung bean rhizosphere using ZnO nanoparticles synthesized by soil fungi. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 64(16): 3111-3118.
- Richards, L.A. (1954). Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. United States Department of Agriculture Handbook 60:94.
- Seleiman, M.F., Almutairi, K.F., Alotaibi, M., Shami, A., Alhammad, B.A., Battaglia, M.L., 2021. Nano-fertilization as an emerging fertilization technique: why can modern agriculture benefit from its use?. *Plants*, 10(1): 2-11.
- Sheteiwiy, M.S., Shaghaleh, H., Hamoud, Y. A., Holford, P., Shao, H., Qi, W., Hashmi, M.Z., Wu, T., 2021. Zinc oxide nanoparticles: potential effects on soil properties, crop production, food processing, and food quality. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-25.
- Sillanpää, M., 1982. Micronutrients and the nutrient status of soils. A global study. *Food and Agriculture Organization*, 48.
- Singh, M.D., 2017. Nano-fertilizers is a new way to increase nutrients use efficiency in crop production. *International Journal of Agriculture Sciences*, 9(7): 0975-3710.
- Solanki, P., Bhargava, A., Chhipa, H., Jain, N., Panwar, J., 2015. Nano-fertilizers and their smart delivery system. In *Nanotechnologies in food and agriculture* (pp. 81-101). Springer, Cham.
- Ugwu, E. I., Agunwamba, J.C., 2020. A review on the applicability of activated carbon derived from plant biomass in adsorption of chromium, copper, and zinc from industrial wastewater. *Environmental monitoring and assessment*, 192(4): 240-250.
- Ülgen, N., Yurtsever, N., 1995. Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi (4. Baskı). T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 209, Teknik Yayınlar No: T.66, s.230, Ankara.
- Watson, J.L., Fang, T., Dimkpa, C.O., Britt, D.W., McLean, J.E., Jacobson, A., Anderson, A.J., 2015. The phytotoxicity of ZnO nanoparticles on wheat varies with soil properties. *Biometals*, 28: 101-112.

Yang, G., Yuan, H., Ji, H., Liu, H., Zhang, Y., Wang, G., Guo, Z., 2021. Effect of ZnO nanoparticles on the productivity, Zn biofortification, and nutritional quality of rice in a life cycle study. *Plant Physiology and Biochemistry*, 163: 87-94.

Zaheer, I.E., Ali, S., Rizwan, M., Bareen, F. E., Abbas, Z., Bukhari, S.A.H., Ahmad, P., 2019. Zinc-lysine prevents chromium-induced morphological, photosynthetic, and oxidative alterations in spinach irrigated with tannery wastewater. *Environmental Science and Pollution Research*, 26: 28951-28961.

Zaheer, I.E., Ali, S., Saleem, M.H., Yousaf, H.S., Malik, A., Abbas, Z., Wang, X. 2022. Combined application of zinc and iron-lysine and its effects on morpho-physiological traits, antioxidant capacity and chromium uptake in rapeseed (*Brassica napus* L.). *PLoS One*, 17(1): e0262140.

Zhang, J., Wang, S., Song, S., Xu, F., Pan, Y., Wang, H., 2019. Transcriptomic and proteomic analyses reveal new insight into chlorophyll synthesis and chloroplast structure of maize leaves under zinc deficiency stress. *Journal of Proteomics*, 199: 123-134.

---

**Atıf Şekli:** Balcı, G.N., Dağhan, H., 2023. Çinko Oksit Nanopartikül Uygulamasının Makarnalık Buğdayın Büyüme ve Çinko Alımı Üzerine Etkileri. *MAS Uygulamalı Bilimler Dergisi*, 8(Özel Sayı): 907–923.

DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10003026>.

**To Cite:** Balcı, G.N., Dağhan, H., 2023. Effects of Zinc Oxide Nanoparticle Application on Growth and Zinc Uptake of Durum Wheat. *MAS Journal of Applied Sciences*, 8(Special Issue): 907–923.

DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10003026>.

---





DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10003558>



Araştırma Makalesi / Research Article

## Kırsal Peyzajların Görsel Kalite Değerlendirmesi: Gölbaşı, Ankara Örneği

Duygu DOĞAN<sup>1\*</sup>, Meryem Bihter BİNGÜL BULUT<sup>2</sup>, Merve YILMAZ<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Pamukkale Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Pamukkale

<sup>2</sup>Kırıkkale Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Kırıkkale

<sup>3</sup>Türkiye Milli Botanik Bahçesi Müdürlüğü, Ankara

\*Sorumlu yazar (Corresponding author): [duygudogan@pau.edu.tr](mailto:duygudogan@pau.edu.tr)

Geliş Tarihi (Received): 29.06.2023

Kabul Tarihi (Accepted): 03.08.2023

### Özet

Kırsal peyzajın planlaması ve yönetiminde farklı tüm özelliklerini ve bunların mekân ve zaman içindeki ilişkilerini ele alarak bütüncül bir yaklaşımla doğal ve kültürel bileşenlerin değerlendirilmesi ile birlikte görsel peyzaj kalitesinin değerlendirilmesi gereklidir. Çalışmanın amacı kentleşme baskısının bulunduğu ve kırsal alanların yoğun olduğu Ankara ili merkez ilçelerinden Gölbaşı ilçesinde ekolojik ve estetik ortam zemininde belirlenen görsel göstergeler kullanılarak görsel peyzaj kalitesinin değerlendirilmesidir. Bu kapsamda yapılan analizlerde 2018 yılı CORINE AK/AÖ verisi kullanılarak, ilçenin görsel kalitesi karmaşıklık, doğallık, rahatsızlık ve tutarlılık kavramları ile ortaya konulmuştur. Peyzaj düzeyindeki analizleri mekânsal olarak belirleyebilmek için alan bölgelere ayrılmıştır. Yapılan analiz sonucuna göre insan etkisi arttıkça (kentleşme, maden alanları vb.) görsel kalite düşmekte (6, 7 ve 9. bölgeler), insan etkisi azaldıkça görsel kalite yükselmektedir. Bu yaklaşımla değerlendirildiğinde, göstergeler aracılığı ile kırsala özgü kimliklerin ön plana çıkarılması ve alan kullanımlarının bu özgül değere göre planlanması konusunda Gölbaşı örneğinde öneriler geliştirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Görsel kalite, görsel gösterge, Gölbaşı, Ankara

## Visual Quality Assessment of Rural Landscapes: The Case of Gölbaşı, Ankara

### Abstract

In the planning and management of rural landscapes, it is necessary to evaluate the visual landscape quality together with the evaluation of natural and cultural components with a holistic approach by considering all different characteristics and their relationships in space and time. The aim of the study is to evaluate the visual landscape quality by using visual indicators determined based on ecological and aesthetic common ground in Gölbaşı district, one of the central districts of Ankara province, where there is urbanization pressure and rural areas are dense. In this context, the visual quality of the area was determined by using the 2018 CORINE LC/LU Data and the visual concept of complexity, naturalness, disturbance and coherence. To spatially determine the landscape level analysis, the area was divided into regions. According to the results, as human impact increases (urbanization, mining areas, etc.), visual quality decreases (regions 6, 7 and 9), while visual quality increases as human impact decreases. When evaluated with this approach, suggestions have been developed in the Gölbaşı example to emphasize rural identities through indicators and to plan land uses according to this unique value.

**Keywords:** Visual quality, visual indicator, Gölbaşı, Ankara

## 1. Giriş

Günümüzde kırsal peyzaj geleneksel anlayışın ötesinde, giderek artan bir şekilde çeşitli olanakları destekleyen, rekreasyon ve boş zaman faaliyetlerinin sürdürülebildiği ve manevi veya estetik ilham kaynağı olan alanlar olarak görülmektedir. Kırsal peyzaj, Amerikan Peyzaj Mimarları Derneği tarafından, ülkenin yoğun nüfuslu olmayan veya yoğun bir şekilde gelişmemiş ve doğal bir durumda korunması için ayrılmamış arazi alanının çeşitli bölümleri (ekili araziler, ormanlar, çöller, bataklıklar, otlaklar, meralar, nehirler ve göller gibi) olarak tanımlanmakta ve bu alanların korunmasının ancak akıllı arazi kullanım planlaması, tasarımı ve yönetimi dahil olmak üzere sağlam ilke, politika ve uygulamaların hayata geçirilmesiyle mümkün olabileceğini belirtmektedir (Anonim, 2023a). Son yıllarda farklı yönlerde hızlı ve radikal değişimlere maruz kalan kırsal peyzajların çok boyutlu değişimi ile başa çıkmak için şimdiye kadar alınan önlemler, bu alanların kentleşmesine ve sanayileşmesine yol açmış, bu da kırsal peyzajların kimliklerinin kaybolmasına ve dolayısıyla bozulmasına neden olmuştur (Pinto-Correia ve ark., 2018). Mekânsal planlamada bu alanlar düzenlenmedikleri ve dikkate alınmadıkları takdirde bu olgu devam edecektir. Mc Harg (1969), güçlü özelliklere ve hassasiyetlere sahip bir bölgeyi yönetmek için peyzaj yaklaşımının görsel kalitesinin öneminden bahsetmiştir. Kırsal peyzaj, kırsal alanların yeniden yapılandırılmasında itici bir güç olabilse de ne yazık ki ülkemizde kırsal alan planlamasında peyzajların görsel kalitesi daha fazla gelişme için bir öncelik olmamıştır. Bir peyzajın görsel bileşenleri sadece estetik bir kalitesi temsil etmekle kalmaz, aynı zamanda kültürel, ekonomik ve biyolojik olguların karşılıklı ilişkilerini de yorumlamamıza yardımcı olur. Peyzajın görsel kalitesi ile ekolojik açıdan zenginliği arasında bir korelasyon kurmak çoğu zaman mümkündür (Nassauer, 1988). Bir diğer ifade ile, estetik ve görsel olarak güzel

algılanan peyzajlar genellikle ekolojik olarak zengin peyzajlardır ya da tersi bir durumda söz konusu olabilir. Görsel kalite, özellikle kırsal alanlarda müdahalenin minimuma indirilmesi, doğru plan kararları alınması açısından belirleyici bir değer olmaktadır. Peyzajın görsel kalitesinin değerlendirilmesine yönelik teknikleri uygulamak her zaman kolay olmasa da bu kalite kırsal peyzaj çeşitliliğini korumak için korunması gereken bir kaynak olarak düşünülebilir (Angileri ve Toccolini, 1993). Bu çalışma, Ankara Gölbaşı ilçesi kırsal peyzajlarının kalitesini değerlendirmek için bir yöntem uygulamakta ve daha ileri planlama için bulguları tartışmaktadır. Birçok görsel peyzaj kalite değerlendirme yöntemi vardır. Değerlendirme yöntemlerinin temelini oluşturan iki ana yaklaşım dan biri objektif değerler kümesi, diğeri ise subjektif değerler kümesidir (Özvan ve Bostan, 2019). Objektif yaklaşıma göre; bir peyzajın estetik kalitesi onun özelliklerinde mevcuttur ve uzmanlar tarafından değerlendirilir. Öznel yaklaşıma göre ise; estetik kalite gözlemcinin algısı, psikolojik, sosyo-kültürel geçmişi ve deneyimleri ile şekillenir (Lothian, 1999). Objektif ve subjektif iki yöntemin birleştirilmesiyle yapılan bir diğer değerlendirme yöntemi ise psikofiziksel yaklaşım olarak adlandırılmaktadır. Bu çalışmada objektif yaklaşıma göre coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak görsel peyzaj değerlendirmesi yapılmıştır. Bu değerlendirme yapılırken görsel göstergeler kullanılmıştır. Görsel göstergeler, peyzaj planlama ve yönetiminde insan algısı ile doğrudan ilişkilendirilen peyzaj özelliklerinin belirlenmesinde objektif bir bakış açısı sağlamaktadır (Tagliafierro ve ark., 2013). Ayrıca peyzaj ekolojisi ve estetiği arasında görsel göstergeler kullanılarak oluşturulan ortak alan, peyzajların mekânsal yapısının ölçülmesi, alan kullanım tiplerinin görsel etkilerinin belirlenmesi konusunda anahtar bir role sahiptir (Tveit ve ark. 2006; Fry ve ark., 2009; Özhancı, 2014). Peyzaj göstergeleri, insanların estetik tercihlerinin

değerlendirilmesinde de merkezi bir öneme sahiptir ve peyzajlara ilişkin görsel algılarını ölçülebilir kriterlere dönüştürür (Sang ve ark., 2008). Yerinde gözlemlerden elde edilen ölçütler bilgi açısından zengindir ancak birkaç spesifik alanın karakterizasyonu ile sınırlıdır (Örn. Otero Pastor ve ark., 2007; Voulligny ve ark., 2009). Buna karşılık, Coğrafi Bilgi Sistemleri araçları kullanılarak yapılan görsel peyzaj değerlendirmeleri görünürlük metriklerinden peyzaj tercihlerini açıklamak için de geliştirilmiştir (Dramstad ve ark., 2006; Joly ve ark., 2009; Foltete ve ark., 2020). İnsanlar tarafından algılanan peyzajın ekolojik ve estetik ortak alanının belirlenmesinde birçok görsel gösterge bulunmaktadır (Tveit ve ark., 2006; Ode ve ark., 2009; Fry ve ark., 2009) Ancak tüm göstergelerin kullanılması her çalışma alanı için mümkün olmamaktadır (Tagliaferro ve ark., 2013). Bu bağlamda uygun göstergelerin seçiminde filtreleme yapılmalıdır. Filtrelemenin doğru ve akılcı yapılabilmesi için göstergelerin; teorik temele uygun, peyzajlar arasında aktarılabilir, ölçülebilir ve haritalanabilir olması önerilmektedir (Ode ve ark., 2009). Özellikle kırsal peyzajda yürütülen görsel değer analizinde, yerel özelliklere dikkat edilmesi ön plana çıkmaktadır. Ayrıca peyzajın görsel kalitesinin sadece tek bir gösterge ile tanımlanması ekolojik ve estetik değer arasındaki farklılıklarının belirlenmesi konusunda eksikliklerin var olmasına neden olabilir. Bunun için ekoloji ve estetik arasındaki ilişki belirlenmeli ve yorumlanmalıdır (Daniel, 2001). Bu doğrultuda çalışmanın amacı kentleşme baskısının yoğun olduğu Gölbaşı ilçesinin ekolojik tabanlı görsel kalitesi; karmaşıklık, doğallık, rahatsızlık ve tutarlılık kavramları aracılığı ile belirlenmesidir. Ekolojik temelli metrikler kullanılarak görsel kalitenin mekânsal olarak ifade edildiği çalışmada, Gölbaşı ilçesine ilişkin mekânsal planlama stratejilerinin belirlenmesinde bu bütüncül yaklaşımın dikkate alınması önerilmektedir. Karmaşıklık, peyzaj öğelerinin ve

özelliklerinin çeşitliliğini ve zenginliğini ve peyzajdaki örüntülerin birbiri içine geçmesini ifade etmektedir. Literatürde üç grup gösterge tartışılmaktadır. Çalışma kapsamında peyzaj özelliklerinin mekânsal organizasyonunu ölçen göstergelerden arazi örtüsü/lekelerin kümelenmesi (de la Fuente de Val ve ark., 2006) ele alınmıştır (Ode ve ark., 2008). Tutarlılık, bir sahnenin bütünlüğü, renk ve dokunun tekrarlanma derecesi ve arazi kullanımı ile doğal koşullar arasındaki uygunluk ile ilgilidir. Literatür, büyük ölçüde, peyzaj öğelerinin mekânsal düzenlemesine odaklanmaktadır ve genel olarak suyun ve vejetasyonun mekânsal düzenlenmesi olmak üzere ikiye ayrılmaktadır (Ode ve ark., 2008). Çalışma kapsamında vejetasyonun mekânsal düzenlemesi kapsamında parçalılık ele alınmıştır. Doğallık görsel olarak önceden algılanan doğal duruma yakınlığı tanımlamaktadır. İnsan faktörünün az ya da hiç olmadığı alanlardır (Yılmaz, 2021). Doğallığı farklı şekillerde ölçmek mümkündür. Bunlardan biri de alandaki doğal bitki örtüsü oranını ölçmektir (Yılmaz, 2021). Algılanan doğallık ile ekolojik doğallık birbirinden farklı olabilir (Tveit ve ark., 2006). Görsel kalite açısından insan algısı doğal ve yarı doğal alanları bir bütün olarak algılama eğilimindedir (Clay ve Daniel, 2000). Bu kapsamda çalışmada doğal ve yarı doğal alanların alandaki oranları ölçülmüştür. Rahatsızlık, bir peyzajdaki bağlamsal uyum ve tutarlılık eksikliğini ifade etmektedir. Literatürde rahatsızlık göstergeleri ikiye ayrılmıştır (Ode ve ark., 2008). Kellert ve Wilson'ın (1993) Biyofili hipotezi, insanın doğaya bağlanma ihtiyacını ve insan refahı bağlamında rahatsızlığın sonuçlarını ifade etmektedir. Çalışma kapsamında rahatsızlığın görsel etkisi ölçülmüştür. Bunun için bozunum sahalarının görüldüğü alanlar tespit edilmiştir. Çalışmada karmaşıklık doğallığın bir tanımı olarak, rahatsızlık ve tutarlılık ise zıt kavramlar olarak ele alınmıştır. Gösterge seçimi kadar göstergelerin ölçülmesinde kullanılacak metrikleri de önemlidir. Metriklerin

seçiminde analizlerde kullanılacak veri seti önemlidir. Bazı metriklerin kullanımında doğru sonuçlar elde edilmesi için arazi örtüsü verilerine ek olarak arazi gözlemleri ve ortofotoların veri setlerine eklenmesi gerekmektedir (Ode ve ark., 2008). Bu doğrultuda çalışma kapsamında arazi örtüsü verilerinin kullanılması metriklerin seçiminde önemli bir faktördür. Ancak arazi örtüsünün mekânsal ölçekte görsel kalitesi birçok metrik ile ölçülmektedir. Bu çalışma kapsamında; parçalılık, görsel olarak insan algısında peyzajın devamlılığının sağlanması ve fiziksel çevrenin buna göre düzenlenmesinde insan kaynaklı değişimleri kayıt altına alan tekniklerden biri olarak seçilmiştir (Taylor, 2002).

Kümelenme indeksi, farklı peyzajlar arasında en tutarlı ve doğru sonuçları göstermekte ayrıca farklı ölçeklerde veriyi karşılaştırabilme olanakları sunmaktadır (He ve ark., 2000). Peyzajın doğallığını sürdürmesi mevcut alanın ekolojik önemine dayanmaktadır. Bu bağlamda doğal alanların varlığının tespiti görsel kalitenin en önemli belirleyicileri arasında yer almaktadır (Tagliaferro ve ark., 2013). Kırsal peyzajda rahatsızlık unsurlarının belirlenmesi ve ölçülmesi yine kaliteyi belirlemek açısından önemli bir kavramdır (Ode ve ark., 2008). Söz konusu kavramlar, göstergeler ve kullanılan metrikler Tablo 1’de verilmiştir.

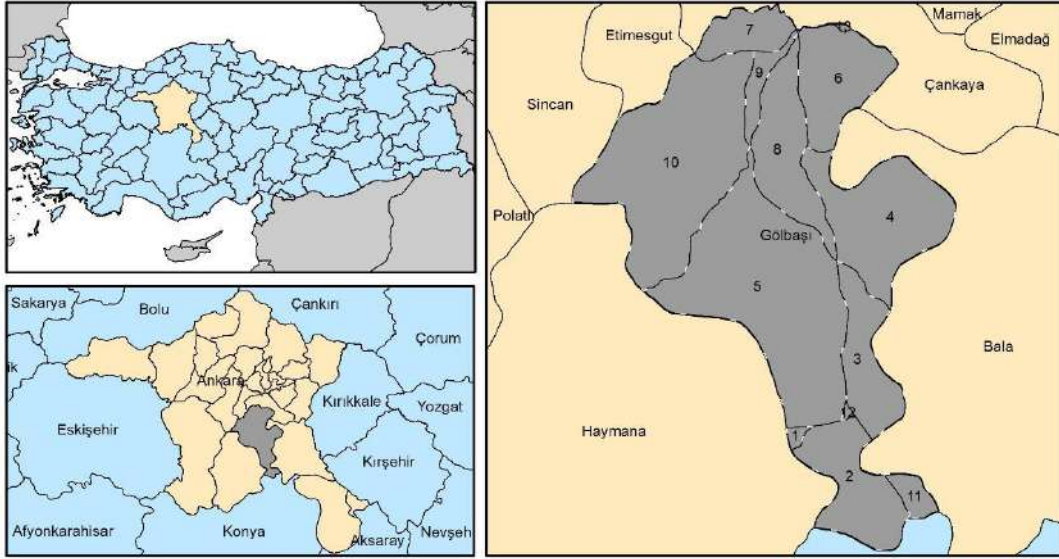
**Tablo 1.** Çalışma kapsamında kullanılan kavram, gösterge ve metrikler

Kavram	Gösterge	Metrikler
Karmaşıklık		Agregation Indeks (AI) (Ode ve ark., 2008).
Tutarlılık	Parçalılık	Leke sayısı (NP) (McGarigal ve ark., 2012; Doğan, 2016) Ortalama leke boyutu (MPS) (Saura, 2004; Doğan, 2016) Leke yoğunluğu (PD) (McGarigal ve ark., 2012; Doğan, 2016) Ortalama yakınlık indeksi (MPI) (McGarigal ve ark., 2012; Doğan, 2016)
Doğallık		Doğal ve kültürel alanların alandaki oranı (Yılmaz, 2021’den değiştirilerek)
Rahatsızlık	Görünürlük	Görünürlük analizi (Ode ve ark., 2008).

## 2. Materyal ve Yöntem

Çalışmanın ana materyalini Ankara ili merkez ilçelerinden biri olan 32°29' - 33°1' doğu boylamları, 39°50' - 39°15' kuzey enlemleri arasında yer alan Gölbaşı

ilçesi oluşturmaktadır. Batısında Sincan ve Haymana, doğusunda Bala, kuzeyinde Çankaya ve Etimesgut ilçeleri, kuzeyinde ise Konya ili bulunmaktadır (Şekil 1).



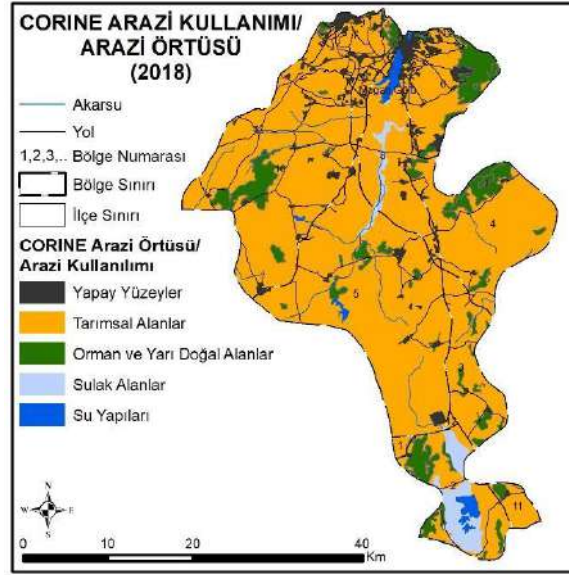
Şekil 1. Çalışma alanı konumu ve analizlerde kullanılan bölge sınırları

Arazi örtüsüne dayalı analizler Avrupa Komisyonu sahipliğinde hazırlanan 2018 yılına CORINE Arazi Örtüsü/Arazi Kullanımı verisi kullanılarak yapılmıştır (Anonim, 2019). Bölgeleme çalışmasında kullanılan karayolları verisi open street map ten elde edilmiştir (Anonim, 2023b). Görünürlük analizi Nasa tarafından üretilen AsterGDEM (Anonim, 2023c) sayısal yükseklik modeli kullanılarak yapılmıştır. İl sınırı ve ilçe sınırları harita genel müdürlüğü tarafından hazırlanan Türkiye Mülki İdare Sınırları verisinden elde edilmiştir. Akarsu verisi PEYZAJ-44 projesi (Şahin ve ark., 2013) kapsamında Mülga Çevre ve Orman Bakanlığında elde edilmiştir. Yöntem üç aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamada alan yollar kullanılarak bölgelere ayrılmıştır. İkinci aşamada, belirlenen göstergelerin algoritmaları ve yapılan bölgeleme çalışması kullanılarak parçalılık, doğallık, kümelenme ölçümleri ve görünürlük analizi yapılmıştır. Ölçüm sonuçları doğal aralıklar yöntemi kullanılarak beş seviyeye (çok

yüksek, yüksek, orta, düşük, çok düşük) ayrılmıştır. Son aşamada ise yapılan analizler örtmeler yöntemi kullanılarak alanın görsel kalitesi ortaya konulmuştur.

### 3. Bulgular ve Tartışma

Çalışma kapsamında sınıf düzeyinde yapılan analizlerde CORINE arazi örtüsü/arazi kullanımı verisinde seviye 1 ve 3 olarak tanımlanan leke sınıfları kullanılmıştır. Yapay yüzeyler bu kapsamda değerlendirilmemiştir. Bunun sebebi bu alanların doğal alanlar ve yarı doğal alanların (tarım alanları, su kütleleri, sulak alanlar) parçalanmasına ve yok olmasına sebep olan alanlar olmasıdır. Diğer kültürel alanlar ise her ne kadar insan eliyle şekillenmiş alanlar olsa da görsel değerlendirme kapsamında algısal açıdan doğal alanlardan ayrılamadığı için değerlendirmeye dahil edilmiştir (Şekil 2). Çalışma alanında bulunan arazi kullanımı/arazi örtüsüne ilişkin sınıflar Tablo 2’de verilmiştir.



Şekil 2. 2018 CORINE Arazi Kullanımı/Arazi Örtüsü

**Tablo 2.** Çalışma alanında bulunan 2018 yılı Arazi Örtüsü/Arazi Kullanımı Sınıfları

Seviye 1	Seviye 3
Yapay bölgeler	Sürekli şehir yapısı
	Kesikli şehir yapısı
	Endüstriyel ticari birimler
	Karayolları, demiryolları ve ilgili alanlar
	Maden çıkarım sahaları
	İnşaat sahaları
	Spor ve eğlence alanlar
Tarımsal alanlar	Sulanmayan ekilebilir alanlar
	Sürekli sulanan alanlar
	Üzüm bağları
	Meyve bahçeleri
	Mera alanları
	Karışık tarım alanları
	Doğal bitki örtüsü ile birlikte bulunan tarım alanları
Orman ve yarı doğal alanlar	İğne yapraklı ormanlar
	Doğal çayırliklar
	Bitki değişim alanları
	Seyrek bitki alanları
Sulak alanlar	Karasal bataklıklar
Su yapıları	Su kütleleri

İnsanlar peyzajı görsel açıdan değerlendirirken bir bütün olarak algılamaktadır (Tveit ve ark., 2006). Bundan dolayı bazı göstergeler peyzaj düzeyinde yapılan analizlerle değerlendirilmiştir. Peyzaj düzeyinde yapılan analizlerin görece değerlendirilmesini ve bu görece değerlendirmenin mekânsal anlatımı için alan ana yollar kullanılarak bölgelere ayrılmıştır (Doğan, 2016). Tüm

analizler bu bölgeler göz önüne alınarak yapılmıştır. Bölgeleme çalışması yapılırken lekeleri ayıran ve görsel olarak bütünlüğü bozan yollar (ilçe yolları ve devlet karayolları) kullanılmıştır. Yapılan bölgeleme çalışması sonucunda alan 13 bölgeye ayrılmıştır (Şekil 1). Yapılan bölgeleme çalışmasına göre arazi kullanımı/razi örtüsünün alansal dağılımı Tablo 3'te verilmiştir.

**Tablo 3.** Yapılan bölgeleme çalışmasına göre arazi kullanımı/arazi örtüsünün alansal dağılımı

Bölge no	Orman ve Yarı Doğal Alanlar (ha)	Tarımsal Alanlar (ha)	Yapay Yüzeyler (ha)	Toplam Alan (ha)
1	0	454	1	455
2	5977	5035	35	11047
3	922	7583	91	8596
4	2531	14448	260	17239
5	1372	33112	724	35208
6	2664	6340	1844	10848
7	527	3541	941	5009
8	1615	8792	604	11011
9	65	1867	417	2349
10	2446	28399	1148	31993
11	253	1562	47	1862
12	6	163	0	169
13	10	116	39	165
Toplam Alan (ha)	18388	111412	6151	135951

İlçe genelinde tarımsal alanlar 111412 ha, orman ve yarı doğal alanlar 18388 (ha), yapay yüzeyler ise 6151 (ha) alan kaplamaktadır. 6, 7, 8, 9, 10 ve 13. bölgeler kentleşmenin yoğun olduğu bölgelerdir. 1 numaralı bölge sadece tarım alanları bulunmaktadır. Orman ve yarı doğal alanların en çok alan kapladığı bölge

ise 2 numaralı bölgedir. Sadece bu bölgede orman ve yarı doğal alanlar tarımsal alanlardan daha fazla alan kaplamaktadır. Maden çıkarım sahaları 4, 5, 6, 7, 8, 9 ve 10. Bölgelerde bulunmaktadır. İlçede 542 ha maden çıkarım sahası bulunmaktadır. Maden çıkarım sahalarının bölgelere göre alansal dağılımı Tablo 4'te verilmiştir.

**Tablo 4.** Maden çıkarım sahalarının bölgelere göre alansal dağılımı

Bölge no	Alan (ha)
4	32
5	75
6	308
7	39
8	37
10	51
Toplam alan (ha)	542

Tutarlılık analizi (parçalılık analizi) sınıf düzeyinde, karmaşıklık ve doğallık analizleri peyzaj düzeyinde yapılmıştır. Rahatsızlığa ilişkin analiz yapılırken ise

görünürlük analizinden yararlanılmıştır. Karmaşıklık heterojenlik olarak peyzaj düzeyinde ele alınmıştır. Analizde kümelenme indeksi (AI) kullanılmıştır.

$$AI = \left[ \sum_{i=1}^m \left( \frac{g_{ii}}{\max \rightarrow g_{ii}} \right) P_i \right] (100)$$



Formülde  $g_{ii}$  = tek sayım yöntemine dayalı olarak leke tipi (sınıf)  $i$  pikselleri arasındaki benzer bitişikliklerin (birleşimlerin) sayısı,  $max-g_{ii}$  = tekli sayım yöntemine dayalı olarak leke tipi (sınıf)  $i$  pikselleri arasındaki maksimum benzer bitişiklik (birleşme) sayısı,  $P_i = i$  leke türünden (sınıfından) oluşan peyzaj oranıdır. Bu indeks, sonucu 0 ile 100 arasında derecelendirmektedir. Herhangi bir  $P_i$  verildiğinde, leke türleri maksimum düzeyde ayrıştırıldığında (yani, benzer bitişiklikler olmadığında) AI 0'a eşittir; AI, peyzaj tek bir lekeden oluştuğunda 100'e eşit olur (Anonim, 2023d). Yani AI arttıkça heterojenlik azalır. Yapılan ölçümlere göre karmaşıklık 1,3,5 ve 11. bölgelerde çok düşük, 2,4 ve 10. bölgelerde düşük, 6,7,8,9

ve 12. bölgelerde orta 13. bölgede yüksektir (Şekil 3a). Tutarlılık kavramı ölçümlerinde yapılan parçalılık analizinde ele alınan metrikler sınıf düzeyinde değerlendirilmiştir. Analiz CORINE arazi örtüsü/arazi kullanımı seviye 3 sınıfları kullanılarak yapılmıştır. Analizde ele alınan metrikler NP (Leke sayısı) (McGarigal ve ark., 2012), MPS (Ortalama leke boyutu) (Saura, 2004), PD (Leke yoğunluğu) (McGarigal ve ark., 2012), MPI (Ortalama yakınlık indeksi) (McGarigal ve ark., 2012)dir. Analiz Fragstat ve Patch Analyst yazılımları kullanılarak yapılmıştır. Formülleri Tablo 5'te verilmiştir. Analiz sonucunda parçalılığı yüksek çıkan alanlar tutarlılık değeri düşük alanlar olarak değerlendirilmiştir.

**Tablo 5.** Metrik formül ve açıklamaları (Doğan, 2016)

Metrik	Formül	Açıklama
NP (Leke sayısı) (McGarigal, vd.2012)	$NP = n_i$	$n_i$ : $i$ leke tipinde peyzajdaki leke sayısı
MPS (Ortalama leke boyutu) (Saura, 2004)	$MPS = \frac{\sum_{i=1}^{NP} a_i}{NP}$	$a_i$ : ilgili arazi örtüsü sınıf her bir leke sayısının alanıdır.
PD (Leke yoğunluğu) (McGarigal vd. 2012)	$PD = \frac{n_i}{A} (10,000)(100)$	$n_i$ = $i$ leke tipinde peyzajdaki leke sayısı, $A$ = toplam peyzaj alanı ( $m^2$ ).
MPI (Ortamala yakınlık indeksi) (McGarigal vd., 2012)	$MPI = \frac{\sum_{j=1}^n \sum_{s=1}^n \frac{a_{ijs}}{h_{ijs}^2}}{n_i}$	$a_{ijs}$ = $ij$ lekесinin belirtilen komşuluk içindeki $ijs$ lekесinin alanı, $h_{ijs}$ = hücre merkeziden hesaplanan, leke kenarından diğer leke kenarı uzaklığına dayanan, leke $ijs$ ve leke $ijs$ arasındaki mesafe.

Yapılan ölçümlere göre tutarlılık 1,2, 3, 5,6, 7,9 ve 11. bölgelerde çok düşük ve düşük, 4, 8, 12 ve 13. bölgelerde orta, 10. bölgede yüksek ve çok yüksektir (Şekil 3b).

Doğallık doğal ve yarı doğal alanların bölge içindeki alansal dağılımlarının oranı olarak ele alınmıştır. Bu oran belirlenirken aşağıdaki formül kullanılmıştır.

$$\text{Doğallık} = \left( \frac{\text{doğal alanların bölge içindeki toplam alanı}}{\text{bölgenin alanı}} \right) * 5 + \left( \frac{\text{tarım alanlarının bölge içindeki toplam alanı}}{\text{bölgenin alanı}} \right) * 3$$

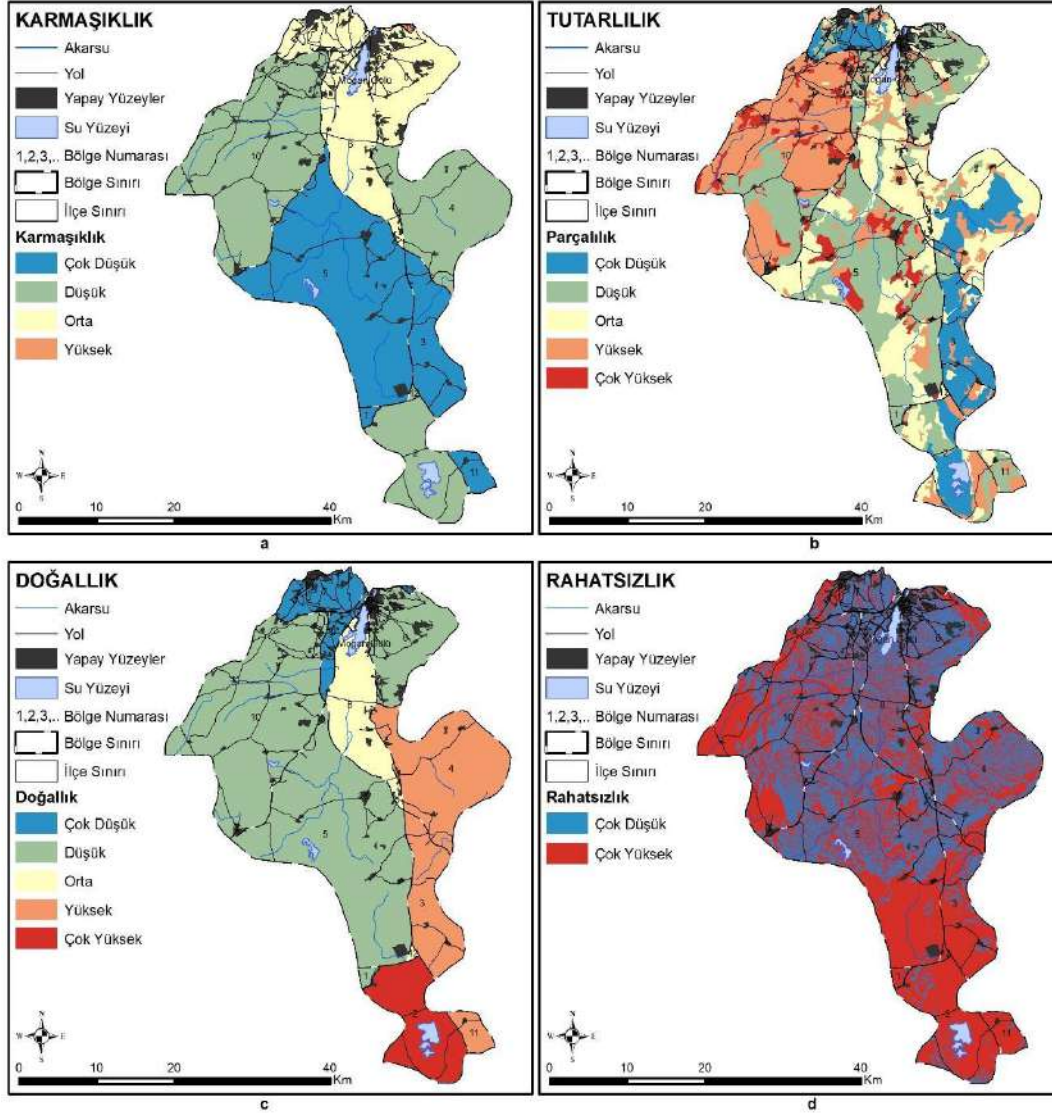
Analiz kapsamında CORINE arazi örtüsü/arazi kullanımı verisinde seviye 1 de belirtilen orman ve yarı doğal alanlar doğal alan olarak, tarım alanları ise yarı doğal alan olarak tanımlanmıştır. İnsan algısı

açısından doğal ve yarı doğal alanlar bir bütün olarak algılansa da ekolojik açıdan eşit olarak değerlendirilemez. Bu yüzden doğal alanlar doğallık açısından en yüksek değerde değerlendirilirken, yarı doğal



alanlar orta değerde değerlendirilmiştir. Bu durum formülde ağırlık değerleri olarak kullanılmıştır. Yapılan ölçümlere göre doğallık 7, 9 ve 13. bölgelerde çok düşük ve 1, 5, 6 ve 10. bölgelerde düşük, 8 ve 11. bölgelerde orta, 3, 4, ve 11. bölgelerde yüksek, 2. bölgede çok yüksektir (Şekil 3c). Rahatsızlık analizi kapsamında maden

çıkarma sahalarının görünürlük analizi yapılmıştır. Maden alanlarının görüldüğü alanlar rahatsızlık açısından çok yüksek, görünmediği alanlar ise çok düşük olarak değerlendirilmiştir. 1, 2, 3, 11 ve 12. bölgelerde rahatsızlık çok düşük, diğer bölgelerde ise çok yüksektir (Şekil 3d).



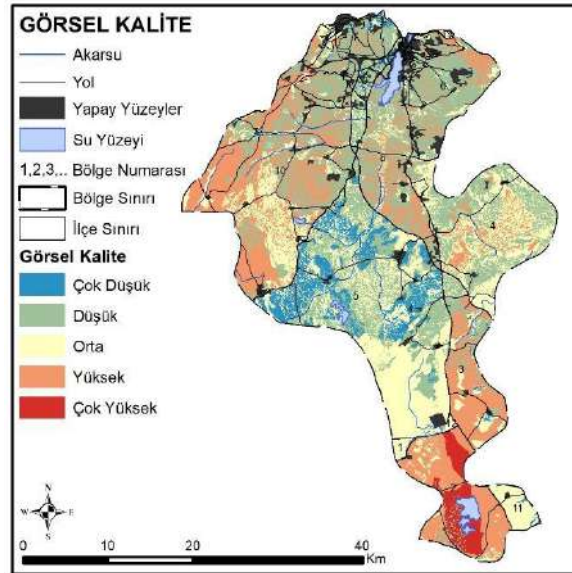
Şekil 3. Görsel kavramlar (a) karmaşıklık, (b) tutarlılık, (c) doğallık, (d) rahatsızlık

Görsel kalitenin değerlendirilmesinde kullanılan kavramlar ayrı ayrı temsil edilse de birbiri ile bağlantılıdır. Bu noktada ekolojik temelli yapılan her bir analiz hem ayrı hem de bütün olarak değerlendirilmelidir. Karmaşıklık arttıkça görsel kalite de artmaktadır (Ode ve ark.,

2008). Buna göre görsel kalite 1,3,5 ve 11. bölgelerde çok düşük, 2,4 ve 10. bölgelerde düşük, 6,7,8,9 ve 12. bölgelerde orta 13. bölgede yüksektir. Benzer şekilde tutarlılık, peyzajın bütününün parçalardan daha önemli olduğu ifade eden bir anlayıştır (Van Mansvelt ve Kuiper, 1999). Tutarlılığın

yüksek olduğu alanlar parçalılık oranının düşük olduğu ve lekelerin bir bütün olarak algılandığı görsel kalitesi yüksek alanlardır (Tveit ve ark., 2006). Buna göre görsel kalite 1,2, 3, 5,6, 7,9 ve 11. bölgelerde çok düşük ve düşük, 4, 8, 12 ve 13. bölgelerde orta, 10. bölgede yüksek ve çok yüksektir. Doğallık, görsel kalitenin önemli bir bakış açısı olarak görülmektedir (Tveit ve ark., 2006) ve peyzajın doğal duruma yakınlığı ile tanımlanır (Ode ve ark., 2008). Bu bağlamda doğallığın artması peyzajın ekolojik açıdan görsel kalitesinin de artması ile yorumlanmaktadır (Fry ve ark., 2009). Buna göre görsel kalite 7, 9 ve 13. bölgelerde çok düşük ve 1, 5, 6 ve 10.

bölgelerde düşük, 8 ve 11. bölgelerde orta, 3, 4, ve 11. bölgelerde yüksek, 2. bölgede çok yüksektir. Görsel kalite rahatsızlık açısından ise maden alanlarının görüldüğü alanlar çok düşük, görünmediği alanlar ise çok yüksek olarak değerlendirilmiştir. Çalışma kapsamında kullanılan katmanlar örtmeler yönteminde eşit olarak değerlendirilmiştir. Analiz sonucuna göre insan etkisinin yüksek olduğu yapay yüzeylerin yoğun olduğu bölgelerde (6, 7 ve 9. bölgeler) görsel kalite düşüktür. İnsan etkisinin daha az olduğu ve orman ve yarı doğal alanların alansal olarak daha çok olduğu bölgelerde ise görsel kalite yüksektir (Şekil 4).



Şekil 4 Görsel kalite analizi

Bu çalışma kapsamında analiz edilen görsel göstergeler birçok çalışmada kullanılmış ve peyzajın ekolojik ve estetik değerini ortak alanın belirlenmesi ile görsel kaliteye ilişkin sonuçlara ulaşılmıştır. Çalışmaların birçoğunda karmaşıklık, doğallık, tutarlılık ve rahatsızlık göstergeleri ölçülmüştür (Tagliaferro ve ark., 2013; Martin ve ark., 2016; Kerebel ve ark., 2019). Ancak her bir çalışmada seçilen kavramların analizi farklı metrikler kullanılarak yapılmıştır. Tagliaferro ve ark. (2013) çalışmalarında karmaşıklık için Shannon Eşitlik İndeksi SHEI, doğallık için doğal bitki örtüsü

yüzdesi, rahatsızlık yangın yaşanan alanların ve engelleyici unsurların varlığı ile belirlemişlerdir. Martin ve ark. (2016) karmaşıklık; peyzajı oluşturan lekelerin şekli, doğallık; doğal alan kullanımı ile ilişkili lekelerin alanı, rahatsızlık; yapay alanların görünürlük analizi, tutarlılık; bağlantılılık göstergesi ile hesaplamışlardır. Kerebel ve ark. (2019) ise karmaşıklık için leke yoğunluğu, çeşitlilik, şekil karmaşıklığı ve zıtlık, doğallık için de orman yapısı, orman yaşı ve alan kullanımına ilişkin analizler gerçekleştirmişlerdir. Görüldüğü üzere her

çalışmada kullanılan kavramların ortak olması, ölçüm için kullanılacak metriklerin de aynı olmasını gerektirmemektedir. Çalışma alanının doğal ve kültürel özellikleri, ulaşılan veri setleri ve veri kalitesi, çalışmadan elde edilmesi istenen sonuca göre metriklere karar verilebilmektedir. Bu çalışmada Tveit ve ark. (2006), Ode ve ark. (2008) ve Fry ve ark. (2009) oluşturduğu kavramsal çerçeve ışığında, Gölbaşı ilçesinin mevcut görsel kalitesinin tutarlı veriler ile yansıtılacağı metrikler belirlenmiştir. Görsel kalitenin belirlenmesi mekânsal analizler ile kısıtlı tutulmuş, insan algısını ölçmeye yönelik herhangi bir analiz gerçekleştirilmemiştir. Mekânsal analizler sonucunda görsel kalitenin en yüksek ve en düşük olduğu alanlardan görüntüler elde edilerek insan algısının ölçülmesi, bireylerin bu alanlara atfettiği değerlerin belirlenmesi için bu analizler önemli bir altlık oluşturmaktadır.

#### 4. Sonuç

Gölbaşı ilçesi ekolojik, sosyo-ekonomik ve kültürel açıdan çeşitliliğe sahiptir. Mogan-Eymir Gölleri sulak alanlarının yaban hayatının barınma bölgeleri olması ve Gölbaşı'na özgü *Centaurea tchitatcheffii* (Yanar döner veya peygamber çiçeği) yayılış alanı olması nedeniyle Gölbaşı Özel Çevre Koruma Bölgesi adı altında çeşitli devlet kurumları tarafından koruma faaliyetleri gerçekleştirilmektedir (Anonim, 2023e). Ancak Mogan Gölü'nde yer alan rekreasyon alanlarının yoğun kullanımı, korunması öncelikli alanlardaki baskıyı arttırmaktadır. Buna ek olarak sağladığı istihdam olanakları nedeniyle ilçede nüfus artışı yaşanmakta (Anonim, 2023f) ve kentleşme baskısı da gün geçtikçe artmaktadır. İlçede tarım ve hayvancılığın devam ettiği bölgeler kırsal karakter göstermeye devam etmektedir. Yapılan çalışma ile Gölbaşı ilçesinin görsel kalitesi ekolojik-estetik temelli yaklaşımla ekolojik göstergeler ve metrikler kullanılarak değerlendirilmiştir. Söz konusu çalışma ile Gölbaşı ilçesinde özellikle kırsal alanda yapılacak mekânsal planlar için altlık

olabilecek bir çalışma ortaya konulmaya çalışılmıştır. Hem insan baskısının yoğun olduğu hem de kırsal özelliklerin baskın olduğu ilçede mekânsal planlar yapılırken özellikle görsel kalitenin azalma eğiliminde olduğu yerler dikkate alınmalı, söz konusu eğilimin sebepleri ortaya konulmalı ve gerekli önlemler alınmalıdır. Mekânsal planlar yapılırken sadece ekonomik, aynı zamanda ekolojik ve kültürel bileşenler de dikkate alınmalıdır. Bu kapsamda yapılacak planlarda peyzajın ekolojik süreçlerin yanı sıra, kültürel işlevleri de değerlendirilmelidir. Görsel kalite değerlendirmesi çalışmalarında hem ekolojik hem de algısal süreçleri göz önüne alındığından yapılacak planlama çalışmalarında dikkate alınması gereken unsurlardan biridir. Görsel kalite değerlendirmelerinde kullanılan pek çok yöntem (anket, sözlü görüşme, coğrafi bilgi sistemlerine dayalı yöntemler) mevcuttur (Doğan ve Bingül Bulut, 2022). Bu değerlendirmede kullanılacak yöntemler seçilirken çalışmanın amacı, kullanılacak veri seti, değerlendirmenin yapılacağı alan (park, ilçe, havza vb.) önem kazanmaktadır. Tüm bunların yanı sıra seçilen yöntem kapsamında kullanılacak göstergeler ve bu göstergeleri ölçmede kullanılacak metrikler de önemlidir. Görsel göstergeler olarak seçilen peyzaj metrikleri, ekolojiden sağlanan bilgileri kullanarak, peyzajın değerini tanımlanabilir hale getiren köprü aracı rolünü üstlenmektedir. Bu bağlamda peyzaj metrikleri ekonomik modellerin oluşturulmasında, peyzajın insanlar tarafından algılanan gerçek çeşitliliğini, doğallığını ve uyumunu temsil etmesi için nicel değişkenler sağlamak üzere de kullanılabilir (Taglieferro ve ark., 2013). Bu bakış açısıyla peyzaj bütüncül bir yaklaşımla değerlendirildiğinde, göstergeler aracılığı ile kırsala özgü kimliklerin ön plana çıkarılması ve alan kullanımlarının bu özgün değere göre planlanması sağlanabilecektir.

#### Yazarların Katkı Beyanı

Yazarlar makaleye eşit katkıda bulduklarını, makalenin yayına hazır son

halini gördüklerini/okuduklarını ve onayladıklarını beyan ederler.

### Çıkar Çatışması Beyanı

Tüm yazarlar, bu çalışma için herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedir.

### Kaynaklar

- Angileri, V., Toccolini, A., 1993. The assessment of visual quality as a tool for the conservation of rural landscape diversity. *Landscape and Urban Planning*, 24 (1–4): 105-112.
- Anonim, 2019. CORINE Land Cover (CLC)(<https://land.copernicus.eu/en/products/corine-land-cover>), Erişim tarihi: (1.12.2019).
- Anonim, 2023a. American Society of Landscape Architects. Rural Landscapes, Policy Statement. ([https://www.asla.org/uploadedFiles/CMS/Government\\_Affairs/Public\\_Policies/Rural\\_Landscapes.pdf](https://www.asla.org/uploadedFiles/CMS/Government_Affairs/Public_Policies/Rural_Landscapes.pdf)) Erişim Tarihi: (15.05.2023).
- Anonim, 2023b. OpenStreetMap Data Extracts (<https://download.geofabrik.de/>), Erişim tarihi: (19.09.2023).
- Anonim, 2023c. Earth Data Serach (<https://search.earthdata.nasa.gov/search/>), Erişim tarihi: (19.05.2023).
- Anonim, 2023d. Fragstats (<https://fragstats.org/index.php/fragstats-metrics/aggregation-metrics/14-aggregation-index>), Erişim tarihi: (19.05.2023).
- Anonim, 2023e. Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı (<https://ockb.csb.gov.tr/golbasi-ozel-cevre-koruma-bolgesi-i-2750>), Erişim tarihi: (28.05.2023).
- Anonim, 2023f. Türkiye İstatistik Kurumu ([https://www.tuik.gov.tr/indir/duyuru/favori\\_raporlar.xlsx](https://www.tuik.gov.tr/indir/duyuru/favori_raporlar.xlsx)), Erişim tarihi: (28.05.2023).
- Clay, G.R., Daniel, T.C., 2000. Scenic landscape assessment: the effects of land management jurisdiction on public perception of scenic beauty. *Landscape and Urban Planning*, 49: 1-13.
- Daniel, T.C., 2001. Whither scenic beauty? visual landscape quality assessment in

the 21st century. *Landscape and Urban Planning*, 54(1-4): 267-281.

- de la Fuente de Val, G., Atauri, J.A., de Lucio, J.V., 2006. Relationship between landscape visual attributes and spatial pattern indices: a test study in Mediterranean-climate landscapes, *Landscape and Urban Planning*, 77: 393-407.
- Doğan, D., 2016. Peyzaj bağlantılılığının saptanması ve değerlendirilmesi: Malatya kenti ve yakın çevresi örneği. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Doğan, D., Bingül Bulut, M.B., 2022. Visual landscape studies: A systematic literature review. (Ed: M. Özyavuz) Sustainability, Conservation and Ecology in Spatial Planning and Design. New approaches, solutions, applications, Peter Lang GmbH. Berlin. s.845-862.
- Dramstad, W.E., Sundli Tveit, M., Fjellstad, W.J., Fry, G.L.A., 2006. Relationships between visual landscape preferences and map-based indicators of landscape structure. *Landscape Urban Planning*, 78 (4):465–474.
- Foltete, J.C., Ingensand, J., Blanc, N., 2020. Coupling crowdsourced imagery and visibility modelling to identify landscape preferences at the panorama level. *Landscape and Urban Planning*, 197: 103756.
- Fry, G., Tveit M. S., Ode, A., Velarde, M. D., 2009. The ecology of visual landscapes: Exploring the conceptual common ground of visual and ecological landscape indicators. *Ecological Indicators*, 9(2009): 933–947.
- He, H., Dezonias, B., Mladenoff, D., 2000. An Aggregation Index (AI) to quantify spatial patterns of landscapes. *Landscape Ecology*, 15:591-601.
- Joly, D., Brossard, T., Cavailhes, J., Hilal, M., Tourneux, F. P., Tritz, C., Wavresky, P., 2009. A quantitative approach to the visual evaluation of landscape. *Ann. Assoc. Am. Geogr.*, 99 (2): 292–308.

- Kellert, S. R., Wilson, E. O., 1993. The biophilia hypothesis. Washington, DC: Island Press/Shearwater Books.
- Kerebel, A., Gélinas, N. Déry, S., Voigt, B., Munson, A., 2019. Landscape aesthetic modelling using Bayesian networks: conceptual framework and participatory indicator weighting. *Landscape and Urban Planning*, 185: 258-271.
- Lothian, A., 1999. Landscape and the philosophy of aesthetics: is landscape quality inherent in the landscape or in the eye of the Beholder. *Landscape and Urban Planning*, 44: 177-199.
- Martin, B., Ortega, E., Otero, I., Arce R. M., 2016. Landscape character assessment with GIS using map-based indicators and photographs in the relationship between landscape and roads. *Journal of Environmental Management*, 180: 324-334.
- McGarigal, K., Cushman S.A., Ene, E., 2012. FRAGSTATS v4: Spatial pattern analysis program for categorical and continuous maps. Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts, Amherst. Available at the following web site: <http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html>
- McHarg, I., 1969, Design with nature, Natural History Press, New York, NY.
- Nassauer. J.I., 1988. Landscape care: perceptions of local people in landscape ecology and sustainable development. In: Landscape/Land Use Planning. Proceedings of the 1988 Annual Meeting. American Society of Landscape Architects. Seattle, s. 27-41.
- Ode Å., Mari S. Tveit, Fry G., 2008. Capturing landscape visual character using indicators: touching base with landscape aesthetic theory, *Landscape Research*, 33(1): 89-117.
- Otero Pastor, I., Casermeiro Martínez, M. A., Ezquerro Canalejo, A., Esparcia Marino, P., 2007. Landscape evaluation: comparison of evaluation methods in a region of Spain. *Journal of Environmental Management*, 85(1): 204–214.
- Özhancı, E., 2014. Kırsal alanlarda ekolojik temelli görsel peyzaj karakter analizi; Bayburt örneği. Doktora tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Özvan, H., Bostan, P., 2019. Çeşitli yöntemlerin karşılaştırılması ile görsel estetik kalite değerlendirilmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 29:159-167.
- Pinto-Correia, T., Primdahl, J., Pedroli, B., 2018. What is the rural landscape about? In european landscapes in transition: Implications for policy and practice, Cambridge University Press, Cambridge s. 42-63.
- Sang, N., Miller, D., Ode, Å., 2008. Landscape metrics and visual topology in the analysis of landscape preference. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 35(3): 504–520.
- Saura S., 2004. Effects of remote sensor spatial resolution and data aggregation on selected fragmentation indices, *Landscape Ecology*, 19: 197–209.
- Şahin, Ş., Perçin, H., Kurum, E., Uzun, O., Bilgili, B.C., Tezcan, L., Çiçek, İ., Müftüoğlu, V., Çorbacı, Ö.L., Sütünç, S., Doğan, D., Koç, Ö., Ateş, E., Tarım, B., Kurdoğlu, G., Kaşko, Y., 2013. PEYZAJ-44: İl ölçeğinde peyzaj karakter analizi ve turizm/Rekreasyon açısından değerlendirilmesi. 109G074 Nolu TÜBİTAK KAMAG Projesi Raporu.
- Tagliaferro C., Longo A., Van Eetvelde V., Antrop M., Hutchinson W. G., 2013. Landscape economic valuation by integrating landscape ecology into landscape economics. *Environmental Science & Policy*, 32: 26-36.
- Taylor, P. D., 2002. Fragmentation and cultural landscapes: tightening the relationship between human beings and the environment, *Landscape and Urban Planning*, 58: 93-99.

- Tveit, M., Ode A., Fry G., 2006. Key concepts in a framework for analysing visual landscape character. *Landscape Research*, 31(3): 229-255.
- Van Mansvelt, J. D., Kuiper, J., 1999. Criteria for the humanity realm: psychology and physiognomy and cultural heritage, (Ed. J. D. van Mansvelt, M. J. van der Lubbe), Checklist for Sustainable Landscape Management, s. 116-134
- Vouligny, E., Domon, G., Ruiz, J., 2009. An assessment of ordinary landscapes by an expert and by its residents: landscape values in areas of intensive agricultural use. *Land Use Policy*. 26 (4): 890-900.
- Yılmaz M., 2021. Kırsal alanların peyzaj ekonomisi bağlamında değerlemesi: Ankara- Nallıhan ilçesi örneği. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

---

**Atıf Şekli:** Doğan, D., Bingül Bulut, M.B., Yılmaz, M., 2023. Kırsal Peyzajların Görsel Kalite Değerlendirmesi: Gölbaşı, Ankara Örneği. *MAS Uygulamalı Bilimler Dergisi*, 8(Özel Sayı): 924–937.

DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10003558>.

**To Cite:** Doğan, D., Bingül Bulut, M.B., Yılmaz, M., 2023. Visual Quality Assessment of Rural Landscapes: The Case of Gölbaşı, Ankara. *MAS Journal of Applied Sciences*, 8(Special Issue): 924–937.

DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10003558>.

---



## Bilecik Ekolojik Koşullarında Mürdümük (*Lathyrus sativus* L.) İle Adi Fiğın (*Vicia sativa* L.) Kaba Yem Verimi ve Kalitesinin Belirlenmesi

Erdem GÜLÜMSER<sup>1</sup>, İlknur YILDIRIM<sup>1</sup>, Yusuf Murat KARDEŞ<sup>1\*</sup>, Uğur BAŞARAN<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Bilecik  
<sup>2</sup>Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Yozgat  
 \*Sorumlu yazar (Corresponding author): [yusufmurat@kardes@hotmail.com](mailto:yusufmurat@kardes@hotmail.com)

**Geliş Tarihi (Received):** 29.06.2023

**Kabul Tarihi (Accepted):** 03.08.2023

### Özet

Bu çalışmada yazlık olarak ekilen mürdümük (*Lathyrus sativus* L.) ve yaygın fiğ (*Vicia sativa* L.) türlerinin silaj ve kuru ot verimleri ile kaliteleri incelenmiştir. Materyal olarak mürdümüğün “Eren”, yaygın fiğın ise “Emir” çeşitleri kullanılmıştır. Deneme 2022 yılında Bilecik koşullarında yürütülmüştür. Çalışma Tesadüf Blokları Deneme Desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuş olup, 2 yarı deneme şeklinde yürütülmüştür. Buna göre, çalışma silaj ve kuru ot olarak ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Mürdümük ve yaygın fiğın silaj ve kuru ot verimleri sırasıyla 568.23-246.97 kg da<sup>-1</sup> ve 661.98-252.62 kg da<sup>-1</sup> olmuştur. Çeşitlerin ortalama ham protein oranları silajda %22.79 kuru otta ise %20.11 olarak belirlenmiştir. Hem silaj hem de kuru otta belirlenen makro besin maddeleri (K, P, Ca ve Mg) hayvanların besin ihtiyaçlarının karşılayacak düzeydedir. Bilecik ekolojik koşullarında mürdümük ve yaygın fiğın silaj ve kuru ot verimi ile kalitesinin incelendiği çalışmada incelenen özellikler bakımından çeşitler arasında fark olmamıştır. Buna göre her iki çeşidinde bölge ekolojisinde rahatlıkla yetiştirilebileceği öngörülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Kaba yem, verim, kalite, mürdümük, yaygın fiğ

## Determination of Roughage Yield and Quality of Grass Pea (*Lathyrus sativus* L.) and Common Vetch (*Vicia sativa* L.) In Bilecik Ecological Conditions

### Abstract

In this study, silage and hay yields and quality of grass pea (*Lathyrus sativus* L.) and common vetch (*Vicia sativa* L.) species were examined. The "Eren" varieties of grass pea and the "Emir" varieties of common vetch were used as materials in the study. The trial was conducted in Bilecik conditions in 2022. The study was designed according to the Random Block Trial Design with 3 replications and was conducted in 2 half-trials. Accordingly, the study was evaluated separately as silage and hay. Silage and hay yields of grass pea and common vetch were 568.23-246.97 kg da<sup>-1</sup> and 661.98-252.62 kg da<sup>-1</sup>, respectively. The average crude protein ratio of the varieties was determined as 22.79% in silage and 20.11% in hay. Macronutrients (K, P, Ca and Mg) determined in both silage and hay are at a level to meet the nutritional needs of animals. In the study where the silage and hay yield and quality of grass pea and common vetch were examined in Bilecik ecological conditions, there was no difference between the varieties in terms of the examined traits. Accordingly, it is predicted that both varieties can be grown easily in the regional ecology.

**Keywords:** Roughage, yield, quality, grasspea, common vetch

## 1. Giriş

Hayvancılığın vazgeçilmez besin kaynaklarından biri olan kaba yemler, tarla tarımı içerisinde yer alan yem bitkileri üretimi ve çayır mera alanlarından karşılanmaktadır. Son veriler Türkiye’de 31 milyon ton kuru ot üretimi ve 19 milyon büyükbaş hayvan birimi (BBHB) olduğunu göstermektedir. Hayvan varlığı için gerekli olan kaliteli kaba yem miktarı 86 milyon ton olup, kaba yem açığı ise 55 milyon tondur. Dolayısıyla bu miktarın ancak % 35.7’lik kısmı karşılanabilmektedir (Acar ve ark., 2020). Bilecik ilinde yem bitkileri ve silaj üretiminden 63.344 ton, çayır mera alanlarından ise 6.000 ton olmak üzere toplam 69.344 ton kaliteli kaba yem üretimi elde edilmektedir. İlde toplam 45 bin BBHB varlığı bulunmakta olup, bu hayvan varlığının yıllık kaba yem ihtiyacı ise 205 bin tondur. Buna göre ilde 136 bin ton kaba yem açığı bulunmakta olup, üretilen kaba yemin ihtiyacı karşılama oranı ise % 33.77’dir (Meşe ve ark., 2019). Mürdümük (*Lathyrus* sp) türleri arasında en yaygın olan *Lathyrus sativus* L (yaygın mürdümük) zengin besinsel içeriği ile baklagil yem bitkileri içerisinde önemi giderek artmaktadır. Genel olarak insan beslenmesinde kullanılsa da bitki son dönemlerde hayvan rasyonlarına hem tane hem de ot olarak dâhil olamaya başlamıştır. Kuraklığa dayanımı iyi olan bitkinin Ülkemizde tarımı çok dar alanlarda ve sınırlı miktarlarda yapılmaktadır. Son

veriler (2022 yılı) ülkemizde mürdümük bitkisinin ekim alanının yaklaşık olarak 66 bin ha, yeşil ot ve kuru ot veriminin ise sırasıyla 55 bin 13 bin ton olduğunu ortaya koymaktadır (Anonim, 2023). Dünya üzerinde fiğ türleri arasında en çok tarımı yapılan yaygın fiğ (*Vicia sativa* L.) yüksek protein ve besin kaynağı olan baklagil yem bitkisidir (Tosun, 1974) Kışı sert geçen yerlerde yazlık, ılıman olan yerlerde ise kışlık olarak değerlendirilmemektedir. Kuraklığa toleransı yüksek olan bitki hayvan beslenmesinde tane, silaj ve kuru ot olarak değerlendirilmektedir. Türkiye’de 2022 yılı yaygın fiğ ile diğer fiğ türlerinin toplam ekim alanı yaklaşık olarak 3.5 milyon ha olup toplam yeşil ot miktarı 4 milyon, kuru ot ise 1 milyon tondur (Anonim, 2023). Bu çalışmada yazlık olarak ekilen mürdümük (*Lathyrus sativus* L.) ve yaygın fiğ (*Vicia sativa* L.) türlerinin silaj ve kuru ot verimleri ile kaliteleri incelenmiştir.

## 2. Materyal ve Yöntem

Çalışmada materyal olarak mürdümük (*Lathyrus sativus* L.) “Eren”, yaygın fiğ (*Vicia sativa* L.) bitkisinin ise “Emir” çeşitleri kullanılmıştır. Deneme 2022 yılında Bilecik koşullarında yürütülmüştür. Bilecik ilinin uzun yıllar sıcaklık ortalaması 15.8° C iken 2020 yılında 16.8° C olmuştur. İlin uzun yıllar toplam yağış miktarı 128.8 mm, deneme yılında ise 139.1 mm olmuştur (Tablo 1).

**Tablo 1.** Bilecik ili iklim verileri

Aylar	Sıcaklık (°C)		Yağış (mm)	
	Uzun yıllar	2022	Uzun yıllar	2022
Nisan	11.5	13.3	41.8	24.8
Mayıs	16.1	16.8	47.7	19.0
Haziran	19.9	20.3	39.3	95.3
<b>Toplam/Ortalama</b>	15.8	16.8	128.8	139.1

Denemenin yürütüldüğü alanından alanın toprağı killi-tınlı bünyeye sahip olup, pH’sı hafif alkali (7.70), kireç oranı orta seviyede (%6.12) ve tuz içeriği (%0.041) hafif olarak belirlenmiştir. Toprağın fosfor içeriği 21.15 kg da<sup>-1</sup>, potasyum içeriği 66.6 kg da<sup>-1</sup>, organik madde miktarı ise %2.02 olarak tespit edilmiştir. Çalışma Tesadüf

Blokları Deneme Desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuş olup, 2 ayrı deneme şeklinde yürütülmüştür. Buna göre, çalışma silaj ve kuru ot verim ve kalitesi olarak ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Deneme sıra arası 30 cm, sıra uzunluğu 4 m ve 6 sıra olacak şekilde planlanmıştır. Çalışma elle kurulmuş olup (01.04.2022), tohumluk



miktarı mürdümükte 75 tohum m<sup>-2</sup>, yaygın fiğde ise 10 kg da<sup>-1</sup> olacak şekilde hesaplanmıştır. Ekimle birlikte dekara 8 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> gelecek şekilde DAP gübresi verilmiştir. Bitkilerin hasadı hem silaj hem de kuru ot için tam çiçeklenme döneminde gerçekleştirilmiştir. Hasat edilen bitkilerin parsel ağırlıkları muhtemel kayıplar göz önüne alınarak %30 azaltılmasıyla silaj verimleri, etüvde 60° C'de kurutularak yaş ota oranlanmasıyla da kuru ot verimleri belirlenmiştir. Silaj yapmak amacıyla bitkiler bir müddet soldurulduktan sonra 2 kg'lık vakumlu poşetlere 4 tekrar olacak şekilde konulmuş ve ağızları hava almayacak şekilde kapatılmıştır. Silaj

materyali 45 gün süreyle 25±2° C'de bekletilmiştir. Açılan silajlardan 20 g örnek alınarak üzerine 100 ml saf su ilave edilmiş ve blender yardımı ile iyice karıştırılarak filtre kâğıdından süzümüştür. Örneklerin pH'sı dijital pH metre ile ölçümüştür (Başaran ve ark., 2018). Açılan silajlardan alınan örnekler yaş olarak tartıldıktan sonra etüve konularak 105° C derecede sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuş ve kuru örnek ağırlığı yaş örnek ağırlığına oranlanarak kuru madde oranları belirlenmiştir. Kuru madde (KM) ve pH değerleri belirlenen silaj örneklerinde Eşitlik 1 ile Flieg puanları hesaplanmıştır.

$$\text{Flieg Puanı: } ((220 + (2x\% \text{ KM} - 15) - 40 \times \text{pH}) \text{ (Kılıç, 1984) (1)}$$

Hesaplanan Flieg puanına göre ise silaj kalite sınıfları belirlenmiştir. Buna göre, Flieg puanı 0-20 arasında kötü, 21-40 arasında düşük, 41-60 arasında orta, 61-80 arasında iyi ve 81-100 arasında ise çok iyi sınıfta yer almıştır. Laktik asit (LA), asetik asit (AA) ve bütirik asit (BA) analizleri, yüksek performanslı sıvı kromatografi (HPLC) cihazı ile (Shimadzu, Kyoto, Japonya, kılcal sütun 5µm x 4.6 mm x 250 mm, Japon ve 40°C sıcaklıkta) belirlenmiştir (Başaran ve ark., 2018). Silajlarda bütirik aside rastlanılmamıştır. Silaj ve kuru otta 60° C'de sabit ağırlığa gelene kadar kurutulan ve öğütülen örneklerde ham protein, (HPO), Asit Deterjanda Çözünmeyen Lif (ADF), Nötr Deterjanda Çözünmeyen Lif (NDF), potasyum (K), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg) ve fosfor (P) içerikler Near Infrared Reflectance Spectroscopy (Foss 6500) cihazıyla IC-0904FE paket programı kullanılarak belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar SPSS 21.0 istatistik paket programında analiz edilmiştir. Silaj için Tesadüf Parselleri Deneme Deseni, kuru ot için ise Tesadüf Blokları Deneme Deseni kullanılmış olup, grup ortalamaları

arasındaki farklılıklar Duncan testi ile ortaya konulmuştur.

### 3. Bulgular ve Tartışma

#### 3.1. Silaj verimi ve kalitesi

Mürdümük ve yaygın fiğ çeşitlerinin silaj verimi ve kalitesine ait veriler Tablo 2'de verilmiştir. Buna göre tüm özellikler arasında istatistiksel olarak fark olmamıştır. Çeşitlerin silaj verimi sırasıyla 568.23 ve 661.98 kg da<sup>-1</sup> olmuştur. Her iki çeşitte Flieg puanı bakımından iyi silaj kalitesi sınıfında yer almıştır. Silajların laktik asit içerikleri iyi bir silajda olması gereken sınır değerinden (<%2.0) yüksek olmuştur. Gülümser (2019) mürdümük bitkisinin laktik asit içeriğinin %0.85-4.05 arasında değiştiğini, Turan (2020) ise yaygın fiğin laktik asit içeriğinin %1.80 olduğunu bildirmiştir. Çeşitlerin ortalama ham protein, ADF ve NDF oranları sırasıyla %22.79, %33.61 ve %47.19 olarak tespit edilmiştir. Mürdümük ve yaygın fiğ çeşitlerinin silajlarının ortalama K, P, Ca ve Mg içerikleri sırasıyla %3.22, %0.60, %1.10 ve %0.38 olarak tespit edilmiştir. Bu değerler Kidambi ve ark. (1989)'nın hayvanların makro besin ihtiyacı için gerekli olan sınırlar içerisinde olmuştur.

**Tablo 2.** Mürdümük ve yaygın fiğ çeşitlerinin silaj verimi ve kalitesi

Özellikler	Eren	Emir	Ortalama
Silaj verimi (kg/da) <sup>öd</sup>	568.23	661.98	615.10
pH <sup>öd</sup>	4.54	4.68	4.62
Kuru madde oranı (%) <sup>öd</sup>	26.71	28.78	27.74
Fleig <sup>öd</sup>	76.55	75.35	75.95
Laktik asit (%) <sup>öd</sup>	3.06	3.30	3.18
Asetik asit (%) <sup>öd</sup>	0.18	0.21	0.20
Ham protein oranı (%) <sup>öd</sup>	23.04	22.54	22.79
Asit Deterjanda Çözünmeyen Lif (%) <sup>öd</sup>	33.32	33.89	33.61
Nötr deterjanda çözünmeyen lif (%) <sup>öd</sup>	47.16	47.22	47.19
Potasyum (%) <sup>öd</sup>	3.10	3.34	3.22
Fosfor (%) <sup>öd</sup>	0.62	0.58	0.60
Kalsiyum (%) <sup>öd</sup>	1.08	1.12	1.10
Magnezyum (%) <sup>öd</sup>	0.36	0.42	0.38

Öd: Önemli değil

### 3.1. Kuru ot verimi ve kalitesi

Mürdümük ve yaygın fiğ çeşitlerinin kuru ot verimi ve kalitesine ait veriler Tablo 3’de verilmiştir. Buna göre tüm özellikler arasında istatistiksel olarak fark olmamıştır. Çeşitlerin kuru ot verimleri sırasıyla 246.97 ve 252.62 kg da<sup>-1</sup> olmuştur. Öten ve ark (2017) mürdümük bitkisinin kuru ot veriminin 409.10 kg da<sup>-1</sup>, Önal Aşçı ve Eğritaş (2017) ise yaygın fiğ kuru ot veriminin 514.9 kg da<sup>-1</sup> olduğunu bildirmişlerdir. Farklılıklar çeşit, lokasyon ve uygulanan kültürel işlemlerden

kaynaklanmış olabilir. Mürdümük çeşidinin ham protein oranı %20.62, yaygın fiğ ise %19.59 olarak belirlenmiştir. Çeşitlerin ham protein verimleri ise sırasıyla 50.98 kg da<sup>-1</sup> ve 49.55 kg da<sup>-1</sup> olmuştur. Çeşitlerin ortalama ADF ve NDF oranları sırasıyla %38.76 ve %50.72 olarak tespit edilmiştir. Örneklerin ortalama K, P, Ca ve Mg içerikleri sırasıyla %3.14, %0.55, %1.03 ve %0.36 olarak tespit edilmiştir. Bu değerler Kidambi ve ark. (1989)’nın hayvanların makro besin ihtiyacı için gerekli olan sınırlar içerisinde olmuştur.

**Tablo 3.** Mürdümük ve yaygın fiğ çeşitlerinin kuru ot verimi ve kalitesi

Özellikler	Eren	Emir	Ortalama
Kuru ot verimi (kg/da) <sup>öd</sup>	246.97	252.62	249.80
Ham protein oranı (%) <sup>öd</sup>	20.62	19.59	20.11
Ham protein verimi (kg/da) <sup>öd</sup>	50.98	49.55	50.27
Asit Deterjanda Çözünmeyen Lif (%) <sup>öd</sup>	37.80	39.40	38.76
Nötr deterjanda çözünmeyen lif (%) <sup>öd</sup>	50.33	51.11	50.72
Potasyum (%) <sup>öd</sup>	3.18	3.10	3.14
Fosfor (%) <sup>öd</sup>	0.54	0.56	0.55
Kalsiyum (%) <sup>öd</sup>	1.02	1.04	1.03
Magnezyum (%) <sup>öd</sup>	0.34	0.38	0.36

Öd: Önemli değil

### 4. Sonuç

Bilecik ekolojik koşullarında mürdümük ve yaygın fiğ silaj ve kuru ot verimi ile kalitesinin incelendiği çalışmada incelenen özellikler bakımından çeşitler arasında fark olmamıştır. Bu durum her iki çeşidinde bölge ekolojisinde rahatlıkla yetiştirilebileceği anlamına gelmektedir.

### Yazarların katkı beyanı

Yazarlar makaleye eşit katkıda bulduklarını, makalenin yayına hazır son

halini gördüklerini/okuduklarını ve onayladıklarını beyan ederler.

### Çıkar Çatışması Beyanı

Tüm yazarlar, bu çalışma için herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedir.

**Kaynaklar**

- Acar, Z., Tan, M., Ayan, İ., Önal Aşçı, Ö., Mut, H., Başaran, U., Can, M., Kaymak, G., 2020. Türkiye’de yem bitkileri tarımının durumu ve geliştirme olanakları. *Türkiye Ziraat Mühendisleri IX. Teknik Kongresi*, Kongre Bildiri Kitabı 529-553.
- Anonim, 2023. Türkiye İstatistik Kurumu <https://www.tuik.gov.tr/>, Erişim Tarihi: 20.05.2023.
- Başaran, U., Gülümser, E., Mut, H., Doğrusöz, M. Ç., 2018. Mürdümük+ tahıl karışımlarının silaj verimi ve kalitesinin belirlenmesi. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 6(9): 1237-1242.
- Gulumser, E., 2019. Effect of harvest stage and ensiling period on silage quality of Grass Pea (*Lathyrus sativus* L.). *Fresenius Environmental Bulletin*, 28(4A): 3417-3422.
- Kılıç, A., 1984. Silo yemi. Bilgehan Basımevi, İzmir, Türkiye, pp. 350.
- Kidambi, S. P., Matches, A. G., Griggs, T. C., 1989. Variability for Ca, Mg, K, Cu, Zn, and K/(Ca+ Mg) ratio among 3 wheatgrasses and sainfoin on the southern high plains. *Rangeland Ecology & Management/Journal of Range Management Archives*, 42(4): 316-322.
- Meşe, A., Gülümser, E., Mut, H., 2019. Bilecik ili yem bitkilerinin mevcut durumu. *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 6(2): 336-343.
- Önal Aşçı Ö., Eğritaş, Ö. 2017. Yaygın fiğ-tahıl karışımlarında ot verimi, bazı kalite özellikleri ve rekabetin belirlenmesi. *Journal of Agricultural Sciences*, 23(2): 242-252.
- Öten, M., Kiremitçi, S., Erdurmuş, C., 2017. Mürdümükte (*Lathyrus sativus* L.) tane ve kuru ot verimi ile ilişkili özelliklerin korelasyon ve path analizi ile saptanması. *Derim*, 34(1):72-78.
- Tosun, F., 1974. Baklagil ve Buğdaygil Yem Bitkileri Kültürü. Atatürk Üniversitesi Yayınları No: 242, Erzurum.
- Turan, N., 2020. Determining the chemical composition and nutrition quality of hungarian vetch silage (*Vicia pannonica* CRANTZ) mixed with wheat (*Triticum aestivum* L.) and barley (*Hordeum vulgare* L.) at different rates. *Applied Ecology and Environmental Research*, 18 (2): 2795-2806.

---

**Atıf Şekli:** Gülümser, E., Yıldırım, İ., Kardeş, Y.M., Başaran, U., 2023. Bilecik Ekolojik Koşullarında Mürdümük (*Lathyrus sativus* L.) ile Adi Fiğın (*Vicia sativa* L.) Kaba Yem Verimi ve Kalitesinin Belirlenmesi. *MAS Journal of Applied Sciences*, 8 (Özel Sayı): 938–942. DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10003589>.

**To Cite:** Gülümser, E., Yıldırım, İ., Kardeş, Y.M., Başaran, U., 2023. Determination of Roughage Yield and Quality of Grass Pea (*Lathyrus sativus* L.) and Common Vetch (*Vicia sativa* L.) In Bilecik Ecological Conditions. *MAS Journal of Applied Sciences*, 8 (Special Issue): 938–942. DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10003589>.

---

## Yazlık Ekilen Farklı Yem Bitkilerinde Ön Bitkinin Etkisi

Berat MUHCU<sup>1</sup>, İlknur YILDIRIM<sup>1</sup>, Yusuf Murat KARDEŞ<sup>1\*</sup>, Erdem GÜLÜMSER<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Bilecik

\*Sorumlu yazar (Corresponding author): [yusufmurat@kardes@hotmail.com](mailto:yusufmurat@kardes@hotmail.com)

**Geliş Tarihi (Received):** 29.06.2023

**Kabul Tarihi (Accepted):** 03.08.2023

### Özet

Bu çalışma 2023 yılında Bilecik ili Pazaryeri ilçesinde yonca ve yulaf peşine ekilen silajlık mısır (*Zea mays* L.), sorgum sudan otu melezi (*Sorghum bicolor x Sorghum sudanense* Stapf.) ve karabuğdayın (*Fagopyrum esculentum* L.) kuru ot verimi ve kalite özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Çalışma Tesadüf Blokları Deneme Desenine göre 3 tekrarlamalı olarak kurulmuş olup, her bitki kendi içerisinde değerlendirilmiştir. Bitkilerde kuru ot verimi (KOV), ham protein oranı (HPO) ve verimi (HPV) ile asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF), nötr deterjanda çözünmeyen lif (NDF), potasyum (K), fosfor (P), kalsiyum (Ca) ve magnezyum (Mg) oranları belirlenmiştir. Her üç bitkide en yüksek KOV ile HPV yonca peşine ekilen parsellerden elde edilmiştir. Sonuçlara göre, yonca peşine ekilen silajlık mısır, sorgum sudan otu melezi ve karabuğday incelenen özellikler bakımından daha iyi performans sergilemiştir. Buna göre bölge ekolojisinde yazlık olarak üç bitkinin de yonca peşine ekilmesinin daha uygun olacağı tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Ön bitki, yem bitkisi, ot verimi, ot kalitesi

## The Effect of Previous Crop on Different Forage Crops in Summer Sowing

### Abstract

This study was carried out to determine the hay yield and quality traits of silage maize (*Zea mays* L.), sorghum sudangrass hybrid (*Sorghum bicolor x Sorghum sudanense* Stapf.) and buckwheat (*Fagopyrum esculentum* L.) sowing under alfalfa and oats in Pazaryeri district of Bilecik province in 2023. The study was designed according to the Random Block Trial Design with 3 replications and each plant was evaluated on its own. The hay yield (HY), crude protein ratio (CP) and yield (CPV), acid detergent fiber (ADF), neutral detergent fiber (NDF), potassium (K), phosphorus (P), calcium (Ca), and magnesium (Mg) ratios were determined. The highest HY and CPV in three plants of of were obtained from plots planted after alfalfa. According to the results, silage maize, sorghum sudangrass hybrid and buckwheat grown after alfalfa showed better performance in terms of the examined traits. Accordingly, it has been determined that it would be more appropriate to plant all three plants after alfalfa as summer crops in the ecology of the region.

**Keywords:** Previous crop, forage crop, hay yield, hay quality

## 1. Giriş

Türkiye’de hayvan sayısı yeterli düzeyde olup, hayvanların verimleri ise oldukça düşüktür. Ülkedeki büyükbaş hayvanların karkas ağırlığı ortalama 170 kg civarındadır. Bu rakam Avrupa ülkelerinde 270 kg’ı bulabilmektedir (Yaylak ve Alçıçek, 2003). Bu durumun sebebi ise Türkiye’de bulunan hayvanların yeterli ve kaliteli kaba yem ile beslenememesidir (Alçıçek ve ark., 2010). Nitekim kaliteli kaba yemler hayvansal üretim için vazgeçilmez bir unsurdur ve ülkelerin ulusal ekonomilerinin de bel kemiğini oluşturmaktadır. Kışlık olarak yetiştirilen bitkilerin yaz ayları içerisinde hasat edilmektedir. Bölgelere göre hasat tarihleri farklılık gösterebilmektedir. Ancak genel olarak bir sonraki kışlık ekime kadar tarım alanları 4-5 ay boş kalabilmektedir. Bu süre zarfında sulama imkânı olan bölgelerde vejetasyon süresi kısa olan bir ara ürün değerlendirilebilir. Türkiye bu anlamda çok şanslı olup, bu dönemde yetiştirilebilecek çok sayıda bitki türüne sahiptir. Bu konuda yapılan bir çalışmada, buğday hasadını takiben 4-5 ay boş kalan tarım alanlarında silajlık mısır, sorgum, sudan otu ve sorgum-sudan otu melezlerinin yetiştirilmesi sonucunda ülkemizde yaklaşık olarak 9.000.000 ton kuru ot sağlanabileceği bildirilmektedir (Çelen ve ark., 1998; Budak ve Soya, 2003). Türkiye’de toprak genişliği bakımından 70. sırada yer alan

Bilecik ilinin işlenebilir tarım arazisi varlığı 125 bin ha olup, bu alanın 42 bin hektarında (%33.59) sulu tarım, 83 bin hektarında ise (%66.41) kuru tarım yapılmaktadır. İlde yem bitkileri ve silaj üretiminden toplam 70 bin ton kaba yem elde edilmektedir. İldeki toplam büyükbaş hayvan birimi (BBHB) 45 bin olup, bir yıllık kaba yem ihtiyacı ise 205 bin tondur. Bilecik ilinde kaba yem açığı 135 bin ton olup, üretilen kaba yem ihtiyacın ancak %33’ünün karşılayabilmektedir (Meşe ve ark., 2019). Bu çalışmada Bilecik ili pazaryeri ilçesinde yonca ve yulafın peşine ekilen silajlık mısır, sorgum sudan otu melezi ve karabuğdayın kaba yem verimlerinin ve kalite parametrelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

Çalışmada materyal olarak silajlık mısır (*Zea mays* L. “Simpatico”), sorgum sudan otu (SS) melezi ((*Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense* Stapf. “Aneto”) ve karabuğday (*Fagopyrum esculentum* L. “Güneş”) kullanılmıştır. Deneme 2023 yılında Bilecik ili Pazaryeri ilçesi çiftçi arazisinde yürütülmüştür. Bilecik ilinin uzun yıllar sıcaklık ortalaması 20.7° C iken 2020 yılında 20.0° C olmuştur. İlin uzun yıllar toplam yağış miktarı 98.7 mm, deneme yılında ise 112.6 mm olmuştur (Tablo 1).

**Tablo 1.** Bilecik ili Pazaryeri İlçesinin vejetasyon dönemine ait iklim verileri

Aylar	Sıcaklık (°C)		Yağış (mm)	
	Uzun yıllar	2023	Uzun yıllar	2023
Haziran	19.9	17.9	42.9	59.4
Temmuz	22.1	21.9	19.6	24.6
Ağustos	22.1	22.9	13.8	2.0
Eylül	18.5	17.4	22.4	26.6
<b>Toplam/Ortalama</b>	20.7	20.0	98.7	112.6

Denemenin bulunduğu alana ait toprak özelliklerine ait analiz sonuçları Tablo 2’de verilmiştir. Hem yonca hem de yulaf ekili alanın toprağı killi-tınlı bünyeye sahip olup, pH bakımından hafif alkali (%7.95-8.11), orta seviyede kireçli (7.55-7.91) ve tuz içeriği ise az (%0.035-0.041) olduğu

belirlenmiştir. Toprakların fosfor (33.45-29.21 kg da<sup>-1</sup>) ve potasyum içerikleri ise fazla (155.67-144.89 kg da<sup>-1</sup>) olmuştur. Yonca ekili toprağın organik maddesinin (%2.21) yulaftan (%1.34) daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

**Tablo 2.** Deneme yerlerinin toprak özellikleri

Özellikler	Yonca	Yulaf
Tekstür (%)	56.61	60.11
pH	7.95	8.11
Kireç (CaCO <sub>3</sub> , %)	7.55	7.91
Toplam tuz (%)	0.035	0.041
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg da <sup>-1</sup> )	33.45	29.21
K <sub>2</sub> O (kg da <sup>-1</sup> )	155.67	144.89
Organik madde (%)	2.21	1.34

Çalışma Tesadüf Blokları Deneme Desenine göre 3 tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Her bitki kendi içerisinde değerlendirilmiş olup, yonca ve yulaf ekili parsellere bitkiler ayrı ayrı ekilmiştir (22.06.2023). Ekimler elle yapılmış olup, silajlık mısırdaki sıra üzeri 17 cm, sıra arası 70 cm, SS melezinde sıra üzeri 5 cm, sıra arası 50 cm ve karabuğdayda ise sıra üzeri 5 cm, sıra arası 20 cm olacak şekilde ayarlanmıştır. Tüm bitkilere ait parsellerin sıra uzunluğu 5 m olup, sıra sayısı ise 6 adettir. Denemede tohumluk miktarı; silajlık mısırdaki 12.000 adet da<sup>-1</sup>, sorgumda 2.5 kg da<sup>-1</sup>, karabuğdayda ise 8 kg da<sup>-1</sup> olarak hesaplanmıştır. Ekim ile birlikte tüm parsellere dekara 8 kg DAP gübresi ve yarısı ekimle diğer yarısı da mısırdaki bitki boyunun 40-50 cm boylandığı dönemde tüm işlemlere dekara toplam 10 kg N gelecek şekilde üre (% 46N) gübresi verilmiştir. Bitkilerde sulama ilk çıkışta yağmurlama ile daha sonra ise damlama sistemi ve bitkilerin ihtiyaç duydukları dönemlerde yapılmıştır. Ayrıca tüm bitkilere 1 defa el çapası yapılmıştır. Hasat işlemi silajlık mısır ve SS melezinde hamur olum, karabuğdayda ise tam çiçeklenme döneminde gerçekleştirilmiştir. Hasat edilen yeşil ot örnekleri etüvde 60° C de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuş ve daha sonra tartılmıştır. Elde edilen değerler yaş ot verimine oranlanarak kuru ot verimleri hesaplanmıştır. Kurutulan örnekler laboratuvarında 1 mm elek çapına sahip değirmende öğütülmüş ve analize hazır duruma getirilmiştir. Bu örneklerde ham protein (HPO), asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF), nötr deterjanda çözünmeyen lif (NDF), potasyum (K), fosfor (P), kalsiyum (Ca) ve magnezyum (Mg) oranları Foss NIR Systems Model

6500 Win ISI II v1.5 cihazında IC-0904FE kalibrasyon programı kullanılarak belirlenmiştir. Ayrıca bitkilerin ham protein oranları dekara kuru ot verimi ile çarpılarak ham protein verimleri belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar SPSS 21.0 istatistik paket programı ile Tesadüf Blokları Deneme Desenine göre analiz edilmiştir. İşlemler arasındaki farklılıklar Duncan çoklu karşılaştırma testi ile ortaya konulmuştur.

### 3. Bulgular ve Tartışma

#### 3.1. Silajlık mısır

Yonca ve yulaf arkasına ekilen silajlık mısırdaki kuru ot verimi (KOV), ham protein oranı (HPO), ham protein verimi (HPV) ile asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF), nötr deterjanda çözünmeyen lif (NDF), potasyum (K), fosfor (P), kalsiyum (Ca) ve magnezyum (Mg) içerikleri Tablo 3’de verilmiştir. Buna göre KOV, HPV ve Ca değerleri arasında istatistiksel olarak %1 ihtimal seviyesinde önemli olmuştur. Diğer özellikler arasında ise fark olmamıştır. En yüksek KOV (4981.50 kg da<sup>-1</sup>) ve HPV (554.84 kg da<sup>-1</sup>) yonca peşine ekilen parsellerden elde edilmiştir (Tablo 3). Bu durum, silajlık mısırdaki ön bitkisi niteliğinde olan yoncanın baklagil olması dolayısıyla da toprakta artıklarının, suyunda devreye girmesi ile mineralize olması, açığa çıkan azot ve mineral maddelerden mısırdaki daha iyi yararlanmış olmasından kaynaklanabilir. Ayrıca toprak özellikleri incelendiğinde yonca parselinden alınan toprağın organik maddesi yulaf parseline göre daha yüksek olmuştur. Nitekim yonca parseline ekilen ve hasat edilen silajlık mısırdaki ham protein içeriği de daha yüksek olmuştur. Kavut ve Geren (2015) ile Gül ve ark. (2008) baklagillerin tahıllar için çok iyi bir ön bitki olduğunu, kuru madde verimini artırdığını, azot ihtiyacını da azalttığını bildirmişlerdir.

Silajlık mısırın ortalama ADF, NDF, K, P ve Mg içerikleri sırasıyla %38.39, %59.21, %2.31, %0.35 ve %0.34 olmuştur. En yüksek Ca içeriği %0.25 ile yonca peşine ekilen mısırdan elde edilmiştir. Gülümser

(2016) Macar fiği peşine ekilen silajlık mısırın Ca içeriğini %0.28, tritikale peşine ekilen silajlık mısırın ise %0.23 olduğunu bildirmiştir.

**Tablo 3.** Yonca ve yulaf arkasına ekilen silajlık mısırın kuru ot verimi ve kalite özellikleri

Özellikler	Yonca	Yulaf	Ortalama
<b>Kuru ot verimi (KOV, kg da<sup>-1</sup>)**</b>	4981.50 <sup>a</sup>	4151.25 <sup>b</sup>	4566.38
<b>Ham protein oranı (HPO, %)**</b>	11.12 <sup>a</sup>	9.44 <sup>b</sup>	10.28
<b>Ham protein verimi (HPV, kg da<sup>-1</sup>)**</b>	554.84 <sup>a</sup>	394.42 <sup>b</sup>	47463
<b>Asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF, %)<sup>ö</sup></b>	37.90	38.88	38.39
<b>Asit deterjanda çözünmeyen lif (NDF, %)<sup>ö</sup></b>	57.26	61.166	59.21
<b>Potasyum (K, %)<sup>ö</sup></b>	2.34	2.27	2.31
<b>Fosfor (P, %)<sup>ö</sup></b>	0.37	0.32	0.35
<b>Kalsiyum (Ca, %)**</b>	0.25 <sup>a</sup>	0.17 <sup>b</sup>	0.21
<b>Magnezyum (Mg, %)<sup>ö</sup></b>	0.35	0.33	0.34

(\*\*) 0.01 düzeyinde önemli; (ö): Önemli değil. Aynı sütun içerisinde ortak harf taşıyan ortalamalar Duncan testine göre p≤0.05 hata sınırları içerisinde istatistiksel olarak farksızdır.

### 3.2. Sorgum sudan otu (SS) melezi

Yonca ve yulaf arkasına ekilen SS melezinin kuru ot verimi (KOV), ham protein oranı (HPO), ham protein verimi (HPV) ile asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF), nötr deterjanda çözünmeyen lif (NDF), potasyum (K), fosfor (P), kalsiyum

(Ca) ve magnezyum (Mg) içerikleri Tablo 4’de verilmiştir. Buna göre KOV, HPO, HPV, P ve Ca değerleri arasında istatistiksel olarak %1 ihtimal seviyesinde önemli olmuştur. Diğer özellikler arasında ise fark olmamıştır.

**Tablo 4.** Yonca ve yulaf arkasına ekilen SS melezinin ot verimi ve kalite özellikleri

Özellikler	Yonca	Yulaf	Ortalama
<b>Kuru ot verimi (KOV, kg da<sup>-1</sup>)**</b>	1538.38 <sup>a</sup>	1093.13 <sup>b</sup>	1315.15
<b>Ham protein oranı (HPO, %)**</b>	9.23 <sup>a</sup>	8.95 <sup>b</sup>	9.09
<b>Ham protein verimi (HPV, kg da<sup>-1</sup>)**</b>	142.08 <sup>a</sup>	99.18 <sup>b</sup>	120.63
<b>Asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF, %)<sup>ö</sup></b>	31.77	33.64	32.71
<b>Asit deterjanda çözünmeyen lif (NDF, %)<sup>ö</sup></b>	46.28	48.31	47.30
<b>Potasyum (K, %)<sup>ö</sup></b>	2.91	2.95	2.93
<b>Fosfor (P, %)**</b>	0.33	0.26	0.29
<b>Kalsiyum (Ca, %)**</b>	0.64 <sup>a</sup>	0.56 <sup>b</sup>	0.60
<b>Magnezyum (Mg, %)<sup>ö</sup></b>	0.39	0.38	0.38

(\*\*) 0.01 düzeyinde önemli; (ö): Önemli değil. Aynı sütun içerisinde ortak harf taşıyan ortalamalar Duncan testine göre p≤0.05 hata sınırları içerisinde istatistiksel olarak farksızdır.

En yüksek KOV (1538.38 kg da<sup>-1</sup>) ve HPV (142.08 kg da<sup>-1</sup>) yonca peşine ekilen parselden elde edilmiştir (Tablo 4). Bu durum, SS melezinin ön bitkisi niteliğinde olan yoncanın baklagil olması dolayısıyla da toprakta artıklarının, suyunda devreye girmesi ile mineralize olması, açığa çıkan azot ve mineral maddelerden SS melezinin daha iyi yararlanmış olmasından kaynaklanabilir. Ayrıca toprak özellikleri incelendiğinde yonca parselden alınan

toprağın organik maddesi yulaf parseline göre daha yüksek olmuştur. Nitekim yonca parseline ekilen ve hasat edilen SS melezinin sorgumun ham protein içeriği de daha yüksek olmuştur. Kavut ve Geren (2015) ile Gül ve ark. (2008) baklagillerin tahıllar için çok iyi bir ön bitki olduğunu, kuru madde verimini artırdığını, azot ihtiyacını da azalttığını bildirmişlerdir. SS melezinin ortalama ADF, NDF, K, P ve Mg içerikleri sırasıyla %32.71, %47.30, %2.93,

%0.29 ve %0.38 olmuştur. En yüksek Ca içeriği %0.64 ile yonca peşine ekilen SS melezinden elde edilmiştir. Özyazıcı ve Açıkbaş (2020) farklı SS melezlerinin ortalama Ca içeriğinin %0.58 olduğunu bildirmiştir.

### 3.3. Karabuğday

Karabuğdayın kuru ot verimi (KOV), ham protein oranı (HPO), ham protein verimi (HPV) ile asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF), nötr deterjanda çözünmeyen lif (NDF), potasyum (K), fosfor (P), kalsiyum (Ca) ve magnezyum (Mg) içerikleri Tablo 5’de verilmiştir. Buna göre KOV, HPV, ADF, K ve P değerleri arasında istatistiksel olarak %1 ihtimal seviyesinde önemli olmuştur. Diğer

özellikler arasında ise fark olmamıştır. En yüksek KOV (334.58 kg da<sup>-1</sup>) ve HPV (31.79 kg da<sup>-1</sup>) yonca peşine ekilen parselden elde edilmiştir (Tablo 5). Bu durum, karabuğdayın ön bitkisi niteliğinde olan yoncanın baklagil olması dolayısıyla da toprakta artıklarının, suyunda devreye girmesi ile mineralize olması, açığa çıkan azot ve mineral maddelerden karabuğdayın daha iyi yararlanmış olmasından kaynaklanabilir. Ayrıca toprak özellikleri incelendiğinde yonca parseline alınan toprağın organik maddesi yulaf parseline göre daha yüksek olmuştur. Nitekim yonca parseline ekilen ve hasat edilen karabuğdayın ham protein içeriği de daha yüksek olmuştur.

**Tablo 5.** Yonca ve yulaf arkasına ekilen karabuğdayın kuru ot verimi ve kalite özellikleri

Özellikler	Yonca	Yulaf	Ortalama
Kuru ot verimi (KOV, kg da <sup>-1</sup> )**	334.58 <sup>a</sup>	258.75 <sup>b</sup>	296.67
Ham protein oranı (HPO, %) <sup>ö</sup> d	9.44	9.16	9.30
Ham protein verimi (HPV, kg da <sup>-1</sup> )**	31.79 <sup>a</sup>	23.77 <sup>b</sup>	27.78
Asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF, %)**	35.00 <sup>b</sup>	38.07 <sup>a</sup>	36.53
Asit deterjanda çözünmeyen lif (NDF, %) <sup>ö</sup> d	52.03	53.65	52.84
Potasyum (K, %)**	2.32 <sup>a</sup>	2.20 <sup>b</sup>	2.26
Fosfor (P, %)**	0.38 <sup>a</sup>	0.33 <sup>b</sup>	0.35
Kalsiyum (Ca, %) <sup>ö</sup> d	0.22	0.22	0.22
Magnezyum (Mg, %) <sup>ö</sup> d	0.35	0.34	0.35

(\*\*) 0.01 düzeyinde önemli; (ö): Önemli değil. Aynı sütun içerisinde ortak harf taşıyan ortalamalar Duncan testine göre p≤0.05 hata sınırları içerisinde istatistiksel olarak farklıdır.

Karabuğdayın ortalama NDF, Ca ve Mg içerikleri sırasıyla %52.84, %0.22 ve %0.35 olmuştur. Yonca peşine ekilen karabuğdaydan daha yüksek K (%2.32) ve P (%0.38) elde edilmiştir. Ayrıca yonca peşine ekilen ve hasat edilen karabuğday yulaf peşine ekilen parsele oranla daha düşük ADF oranı sergilemiştir. Alkay ve Kökten (2020) karabuğdayın ham protein oranının %8.76-9.88, ADF oranının %40.19-42.04 ve NDF oranının %43.51-45.11 arasında değiştiğini bildirmişler.

### 4. Sonuç

Bilecik ilinin Pazaryeri ilçesinde yonca tarlasının bozulması ve yulafın hasat edilmesini takiben boş kalan alanlara ekilen silajlık mısır, sorgum sudan otu melezi ve karabuğdayın verim ve kalitesinin belirlendiği bu çalışmada; yonca peşine

ekilen bitkilerin yulaf peşine ekilen parsellerden incelenen özellikler bakımından daha iyi performans sergiledikleri tespit edilmiştir. Buna göre bölge ekolojisinde yazlık olarak üç bitkinin de yonca ekili tarlanın peşine ekilmesinin daha uygun olacağı ön görülmüştür.

### Yazarların Katkı Beyanı

Yazarlar makaleye eşit katkıda bulduklarını, makalenin yayına hazır son halini gördüklerini/okuduklarını ve onayladıklarını beyan ederler.

### Çıkar Çatışması Beyanı

Tüm yazarlar, bu çalışma için herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedir.



**Kaynaklar**

- Alçıçek, A., Kılıç, A., Ayhan, V., Özdoğan, M., 2010. Türkiye’de kaba yem üretimi ve sorunları. *Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi*, Kongre Bildiri Kitabı, 11-15.
- Alkay, R., Kökten, K. 2020. Bingöl koşullarında karabuğday çeşitlerinde ekim zamanının ot verimi ve kalitesi üzerine etkileri. *Türk Doğa ve Fen Dergisi*, 9(1): 29-34.
- Budak, B., Soya, H., 2003. İkinci ürün olarak yetiştirilen farklı mısır (*Zea mays* L.) çeşitlerinin hasıl verimleri üzerinde bir araştırma. *Türkiye*, 5: 13-17.
- Çelen, A. E., Geren, H., Soya, H., Tan, E., 1998. Ege bölgesinde yazlık ikinci ürün yem bitkileri yetiştirme olanakları. *Ege Bölgesi 1. Tarım Kongresi*, Kongre Bildiri Kitabı 7-11 Kasım 1998, 258-264. Aydın.
- Gül, İ., Yıldırım, M., Akinci, C., Doran, I. and Kilic, H., 2008. Response of silage maize (*Zea mays* L.) to nitrogen fertilizer after different crops in a semi arid environment. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 32 (6): 513-520.
- Gülümser, E. 2016. Orta Anadolu koşullarında Macar fiği+ tahıl karışımlarının ve arkasından ekilen silajlık mısırın verim ve kalitesinin belirlenmesi Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Kavut, Y. T., Geren, H., 2015. Farklı ön bitki ve ekim zamanı uygulamalarının silajlık mısırın (*Zea mays* L.) verim ve bazı kalite özelliklerine etkileri. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 2(2): 163–170.
- Meşe, A., Gülümser, E., Mut, H., 2019. Bilecik ili yem bitkilerinin mevcut durumu. *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 6(2): 336-343.
- Özyazıcı, M. A., Açıkbaş, S. 2020. Sorgum x sudanotu melezi ve sudanotu çeşitlerinde hasat zamanının makro besin maddeleri konsantrasyonlarına etkisi. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 7(1): 47-58.
- Yaylak, E., Alçıçek, A., 2003. Sığır besiciliğinde ucuz bir kaba yem kaynağı: Mısır Silajı. *Hayvansal Üretim*, 44(2): 29-36

---

**Atıf Şekli:** Muhcu, B., Yıldırım, İ., Kardeş, Y.M., Gülümser, E., 2023. Yazlık Ekilen Farklı Yem Bitkilerinde Ön Bitkinin Etkisi. *MAS Journal of Applied Sciences*, 8(Özel Sayı): 943–948.

DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10003683>.

**To Cite:** Muhcu, B., Yıldırım, İ., Kardeş, Y.M., Gülümser, E., 2023. The Effect of Previous Crop on Different Forage Crops in Summer Sowing. *MAS Journal of Applied Sciences*, 8 (Special Issue): 943–948.

DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10003683>.

---

## Investigation of Dynamic Thiol Disulfide Homeostasis in Young Cattle With Pneumonia

Fatma ERTAŞ<sup>1\*</sup>, Şemistan KIZILTEPE<sup>1</sup>, Oğuz MERHAN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Iğdır University, Tuzluca Vocational School, Department of Medical Services and Techniques Iğdır

<sup>2</sup>Kafkas University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Veterinary Medicine Basic Sciences, Kars

\*Corresponding author: [fatma.ertas@igdir.edu.tr](mailto:fatma.ertas@igdir.edu.tr)

**Received:** 01.07.2023

**Accepted:** 05.08.2023

### Abstract

The aim of this study was to investigate blood levels of thiol and disulfide, a new oxidative stress marker of oxidant and antioxidant balance, or thiol/disulfide ratios in cattle diagnosed with pneumonia and to determine its usefulness as a new prognostic inflammatory marker. The animal material of the study consisted of 20 cattle diagnosed with pneumonia as a result of clinical examinations, aged between 01-02 years, male and female were not important. Total thiol, native thiol, disulfide levels and dynamic thiol disulfide balance were measured chlorometrically with a spectrophotometer. As a result, no significant difference was found between pre-treatment and post-treatment levels. ( $p < 0.05$ ). It is thought that an oxidative stress occurs in diseased animals according to the values measured before and after treatment. It is also anticipated that the application of a real treatment for the causative agent will reduce the oxidative stress.

**Keywords:** Antioxidants, cattle, dynamic thiol disulfide, oxidative stress, pneumonia

## 1. Introduction

Bovine Respiratory Disease (BRD) is one of the most economically important health problems in cattle breeding. The financial losses in this sense have exceeded the cost of other diseases in cattle. These damages, which cause serious financial losses to the national economy, are shaped by treatment costs, loss of production and death of cattle (Durgut and Köse, 2017; Tuzcu et al., 2020). Several factors are involved in the etiology of BRD. These factors, stress factors such as transplantation, weakening of the host immune system, and the large amount of viral, bacterial and parasitic agents in the environment allow them to invade the lung. (Cusack et al., 2003; Erdoğan et al., 2018; Tuzcu et al., 2020). In order to minimize this negative situation in cattle farms, a reliable prognosis and rational treatment practices are required (Erdoğan et al., 2018). Pneumonia is an important lung disease with high mortality and morbidity in cattle (Tuzcu et al., 2020). Pneumonia is clinically characterized by loss of appetite, high fever, respiratory distress, increased respiratory rate, cough and runny nose (Lopez et al., 2017). Lesions in pneumonia vary according to the type of agent, the route of entry into the lung, the age and resistance of the animal (Tuzcu et al., 2020). Special systems are involved in maintaining the structural integrity and normal functioning of cells and tissues. Oxidants and antioxidants are in balance between these systems. It is of great importance that this balance remains at a certain titer. If this balance shifts in the oxidant direction, oxidative stress occurs (Ertaş and Kırmızıgül 202; Değer et al., 2008). When these mechanisms are inadequate, oxidative stress leads to oxidative damage and, if it progresses, to cell dysfunction and even cell loss. This tremendous balance is disrupted when intracellular defense mechanisms are inadequate. Pathological damage has been reported to occur in the case of excessive oxidative stress. This pathological injury is caused by deficiencies in the function,

activity and immunity of skeletal muscle, heart, liver and blood cells, especially those requiring high exertion (Akkuş, 2021). Although the lungs can be easily affected by oxidative injury, airway epithelia possess antioxidants to minimize the effect of endogenous and exogenous free oxygen radicals (Özçelik et al., 2014; Al-Qudah, 2009). Antioxidants are substances that can reduce the total number of oxidants in a system by reacting with oxidants, thus stopping oxidation. With the protective effect of antioxidants, the damaging effect of oxidant molecules on tissues is reduced (Özçelik et al., 2014). The thiol or sulfhydryl parameters (SH) constitute the functional and most active model of the sulfur atom. In addition to antioxidant defense, SH is important in enzyme function, protein folding and functionality, detoxification, regulation of transcription factors, signal transduction, apoptosis and cellular stimulation systems by acting on the active parts of enzymes (Oliveira and Laurindo 2018; Akkuş, 2021). Thiol-Disulfite Homeostasis occupies a vital place. Thiol and disulfide levels are known to increase in inflammatory diseases as a marker of total oxidant status (Erel et al., 2014; Üstüner et al., 2018; Georgescu et al., 2022). Thiols, also known as mercaptans, are a class of organic compounds containing a sulfhydryl group (-SH) consisting of a sulfur atom and a hydrogen atom bonded to a carbon atom (Erel, 2014). Thiol metabolism and its role in oxidative stress have also started to be investigated. Thiols are among the key molecules of protein metabolism in the organism and are the first antioxidants consumed in oxidative stress. There is a balance known as dynamic thiol/disulfide homeostasis (Şener et al. 2014). On 09.10.2023, according to the data on the Scopus research site, 505,301 data on "pneumonia" were accessed. But when searching for "pneumonia and thiol", it was found that there were only 446 documents and these data were revealed in 2019-2023. This result shows that the number of publications in which pneumonia and thiol

were evaluated together is low. In addition, the fact that these publications are in the last 5 years indicates that this issue is current. Our hypothesis in this study was; Are thiol and disulfide blood levels at a level to indicate an inflammatory process in young cattle with pneumonia using clinical symptoms and can this be used as a prognostic marker? Our aim is to investigate the answers to these questions.

**2. Materials and Methods**

**2.1. Collection of Samples in the Study**

This study was ethically approved by Kafkas University Animal Experiments Local Ethics Committee at its meeting on 27. 04. 2021 with the approval number KAÜ-HADYEK/2021-075. The animal material was carried out in 20 cattle evaluated before and after treatment after obtaining the consent of the breeder from cattle holdings in Iğdir region. Regardless of whether male or female, 10 ml of blood was collected from the vena jugularis of the cattle in the study. The blood brought to the laboratory in the cold chain was centrifuged at 3000 rpm for 10 min and then separated into sera and the sera were stored in ependorf tubes at (-20°C) until the count was completed. The age, breed, sex,

temperature, pulse rate and respiratory rate of the animals from which blood samples were collected were recorded.

**2.2. Biochemical Analyzes**

Serum samples were measured by using Total Thiol Assay and Native Thiol Test kits in the Biochemistry Laboratory of the Faculty of Veterinary Medicine, Kafkas University using the method described by Erel et al. The results obtained were statistically calculated.

**2.3. Statistical Analysis**

The data were statistically analyzed with SPSS (Statistical Package for Social Sciences) version 20.0. "Shapiro Wilk Test" was used to determine the conformity of the data to normal distribution. Since all data fit the normal distribution, parametric tests were applied in the analysis. In all analyses, p<0.05 values were considered statistically significant.

**3. Results and Discussion**

**3.1. Biochemical Results**

Total Thiol and Native Thiol, Disulfite, Disulfite/native thiol, Disulfite/total thiol, Native thiol/total thiol values are given in Table 1.

**Table 1.** Total Thiol and Native Thiol, Disulfite, Disulfite/native thiol, Disulfite/total thiol, Native thiol/total thiol values before and after treatment in Cattle with Pneumonia

Parametreler	Groups		
	Pre-Treatment Ort±SS	Post-treatment Ort±SS	P-value
<b>Total thiol</b>	387,36±73,15	488,17±170,36	0,066
<b>Natif thiol</b>	273,53±77,39	337,73±91,91	0,067
<b>Disulfide</b>	56,91±26,98	75,21±57,35	0,164
<b>Disulfide/native thiol</b>	24,03±16,87	21,95±15,34	0,504
<b>Disulfide/total thiol</b>	14,86±6,6	13,99±6,48	0,586
<b>Native thiol/total thiol</b>	70,27±13,20	72,01±12,97	0,586

Total thiol, native thiol, disulfide, disulfide/native thiol ratio, disulfide to total thiol ratio and native thiol to total thiol ratio values before and after treatment were evaluated by 'One Way ANOVA' statistical method. No significant difference was found between pre-treatment and post-treatment values (p<0.05).

Respiratory system diseases have an important place in the veterinary field. It is known that respiratory diseases cause

economic damage on a country basis (Erdoğan et al., 2018). Pneumonia can be defined as acute inflammation of the lung

parenchyma. Pneumonia causes high morbidity and mortality globally (Mandell 2015; Shaukat et al., 2021). Lung inflammation causes large-scale financial losses associated with low productivity, high treatment costs and preventive measures (Shaukat et al., 2021). The problem of pneumonia is of great importance in cattle breeding. In cattle with pneumonia, lagging behind the herd, moving the forelegs away from the chest, extending the neck of the animals to facilitate breathing, breathing through the mouth, frequent and superficial respiration, coughing although not very frequent, excessive salivation and nasal discharge are observed (Durgut and Köse 2017). It also causes hypoxia, respiratory failure leading to respiratory distress and microscopically involves alveoli congestion, hemorrhages, edema and emphysema (Shaukat et al., 2021). The clinical symptoms mentioned in the present study are present and parallel to those mentioned. Oxidative stress is defined as the imbalance of oxidant and antioxidant mechanisms (Ertaş and Kırmızıgül 2021). Oxidative stress is a popular area of research in the veterinary field and is associated with many diseases (Tufarelli et al., 2023). Some of these diseases include bacterial/viral agents such as smallpox in sheep, traumatic reticuloperitonitis in cattle, osteoarthritis and tuberculosis. It has been reported that oxidant antioxidant regulation is impaired in these diseases (Ertaş and Kırmızıgül 2021). Oxidative stress is thought to play an important role in the pathogenesis of a number of lung diseases, not only through its direct damaging effects, but also through its involvement in molecular mechanisms that control lung inflammation (Al-qudah, 2009). Pneumonia is an important lung disease that causes great economic damage, especially in cattle enterprises (Tuzcu et al. 2020). An imbalance between lipid peroxides and antioxidants has been suggested in patients with pneumonia. It has been recorded by various studies that this imbalance may contribute to pulmonary endothelial

damage. Poor perfusion in pulmonary tissues can induce the onset of free radical processes and free radical peroxidation. Oxidizing agents are reported to be produced in many infections of cattle (Al-qudah, 2009). Thiols, which are antioxidant molecules, constitute one of the important links in the extracellular defense system chain (Sener et al., 2019; Değirmençay et al., 2021). Under oxidative stress, thiols release hydrogen into the environment and disulfide bonds are formed (R-S-S-R). Thus, the released hydrogen binds excess oxygen, leading to deactivation of ROS and thus protecting the tissue from oxidative damage (Sener et al., 2019). However, it is known that they cannot resist the injury in plasma and tissue levels (Değirmençay et al., 2019). The sum of natural thiols and disulfides constitutes total thiol. Currently, there is a balance between thiols and disulfides, so they play a protective role in cellular redox homeostasis. Dynamic thiol/disulfide homeostasis is known to have basic functions such as antioxidant defense, apoptosis, detoxification, stabilization of protein structure and cellular signal transduction (Sener et al., 2019). Proteins in the cell wall and extracellular fluid are oxidized by the cysteine residue of thiols in the presence of oxidant molecules. Thiols are metabolized to disulfide bonds in this reversible reaction (Değirmençay et al., 2019). It is suggested that a decrease in -SH groups and functional disorders occur when proteins are exposed to oxidative stress. In studies conducted in different structures and patients, a decrease in -SH groups is generally expected with oxidative stress (Yazıcı et al., 2002). Çetinkaya et al., (2022) reported that total thiol parameter was significantly lower in rat models of Alzheimer's disease compared to the control group. Similarly, Çamkerten et al., (2019) reported that total sulfhydryl group was significantly lower in pigs with sarcoptes mange compared to healthy pigs. Değirmençay et al., (2021) revealed that thiol levels were low in dogs with canine distemper. In another study, Tarhan et al.,

(2023) compared babesian dogs with a healthy group and measured total thiol levels. As a result, he stated that the level of this parameter was found to be low, but this was not significant. In this study, thiol values were measured before and after treatment in young cattle with respiratory system problems. As seen in Table 1, total thiol, native thiol and disulfide values increased slightly from the pre-treatment values to the post-treatment values. However, this increase was not significant. Similar to the aforementioned studies, thiol values of young cattle with pneumonia increased according to the table after the treatment. The likely reason for this is that an oxidative stress is said to occur in young cattle with lung disease. In addition, it is thought that the increase in values after treatment reduces the oxidative stress that occurs.

#### 4. Conclusion

As a result, no significant difference was found between the values of total thiol, native thiol, disulfide, disulfide/native thiol ratio before and after treatment in this study ( $p < 0.05$ ). Pre- and post-treatment values suggest oxidative damage in animals with pneumonia. It is anticipated that the application of a real treatment for the causative agent will reduce the oxidative stress.

#### Author Contribution Statement

The authors declare that they have contributed equally to the article. All authors declare that they have seen/read and approved the final version of the manuscript ready for publication.

#### Conflict of Interest Statement

All authors declare that they have no conflict of interest in relation to this article.

#### Ethical Committee Approval

This study was ethically approved by Kafkas University Animal Experiments Local Ethics Committee at its meeting on 27. 04. 2021 with the approval number KAÜ-HADYEK/2021-075

#### Reference

- Akkuş, T., 2021. The effect of birth type on total thiol and native thiol in Aleppo goats and kids. *Journal of Agriculture and Veterinary Science*, 14(7): 32-36.
- Al-Qudah, KM., 2009. Oxidative stress in calves with acute or chronic bronchopneumonia. *Revue de Medecine Veterinaire*, 160: 231-236.
- Cusack, P., Mcmeniman, N., Lean I., 2003. The medicine and epidemiology of bovine respiratory disease in feedlots. *Australian Veterinary Journal*, 81: 480-487.
- Çamkerten, İ., Çamkerten, G., Erdoğan, H., Ayan, A., Erdoğan, S., Ural, K., 2019. Serum thiol disulphide levels among sheep with sarcoptic mange. *Kafkas University Faculty of Veterinary Medicine Journal*, 25(6): 865-868.
- Çetinkaya, A., 2020. Ratlarda Amiloid Beta1-42 İle Oluşturulan Deneysel Alzheimer Modelinde Tiyol Disülfit Homeostazisi. *Düzce Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10(3): 343-347.
- Değer, S., Değer, Y., Ertekin, A., Gül, A., Biçek, K., Özdal, N., 2008. Dictyocaulus viviparus ile Enfekte sığırlarda lipit peroksidasyon ve antioksidan durumunun saptanması. *Türkiye Parazitoloji Dergisi*, 32(3): 234-237.
- Değirmençay, Ş., Çamkerten, G., Çamkerten, İ., Aktaş, MS. 2021. An investigation of thiol/disulfide homeostasis and ischemia-modified albumin levels to assess the oxidative stress in dogs with canine distemper. *The Journal Veterinarski Arhiv*, 91(1): 39-49.
- Durgut, R., Köse, Sİ., 2017. Sığırlarda Akut İntersitisyel Pnömoni. *Türkiye Klinikleri Journal of Veterinary Sciences Intern Med-Special Topics*, 3(2): 143-7.
- Erdoğan, H., Erdoğan, S., Özalp, T., Günal, İ., Ural K., 2018. Pnömonili danalarda L-laktat konsantrasyonları. *Journal of Advances in VetBio Science and Techniques*, 3(2):38-42.

- Erel, O., Neselioglu, S., 2014. A novel and automated assay for thiol/disulphide homeostasis. *Journal Clinical Biochemistry*. 47(18): 326-32.
- Ertaş, F., Kırmızıgül, A.H., 2021. Fasiyolozisli koyunlarda oksidatif stres ve metabolik profilin araştırılması. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, 16(2): 204-210.
- Georgescu, S.R., Mitran, C.I., Mitran, M.I., Matei, C., Popa, G.L., Erel, O., Tampa, M., 2022. Thiol-disulfide homeostasis in skin diseases. *Journal of Clinical Medicine*, 11(6): 1507.
- Lopez, A, Martinson, AS. 2017. Respiratory System. Zachary JF. ed. Pathologic Basis of Veterinay Disease. Sixth edition, Elsevier, ST Louis.
- Mandell, LA., 2015. Community-acquired pneumonia: an overview, PGM (Postgrad. Med.) 127 607–615.
- Oliveira, PV., Laurindo, FR., 2018. Implications of plasma thiol redox in disease. *Journal of Clinical Science*, 132(12): 1257-1280.
- Özçelik, M., İssi, M., Güler, O., Şimşek, H., Özdemir, N., Kılıç, A., 2014. Bakteriyel pnömonili besi sığırlarında oluşan serbest radikal hasarının antioksidan aktivite ve bazı mineral maddeler üzerine etkisi. *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 11(2): 111-116.
- Sener, S., Akbas, A., Kilinc, F., Baran, P., Erel, O., Aktas, A., 2019. Thiol/disulfide homeostasis as a marker of oxidative stress in rosacea: a controlled spectrophotometric study. *Journal of Cutaneous and Ocular Toxicology*, 38(1): 55-58.
- Shaukat, A., Hanif, S., Shaukat, I., Shukat, R., Rajput, S. A., Jiang, K., Deng, G., 2021. Upregulated-gene expression of pro-inflammatory cytokines, oxidative stress and apoptotic markers through inflammatory, oxidative and apoptosis mediated signaling pathways in Bovine Pneumonia. *Journal of Microbial Pathogenesis*, 155, 104935.
- Tarhan, M., Deger, Y., Oguz, B., Özdek, U., 2023. Investigation of Thiol-Disulphide Homeostasis, Total Oxidant-Antioxidant and Ischaemia-Modified Albumin Levels in Dogs with Babesiosis. *Alexandria Journal for Veterinary Sciences*, 77(1).
- Tufarelli, V., Colonna, MA., Losacco, C., Puvaca, N., 2023. Biological Health Markers Associated with Oxidative Stress in Dairy Cows during Lactation Period. *Metabolites*, 13(3): 405.
- Tuzcu, N., Tuzcu, M., Akçakavak, G., 2020. Sığırlarda farklı pnömoni tiplerinde Tümör Nekroz Faktör Alfa (TNF $\alpha$ ), Malondialdehit (MDA), Prokalsitonin ve Neopterin düzeylerinin karşılaştırılması. *Etilik Veteriner Mikrobiyoloji Dergisi*, 31(1): 52-61.
- Üstüner, P., Balevi, A., Özdemir, M., Olmuşçelik, O., Ülfer, G., Yiğitbaşı, T. 2018. The role of thiol/disulfide homeostasis in psoriasis: Can it be a new marker for inflammation? *Turkish Archives of Dermatology & Venerology/Turkderm*, 52(4).
- Yazıcı AE., Paşaoğlu, H., Yücel, D., Çelebi N., Bakır F., Özkaya M., 2002. Tip II Diabetes Mellituslu Hastalarda Plazma Total Tiyol ve Eritrosit Redükte Glutatyon Düzeyleri. *Türkiye Klinikleri Tıp Bilimleri Dergisi*, 22:487-492.

**To Cite:** Ertaş, F., Kızıltepe, Ş., Merhan, O., 2023. Investigation of Dynamic Thiol Disulfide Homeostasis in Young Cattle With Pneumonia. *MAS Journal of Applied Sciences*, 8(Special Issue): 949–954.

DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10003819>.

## Determination of Yield and Quality Properties of Different Flax (*Linum usitatissimum* L.) Genotypes in Eskisehir Ecological Conditions

Nimet KATAR<sup>1</sup>, Mustafa YAŞAR<sup>2\*</sup>, Arzu KÖSE<sup>3</sup>, Duran KATAR<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Eskisehir Directorate of Provincial Agriculture and Forestry, Eskisehir

<sup>2</sup>Muş Alparslan University, Faculty of Applied Sciences, Department of Plant Production and Technologies, Muş

<sup>3</sup>Transitional Zone Agricultural Research Institute, Eskisehir

<sup>4</sup>Eskisehir Osmangazi University, Faculty of Agriculture, Ali Numan Kirac Campus, Eskisehir

\*Corresponding author: [mustafa.yasar@alparslan.edu.tr](mailto:mustafa.yasar@alparslan.edu.tr)

**Received:** 02.07.2023

**Accepted:** 06.08.2023

### Abstract

This research was conducted to determine the performance of different flax (*Linum usitatissimum* L.) genotypes (Sari-85, Cili 1351, Cili 1370, Cili 1400, Cili 1412, Cili 1423, Larnaka, Milas, NewTurk and Dillman) in terms of the plant height, first branch height, number of branches per plant, number of capsules per plant, number of seeds per capsule, 1000 seed weight, the seed yield, oil content, oil yield and fatty acid composition. The mean values of the plant height, first branch height, number of branches per plant, number of capsules per plant, number of seeds per capsule, 1000 seed weight, the seed yield, oil content and oil yield were determined as 62.80 cm, 35.93 cm, 3.51 number, 28.40 number, 11.73 number, 5.80 g, 1.75 t ha<sup>-1</sup>, 34.84% and 0.61 t ha<sup>-1</sup>, respectively.  $\alpha$ -Linolenic (51.90-58.93%), oleic (16.08-21.78%), linoleic (12.90-16.00%), palmitic (5.70-6.31) and stearic (4.41-5.67%) fatty acids were determined in flax genotypes. The linen genotypes used in the study have been found to have linolenic acid content which is too high to be used as edible oil. Therefore, new genotypes with less than 3%  $\alpha$ -linolenic acid content for edible oil production should be developed by breeding programs/biotechnology.

**Keywords:** Flax, fatty acids, genotypes, oil content, seed yield, yield components



## 1. Introduction

More than 300 species of *Linum* genus were recorded in the world (Reddy et al., 2013). One of them is the *Linum usitatissimum* L., which is an annual plant and produced 3.4 million tons in the world. (Umer et al., 2017; Yaşar and Yetişsin, 2023). Flax (*Linum usitatissimum* L.) or wild species have generally spread in the Mediterranean countries, the Balkans and Turkey. Flax is a plant cultivated for many years in many countries of the world because of its fibers obtained from its stems and its oils obtained its seeds (Konukgil and Bahadir, 2004). Flax is one of the oldest crops that has been cultivated since the dawn of civilization (Goyal et al., 2014). Flax is produced and consumed for its oil and fiber, and intensively used in several sectors. It is important industrial plants with several uses (Zuk et al., 2015; Yaşar, 2023). It had been mainly grown only for the utilization of fibers for years (Elayan Sohair et al., 2015). In the following years, synthetic fibers have become widespread in the markets due to their production and price advantages. In the same time period, the cultivation of crops such as flax and hemp has gradually declined worldwide (Zajac et al., 2012). The negative effects of synthetic fiber industry on the environment and the use of these fibers on human health have been observed. With the emergence of this negative impact on the environment and human health, the trends to green and health oriented products have created new opportunities for flax and hemp in the last two decades (Goyal et al., 2014). In addition, the use of linen oils with high alpha linolenic acid content as functional foods and the development of Solin genotypes that contain less than 3% alpha linolenic acid and can be used in edible oil production has also increased the demand for flax plants. With this period, the cultivation of plants such as flax and hemp began to attract attention again (Yildirim and Arslan, 2013). On the other hand, there are many different ways of use of oil

obtained from the seeds of the linen plant. This has led to an increase in the production of linen as well as increasing the scientific research carried out on linens (Konukgil and Bahadir, 2004; Yildirim and Arslan, 2013). The oil content of linseeds varies between 30-45% (Umer et al., 2017). Linolenic acid (omega-3) content, which is the main component of linen oil, varies between 40-60% (Yildirim and Arslan, 2013, Ghanbari-Odivi et al., 2013). The oxidative stability of linolenic acid that is a triple-unsaturated essential fatty acid is low. Since linolenic acid shortens the shelf life of the oil, it is not desirable to have a high level of this fatty acid in flaxseed oil (Ali et al., 2016). In addition, linen oil, which has a high iodine value (160-200), is considered to be one of the drying oils. These properties of linen oil restrict the use of conventional oil as a edible oil. Linen oil, which is one of the drying oils, is widely used for the manufacture of paints, varnish, linoleum, oil cloth, currency paper, patent leather, printer ink, enamels, plastics, stickers, tarpaulins, soaps (Popa et al., 2012). In addition, linseed oil, an important vegetable source of omega-3, is increasingly being used as a food supplement. Linseeds containing different secondary metabolites are used in the treatment of many disorders. Linseeds are known as analgesic, anti-estrogenic, anti-inflammatory, cardiogenic, demulcent, emollient, expectorant, laxative, nervine, pectoral, purgative, resolvent (Yildirim and Arslan, 2013, Gallardo et al., 2014). Recently, new linen types with linolenic acid ratio less than 3% and linoleic acid ratio higher have been developed with the breeding studies carried out on the flax plant (İsleroglu et al., 2005). The new linen genotype, named as Solin, have produced high quality edible double-unsaturated oil similar to sunflower oil (Konukgil and Bahadir, 2004). These new genotypes of flax have been developed by genetic mutations (Gallardo et al., 2014). These low linolenic acid mutants have a high level (65-76%) of linoleic acid. The decrease in the ratio of linolenic acid significantly

increased the oxidative stability of the oil (Maurya et al., 2017). The genetic modification of the activity of desaturase enzymes prevents the conversion of linoleic acid (C18:2) to linolenic acid (C18:3) at the stage of seed formation. After oil is extracted from linola seeds, the remaining meal is a valuable protein source in ruminants feeding. In addition, the milled linola seeds promise an important future as a functional food component of flour to increase the quality and shelf life of bread. The seed contains mucilage, which has a lowering effect on blood cholesterol, and is an important source of lignans with anti-carcinogenic effect (Ali et al., 2016). Linseed is produced in the arid and semi-arid regions of the world. In the regions that are not have a very hard winter, alternative or absolute winter varieties are sown in autumn and are produced as winter sowing with higher yield compared to summer sowing (Yildirim and Arslan, 2013). One of the most important agronomic applications to increase the yield and quality in agricultural production is to determine the appropriate genotypes for the region. Therefore, it is necessary to determine the performance of the different genotypes of the crop, which will to be cultivated in any region, firstly. For this purpose, field experiments have been carried out and

appropriate genotypes have been recommended for the region considering the data obtained. The same is true for flax plant and adaptation experiments have been carried out in many parts of the world to determine the appropriate genotypes (Tuncturk, 2007; Chauhan et al., 2008; Yildirim and Arslan, 2013; Andruszczak et al., 2015; Maurya et al., 2017). The aim of this study was to determine the yield and quality characteristics of different flax genotypes in Eskisehir ecological condition.

## 2. Materials and Methods

### 2.1. Material

The study was carried out at the experimental fields of Eskisehir Osmangazi University Agricultural Faculty during crop growing period of 2017 and 2018. The plant materials used in the experiment were obtained from Translational Zone Agricultural Research Institute. The properties of the experimental soils were given in Table 1. Soil characteristics in 2017 and 2018 were: loamy, pH 7.22 and 7.33, lime 5.26% and 7.33%, salt 0.03 ds m<sup>-1</sup> and 0.04 ds m<sup>-1</sup>, organic matter 2.51% and 2.68%, phosphorus 54.9 kg ha<sup>-1</sup> and 58.7 kg ha<sup>-1</sup> and potassium 2195.3 kg ha<sup>-1</sup> and 2574.0 kg ha<sup>-1</sup>.

**Table 1.** Some physical and chemical properties of soils in experimental fields

Structure	Lime (%)	Salt (ds m <sup>-1</sup> )	Available Phosphorus (P2O5)(kg ha <sup>-1</sup> )	Available Potassium (K2O) (kg ha <sup>-1</sup> )	pH	Organic Matter
Loamy (2017)*	5.26	0.03	54.9	2195.3	7.22	2.51
Loamy 2018)**	5.12	0.04	58.7	2574	7.33	2.68

\*The analyze was carried out in Eskisehir Osmangazi University, Faculty of Agriculture, Soil Analysis Laboratory.

\*\* Soil analyze was carried out in Transitional Zone Agricultural Research Institute Soil-Plant-Water analysis and Physiology laboratories.

Temperature and precipitation and total and mean values of these meteorological data were presented in Table 2. Total annual precipitation in long-term period was 338.8 mm, whereas this value was lower both in 2017 (374.4 mm) and in 2018 (411.8 mm).

Likewise, the average temperature for long-term period was lower than the average temperature values for both 2017 and 2018. Mean temperature in 2017 and 2018 were 11.29 °C and 12.50 °C respectively.

**Table 2.** Meteorological data of the experiment years\*

Months	Climatic factors					
	Total Precipitation (mm)*			Mean Temperature (°C)		
	Years			Years		
	2017	2018	1970-2011 (Long years)	2017	2018	1970-2011 (Long years)
January	33.00	30.00	30.6	-2.00	1.40	-0.2
February	9.20	28.80	26.1	1.90	5.60	0.9
March	16.20	49.80	27.6	7.60	8.90	4.9
April	62.00	16.80	43.1	9.60	13.60	9.6
May	50.80	72.00	40.0	14.40	16.40	14.9
June	44.80	60.60	23.7	19.10	19.30	19.1
July	13.40	42.00	13.1	23.10	21.90	22.1
August	31.40	19.30	9.2	22.00	22.70	21.8
September	3.00	3.80	18.1	19.60	18.30	16.7
October	46.60	30.10	32.8	10.80	13.00	11.7
November	27.80	18.60	34.0	5.50	7.40	5.6
December	36.20	40.00	40.5	3.90	1.7	1.7
Total/Mean	374.40	411.80	338.8	11.29	12.50	10.7

\*Data were taken from Eskisehir Regional Meteorological Service.

## 2.2. Method

Ten different linseed genotypes used in the experiment were Sari-85, Clli 1351, Clli 1370, Clli 1400, Clli 1412, Clli 1423, Larnaka, Milas, NewTurk and Dillman. The experimental design was a randomized complete block design with three replications. Seeds were sown by hand, with 15 cm row spacing on plots of 3 m<sup>2</sup> harvest area (0.6 m width x 5 m length) on 28 March of 2017 and 23 March of 2018. In order to obtain a crop stand of 400 plants per m<sup>2</sup>, seeding was performed with a seeding rate of 45 kg ha<sup>-1</sup>. Weed control was made by hand when needed. No irrigation was applied. The experimental plots were fertilized with a dose of 80 kg N and 50 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per ha. A row was removed from both sides of the plots as side effect and then the plants in the plots were harvested by hand on 3 July 2017 and 9 July 2018. The seed samples were properly ground and the oil extracted with n-hexane in a Soxhlet extractor for 4 h. Recovered crude oils were taken to dry out on a rotator evaporator at 35 °C. Fatty acids were esterified as methyl esters and analyzed by Agilent 6890N Network with equipment with DB-23 capillary column (JW Scientific 122-2362 DB-23; 60.0 m x 250 µm x 0.25 µm) GC

and FID detector. Helium was used as carrier gas at a flow rate of 1 mL/min. Injector and detector temperature were 260 °C and 240 °C, respectively. Column temperature was kept at 220 °C for 69 min. Samples of 0.5 µL was injected by hand and in the split mode (20:1). FAMES were identified by comparison of their retention times with those of reference standards. The content of fatty acids was calculated from corresponding integration data.

## 2.3. Statistical Analysis

With randomized complete block design, analytical data collected with three replications of each treatment were subjected to analysis of variance using SAS statistical software program, and differences between mean values were compared via the LSD (Least Significant Difference) test (Acikgoz, 1993).

## 3. Result and Discussion

### 3.1. Yield and yield components

As is known, the yield and yield components are determined by genotype, environment and genotype x environment interaction (Reddy et al., 2013). As in other oilseed crops, seed and oil yield in flax plants are also under control of some yield components (Mirza et al., 2011). The main yield components affecting seed and oil

yield in linseed are the number of primary branches of each plant, the number of capsules per plant, the number of seeds in each capsule, thousand seed weight and the oil content (Ibrar et al., 2016). Therefore, knowledge of the main yield components and their inheritance is of great importance in determining the performance of genotypes (Katar et al., 2016). In order to determine the performances of different linseed genotypes, the combined values obtained from the field experiments carried out in 2017 and 2018 were given in Table 3. Except for number of branches plant<sup>-1</sup>, 1000 seed weight and oil content (%), genetic make-up differences among the genotypes revealed highly significant ( $P < 0.01$ ) differences for all studied parameters. The traits evaluated manifested various levels of variability among the genotypes studied (Table 3). Plant height, first branch height, branches number per plant, number of capsules per plant, number of seeds per capsule, 100 seed weight, seed yield, oil content and oil yield varied between 59.93-72.52 cm, 33.44-43.54 cm, 3.08-4.11 number, 23.51-30.38 number, 9.05-14.43 number, 5.61-6.11 g, 1.09-2.12 (t ha<sup>-1</sup>), 33.76-36.15% and 0.37-0.77 (t ha<sup>-1</sup>), respectively (Table 3). Differences among genotypes in the parameters examined can be explained by the genetic and genomic diversities in total genetic make-up of examined genotypes (Ibrar et al., 2016). It is known that the genetic diversity among genotypes encompasses all the variability that occurs among different genotypes (Bhandari et al., 2017). As a result, the variation expressing itself in the form of altered morphology, anatomy, physiological behavior or biochemical properties in heritable characters of genotypes caused different performances of genotypes (Terfa and Gurmu, 2020). The highest plant height and first branch height were obtained from New Turk genotype as 72.52 cm and 43.54 cm, respectively. The highest number of capsules plant<sup>-1</sup> and the highest number of seeds capsules<sup>-1</sup> were obtained from Milas (30.38) and Larkana

(14.43) genotypes, respectively. In the study, it was determined that the average values of the genotypes for the number of branches per plant, 1000 seed weight and oil content were 3.51, 5.80 g and 34.84%, respectively. The highest seed and oil yield were determined as 2.12 t ha<sup>-1</sup> and 0.77 t ha<sup>-1</sup> in the New Turk genotype, respectively. The highest oil content was obtained from New Turk genotype at 36.15%. Although the highest yields were obtained from the New Turk genotype in terms of seed and oil yields, this genotype was statistically in the same group with the other four genotypes (Clli 1423, Larkana, Milas and Dillman) (Table 3). It is known that the number of capsules per plant, which is one of the yield components in flax plant, has the greatest positive effect on seed yield. Similarly, primary branches of each plant, 1000 seed weight, and number of seeds per capsule have a positive direct effect on seed yield (Mirza et al., 2011; Ibrar et al., 2016; Bağci et al., 2023). In the study, it was determined that in the genotypes (Clli 1423, Larkana, Milas, NewTurk and Dillman) with high seed yield, the number of primary branches per plant, the number of capsules per plant, the number of seeds per capsule and the weight of 1000 seeds were also high. The high seed yield obtained from some of the examined genotypes can be explained by the high genetic potential of these genotypes to produce higher yielding components (Terfa and Gurmu, 2020). Since there is no significant difference between the oil ratios of flax genotypes, the increase in oil yield in some flax genotypes can be explained by the increase in seed yield detected in these genotypes. It is known that the yield and yield components of flax are affected by genetic makeup of flax cultivars, environmental factors and cultural practices (Reddy et al., 2013). The differences between genotypes obtained in the study can be explained by the genotypic difference of plant materials. Our plant height, the first branch height, the number of seeds per capsule and 1000 seed weight were consistent with those reported by

Yildirim and Arslan (2013). Our oil content values were in line with the reported values by Reddy et al., 2013). When all of the phenotypic criteria examined in the study were evaluated together and compared with

the phenotypic criteria reported by Smykal et al. (2011), it can be said that the genotypes used in this study are in intermediate type/transitional forms (convar. *usitatissimum*).

**Table 3.** Results of yield and yield components on flax varieties

Genotypes	Plant height	First branch height	Number of branches plant <sup>-1</sup>	Number of capsules plant <sup>-1</sup>	Number of seed capsule <sup>-1</sup>	1000 seed weight	Seed yield (t ha <sup>-1</sup> )	Oil Content (%)	Oil Yield (t ha <sup>-1</sup> )
Sari-85	60.90 B	33.79 C	3.21	27.91 A	10.57BCD	5.61	1.56 B	35.06	0.55 B
Clli 1351	61.93 B	36.58BC	3.28	23.51 B	9.05 D	5.86	1.09 C	33.87	0.37 C
Clli 1370	65.05 B	35.53 C	3.55	28.04 A	10.54BCD	5.62	1.48 B	35.18	0.52 B
Clli 1400	61.26 B	34.27 C	3.56	27.88 A	10.27 CD	6.11	1.50 B	33.76	0.51 B
Clli 1412	61.36 B	34.35 C	3.55	27.92 A	10.27 CD	5.74	1.51 B	34.62	0.53 B
Clli 1423	59.93 B	33.44 C	3.08	30.14 A	12.17ABC	5.80	2.16 A	34.05	0.74 A
Larkana	61.09 B	34.61 C	3.59	29.35 A	14.43 A	5.72	1.94 A	34.83	0.68 A
Milas	61.11 B	34.54 C	3.59	30.38 A	14.36 A	6.06	2.09 A	35.47	0.74 A
NewTurk	72.52 A	43.54 A	3.61	30.12 A	13.09 AB	5.78	2.12 A	36.15	0.77 A
Dillman	61.80 B	38.67 B	4.11	28.76 A	12.56ABC	5.66	2.01 A	35.39	0.71 A
Mean	<b>62.70</b>	<b>35.93</b>	<b>3.51</b>	<b>28.40</b>	<b>11.73</b>	<b>5.80</b>	<b>1.75</b>	<b>34.84</b>	<b>0.61</b>
	**	**	ns	**	**	ns	**	ns	**
C.V.(%)	7.93	10.26	16.03	11.69	21.78	5.55	23.09	7.71	26.35

### 3.2. Fatty acid composition

Vegetable oils are used for different purposes such as pharmacology, industry and biodiesel besides being used in human nutrition. Fatty acid composition is the most important factor in determining the purpose for which vegetable oils are used (Katar, 2013). For this reason, it is of great importance to determine the composition of fatty acids in order to ensure that vegetable oils can be used for the right purposes and that the breeding programs to be prepared can be directed accordingly. In this study, levels of fatty acids (palmitic acid, palmitoleic acid, stearic acid, linoleic acid, arachidic acid, behenic acid, oleic acid, lignoceric acid and  $\alpha$ -linolenic acid) in different flax genotypes were analyzed by GC and GC-MS. As a result of the analysis, the determined fatty acids composition in different flax genotypes was given in Table 4. As shown in Table 4, 9 different fatty acids were identified in oils of 10 different linen genotypes. Linolenic, oleic, linoleic, stearic and palmitic acid were found as main

fatty acids in different linen genotypes. The first three of these main fatty acids were unsaturated fatty acids while the other two are saturated fatty acids. The ratios of saturated fatty acids in total fatty acids varied between 10.11-12.10%. When the fatty acid composition of the different linen genotypes used in the study was examined, it was determined that  $\alpha$ -linolenic acid content had changed between 51.9-58.9% (Table 4). While the lowest  $\alpha$ -linolenic acid content was being determined in Clli 1423 genotype, the highest content was found in yellow-85 genotype. In terms of  $\alpha$ -linolenic acid content, other genotypes showed a value between these two genotypes. These values also indicated us that the genotypes had a variation in  $\alpha$ -linolenic acid.  $\alpha$ -Linolenic acid values of flax genotypes used in this study were approximately parallel to the values reported by Reddy et al. (2013), Yildirim and Arslan (2013) and Ghanbari-odivi et al. (2013). Another important fatty acid in flax genotypes was oleic acid (omega-9). In the flax genotypes,

the oleic acid content varied between 16.08-21.78% (Table 4). The highest oleic acid value (21.78%) was obtained from larkana genotype while the lowest value (16.08%) was found in Sari-85 genotype. The oleic acid values of the genotypes was consistent with the values (12-30%) reported by Umer et al. (2017). Linoleic acid, a polyunsaturated fatty acid and one of two essential fatty acids for humans, was important in terms of quality of vegetable oil (Demir and Tasan, 2019). The flax genotypes used in the study differed in terms of linoleic acid contents (Table 4). The highest linoleic acid value (17.9%) was obtained from New Turk genotype while the lowest value (12.9%) was found in larkana genotype. Our linoleic acid values belonging to the genotypes was in harmony with the values reported by Isleroglu et al. (2005). When the fatty acid compositions of the studied genotypes were evaluated collectively, the fatty acid compositions obtained were in accordance with the composition of the fatty acids reported by Umer et al. (2017). In this study,  $\alpha$ -linolenic acid ratio of flax genotypes changed

between 51.90-58.90% and it is over 3%. This situation showed us that the genotypes used in the experiment did not belong to the newly developed Solin types. As it is known, Solin type genotypes are used as edible oil because they have less than 3% linolenic acid and higher ratio of linoleic acid. As a result, the oils obtained from the conventional flax genotypes used in this study are among the drying oils. This type of oil can be used only as a food supplement in human nutrition and for industrial purposes in the production of paints, varnish, linoleum, oil cloth, currency paper, soap etc. In addition, linseeds containing different secondary metabolites is used in the treatment of many diseases due to analgesic, anti-estrogenic, anti-inflammatory, cardiotoxic, demulcent, emollient, expectorant, laxative, nervine, pectoral, purgative, resolvent activities (Gallardo et al., 2014). Considering the fatty acid composition of the flax genotypes used in this study, it is seen that the fat obtained from these genotypes is not suitable for use as edible oil.

**Table 4.** Fatty Acid Composition in Different Flax Genotypes (*Linum usitatissimum*) in 2018

Fatty Acid	Genotypes									
	Sari-85	Clli 1351	Clli 1370	Clli 1400	Clli 1412	Clli 1423	Larkana	Milas	New Turk	Dillman
Palmitic acid	5.70	5.99	6.17	6.21	6.43	6.24	5.89	6.31	5.95	5,93
Palmitoleic acid	0.07	0.07	0.08	0.07	0.07	0.09	0.06	0.09	0.06	0,08
Stearic acid	5.28	5.67	5.18	5.25	5.32	5.11	5.62	5.52	4.41	5,40
Linoleic acid	13.2	15.5	13.5	14.9	15.8	16.0	12.9	13.9	17.9	14,2
Arachidic acid	0.38	0.37	0.37	0.36	0.34	0.34	0.35	0.30	0.28	0,37
Behenic acid	0.15	0.16	0.16	0.14	0.21	0.13	0.16	0.15	0.11	0,16
Oleic acid	16.08	18.67	18.40	18.29	18.62	19.97	21.78	18.5	18.7	17,63
Lignoceric acid	0.09	0.08	0.09	0.09	0.10	0.09	0.09	0.08	0.06	0,09
$\alpha$ -Linolenic acid	58.93	53.37	55.97	54.58	52.98	51.90	53.06	55.1	52.4	55,76
Unidentified	0.08	0.08	0.09	0.13	0.14	0.10	0.09	0.07	0.11	0,09
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

#### 4. Conclusion

The results obtained from the study carried out for two years using ten different linen genotypes in Eskisehir ecological conditions showed that Clli 1423, Milas, NewTurk, Dillman and Larnaka varieties were suitable for the production of flaxseed, respectively. These varieties produced higher seed and oil yields compared to others in our region. These genotypes (Clli 1423, Milas, NewTurk, Dillman and Larnaka), which have high seed and oil yield, are recommended to be produced for use in functional food and oleo-chemical industry in Eskisehir ecological conditions due to their high level of alpha linolenic acid. Since all the genotypes studied contain high levels of alpha linolenic acid, these genotypes are not suitable for use in edible oil production.

#### Declaration of Author Contributions

The authors declare that they have contributed equally to the article. All authors declare that they have seen/read and approved the final version of the article ready for publication.

#### Declaration of Conflicts of Interest

All authors declare that there is no conflict of interest related to this article.

#### References

- Acikgoz, N. 1993. Research and trial methods in agriculture. *Ege University Faculty of Agriculture Publications*, İzmir, Turkey.
- Ali, M., F.U. Hasan, M. Afzal. 2016. Response of Linola (*Linum usitatissimum* L.) to different spacings under rainfed conditions. *Cercetari Agronomice in Moldova*. 2(166): 87-96.
- Andruszczak, S., U. Gawlik-Dziki, P. Kraska, E. Kwiecińska-Poppe, K. Różyło and E. Pałys. 2015. Yield and quality traits of two linseed (*Linum usitatissimum* L.) cultivars as affected by some agronomic factors. *Plant Soil Environment*. 61(6): 247-252.
- Bağcı, M., Arslan, Y., Yaşar, M., İşler, B., Ünal, S. 2023 Investigation of yield and yield components of some flax (*Linum usitatissimum* L.) varieties in ankara ecological conditions. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 9(2), 252-261.
- Bhandari, H.R., Bhanu, A.N., Srivastava, K., Singh, M.N., Shreya, S., Hemantaranjan, A., 2017. Assessment of genetic diversity in crop plants an overview. *Advances in Plants & Agriculture Research* 7(3): 279-286.
- Chauhan, D.V.S., Lodhi, M.D., Verma, N.K. 2008. Effect of sowing dates, varieties and number of irrigations on yield attributes, yield and quality of linseed (*Linum usitatissimum* L.) under Bundelkhand condition of Uttar Pradesh. *Agricultural Science Digest*, 28(4): 271-273.
- Demir, B.A., Tasan, M., 2019. Fatty acid profiles of selected industrial foods with zero trans fatty acids claim. *Journal of Tekirdag Agriculture Faculty*, 6(1): 23-33.
- Elayan Sohair, E.D., Abdallah Amany, M. Nemat, A.N., Doaa, I.M., 2015. Effect of sowing date on yield, fiber and seed quality of eight flax genotypes. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*. 15(5): 886-895.
- Gallardo, M.A., Milisich, H.J. Drago, S.R., González, R. J. 2014. Effect of cultivars and planting date on yield, oil content, and fatty acid profile of flax varieties (*Linum usitatissimum* L.). *International Journal of Agronomy*. Article ID 150570, p: 7.
- Ghanbari-Odivi, A., Safari, A. Tahmasebi, B.K. Farroki, M., Bahrapour, B., 2013. Effect of delaying in sowing date on growth, yield, yield components and oil content of two genotypes of Flaxseed (*Linum usitatissimum*). *Advances in Environmental Biology*. 7(6): 1014-1018.

- Goyal, A., Sharma, V., Upadhyay, N., Gill, S., Sihag, M. 2014. Flax and flaxseed oil: an ancient medicine & modern functional food. *Journal Food Science Technology*, 51(9): 1633–1653.
- Isleroglu, H., Yildirim, Z., Yildirim, M. 2005. Flaxseed as a functional food. *GOU Journal of the Faculty of Agriculture*. 22(2): 23-30.
- Katar, D. 2013. Determination of fatty acid composition on different false flax (*Camelina sativa* (L.) Crantz) genotypes under Ankara ecological conditions. *Turkish Journal of Field Crops*. 18(1): 66-72.
- Katar, D., Arslan, Y., Kodas, R., Subasi, I., Katar, N. 2016. Determining of performances on different characteristics in safflower (*Carthamus tinctorius*) genotypes under organic and conventional production systems. *Biological Diversity and Conservation*. 9(1): 172-181.
- Konukgil, B., Bahadir, O., 2004. *Linum usitatissimum* L. and its chemical constituents and biological activities. *Journal of Ankara Pharmacy Faculty*. 33(1): 63-84.
- Maurya, A.C., Raghuveer, M. Gozwami, G., Kumar, S. 2017. Influences of date of sowing on yield attributes and yield of linseed (*Linum usitatissimum* L.) varieties under dryland condition in eastern Uttar Pradesh. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 6(7): 481-487.
- Mirza, M.Y., Khan, M.A. Akmal, M., Mohmand, A.S., Nawaz, M.S. Navaz, N., Ullah, N. 2011. Estimation of genetic parameters to formulate selection strategy for increased yield in linseed. *Pakistan Journal of Agricultural Research*. 24(1-4):19-24.
- Popa, V.M., Gruia, A., Raba, D.N., Dumbrava, D., Moldovan, C., Bordean, D., Mateescu, C. 2012. Fatty acids composition and oil characteristics of linseed (*Linum usitatissimum* L.) from Romania. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*. 18(2):136-140.
- Reddy, M.P., Reddy, B.N., Arsul, B.T., Maheshwari, J.J., 2013. Genetic variability, heritability and genetic advance of growth and yield components of linseed (*Linum usitatissimum* L.). *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 2(9): 231-237.
- Smykal, P.N., Bac̣ova´-Kerteszo, N., Kalendar, R. Corander, J., Schulman A.H., Pavelek, M., 2011. Genetic diversity of cultivated flax (*Linum usitatissimum* L.) germplasm assessed by retrotransposon-based markers. *Theoretical and Applied Genetics*, 122:1385–1397.
- Terfa, G.N., Gurmu, G.N., 2020. Genetic variability, heritability and genetic advance in linseed (*Linum usitatissimum* L) genotypes for seed yield and other agronomic traits. *Oil Crop Science*, 5(3): 156-160.
- Tuncurk, M. 2007. Determination of yield and some yield components of some linens (*Linum usitatissimum* L.) cultivars in Van ecological conditions. *Ankara University Faculty of Agriculture Journal of Agricultural Sciences*. 13(4): 365-371.
- Umer, K.H., Zeenat, F., Ahmad, W., Ahmad, I., Khan, A.V., 2017. Therapeutics, phytochemistry and pharmacology of Alsi (*Linum usitatissimum* Linn): An important Unani drug. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 6(5): 377-383.
- Yaşar, M., 2023. Sensitivity of different flax (*Linum usitatissimum* L.) genotypes to salinity determined by GE biplot. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 30(4): 103592.
- Yaşar, M., Yetişsin, F. 2023. Determination of Tolerances of Some Flax Varieties to Different Doses of Salt Concentrations in Early Development Period. *MAS Journal of Applied Sciences*, 8(1): 144-157.



- Yildirim, M.U., Arslan, N. 2013. Comparing the various characters of the selected flax (*Linum usitatissimum* L.) lines. *Journal of Field Crops Central Research Institute*. 22(2): 59-68.
- Zajaç, T., Oleksy, A., Klimek-Kopyra, A., Kulig, B. 2012. Biological determinants of plant and crop productivity of flax (*Linum usitatissimum* L.). *Acta Agrobotanica*. 65(4): 3-14.
- Zuk, M., Richter, D., Matuła, J., Szopa, J. 2015. Linseed, the multipurpose plant. *Industrial Crops and Products*, 75: 165-177.

---

**To Cite:** Katar, N., Yaşar, M., Köse, A., Katar, D. 2023. Determination of Yield and Quality Properties of Different Flax (*Linum usitatissimum* L.) Genotypes in Eskisehir Ecological Conditions. *MAS Uygulamalı Bilimler Dergisi*, 8(Special Issue): 955–964.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10004214>.

---



DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10004299>



Araştırma Makalesi / Research Article

## An Assessment of Post-Earthquake Issues in UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization) Gastronomic Cities Gaziantep, Hatay and Şanlıurfa in Turkey

Çiğdem KIZILGEÇİ\* 

<sup>1</sup>Mardin Artuklu University, Vocational Higher School of Mardin, Department of Hotel, Restaurant and Catering, Mardin

\*Corresponding author: [cigdemkizilgeci@artuklu.edu.tr](mailto:cigdemkizilgeci@artuklu.edu.tr)

Received: 03.07.2023

Accepted: 08.08.2023

### Abstract

Destinations catering to tourists with specific gastronomic preferences or diverse motivations may experience occasional disruptions in the range of offerings available. This scenario may arise due to anthropogenic factors or natural phenomena that result in varying degrees of environmental degradation. The literature commonly reports that regions experiencing disasters such as wars, floods, epidemics, earthquakes, and hurricanes are susceptible to significant life, property, and economic losses. The seismic events that commenced on February 6th, 2023 and persist to the present have engendered a consequential phenomenon within the nation of Turkey. The present research has been conducted to examine the prospective impacts of the Gaziantep/Kahramanmaraş earthquakes of 2023 on Gastronomy tourism and to propose viable remedies for any associated issues. The study employed qualitative research methods, specifically observation and literature review, to gather data. The data that was acquired was subjected to analysis using the descriptive analysis methodology. In summary, based on the scientific literature review and contemporary scientific assessments of gastronomic tourism, it has been observed that this phenomenon can be leveraged as a tourism asset in the future, despite certain criticisms. Upon evaluating both domestic and foreign visual and printed media, it is apparent that there is a prevalence of favorable news regarding gastronomy tourism. Based on the literature and observational data gathered in the study, it is believed that the impact of the earthquake on the gastronomic tourism of Gaziantep, Hatay, and Şanlıurfa, which are recognized as UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization) gastronomic cities, can be mitigated through appropriate measures. With multidimensional planning, the gastronomy of these cities is expected to emerge even stronger from the aftermath of the earthquake.

**Keywords:** UNESCO gastronomic cities, gastronomic tourism, earthquake in Turkey

## 1. Introduction

Tourism encompasses the act of individuals traveling from one location to another via various modes of transportation for the purpose of gaining diverse experiences, acquiring knowledge, and fulfilling other motivations. The primary determinant in this context is the inclination towards travel that individuals cultivate through their innate inquisitiveness and personal preferences. Gastronomic tourism can be pursued in conjunction with various travel motivations. The distinctive culinary traditions of the regions visited during travel, motivated by factors such as geography, environment, cultural heritage, spirituality, and well-being, are a compelling draw for tourists. In addition, certain individuals engage in gastronomic tourism as a means of discovering novel flavors and acquiring knowledge about diverse culinary customs. According to Toksöz et al. (2016), the attributes of tourist destinations serve as a motivating factor for individuals in their decision-making process and overall vacation experiences. Tourist destinations catering to gastronomic preferences or diverse motivations may experience occasional disruptions in the range of opportunities they provide. This scenario may manifest as a result of anthropogenic impacts or natural calamities that engender varying degrees of devastation. According to scholarly sources, regions that experience disasters such as wars, floods, epidemics, earthquakes, and hurricanes are generally associated with significant life, property, and economic losses. Various dimensions and aspects are negatively impacted by these processes, resulting in the loss of cities with significant tourism value. The ongoing seismic activity that commenced on February 6, 2023 has engendered a consequential phenomenon in Turkey. The earthquake that occurred on February 6, 2023 at 04:17 local time in Gaziantep's Şehitkamil District Sofalaca Village epicenter (Mw) was reported to be a highly destructive event with a magnitude of 7.7,

as per the findings published by TURKONFED. The earthquake's epicenter had a focal depth of approximately 5 kilometers and its effects were experienced across several regions including Southeastern Anatolia, Central Anatolia, Eastern Anatolia, and the Mediterranean. This seismic event is referred to by various designations, including Gaziantep-Kahramanmaraş or Southeastern Anatolia Earthquake. At 13:24 local time, a seismic event of moment magnitude (Mw) 7.5 transpired at the epicenter of Ekinözü District of Kahramanmaraş Province, resulting in significant damage and loss. The earthquake's epicenter had a focal depth of approximately 5 kilometers and its effects were observed in various regions including Southeastern Anatolia, Central Anatolia, Eastern Anatolia, and the Mediterranean. The seismic events in question are two major earthquakes that occurred at a distance of roughly 105 kilometers from each other, with a temporal separation of approximately 9 hours between their epicenters. Notably, no aftershocks were observed in the aftermath of these events. According to sources such as Turkonfed 2023 and MTA in 2023, it has been reported that a significant portion, specifically 15.7%, of Turkey's population resides in the provinces that have been designated as disaster areas, namely Kahramanmaraş, Hatay, Adiyaman, Gaziantep, Malatya, Kilis, Diyarbakır, Adana, Osmaniye, and Şanlıurfa.

### 1.1. Background

#### 1.1.1. Gastronomy cities within the UNESCO network of creative cities

Since 2005, UNESCO, a global organization, has initiated the practice of conferring the 'City of Gastronomy' designation to urban centers that demonstrate exceptional culinary expertise. Urban centers must undergo a process of legalization by satisfying predetermined criteria, while also having the capacity to establish supplementary criteria of their own. The criteria for the application are as follows: the city or region must possess a

well-developed gastronomy, a quality gastronomy community comprising numerous local restaurants and chefs, utilization of traditional interior materials in traditional kitchens, preservation of local knowledge despite industrial and technological advancements, existence of culinary practices and methods, and the growth of traditional food and beverage industry and traditional food sales areas. UNESCO (2021) has identified several distinct criteria that are specific to cities. These include the implementation of gastronomic festivals, competitions, and other comprehensive tourism activities, as well as the promotion of environmentally sustainable local products. The city has been designated as a member of the UNESCO Creative Cities Network for its contributions to various artistic fields, including music, cinema, literature, and gastronomy. Similar to other cities known for their creativity, this title highlights the importance of creativity. The prevalence of food globalization is diminishing the influence of regional delicacies. Conversely, it is imperative to provide backing and enhancement for the indigenous gastronomic customs of urban areas and to impart cultural heritage to forthcoming cohorts (Agamirova, 2014). The present scenario can be elucidated by the definition attributed to the term "gastronomy city" as per the literature. The interplay of historical, geographical, and climatic factors has given rise to a diverse array of regional cuisines across the globe, characterized by their richness and vibrancy. The designation of "City of Gastronomy" is conferred to underscore the abundance of culinary offerings, with a particular emphasis on regional provenance (Xiomin, 2004). Over time, the designation of a city as a gastronomic hub has become increasingly enriched and fortified in its purpose. Nevertheless, this designation is conferred irrespective of the dimensions, financial system, or populace of the urban center. Small and medium-sized cities have become recognized as creative cities by

earning the designation of gastronomy city. Metropolitan areas that are renowned for their culinary expertise require strategic plans for local growth and global backing, with a focus on cultural industries and innovative practices. Cities that satisfy specific criteria, such as possessing a diverse local cuisine and utilizing conventional ingredients and culinary methods, are designated as 'Gastronomy Cities' on a global scale (Güler et al., 2017). The designation of a city as a gastronomic hub not only facilitates its promotional efforts, but also enhances its visibility under this legally protected label (Akdu and Akdu, 2018). In October 2004, UNESCO introduced the "UNESCO Creative Cities Network" program, as reported by Popescu and Corboş (2012). The objective of this endeavor is to enhance collaboration via assistance, as stated by UNESCO (2021). The Creative Cities Network is comprised of seven distinct networks, each with a specific theme such as Handcrafts and Folk Art, Music, Gastronomy, Design, Film, Literature, and Media Arts. The primary aim of these networks is to enhance the socioeconomic and cultural growth of cities, as noted by various scholars (Popescu et al., 2012; Leng et al., 2014; Kostanski et al., 2014). The UNESCO Creative Cities Network encompasses a total of 118 cities hailing from 54 different countries across the globe. It is noteworthy that the network comprises 809 members. According to Kostanski et al. (2014), the longevity and consistency of cities are contingent upon their ability to fulfill the objectives of their respective networks and maintain their designation as such.

## 2. Materials and Methods

The present study aims to examine the potential impacts of the earthquakes that occurred in Gaziantep/Kahramanmaraş on February 6, 2023, on the domain of Gastronomy tourism. Additionally, the study seeks to provide viable solutions to any issues that may arise as a result of the aforementioned seismic events. The study focuses on the provinces of Gaziantep,

Hatay, and Şanlıurfa, which hold significant importance in Turkey's gastronomic tourism industry. The study utilized qualitative research methods such as observation and literature review to gather data. Qualitative research is a methodology that involves the use of qualitative data collection techniques, such as observation, document analysis, and interviews, to uncover events and perceptions in a realistic and comprehensive manner within a natural setting. This approach follows a qualitative process and is well-documented in the literature (Cohen et al., 2007; Ritchie et al., 2003).

### 3. Result

#### 3.1. Tourism and gastronomy

The word gastronomy is etymologically derived from the combination of the Greek words “gatros”, “stomach” and “nomos”, “law, rule” (Yılmaz, 2017; Tütüncü, 2019). However, different disciplines reflect the definition of gastronomy by putting their own perspectives in focus. For this reason, it is possible to encounter many definitions about gastronomy. For this reason, it is not easy to define the concept of gastronomy, and it can be said that the definition of gastronomy in general terms is expressed by revealing the scientific and artistic aspects of a quality and delicious food or beverage (Gillespie, 2001). Gastronomy tourism is a type of tourism in which tourists participate in providing information on the stages from the preparation of food and beverages to the presentation of foods and drinks (Kivela et al., 2006; Hall et al., 2001). The desire of tourists to experience local tastes in destinations and accommodations has paved the ground for the development of gastronomic tourism. Gastronomy tourism belongs to a subcategory of cultural tourism. Gastronomy is seen as an expression of culture. (Manolaa et al., 2020). Gastronomy tourism enables the acquisition of information about a particular place, the consumption of food and beverages, resulting in a better understanding of local traditions and the

culture of that place There are many sub-titles and activities of gastronomy tourism (Küçükkömürler et al., 2019). These are; Food types such as beverage tourism, chocolate tourism and cheese tourism (Güzel-Sahin and Ünver, 2015), edible herbs (Pehlivan, 2023) (Quan and Wang, 2004),

- Visits to the production site (factory), visit the peasant markets, visit the bond or fruit garden,
- Eating and drinking in restaurants, cafes, etc.
- Workshops and conferences,
- Applications in rural areas (Smith and Costello, 2009; Povey, 2011),
- Festivals (Dönmez and Pehlivan, 2022)
- Spices and olive oil, ice cream, medicinal aromatic plants, gastronomy and cooking museums (Gökçe et al., 2017; Çavdırılı and Adan, 2020; Çekal et al., 2022; Gül, 2022), can be used as a tourist vehicle in this context.

#### 3.2. Gastronomy cities and gastronomic characteristics: Gaziantep, Hatay and Şanlıurfa

The cities of Gaziantep, Hatay, and Şanlıurfa have been designated as gastronomy cities due to their prominent culinary characteristics. These distinguishing features have contributed to their recognition as such. The subsequent section presents the distinctive features of the pertinent cities, organized under individual headings and described in detail. The sequence of cities included is determined based on the order of their titular hierarchy in Turkey:

##### 3.2.1. Gaziantep

Gastronomy city Gaziantep is a special and worth seeing city with unique eating and drinking behaviors. The seasonal preparations for eating drinks contain many local details. This topic has attracted the attention of many scientific researchers (Birecikligil, 2007; Dönmez et al., 2019; Fidan et al., 2019, Shenol et al., 2021). In many places in Turkey and the world, these products have been named and ordered

from Gaziantep. Gaziantep is also the leading province in Turkey with the largest gastronomic portfolio in terms of geographically marked products. This includes 99 products and 1 traditional product registered by the Turkish Patent and Trademark Authority. (Gaziantep Belediyesi, 2022). However, in Gaziantep, the Sahre culture (the habit of picnicing on Sundays) is another culinary value worth considering, the fact that the city's distinctive dishes can be practically made with butchers in every bakery of the city, and have practical food options such as nuts. Various scientific studies have aimed to determine the typologies of tourists visiting Gaziantep restaurants. According to the data obtained in this scope, tourists who like to eat and drink are divided into five themes: curious people, farmers, artists, socialists and those who care about healthy eating. For example, it has been seen that the expectations of tourists who like to eat and drink curiously in their travel motivations are to learn food-sweetened recipes and spices used in food, to become the foundation for the historical processes of food and the cooking stages, and to taste high-paid dishes (Kırıcı et al., 2023). Simşek et al. (2018) stated that the typologies of tourists visiting Gaziantep are those who care about food, those who aim to learn, organicists, farmers and innovators. Gaziantep is a city renowned for its gastronomic offerings, boasting an extensive culinary culture characterized by a diverse array of high-quality products. Gaziantep was awarded the UNESCO gastronomy city label in 2015, owing to its rich culinary heritage. In general, Gaziantep is known for its culinary tradition that features meat, oil, piquant spices, and copious amounts of tomato paste. The practice of blending tomato and pepper paste is a common culinary technique. Apart from lamb, mutton is extensively utilized in culinary preparations. All meals are prepared using either natural butter or oil. Sumac is widely utilized in the region for various culinary purposes such as

enhancing the flavor of salads, meals, and piyaz. Additionally, it is commonly used in combination with sour cream and pomegranate molasses to add a touch of sweetness to the dish. Spices such as hyssop, black pepper, haspir, thyme, sesame, mahaleb, red pepper, saffron, tarragon, cinnamon, and sumac are commonly favored. Various herbs and spices are utilized in culinary practices to enhance the flavor and aroma of dishes. For instance, sesame is incorporated in the production of yoghurt dishes and pastries, while saffron is commonly used in pastry making. Tarragon is a popular ingredient in rice varieties, desserts, and pastries, whereas sumac is utilized in stuffed meats, salads, and piyaz. Additionally, hashish is employed in the preparation of meatballs and soups, as reported by Sabbağ (2015). The Turkish Patent and Trademark Office, which operates under the Ministry of Industry and Technology, has categorized the product under its traditional name and sign of origin, as well as its original name. The aforementioned classes encompass a range of product groups, including soft drinks, alcoholic beverages, confectionery and chocolate products, ice creams, bakery products, fruit and vegetable spreads, oils, cheeses, meals, soups, condiments, and pastry products (Türkpatent, 2021).

### 3.2.2. Hatay

Hatay tables exhibit a diverse range of classifications, including the guest table, holiday table, family table, Ramadan table, hammam table, wedding table, entertainment-banquet table, and votive table. The food presentations prominently showcase the hallmark hospitality of the Mediterranean populace. According to Aytekin (2009), ceremonial meals, believed to have been influenced by Roman culture, involve prolonged periods of dining at the table and culminate in musical and entertainment performances. According to Şahin (2012), the predominant characteristic of Hatay cuisine is its utilization of spices, which are employed extensively in dishes for both flavoring and

embellishment purposes. Thyme, cumin, fennel seeds, black pepper, cloves, black cumin, and cinnamon are widely utilized in culinary applications. The olfactory stimuli of fragrances have the ability to create a lasting impression in individuals' memory. There is a prevailing notion that the aromas emanating from culinary preparations serve as a sensory cue for the corresponding flavors, thereby endowing spices with a mnemonic function. According to Cömert (2014), the utilization of spices constitutes the foundation of the culinary creations in Hatay cuisine. The region of Hatay is known for its distinctive culinary offerings, including Antakya Paper Kebab, Antakya Kunefe, Antakya Surku, Salted Yoghurt, Antakya Moldy Surku, and various products that bear a geographical indication. The Dörtyol mandarin is a product that bears the mark of origin.

### 3.2.3. Şanlıurfa

The cuisine of Şanlıurfa boasts a diverse selection of local foods and beverages, which is in line with the wide range of culinary offerings found in Turkish cuisine. The culinary tradition of Şanlıurfa has been shaped by the amalgamation of numerous civilizations. The culinary synthesis of Şanlıurfa comprises a blend of various cultural influences, including Turkish, Arab, Syriac, Armenian, Kurdish, Yazidi, and others. The entity in question encompasses the entirety of various ethnicities and their corresponding cultural practices. The significant potential for gastronomy tourism in Şanlıurfa is evidenced by the presence of businesses and institutions that reflect the rich culinary culture of the region. The Turkish Patent and Trademark Office has granted geographical indication to 33 products, thereby acknowledging their potential. Upon analyzing this significant potential through the lens of the gastronomic identity model, as categorized by Hjalager (2002) into local, horizontal, vertical, and cross-development gastronomic tourism products, the utilization of isot, a crucial gastronomic product originating from Şanlıurfa, in

venues such as historical bazaars, local product markets, and directly in tourism, represents the initial archetype of the model. This can be exemplified as a manifestation of the local development phase, which denotes the specific stage of regional growth. The horizontal development stage can be likened to the provision of uncooked meatballs to patrons in the food and beverage industry. During the vertical development stage, the integration of gastronomic products with other tourism offerings is a common practice. This can be observed through various initiatives, such as showcasing local culinary products during the sira night and hosting gastronomy festivals. It can be argued that Şanlıurfa falls short in terms of teaching and implementing the production processes of the products that are fundamental to cross-development, the final stage of the model. According to Hjalager's gastronomic identity model, Şanlıurfa can be classified as being in the vertical development stage within this particular context.

## 3.3. The role of tourism in economic development and the economic effects of disasters on tourism

### 3.3.1 The role of tourism in economic development

Touristic attraction centers are important sources of income for the provinces where they are located and therefore for the country. For this reason, tourism, which is known for its high multiplier effect on the economy, is accepted as an ideal development tool because it creates a revival in the direct and indirect sectors. Since the second half of the 20th century, the tourism industry has become one of the fastest developing and growing economies in the world economy (Yiğit et al., 2018). Thanks to tourism, tourists benefit from the economic level of the country and people they travel to by spending in the places they go, and they carry out monetary transfer between countries with international tourism activities. In addition to the mentioned

economic effects, the social, political, etc. effects of the tourism sector. It is possible to see its positive effects in many fields. Therefore, it is seen that the tourism sector is extremely important in both developed and developing countries (Bingöl et al., 2020). Gastronomic tourism has a special importance in the tourism sector. Yiğit et al. (2018) states that it is predicted that “gastronomy tourism” will be the type of tourism that guides the world economy for 2020 and beyond. Gastronomic products have an important place in tourism revenues. In addition, these products increase local product consumption, provide income to the local economy and support local production. Incomes to be obtained from local economic development fulfill an important function in the fight against income inequality as well as having an effect on growth and development. According to the report prepared by the EU; It is stated that member and candidate countries make great contributions to the national economies in terms of added value, employment and number of enterprises in terms of gastronomic tourism. The contribution of the accommodation and gastronomy sector to the national economy is 30% and 70%, respectively. These data reveal the importance of gastronomic tourism (European Commission, 2014).

### **3.3.2. Economic effects of disasters on tourism**

Disasters have occurred in every period of history. Disasters may be of natural origin such as landslides, floods, earthquakes, or they may occur due to anthropogenic causes such as terrorism, plane crash and fire. Disasters that cannot be determined exactly when, where and in what form they will occur have similar effects in terms of their results. These effects can cause economic losses, especially physical losses, and social psychological destruction (Altun, 2018). Natural disasters generally affect the country in which they are experienced in many ways, and the source of this effect may also be caused by some global events.

For example; In the 2003-2021 period, the number of foreign visitors to Turkey has fluctuated. Bird flu (2006), the global economic crisis in the USA (2008), swine flu (2009-2010), Ebola (2013), MERS (2015) and Covid-19 (2019) epidemics were effective in this fluctuating course. However, the biggest fluctuation experienced is the Covid-19 (-69.48%) pandemic, which seriously affected all other countries (Şen et al., 2015; Çeti et al., 2019; Piret et al., 2021; Novelli et al., 2018; Çavuşgil et al., 2020). All these negative environmental conditions, inevitably, negatively affect the tourism of the region where it takes place. This decline in tourism has negative repercussions on the country's economy. Türkiye is exposed to many disasters due to its geopolitical position. These are disasters such as earthquakes, landslides, floods and avalanches (Şahin et al., 2016). According to the statistical distribution of disasters in Turkey, 58% of disaster victims are those affected by earthquakes. Earthquake events have occurred in the world and in Turkey in the past and have been dealt with in many studies with their economic dimension. According to some of these studies; earthquakes (and natural disasters in general) have significant negative effects on economic growth (Barro et al., 2003; Raddatz, 2009). Apart from the first-degree financial losses among these negative effects, some studies in recent years emphasize that there may be potential spillover effects across the economy through trade links and supply chains (The et al., 2011; Ruta et al., 2021). However, contrary to the aforementioned negative opinions, some researchers state that disasters such as earthquakes have mild or even positive effects on growth (Albala-Bertrand, 1993; Barone et al., 2014, Caselli et al., 2004, Loayza et al., 2012, Porcelli et al., 2019, Skidmore et al., 2002). Economic effects of earthquakes; pre-earthquake economic conditions depend on the destruction they cause and the ability to rebuild the resources of the economy



(Hallegatte et al., 2022). Countries with poor economies, low government spending and weak institutions are more likely to be affected by the negative effects of earthquakes on growth (Cavallo et al., 2013; DuRose, 2023; Lackner, 2018; Noy, 2009; Toya et al., 2007). These negative effects especially affect poor people in societies with high domestic inequalities (Colmer, 2021). However, approximately 1 million 548 thousand people lost their lives due to earthquakes in the 20th century in the world. When it comes to the damages of disasters, although death, physical losses and injuries come to mind first, important social, economic and psychological consequences have emerged (Altun, 2018). Letukas et al. (2008) report that the tsunami and earthquake that occurred on the coast of Sumatra, Indonesia, on December 26, 2004, caused both short-term social changes during the disaster and long-term social changes due to the changes in political structures and economy. Turkey is located in the 1st degree earthquake zone (Altun, 2018), where 98% of its population and 93% of its territory are under the influence of various degrees of earthquakes (Şahin et al., 2016). Therefore, when we look at the earthquake history of Turkey, it is not surprising to encounter earthquakes of different intensities in different regions. The economic effects of earthquakes in Turkey between 1980 and 2014 were examined by Şahin et al. (2016). As a result, it was determined that the earthquakes in Turkey caused great losses in the country's economy (Şahin et al., 2016). In order to minimize these losses, it has been suggested to create disaster awareness throughout the country, to analyze disasters according to regions, to prepare before disasters, to raise awareness of people of all ages within the scope of damage reduction, to take necessary precautions during post-disaster recovery and rebuilding phases. Land (2019) occurred on 27.06.1998 around Adana-Ceyhan. He states that as a result of the 6.3-magnitude earthquake and numerous aftershocks, 145 loss of life, more

than 1500 injured and substantial material damage occurred, 1124 buildings were destroyed in the earthquake, and 10252 buildings were uninhabitable. He stated that the losses that first attracted the attention of the public and public institutions as a result of this earthquake were life and economic losses, but besides all these losses, the social texture, population composition and employment opportunities of the region were also turned upside down by the earthquake (Kara, 2019). The Marmara earthquake that took place on 17.08.1999, on the other hand, caused a much greater social reaction and social anxiety environment among the earthquakes in Turkey. This is due to the fact that it takes place in a region like Marmara where industrialization and urbanization are fast and intense (Kolukırık et al., 2009). Although the earthquake experienced on February 6, 2023 is larger than the Marmara earthquake in terms of magnitude, experts who compare these two important earthquakes make the following statements (Aksoy et al., 2023); The 1999 earthquake in Turkey was worse than the earthquake in 2023. Although of low severity, it occurred in the industrial center of the country. The four regions worst affected by the 1999 earthquake (Kocaeli, Sakarya, Bolu and Yalova) comprise about 4% of the country's population. But these are the provinces that have important economic links with the rest of the country, including Istanbul and Bursa, and are directly responsible for around 7% of GDP and 14% of industry added value. As a result, significant damage has occurred to energy, transport and communications infrastructure in the wider region. The regions that experienced major disruptions due to the earthquake together account for 35% of GDP and half of industrial production. The initial economic slowdown reflects the deterioration of physical capital, workforce, supply chains, inventory loss and low investment in the immediate aftermath of the earthquake. In this process, many small businesses went bankrupt because they did not have

earthquake insurance. This has a knock-on effect on the banking sector, which saw a sharp increase in non-performing loans prior to the 2001 financial crisis (Bibbee et al., 2000). On the other hand, the reconstruction activities carried out after the earthquake accelerated the growth of the country in 2000. Unlike 1999, the 2023 earthquake occurred earlier in the year. As a result, the restructuring effect will largely occur in the same calendar year, significantly offsetting the negative impact of earthquake-related disruptions on GDP. In addition, due to the widespread use of earthquake insurance compared to 1999, its impact on the banking sector is expected to be more limited. The overall impact of the 2023 earthquakes on economic growth is likely to be less than one percent of output (GDP) in 2023, against the backdrop of significant increases in government spending. However, the results of these estimates are not yet clear. The International Money Fund believes that the last 7.8 earthquakes will do less damage to the economy than the 7.6 earthquakes in 1999. Liam Peach, senior emerging markets economist at Capital Economics in London, "believes that economic activity can quickly recover after the earthquake any impact this quarter will be offset." The Central Bank of Türkiye also declared that they believe that the Turkish economy will not be affected in the medium term. If we look at the export figures of the 10 provinces in the Disaster Region, these provinces realize 8.7 percent of the total exports. While more than half of this 19.76 billion dollars export in 2022 was realized in Gaziantep with 10.52 billion dollars, Hatay 3.56, Adana 3 and Kahramanmaraş exported 1.46 billion dollars. Pulses, cereals, steel, oilseeds and their products, etc. agricultural products; ready-made garments, textiles and raw materials are the leading export items (TURKONFED, 2023). Aksoy et al. (2023) The views of the European Bank for Reconstruction and Development on the subject; "He believes that Turkey could lose up to 1% of its GDP. Growth was predicted

as 3.5% for Türkiye, now it has decreased to 3%. As Turkey is the leading supplier of many fruits, including apricots, it could have a ripple effect on the world economy. Besides agriculture and industrial production, tourism is also an important part. It is expected that this sector will also take a big hit, as the Turkish economy is no longer accessible to many popular tourist destinations. As it can be seen, there are positive views on the subject as well as some concerns.

#### 4. Discussion and Conclusions

In this study, the potential effects of the 2023 Gaziantep/Kahramanmaraş earthquakes on Gastronomy tourism were investigated. Gaziantep, Hatay and Urfa provinces, which have a very important place in Turkey in terms of gastronomic tourism, constitute the research area in the study. In the research, data obtained through observation and literature review, one of the qualitative research techniques, were collected. The obtained data were analyzed using descriptive analysis method. The study is limited to the observations of the researcher, since the earthquake event and its effects continue throughout the research and the researcher is actively residing in the research area people live. The interview technique could not be used due to various problems caused by the panic situation. In the literature review, scientific literature sources, data from current domestic and foreign news sites were used. The data obtained in the study are presented by dividing the titles. In conclusion; The 2023 Gaziantep/Kahramanmaraş earthquakes represent a period in which such frequent and long-lasting earthquakes have not been experienced together before, which caused 10 provinces and Sivas/Gürün district to be declared as disaster areas in Turkey. In the earthquakes that occurred, the provinces within the disaster area were affected by the disaster in various forms and sizes. Gaziantep, Turkey's first gastronomic city, is also located in the disaster area. Moreover, this province is one of the important industrial cities of the region. It is

also one of the most important provinces of Turkey in terms of gastronomy tourism. The earthquakes experienced caused significant losses in the İslahiye and Nurdağı districts of Gaziantep. However, the number of destroyed buildings in the city center is very low. Although improvement works continue at the transportation point of the province, there is no interruption in transportation. Local people have turned to vineyard houses or villages in order to stay away from high-rise buildings. Although some of the people go out of the city, the return has accelerated with the opening of the schools. According to the scientific literature review and current scientific evaluations on gastronomic tourism, criticisms are made that this process can be turned into an advantage in terms of tourism in the following periods. When the news in the domestic and foreign visual/printed media is evaluated, there are positive news for gastronomy tourism. However, some organizations abroad state that tourism may be adversely affected by the process in general. According to the literature and observational data obtained in the study, it is thought that the effects of the earthquake in Gaziantep, Hatay and Şanlıurfa gastronomy tourism can be overcome by taking the right steps, and the gastronomy in the provinces will come out stronger from the process, provided that the planning of the current situation is multidimensional. Regarding the 2023 Gaziantep/Kahramanmaraş earthquakes, the European Bank for Reconstruction and Development stated that “As many popular touristic spots are no longer accessible, the tourism sector and therefore the Turkish economy is expected to suffer a major blow” (Aksoy et al., 2023). The researcher went to İslahiye and Nurdağı, the districts of Gaziantep, in the week of the earthquake, to offer condolences and help to his relatives and friends living in the disaster area. The observations here are as follows; “In the first days of the disaster, it was seen that the roads were mostly open in İslahiye and Nurdağı districts and there was no

danger related to the road condition, the collapsed and cracked places on the roads were intervened and road improvement works were continuing for the future processes. However, in the Nurdağı tunnels and viaducts area of the Tarsus-Adana-Gaziantep (TAG) Highway, which makes a significant contribution to the inter-provincial connection of these two districts and Kahramanmaraş, Gaziantep, Adıyaman Malatya and Şanlıurfa, there are serious problems at the first stage and it takes time to resolve this problem is known to have. In addition to all these conditions, in addition to the aid from all over the country and from abroad, our people in the region have embraced each other and tried to heal the wounds together. Disaster survivors try to help those around them by putting their own pain and suffering aside. We all experience together that this process binds us together more.” At this point, although the earthquake process first brought with it some difficulties, there does not seem to be an important situation that will cause injuries to these sectors in Gaziantep, Hatay and Şanlıurfa for gastronomy and other tourism activities. However, considering the extent of the disaster, it should be known that almost every sector of Gaziantep and the gastronomy area, which is the prominent area of the province, also have lessons to be learned from these earthquakes. The following discourse provides a comprehensive assessment of the gastronomy tourism in Gaziantep, Hatay, and Şanlıurfa, along with potential measures that can be implemented to enhance this domain. Following seismic activity, it is common for members of the general populace to discover commercial establishments such as markets and food vendors situated beneath high-rise structures. It avoids locations and exhibits a preference for single-level structures. The proposed approach involves relocating brand businesses that play a significant role in Gaziantep's gastronomic tourism to single or double-storey establishments within the city. This measure is expected to

instill confidence among both local residents and international visitors. The relocation of these enterprises from high-rise structures to urban centers or suburban regions is an additional aspect that warrants consideration. The regions that were deemed secure for habitation by the indigenous populace have now been developed into residences with low-floor architecture. In this procedure, particularly in the edifices designated as Mass Housing Administration edifices, which were constructed under the supervision and financing of the government, the attribute of "greater robustness" instills assurance in the populace. The significance of the state's involvement in the construction and regulation processes is paramount in the context of recuperation. The orientation of food businesses should be ascertained with respect to these areas, and relevant businesses ought to be duly notified. Furthermore, it is imperative to provide multidimensional support to enterprises engaged in gastronomy tourism, based on land classification, in order to guide them towards suitable areas and ensure compliance with established safety standards. The occurrence of an earthquake is classified as one of the various types of natural disasters. The contemporary issue of ecological degradation pertains to the depletion of natural resources such as water and soil, as well as the challenge of ensuring sustainable energy sources and food production. It is imperative to promptly implement measures to address these requirements. The incorporation of sustainable urban planning should be prioritized in the redevelopment initiatives intended for urban regions in the aftermath of seismic events. The integration of urban

agriculture into the framework of sustainable urban planning may be a viable option for the cities of Gaziantep, Hatay, and Şanlıurfa. Urban agriculture is a practice that has been observed to have several benefits. These benefits include contributing to urban ecology, creating new food sources, raising ecological awareness among the populace, reducing food access inequality, promoting psychological recovery, and fostering social cohesion. Furthermore, upon the demolition of the significantly or moderately impaired edifices situated in the urban hub, these zones can be repurposed for culinary tourism. Gastronomy enterprises have the option to allocate a portion of their suppliers towards these regions for food production. These regions provide an opportunity for both domestic and international tourists to witness the entire process of food production, from its inception to the final presentation on the plate. The provision of support necessary for the implementation of this system by enterprises may be facilitated through collaboration between local government and academic institutions. The present study employed a literature review approach, utilizing scientific literature sources as well as data obtained from current domestic and foreign news sites. The data that was acquired was subjected to analysis using the descriptive analysis methodology. The study employed a methodology of utilizing gastronomy-tourism, disaster-earthquake-tourism, disaster-earthquake-economy, and 2023 Turkey earthquake (in both Turkish and English languages) as keywords to generate the titles of the findings. Table 1 presents the obtained results.

**Table 1.** The codes used in the research and the data titles created.

Codes	The topic of discussion pertains to the headers of data
Tourism Gastronomy Gaziantep Hatay Şanlıurfa Gastronomy Tourism Economy Gastronomy Disaster Earthquake 2023 Turkey earthquake	Tourism and Gastronomy  Gastronomy cities and gastronomic characteristics: Gaziantep, Hatay and Şanlıurfa  The Role of Tourism in Economic Development and the Economic Effects of Disasters on Tourism

This study makes a valuable contribution to the existing literature by addressing the contemporary issue of earthquakes and their significant impact on tourism. Furthermore, the inclusion of Gaziantep, Hatay, and Şanlıurfa as focal points for gastronomy tourism lends significant weight to the study. These cities are renowned for their culinary offerings and thus enhance the study's significance.

### References

- Aksoy, C.G., Chupilkin, M., Kelly, R., Koçzan, Zsoka., Plehanov, A., 2023. The impact of the 2023 earthquakes on Türkiye's economy: First estimates. <https://globaledge.msu.edu/blog/post/57242/the-economic-impact-of-the-turkish-earthquakes>, (Accessed: 25.05.2023)
- Altun, F., 2018. Afetlerin ekonomik ve sosyal etkileri: Türkiye örneği üzerinden bir değerlendirme. *Sosyal Çalışma Dergisi*, 2(1): 1-15.
- Barone, G., Mocetti, S., 2014. Natural disasters, growth and institutions: a tale of two earthquakes. Bank of Italy Economic Working Paper No. 949.
- Barro, R.J., Martin, X., Sala, I., 2003. Economic Growth (2nd Edition) MIT Press.
- Bibbee, A., Gonenc, R., Jacobs, S., Konvitz, J., Price, R., 2000. Economic effects of the 1999 Turkish earthquakes: An

- interim report. OECD Economics Department Working Paper No. 247.
- Bingöl, N., Pehlivan, C., Han, A., 2020. Turizm Gelirleri-Makro Değişkenler Arasındaki İlişkinin Türkiye İçin Ampirik Olarak İncelenmesi. *EKEV Akademi Dergisi*, 82: 245-262.
- Birecikligil, H., 2007. Beyaza leke düştü... *Gaziantep Tarih Kültür Dergisi*, 9: 52-55.
- Caselli, F., Malhotra, P., 2004. Natural disasters and growth: from thought experiment to natural experiment, Mimeo.
- Cavallo, E, Galiani, S., Noy, I., Pantano, J., 2013. Catastrophic natural disasters and economic growth. *The Review of Economics and Statistics*, 95(5): 1549–1561.
- Çavdırılı, C. M., Adan, Ö., 2020. Müzeler ve kültürel mirasın sürdürülebilirliği: Köstem Zeytinyağı Müzesi (Museums and Sustainability of Cultural Heritage: Kostem Oliveoil Museum). *Journal of Tourism & Gastronomy Studies*, 8(3): 2241-2262.
- Çekal, N., Doğan, E., Aktürk, H., 2022. Türkiye'de gastronomi müzeleri ve özellikleri. *Sosyal, Beşeri ve İdari Bilimler Dergisi*, 5(11): 1655-1673.
- Cohen, L., Manion, L., Morrison, K., 2007. Research methods in education. New York: Routledge.

- Colmer, J., 2021. How does climate change shape inequality, poverty and economic opportunity? *Economics Observatory*, 5 October.
- Dönmez, Ö.Ç., Pehlivan, T., 2019. Gaziantep ilinde kışlık hazırlıklar ve kurutmalıklar. *Safran Kültür ve Turizm Araştırmaları Dergisi*, 2(2): 275-292.
- DuRose, R., 2023. Why earthquakes are deadlier depending on where you live: What Turkey and Syria's deadly earthquakes reveal about wealth. *VoxEU.org*, 13 February.
- Fidan, S., Özcan, F., 2019. Gastronomi Kenti Gaziantep'te Özel Gün Yemekleri Üzerine Bir Araştırma. *Journal of International Social Research*, 12(67).
- Gaziantep Belediyesi, 2022. <https://www.gaziantep.bel.tr/tr/haberler/gaziantepin-cogرافي-isaretli-urunleri-cali-stay-ile-dunyaya-tanitilacak>. (Accessed: 04.05.2023)
- Gökçe, F., Sunar, H., Türkoğlu, A., 2017. Doğal Çevrenin Korunmasında Bitki Müzelerinin Etkisi; Hatay Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Müzesi Örneği. *International Congress on Cultural Heritage and Tourism (ICCHT2017)*
- Gül, M., 2022. Kahramanmaraş Tematik Mutfak Müzesi ve Dondurma Müzesinin gastronomi turizmi kapsamında değerlendirilmesi. *Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 8(1): 307-329.
- Güzel-Şahin, G., Ünver, G., 2015. Destinasyon pazarlama aracı olarak gastronomi turizmi: İstanbul'un gastronomi turizmi potansiyeli üzerine bir araştırma. *Journal of Tourism and Gastronomy Studies*, 3(2): 63-73.
- Gillespie, C., 2001. *European gastronomy into the 21st century*. Oxford: PlantaTree.
- Kara, T., 2019. Adana-Ceyhan Depreminin (27 Haziran 1998) Ekonomik ve Sosyal Sonuçları. Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Afyon.
- Kırıcı Tekeli, E., Demirel İli, N., Kement, Ü., 2023. Foodie turist tipolojisi: Gaziantep restoranlarına yönelik nitel bir araştırma. *Gaziantep University Journal of Social Sciences*, 22 (1): 372-392.
- Kivela, J., Crotts, J.C., 2006. Tourism and gastronomy: Gastronomy's influence on how tourists experience a destination. *Journal of Hospitality & Tourism Research*, 30(3): 354-377.
- Küçükkömürler, S., Şırvan, N. B., Sezgin, A. C., 2019. Dünyada ve Türkiye'de gastronomi turizmi. *Uluslararası Turizm Ekonomi ve İşletme Bilimleri Dergisi*, 2 (2): 78-85.
- Letukas, L., Barnshaw, J., 2008, A World-System Approach to Post-Catastrophe International Relief, *Social Forces*, 87 (2).
- Loayza, N. V., Olaberria, E., Rigolini, J., Christiaensen, L., 2012. Natural disasters and growth: Going beyond the averages. *World Development* 40(7): 1317–1336.
- Manolaa, M., Koufadakis, S., 2020. The gastronomy as an art and its role in the local economic development of a tourism destination: A literature review. *SPOUDAI Journal of Economics and Business*, 70(1-2): 81-92.
- MTA., 2023. [https://www.mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/bilgi-merkezi/deprem/pdf/Genisiletildis\\_Bilgi\\_Notu\\_06\\_Subat\\_2023%20KMaras\\_Depremleri.pdf](https://www.mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/bilgi-merkezi/deprem/pdf/Genis%20iletildis_Bilgi_Notu_06_Subat_2023%20KMaras_Depremleri.pdf) (Erişim Tarihi: 18.05.2023)
- Noy, I., 2009. The macroeconomic consequences of disasters. *Journal of Development Economics* 88(2): 221–231.
- Porcelli, F., Trezzi, R., 2018. The impact of earthquakes on economic activity: Evidence from Italy. *Empirical Economics*, 56: 1167-1206.
- Ritchie, J., Lewis, J., 2003. *Qualitative research practice*. London: SAGE Publications.
- Ruta, M., Mattoo, A., Mulabdic, A., 2021. How natural disasters reshape supply chains: Lessons for the COVID-19 crisis, *VoxEU*, 18 August.
- Skidmore, M., Toya, H., 2002. Do natural disasters promote longrun growth?. *Economic Inquiry*, 40(4).

- Smith, S., Costello, C., 2009. Culinary tourism: Satisfaction with a culinary event utilizing importance-performance grid analysis. *Journal of Vacation Marketing*, 15(2): 99-110.
- Şahin, İ., Kılınç, T., 2016. Türkiye’de 1980-2014 yılları arasında görülen depremlerin ekonomik etkileri. *İktisadi Yenilik Dergisi*, 4(1): 33-42.
- Toksöz, D., Aras, S., 2016. Turistlerin seyahat motivasyonlarında yöresel mutfakın rolü. *Journal of Tourism and Gastronomy Studies*, 4(1): 174-189
- Toya, H., Skidmore, M., 2007. Economic development and the impacts of natural disasters. *Economics Letters*, 94(1): 20-25.
- Turkonfed, 2023 <https://turkonfed.org/Files/ContentFile/turkonfed2023kahramanmarasdepremiafetdurumraporu021023-4718.pdf>, (Erişim Tarihi: 20.05.2023)
- Tütüncü, Ö., 2019. Lisans eğitiminde mutfak zanaatları ve gastronomi. *Anatolia: Turizm Araştırmaları Dergisi*, 30(1): 93-97.
- Yılmaz, G., 2017. Gastronomi ve turizm ilişkisi üzerine bir değerlendirme. *Seyahat ve Otel İşletmeciliği Dergisi*, 14(2): 171-191.
- Yiğit, S., Ay, Y., 2018. Gastronomi ve Yerel Ekonomi. *III. Kaoru Ishikawa Business Administration and Economy Congress*. October 19-21, 2018 Cappadocia Turkey.

---

**To Cite:** Kızılgöçü, Ç., 2023. An Assessment of Post-Earthquake Issues in UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization) Gastronomic Cities Gaziantep, Hatay and Şanlıurfa in Turkey. *MAS Uygulamalı Bilimler Dergisi*, 8(Special Issue): 965–978. DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10004299>.

---



DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10004347>



Derleme Makalesi / Review Article

## The Importance of Syriac Culinary Culture and Syriac Wine in The Field of Gastronomy in Terms of Mardin Tourism

Çiğdem KIZILGEÇİ<sup>1\*</sup> 

<sup>1</sup>Mardin Artuklu University, Vocational Higher School of Mardin, Department of Hotel, Restaurant and Catering, Mardin

\*Corresponding author: [cigdemkizilgeci@artuklu.edu.tr](mailto:cigdemkizilgeci@artuklu.edu.tr)

**Received:** 04.07.2023

**Accepted:** 12.08.2023

### Abstract

The objective of this study is to assess the significance of Syriac cuisine and wine in the context of Mardin tourism, specifically in relation to local gastronomy and geographical indications. The fundamental constituents of the tourism product encompass transportation, lodging, and food and beverage services. Throughout history, the culture surrounding food and beverage consumption has undergone significant evolution and enrichment. Mardin, as an urban center, is situated within a locale that possesses a notable abundance of historical, natural, and cultural heritage. The present study focuses on Syriac wine, which holds a significant place in the distinctive eating and drinking culture of Mardin. The existence of distinct Syriac cuisine and Syriac wine in Mardin, which has been officially recognized as a geographical indication, is believed to have the potential to elevate the region's status as a significant gastronomic and wine tourism destination. Therefore, it is anticipated that this will make a contribution to the tourism industry in the Mardin region. Simultaneously, this study holds significance as a motivational research endeavor for the recognition of geographical indication for Syriac cuisine and Syriac wine found in Mardin.

**Keywords:** Syriac, Syriac culinary culture, gastronomy, Mardin, tourism



## 1. Introduction

The renowned gastronomy specialist, Brillat-Savarin of France; The sentence "Tell me what you eat and I will tell you who you are" emphasizes the fact that food is a symbol of cultural indicators (Bloch-Dano, 2020). The structure of culture is not inherently instinctive or genetically determined. The phrase refers to the complete collection of both material and immaterial cultural legacies passed down through society. The absence of a society results in the absence of a culture. According to Wells (1994), the practice of culture is inseparable from the individuals who comprise the society in which it is observed. As can be understood from this definition, the material cultural indicators of gastronomy; spatiality in eating and drinking, materials used in eating and drinking and table setting. Intangible cultural indicators refer to cultural values and systems that encompass a wide range of practices, including belief discourses related to food, religious symbols associated with food in mythology, ceremonies, rituals, taste, and table manners. The overt regulations present in culinary or nutritional customs serve as manifestations of underlying structures. Levi-Strauss draws a comparison between the dietary practices of various societies and the system of signs in language, highlighting their universal nature (Brock, 2017). The consumption of food plays a crucial role in the preservation and transmission of a society's culture and identity across successive generations. Because the phenomenon of food has become a concept that determines the differences of social cultures from past to present. Throughout the course of history, various activities including warfare, migration, and trade have played a significant role in shaping culinary cultures. The interactions in question have led to a heightened level of food diversity, surpassing mere sustenance and being assessed in terms of gustatory appeal and enjoyment. The various intercultural

interactions facilitated the emergence of novel preferences in due course. Notwithstanding, geographic characteristics exert a significant influence on the formulation and exhibition of culinary preparations and are instrumental in shaping the cultural identity of ethnic cuisine (Aydın, 2015). Ethnic (Syriac) cuisine culture, which is the main theme of the study, has been transferred from generation to generation as a cultural heritage from the past to the present, and these foods are the treasure of the culture they represent rather than just feeding themselves (Kim et al., 2017). Ethnic culinary culture refers to the consumption patterns and food preparation methods of a particular geographic area or cultural group. This includes the use of region-specific ingredients, as well as distinct chopping techniques. The term "ethnic culinary culture" refers to the cuisine and beverages that are prepared based on the dietary practices and customs of a particular geographic area or culture. This includes the use of region-specific ingredients, cutting and cooking techniques, presentation styles, and preservation methods. The objective of this study is to assess the significance of Syriac cuisine and wine in the context of Mardin tourism, specifically in relation to local gastronomy and geographical indications.

## 2. Syriac Culinary Culture

Nations that possess a multicultural framework, such as Turkey, exhibit a notable abundance of culinary customs and a wide range of food varieties. The rationale behind this is that it is subject to a significant amount of cultural exposure and transformation. The Assyrians, who have historically inhabited and presently reside in the region as one of several distinct ethnic groups, constitute a significant component of this cultural diversity. Due to their distinctive cultures in the regions where they reside, ethnic groups have consistently piqued interest. Additionally, their coexistence with diverse populations has resulted in mutual influence and impact.

Currently, the kitchen presents itself as a site where such interactions and transformations are made evident. To clarify, cuisine serves as a cultural asset utilized by various ethnic groups to establish and express their distinct identities. According to Levi Strauss, food is regarded as a language and serves as a means to establish the relationship between nature and culture, a phenomenon that is ubiquitous across societies (Öğüt Eker, 2018). Khare (1980) posits that the categorization of meanings and distinctions assigned to food by societies is a manifestation of food culture in collective memory. This assertion suggests that food culture is a significant aspect of social identity and is reflected in the way societies classify and interpret food. Food has permeated every facet of human existence, including significant life events such as birth, marriage, and death, and is intricately intertwined with these fundamental elements. The consumption of food is significantly influenced by cultural experiences, which are observed by various communities across the globe (Tezcan, 2000). The act of consuming food and its associated practices hold significant symbolic connotations beyond their physiological advantages. Cuisine and culinary practices serve as a reflection of the socio-cultural heritage of a given society, playing a significant role in reinforcing the collective identity of its members (Temel, 2016). According to Tapper and Zubaida (2000), the act of "eating and cooking" has been recognized as a crucial aspect of culture worldwide, thanks to the contributions of sociologists and anthropologists over the past thirty years. These scholars have established that cooking and eating are considered respectable and honorable cultural practices, comparable to activities such as listening to symphonic music, visiting art exhibitions, or reading classical literature, and therefore warrant scholarly attention. Religion constitutes a significant cultural component for societies. As it affects every

experience of the individual, it also greatly affects the food culture (Karaca and Karacaoğlu, 2016). In addition to religious beliefs, the physical and cultural characteristics of a geographical region are recognized as influential factors in shaping food culture (Hayta et al., 2009). The phenomenon of migration has significant implications for societies, as it facilitates the diffusion of cultural practices, including the transmission of unique culinary traditions to new regions. The aforementioned circumstance engenders a state of perpetual flux in nutritional practices. Additionally, it serves to illustrate the malleable, dynamic, and unpredictable nature of the interplay between the individual, culture, and food. Hence, it is advisable to adopt a comparative approach rather than focusing on a specific society or culture while studying the subject matter. According to Goody (2013), societies engage in continuous political, social, and economic interactions. The statement was made that food serves as a representation of a society's culture and contributes significantly to the formation of its cultural identity. According to Belge (2001), if a person is exposed to and acquires their native language from an early age, they are also capable of utilizing socially constructed codes, such as flavor, in a similar manner when it comes to food. Numerous anthropologists contend that the concept of "taste" is culturally constructed, molded, and regulated within a given cultural framework. The significance of national cuisines is once again highlighted through the cultural expression that is facilitated by food in this context. Scholarly research has indicated that the notions of culinary culture and food are inextricably linked to culture and identity, and encompass a multitude of both tangible and intangible cultural components. An examination of various components within the realm of food culture is deemed crucial. These components include the designated area for food preparation within a household, the tools and equipment utilized

in the kitchen, the conditions under which food is prepared and stored, as well as the manner in which dishes are presented (Sagir, 2012). Prior to delving into the topic of Syriac cuisine, it was deemed imperative to provide a comprehensive overview of the element of food culture in order to facilitate a better understanding of the subject matter. In areas characterized by ethnic diversity, it is challenging to demarcate strict boundaries between groups based on culinary practices, unlike in the domains of music and attire. The Southeastern Anatolia Region in Turkey is a geographically and culturally diverse area where individuals of varying linguistic, religious, and ethnic backgrounds coexist (Bilge, 2001). It is renowned for its cultural richness. The interaction of ethnic communities within a shared collective space has had a significant impact on the culinary culture of the region, resulting in a diverse array of dishes that reflect the influence of various cultural groups throughout the stages of life. The culinary practices of the Syriac community reflect the characteristic elements of the Southeastern Anatolia Region. Various ethnic groups, including Turks, Kurds, Arabs, Yezidis, and Armenians, are present within the region. The cohabitation of diverse ethnic groups, including Armenians, has led to a significant reduction in cultural disparities, resulting in a synthesis of cultural elements beyond the realm of food. The Assyrians, an ancient people of Mesopotamia, have a history that can be traced back to 6000 years ago. The culinary customs and traditions that have undergone enrichment through this process continue to exert their influence. However, as a hidden culture that is not known much by the people living in the same lands, it expects not to be forgotten. The fact that the Southeastern Anatolia Region was the intersection point between the kingdoms of the period in ancient times, being on the spice route and incorporating many cultures in terms of languages and religions are among the elements that shape and enrich the Syriac cuisine. The culinary culture of

Syriac cuisine is characterized by the preparation of household dishes and those prepared by monks and nuns in monasteries, which serve as centers of worship and belief. This distinct feature holds a significant place in the Syriac culinary tradition. Furthermore, Syriac cuisine boasts a variety of authentic dishes that are traditionally prepared for significant events such as births, weddings, and funerals, as well as during religious observances such as periods of abstinence, fasting, and holidays. Additionally, the cuisine features a range of distinctive flavors that are served at communal meals held in the church following Sunday rites. The Syriac Ancient Community attaches great importance to neighborhood and kinship relations, cooperation and social solidarity. Visitors to a household are highly valued and are therefore typically accommodated in the most aesthetically pleasing area of the room. The most valuable animal of the house is slaughtered and served for the guest. The text states that there exists a customary practice whereby visitors are ensured to be provided with sustenance and are not deprived of the morning meal. Following the main course, it is customary to serve a selection of tea, coffee, a fruit platter, and assorted nuts. Visitors are consistently received with high regard and affection. The impact of certain customary practices in the daily lives of Assyrians has experienced a decline in comparison to previous eras. One aspect is the etiquette of dining, commonly referred to as "table manners". The familial bond of reverence is also demonstrated through the dining experience and associated etiquette. As an illustration, the patriarch assumes the initial seat at the dining table, consistently occupying a fixed location. Subsequently, the juveniles participate and consistently occupy identical seating positions. The meal has been scheduled to include women at a later time. According to convention, women are not typically seated at the dinner table during formal gatherings that involve invited guests or immediate family

members. The guests are presented with the most esteemed food and beverage offerings of the household at these tables. The primary objective is to ensure that the diners are satiated and do not experience hunger pangs upon leaving the dining table. The consumption of snacks by the woman is restricted until the conclusion of the mealtime. The individual in question is faced with the option of consuming previously prepared sustenance or engaging in the task of preparing a fresh meal utilizing the remaining ingredients. As part of the customary dining protocol, a prayer ritual is observed whereby, subsequent to all individuals taking their seats at the table, the youngest offspring in the household recites a grace before and after the meal (Adıgüzel, 2020).

### **3. Mardin assyrian cuisine and foods on tourism**

Syriac cuisine incorporates meat and dairy products as essential components in their dishes, featuring at least one of these ingredients in nearly every preparation. Ayran and butter are made by using goatskin called “Hezbo” (Iris, 2011). This exemplifies the significance of animal husbandry as a crucial means of livelihood for the community. During periods of food scarcity, cereals such as barley, oats, and lentils are frequently consumed by individuals. The most frequently encountered culinary preparations are meatballs and stuffing. There is a notable variation in the preparation of meatballs within the Assyrian community. The author mentions several types of meatballs in their text, including bellog, which are meatballs made with lentils, ikbebet, which are stuffed meatballs that are boiled, irok, which are stuffed meatballs that are fried, and acin, which are raw meatballs (Iris, 2011). Diversity and high consumption frequency are significant factors of importance. Furthermore, the culinary repertoire of this cuisine encompasses distinctive dishes such as kibbe, a preparation of stuffed tripe, and Kapıgaye, which consists of stuffed ribs. These dishes have been incorporated into

the culinary traditions of various societies. Both white and red meat are commonly utilized in culinary practices. Despite its absence in ancient times, seafood has been incorporated into Assyrian cuisine in recent times. Nevertheless, given that this constituent is not typically present in conventional cuisine, these commodities are commonly employed in culinary applications through the utilization of conventional cooking techniques. Vegetables and legumes are commonly found in various meal preparations. According to Iris (2011), there is a notable prevalence of fruit utilization in meat-based cuisine, with a reported emphasis on seasonal selection. An instance of this is that Alluciye, a stew made with sour green plums, is typically not prepared during the winter season, or alternatively, dried plums may be utilized in its preparation. According to reports, wild herbs are notably incorporated into their dietary intake. It was stated how much importance Syriacs gave to spices in their traditional cuisine. To such an extent that it is employed not solely in entrées, but also in desserts, pastries, and beverages. The following spices, namely Allspice, Mahaleb, Basil, Cinnamon, Anise, Fennel, Coriander, Sumac, and Cardamom, are considered to be the most noteworthy. The utilization of a dozen varieties of spices in the production of Easter buns serves as a prime indicator of their superior quality. In addition to sustenance, the establishment offers a diverse selection of beverages. The production of sherbets using spices and compotes made from a variety of fruits is one aspect of Syriac culinary culture. Additionally, noteworthy Syriac beverages include Syriac coffee, Syriac tea, Mirra (a type of bitter coffee), Syriac wine, and Syriac liquor, particularly those made with sour cherry (Iris, 2011). Assyrians also pay great attention to seasonal preparations. Whilst such customs are no longer prevalent among urban dwellers, they are still upheld by rural communities. The practice of producing tomato paste through the process of sun-drying tomatoes and peppers has

become a customary summer tradition in nearly every household. The prepared tomato paste is canned and stored in cold storage and is prepared for the winter. According to Iris (2011), grape and mulberry molasses, roasted sausage, grape sausage, walnut sausage, and bulgur and cracked wheat are significant food items that are commonly prepared for consumption during the winter season. Preparations for the summer or winter months are made in advance. During the vintage season, grapes are harvested and subsequently dried. The resulting products, such as grape molasses, walnut sausage, cuts, and fruit pulp, are commonly consumed as desserts during the winter season. The maintenance of certain storage practices from ancient times is explicated. It is known that they are more careful not to spoil the food, especially during the summer period. According to Iris (2011), milk and dairy products such as cheese and butter are reportedly wrapped in goatskin and transported to mountainous regions via donkeys or horses once they have undergone multiplication. These products are then concealed in caves or secluded areas that are covered with snow. Moreover, it is a common practice for individuals to possess mud warehouses within their residential premises. These storage facilities are capable of preserving grains and legumes, including wheat, barley, corn, cracked grains, and sesame seeds, from spoilage. According to Iris (2011), mud warehouses possess a characteristic of thermal insulation that remains consistent throughout the year, regardless of seasonal changes. Taking into account the aforementioned attributes of the conventional Syriac gastronomy, it can be posited that this ethnic group, with a lineage spanning 6 millennia, has either resided or continues to inhabit the geographical region that once served as the birthplace of Mesopotamian societies for numerous centuries. It can be posited that the distinctive culinary cultures observed in these regions are a fusion of the

gastronomic traditions of preceding civilizations that inhabited the same geographical areas.

### **3.1. Syriac wine on tourism**

Gastronomic tourism is a form of tourism that places greater emphasis on the consumption of food and beverages. This type of tourism also encompasses the investigation of the products that are to be encountered (Steinmetz, 2010). According to Shenoy (2005), gastronomic tourism can be defined as a form of tourism where visitors engage in activities such as dining at local restaurants, purchasing locally produced goods, and experiencing region-specific cuisine. According to Brisson's (2012) definitions of gastronomic tourism, it can be posited that the primary motivation for tourists to embark on such journeys is the consumption of food and beverages. Among the various beverages, wine emerges as a prominent product, garnering significant attention. Within this particular context, wine is observed to manifest as a constituent of tourism and a form of tourism pursuit, rather than solely as a consumable beverage. The conversion of raw grape fruit into wine generates a distinct area of consumer interest within this particular industry. The phenomenon of wine tourism, which was previously overlooked in numerous countries, is progressively emerging as a subject of scholarly inquiry from diverse perspectives. The escalation in global travel and wine consumption has been posited as the underlying cause of this phenomenon (Charters et al., 2002). Moreover, elements such as engaging with the natural environment, exploring natural commodities, and so forth, are additional factors that contribute to the inclination towards wine tourism. Simultaneously, the cultural aspect of winemaking garners public interest, as noted by Getz et al. Brown (2006). Furthermore, areas that are abundant in wineries and cater to wine tourism are situated in close proximity to the source of the raw materials. Wine tourism exerts a significant influence on agricultural and rural regions, particularly

in areas such as vineyards and orchards where wine is produced. Additionally, it has implications for regional development. The nomenclature of grapes and wine produced for winemaking is influenced by the regional variations in fruit production and the unique taste characteristics of grapes based on their type and origin. The attractiveness of wine tourism is contingent upon several factors, including the aesthetic appeal of vineyards, their accessibility for transportation purposes, and their proximity to areas conducive to sea, sand, and sun tourism, which is facilitated by the warm climate in which they are typically cultivated. The confluence of these factors has the potential to yield significant benefits for the broader tourism industry, as evidenced by the findings of Getz et al. (2006) regarding the potential contributions of wine tourism. The Assyrian culture, which is deeply committed to their beliefs, accords significant value to wine. The production of wine holds significant cultural value in the ancient civilizations of Mesopotamia and Anatolia, as evidenced by historical records on Assyrian Wine (2017). Assyrians, as in many branches of art; It is also considered successful in agriculture and viticulture. The Syriac community has demonstrated a notable advancement in the realm of winemaking, owing to their emphasis on viticulture and possession of expansive vineyards in the Midyat and Adıyaman regions. The production of wine by Assyrians in domestic settings has been a practice of longstanding historical significance. According to Küçük's (2008) findings, Assyrians have been advancing in the field of winemaking and have established wine factories for professional production. The production of Assyrian wine involves the utilization of "mezrone" and "kerkuş" grape varieties cultivated in vineyards located in the Mardin Midyat region. The production of red wine involves the utilization of the "öküzgözü" and "boğazkere" grape varieties, while white wine is produced using other grape cultivars. The plant commonly referred to

as "Mahlep" and bearing resemblance to the blackberry is utilized in the process of wine production to impart fragrance. The Assyrian community residing in the Turabdin region persist in utilizing conventional techniques to produce wine within their domestic milieu. Sulfur dioxide is employed as a disinfectant agent for the purpose of sanitizing the harvested grapes. The production of authentic Syriac wine does not involve the use of any additives. Due to the high sugar content present in the mezrone and kerkuş grapes cultivated in the area, additional sugar is not utilized. Numerous vineyards can be found in Syriac regions. The grapes harvested from these vineyards undergo a process of crushing and draining within sacks, without any exposure to water. Subsequently, the fermentation process, known as *cibre*, is utilized for the purpose of sun-soaking. *Cibre* fermentation is among the features that distinguish Syriac wine from fabricated production. No supplementary yeast is employed. Distinguishing Syriac wine from other varieties is the utilization of oak barrels during the soaking process. The edifice, constructed utilizing Mardin stone, has been geographically delineated as a church, among other structures. The preservation of Assyrian wines takes place in these locations. This stone exhibits a unique characteristic of maintaining a cool temperature during summer months and a warm temperature during winter months. The wine variety in question, which is presently manufactured using conventional techniques, is derived from the distinctive grapes of the locality. It is seen that local and foreign guests visiting the region are interested in Syriac wine and taste it. Syriac wine is believed to hold a significant regional position within this particular context.

#### 4. Discussion and Conclusions

Historical records indicate that factors such as climate, geography, and nutrition have played significant roles in shaping societies. As a result of various factors, numerous societies were compelled

to depart from their original territories and relocate to alternative geographical locations. Due to these and similar reasons, different cultures have encountered and communicated with each other (Beşirli, 2010). This has made the interaction of different cultures inevitable. Turkey is a country characterized by a diverse mosaic structure, where various religious and ethnic groups coexist. This nation boasts a wealth of cultural heritage and traditions. Assyrians are one of the cornerstones of this mosaic structure. Apart from being one of the most ancient peoples of Mesopotamia, although they are very few in number in Turkey, their unique culture, customs and traditions clearly reveal their importance in this structure. The Assyrian cultural richness, akin to other ethnic groups, constitutes an essential component of our local culture and cultural diversity (Bourse et al., 2017). What socializes a person is that the culture into which he was born has shaped him since his birth. Socialization is a process whereby an individual's values and rules are shaped or taught by their family from the moment of birth. It is also referred to as enculturation. Culture plays a significant role in fostering social connections and facilitating the exchange of ideas among individuals. The notion of a shared cultural identity fosters a sense of unity and cohesion among individuals. The concept of identity comprises two fundamental constituents. The first of these is identification and recognition, and the second is belonging (Aydin et al., 2003). Cultural identity is particularly striking in this “belonging” part. Cultural identity is situated within both the individual and social domains of an individual. The enduring survival of certain societies over the course of centuries can be attributed to the strength of their cultural identities. Currently, it is appropriate to assert that cultural identity encompasses customary practices and traditions, historical events, spiritual beliefs, and social values. Minorities, ethnic groups, and diverse social classes possess distinct cultural

identities within the framework of a national cultural identity. Bilgin et al. (2018) posit that there exist interrelationships between the cultural identities of the constituent communities within a society and the national cultures. The presence and interaction of multiple cultures contribute to the enhancement of the overall cultural identity of the nation. Specifically, this research explores the significance of culinary practices, including food preparation and consumption, in shaping and reinforcing their cultural identity. This study evaluates the cuisine of Mardin and the Syriac wine using the concepts of regional food and geographical indication as the guiding principles. This discussion will focus on the early beginnings of the concept of gastronomy, as well as the development of culinary practices and drinking rituals over the course of human history. In addition, the influence of the many different tendencies that have surfaced throughout the course of time in the field of gastronomy is considered to be significant. One might make the case that the country is home to a culturally diversified food and beverage landscape in terms of its traditional cuisine. The process of moving to Anatolia is accompanied by the integration of many cultural practices, which, in turn, contributes to the creation of culinary and beverage activities that are considered traditional in the region. The concept of geographical indicator has become more important as a means of preserving the unique characteristics of regional products and reducing the possibility that these products will become obsolete. Wine tourism has gained prominence, particularly in countries with a strong tradition of winemaking, such as France and Italy. Within the scope of wine tourism, various regions across the globe have emerged as popular destinations for wine enthusiasts. Notably, France boasts Champagne, Burgundy, and Bordeaux, while Italy is home to Tuscany. In the United States, Napa and Sonoma Valleys are renowned for

their wine tourism offerings, while South Africa's Paarl, Stellenbosch, and Franschhoek regions have also gained recognition. Additionally, Hawk's Bay in New Zealand is another prominent location that attracts wine tourism enthusiasts. The wine tourism areas have experienced swift development. Their geographic location and close proximity to sites of historical and cultural significance, as well as picturesque landscapes, have garnered significant interest (Beames, 2003). Given the significant role of tourism in the global economy, wine tourism holds considerable significance due to its potential for generating a multiplier effect and contributing to various economic sectors and activities. In order to foster the growth of wine tourism, it is imperative to ensure that the products originating from the region are effectively marketed and distributed across a broad geographical expanse. Furthermore, the exchange of wine is often accompanied by the exchange of brands and regional identities, which constitute a crucial aspect of wine marketing (Hall et al., 2001). As with the broader tourism sector, the winemaking industry leverages the geographical, socio-economic values, and resources of the region in which it operates. Hence, it can be posited that the origins of wine production and tourism are interconnected. According to Alonso et al. (2007), wine tourism is a comprehensive concept that encompasses viticulture, winemaking, travel, and accommodation. Strategically realizing wine production and developing tourism regions that offer wine-based experiences or transforming existing tourism regions into areas that provide wine experiences are crucial considerations, as highlighted by Getz et al. (1999). The significance of the wine tourism encounter in a wide-ranging context is highlighted. According to Walls (2013), individuals exhibit certain behaviors during their tourism experiences, such as repurchasing touristic products, revisiting them, and recommending or not recommending them to others. Regarding the totality of Mardin,

it would be acceptable to mention the prosperous culinary and beverage traditions that are prevalent there. It is possible to view TPI's registration of six items, including stuffed ribs, kibe, sembusek, ikbebet, imebes, and Mardin stone, as a manifestation of the acknowledgment of geographical indication in the region of Mardin. These products are: kibe, sembusek, ikbebet, imebes, and ikbebet. It is currently felt that the production of wine, which is a deeply rooted and significant cultural activity in Mardin, is deserving of attention and recognition equivalent to that which is accorded other registered foods. This belief stems from the fact that wine has been produced in Mardin for centuries. Raki (2009) and Turkish raki (1996) are two examples of products that have been granted the geographical indicator status. Additionally, it has been noticed that registration of geographical indications is often obtained for grape varieties that are unique to particular locations. This is the case in the United States. The Kalecik Karası Grape (2005) and Elazığ Öküzgözü Grape (2007) have been granted geographical indicator registration, particularly with regards to its application in the manufacture of wine. In addition, the application for Yenikoy Wine to receive status as a product with a geographical designation is now being processed. Therefore, it is safe to say that there are no roadblocks in the way of the application of geographical indication enrollment for the grapes known as "mezrone" and "kerkuş," which are grown in the region and used in the production of wine, or for Syriac wine in its unadulterated form. This is the conclusion that can be drawn from the available evidence. To begin the process of submitting an application for a geographical indication, it is required to use an electronic medium to fill out the Geographical Indication Registration Application Form in its entirety. This form may be found on the website of the institution that is authorized to process such applications (TPI). This document offers extensive information



pertaining to the product, such as its classification within a certain product group, a description of the product, technical specifications, and paperwork elaborating the product's physical, chemical, microbiological, and sensory characteristics. In some cases, pertinent information regarding the product's raw ingredients is also included in the description of the product. The competent authority is responsible for carrying out the process of conducting the evaluation of the registration application for a geographical indicator or traditional product name. According to a study that was conducted by TPI in 2017, consumers have a tendency to have a preference for products that are advertised with the name of a certain place. This is because consumers have faith in the reputation of the region in question. As a result, it is in everyone's best interest to protect the welfare of the indigenous people by preserving place names that have gained a distinct character and cultural value as geographical indicators or traditional product names. This will help ensure that the indigenous population will continue to exist. According to the findings of the study, Syriac wine, which has received a lot of attention from people all over the world in the field of wine tourism, may be protected if certain application requirements were met. Therefore, it will be possible to ensure that the location gains increased relevance and garners attention in reference to tourism that is based on food and drink. One of the most notable tourist attractions in Mardin is the Assyrian wine, which has a strong connection to the area and its extensive natural, historical, and cultural history. The use of geographical indications has the potential to secure the long-term viability of Syriac wine, which would be an excellent complement to the varied cuisine found in Mardin and would benefit from the introduction of geographical indications. It is claimed that Mardin has a large potential as a destination for cuisine and wine tourism. This is due to the city's extensive historical, natural, and

cultural legacy, as well as the strength it draws from the registered products it produces. In addition, it is recommended to carry out an investigation into the underlying circumstances contributing to the absence of any submission for the registration of Syriac wine, notwithstanding the registration of six other goods under geographical indication. This is because the absence of any submission for the registration of Syriac wine is a contributing factor. In addition, another potential weakness of the study is that it did not conduct sufficient consultation with a sufficient number of specialists in the relevant fields. Additional study on the subject calls for the gathering of information from a wider variety of sources and the participation of a greater number of knowledgeable individuals.

### References

- Adıgüzel, O., 2020. Etnik kökenlerin mutfak kültürlerindeki değişimlerin belirlenmesi: Balıkesir örneği (Unpublished Master Thesis). Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir.
- Alonso, A., Cohen, A., Fraser, R., 2007. Consumption Patterns Among New Zealand Winery Visitors—An Exploratory Study. *Wine Industry Journal*, 22(2): 86-89.
- Aydın, E., 2015. Gastronomi turizminin şehir markalaşmasına etkisi: Afyonkarahisar ili örneği (Unpublished Master Thesis). Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyon.
- Beames, G., 2003. The Rock, The Reef And The Grape: The Challenges Of Developing Wine Tourism In Regional Australia. *Journal of Vacation Marketing*, 205-212.
- Belge, M., 2001. Tarih Boyunca Yemek Kültürü. İstanbul: İletişim Yayınları.
- Beşirli, H., 2010. Yemek, kültür ve kimlik. *Millî Folklor*, Y. 22. S. 87, ss. 159-169
- Bilge, Y., 2001. Geçmişten Günümüze Süryaniler. İstanbul: ZVİ- Geyik Yayınları.

- Bilgin, A., Oksal, A., 2018. Kültürel kimlik ve eğitim. *Academy Journal of Educational Science*, 2(1): 82-90.
- Bloch- Dano, E., 2020. Sebzelelerin Efsanevi Tarihi. İstanbul: İletişim Yayınları.
- Bourse, M., Yücel, H., 2017. Kültürel çalışmaları anlamak. (H. Yücel, Çev.). İstanbul: İletişim.
- Brock, S.P., 2017. An introduction to Syriac studies. Birmingham: Gorgias Press.
- Charters, S., Ali-Knight, J., 2002. Who is The Wine Tourist? *Tourism Management*, 23(3): 311-319.
- Getz, D., Brown, G., 2006. Benchmarking Wine Tourism Development: The Case Of The Okanagan Valley, British Columbia, Canada. *International Journal of Wine Marketing*, 18(2): 78-97.
- Getz, D., Ross, D., Jack, C., Anderson, D., 1999. Critical Success Factors for Wine Tourism. *International Journal of Wine Marketing*, 11(3): 20-42.
- Goody, J., 2013. Yemek, Mutfak, Sınıf. (Çev. Müge Günay Günran). İstanbul: Pinhan Yayınları.
- Hall, C. M., Mitchell, R., 2001. Wine Tourism in The Mediterranean: A Tool For Restructuring and Development. *Thunderbird International Business Review*, 42(4): 445-465.
- Hayta, M., Sitti, S., Yetim, H., 2009. Kayseri Mantısı: Hazırlanışı ve Kalite Nitelikleri. *II. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu*, 208- 211.
- İris, M., 2011. Süryani Mutfak Kültürü ve Yemekleri (2. Baskı). İstanbul: Ekol Yayıncılık.
- Karaca, O. B., Karacaoğlu, S., 2016. Kültür, Din ve Yemek Etkileşimi Çerçevesinde Arap Mutfağının Kavramsal Olarak İncelenmesi: Adana İli Örneği. *Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 9(2): 561- 584.
- Khare, R. S., 1980. Food as Nutrition and Cultures: Notes Towards an Anthropological Methodology. *Social Science Information*, 19(3): 519-542.
- Kim, J. H., Youn, H., Rao, Y., 2017. Customer responses to food-related attributes in ethnic restaurants. *International Journal of Hospitality Management*, 61: 129- 139.
- Öğüt Eker, G., 2018. Farklı Görme Biçimiyle Modern Dünya Ritüeli Olarak Yemek Kültürü: Sınanma/ Erginlenme ve İntikam Alma Gizli İşlevleri. *Milli Folklor Dergisi*, (120): 170- 183.
- Sağır, A., 2012. Bir Yemek Sosyolojisi Denemesi Örneği Olarak Tokat Mutfağı. *Turkish Studies: International Periodical For the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic Dergisi*, 7(4): 2675-2695.
- Steinmetz, R., 2010. Food, Tourism and Destination Differentiation: The Case of Rotorua. New Zeland: (Unpublished Master Thesis), Auckland University of Technology.
- Tapper, R. Zubaida, S., 2000. Ortadoğu Mutfak Kültürleri. (Çev. Ülkün Tansel). İstanbul: Tarih Vakfı Yurt Yayınları. 309 sayfa.
- Temel, Z., 2016. Mardin İli Midyat Yöresindeki Süryani Ev Şarapçılığı Üzerine Sosyo- Ekonomik Bir Değerlendirme (Unpublished Master Thesis). Çukurova Üniversitesi, Adana
- Tezcan, M., 2000. Türk Yemek Antropolojisi Yazıları. Ankara: T.C. Kültür Bakanlığı Yayınları.
- Walls, A. R., 2013. A Cross-Sectional Examination of Hotel Consumer Experience and Relative Effects on Consumer Values. *International Journal of Hospitality Management*, 32(1): 172-192.
- Wells, C., 1994. Sosyal Antropoloji Açısından İnsan ve Dünyası, Çev. Bozkurt Güvenç, İstanbul: Remzi Kitabevi.
- Yılmaz, G., 2015. Türkiye'de Yaşayan Süryanilerin Sosyo-Kültürel Durumlarının Medya Üzerinden Analizi. *10. Karaburun Bilim Kongresi*. İzmir 2-6 Eylül 2015.
- Yılmaz, H., DüNDAR, A., 2019. Gastronomi Tarihi. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi.
- Yılmaz, İ., 2009. Kültürel Zenginlik Bakımından Mardin. *Din Bilimleri Ak*

---

**To Cite:** Kızılgöçü, Ç., 2023. The Importance of Syriac Culinary Culture and Syriac Wine in The Field of Gastronomy in Terms of Mardin Tourism. *MAS Uygulamalı Bilimler Dergisi*, 8(Special Issue): 979–990.

DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10004347>.

---

**MAS** Journal of Applied Sciences  
Uygulamalı Bilimler Dergisi

ISSN: 2757-5675  
masjaps.com

OPEN ACCESS

DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10005866>

Araştırma Makalesi / Research Article

## Determination of Anxiety, Health Literacy and Belief Levels of Medication Use of Individuals with Chronic Diseases During The Covid-19 Pandemic Process

Gürcan SOLMAZ<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Istanbul University-Cerrahpaşa, Florence Nightingale Faculty of Nursing, İstanbul

\*Corresponding author: [gurcansolmaz@hotmail.com](mailto:gurcansolmaz@hotmail.com)

Received: 04.07.2023

Accepted: 12.08.2023

### Abstract

This study was conducted to determine the state-trait anxiety, health belief, and health literacy levels of individuals with chronic diseases during the COVID-19 pandemic. The study, which is a descriptive and relational type, was conducted with 207 chronic patients between July and September 2020. Data were collected with a personal information form, the Trait-State Anxiety Scale, the Health Literacy Scale, and the Health Belief Scale. The levels of trait and state anxiety, health belief, and health literacy are higher in females, university or higher education, single, good-income, comorbid disease, COVID-19 infected patients ( $p < .05$ ). Participants aged 65 and over had the most elevated anxiety, lowest health belief, and health literacy mean scores ( $p < .05$ ). In the study, a weak positive correlation was determined between the scales ( $p < .001$ ). When the scores obtained from the trait anxiety, state anxiety, health belief, and health literacy scales were evaluated according to sociodemographic characteristics. Determining the anxiety, health literacy, and belief levels of individuals with chronic diseases and their influencing factors in extraordinary situations such as pandemics can provide effective management of the process and nursing care.

**Keywords:** Anxiety, Covid-19, health belief, health literacy

## 1. Introduction

A new type of corona virus (Covid-19) has been included in the high risk group due to its treatment methods and negative effects on the immune system (Di Guarda, 2020; WHO, 2023). According to December 2022 data, 72% of the deaths from Covid-19 in the world and 65% in our country of them are those with chronic diseases (Bıyıklı and Lotfi, 2022; WHO, 2023). The restrictions imposed to prevent transmission, on the one hand, protect chronic patients against the virus, on the other hand, they paved the way for them to be in a more complex and anxious situation such as social isolation, problems in accessing health services and inability to manage their ongoing treatments (Kaçan et al., 2021; Roy et al., 2020; Xiong et al., 2020). In studies assessing the psychological effects of Covid-19 worldwide, it has been determined that the general population experiences high levels of stress, anxiety, depression, and post-traumatic stress disorder. Moreover, it has been found that women, individuals with chronic illnesses, and those frequently exposed to Covid-19 news constitute a vulnerable group from a psychological perspective (Kaye et al., 2020; Özdin and Bayrak, 2020). Continuing treatment of chronic patients in cases such as pandemics or natural disasters is an element that cannot be ignored regarding public health (Bıyıklı and Lotfi, 2022; WHO, 2023). It is stated in studies that anxiety caused by Covid-19 increases compliance with treatment in individuals with chronic diseases (De Keyser et al., 2020; Kaye et al., 2020). It was determined that the compliance of asthma and COPD patients with their treatments during the Covid-19 pandemic period increased by 14.5% compared to the pre-pandemic period.<sup>9</sup> Adherence to treatment or the attitude of chronic patients towards the use of drugs is seen as an important step for public health during the pandemic (Özer and İncesazlı, 2021; Volpato et al., 2021).

Another important element that emerges in this process is accurate health information. The concept that gathers the ability to find, understand and apply health-related information under the same roof is Health Literacy (HL). Considering these difficulties, a critical HL level requirement has emerged as chronic patients have difficulties integrating the new knowledge pool into their individual behaviors with the pandemic (Nguyen et al., 2020). It has been determined that chronic patients with high HL values develop positive attitudes toward their drugs and diseases (Uğurlu and Akgün, 2019; Van der Heide et al., 2021). It is thought that nurses' knowledge of chronic patients' anxiety, belief in drugs, and HL levels in processes such as pandemics or natural disasters can play an active role in managing diseases. No studies were found that evaluated the anxiety, health literacy, and health belief levels of chronic patients during the pandemic process. Therefore, this study is the first of its kind.

## 2. Materials and Methods

To conduct the research, institutional permissions were obtained, and ethical approval was obtained from the Sivas Cumhuriyet University Ethical Committee (Date: Number: 17.06.2020, Decision No:2020-06/42). After informing the participating patients about the research, written and verbal consent was obtained from those who voluntarily wished to participate. Throughout the research, the principles of the Helsinki Declaration on Human Rights were followed. This descriptive and relational study was conducted in a university hospital in Turkey between July and September 2020. While all chronic patients who applied to the hospital where the study was conducted constituted the population of the study, the sample size; was determined as 164 with 95% power, 0.03 margin of error, and 0.05 significance level (Wahl et al., 2021). Two of the participants who volunteered to participate in the study

in July-September 2020 did not live in Turkey, and five were not included in the study because they were diagnosed with a chronic disease for less than six months. Reached 207 people. Sampling inclusion criteria; Being able to answer all of the questions, not having a serious mental illness, not having a verbal communication disability, being literate, being diagnosed with a chronic disease at least 6 months ago, being 18 years old and over, agreeing to participate in the research. Exclusion criteria from the sample are; Those with chronic cognitive and psychiatric diseases did not want to participate in the study.

### 2.1. Data collection tools

The study data were collected with the Personal Information Form, the Trait Anxiety Scale, the Turkish Health Literacy Scale, and the Health Belief Scale on Drug Use. Personal Information Form: The form was developed by researchers using the literature to obtain sociodemographic and disease data of patients (Kaye et al., 2020; Özdin and Bayrak, 2020; WHO, 2023). State-Trait Anxiety Scale: It was developed by Spielberger et al. (1970). The scale consists of two parts: State and Trait Anxiety Inventory. State anxiety is about the expressed feelings or behaviors, while trait anxiety is the evaluation of feelings, thoughts, or behaviors. The total score obtained from both scales varies between 20 and 80. The scale indicates that scores between 0-19 mean no anxiety, while scores between 60-79 indicate severe anxiety and individuals with a score of 60 and above require professional help (Taşdelen and Zaybak, 2013). The Cronbach  $\alpha$  value for this study has been calculated as 0.82.

Health Literacy Scale (HL-32): The Cronbach  $\alpha$  reliability coefficient of the scale was found to be 0.92. HL level was evaluated in four categories according to the score obtained: (0-25) score: insufficient health literacy, (>25-33) score: problematic – limited health literacy, (>33-42) score: adequate health literacy, (> 42-50) score: excellent health literacy

(Kadıoğlu, 2012). The Cronbach  $\alpha$  reliability coefficient for this study was 0.81. Health Belief Regarding Drug Use: The Cronbach  $\alpha$  reliability coefficient of the scale developed by Çiçek was found to be 0.91. The lowest score that can be obtained from the scale is 59, and the highest score is 151. Higher scores indicate higher health beliefs about conscious and prescription drug use (Kırılmaz and Doğanyığıt, 2021). In this study, the Cronbach  $\alpha$  reliability coefficient was 0.92.

### 2.2. Data Collection

After obtaining the consent of the patients who met the research criteria to participate in the study, the patients answered the questionnaire and scale questions in an average of 15-20 minutes.

### 2.3. Statistical Analysis

The data obtained from our study were evaluated with the SPSS 23.0 program. The normality of the data was checked with the Kolmogorov-Smirnov test. Data were analyzed by Student's t-test for two parametric independent groups and by F-test (ANOVA) for more than two groups. Cronbach's alpha coefficients were calculated to test the validity and reliability of the scales. As descriptive statistics,  $X \pm SD$  was given for numerical variables, and number and percentage values were given for categorical variables. Pearson method was used in parametric data to calculate the correlation between continuous variables, and multiple linear regression analysis was used to determine independent predictors of anxiety. The statistical significance level was accepted as  $p < 0.05$ .

### 3. Results

According to Table 1, the mean age of the participants was  $62.88 \pm 15.16$  years, the majority (45.4%) was 65 years and older, (61.4%) were female, (54%) were primary school graduates, (66.1%) were married, (45.4%) were middle-income, 25.1% had coronary artery disease, 71.5% had at least one comorbid disease, and 55.1% were infected with Covid-19.

**Table 1.** Sociodemographic characteristics of the participants (N=207)

Sociodemographic characteristics of the participants	n	(%)
<b>Age</b>		
26-45	54	26.1
46-64	59	28.5
≥65	94	45.4
<b>Age mean (X±SD) (Min-Max)</b>	62.88±15.16	26-87
<b>Gender</b>		
Female	127	61.4
Male	80	38.6
<b>Education status</b>		
Literacy	30	14.4
Primary school	52	25.2
Middle school	30	14.4
High school	52	25.2
University and above	43	20.8
<b>Marital status</b>		
Married	137	66.1
Single	70	33.9
<b>Level of income</b>		
Low	59	28.5
Middle	94	45.4
High	54	26.1
<b>Type of chronic illness</b>		
Coronary Artery Disease	52	25.1
Diabetes	47	22.7
Chronic Obstructive Pulmonary Disease	43	20.8
Rheumatoid Arthritis	33	15.9
Other	32	15.5
<b>Presence of comorbid chronic illness</b>		
Yes	148	71.5
No	59	28.5
<b>COVID-19 infection status</b>		
Yes	114	55.1
No	93	44.9

According to Table 1, the mean age of the participants was 62.88±15.16 years, the majority (45.4%) was 65 years and older, (61.4%) were female, (54%) were primary school graduates, (66.1%) were married,

(45.4%) were middle-income, 25.1% had coronary artery disease, 71.5% had at least one comorbid disease, and 55.1% were infected with COVID-19.

**Table 2.** Comparison of the sociodemographic characteristics of the participants and the mean score of the scale

Sociodemographic	Trait Anxiety	State Anxiety	HL-32	Health Belief
<b>Age</b>				
18-45	54.69±8.61	54.44± 9.02	32.74±9.00	145.16±12.36
46-64	57.37±9.62	57.03±10.38	29.05±9.81	140.94±14.96
≥65	59.92±8.07	60.31±8.56	24.98±9.07	137.56±15.22
<b>p* test</b>	<b>F:6.254 p=0.002</b>	<b>F:6.254 p=0.002</b>	<b>F:12.207 p&lt;0.001</b>	<b>F:4.778 p=0.009</b>
<b>Gender</b>				
Female	62.53±4.90	62.98±4.96	33.84±8.04	146.70±8.58
Male	47.75±6.09	46.76±6.05	23.02±8.49	130.68±16.98
<b>p** test</b>	<b>t:19.194 p&lt;0.001</b>	<b>t:21.006 p&lt;0.001</b>	<b>t:9.221 p&lt;0.001</b>	<b>t:8.969 p&lt;0.001</b>
<b>Education status</b>				
Literacy	55.90±9.29	55.63±9.55	27.65±10.45	138.07±11.74
Primary school	56.13±8.60	56.10±9.19	25.83±9.30	134.46±20.61
Middle school	57.57±9.56	57.26±10.37	28.90±10.00	141.23±12.95
High school	53.59±8.70	53.28±9.03	32.22±9.14	142.23±16.56
University and above	60.93±7.20	61.37±7.80	34.07±7.68	145.60±12.09
<b>p* test</b>	<b>F=4.392 p=0.002</b>	<b>F=4.684 p=0.001</b>	<b>F=4.812 p=0.001</b>	<b>F=3.167 p=0.015</b>
<b>Marital status</b>				
Married	48.85±6.93	47.77±7.15	23.80±8.67	132.21±17.85
Singel	60.89±7.00	61.28±7.13	32.66±8.89	144.75±10.63
<b>p** test</b>	<b>t:11.732 p&lt;0.001</b>	<b>t:12.879 p&lt;0.001</b>	<b>t:6.836 p&lt;0.001</b>	<b>t:6.320 p&lt;0.001</b>
<b>Level of income</b>				
Low	56.82±9.00	54.44±9.02	24.98±9.07	137.56±15.22
Middle	57.37±9.62	57.00±10.38	29.05±9.81	140.94±14.96
High	59.92±8.07	60.31±8.56	32.74±9.00	145.16±12.36
<b>p* test</b>	<b>F=6.254 p&lt;0.001</b>	<b>F=5.844 p=0.001</b>	<b>F=12.207p&lt;0.001</b>	<b>F=4.778 p=0.009</b>
<b>Presence of comorbid chronic illness</b>				
Yes	60.46±7.33	60.83±7.53	32.48±8.81	144.42±11.98
No	47.67±5.70	46.38±5.54	22.60±8.35	130.69±16.40
<b>p** test</b>	<b>t:12.012 p&lt;0.001</b>	<b>t:13.350 p&lt;0.001</b>	<b>t:7.386 p&lt;0.001</b>	<b>t:6.665 p&lt;0.001</b>
<b>COVID-19 infection status</b>				
Yes	62.16±5.30	62.66±5.39	33.39±8.33	145.40±13.02
No	50.26±8.25	49.41±8.49	25.10±9.45	134.51±14.52
<b>p** test</b>	<b>t:12.541 p&lt;0.001</b>	<b>t:13.623 p&lt;0.001</b>	<b>t:6.698 p&lt;0.001</b>	<b>t:5.679 p&lt;0.001</b>

\*One-way ANOVA test, \*\*Student t test.

According to Table 2, trait anxiety, state anxiety, health belief, and HL-32 levels of patients who are female, have a university education level or higher, are single, have a good income, have comorbid diseases, and are infected with COVID-19 are higher

than the others ( $p<0.05$ ). At the same time, patients aged 65 and over have the highest anxiety ( $p<0.05$ ), lowest health belief, and HL-32 mean scores ( $p<0.001$ ) compared to other age ranges.



**Table 3.** Mean scores obtained from the scales

Scales	X±SD
Trait anxiety	56.82±9.00
State anxiety	56.71±9.58
HL-32	29.66±9.75
Health Belief	140.51±14.72

HL-32: Health Literacy

According to Table 3, the mean trait anxiety score of the participants was 56.82±9.00, the mean state anxiety score was 56.71±9.58, the mean health belief score was 140.51±14.72, and the mean HL-32 score was found 29.66±9.75 and this score is problematic/limited. According to Table 4, between the trait anxiety level and the state anxiety level, there was a positive strong (r=0.979

p<0.001), HL-32 (r=0.382 p<0.001), and Health Belief (r=0.427 p<0.001) has been found between a positive weak correlation. Similarly, a weak positive correlation was found between state anxiety and HL-32 (r=0.398 p<0.001) and Health Belief (r=0.445 p<0.001). On the other hand, a weak positive correlation (r=0.236, p<0.001) was determined between Health Belief and HL-32.

**Table 4.** Relationship Between Anxiety, Health Literacy, And Belief Levels About Medications

Scales	Trait anxiety	State anxiety	Health Belief	HL-32
Trait anxiety	1	0.979**	0.427**	0.382**
State anxiety	0.979**	1	0.445**	0.398**
Health Belief	0.427**	0.445**	1	0.236**
HL-32	0.382**	0.398**	0.236**	1

HL-32: Health Literacy, \*\* Pearson Correlation coefficient p<0.05, \*\*\* Pearson Correlation coefficient p<0.001

According to Table 4, between the trait anxiety level and the state anxiety level, there was a positive strong (r=0.979 p<0.001), HL-32 (r=0.382 p<0.001), and Health Belief (r=0.427 p<0.001) has been found between a positive weak correlation. Similarly, a weak positive correlation was

found between state anxiety and HL-32 (r=0.398 p<0.001) and Health Belief (r=0.445 p<0.001). On the other hand, a weak positive correlation (r=0.236, p<0.001) was determined between Health Belief and HL-32.

**Table 5.** The predictive effect of gender on anxiety, health belief, and HL-32

Gender	Scales	β	SD	p*	t	Adjusted R <sup>2</sup>	F
	Trait anxiety	-0.784	1.947	<0.001	-7.427	0.648	52.367
	State anxiety	-0.711	1.940	<0.001	-7.193	0.691	63.698
	Health Belief	-0.718	4.399	<0.001	-4.924	0.328	13.880
	HL-32	-0.623	2.963	<0.001	-4.203	0.513	20.656

HL-32: Health Literacy

According to Table 5, when the scores obtained from the trait anxiety, state anxiety, health belief, and HL-32 scales were evaluated according to sociodemographic characteristics, only gender was found to be a significant predictor. In the regression analysis, it was calculated that gender had a significant effect on trait anxiety by 64%, state anxiety by 69%, health belief by 32%, and HL-32 by 51% (p<0.001). In addition,

women's trait anxiety, state anxiety, health belief and HL-32 mean scores are higher than men.

#### 4. Discussion

According to this study, participants were found to have problematic/limited levels of HL, moderate levels of anxiety (both trait and state), and moderate levels of health belief. Participants with high levels of anxiety, HL, and low levels of health belief were

found to be female, unmarried, have a university degree or higher education, good income levels, comorbidities, and had been infected with Covid-19 ( $p < 0.05$ ). These sociodemographic data are consistent with the literature (Ekici, 2020; Yılmaz et al., 2020). However, in the study, elderly patients had the highest level of anxiety and the lowest level of HL and health belief. Similarly, in the US, one in three elderly people (34%) were found to be anxious during the pandemic (Applegate et al., 2020). Studies have shown that education level, access to health information, and access to health services are among the factors that increase health literacy and trust in medication (Temel et al., 2017; Yakar et al., 2019). The fact that only 20.8% of the participants in this study had a university degree or higher education, the study was conducted during the pandemic, and the limited access to healthcare due to the geographical location of the study site may explain the high level of anxiety, low HL, and low health belief among elderly individuals. At this point, it is important for nurses to evaluate care processes considering that elderly individuals with chronic diseases may have high levels of anxiety during the pandemic and may experience adherence problems to their medication, as well as having limited/problematic HL. In this study, it was found that as the anxiety and limited HL of chronic patients increased during the pandemic, their health belief also increased positively. Studies in the literature support these research findings (Yakar et al., 2019; Yılmaz et al., 2020). Chronic patients have experienced more anxiety during the Covid-19 pandemic than before due to uncertainty, limited access to healthcare services, social isolation, and insufficient coping methods (Nguyen et al., 2020; Rajkumar, 2020; Roy et al., 2020). This situation can be interpreted as increasing anxiety levels during the pandemic positively affecting accessing and researching health-related information and increasing faith in medication usage. This

study provides an opportunity for nursing to turn the crisis into an opportunity by acknowledging that chronic patients' increased anxiety levels during the pandemic indicate their need for health information and the possibility of increasing their faith in medication. Therefore, the data we presented can shed light on how nurses can effectively manage such opportunities during pandemic processes. In this study, it was determined that women had higher levels of anxiety, health locus of control, and medication beliefs than men. Studies conducted in Turkey and China that evaluated the effect of gender on anxiety during the Covid-19 pandemic determined that women had higher levels of anxiety than men (Göksu and Kumcağız, 2020; Saygın et al., 2021; Wang et al., 2020). This can be attributed to the negative impact of stress and anxiety on women due to their roles and responsibilities in society during the pandemic, and their efforts to access accurate health information and maintain their faith in medication. Nurses can support the goal of increasing the social health level, particularly with women, through education that emphasizes positive medication beliefs and health locus of control during situations such as pandemics and natural disasters.

## 5. Conclusion

The leading factors that affect chronic patients' anxiety, beliefs about medications, and health literacy during the pandemic are gender, age, education level, marital status, income level, comorbid disease, and Covid-19 infection status. It was revealed that the leading predictor that affects anxiety, health literacy, and beliefs about medications is gender, with women being more affected. Nurses can effectively manage time to promote public health by being aware that women with chronic diseases are more anxious during the pandemic but more willing to receive health information and adhere to their medications. Additionally, the information that increased levels of anxiety indicate a

greater need for health literacy and an increase in beliefs about medications can be interpreted as an opportunity for nursing to turn the crisis into an opportunity. Therefore, the data we have presented can shed light on nurses' ability to manage such opportunities effectively and rationally during pandemic processes.

### 5.1. Limitations

Due to the restrictions imposed to prevent transmission during the pandemic, which caused a decrease in chronic patients' visits to the outpatient clinic, this situation constitutes a limitation of the study.

### Ethical Committee Approval

To conduct the research, institutional permissions were obtained, and ethical approval was obtained from the Sivas Cumhuriyet University Ethical Committee (Date: Number: 17.06.2020, Decision No:2020-06/42). After informing the participating patients about the research, written and verbal consent was obtained from those who voluntarily wished to participate. Throughout the research, the principles of the Helsinki Declaration on Human Rights were followed.

### Acknowledgment

Thanks to the women who participated in the research.

### References

Applegate, W.B., Ouslander, J.G. 2020. COVID-19 presents high risk to older persons. *Journal of the American Geriatrics Society*, 68(4):681.

Bıyıklı, N., Lotfi, S. 2022. Tüberküloz tedavisi gören bireylerin Covid-19 salgını süresince kaygı düzeylerinin çeşitli değişkenler açısından incelenmesi. *Tıbbi Sosyal Hizmet Dergisi*, 19:53-75.

De Keyser, H.E., Kaye, L., Anderson, W. C., Gondalia, R., Theye, B., Szeffler, S. J., Stempel, D.A. 2020. Electronic medication monitors help determine adherence subgroups in

asthma. *Respiratory Medicine*, 164: 105914.

- Di Guardo, G., 2020. SARS-CoV-2 infection's pathogenesis: Take-home messages from other pathogens. *BMJ. British Medical Journal*,
- Ekici, E. 2020. Covid 19 pandemisi sürecinde yaşlı bireylerin bakım yönetimi. *Haliç Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 3(3):145-152.
- Göksu, Ö., Kumcağız, H. 2020. Covid-19 salgınında bireylerde algılanan stres düzeyi ve kaygı düzeyleri. *Electronic Turkish Studies*, 15(4).
- Kaçan, H., Öztürk, A., Değer, V. B. 2021. Bireylerin kaygıları covid-19 salgınına yönelik algı ve tutumlarını etkiler mi? *Psikiyatride Güncel Yaklaşımlar*, 13(Ek 1): 405-420.
- Kadıoğlu, H. 2012. Validity and reliability of Turkish version of perception of health scale. *Türkiye Klinikleri Tıp Bilimleri Dergisi*, 32(1): 47-53
- Kaye, L., Theye, B., Smeenk, I., Gondalia, R., Barrett, M. A., Stempel, D.A. 2020. Changes in medication adherence among patients with asthma and COPD during the COVID-19 pandemic. *The Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 8(7):2384.
- Kırılmaz, H., Doğanyığıt, P.B., 2021. Kendi kendine ilaç kullanımı ve sağlık inanç modeli ilişkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 12(2):200-209.
- Nguyen, H.C., Nguyen, M.H., Do, B.N., Tran, C.Q., Nguyen, T.T., Pham, K.M., Duong, T.V. 2020. People with suspected COVID-19 symptoms were more likely depressed and had lower health-related quality of life: the potential benefit of health literacy. *Journal of Clinical Medicine*, 9(4):965.

- Özdin, S., Bayrak Ö.Ş. 2020. Levels and predictors of anxiety, depression and health anxiety during COVID-19 pandemic in Turkish society: The importance of gender. *International Journal of Social Psychiatry*, 66(5):504-511.
- Özer, S., İncazlı, S.B. 2021. COVID-19 sürecinde hipertansiyon hastaları için neler yapalım?. *Kardiyovasküler Hemşirelik Dergisi*, 12(27):52-58.
- Rajkumar, R.P. 2020. COVID-19 and mental health: A review of the existing literature. *Asian Journal of Psychiatry*, 52:102066.
- Roy, D., Tripathy, S., Kar, S.K., Sharma, N., Verma, S.K., Kaushal, V. 2020. Study of knowledge, attitude, anxiety & perceived mental healthcare need in Indian population during COVID-19 pandemic. *Asian Journal of Psychiatry*, 51:102083.
- Saygin, E., Tolon, M., Doğan, B., Atalay, K.D. 2021. Covid-19 pandemi döneminde e-sağlık okuryazarlığının incelenmesi üzerine bir araştırma. *Third Sector Social Economic Review*, 56(3):1559-1575.
- Taşdelen, S., Zaybak, A. 2013. Hemşirelik öğrencilerinin ilk klinik deneyim sırasındaki stres düzeylerinin incelenmesi. *Florence Nightingale Hemşirelik Dergisi*, 21(2):101-106.
- Temel, J.S., Greer, J.A., El-Jawahri, A., Pirl, W.F., Park, E.R., Jackson, V. A., Ryan, D.P. 2017. Effects of early integrated palliative care in patients with lung and GI cancer: a randomized clinical trial. *Journal of Clinical Oncology*, 35(8):834.
- Turkey Ministry of Health 2022. (<https://covid19.saglik.gov.tr/>) (Access date:12.05.2023).
- Uğurlu, Z., Akgün, H.S., 2019. Sağlık kurumlarına başvuran hastaların sağlık okuryazarlığının ve kullanılan eğitim materyallerinin sağlık okuryazarlığına uygunluğunun değerlendirilmesi. *Mersin Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 12(1):96-106.
- Van der Heide, I., Poureslami, I., Shum, J., Goldstein, R., Gupta, S., Aaron, S., Canadian airways health literacy study group. 2021. Factors affecting health literacy as related to asthma and COPD management: learning from patient and health care professional viewpoints. *HLRP: Health Literacy Research and Practice*, 5(3):179-193.
- Volpato, E., Toniolo, S., Pagnini, F., Banfi, P. 2021. The relationship between anxiety, depression and treatment adherence in chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review. *International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease*, 16:2001-2021.
- Wahl, A.K., Osborne, R.H., Larsen, M.H., Andersen, M.H., Holter, I.A., Borge, C.R. 2021. Exploring health literacy needs in Chronic obstructive pulmonary disease (COPD): associations between demographic, clinical variables, psychological well-being and health literacy. *Heart & Lung*, 50(3):417-424.
- Wang, C., Pan, R., Wan, X., Tan, Y., Xu, L., Ho, C.S., Ho, R.C. 2020. Immediate psychological responses and associated factors during the initial stage of the 2019 coronavirus disease (COVID-19) epidemic among the general population in China. *International Journal of Environmental Research And Public Health*, 17(5):1729.
- World Health Organization 2022. (<https://covid19.who.int/>) (Accessed 10.05.2023).
- Xiong, J., Lipsitz, O., Nasri, F., Lui, L.M., Gill, H., Phan, L., McIntyre, R.S. 2020. Impact of COVID-19 pandemic on mental health in the general population: A systematic review. *Journal of Affective Disorders*, 277:55-64.
- Yakar, B., Gömleksiz, M., Pirinççi, E. 2019. Bir üniversite hastanesi polikliniğine başvuran hastaların sağlık okuryazarlığı düzeyleri ve etkileyen faktörler. *Eurasian Journal of Family Medicine*, 8(1):27-35.

Yılmaz, Z., İstemihan, F., Arayıcı, S.,  
Yılmaz, S., Gülođlu, B., 2020. COVID-  
19 pandemi sürecinde bireylerdeki

anksiyete ve umutsuzluk düzeylerinin  
incelenmesi. *Kriz Dergisi*, 28(3):135-  
150.

---

**To Cite:** Solmaz, G., 2023. Determination of Anxiety, Health Literacy and Belief Levels of Medication Use of Individuals with Chronic Diseases During The Covid-19 Pandemic Process. *MAS Journal of Applied Sciences*, 8(Special Issue): 991–1000.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10005866>.

---

## The Effect of Post-Coronary Angiography Foot Massage on Back Pain: A Randomized Controlled Study

Gürcan SOLMAZ<sup>1\*</sup> 

<sup>1</sup>Istanbul University-Cerrahpaşa, Florence Nightingale Faculty of Nursing, İstanbul

\*Corresponding author: [gurcansolmaz@hotmail.com](mailto:gurcansolmaz@hotmail.com)

Received: 07.07.2023

Accepted: 18.08.2023

### Abstract

This research was conducted to assess the impact of foot massage on back pain following transfemoral angiography. This randomized controlled study was carried out with 41 patients (20 in the intervention group and 21 in the control group) who underwent transfemoral angiography in the Angiography Unit between 15 May- 30 June 2023. Data were collected using a questionnaire and a visual analog scale. In the intervention group, a 20-minute foot massage, with 10 minutes for each foot, was administered two hours after the procedure. The control group received standard pharmacological treatment. Pain assessments for all participants were conducted immediately after angiography (1st measurement), at 30 minutes (2nd measurement), at the second hour (3rd measurement), at the fourth hour (4th measurement), and at the sixth hour (5th measurement). The control group, back pain intensity at the 3rd, 4th, and 5th measurements was significantly higher than at the 1st measurement (immediately after angiography) ( $p < 0.001$ ). In the intervention group, pain intensity at all measurements (2nd, 3rd, 4th, and 5th measurements) was significantly higher than at the 1st measurement ( $p < 0.001$ ). Between-group comparisons indicated that, except for the 1st measurement ( $p = 1.00$ ), back pain intensity scores at the 4th and 5th measurements in the intervention group were significantly lower than those in the control group ( $p < 0.001$ ). Foot massage administered for 20 minutes, which is easy, without side effects, and requires no additional materials, can reduce back pain in patients following transfemoral angiography.

**Keywords:** Back pain, foot massage, nursing, transfemoral angiography

## 1. Introduction

In the treatment of coronary artery disease, catheterization procedures are commonly employed. The most widely used interventional method for this purpose is coronary angiography, which is considered the gold standard for diagnosing coronary artery disease (Baig et al., 2023; Grubic et al., 2020). Coronary angiography involves the radiological visualization of coronary arteries using a radio-opaque substance during cardiac catheterization, with the recorded images subsequently evaluated. Transradial or transfemoral approaches are preferred during coronary angiography, and the choice of approach depends on the assessment of both the patient and the physician. Studies comparing the use of femoral and radial approaches have shown that transradial artery procedures are associated with longer duration, higher radiation exposure, and greater contrast agent usage compared to transfemoral procedures, while the success rate is lower. However, transradial procedures are known to result in less hematoma, bleeding, and shorter hospital stays (Collet et al., 2017; Zhu et al., 2021). Although Transfemoral Coronary Angiography (TFA) is generally considered a safe diagnostic procedure, it can lead to complications such as hematoma, bleeding, distal embolism, and arterial thrombosis after the procedure (Aghili et al., 2022). To minimize the risk of complications following TFA, approximately 6 hours of complete bed rest is recommended. During this 6-hour bed rest period, the patient should lie in a flat position and avoid rapid movements. Complete bed rest following TFA can be an uncomfortable experience for patients, and immobility is often cited as a major contributor to post-TFA discomfort. Such immobility can lead to pain. A recent meta-analysis has identified back pain as one of the most common complaints following TFA (Busca et al., 2023; Chaiyagad et al., 2023; Elsaman, 2022; Türen et al., 2022). Post-TFA back pain can increase sympathetic stimulation,

potentially raising heart rate, blood pressure, cardiac workload, and myocardial oxygen consumption. These issues can, in turn, lead to or exacerbate myocardial ischemia (Matte et al., 2016; Niknam Sarabi et al., 2021). Therefore, the management of post-TFA back pain is crucial, especially in patients with significant heart conditions. Nursing care standards for patients undergoing TFA vary. Care instructions typically used in hospitals are based on experiential knowledge rather than evidence. Hence, there is a need for research and the development of evidence-based safe care protocols for patients undergoing coronary angiography. Various pharmacological and non-pharmacological methods are available to reduce pain. Pain-relieving medications are the most common pain reduction method. However, these medications are associated with various side effects such as inadequate pain relief, respiratory depression, nausea, vomiting, and paralytic ileus. Therefore, many healthcare providers have turned to non-pharmacological methods that have the potential to reduce pain without causing serious side effects (Chaiyagad et al., 2023; Maurovich-Horvat et al., 2022). Massage is one of the non-pharmacological interventions used in nursing care. Massage is considered one of the complementary therapies with potential pain-reducing effects. It is suggested that massage can reduce pain by lowering cortisol and norepinephrine levels, increasing serotonin levels, stimulating endorphin release, facilitating blood flow, and improving oxygenation in soft tissues (Fitri et al., 2021; Hassan and Ahmed, 2022). Among massage techniques, foot massage is one of the most commonly used. Foot massage involves applying pressure to areas such as the sole and the top of the foot. Studies suggest that foot massage applied through this pressure can support blood flow in different parts of the body, thus enhancing balance and promoting relaxation (Alameri et al., 2020; Aslan and Altin, 2022). Additionally, foot massage has been shown

to have positive psychological effects, inducing relaxation (Alameri et al., 2020; Aslan and Altin, 2022). Foot massage is a simple, inexpensive, non-invasive procedure that can be used anywhere without the need for special equipment and without compromising patient privacy. Previous studies have reported the positive effects of foot massage on sleep quality, vital signs, and anxiety (Aslan and Altin, 2022; Hassan and Ahmed, 2022; Pakaya and Nento, 2023). Moreover, some studies have suggested that foot massage can have positive effects on back pain (Türen et al., 2022; Şanlı and Satılmış, 2023). However, there is a lack of sufficient research on back pain, which is the most common complaint in patients undergoing TFA. Therefore, this study aims to evaluate the effect of foot massage on back pain that occurs after TFA. This research could provide valuable evidence for nursing care plans. This research has been conducted to assess the effect of foot massage on back pain that develops after TFA.

## 2. Materials and Methods

### 2.1. Study design

This randomized controlled study was conducted in the Angiography Unit of a hospital located in western Turkey, between 15 May and 30 June 2023. To conduct the research, institutional permissions were obtained, and ethical approval was obtained from the Yalova University Human Research Ethics Committee (Date: 08/05/2023, Decision No: 2023/84). After informing the participating patients about the research, written and verbal consent was obtained from those who voluntarily wished to participate. Throughout the research, the principles of the Helsinki Declaration on Human Rights were followed. The study population consisted of patients who underwent Transfemoral Coronary Angiography (TFA) in the hospital's Angiography Unit during the specified time frame. The sample size was determined based on a similar study (Kardan et al., 2020) using G\*Power 3.1.9.2 statistical

software. With an effect size of  $d=0.99$  (high effect size), power of 0.95, and  $\alpha=0.05$ , the minimum number of patients required for inclusion in the study was determined to be 20 for the intervention group and 20 for the control group, totaling 40 patients. Inclusion criteria for the study were as follows: being 18 years of age or older, having no communication barriers, undergoing TFA, not reporting back pain prior to TFA, having no conditions such as open wounds or bone deformities that could hinder foot massage, not having any medical conditions that could cause back pain, and voluntarily agreeing to participate in the research. A total of 50 patients who met the research criteria were approached, and 42 patients willingly agreed to participate in the study. During the data collection phase, one patient from the intervention group voluntarily withdrew from the study, resulting in a total of 41 patients completing the research. After data collection, power analysis was conducted with  $d=0.99$  (high effect size), power of 0.95, and  $\alpha=0.05$ .

#### 2.1.1. Randomization

Randomization was carried out using a 1:1 method. The allocation of the first patient's group was determined by drawing lots by the researcher, and after assigning the first patient to the intervention group, the remaining patients were randomized 1:1 to either the intervention or control group, resulting in a total of 21 patients in each group, totaling 42 patients for the study. One patient from the intervention group expressed a desire to withdraw from the study voluntarily, and the study was completed with a total of 41 patients. Data collection and foot massage were performed by the researcher. Since the patients were in single rooms for 6 hours of bed rest after TFA, they had no knowledge of other patients' conditions.

#### 2.2. Data collection tools

Data collection tools were questionnaire and visual analog scale. The questionnaire, consisting of 10 questions,



was prepared by the researcher based on previous similar studies and the literature. The questionnaire assessed individual demographic data and vital signs (Alameri et al., 2020; Kardan et al., 2020). Visual analog scale (VAS) VAS is a scale that allows scoring from 1 to 10. VAS pain scores are evaluated as "pain-free" (score=0) and "worst pain" (score=10). Scores less than 3 are defined as mild pain, scores between 3-6 as mild to moderate pain, and scores greater than 6 as moderate to severe pain (Crichton, 2001).

### 2.3. Data collection

The researcher individually met with patients waiting for the TFA procedure in the patient room. Patients were informed about the purpose of the study, and those who wished to participate voluntarily were randomized into groups and asked to fill out the questionnaires. After TFA, patients were met by the researcher in their rooms, vital signs were recorded, and pain scale assessments were conducted at specified time intervals during the study procedure. Foot massage was applied to the intervention group, while the control group received standard treatment procedures. Pain assessments for all participants were conducted immediately after the TFA procedure, at 30 minutes, and then at the second, fourth, and sixth hours. In the intervention group, foot massage was applied at the beginning of the second hour, and pain assessment was performed at the end of the second hour.

#### 2.3.1. Intervention group

Massage therapy is included in the nursing education curriculum and is one of the nursing care procedures. Foot massage was applied by the researcher. Patients assigned to the intervention group through randomization received foot massage two hours after TFA. According to information obtained from the literature review, it is observed that pain is most intense within the first four hours after the TFA procedure (Busca et al., 2023; Maurovich-Horvat et al., 2022). Based on this information, foot

massage was applied by the researcher for a total of 20 minutes to each foot, with 10 minutes per foot, starting two hours after the TFA procedure. Foot massage procedure: Hands were washed, the patient was in a supine position with the foot area exposed. The researcher stood at the end of the bed facing the patient, and the researcher stroked from the distal part of the foot to the ankle three times. The same procedure was repeated three times for both the upper and lower surfaces of the foot. The researcher grasped the foot by the ankle and applied effleurage, petrissage, friction, tapotement, and vibration sequentially, with each movement being repeated three times for both the upper and lower surfaces of the foot. Finally, stroking was performed from the distal part of the foot to the ankle three times, and the procedure was completed. The same procedures were applied to the other foot in the same order. A lubricating gel, cream, or lotion was not used during the massage.

#### 2.3.2. Control Group

Patients in the control group received the hospital's standard post-TFA treatment. Pain measurements were made according to the study procedure timing.

### 2.4. Data Analysis

Data were analyzed using SPSS software (version 16.0) at a significance level of 0.05. Normality distribution was assessed with the Kolmogorov–Smirnov test. Nonparametric tests were used due to the data not being normally distributed. Descriptive characteristics were presented as numbers and percentages. Group differences were evaluated using the chi-square test, and some data were presented as mean values. Intergroup variance analyses were evaluated using the Kruskal–Wallis test and Mann–Whitney U test. In-group differences were tested using the Friedman F test, and differences between sessions were tested using the Wilcoxon signed ranks test.

**3. Results**

**3.1. Distribution of in the foot massage and control group by demographic variables**

Initially, 42 patients were recruited to the study and equally allocated to two groups. A patient from the intervention group wanted to withdraw from the study voluntarily. Consequently, final data analysis was performed on the data collected from 41 patients—20 patients in

the intervention group 21 patients in the control group. Age mean in the control was 54.21±5.79 and the intervention group was 53.25±6.15. Coronerarter diseases duration in these groups was 9.42±5.87 and 9.84±5.13, respectively. There were no significant differences between these groups respecting participants’ age, gender, marital status, educational level, coronerarter diseases duration and (p > 0.05; Table 1).

**Table 1.** Distribution of in the foot massage and control group by demographic variables

Variables	Intervention Group (n=20)	Control Group (n=21)	Total (n=41)
Age mean (years) $\bar{X} \pm SD$	53.25±6.15	54.21±5.79	53.73±6.19
p*	Z=-1.557 p=0.120		
<b>Gender</b>			
Female	9 (45.0)	10(47.6)	19(46.3)
Male	11(55.0)	11(52.4)	22(53.7)
p**	$\chi^2=0.414$ p=0.735		
<b>Marital status</b>			
Married	17 (87.0)	20(95.2)	37(78.7)
Single	3(15.0)	1(4.8)	4(21.3)
p**	$\chi^2=1.458$ p=0.797		
<b>Educational</b>			
Literate	4(20.0)	3(14.3)	7(17.1)
Primary	11(55.0)	15(71.4)	26(63.4)
High school	5(25.0)	3(14.3)	8(19.5)
p**	$\chi^2=0.597$ p=0.988		
Coronerarter disease duration (years) $\bar{X} \pm SD$	9.42±5.87	9.84±5.13	9.63±5.46
p*	Z=-0705 p=0.481		

\*Mann-Whitney U test, \*\* Chi squared, p<0.05.

**3.1. Distribution of in the foot massage and control group by demographic variables**

Initially, 42 patients were recruited to the study and equally allocated to two groups. A patient from the intervention group wanted to withdraw from the study voluntarily. Consequently, final data analysis was performed on the data collected from 41 patients—20 patients in the intervention group 21 patients in the

control group. Age mean in the control was 54.21±5.79 and the intervention group was 53.25±6.15. Coronerarter diseases duration in these groups was 9.42±5.87 and 9.84±5.13, respectively. There were no significant differences between these groups respecting participants’ age, gender, marital status, educational level, coronerarter diseases duration and (p > 0.05; Table 1).

**Table 2.** Vital signs distribution in the groups during the first 6 hours post-TFA

Vital signs ( <i>X±SD</i> )	Intervention Group (n=20) <i>X±SD</i>	Control Group (n=21) <i>X±SD</i>	Comparison of groups <i>p</i> *
Heart rate (b/min)	77.05±1.43	76.09±1.81	Z=-1.914 p=0.056
Respiratory rate (c/min)	18.80±2.70	20.47±2.27	Z=-1.822 p=0.680
Systolic Blood Pressure	129.95±2.21	131.09±3.91	Z=-0.680 p=0.497
Diastolic Blood Pressure	83.95±3.31	84.23±3.11	Z=-0.224 p=0.823
Temperature (°C)	37.35±0.2	37.27±0.4	Z=-0.794 p=0.427

\* Mann-Whitney U test, *p*<0.05

**3.2. Vital signs distribution in the groups during the first 6 hours post-TFA**

Table 2 presents the distribution of vital signs in the intervention and control groups

during the first 6 hours post-TFA. The findings did not vary statistically significantly between the two groups (*p* > 0.05).

**Table 3.** The comparison of the presence of lower back pain between groups within the first 6 hours post-TFA

Pain n(%)	Total (n=41)	Intervention Group (n=20) <i>X±SD</i>	Control Group (n=21) <i>X±SD</i>	Comparison of groups <i>p</i> *
Lower back pain n (%)				
No pain	9(22.0)	5(25.0)	4(19.5)	0.212 p=0.645
Mild pain	13(31.7)	7(35.0)	6(28.6)	0.196 p=0.658
Moderate pain	9(21.2)	6(30.0)	3(14.3)	1.476 p=0.224
Severe pain	10(24.4)	2(10.0)	8(38.1)	<b>4.385</b> <b>p=0.036</b>

\* Chi squared, *p*<0.05

**3.3. The comparison of the presence of lower back pain between groups within the first 6 hours post-TFA.**

Table 3 presents the comparison between the intervention and control groups based on the lower back during the first 6 hours post-TFA. Compared to the intervention group, the control group had no

statistically significant no pain (5(25.0%) and 4 (19.5.0%)), mild pain (7(35.0%) and 6(28.6%)), moderate pain (6(30.0%) and 3 (14.3%)) and severe back pain (2(10.0%) and 8 (38.1%)). The intervention group had a statistically significant of severe pain than the control group (*p*<0.05).

**Table 4.** Comparison of within-and between group back pain average

Time	Intervention Group (n=20) X±SD	Control Group (n=21) X±SD	*Test
1.Measurement (Immediately the after TFA)	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	Z=0.000 p*=1
2. Measurement (Thirty minutes after the TFA)	2.10±2.95 <sup>b</sup>	1.14±2.43 <sup>a</sup>	Z=-1.125 p*=0.261
3. Measurement (Two hours after the TFA)	3.10±1.02 <sup>b</sup>	3.76±2.25 <sup>b</sup>	Z=-0.123 p*=0.902
4. Measurement (Fours hours after the TFA)	2.85±1.66 <sup>b</sup>	5.23±2.21 <sup>b</sup>	Z=-3.821 p*=0.001
5.measurement (Six hours after the TFA)	3.50±1.31 <sup>b</sup>	5.61±2.78 <sup>b</sup>	Z=-2.478 p*=0.013
**Test	χ <sup>2</sup> =36.965 p**< 0.001	χ <sup>2</sup> =54.816 p**< 0.001	

TFA: transfemoral angiography \* Mann-Whitney U test results for comparison of the mean scores of the two groups at each time point. \*\* Friedman test results for comparison of the mean scores of the within-group, Wilcoxon signed-rank test, a<b, p<0.05, Different letters or combinations of letters on the same line represent statistically significant differences.

### 3.4. Comparison of within-and between group back pain average

The results of the Friedman test illustrated significant changes in the scores of back pain intensity in both groups across the five measurement time-points ( $p < 0.001$ ; Table 4). Post-hoc analysis using the Wilcoxon signed-rank test was used to compare 1.Measurement (Immediately the after TFA) with other time points. Statistical analysis showed that in the control group, back pain intensity at 3., 4. and 5. measurement was significantly greater than 1.Measurement (Immediately the after TFA) ( $p < 0.001$ ), while in the intervention group, pain intensity at all measurements (2.,3.,4. and 5. measurement) were significantly greater than 1.Measurement ( $p < 0.001$ ). Between-group comparisons using the Mann-Whitney U test revealed that except for 1.Measurement ( $p = 1.00$ ), back pain intensity scores at the 4., and 5., measurements in the intervention group was significantly less than those of the control group ( $p < 0.001$ ; Table 4).

### 4. Discussion

This study was conducted to evaluate the effect of foot massage on back pain that develops after TFA. In this study, there was no statistically significant

difference in vital signs between the intervention group, who received foot massage after TFA, and the control group, who received standard pharmacological treatment. These findings are consistent with the results of Elsama's study (2022), which supports the idea that there is a need for large-scale studies evaluating the effect of foot massage on vital signs after TFA (Elsama, 2022). Long periods of immobile bed rest after TFA typically involve nursing interventions such as placing sandbags instead of an invasive pillow and encouraging patients to rest in bed for at least six hours. The most commonly encountered problem during prolonged immobile bed rest is back pain (Elsama, 2022; Kardan et al., 2020; Suggs et al., 2017). In this study, almost half of the patients (45.6%) reported experiencing moderate to severe pain after TFA, and the number of patients experiencing severe pain in the intervention group was significantly lower than in the control group. Similar studies have also shown that the frequency of back pain after TFA varies between 11-27% (Cha and Sok, 2016; Türen et al., 2022). Prolonged bed rest increases pressure on tissues, reduces blood flow to muscles and tissues, and can lead to muscle fatigue and weakness (Niknam et al., 2021;

Fereidouni et al., 2019). It can be argued that prolonged bed rest after TFA leads to back pain by causing muscle fatigue and weakness. Studies focus on when back pain develops during bed rest, aiming to guide nursing care planning in this regard (Chaiyagad et al., 2023; Elsaman, 2022; Türen et al., 2022). The data obtained from the study showed an increase in back pain levels from the second hour after TFA in both the intervention and control groups. In the second hour, the back pain felt with foot massage in the intervention group significantly decreased compared to the control group, where no intervention was performed. The pain level in the control group increased over time. In other words, patients in the intervention group reported significantly lower levels of back pain at the fourth and sixth hours compared to patients in the control group. Different studies have reported the positive effects of foot massage on pain in various patient groups. Elsabely et al. (2022) found that foot massage applied to children undergoing chemotherapy reduced pain and fatigue levels (Elsabely et al., 2022). Şanlı and Satılmış (2023) determined that foot massage applied to postpartum women reduced back pain (Şanlı and Satılmış, 2023). Findings in the literature also indicate that foot massage applied to osteoarthritis patients significantly reduces pain (Yakout et al., 2022). Although the patient population in this study is different from other foot massage studies, the results of many studies support the effectiveness of foot massage in reducing pain intensity. There are various explanations for the positive effects of foot massage on back pain. The most widely accepted explanation, as mentioned earlier, is that prolonged hours of immobile bed rest can increase tissue pressure, reduce tissue and muscle blood flow, lead to muscle fatigue, weakness, and spasms, and result in back pain. Specific pressure applied to the soles of the feet is believed to reduce stress and, therefore, may have positive effects on back pain. Stress can increase the perception of

pain, and a decrease in stress can significantly reduce the perception of pain. Another explanation for the positive effect of foot massage is the stimulation of endorphin release. The mechanism by which massage reduces pain is explained by the Gate Control Theory. According to this theory proposed by Melzack in 1965, thick touch fibers (A-alpha and A-beta) are faster than thin fibers (A-delta and C) that transmit pain sensations. In this context, touch receptors and fibers in the skin, which are stimulated through massage, activate mechanoreceptors and fibers that inhibit signal transmission to T cells (the gate closes) and prevent the sensation of pain. When substantia gelatinosa cells are stimulated, they release endorphins, known as endogenous opioids. Endorphins inhibit the release of substance P, which plays a role in the transmission of pain, and block the passage of pain stimuli (Yağlı and Saygın, 2019). The reduction in pain levels similar to previous studies suggests that foot massage can be effectively used in alleviating back pain after TFA.

## 5. Conclusion

Nurses can use foot massage to reduce back pain that develops due to bed rest in patients undergoing TFA. With a simple, side-effect-free, and 20-minute application of foot massage, patients can alleviate their back pain. Additionally, the findings of this study may provide evidence for meta-analysis studies on the effects of foot massage on post-TFA back pain.

### 5.1. Limitations

The strengths of this study include its randomized controlled design and the patient-perceived effectiveness of the pain visual scale used. However, the limited number of patients and the lack of evaluation of the effect of foot massage on post-discharge pain represent limitations of the study. It is recommended that future research includes larger-scale studies and evaluates post-discharge pain levels in this regard.

### Ethical Committee Approval

To conduct the research, the decision of the Academic Board was made by obtaining the ethics committee permission and Institutional Permission from the Clinical Research Ethics Committee where the study was conducted (Date: 08/05/2023, Decision No: 2023/84). The patients participating in the study were also informed about the study and their verbal and written informed consent was obtained.

### References

- Abdel-Ati H.I., Ahmed E.G. 2022. Effect of foot and hand massage on reliving post cesarean section after pain. *Port Said Scientific Journal of Nursing*, 9(2):334-349.
- Aghili, N.S., Rasekh, M., Karami, H., Azizi, V., Gancarz, M. 2022. Detection of fraud in sesame oil with the help of artificial intelligence combined with chemometrics methods and chemical compounds characterization by gas chromatography–mass spectrometry. *Lwt*, 167(15):113863.
- Alameri, R., Dean, G., Castner, J., Volpe, E., Elghoneimy, Y., Jungquist, C. 2020. Corrigendum to “Efficacy of Precise Foot Massage Therapy on Pain and Anxiety Following Cardiac Surgery: Pilot Study”. *Pain Management Nursing*, 21(4):314–322.
- Aslan, K.S.Ü., Altın, S., 2022. Aromatherapy and foot massage on happiness, sleep quality, and fatigue levels in patients with stroke: A randomized controlled trial. *European Journal of Integrative Medicine*, 54:102164.
- Baig, M., Gilbert, G., Almansoor, Z., Agrawal, S., Junejo, S., Raja, Y., 2023. Is Ct coronary angiography (ctca) a new gold standard for diagnosis of coronary artery disease?-comparison of ctca and invasive coronary angiography (ica). *Journal of Cardiovascular Computed Tomography*, 17(1):11.
- Busca, E., Airoidi, C., Bertoncini, F., Buratti, G., Casarotto, R., Gaboardi, S., Dal Molin, A., 2023. Bed rest duration and complications after transfemoral cardiac catheterization: a network meta-analysis. *European Journal of Cardiovascular Nursing*, 22(5):454-462.
- Cha, N. H., Sok, S. 2016. Effects of position change on lumbar pain and discomfort of Korean patients after invasive percutaneous coronary intervention: a RCT study. *Journal of Physical Therapy Science*, 28(10):2742-2747.
- Chaiyagad, C., Rattanakanokchai, S., Suebkinorn, O., Ruaisungnoen, W. 2023. Effects of a back-care bundle for reducing back pain among patients undergoing transfemoral artery coronary angiography: a randomized controlled trial. *Applied Nursing Research*, 69:151652.
- Collet, C., Grundeken, M.J., Asano, T., Onuma, Y., Wijns, W., Serruys, P.W. 2017. State of the art: coronary angiography. *EuroIntervention: Journal of EuroPCR in collaboration with the Working Group on Interventional Cardiology of the European Society of Cardiology*, 13(6):634-643.
- Elsaman, S.E.A., 2022. Association of position change and back massage and early ambulation with post-transfemoral coronary angiography complications. *Journal of Vascular Nursing*, 40(3):128-133.
- Fereidouni, Z., Morandini, M.K., Kalyani, M.N. 2019. The efficacy of interventions for back pain in patients after transfemoral coronary angiography: a rapid systematic review. *Journal of Vascular Nursing*, 37(1):52-57.
- Fitri, Y., Santy, P., Nurbaiti, N. 2022. Pelatihan postnatal massage bagi penyandang disability tuna netra di himpunan wanita disabilitas indonesia provinsi aceh. *BERNAS: Journal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3(4):499-506.

- Grubic, N., Colledanchise, K.N., Liblik, K., Johri, A.M. 2020. The role of carotid and femoral plaque burden in the diagnosis of coronary artery disease. *Current Cardiology Reports*, 22(1):12.
- Kardan, M., Zarei, B., BahramiTaghanaki, H., Vagharseyyedin, S. A., Azdaki, N. 2020. The effects of foot reflexology on back pain after coronary angiography: a randomized controlled trial. *Complementary Therapies in Clinical Practice*, 38:101068.
- Matten, P., Scherer, J., Schlegl, T., Nienhaus, J., Stino, H., Pollreisz, A. 2023. Stable classification of diabetic structures from incorrectly labeled optical coherence tomography angiography en face images using multi instance learning. *Optical Coherence Tomography and Coherence Domain Optical Methods in Biomedicine*, 12367:125-128.
- Maurovich-Horvat, P., Bossertdt, M., Kofoed, K.F., Rieckmann, N., Benedek, T., Donnelly, P., Dewey, M. 2022. CT or invasive coronary angiography in stable chest pain. *New England Journal of Medicine*, 386(17):1591-1602.
- Mohammed, A.E.A., Ayed, M.M.A., Hegazy, A.A., El-husseiny, S.A.H., Amin, M.F. 2022. Effect of foot massage on physiological indicators, fatigue, and pain among children undergoing chemotherapy. *Egyptian Journal of Health Care*, 13(4):26-39.
- Niknam S.H., Farsi, Z., Butler, S., Pishgooie, A.H. 2021. Comparison of the effectiveness of position change for patients with pain and vascular complications after transfemoral coronary angiography: a randomized clinical trial. *BMC Cardiovascular Disorders*, 21:1-10.
- Pakaya, N., Nento, A.E.P. 2023. The Effectiveness of diaphragmatic breathing exercise slow deep breathing musical therapy and foot massage therapy on reducing high blood pressure in hypertensive patients. literature review. *In Proceedings of the International Conference on Nursing and Health Sciences*, 4(1):119-126.
- Suggs, P.M., Lewis, R., Hart, A.C., Troutman-Jordan, M., Hardin, S.R. 2017. What's your position? strategies for safely reaching patient comfort goals after cardiac catheterization via femoral approach. *Dimensions of Critical Care Nursing*, 36(2):87-93.
- Şanlı, Y., Satılmış, İ.G. 2023. Effect of foot massage on labor pain in parturient women. *Alternative Therapies in Health & Medicine*, 29(2).
- Türen, S., Yilmaz, R.A., Yesiltepe, N., Bektas, I. 2022. Effect of the head of bed elevation on back pain after elective coronary angiography: a randomized controlled trial. *Applied Nursing Research*, 64:151571.
- Yağcı, Ü., Saygin, M. 2019. Ağrı fizyopatolojisi. *SDÜ Tıp Fakültesi Dergisi*, 26(2): 209-220.
- Yakout, R., Seyam, N., Mohamed Eldesoky, H.A. 2022. Effect of reflexology foot massage on pain intensity and physical functional abilities among patients with knee osteoarthritis. *Egyptian Journal of Nursing and Health Sciences*, 3(1):17-40.
- Zhu, X., Cheng, Z., Wang, S., Chen, X., Lu, G. 2021. Coronary angiography image segmentation based on PSPNet. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 200:105897.

---

**To Cite:** Solmaz, G., 2023. The Effect of Post-Coronary Angiography Foot Massage on Back Pain: A Randomized Controlled Study. *MAS Journal of Applied Sciences*, 8(Special Issue): 1001–1010.

DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10010920>.

---

## Yerfıstığı Kabuğu ve Farklı Tamponlayıcı Maddelerin Rumen Sıvısı Parametreleri Üzerine Etkisi

Kadir ERTEN<sup>1</sup>, Sevilay GÜL<sup>2\*</sup>, Levend COŞKUNTUNA<sup>1</sup>, Fisun KOÇ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, Tekirdağ

<sup>2</sup>Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Tekirdağ

\*Sorumlu yazar (Corresponding author): [sgul@nku.edu.tr](mailto:sgul@nku.edu.tr)

**Geliş Tarihi (Received):** 07.07.2023

**Kabul Tarihi (Accepted):** 20.08.2023

### Özet

Bu çalışmada, süt sığırlarının beslenmesinde kullanılan toplam rasyon karışımına (TRK), yerfıstığı kabuğu (YFK), sodyum bikarbonat (NaHCO<sub>3</sub>) ve magnezyum oksit (MgO) katkısının, rumen sıvısı parametreleri üzerine etkileri incelenmiştir. Çalışmada Kontrol grubuna (R1) % 0.2 oranında yerfıstığı kabuğu (R2), sodyum bikarbonat (R3) ve magnezyum oksit (R4) katılmıştır. Ayrıca, kontrol grubuna % 0.4 oranında magnezyum oksit katılarak (R5), MgO üzerinden doz interaksyonun etkisi incelenmiştir. Rasyona katılan YFK, NaHCO<sub>3</sub> ve MgO katkılarının etkilerini incelemek için standart (S) ve düşük (D) pH değerine sahip iki farklı çözelti hazırlanarak rumen sıvısı ile 2 /1 oranında karıştırılmıştır. Rumen sıvısı karışımında oluşan pH değerleri S grubunda 7.45, D grubunda ise 6.95 olarak belirlenmiştir. Çalışmada, inkübasyonun 1, 2 ve 4. saatleri sonunda pH değeri, protozoa sayısı ve viskozite değerleri ölçülmüştür. YFK katkısının düşük pH koşullarında tamponlama kapasitesinin yüksek olduğu belirlenmiştir. Düşük pH seviyesinin protozoalar üzerinde olumsuz etki gösterdiği tespit edilmiştir. İnkübasyon süresi arttıkça rumen sıvının viskozite değeri yükselmiş. Rasyona MgO katılırken % 0.2 yerine % 0.4 doz katkısının rumen mikroorganizmaları üzerine daha olumlu etki gösterdiği tespit edilmiştir. Sonuç olarak, atık niteliğindeki yerfıstığı kabuğunun, ruminant hayvanların rasyonlarında kullanılmasının hem ekonomik hem de ekolojik olarak fayda sağlayacağı saptanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Hayvan besleme, yerfıstığı kabuğu, sodyum bikarbonat, magnezyum oksit

## The Effect of Peanut Shell and Different Buffering Agents on Rumen Fluid Parameters

### Abstract

In this study, the effects of peanut shell (PS), sodium bicarbonate (NaHCO<sub>3</sub>) and magnesium oxide (MgO) additives to the total mixed ration (TMR) used in dairy cow feeding on rumen fluid parameters were investigated. In the study, 0.2% peanut shell (R2), sodium bicarbonate (R3) and magnesium oxide (R4) were added to the control group (R1). In addition, 0.4% magnesium oxide (R5) was added to the control group and the effect of dose interaction via MgO was examined. In order to examine the effects of the addition of PS, NaHCO<sub>3</sub> and MgO to the ration, two different solutions with standard (S) and low (L) pH values were prepared and mixed with rumen fluid at a ratio of 2/1. The pH values in the rumen fluid mixture were determined as 7.45 in S group and 6.95 in L group. In the study, pH value, protozoa number and viscosity values were measured at the end of 1, 2 and 4 hours of incubation. It was determined that buffering capacity of PS additive was high at low pH conditions. It was determined that low pH level had a negative effect on protozoa. The viscosity value of rumen fluid increased as the incubation period passed. While adding MgO to the ration, it was determined that 0.4% dose addition instead of 0.2% had more positive effect on rumen microorganisms. As a result, it was determined that the use of waste peanut shell in the rations of ruminant animals will provide both economic and ecological benefits.

**Keywords:** Animal nutrition, peanut shell, sodium bicarbonate, magnesium oxide



## 1. Giriş

Süt ineklerinde doğum öncesi kuru dönem ve doğumla birlikte devam eden laktasyonun ilk dönemi, hayvan için en hassas olan dönemdir. İneklerin süt verimi laktasyonun ilk döneminde sürekli olarak artarak en yüksek seviyeye ulaşmaktadır. Hayvanların artan besin madde ihtiyaçlarını karşılamak için, rasyonda kaba yem oranı düşürülürken, kolay çözünebilir karbonhidratlarca zengin konsantre yem oranı arttırılmaktadır (Alataş, 2013; Plaizier ve ark., 2017; Wetzels ve ark., 2017; Çayıroğlu ve ark., 2019). Rumen pH seviyesi ve rumen hareketi, kolay çözünebilir karbonhidrat kaynakları nedeniyle kısa ve uzun vadede olumsuz etkilenmektedir. Rasyonlarda dengesiz ve yetersiz fiziksel etkin selüloz eksikliği, bu olumsuz etkileşimlere neden olabilmektedir. Rumen pH seviyesini dengeleyen yem katkıları ve tükürük salgısının yetersizliği de bu etkileşimlere neden olabilmektedir (Bal, 2017). Beslenmenin kaba ve kesif yem oranı açısından dengeli bir şekilde yapılmaması durumunda, rumen pH dengesi bozulmakta ayrıca, uçucu yağ asitlerinin (UYA) üretimi ve emilimi de hızlı bir şekilde değişmektedir. Yemlemeyi takip eden ilk 2-6 saat arasında en büyük sorun olan asidozis başta olmak üzere, metabolik birçok problemlerin ortaya çıkması da mümkündür. Bu durum, hayvanın verimi açısından olumsuz sonuçların oluşmasına neden olmaktadır (Mao ve ark., 2013; Humer ve ark., 2018). Bu tür metabolik hastalıkları önlemek için, rasyonda tamponlayıcı katkı maddesi kullanılmaktadır. Hayvan beslemede tampon maddesi olarak, amonyak, sodyum klorür, sodyum bentonit, sodyum bikarbonat, potasyum karbonat, kalsiyum karbonat, kireç taşı ve magnezyum oksit kullanılmaktadır. Sodyum bikarbonat ve magnezyum oksit bu tampon maddeleri arasında en yaygın olarak kullanılan bileşenlerdir (NRC, 2001). Bikarbonat, 40 yıldır ruminant hayvanların rasyonlarında düzenli tamponlama yapmak ve süt

yağındaki azalmayı önlemek için kullanılmaktadır (Beauchemin ve Penner, 2009; Calsamiglia ve ark., 2012). Kuru madde (KM) esasına göre, hayvan başına günde 110–225gram sodyum bikarbonat eklenmesi süt verimi, süt yağ oranı ve yem tüketimi üzerinde olumlu bir etki yapmaktadır (Hu ve Murphy 2005). Sodyum bikarbonatın tampon maddesi olarak kullanımı tercih edilmekle birlikte, sodyumun yüksek olmasından oluşabilecek diğer problemlerin azaltılması amacı ile, hem tamponlayıcı etkisini sağlamak hem de mineral ihtiyacının karşılanması amacıyla magnezyum oksit kullanılmaktadır (Şahiner ve Yavuz, 2020). Son zamanlarda hayvan beslemede kullanım olanakları incelenen yerfıstığı kabuğu (YFK), yüksek düzeyde sodyum ve potasyum içeriğine sahiptir. Bu da onun pH üzerinde tamponlayıcı etkisini arttırmaktadır (Dung ve ark., 2022; Mokolopi, 2022). Yerfıstığı kabuğunda nişasta olmayan polisakkarit (NOP) miktarının yüksek olmasına rağmen, ham protein (HP) miktarı (% 6.40-12.20) bakımından hayvan beslemede kullanılan sap, saman vb. yemlere göre yüksek olması sebebiyle bazı araştırmacılar tarafından potansiyel yem olabileceği konusu da tartışılmaktadır (Anike ve ark., 2016; Yuan ve Wan, 2019; Irshad, 2021; Dung ve ark., 2022; Bizzuti ve ark., 2023). Atık olarak nitelendirilen ve çevreye atılarak ekolojik zarar oluşturan yerfıstığı kabuğunun yonca samanına göre daha yüksek *in vitro* gaz üretim (GÜ) değerine sahip olduğu ve rasyona katıldığında, rumen pH değerini arttırdığı yapılan çalışmalarda belirlenmiştir (Yuan ve Wan, 2019). Ayrıca yerfıstığı kabuğu düşük metan (CH<sub>4</sub>) üretimine sahip olmasının yanında sera gazı emisyonunu azaltmada da önemli bir kaynak olarak görülmektedir (Bizzuti ve ark., 2023). Bu çalışmada, rasyona yerfıstığı kabuğu, sodyum bikarbonat ve magnezyum oksit katkısının, rumen sıvısı parametrelerinden pH değeri, protozoa sayısı ve viskozite üzerine olan etkileri incelenmiştir.

## 2. Materyal ve Yöntem

### Rasyonların hazırlanması

Hazırlanan rasyonların içerikleri ve kimyasal bileşenlerine ilişkin değerler Tablo 1’de verilmiştir. Çalışmanın kontrol grubunu R1 rasyonu oluşturmuştur. Kontrol grubuna % 0.2 oranında yerfıstığı kabuğu

(YFK) (R2), sodyum bikarbonat ( $\text{NaHCO}_3$ ) (R3) ve magnezyum oksit ( $\text{MgO}$ ) (R4) katılmıştır. Ayrıca, kontrol grubuna % 0.4 oranında magnezyum oksit katılarak (R5),  $\text{MgO}$  üzerinden doz interaksyonunun etkisi incelenmiştir.

**Tablo 1.** Rasyonların yem hammaddeleri (%) ve besin değerleri (%KM)

TRK	R1	R2	R3	R4	R5
Arpa	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00
Melas	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50
Mısır	26.00	26.00	26.00	26.00	26.00
ATK	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
Bira mayası	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60
KK	6.25	6.25	6.25	6.25	6.25
SFK	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
Buğday kepeği	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00
Mısır DDGS	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50
Mermer tozu	0.60	0.50	0.50	0.50	0.40
Tuz	0.35	0.30	0.30	0.30	0.20
Vit-Min. Mix.	0.20	0.15	0.15	0.15	0.15
YFK	-	0.20	-	-	-
$\text{NaHCO}_3$	-	-	0.20	-	-
$\text{MgO}$	-	-	-	0.20	0.40
KM	89.12	89.20	89.14	89.17	89.17
HP	16.49	16.45	16.48	16.47	16.47
HK	9.01	8.96	9.00	9.02	9.02
HY	2.24	2.23	2.24	2.24	2.24
HS	8.69	8.79	8.69	8.69	8.69
NDF	32.58	32.81	32.59	32.60	32.60
ADF	9.90	9.97	9.91	9.90	9.90
ADL	2.44	2.48	2.44	2.43	2.43

ATK: Ayçiçeği tohum küspesi, KK: Kanola küspesi, SFK: Soya fasülyesi küspesi, TRK: Toplam rasyon karışımı, YFK: Yerfıstığı kabuğu (pH=6.50), S: Sodyum bikarbonat ( $\text{NaHCO}_3$ , pH=8.50), M: Magnezyum oksit ( $\text{MgO}$ , pH=10.80), KM: Kuru madde, HP: Ham protein, HK: Ham kül, HY: Ham yağ, HS: Ham selüloz, NDF: Nötral çözücülerde çözünmeyen lif, ADF: Asit çözücülerde çözünmeyen lif, ADL: Asit çözücülerde çözünmeyen lignin.

### Kimyasal analizler

Yemlerin kuru madde (KM), ham kül (HK), ham protein (HP), ham yağ (HY) ve ham selüloz (HS) analizleri AOAC (2005)’da bildirilen yöntemlere göre yapılmıştır. Analizlerde kullanılacak olan yemler 1 mm elek çapına sahip değirmende öğütülmüştür. Denemede kullanılan yemler 3 tekerrürlü olarak analizde kullanılmıştır. Yemlerin KM içerikleri 105 °C’de bir gece etüvde kurutulularak, HK içeriği ise 550 °C’de 6 saat kül fırınında yakılarak belirlenmiştir. Yemlerin HP analizi için kjeldahl metodu kullanılmıştır. Yemlerin

HY analizi için ise eter ekstraksiyon metodu kullanılmıştır. Hücre duvarı bileşenlerini oluşturan nötral çözücülerde çözünmeyen lif (NDF), asit çözücülerde çözünmeyen lif (ADF) ve asit çözücülerde çözünmeyen lignin (ADL) içerikleri ise Van Soest et al. (1991) tarafından bildirilen yöntemlere göre yapılmıştır.

### Tampon çözeltisi hazırlama

Rumen sıvısı için hazırlanan tampon çözelti ve çözelti içinde bulunan kimyasal maddeler Tablo 2’de verilmiştir.

**Tablo 2.** Tampon çözelti için gerekli kimyasal maddeler

Kimyasallar	S	D
Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	1.368	0.228
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	1.488	1.488
MgSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	0.144	0.144
CaCl <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O	0.01584	0.01584
MnCl <sub>2</sub> .4H <sub>2</sub> O	0.012	0.012
CoCl <sub>2</sub> .6H <sub>2</sub> O	0.0012	0.0012
FeCl <sub>2</sub> .6H <sub>2</sub> O	0.00096	0.00096
NaHCO <sub>3</sub>	8.4	0.0525
(NH <sub>4</sub> )HCO <sub>3</sub>	0.96	0.006
Resazurin	1.22	1.22
1 N NaOH	2.00	2.00
Na <sub>2</sub> S.7H <sub>2</sub> O	0.336	0.336

S: Standart pH değerine sahip tampon çözelti (gr/L), D: Düşük pH değerine sahip tampon çözelti (gr/L).

Toplam rasyon karmasına (TRK) katılan yer fıstığı kabuğu ve tampon maddelerin etkilerini incelemek için standart tampon çözelti (7,45) (S) yanında daha düşük pH seviyesine sahip tampon çözelti (6,95) (D) hazırlanmış ve rumen sıvısı ile karıştırılmıştır. Rumen sıvısı, kesimhanede kesilen rumen oluşumunu tamamlamış 5 yaşındaki holstein ırkı sığırdan alınarak, termos içinde sıcaklığı 38-40 °C arasında sabit tutulmuş ve hızlı bir şekilde laboratuvara getirilmiştir. Rumen sıvısı içerisinde kalan katı kısım süzülerek ayrılmış analiz için uygun forma getirilmiştir. 100 ml hacimli cam flakon tüplerine 200 mg yem örneği koyularak, 30 ml rumen sıvısı ve tampon çözelti (1/2) eklenmiştir. Cam flakon tüpler 39 °C'de inkübasyon dolabında 1, 2 ve 4 saat bekletilmiş ve bu saatler sonunda rumen sıvılarında pH, protozoa sayımı ve

viskozite ölçümü yapılmıştır. Rumen sıvısının pH değerleri, dijital bir pH metre (WTW Inolab pH 730) ile ölçülmüştür.

#### Protozoa sayımı

Protozoa sayısı için inkübasyonun başlangıcında, 1, 2 ve 4. saatlerinde alınan 1 ml rumen sıvısı 9 ml protozoa sayım çözeltisiyle (0,6 g metil yeşili, 8 g NaCl, 100 ml % 37' lik formaldehit 1 litrelik balon jöjeye koyularak, üzeri 1000 ml çizgisine kadar distile su ile tamamlanır) karıştırılmıştır. Işık mikroskobu kullanılarak, Thoma lamında (derinlik: 0,100 mm, küçük kare alanı: 0,0025 mm<sup>2</sup>) bir büyük kareye (16 tane orta büyüklükte kare) düşen protozoa sayısı belirlenmiştir. Bulunan sayı, aşağıda verilen formülde yerine koyularak, 1 ml rumen sıvısındaki protozoa sayısı hesaplanmıştır (Harmeyer, 1965).

$$P.S = \frac{P * S.O * B.H}{A} * 1000$$

P.S: 1 ml rumen sıvısındaki protozoon sayısı

P: Bulunan protozoa sayısı

S.O: Sulandırma oranı (1/10)

B.H: Birim hacim (En küçük birimin hacmi, 1/4000 mm<sup>3</sup>)

A: Protozoon sayımının gerçekleştirildiği alan (256 küçük kare)

### Viskozite ölçümü

Rumen sıvılarının viskozite yoğunluğunu belirlemek için NDJ-1 ROTATIONAL VISCOMETER cihazı kullanıldı. İnkübasyonun başlangıcında, 1, 2 ve 4. saatlerinde elde edilen rumen sıvıları filtre kağıdında süzöldükten sonra, 10 dk boyunca 5000 rpm devirde santrifüj edildi. Santrifüj tüpünde üstte kalan sıvı kısım

alınarak yoğunluğu hesaplandı. 24 °C sabit sıcaklıkta viskozitesi ölçülen rumen sıvılarının dinamik viskozitesi ( $\eta$ ) belirlendi. Aşağıda verilen formüller ile rumen sıvılarının kinematik viskozite ( $\nu$ ) değerleri hesaplandı. Dinamik viskozite (mPa.s) = Kofaktör (K) x Kadran üzerinde okuma (Sapma açısı) (a)

$$\eta = K \times a$$

Dinamik viskozite (mPa.s) = Kinematik viskozite ( $\text{mm}^2 \text{s}^{-1}$ ) x Kinematik viskoziteyi

belirlerken sıcaklıktaki yoğunluk ( $\text{g cm}^3^{-1}$ ) (p)

$$\eta = \nu \times p$$

### 3. İstatistiksel analizler

Elde edilen verilerin istatistik analizleri SPSS 22 paket programı kullanılarak yapılmıştır. Verilerin istatistiksel değerlendirilmesinde ve gruplar arasındaki farklılığın belirlenmesinde tek yönlü varyans analizi, grup etkilerinin karşılaştırmasında ise Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır. Parametreler arasındaki ilişkiyi incelemek için Pearson Correlation analiz testi yapılmıştır (Genç ve Soysal, 2018).

### 4. Bulgular ve Tartışma

Rasyonların rumen sıvısı parametrelerine ilişkin analiz sonuçları Tablo 3'te verilmiştir. Rasyonların rumen sıvısına ilişkin pH değerleri 6.81-7.58 arasında değişmiştir (Şekil 1). En yüksek pH değeri inkübasyonun 2. saatinde, S grubunda yer alan R4 rasyonunda tespit edilirken, en düşük pH değeri inkübasyonun 4. saatinde, D grubunda yer alan R1 rasyonunda saptanmıştır. Süreye bağlı olarak D grubunun pH değerleri değişirken, S grubunda istatistiksel olarak farklılık görülmemiştir. İnkübasyon süresi geçtikçe D grubunda pH değerleri azalmıştır ( $P < 0.05$ ). S grubunda pH değerleri büyükten küçüğe doğru  $\text{MgO} > \text{NaHCO}_3 > \text{YFK}$  şeklinde olmuştur. Fakat D grubunda

pH değerleri büyükten küçüğe doğru  $\text{YFK} > \text{MgO} > \text{NaHCO}_3$  şeklinde olmuştur. Bu durum YFK katkısının düşük pH koşullarında tamponlama etkinliğini artırdığını göstermektedir. Katkı maddeleri, kontrol grubuna göre daha yüksek pH değerine sahip olmasına rağmen istatistiksel olarak önemlilik saptanmamıştır ( $P > 0.05$ ). S ve D grupları karşılaştırıldığında, inkübasyon süresince S grubu, D grubuna göre yüksek pH değerine sahip olduğu belirlenmiştir ( $P < 0.001$ ). Sodyum bikarbonat ve magnezyum oksit karşılaştırıldığı bir çalışmada, pH değeri 4.0 olarak ayarlanan solüsyon sıvısında, 0.5 g magnezyum oksit katkısı ile pH değeri 7.02'ye yükselirken, 0.5 g sodyum bikarbonat katkısı ile pH değeri 6.94'e yükselmiştir. pH değeri 5.0 olarak ayarlanan solüsyon sıvısında, 0.5 g magnezyum oksit katkısı ile pH değeri 8.18'e yükselirken, 0.5 g sodyum bikarbonat katkısı ile pH değeri 7.60'a yükselmiştir. Çalışmada pH değeri 6.5 olarak ayarlanan rumen sıvısına 0.5 g katılan sodyum bikarbonat ve magnezyum oksit karşılaştırıldığında, inkübasyon süresinin 15. dakikasında magnezyum oksit eklendiği rumen sıvısındaki pH değeri, sodyum bikarbonatın eklendiği

rumen sıvısının pH değerine göre daha düşük kalmıştır. Ayrıca pH değeri 7.0 olan rumen sıvısına, 0.25 g katılan katkı maddelerinde, 120 dakikalık inkübasyonun sonunda, sodyum bikarbonatın katıldığı rumen sıvısının pH değeri 7.15 bulunurken,

magnezyum oksit katıldığı rumen sıvısında pH değeri 7.34 olarak tespit edilmiştir. Magnezyum oksit normal pH koşullarında sodyum bikarbonata göre daha fazla tamponlayıcı etki göstermiştir (Şahiner ve Yavuz, 2020).

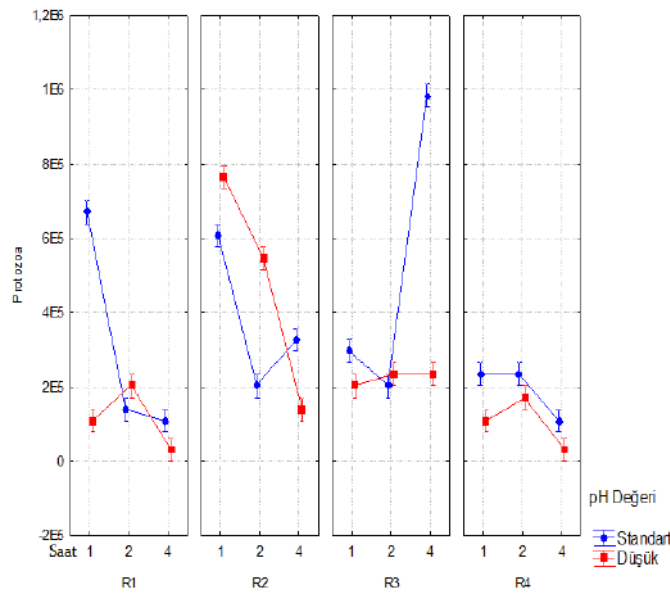
**Tablo 3.** Oluşturulan rasyonların rumen sıvısı parametreleri

Rasyon	pH Değeri	Süre	Katkı	pH	Protozoa	Viskozite
-	S	0	Başlangıç	7.45	6.25	0.300
-	D	0	Başlangıç	6.95	4.69	0.300
R1	S	1	TRK	7.43 ab	6.72 c	0.415 a-c
R2	S	1	TRK+YFK	7.39 a-d	6.09 d	0.364 a-c
R3	S	1	TRK+S	7.52 a	2.97 f	0.365 a-c
R4	S	1	TRK+M	7.56 a	2.34 g	0.400 a-c
R1	S	2	TRK	7.53 a	1.41 ı	0.427 a-c
R2	S	2	TRK+YFK	7.44 ab	2.03 gh	0.509 a-c
R3	S	2	TRK+S	7.47 ab	2.03 gh	0.480 a-c
R4	S	2	TRK+M	7.58 a	2.34 g	0.427 a-c
R1	S	4	TRK	7.31 a-e	1.09 i	0.573 a-c
R2	S	4	TRK+YFK	7.38 a-d	3.28 f	0.387 a-c
R3	S	4	TRK+S	7.41 a-c	9.84 a	0.598 a-c
R4	S	4	TRK+M	7.45 ab	1.09 i	0.619 ab
R1	D	1	TRK	7.30 a-e	1.09 i	0.298 bc
R2	D	1	TRK+YFK	7.39 a-d	7.66 b	0.299 bc
R3	D	1	TRK+S	7.00 b-e	2.03 gh	0.394 a-c
R4	D	1	TRK+M	7.10 a-e	1.09 i	0.407 a-c
R1	D	2	TRK	6.89 de	2.03 gh	0.400 a-c
R2	D	2	TRK+YFK	7.39 a-d	5.47 e	0.550 a-c
R3	D	2	TRK+S	6.97 b-e	2.34 g	0.566 a-c
R4	D	2	TRK+M	7.15 a-e	1.72 hı	0.610 ab
R1	D	4	TRK	6.81 e	0.31 j	0.618 ab
R2	D	4	TRK+YFK	6.91 c-e	1.41 ı	0.636 a
R3	D	4	TRK+S	6.83 e	2.34 g	0.421 a-c
R4	D	4	TRK+M	7.09 a-e	0.31 j	0.269 c
OSH				0.042	0.352	0.021
<b>P</b>						
Süre				0.045	0.000	0.011
Katkı				0.350	0.000	0.991
pH				0.000	0.000	0.841
Süre*Katkı				0.880	0.000	0.563
Süre*pH				0.415	0.000	0.374
Katkı*pH				0.230	0.000	0.671
Süre*Katkı*pH				0.625	0.000	0.124

<sup>abj</sup>: Aynı sütündeki farklı harf içeren gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir. S: Standart pH değeri, D: Düşük pH değeri, Süre: Saat, TRK: Toplam rasyon karması, YFK: Yerfistüğü kabuğu, S: Sodyum bikarbonat (NaHCO<sub>3</sub>), M: Magnezyum oksit (MgO), Viskozite: (mm<sup>2</sup> s<sup>-1</sup>) Protozoa: x 10<sup>5</sup>, OSH: Ortalamaların standart hatası.

Farklı dozlarda  $\text{NaHCO}_3$  (%0, 0.5, 1.0, 1.5) ve  $\text{MgO}$  (%0, 0.25, 0.5, 1.0)'in arpa, buğday mısır ve yulaf üzerine katkısının incelendiği araştırmada,  $\text{MgO}$  katkısı *in vitro* gaz üretimi, pH ve tampon kapasitesini artırırken,  $\text{NaHCO}_3$  katkısı ise  $\text{NH}_3\text{-N}$  miktarını artırmıştır (Umucalılar ve Şeker, 2000). Rasyonların rumen sıvısına ilişkin protozoa sayıları  $0.31\text{-}9.84 \times 10^5$  arasında değişmiştir (Şekil 2). En yüksek protozoa sayısı inkübasyonun 4. saatinde, S grubunda yer alan R3 rasyonunda tespit edilirken, en düşük protozoa sayısı inkübasyonun 4. saatinde, D grubunda görülmüştür. İnkübasyon süresi arttıkça R3 grubu hariç diğer rasyonların protozoa sayıları azalmıştır. Süre etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $P<0.001$ ). Rasyonlar arasında en yüksek protozoa sayısı R2 grubunda görülürken, en düşük protozoa sayısı R4 grubunda tespit edilmiştir. YFK ve  $\text{NaHCO}_3$  katkılarının protozoalar üzerinde olumlu etki gösterdiği, fakat  $\text{MgO}$  katkısının protozoalar üzerinde olumsuz etki gösterdiği belirlenmiştir. Katkı maddeleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $P<0.001$ ). S ve D grupları karşılaştırıldığında, inkübasyon boyunca S grubu, D grubuna göre daha fazla protozoa sayısına sahip olduğu

belirlenmiştir ( $P<0.001$ ). Rumen mikroflorası içinde oldukça hassas olan protozoalar pH 5,5'in altında yaşayamazlar (Krause ve Oetzel, 2006). Asit ortamda laktik asidi fermente eden bakteriler ve protozoaların gelişiminin baskılanması, buna karşın aside dayanıklı laktik asit üreten bakterilerin gelişiminin uyarılmasının bir sonucu olarak görülmektedir (Öztürk ve Pişkin, 2009). Grupların rumen sıvısı viskozitesi  $0.269\text{-}0.636 \text{ mm}^2 \text{ s}^{-1}$  arasında değişmiştir. En yüksek viskozite değeri inkübasyonun 4. saatinde, D grubunda yer alan R2 rasyonunda tespit edilirken, en düşük viskozite değeri inkübasyonun 4. saatinde, D grubunda yer alan R4 rasyonunda saptanmıştır. Rumen sıvısının en düşük viskozite değeri inkübasyonun 1. saatinde tespit edilmiştir. İnkübasyon süresi ilerledikçe rumen sıvısının viskozite değeri yükselmiş ve 4. saatlerinde en yüksek değerlere ulaşmıştır. Süre etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $P<0.05$ ). Rasyonlar arasında viskozite değerleri bakımından fark bulunmamıştır ( $P>0.05$ ). S grubunun, D grubuna göre daha yüksek viskozite değerine sahip olduğu belirlenmiştir, fakat istatistiksel olarak önemlilik saptanmamıştır ( $P>0.05$ ).



Şekil 2. Rasyonların rumen sıvısına ilişkin protozoa sayıları

Farklı dozlarda eklenen MgO katkısının rumen sıvısı parametrelerine ilişkin analiz sonuçları Tablo 4'te verilmiştir. MgO katkısının rumen sıvısına ilişkin pH değerleri 6.81-7.59 arasında değişmiştir (Şekil 3). En yüksek pH değeri inkübasyonun 1. saatinde, % 0.4 MgO katkılı S grubunda tespit edilirken, en düşük pH değeri inkübasyonun 4. saatinde, D kontrol grubunda saptanmıştır. Süre ve doz etkileşimleri istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ( $P>0.05$ ). İnkübasyon süresi boyunca, S grubu D grubuna göre daha yüksek pH seviyesine sahip olduğu için

istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $P<0.001$ ). Rasyonların rumen sıvısına ilişkin protozoa sayıları  $0.31-6.87 \times 10^5$  arasında değişmiştir (Şekil 4 ve Şekil 5). En yüksek protozoa sayısı inkübasyonun 1. saatinde, S 7.43 pH değerine sahip kontrol grubunda tespit edilirken, en düşük protozoa sayısı inkübasyonun 4. saatlerdeki, kontrol ve % 0.2 MgO katkılı D grubunda bulunmuştur. En düşük protozoa sayıları inkübasyonun 4. saatinde görülmüştür. İnkübasyon süresi arttıkça rasyonların protozoa sayıları azalmıştır.

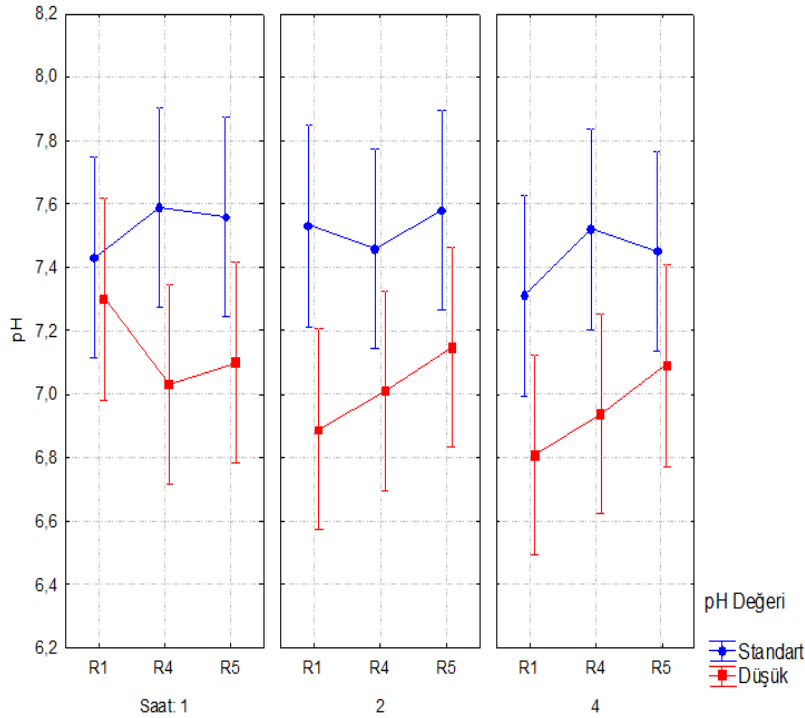
**Tablo 4.** Farklı dozlarda MgO katkısının rumen sıvısı parametrelerine etkisi

pH Değeri	Rasyon	Süre	Doz	pH	Protozoa	Viskozite
S	-	Başlangıç	-	7.45	6.25	0.300
D	-	Başlangıç	-	6.95	4.69	0.300
S	R1	1	0	7.43 ad	6.87 a	0.294 d-f
S		2	0	7.53 ab	1.56 de	0.324 cd
S		4	0	7.31 ae	1.25 ef	0.454 b
S	R4	1	0.2	7.56 a	2.34 bc	0.264 fg
S		2	0.2	7.58 a	2.34 bc	0.238 gh
S		4	0.2	7.45 ad	1.09 f	0.301 d
S	R5	1	0.4	7.59 a	1.72 d	0.268 e-g
S		2	0.4	7.46 ac	2.66 b	0.265 fg
S		4	0.4	7.52 ac	1.09 f	0.297 de
D	R1	1	0	7.30 ae	1.25 ef	0.218 hı
D		2	0	6.89 e	2.19 c	0.311 cd
D		4	0	6.81 e	0.31 g	0.499 a
D	R4	1	0.2	7.10 ae	1.09 f	0.246 gh
D		2	0.2	7.15 ae	1.72 d	0.317 cd
D		4	0.2	7.09 ae	0.31 g	0.121 i
D	R5	1	0.4	7.03 be	2.34 bc	0.216 hı
D		2	0.4	7.01 ce	1.72 d	0.342 c
D		4	0.4	6.94 de	1.41 d-f	0.196 ı
OSH				0.050	0.230	0.014
				<b>P</b>		
Süre				0.255	0.000	0.000
Doz				0.459	0.000	0.000
pH				0.000	0.000	0.000
Süre*Doz				0.744	0.000	0.000
Süre*pH				0.758	0.000	0.000
Doz*pH				0.767	0.000	0.122
Süre*Doz*pH				0.593	0.000	0.000

<sup>a-i</sup>: Aynı sütundaki farklı harf içeren gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir. Süre: Saat, Viskozite: ( $\text{mm}^2 \text{s}^{-1}$ ) Protozoa:  $\times 10^5$ , OSH: Ortalamaların standart hatası.

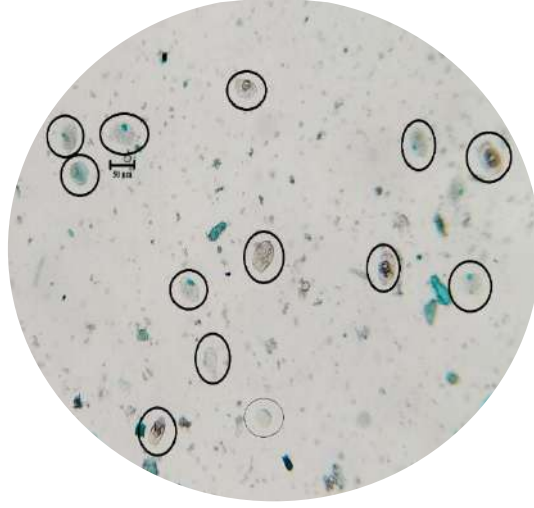
Süre interaksyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $P<0.001$ ). Doz bakımından MgO katkısının % 0.4 değerinde % 0.2 değerine göre daha yüksek protozoa sayısı saptanmıştır ( $P<0.001$ ). S ve D grupları karşılaştırıldığında, inkübasyon boyunca S grubunun, D grubuna göre daha fazla protozoa sayısına sahip olduğu belirlenmiştir ( $P<0.001$ ). Laktik asit ve UYA üretiminin aşırı miktarda artması protozoa sayısını azaltmaktadır (Gümüş, 2014). Grupların rumen sıvısı viskozitesi  $0.121-0,499 \text{ mm}^2 \text{ s}^{-1}$  arasında değişmiştir. En yüksek viskozite değeri inkübasyonun 4. saatinde, D grubunda yer alan % 0.4 MgO katkısında tespit edilirken, en düşük viskozite değeri inkübasyonun 4. saatinde,

D grubunda yer alan % 0.2 MgO katkısında bulunmuştur. Rumen sıvının viskozite değeri en düşük inkübasyonun 1. saatinde tespit edilmiştir. İnkübasyon süresi geçtikçe rumen sıvının viskozite değeri yükselmiş ve 4. saatlerinde en yüksek değerlere ulaşmıştır. Süre interaksyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $P<0.001$ ). Doz miktarı arttıkça rumen sıvısının viskozite değeri düşmüştür ( $P<0.001$ ). Ayrıca S grubunun, D grubuna göre daha yüksek viskozite değerine sahip olduğu belirlenmiştir ( $P<0.001$ ). Rasyona tamponlayıcı madde olarak MgO katılırken, % 0.2 yerine % 0.4 dozunun katılması, rumen mikroorganizmaları üzerine daha olumlu etki gösterdiği tespit edilmiştir.

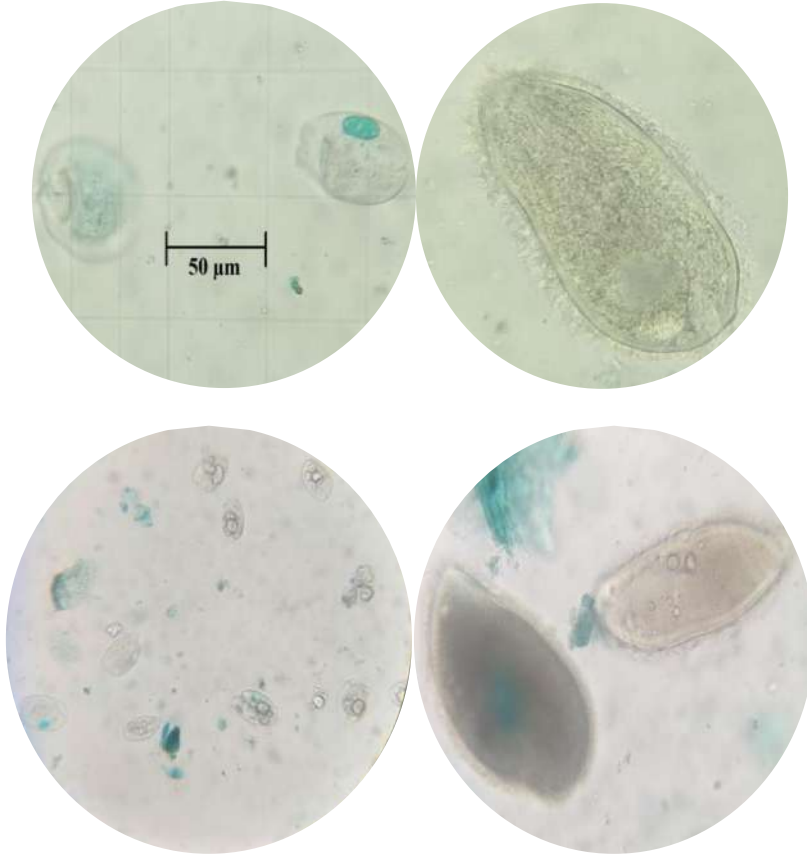


Şekil 3. MgO katkısının rumen sıvısına ilişkin pH değerleri





Şekil 4. Işık mikroskobu altında rumen protozoaları (x10)



Şekil 5. Işık mikroskobu altında rumen protozoaları (x40)

Rumen sıvısı parametrelerin korelasyon analizine ilişkin bulgular Tablo 5'te

verilmiştir. Çalışmada standart ve düşük pH değerine sahip rumen sıvıları farklı

etkileşimler göstermiştir. Standart pH değerinden düşük pH değerine geçildiğinde, inkübasyon boyunca rumen sıvısının pH seviyesi düşük kalmıştır. Bu durum protozoa sayılarını da doğrusal olarak etkilemiştir. Protozoa sayıları düşük pH değerinde azalma göstermiştir. pH değerleri ile rumen viskozite değeri arasında negatif korelasyon görülmüştür. pH seviyesinin düşmesi rumen viskozitesini artırmıştır. İnkübasyon süresine bağlı olarak, sürenin artması rumen viskozite değerini arttırmıştır. İnkübasyon süresi ilerledikçe pH seviyesi ve protozoa sayısında düşme görülmüştür. Viskozite

değeri, pH seviyesi ve protozoa sayısı ile negatif korelasyon içerisinde bulunmuştur. Viskozite seviyesinin artması, yem parçalanmaları ile birlikte ortamda hücre çeperi bileşenleri ve nişastanın fazla olduğunu göstermektedir. Yemler rumende parçalandığında ortama uçucu yağ asitleri (UYA) çıkar, bu yağ asitleri rumen sıvısında pH seviyesini düşürerek, ortamın asitliğini artırır (Erten ve ark., 2023). Protozoa sayısı ile pH seviyesi arasında pozitif korelasyon bulunmuştur. Düşük pH seviyesinde hassaslaşan protozoalar, asitliğin artması ile birlikte yaşamlarını kaybetmektedirler (Öztürk ve Pişkin, 2009).

**Tablo 5.** Rumen sıvısı parametrelerinin korelasyon tablosu

Korelasyon		pH değeri	Süre	Viskozite	pH	Protozoa
pH değeri	Pearson's r	—				
	P	—				
Süre	Pearson's r	-0.089	—			
	P	0.546	—			
Viskozite	Pearson's r	-0.064	0.370**	—		
	P	0.664	0.010	—		
pH	Pearson's r	0.714***	-0.281	** -0.458	—	
	P	< 0.001	0.053	0.001	—	
Protozoa	Pearson's r	0.399**	-0.189	-0.090	0.334*	—
	P	0.005	0.198	0.544	0.020	—

\* p < 0.05, \*\* p < 0.01, \*\*\* p < 0.001

## Sonuç

Süt sığırlarının farklı laktasyon dönemlerine göre rasyon içerikleri değişmektedir. Metabolik hastalıkların en fazla görüldüğü erken laktasyon döneminde, yoğun yemin fazla olduğu ve kaba yemin düşük olduğu besleme yönteminde, rumen ortamının pH düzeyi hızlı bir şekilde düşmektedir. Bu yüzden rasyona tamponlayıcı maddelerin katılması önemlidir. Yerfıstığı kabuğu (YFK) ve tamponlayıcı madde olarak soydum bikarbonat (NaHCO<sub>3</sub>) ve magnezyum oksit (MgO) kullanıldığı bu çalışmada, yerfıstığı kabuğu katkısının, soydum bikarbonat ve magnezyum oksite göre, düşük pH koşullarında tamponlama etkinliğinin daha fazla olduğu belirlenmiştir. Rasyona MgO katılırken % 0.2 yerine % 0.4 doz katkısının rumen

mikroorganizmaları üzerine daha olumlu etki gösterdiği tespit edilmiştir. Sonuç olarak, atık niteliğindeki yerfıstığı kabuğunun ruminant hayvanların rasyonlarında kullanımının, hayvancılık üretim sektörünün sürdürülebilirliğini artırma potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir. Süt sığırlarının erken laktasyon döneminde, rasyonda asidozu önleyici tampon madde olarak yerfıstığı kabuğunun kullanılabileceği kanaatine varılmıştır.

## Yazarların Katkı Beyanı

Yazarlar makaleye eşit katkıda bulduklarını, makalenin yayına hazır son halini gördüklerini/okuduklarını ve onayladıklarını beyan etmektedir.

### Çıkar Çatışması Beyanı

Tüm yazarlar, bu çalışma için herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedir.

### Kaynaklar

- Alataş, M.S., 2013. İn vivo ve in vitro şartlarda oluşturulan subakut asidozis durumunda megasphaera elsdeni inokulasyonunun rumen parametreleri üzerine etkisi. Doktora Tezi. Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Anike, F.N., Yusuf, M., Isikhuemhen, O.S. 2016. Co-substrating of peanut shells with cornstalks enhances biodegradation by *Pleurotus ostreatus*. *J Bioremed Biodeg*, 7(1): 1-7.
- AOAC. 2005. Official methods of analysis of the Association of Analytical Chemists International. 18th edition. Arlington, VA Washington, DC, USA.
- Bal, M.A. 2017. Rumen pH'sını düzenleyici katkı maddeleri ve etkileri. *Türkiye Klinikleri Journal of Animal Nutrition and Nutritional Diseases-Special Topics*, 3(3):161-170.
- Beauchemin, K., Penner, G., 2009. New developments in understanding ruminal acidosis in dairy cows. *In Tri-State Dairy Nutrition Conference*, , pp. 1-12.
- Bizzuti, B.E., Pérez-Márquez, S., Van Cleef, F.D.O.S., Ovani, V.S., Costa, W.S., Lima, P. M.T., Abdalla, A.L., 2023. In Vitro Degradability and Methane Production from By-Products Fed to Ruminants. *Agronomy*, 13(4): 1043.
- Calsamiglia, S., Blanch, M., Ferret, A., Moya, D. 2012. Is subacute ruminal acidosis a pH related problem? Causes and tools for its control. *Animal Feed Science and Technology*, 172(1-2): 42-50.
- Çayıroğlu, H., Şahin, A., Coşkun, İ. 2019. Süt Sığırlarında Subakut Rumen Asidozisi ve Önleyici Besleme Uygulamaları. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 7(8): 1156-1165.
- Dung, D.V., Phung, L.D., Ngoan, L.D., Quan, N.H., Tra, T.T.T., Tam, V.T.M., Roubík, H. 2022. Effects of biochar produced from tropical rice husk and peanut shell at different processing temperatures on in vitro rumen fermentation and methane production. *japs: Journal of Animal and Plant Sciences*, 32(3).
- Erten, K., Coşkuntuna, L., Koç, F. 2023. The Relationship Between The *In Vitro* Gas Production Parameters of Feed Nutrients. *Turkish Journal Of Agricultural And Natural Science*, 10(3): 529-540.
- Genç, S., Soysal, M.İ. 2018. Parametrik ve parametrik olmayan çoklu karşılaştırma testleri. *Black Sea Journal of Engineering and Science*, 1(1): 18-27.
- Gümüş, H. 2014. Akarbozun Asidozis Üzerine Etkisi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2(1): 42-49.
- Harmeyer, J., 1965. Zur methodical experimenteller untersuchungen an pansenprotozoan. *Zentralblatt for veterinary medicine Reihe A*, 12(9): 841-880.
- Hu, W., Murphy, M.R. 2005. Statistical evaluation of early-and mid-lactation dairy cow responses to dietary sodium bicarbonate addition. *Animal Feed Science And Technology*, 119(1-2): 43-54.
- Humer, E., Petri, R.M., Aschenbach, J.R., Bradford, B.J., Penner, G.B., Tafaj, M., Zebeli, Q. 2018. Practical feeding management recommendations to mitigate the risk of subacute ruminal acidosis in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 101(2): 872-888.
- Irshad, N. 2021. Determination of nutrient values of peanuts shells, peanut skins, and almond hulls as ruminant feed. Yüksek Lisans Tezi. Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

- Krause, K.M., Oetzel, G.R. 2006. Understanding and preventing subacute ruminal acidosis in dairy herds: A review. *Animal feed science and technology*, 126(3-4): 215-236.
- Mao, S.Y., Zhang, R.Y., Wang, D.S., Zhu, W.Y. 2013. Impact of subacute ruminal acidosis (SARA) adaptation on rumen microbiota in dairy cattle using pyrosequencing. *Anaerobe*, 24: 12-19.
- Mokolopi, B.G. 2022. Groundnut shells as a potential feed supplement for ruminants on pastures: A review. *Indian Journal of Animal Research*, 56(5): 521-524.
- NRC. 2001. Nutrient requirements of dairy cattle. National Academy of Sciences, 519, Washington, DC.
- Öztürk, H., Pişkin, İ., 2009. Rumen asidozuna fizyopatolojik bakış. *Veteriner Hekimler Derneği Dergisi*, 80(3): 3-6.
- Plaizier, J.C., Li, S., Danscher, A.M., Derakshani, H., Andersen, P.H., Khafipour, E. 2017. Changes in microbiota in rumen digesta and feces due to a grain-based subacute ruminal acidosis (SARA) challenge. *Microbial ecology*, 74: 485-495.
- Şahiner, F., Yavuz, M., 2020. Rumen düzenleyicilerinin tampon özellikleri kullanılarak in vitro yöntemiyle rumen fermantasyonuna etkisinin belirlenmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 431-444.
- Umucalı, H.D., Şeker, E. 2000. Effects of sodium bicarbonate and magnesium oxide as buffers on in vitro digestibility of grains. *Eurasian Journal of Veterinary Sciences*, 16(2): 129-135.
- Van Soest, P.V., Robertson, J.B., Lewis, B.A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of dairy science*, 74(10): 3583-3597.
- Wetzels, S.U., Mann, E., Pourazad, P., Kumar, M., Pinior, B., Metzler-Zebeli, B.U., Zebeli, Q. 2017. Epimural bacterial community structure in the rumen of Holstein cows with different responses to a long-term subacute ruminal acidosis diet challenge. *Journal of Dairy Science*, 100(3): 1829-1844.
- Yuan, J., Wan, X. 2019. Multiple-factor associative effects of peanut shell combined with alfalfa and concentrate determined by in vitro gas production method. *Czech Journal of Animal Science*, 64(8): 352-360.

---

**Atf Şekli:** Erten, K., Gül, S., Coşkuntuna, L., Koç, F., 2023. Yerfıstığı Kabuğu ve Bazı Tamponlayıcı Maddelerin Rumen Sıvısı Parametreleri Üzerine Etkisi. *MAS Uygulamalı Bilimler Dergisi*, 8(Özel Sayı): 1011–1023.

DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10015076>.

**To Cite:** Erten, K., Gül, S., Coşkuntuna, L., Koç, F., 2023. The Effect of Peanut Shell and Some Buffering Agents on Rumen Fluid Parameters. *MAS Journal of Applied Sciences*, 8(Special Issue): 1011–1023.

DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10015076>.

---

## Detection of the Bovine Leptin Gene rs29004488 Polymorphism by Introducing a New Restriction Enzyme Site For PCR-RFLP

Murad GURSES<sup>1\*</sup>, Metin BAYRAKTAR<sup>2</sup>, Huseyin YUCE<sup>3</sup>, Ebru ONALAN<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Balıkesir University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Genetics, Balıkesir

<sup>2</sup>Fırat University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Zootechny, Elazığ

<sup>3</sup>Düzce University, Faculty of Medicine, Department of Medical Biology, Düzce

<sup>4</sup>Fırat University Faculty of Medicine Department of Medical Biology, Elazığ

\*Corresponding author: [mgurses@balikesir.edu.tr](mailto:mgurses@balikesir.edu.tr)

**Received:** 07.07.2023

**Accepted:** 20.08.2023

### Abstract

Leptin is a hormone mainly synthesized in adipose tissue and plays an important role in the regulation of appetite, energy metabolism, body weight and reproductive functions. The rs29004488 polymorphism in the 2nd exon of the bovine leptin gene, which results in an amino acid change from arginine to cysteine, has been reported to be associated with economically important traits such as growth, carcass traits, milk yield and reproduction. In cattle, the leptin gene rs29004488 polymorphism can be detected by PCR-RFLP method using *Kpn2I* enzyme. However, this method has some limitations in terms of primer degradation. In this study, a new PCR-RFLP method was investigated to detect rs29004488 polymorphism of leptin gene in cattle. Using the created restriction site PCR (CRS-PCR) method, *PstI* enzyme recognition site was introduced into the PCR products, and rs29004488 polymorphism was successfully detected using newly designed primers and *PstI* enzyme. The obtained results were confirmed by DNA sequence analysis and comparison with *Kpn2I* enzyme cleavage results. This study demonstrates that the rs29004488 polymorphism can be detected by an efficient and low-cost method using CRS-PCR-RFLP and *PstI* enzyme.

**Keywords:** Bovine leptin gene, rs29004488, CRS-PCR, *Kpn2I*, *PstI*

## 1. Introduction

Leptin is a protein hormone synthesized primarily by adipose tissue. It plays an important role in regulating appetite, energy metabolism, body weight, and reproductive functions (Friedman and Halaas, 1998; Ingvarlsen and Boisclair, 2001; Kadokawa et al., 2000; Zhang et al., 1994; Zieba et al., 2008). Leptin decreases body weight by both suppressing appetite and promoting energy expenditure (Morris and Rui, 2009). Leptin concentrations in dairy cows are high during late pregnancy. An increased body condition before calving provides energy storages to support milk production during lactation. During the early stages of lactation, when dairy cows are in a state of negative energy balance, fat storage during the dry period is crucial for sustaining high milk yields (Liefers et al., 2003; Buchanan et al., 2003). In cattle, the leptin gene (LEP) is located on chromosome 4 (4q32), consists of three exons and spans a length of 16,735 kb. The LEP gene encodes a protein of 167 amino acids, including a signal sequence of 21 amino acids (Pomp et al, 1997; Taniguchi et al, 2002; Giblin et al, 2010). In 2002, Buchanan et al. (2002), identified a cytosine (C) to thymine (T) substitution (rs29004488) in exon 2 of the leptin gene, that encodes the conversion of an arginine to a cysteine. They have shown that the rs29004488 (also known as g.1180C>T, g.1047C>T, g.73C>T, Arg25Cys, R25C, R4C and LEP/*Kpn2I*, Nugroho et al., 2021) polymorphism can be detected by PCR-RFLP using the *Kpn2I* enzyme. The authors suggested that the T allele might be the causative mutation, which could cause a partial loss of biological function by adding an extra cysteine to the protein. Subsequently, many studies were conducted to understand the effects of the rs29004488 polymorphism (Nugroho et al., 2021) and it was found to be associated with economically important traits, such as growth (Fathoni et al., 2019), carcass characteristics (Shin and Chung, 2007), milk yield (Fontanesi et al., 2014; Chessa et

al., 2015) and reproductive traits (Chebel and Santos, 2011) in cattle. The LEP rs29004488 polymorphism in cattle can be detected using the primer pair designed by Buchanan et al. (2002) and the *Kpn2I* enzyme. However, this method has some limitations in terms of primer degradation. The aim of this study was to identify the leptin gene rs29004488 polymorphism associated with important yield traits in cattle using an efficient, stable and cost-effective approach.

## 2. Materials and Methods

### 2.1. Primer design

Polymerase chain reaction (PCR) primers were designed on nucleotide sequence of the *Bos taurus* leptin (obese) gene (NCBI, Genbank, Accession #U50365) (Tellam, 1996) using the PrimerQuest online primer design tool (Integrated DNA Technologies, Inc., Coralville, IA, USA). The nucleotide sequences of the primers used for PCR analysis are shown in Table 1. Detection of the rs29004488 polymorphism of the leptin gene was initiated with the K<sub>1</sub> primers designed by Buchanan et al. in 2002. Although this method was initially successful in identifying genotypes, after a short time the problem of atypical band formation due to cleavage of the *Kpn2I* enzyme was encountered. K<sub>2</sub> primers were designed in which the forward primer was completely modified and new nucleotides were added to the 5' end of the reverse primer to increase the specificity of the primers. Although better performance in detecting the polymorphism was obtained with the K<sub>2</sub> primers, the same problem was encountered again after a short time. Investigations showed that the problem was temporarily resolved when the primers were resynthesized, but the same problem reoccurred after a short time. It was concluded that the problem was caused by degradation of the primers over a short period of time. To prevent primer degradation, another restriction enzyme was sought that could shift the mismatch from 1 base before the 3' end of the reverse



primer to 2 bases before. As a result, P primers were designed using the *PstI* enzyme to create a restriction site with a mismatch that occurs 2 bases before the 3' end of the reverse primer.

### 2.2. Sequence analysis

The nucleotide sequence of the rs29004488 polymorphism region of the leptin gene was analyzed for compatibility with restriction endonuclease (RE) recognition and cleavage sites for both alleles. The New England Biolabs (NEB)

cutter program (<https://nc3.neb.com/NEBcutter>) was also used to analyze the restriction sites present in the polymorphism region. The primer binding regions based on different restriction enzymes (RE) used for the detection of the rs29004488 polymorphism within the leptin gene #U50365 between nucleotides 1020-1260 and the restriction recognition regions created with a mismatch at the 3' end of the reverse primer are shown in Figure 1.

**Table 1.** Information on the nucleotide sequences of the primers used for the PCR analysis

Name	Primer Sequence (5'→ 3') <sup>a</sup>	Chromosomal positions of the primers <sup>b</sup>	Amplicon length	References
K <sub>1</sub>	F: ATGCGCTGTGGACCCCTGTATC	BTA4: 93261984 - 93262005	94 bp	Buchanan et al., 2002
	R: TGGTGTTCATCCTGGACCTTCC	BTA4: 93262077 - 93262057		
K <sub>2</sub>	F: GACGATGTGCCACGTGTGGTTTCTTCTGTT	BTA4: 93261921 - 93261950	166 bp	modified version of Buchanan et al., 2002
	R: TGAGGGTTTTGGTGTTCATCCTGGACCTTCC	BTA4: 93262086 - 93262057		
P	F: GTGCCACGTGTGGTTTCTTCTGTT	BTA4: 93261927 - 93261950	155 bp	This study
	R: GTTTTGGTGTTCATCCTGGACCTG	BTA4: 93262081 - 93262058		
S	F: TCAAACCAGACCTTGAAAGCC	BTA4: 93261663 - 93261683	798 bp	This study
	R: TTACCAGGCAGGAAGAATGCC	BTA4: 93262460 - 93262440		

<sup>a</sup>: In the reverse sequences underlined letter indicates the mismatched nucleotide. The underlined C replaces the natural base G in K1 and K2 primers and the natural base T in the P primer.

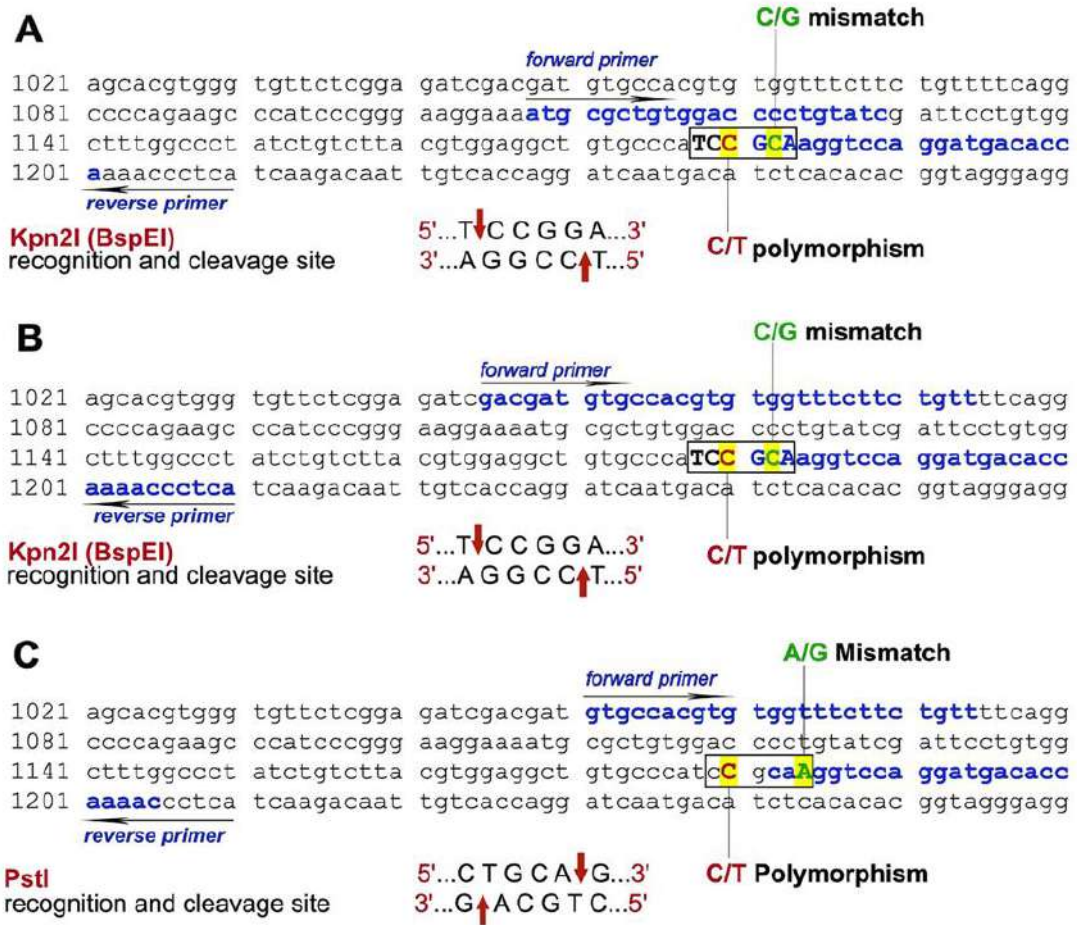
<sup>b</sup>: Genomic positions refer to the Bos taurus UMD 3.1 genome assembly, BTA: Bos taurus autosome.

### 2.3. PCR

PCR amplification of a 155 bp fragment of LEP exon 2 was performed in a total volume of 30 µL reaction mixture containing 3 µL of genomic DNA, 1 µL of each primer (20 pmol/µL), 3 µL of dNTP (2.5 mM), 3 µL of MgCl<sub>2</sub> (25 mM), 3 µL of 10X *Taq* buffer with (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 0.2 µL of *Taq* DNA polymerase (5 U/µL) and 16 µL of ddH<sub>2</sub>O. Thermal cycler condition included of an initial denaturation step at 94°C for 2 min, followed by 35 cycles of denaturation at 94°C for 30 s, annealing at 60°C for 30 s, extension at 72°C for 30 s and the final extension step was continued for 5 min at 72°C.

### 2.4. RFLP

Digestion of PCR products with restriction enzymes was performed in a total volume of 30 µL. The digestion mixture contained 25 µL PCR product, 2.5 µL 10X buffer, 0.5 U of the respective restriction enzyme (10 U/µL), and ddH<sub>2</sub>O to a final volume of 30 µL. Digestion was performed at 37°C for *PstI* enzymes, and 55°C for *Kpn2I* enzyme, each for 16 hours. The digested DNA fragments were separated on 3.5% agarose gel electrophoresis, stained with EtBr, and visualized under UV light. The number and sizes of the resulting fragments corresponding to different genotypes for rs29004488 polymorphism in the exon 2 region of the leptin gene after digestion with *Kpn2I* and *PstI* enzymes are shown in Table 2.



**Figure 1.** Detection of rs29004488 polymorphism by different primers and restriction endonucleases A. K<sub>1</sub> primers and *Kpn2I* enzyme, B. K<sub>2</sub> primers and *Kpn2I* enzyme, C. P primers and *PstI* enzyme

### 2.5. DNA sequencing

DNA sequence analysis was performed to verify genotypes identified for the *PstI* enzyme. For this purpose, a new S-primer pair was designed covering the entire exon 2 region of the leptin gene (Table 1). The randomly selected 6 samples

representing different band profiles (genotypes) due to *PstI* cleavage were sequenced by the Sanger method. The DNA sequence analysis of the PCR products was performed by a Sanger sequencing service purchased from a private company using the forward S primer.

**Table 2.** Fragment sizes for different genotypes of the rs29004488 polymorphism after cleavage with *Kpn2I* and *PstI* enzymes

Genotype	94 bp <sup>1</sup> * / <i>Kpn2I</i>	166 bp <sup>2</sup> / <i>Kpn2I</i>	155 bp <sup>3</sup> / <i>PstI</i>
CC	75+19	138+28	155
CT	94+75+19	166+138+28	155+133+22
TT	94	166	133+22

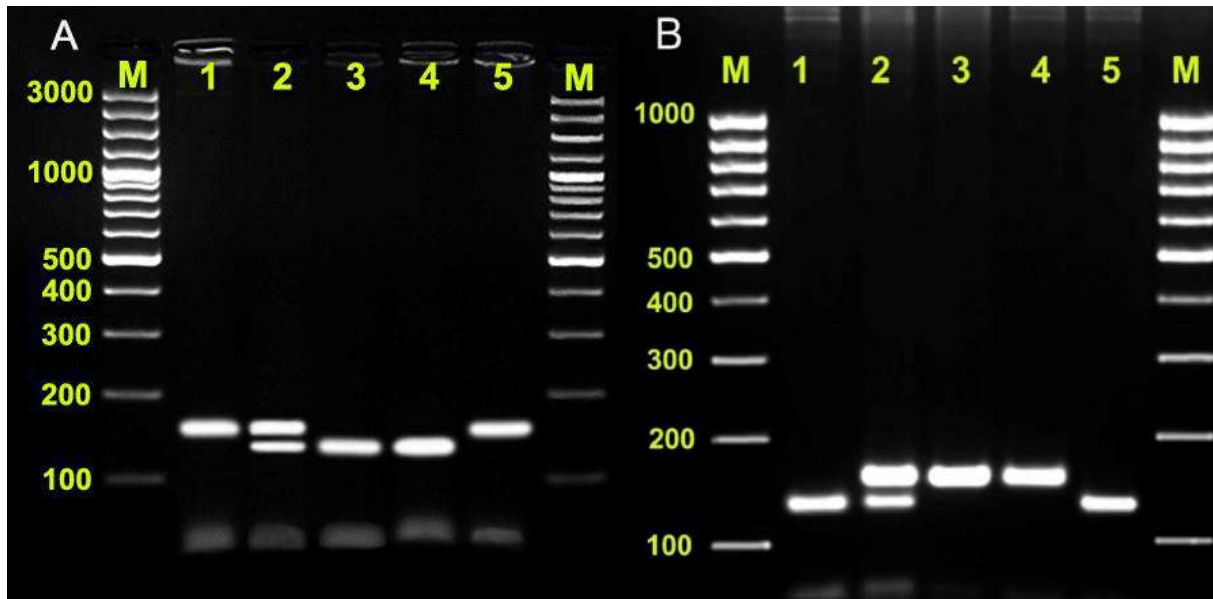
<sup>1</sup>: K<sub>1</sub>, <sup>2</sup>: K<sub>2</sub>, <sup>3</sup>: P primers, \*: Buchanan et al., 2002



### 3. Results

In this study, the leptin gene rs29004488 polymorphism was successfully detected in cattle using created restriction-site PCR-RFLP with *PstI* enzyme. PCR amplification yielded a product of a 155 bp fragment. As shown in Figure 2-B, after digestion with *PstI* enzyme, the homozygous C allele exhibited

a single uncut band of 155 bp, the homozygous T allele exhibited a single band of 133 bp, and the heterozygous samples exhibited 2 bands of 155 and 133 bp, respectively. The 22 bp fragment resulting from the cleavage in the homozygous T allele and in the heterozygous samples is not visible in the agarose gel (Figure 2-B).



**Figure 2.** Restriction patterns of PCR products digestion with *Kpn2I* (A) and *PstI* (B) enzymes, respectively. Lane M: marker (100 bp); 1, 5: TT; 2: CT; 3, 4: CC genotypes

The results of samples digested with *PstI* enzyme were verified by comparison with *Kpn2I* enzyme digestion. The genotypes detected from the digestion results of both enzymes showed 100% compatibility (Figure 2-A and B). In addition, a total of 6 samples (2 samples representing each

genotype) randomly selected from the samples genotyped for the rs29004488 polymorphism by *PstI* enzyme were confirmed by DNA sequence analysis. The results of the DNA sequence analysis of the CC, CT and TT genotypes for *PstI* enzyme are shown in Figure 3.

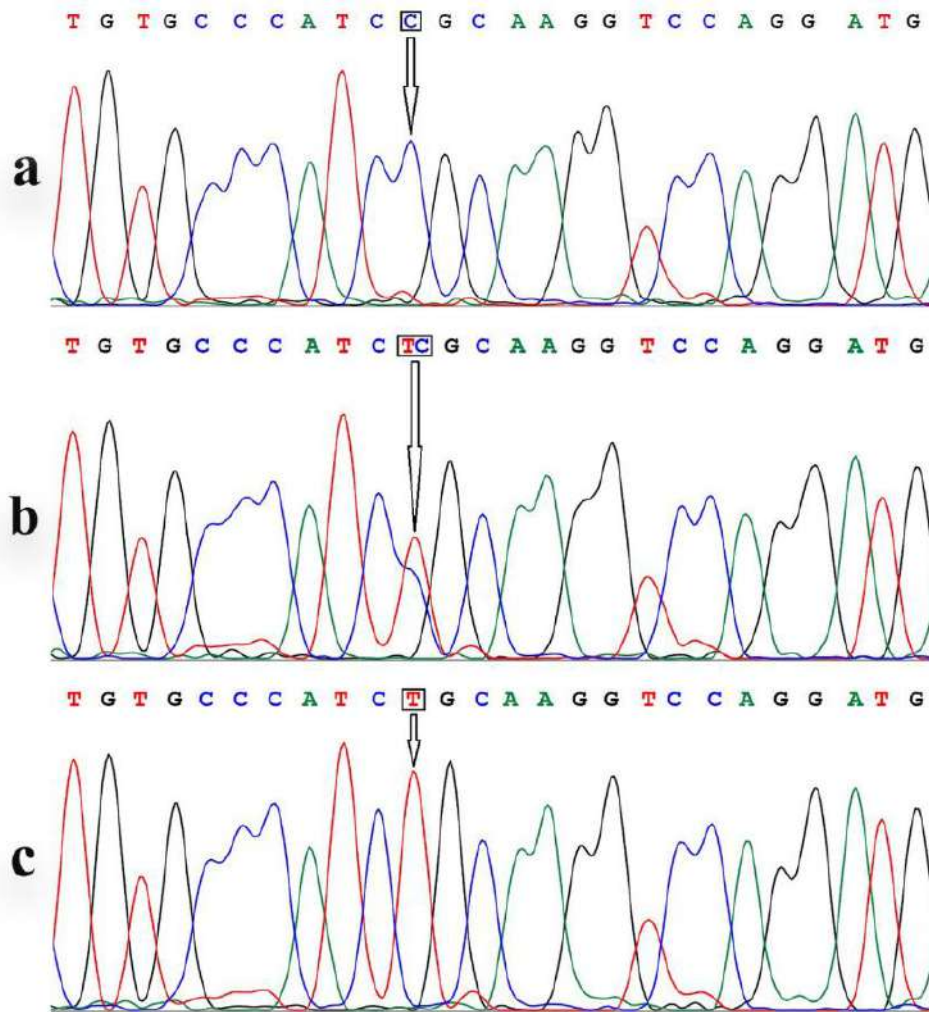
**Table 3.** Recognition sites and prices of respective endonucleases

Endonuclease	Recognition sequence	€/1.000 units
<i>PstI</i>	CTGCA/G	7,2 <sup>a</sup>
<i>BspEI</i> ( <i>Kpn2I</i> ) <sup>1</sup>	T/CCGGA	63 <sup>b</sup>
<i>AciI</i>	CCGC(-3/-1)	315 <sup>d</sup>
<i>HpyCH4V</i>	TG/CA	630 <sup>c</sup>

<sup>1</sup>*BspEI* is an isoschizomer of *Kpn2I*. Enzyme prices were determined by calculating the prices corresponding to 1.000 U of the closest quantities available for sale as follows; <sup>a</sup>: 5.000 U, <sup>b</sup>: 10.000 U, <sup>c</sup>: 500 U, <sup>d</sup>:1.000 U were calculated from the sales prices.

The NEB cutter program to separate different alleles of the Letin gene rs29004488 polymorphism showed that the "CCGC" sequence observed in the C allele in the polymorphism region can be cleaved by the enzyme *Acil* and the "TGCA" sequence observed in the T allele can be cleaved by the enzyme *HpyCH4V*.

However, the cost of the *Acil* and *HpyCH4V* enzymes is considerably higher. The prices of the four restriction enzymes obtained from the NEB GmbH website (<https://www.neb-online.de/en>) are shown in Table 3. According to Table 3, the cost of the *PstI* enzyme is approximately 11.43% of the price of the *BspEI* (*Kpn2I*) enzyme.



**Figure 3.** Examples of DNA sequencing of PCR product of LEP gene. Three figures representing the genotype of **a.** CC, **b.** CT, and **c.** TT are shown, and the bases representing rs29004488 polymorphism sites are indicated by arrows and are located within squares.

#### 4. Discussion

In cattle, leptin gene rs29004488 polymorphism is detected by PCR-RFLP method using primers designed by Buchanan et al. (2002) and *Kpn2I* enzyme. However, this method has some limitations in terms of primer degradation. With the use of the *PstI* enzyme as a new approach in the detection of the polymorphism, the mismatch that should be made one base

before the 3' end of the reverse primer for the *Kpn2I* enzyme, was shifted to 2 bases before, preventing the problem of primer degradation and providing a new opportunity for more economical detection of the rs29004488 polymorphism. In this study, a new *PstI* restriction enzyme site was introduced into the amplification products to detect the rs29004488 polymorphism of the leptin gene in cattle.

The use of the *PstI* enzyme saves approximately 88.57% of the enzyme cost compared to the *BspEI* (*Kpn2I*) enzyme (Table 3). This is important for the use of the leptin rs29004488 polymorphism, which is associated with economically important yield traits in cattle breeding, in developing countries and in large herds, and for its inclusion in breeding programs.

## 5. Conclusion

In conclusion, we present an efficient and cost-effective technique for the analysis of the bovine leptin rs29004488 polymorphism. This technique can be widely used in future studies investigating the effects of leptin gene polymorphisms on yield traits and in genotypic selection applications in cattle.

## Declaration of Author Contributions

MG, MB and HY designed and conducted the study. MG designed the primers and performed the DNA sequencing, MG and EO performed the PCR-RFLP analysis and gel electrophoresis. MG, MB, and HY drafted the manuscript. All authors approved the final version of the article.

## Declaration of Conflicts of Interest

All authors declare that there is no conflict of interest related to this article.

## Financial Support

This study was supported by the The Scientific and Technological Research Council of Turkey (Project Number: 107O843) and Firat University Scientific Research Projects Unit (Project Number: 1413).

## Acknowledgements

The financial support of TUBİTAK and FÜBAP is gratefully acknowledged. This research is summarized from a part of the PhD thesis of the corresponding author Murad GÜRSES.

## Ethical Committee Approval

This study was approved by the Animal Experiments Ethics Committee of the Veterinary Control and Research Institute of Elazığ, Turkey (07/01-01).

## References

- Buchanan, F.C., Fitzsimmons, C.J., Van Kessel, A.G., Thue, T.D., Winkelmann-Sim, D.C., Schmutz, S.M., 2002. Association of a missense mutation in the bovine leptin gene with carcass fat content and leptin mRNA levels. *Genetics Selection Evolution*, 34(1): 105-116.
- Buchanan, F.C., Van Kessel, A.G., Waldner, C., Christensen, D.A., Laarveld, B., Schmutz, S.M., 2003. An association between a leptin single nucleotide polymorphism and milk and protein yield. *Journal of Dairy Science*. 86: 3164-3166.
- Chebel, R.C., Santos, J.E.P., 2011. Association between leptin single nucleotide polymorphism and reproductive performance of lactating Holstein cows. *Animal Reproduction Science*, 127(3-4): 126-134.
- Chessa, S., Nicolazzi, E.L., Nicoloso, L., Negrini, R., Marino, R., Vicario, D., Ajmone-Marsan, P., Valentini, A., Stefanon, B., 2015. Analysis of candidate SNPs affecting milk and functional traits in the dual-purpose Italian Simmental cattle. *Livestock Science*, 173: 1-8.
- Fathoni, A., Maharani, D., Aji, R.N., Choiri, R. and Sumadi, S., 2019. Polymorphism of the SNP g. 1180 C>T in leptin gene and its association with growth traits and linear body measurement in Kebumen Ongole Grade cattle. *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture*, 44(2): 125-134.
- Fontanesi, L., Calò, D. G., Galimberti, G., Negrini, R., Marino, R., Nardone, Ajmone-Marsan, P., Russo, V., 2014. A candidate gene association study for nine economically important traits in Italian Holstein cattle. *Animal Genetics*, 45(4): 576-580.
- Friedman, J.M, Halaas, J.L., 1998. Leptin and the regulation of the body weight in mammals. *Nature*, 395: 763-70.

- Giblin, L., Butler, S.T., Kearney, B.M., Waters, S.M., Callanan, M.J., Berry, D.P., 2010. Association of bovine leptin polymorphisms with energy output and energy storage traits in progeny tested Holstein-Friesian dairy cattle sires. *BMC Genetics*, 11: 1-10.
- Ingvartsen, K.L., Boisclair, Y.R., 2001. Leptin and the regulation of food intake, energy homeostasis and immunity with special focus on periparturient ruminants. *Domestic Animal Endocrinology*, 21: 215-250.
- Kadokawa, H., Blache, D., Yamada, Y., Martin, G.B., 2000. Relationships between changes in plasma concentrations of leptin before and after parturition and the timing of first postpartum ovulation in high-producing Holstein dairy cows. *Reproduction, Fertility and Development*, 12: 405-411.
- Liefers, S.C., Veerkamp, R.F., te Pas, M.F.W., Delavaud, C., Chilliard, Y., van der Lende, T., 2003. Leptin concentrations in relation to energy balance, milk yield, intake, live weight and estrus in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 86(3): 799-807.
- Morris, D. L., Rui, L., 2009. Recent advances in understanding leptin signaling and leptin resistance. *American Journal of Physiology Endocrinology and Metabolism*, 297(6): E1247-E1259.
- Nugroho, T., Widi, T. S. M., Maharani, D., 2021. The Potency of Leptin Gene as a Selection Marker of Economic Traits for Madura Cattle: Preliminary Study. In *9th International Seminar on Tropical Animal Production*, Atlantis Press, ISTAP 2021, pp. 231-237.
- Pomp, D., Zou, T., Clutter, A. C., Barendse, W., 1997. Rapid communication: mapping of leptin to bovine chromosome 4 by linkage analysis of a PCR-based polymorphism. *Journal of Animal Science*, 75(5): 1427-1427.
- Shin, S.C., Chung, E.R., 2007. Association of SNP marker in the leptin gene with carcass and meat quality traits in Korean cattle. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 20(1): 1-6.
- Taniguchi, Y., Itoh, T., Yamada, T., Sasaki, Y., 2002. Genomic structure and promoter analysis of the bovine leptin gene. *IUBMB Life*, 53(2): 131-135.
- Tellam, R.L., 1996. Bos taurus leptin (obese) gene, complete cds. GenBank Accession #U50365.
- Zhang, Y., Proenca, R., Maffei, M., Barone, M., Leopold, L., Friedman, J.M., 1994. Positional cloning of the mouse obese gene and its human homologue. *Nature*, 372: 425
- Zieba, D.A., Szczesna, M., Klocek-Gorka, B., Williams, G.L., 2008. Leptin as a nutritional signal regulating appetite and reproductive processes in seasonally-breeding ruminants. *Journal of Physiology and Pharmacology*, 59(Suppl 9): 7-18.

---

**To Cite:** Gurses, M., Bayraktar, M., Yuce, H., Onalan, E., 2023. Detection of the Bovine Leptin Gene rs29004488 Polymorphism by Introducing a New Restriction Enzyme Site For PCR-RFLP. *MAS Journal of Applied Sciences*, 8(Special Issue): 1024-1031.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10024106>.

---



DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10026221>



Araştırma Makalesi / Research Article

## Ege Denizi, Kuşadası Körfezi Pamucak Yapay Resiflerinde Balık Tür Çeşitliliğın Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma

Ali ULAŞ<sup>1\*</sup>, Serpil SERDAR<sup>1</sup>, Şükrü YILDIRIM<sup>1</sup>, Didem GÖKTÜRK<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, İzmir

<sup>2</sup>İstanbul Üniversitesi, Su Bilimleri Fakültesi, Balıkçılık ve Su Ürünleri İşleme Teknolojisi Bölümü, İstanbul

\*Sorumlu yazar (Corresponding author): [ali.ulas@ege.edu.tr](mailto:ali.ulas@ege.edu.tr)

**Geliş Tarihi (Received):** 08.07.2023

**Kabul Tarihi (Accepted):** 22.08.2023

### Özet

Bu çalışma Kuşadası Körfezi Pamucak sahilinde 2001 yılında oluşturulan 822 m<sup>3</sup> hacime sahip yapay resif alanında Eylül 2019-Mayıs 2020 tarihlerinde yürütülmüştür. Çalışmada Pamucak yapay resif alanında tür çeşitliliğı ve birey yoğunluğının belirlenmesi ve yapay resiflerin yasadışı av araçlarının bölgede önleme etkinliğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Yapay resiflerde örnekleme SCUBA dalış yapılarak görsel sayım yöntemi ile tespit edilmiştir. 12 aylık çalışma sonunda 12 familyaya ait 30 balık türü olmak üzere toplam 4522 birey tespit edilmiştir. Melanurya balığı (*Oblada melanura*) yılın her ayında yapay resiflerde en çok sayıda (2475 adet) gözlenen tür olarak tespit edilmiştir. İkinci sırada Papaz balığı (*Choromis chromis*) 843 birey ile gözlenirken, üçüncü sırada karagöz (*Diplodus vulgaris*) balıkları 319 birey ile her ay gözlemlenmiştir. Deniz kestanesi (*Paracentrodus lividus*) ve deniz tavşanı (*Aplysia elongata*) yapay resif alanında her ay gözlenen omurgasız türleri olarak tespit edilmiştir. Su sıcaklığı en yüksek Ağustos ayında 26°C, en düşük sıcaklık Mart ayında 14,9°C olarak kaydedilmiştir. Maksimum çözünmüş oksijen değeri 8,18 mg/L değeri ile Nisan ayında, en düşük oksijen değeri 7,10 mg/L ile Ekim ayında ölçülmüştür. Minimum tuzluluk Ocak ayında 37,19 mg/L, en yüksek tuzluluk 39,91 mg/L ile Haziran ayında ölçülmüştür. En yüksek görüş mesafesi Ağustos ayında 17 m, en düşük görüş mesafesi Ekim ayında 2,5 m olarak ölçülmüştür. Sualtı gözlemleri sırasında yapay resiflerde yaklaşık 74 m<sup>2</sup> resif alanın yasadışı kullanılan ağlarla kaplandığı tespit edilmiştir. Ağların % 82'sinin gırgır, % 18'inin ise uzatma ağları olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak yapay resif alanında balık ağırlıklı olmak üzere tür ve birey yoğunluğı belirlenmiş, yapay resiflerin, tespit edilen hayalet ağlarla bölgedeki yasadışı balıkçılığın engel teşkil ettiğı kanısına varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Ege Denizi, yapay resif, balık tür çeşitliliğı, görsel sayım

## A Study on the Determination of Fish Species Diversity in Pamucak Artificial Reefs in Kuşadası Bay Aegean Sea

### Abstract

This study which was carried out between September 2019 and May 2020 in the 822m<sup>3</sup> artificial reef area created in 2001 on the Pamucak coast of Kuşadası Bay aimed to determine the species diversity and individual density in the Pamucak artificial reef area and to determine the prevention efficiency of illegal fishing gear of artificial reefs in the region. The sampling of artificial reefs was determined by visual counting method by performing SCUBA diving. At the end of the 12-month study, 4522 individuals belonging to 30 fish species in 12 families were identified. *Oblada melanura* was determined as the most numerous (2475 species) observed on artificial reefs in every month of the year. *Choromis chromis* was observed in the second place with 843 individuals, while the *Diplodus vulgaris* was observed in the third place with 319 individuals every month. *Paracentrodus lividus* and *Aplysia elongata* are the first invertebrate species observed every month in the artificial reef area. In the artificial reef area, the highest water temperature was recorded as 26 °C in August and the lowest temperature was recorded as 14.9 °C in March. The lowest dissolved oxygen value was measured in April with 8.18 mg/L and the lowest dissolved oxygen value in October with 7.10mg/L. The minimum salinity was 37.19 mg/L per thousand in January, and the highest salinity was 39.91 mg/L in June. The highest visibility was 17 m in August and the lowest was 2.5 m in October. During underwater observations, it was determined that approximately 74 m<sup>2</sup> of reef area in artificial reefs was covered with fishing nets illegally used. 82 % of the nets were determined as purse seiners and 18 % as gillnets. As a result, the density of species and individuals, mainly fish, was determined in the artificial reef area, and it was concluded that artificial reefs constitute an obstacle to illegal fishing in the region with the detected ghost nets.

**Keywords:** Aegean Sea, artificial reef, fish species diversity, visual census



## 1. Giriş

Yapay resifler, deniz canlıları için yeni tip habitat yaratmak veya mevcut habitatları korumak ve geliştirmek amacıyla denize yerleştirilen yapılar olarak tanımlanmaktadır (Collins ve Jensen, 1996). Denizlerdeki bu yapay resifler canlılar için potansiyel barınma, üreme, beslenme ve korunma gibi yaşamsal fonksiyonlar açısından seçenekli yaşam alanları sunmaktadır. Yapay resifler biyoçeşitliliğin korunması, bütünlük kıyı alanları yönetimi, canlı deniz kaynaklarından sürdürülebilir bir şekilde yararlanılması, etkili balıkçılık yönetimi faaliyetlerinin gerçekleştirilebilmesi gibi amaçlar doğrultusunda önem arz etmekte ve büyük ilgi görmektedir (Acarlı ve ark., 2020). Yapay resiflerin ekosistem ve balıkçılık üzerinde nasıl etki ettiği ile ilgili farklı hipotezler mevcuttur. Hızlı kolonizasyon, yüksek balık yoğunluğu, yüksek yakalama oranları, yaşam alanına bağlılığı, yapay resiflerin balık verimini artırdığı yönünde kanıt olarak kullanılmıştır. Alternatif bir hipotez, yapay resiflerin davranışsal tercihlere bağlı olarak balıkları cezbediği, çevrede bulunan balıkları belli bir lokasyona topladığı fakat resiflerin toplam balık üretimini veya bolluğunu arttırmadığı bildirilmiştir (Bohnsac, 1989). Yapay resifler, pratikteki uygulamalar bakımından, son 20 yıl içinde, dünya çapında büyük oranda artış göstermiştir (Seaman ve Sprague, 1991). Yapay resifler, 1980'li yıllara kadar balık üretimini artırmak için inşa edilmiş, son yıllarda ise su kalitesini geliştirme (Angel ve Spanier, 2002) ve ekosistemi yenileme (Rilov ve Benayahu, 2000) gibi çevreci ve korumacı konular, yapay resif projelerinin amaçlarının belirlenmesinde öncelik kazanmıştır (Ardizzone ve ark., 1995). Pratikteki uygulamaların hacimsel boyutlarına bakıldığında, doğal kaya ve palmyelerin kullanıldığı birkaç metre yükseklikte resif ünitelerinden, karmaşık mühendislik hesap ve tasarımların yapıldığı, çok büyük boyutlu prefabrik beton ve çelik ünitelere (125 – 200 m<sup>3</sup>)

kadar geniş bir yelpazeye rastlanabilmektedir (Charbonnel, 1990). Japonya ve ABD, dünyada en eski uygulamalara sahip, en iyi yazılı metinlerin bulunduğu ve yapay resif uygulamalarının en yoğun yapıldığı iki ülkedir (Stone ve ark., 1991). Avrupa'daki resif çalışmaları ise son 30 yılda gelişmiş olup, her ülke yapay resif kullanımında farklı ihtiyaç ve yaklaşımlara sahiptir (Jensen, 2002). Türkiye'de ilk yapay resif uygulamaları küçük ölçekli ve deneme amaçlı başlamıştır. 1983 yılında İzmir Körfezi'nde Urla İskele açıklarındaki Taş ada civarına, E.Ü. Hidrobiyoloji Araştırma Merkezi'nde geçici görevle çalışan Fransız bir bilim adamı tarafından yuvarlak beton künkten yapay resifler yerleştirilmiştir. Daha sonra İstanbul Boğazi ve Marmara kıyılarında Beykoz Su Ürünleri Endüstri Meslek Lisesi ve bazı özel dalgıç kulüpleri beton, pişmiş toprak ve lastikten yapay resifler yapmış, ancak bu yapıların oluşturma teknikleri ve elde edilen sonuçlar hakkında yayınlara rastlanılmamıştır. Şubat 1989' da ise İzmir Körfezi'ndeki yasadışı trolleri engellemek ve olta balıkçılığını geliştirmek amacıyla 10 adet eski trolleybüs kasası Körfezin değişik yerlerine atılmıştır. Ancak bu çalışmanın da sonuçları hakkında bir bilgi bulunmamaktadır (Lök, 1995). Türkiye'deki bilimsel amaçlı ilk yapay resif projesi, E.Ü. Su Ürünleri Fakültesi tarafından 1991–1993 yılları arasında Hekim Adası kıyılarında gerçekleştirilmiştir (Lök, 1995). Bu projeden elde edilen olumlu sonuçların, çeşitli toplantılarda kamuya duyurulmasından sonra, konuya olan ilgi artmış ve yapay resif projeleri tüm ülke kıyılarında yayılma eğilimi göstermiştir. Yerel yönetimlere ait ilk yapay resif uygulaması 1995 yılında Çeşme Belediyesi tarafından, Dalyanköy'de gerçekleştirilmiştir. Bu projeyi 1998 yılında Ürkmez ve Gümüldür Belediyeleri takip etmiştir. Daha sonra denize kıyısı olan pek çok il/ilçenin yönetimleri ve sivil toplum örgütleri yapay resif projesi gerçekleştirmiştir. Günümüze kadar 3500'e yakın beton blok, 10 adet eski trolleybüs

kasası, 8 adet metal gemi, 2 adet ahşap tekne, 3 adet uçak yapay resif projeleri kapsamında yerleştirilmiştir. Türkiye’de bu tür pratik uygulamalar hızla artmasına rağmen, yapay resifler üzerine yapılan bilimsel çalışmalar sınırlı kaldı (Gül ve ark., 2005). Oysaki, yapay resiflerin balık komüniteleri üzerine etkilerinin ve onların günlük, mevsimsel ve uzun vadeli değişimlerinin belirlenmesi, projelerin başarısı için hayati öneme sahip olduğu bildirilmiştir. (Relini ve ark., 1994). 2010 yılında Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından uygulanan Edremit Altınoluk yapay resif projesi, Bakanlık tarafından uygulanan ilk milli proje olarak Türkiye’nin en büyük projesi olarak faaliyete geçmiştir. 2014 yılında tamamlanan projede küçük ölçekli balıkçılık alanlarının oluşturulması, yasadışı sürütme ağlarının faaliyetlerine engel olabilecek alanlar oluşturulmuş ve kısa sürede başarılı sonuçlar alınmıştır. Bu sonuçlara rağmen Bakanlık büyük ölçekli balıkçılık faaliyetlerinin etkisiyle yapay resif çalışmalarına ara vermiş yapay resif izinlerini durdurmuştur. Günümüzde bilimsel amaçlı yapay resif projeleri dışında yeni yapay resif uygulamalarına izin verilmemektedir. Bu durum mevcut yapay resif alanlarının daha etkin değerlendirilmesi ve etkinliğinin belirlenmesini ön plana çıkarmaktadır. Bu kapsamda bu çalışmada Türkiye’nin ikinci büyük yapay resif çalışması olan Selçuk-

Pamucak yapay resiflerinin, ortamda balık tür çeşitliliğine katkısı ve yasadışı avcılığı engellemedeki caydırıcı etkinliğinin belirlenmesini amaçlamıştır.

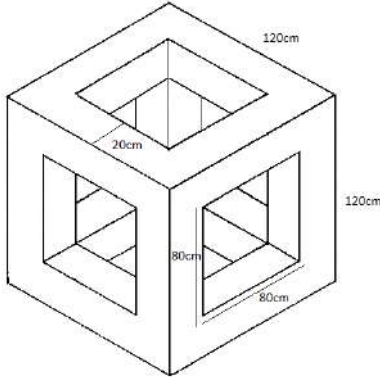
## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Çalışma sahası ve yapay resif alanının özellikleri

Arazi çalışması İzmir İli Selçuk ilçesine bağlı Pamucak kıyılarında  $37^{\circ} 55' 47''$  K –  $27^{\circ} 15' 54''$  D,  $37^{\circ} 55' 44''$  K –  $27^{\circ} 14' 51''$  D,  $37^{\circ} 57' 16''$  K –  $27^{\circ} 15' 14''$  D ve  $37^{\circ} 57' 14''$  K –  $27^{\circ} 14' 17''$  D koordinatları arasındaki yapay resif sahasında yürütülmüştür (Şekil 1). Kuşadası Körfezinin doğu kıyısında kalan bu bölge kumluk ve çamurlu dip yapısına sahiptir, zemin eğimi % 2’den azdır ve bölgesel akıntılara maruz kalmakla beraber akıntı hızı 5 m/dk’dan az olduğu için yapay resif yerleşimine uygun özelliklere sahip bir alandır. Bu bağlamda 2001 yılında Pamucak kıyılarında 15-20 m derinlik kontüründe 1,2 x 1,2 x 1,2 m boyutlarında 480 adet kübik beton bloktan (Şekil 2) oluşan yapay resif alanı düzenlenmiştir. Kübik beton bloklar 25’erli gruplar oluşturulacak şekilde deniz zeminine serbest düşme yöntemiyle atılmıştır ve denize yerleştirilme sırasında yasadışı av araçlarının geçişini önleyecek mesafeler gözetilmiştir (Şekil 3). Oluşturulan bu yapay resif alanında gözlemlenen balık türleri çalışmanın ana materyalini oluşturmaktadır.



Şekil 1. Çalışma bölgesi



Şekil 2. Yapay resif bloğu teknik çizimi ve buna uygun imal edilmiş yapay resif blokları



Şekil 3. Yapay resif bloklarının taşınması ve suya bırakılması

## 2.2. Veri toplama ve analiz

Eylül 2019 - Ağustos 2020 tarihleri arasında 12 ay boyunca sürdürülen arazi çalışmalarında, yapay resif çalışma alanına ulaşımında Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi'ne ait 4,60 m boyunda ve 50 hp motor gücüne sahip ARGE isimli hızlı bot kullanılmıştır. Yapay resiflerin denizdeki konumunu belirlemede Garmin 42 DV Chart plotter+Echo sounder kullanılmıştır. Uydu sinyalleri ile mevcut konumu belirlerken aynı anda sualtına ses pulsları gönderen echo sounder dip yapısında yapay resifleri tespit ederek konum noktalama suretiyle her örneklemede aynı resif alanının örneklenmesi sağlanmıştır. Yapay resifler ortamdaki biyoçeşitliliği artırmayı hedeflediğinden, çalışmada yapay resif alanındaki balık tür çeşitliliği ve bolluğunun belirlenmesinde tahribatsız örnekleme yöntemleri tercih edilmiştir. Görsel sayım yöntemi ve sualtı video kayıt

yöntemi bu amaçla balık tür çeşitliliği ve bolluğunu saptamak amacıyla çalışmada kullanılan yöntemlerdir. Bu kapsamda 12 ay boyunca düzenli olarak tüplü dalışlar (SCUBA) gerçekleştirilmiş ve toplam 17 saat 45 dakikayı bulan dip zamanı ile örnekleme çalışması yapılmıştır (Şekil 4). Bazı balık türlerinin yüzme davranışları ve boyutlarından dolayı görsel sayım yöntemi ile tespitleri zor olduğundan, bu durumlarda ikinci bir izleme yöntemi olarak sualtı video kayıt yöntemi kullanılmış ve görüntüleri kaydedilerek tür ve birey sayıları monitör üzerinden incelenmiştir. Sualtı kayıtlarında GOOPRO Hero 4 modeli kamera sistemi kullanılmıştır. Örnekleme çalışmaları boyunca deniz suyu sıcaklıkları Suunto D6i dalış bilgisayarı yardımı ile kaydedilmiş, tuzluluk ve oksijen multi parametre cihazı ile ve görüş mesafesi de secchi disk yardımıyla metre cinsinden ölçülmüştür.





Şekil 4. Sualtı örnekleme çalışmaları

Balık tür tayinlerinde Whitehead ve ark. (1986) ve Froese (2005)'den yararlanılmıştır. Güncel sistematik bilgileri ise World Register of Marine Species (WoRMS, 2021) kataloğundan kontrol edilerek listelenmiştir. Sualtı görsel sayım ve sualtı video kayıt yöntemi ile elde edilen veriler, istatistikî analiz yöntemleriyle test edilmiştir. Bu kapsamda elde edilen sayısal bulguların incelenmesinde ve analizlerin yapılmasında PRIMER-v6 (Clarke ve Gorley, 2006) ve Microsoft Excel paket programları kullanılmıştır.

### 3. Bulgular ve Tartışma

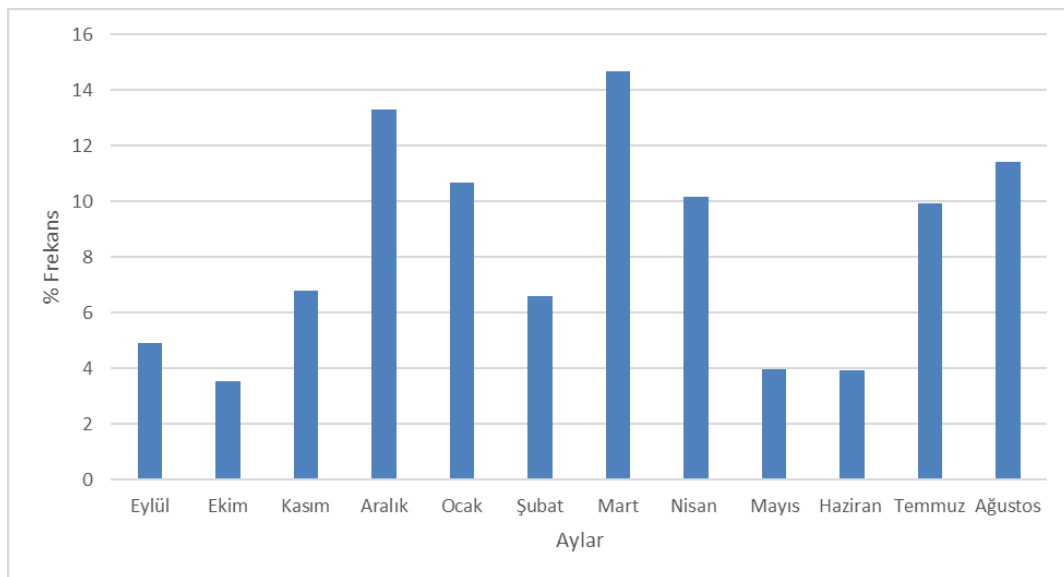
#### 3.1. Yapay resif alanında gözlemlenen türlere ait bulgular

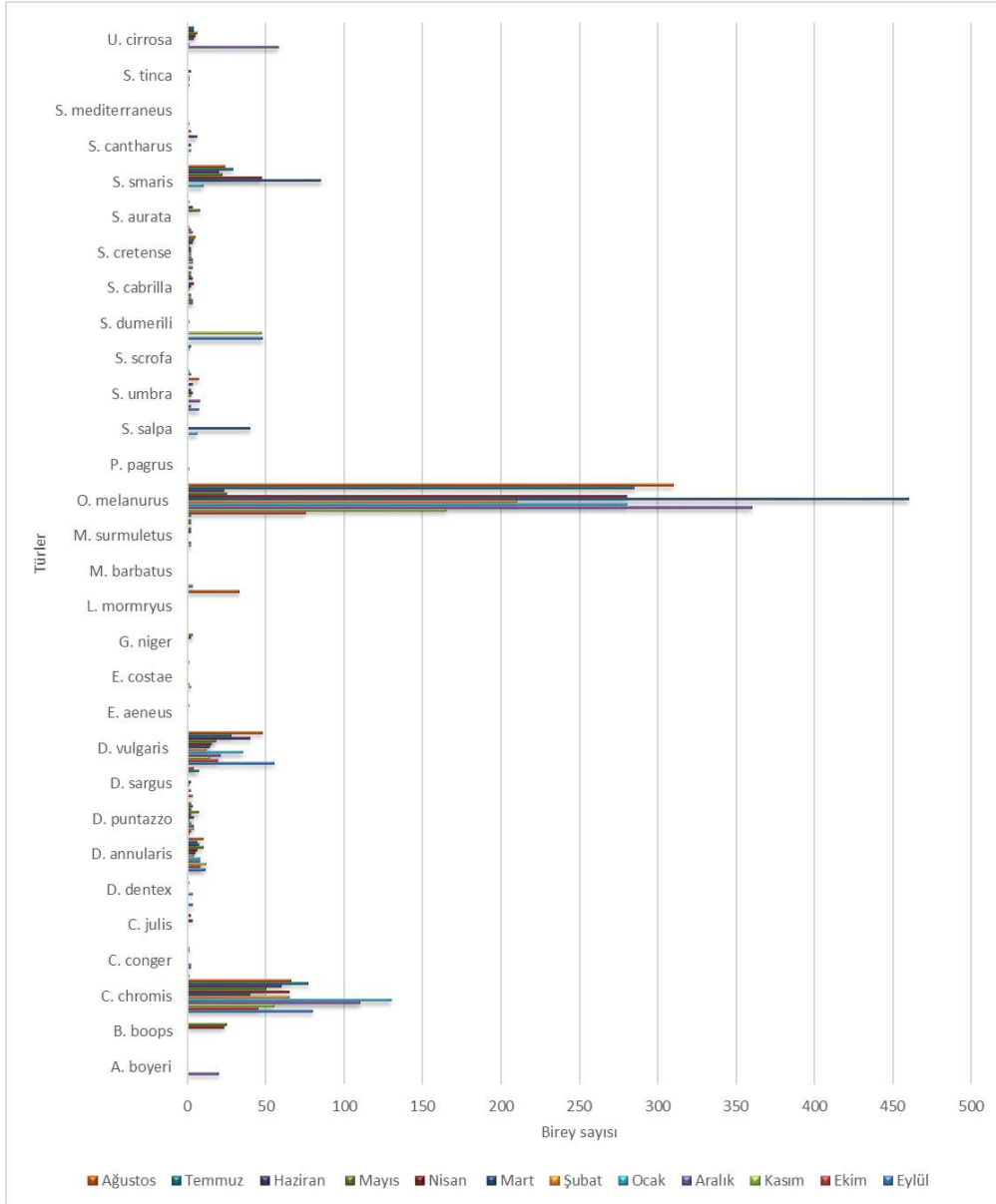
Pamucak yapay resif alanında 12 ay boyunca yapılan gözlemler sonucunda 12 familyaya ait 30 balık türü olmak üzere toplam 4522 birey tespit edilmiştir. Melanurya balığı (*Oblada melanura*) 2475

birey ile sayıca en çok gözlenen tür olarak tespit edilmiş olup, bunu 843 birey ile Papaz balığı (*Choromis chromis*) ve 319 birey ile karagöz (*Diplodus vulgaris*) balıkları izlemektedir. Tablo 1'de yapay resif alanında gözlemlenen türlerin sistematik listesi ve sayıca toplam görülme yüzdelerinin dağılımları gösterilmektedir. Örneklemelemlerde karagöz, ısparoz, papaz, sivri burun, karagöz ve melanurya olmak üzere beş balık türü bütün aylarda gözlenmiş, buna karşılık Barbunya, çırçır, gümüş, fangri mercan, kum lahozu ve mırırmır olmak üzere altı balık türü sadece bir örneklemede gözlemlenmiştir. Çalışmada gözlemlenen balık türlerinin aylara göre toplam birey sayılarının yüzde frekans dağılımı Şekil 4'de, türlerin aylara göre birey sayılarının dağılımı ise Şekil 5'te gösterilmektedir.

**Tablo 1.** Yapay resif alanında tespit edilen türler ve yüzde görülme dağılımları

Familiya	Tür	%
Atherinidae	<i>Atherina boyeri</i> (Risso, 1810)	0.44
Carangidae	<i>Seriola dumerili</i> (Risso, 1810)	2.12
Congridae	<i>Conger conger</i> (Linnaeus, 1758)	0.15
Gobiidae	<i>Gobius niger</i> (Linnaeus, 1758)	0.11
Labridae	<i>Symphodus mediterraneus</i> (Linnaeus, 1758)	0.02
	<i>Symphodus tinca</i> (Linnaeus, 1758)	0.11
	<i>Coris julis</i> (Linnaeus, 1758)	0.11
Mullidae	<i>Mullus barbatus</i> (Linnaeus, 1758)	0.07
Mullidae	<i>Mullus surmuletus</i> (Linnaeus, 1758)	0.27
Pomacentridae	<i>Choromis chromis</i> (Linnaeus, 1758)	18.64
Scaridae	<i>Sparisoma cretense</i> (Linnaeus, 1758)	0.66
Sciaenidae	<i>Umbrina cirrosa</i> (Linnaeus, 1758)	1.81
	<i>Sciana umbra</i> (Linnaeus, 1758)	0.75
Scorpaenidae	<i>Scorpaena scrofa</i> (Linnaeus, 1758)	0.13
Serranidae	<i>Serranus cabrilla</i> (Linnaeus, 1758)	0.53
	<i>Epinephelus costae</i> (Steindachner, 1878)	0.09
	<i>Epinephelus aeneus</i> (Geoffroy Saint-Hilaire, 1817)	0.02
Sparidae	<i>Diplodus vulgaris</i> (Geoffroy Saint-Hilaire, 1817)	7.05
	<i>Diplodus annularis</i> (Linnaeus, 1758)	2.10
	<i>Diplodus puntazzo</i> (Walbaum, 1792)	0.75
	<i>Diplodus sargus</i> (Linnaeus, 1758)	0.42
	<i>Spicara smaris</i> (Linnaeus, 1758)	5.24
	<i>Pagrus pagrus</i> (Linnaeus, 1758)	0.02
	<i>Sarpa salpa</i> (Linnaeus, 1758)	1.02
	<i>Boops boops</i> (Linnaeus, 1758)	1.06
	<i>Lithognathus mormyrus</i> (Linnaeus, 1758)	0.73
	<i>Dentex dentex</i> (Linnaeus, 1758)	0.15
	<i>Sparus aurata</i> Linnaeus, 1758	0.40
	<i>Oblada melanura</i> (Linnaeus, 1758)	54.73
	<i>Spondyliosoma cantharus</i> (Linnaeus, 1758)	0.27

**Şekil 4.** Yapay resif alanında gözlemlenen türlerin toplam birey sayılarının aylara göre yüzde dağılımı



Şekil 5. Yapay resif alanında gözlemlenen balık türlerinin aylara göre birey sayılarının dağılımı

Aylık örneklemelelerde en çok balık yoğunluğunun 664 ve 601 birey ile sırasıyla Mart ve Aralık aylarında gözlemlendiği, en az balık yoğunluğunun ise 161, 178 ve 179 birey ile sırasıyla Ekim, Haziran ve Mayıs aylarında gözlemlendiği tespit edilmiştir. Görsel sayım yöntemi ile tespit edilen türlerde Eylül ayı verileri incelendiğinde, 14 türe ait 222 bireyin gözlemlendiği tespit edilmiştir. Bu türler içinde Papaz balığı 80 birey ile ilk sırada yer almakta 55 birey ile yapay resiflerin devamlı sakini olan karagöz balıkları ve 48 birey ile yapay resifler etrafında avlanan ve predatör bir tür olan sarı kuyruk balığı gözlemlenmiştir. Yapay resif alanında tespit edilen türlerin Bray-

Curtis benzerlik analizi hesaplarına göre oluşturulan sayısal bolluk kümelenme dendogramı Şekil 6'da gösterilmiştir. Bray-Curtis benzerlik dendogramını temel alarak oluşturulan MDS (Multidimensional scaling: Çok boyutlu ölçümlendirme) analiz şeması Şekil 7'de gösterilmektedir. MDS şeması incelendiğinde merkezden uzak olan türlerin nadiren gözlemlendiği, merkeze yakın ve tür isimleri iç içe geçmiş türlerin her örneklemede tespit edildiği görülmektedir. Mırmır ve Barbunya balıkları yıl boyunca sadece bir defa gözlemlendiği için merkezden uzak ve çerçeveye yakın olarak sembolize gözükmektedirler.

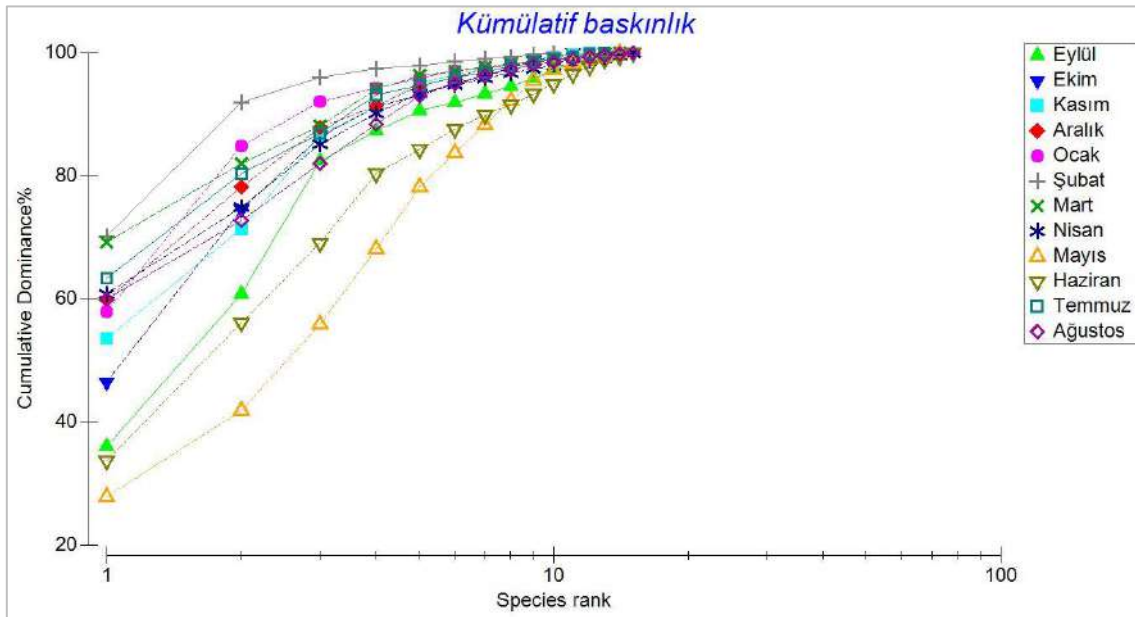




Şekil 8. Yapay resif alanındaki türlerin aylara göre sayısal MDS analizi

Kümülatif baskınlık aylar bazında incelendiğinde, Şubat ayının kümülatif baskınlıkta yüksek, Mayıs ayının ise en düşük düzeyde olduğu belirlenmiş olup,

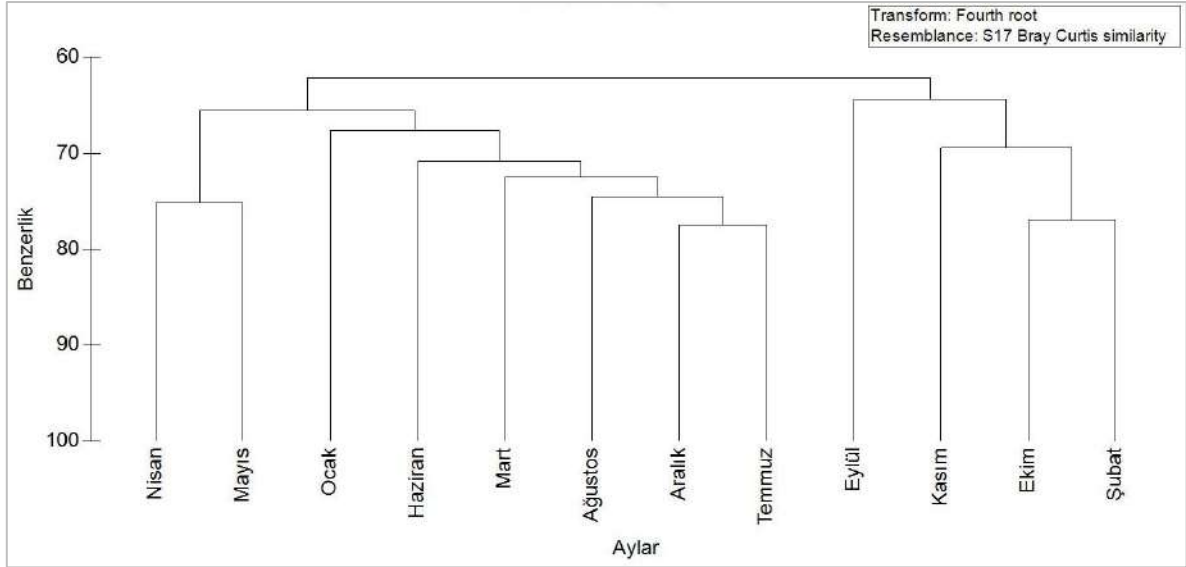
birey sayılarının aylara göre kümülatif baskınlık değerlerinin dağılımı Şekil 9’da verilmiştir.



Şekil 9. Yapay resif alanındaki bireylerin aylara göre kümülatif baskınlık dağılımı

Bray-curtis benzerlik analizi incelendiğinde, sonbahar ve kış ayları ile ilkbahar ve yaz aylarının grup olarak benzerlikleri % 60 oranında belirlenirken,

mevsimler içinde yer alan aylardaki örneklemelerin sayısal benzerliğinin % 75 ile % 80 arasında olduğu tespit edilmiştir (Şekil 10).



Şekil 10. Yapay resif alanındaki türlerin Bray-Curtis benzerlik analizine dayalı aylara göre sayıca kümelenme dendogramı

### 3.2. Yapay resif alanı deniz suyu parametreleri

Yapay resif alanındaki aylık deniz suyu sıcaklıklarına ait değişim Şekil 11’de gösterilmiştir. Ortalama deniz suyu sıcaklığı 19,9°C olarak hesaplanırken, en

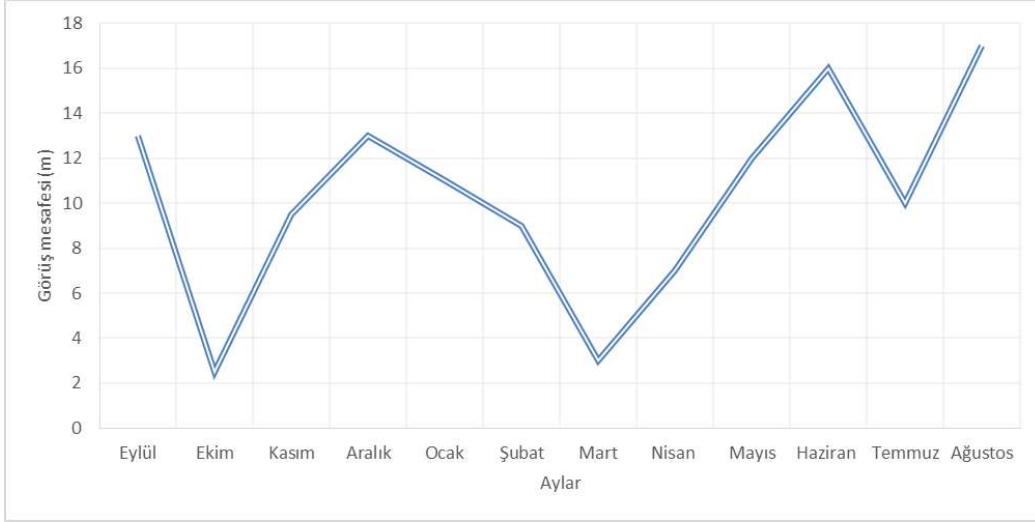
yüksek deniz suyu sıcaklığının 26°C ile Ağustos ayında, en düşük deniz suyu sıcaklığının ise 14,9°C ile Mart ayında olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 11. Yapay resif alanı deniz suyu sıcaklıklarının aylara göre dağılımı

Sualtı görsel sayım çalışmalarında sualtı görüş mesafesi örnekleme etkileyen en önemli kriterdir. Yapay resiflerin üzerinde her ay düzenli olarak ölçülen secchi-disk değerlerine ait görüş

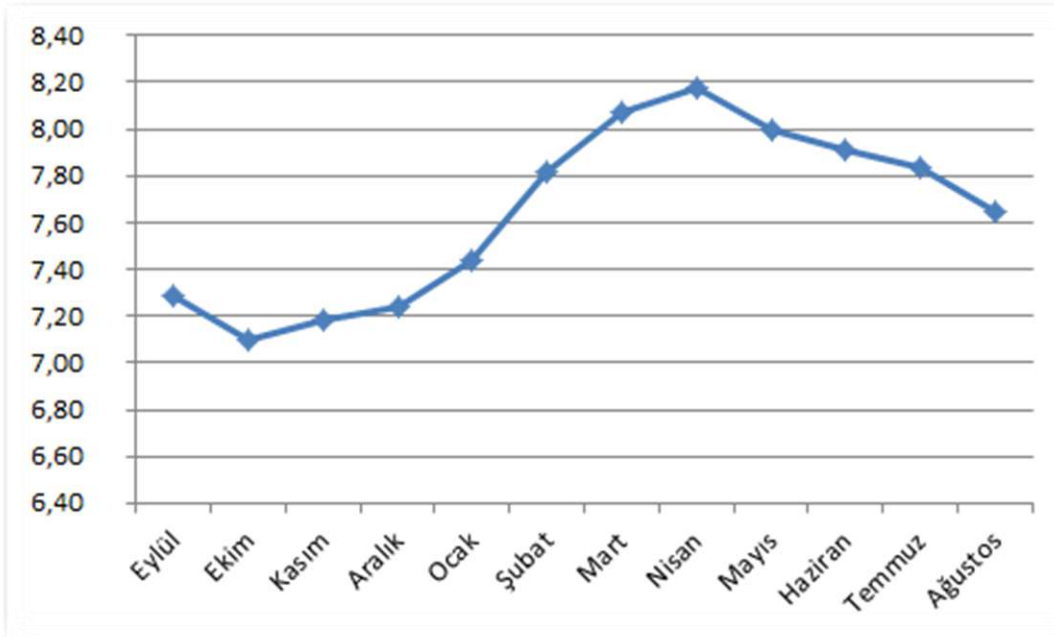
mesafesinin aylara göre dağılımı Şekil 12’de gösterilmiştir. Buna göre 17 m ile en yüksek görüş mesafesi Ağustos ayında kaydedilirken, 2,5 m ile Ekim ayı en düşük olarak ölçülmüştür.



Şekil 12. Yapay resif alanında görüş suyu mesafesinin aylara göre değişimi

Yapay resif alanına ait aylara göre çözülmüş oksijen dağılımı Şekil 13’de gösterilmiştir. Maksimum çözülmüş

oksijen değeri 8,18 mg/L ile Nisan ayında tespit edilirken, en düşük oksijen değeri 7,10 mg/L olarak Ekim ayında ölçülmüştür.

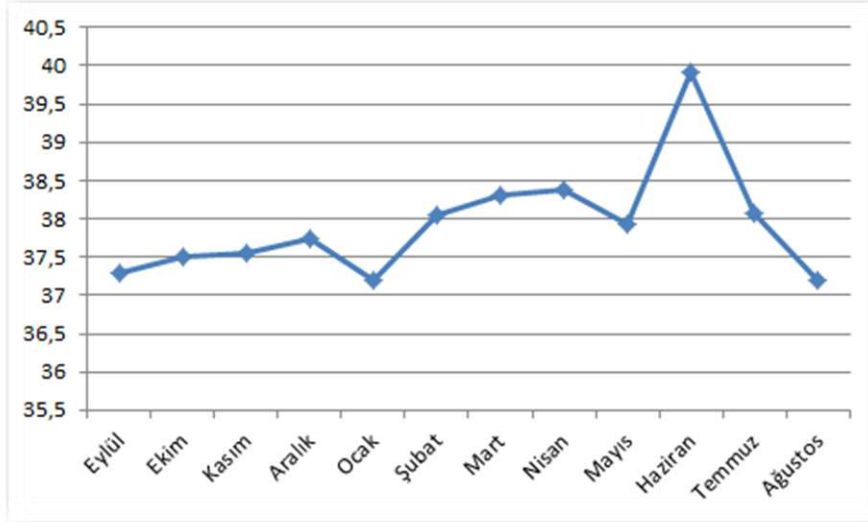


Şekil 13. Yapay resif alanında deniz suyu çözülmüş oksijen değerlerinin aylara göre değişimi

Yapay resif alanındaki aylara göre deniz suyu tuzluluğu değişimleri Şekil 14’te gösterilmiş olup, en düşük tuzluluk %

37,19 mg/L ile ocak ayında, en yüksek tuzluluk ise % 39,91 mg/L ile haziran ayında tespit edilmiştir.





Şekil 14. Yapay resif alanında deniz suyu tuzluluk değerlerinin aylara göre değişimi

Pamucak yapay resif alanı Türkiye kıyılarında uygulanan en büyük hacimli ikinci yapay resif uygulamasıdır. Yapay resif alanına yakın olan Ürkmez- Gümüldür yapay resif alanı birçok bilimsel çalışmanın yürütüldüğü yapay resif alanıdır. Bu nedenle bu bölgede daha önce yürütülen çalışmalar Pamucak yapay resif alanı ile karşılaştırılabilmektedir. Pamucak yapay resif alanında örnekleme boyunca 12 familyanın 30 tür ile temsil edildiği belirlenmiştir. Tespit edilen bu tür sayısı, Akdeniz'deki diğer yapay resif alanlarında benzer metod kullanılarak yapılan çalışmalarda tespit edilen sayılardan az bulunmuştur. Relini ve ark., (2002) çalışmasında, İtalya'nın Akdeniz kıyısındaki Laona yapay resif alanında, 10 yıldır yürüttüğü izleme çalışmasında 16 familyaya ait 44 balık türü tespit ettiğini ve bunun, Akdeniz'deki diğer resif alanlarında yürütülen çalışmalarda elde edilen tür sayılarından daha fazla olduğunu belirtmektedir. Diğer bazı araştırmalarda, çalışma alanı ve tür sayıları; Tabarca, İspanya: 21 tür (Bayle-Sempere ve ark., 1994), Marsilya, Fransa: 23 tür (Bregliano ve Ody, 1985), Roquebrune, Fransa: 35 tür (Charbonell, 1990), Fregene, İtalya:10 tür (Ardizzone ve ark., 1997), Golfe Juan, Fransa: 46 tür (Charbonell ve ark., 2002) ve İzmir-Urla: 29 tür (Lök ve Gül, 2005) olarak tespit edilmiştir. Bu çalışmalar ile

yapılan çalışma arasında tür sayıları bakımından farkın olması, çalışma periyodunun süresi, yapay resif bloklarının tasarımı, çevre habitatlar (Bohnsack ve ark., 1991; Coll ve ark., 1998), resifin yaşı (Bohnsack ve ark., 1991) ve fiziko-kimyasal parametrelerin farklılığı gibi nedenlerden kaynaklanmaktadır. Örneğin Lök ve Gül (2005) tarafından yürütülen çalışmadaki yapay resif alanı, İzmir orta körfezde yer alan Hekim Adası'ndadır. Buradaki deniz alanı eutrofik özelliktedir. Ayrıca deniz trafiğinin ve küçük ölçekli balıkçılığın yoğun olduğu bir alandır. Bu özellikler, düşük tür sayısının başlıca nedenleri arasında sayılabilir. Yapay resiflerdeki balık komünitesi içinde Sparidae, Labridae ve Serranidae baskın familyalar olarak görülmektedir. Bu durum Akdeniz'deki yapay resiflerde (Charbonnel ve ark., 2000; Relini ve ark., 2002; Lök ve Gül, 2005) ve doğal kayalık alanlarda (Lipej ve ark., 2003; Gidetti, 2004) yaygın bir durumdur. Bu çalışmada resif alanlarındaki sayısal olarak en baskın türler olan *C. chromis* ve *D. vulgaris*, Akdeniz'de yürütülen pek çok çalışmada da (Charbonnel ve ark., 2000; Relini ve ark., 2002; Lök ve Gül, 2005) baskın türler olarak belirlenmiştir. Ürkmez Gümüldür yapay resif alanında Gül ve arkadaşları (2005) tarafından yapılan çalışmada çamur zemindeki resifler üzerinde 12 familyaya ait



32 balık türü tespit edilmiştir. Resiflerin yerleşiminden 6 yıl sonra yapılan bu çalışmada ortaya konan tür ve birey sayısı ile bu çalışmada elde edilen sayılar oldukça benzerdir. Süksesyonun başlamasından itibaren yapılan gözlemler yaklaşık 2 yılda resiflerin süksesyonu önemli ölçüde tamamladığını göstermektedir. Bohnsack ve ark. (1991), yapay resiflerdeki kolonizasyonun resif atımından hemen sonra başladığı ve resiflerdeki canlı yerleşiminin tamamlanması için birkaç yıl süreye ihtiyaç olduğunu yaptığı araştırmalarla ortaya koymuştur. Relini ve ark. (2007) Loana yapay resiflerinde 15 yıl boyunca değişik zamanlarda yapılan gözlemleri bir araya getirerek bölgedeki balık topluluğu hakkında bilgi vermişlerdir. Buna göre, görsel sayım ile tespit ettikleri 56 balık türünün bu bölgede tespit edilen türlerle büyük benzerlik gösterdiği görülmektedir. Balık topluluğuna etkileyen en önemli faktörlerden biri sıcaklıktır (Bohnsack ve ark., 1991). Özellikle derin bölgedeki yapay resiflerde termoklin tabakasının oluşturduğu bir katman yüzünden besin ve canlı göçü sınırlanabilir. Ancak verilerimize göre derinlik farklılığına rağmen çalışma boyunca su sıcaklığının yakın değerlere sahip olduğu görülmektedir. Genel olarak, topluluğu oluşturan türlerin geçici bulunma özelliği gösterdiği görülmektedir. Bunun nedeni, hem resiflerin yeni atılmış olması olabilir. Bununla birlikte, karnivor beslenme özelliğindeki birçok türün yapay resif ortamlarının beslenme amaçlı kullandığı, bu nedenle sürekli gözlenmedikleri yapılan birçok araştırmada da ortaya konmuştur. Guidetti (2000), özellikle küçük balıkların resif ortamında büyük balıklar için besin anlamına geldiğini ve bu yüzden karnivor beslenme zincirinin yukarıya doğru çıktığını ifade etmiştir. Bu çalışmada çıkan sonuçlar aynı zamanda, karnivorların baskınlık düzeyinin bu kadar yüksek olması Bohnsack ve arkadaşlarının (1991) yılında birçok çalışmanın sonucu olarak ortaya attığı “yapay habitatlarda karnivor beslenen türler baskın olma eğilimi gösterirler”

ifadesi ile örtüşmektedir. Relini ve arkadaşları (2002), 18 metre derinlikte bulunan Loana yapay resiflerinde 10 yıl boyunca yaptıkları çalışmada biyoçeşitlilik değerlerinin 2,9 ila 3,5 arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Bu çalışma ile karşılaştırıldığında elde edilen değerler oldukça düşük olmasına karşın henüz canlı topluluğunun resifler üzerinde yerleşiminin zayıf ve başlangıç aşamasında olduğu göz ardı edilmemelidir. Bununla birlikte derinlik de tür ve birey sayısı açısından farklılık yaratarak dolaylı yoldan biyoçeşitlilik üzerinde etkin bir rol oynamaktadır. İstatistiksel karşılaştırmalar, genel olarak topluluklar üzerinde mevsimlerin önemli bir etkiye sahip olmadığını ortaya koysa da, nicelik açısından bakıldığında mevsimlere göre türlerin ve türlere ait Biray sayılarının değiştiği belirlenmiştir. Ancak bu durumun daha doğru bir şekilde ortaya konması için topluluğun yapısını etkileyen süksesyon gelişiminin tamamlanması gerekmektedir. İki önemli etkenin varlığı, sonuçların da çakışmasına neden olabilir. Santos ve arkadaşları, (2002) Portekiz’in güneyindeki Agrave bölgesinin kıyısında yer alan yapay resiflerde görsel sayım tekniğini kullanarak gece gündüz evrelerindeki balık topluluğu ve tür dağılımı değişimini incelemiştir. Her bir parçası 2,7 m<sup>3</sup> olan 735 küçük modülden oluşan yapay resifler 21 gruptan oluşmaktadır. Sayımlar 1995 yılının Ağustos ayından, günün belirli saatlerinde (7:00, 8:30, 10:00, 11:30, 14:30, 19:00, 20:30 ve 23:00) scuba dalıcılar tarafından yapılmıştır. Sayımlarda çoğunluğu Sparidae familyasına ait 18 tür kayıtlanmıştır. Türlerin yapay resiflerdeki bulunma dönemlerinin çeşitlilik gösterdiği, tür sayısının gece döneminde minimuma düştüğü, gün ortasında ise maksimuma ulaştığı görülmüştür. Bu sonuçlara göre araştırmada çoğu türün günlük bir aktivite gösterdiği anlaşılmış, türlerin % 61’inin yerleşik, % 33’ününse beslenmek ve/veya barınmak için oraya geldiği kanısına ulaşılmıştır. Relini ve arkadaşları (2002)’nin Loano yapay resifinde görsel

sayım tekniği ile aylık olarak incelemesi yapılan ve on yıl süren araştırmanın sonucunda geçen on yıl süresinde gerek gözlemlerde gerekse de Shannon-Wiener çeşitlilik endeksine göre bölgedeki tür sayısı giderek artmıştır. Bölgedeki canlılığın giderek artması sayesinde yeni türler de (*Phycis phycis*, *Epinephelus marginatus*, *Muraena helena*, *Parablennius gattorugine*) görülmeye başlamış ve buna bağlı olarak bazıları da (*Gobius crenatus*) gözden kaybolmuştur. *Apogon imberbis*, *Scorpaena notata*, *Serranus cabrilla* gibi sert substrata özgü bazı türler de resiflerin oluşturulmasından sonra geçen 13 yılda büyük miktarlarda artmış ve bölgede yoğun hale gelmiştir. Araştırma sonuçlarına göre bölgedeki komünite yapısının yavaş ve uzun süreçte denge durumuna gelme eğilimi gösterdiği anlaşılmıştır. Moreno (2002)'nin araştırmasında batı Akdeniz'in Güneydoğusundaki Ibiza adasında yapay resiflerle, onların buldukları substrattaki balık topluluklarını incelemiştir. Araştırmada 2 yıl süreyle Posidonia çayırları ya da kumluk bölgeler olmak üzere iki farklı substrata yer alan yapay resif kümelerindeki balık toplulukları görsel sayım tekniği kullanılarak gözlemlenmiştir. Balık topluluğundaki tür ve birey zenginliğinin yanı sıra boy kompozisyonu da belirlenmiştir. Balık topluluğundaki türlerin büyük bir kısmı Labridae familyasına ait olduğundan, deniz çayırlarının bulunduğu bölgedeki yapay resiflerde tür zenginliği yüksek çıkmıştır. Araştırma sonuçları bölgedeki çoğu türün habitata özgün olduğunu göstermiştir. Aynı bölgedeki resiflerle araştırma sonuçları kıyaslandığı zaman da Posidonia çayırlarının resif kolonizasyonundaki etkisi daha iyi şekilde anlaşılmıştır. Charbonnel ve arkadaşları (2002), 1985 yılından itibaren Fransa sahillerine yerleştirilmiş olan toplam 40000 m<sup>3</sup> hacmin % 38'ini oluşturan ve her biri 158 m<sup>3</sup> olan LARU yapay resifler kümelerinden biri üzerine yaptıkları çalışmada, 1991 yılındaki saha çalışması ile bir LARU kümesinin hacmini 37 m<sup>3</sup> lük malzemeleri içerisine rasgele

yerleştirerek daha karmaşık bir habitat haline getirmişlerdir. Hacmin arttırılmasından önceki ve sonrasındaki süreçte balık faunasındaki değişimler görsel sayım tekniği ile gözlenmiştir. Araştırma için değişime uğratarak incelemeye alınan kümedeki veriler normal kümelere kıyasla artış göstermiştir. Buna göre, toplam tür sayısı 2 kat, her gözlemlerde rastlanan tür sayısı 3 kat, yoğunluk 10 kat ve biyokütle ise 40 kat artış göstermiştir. Özellikle Sparidler gibi ticari değere sahip olan türlerde büyük bir artış olduğu gözlenmiştir. Aynı dönemde kontrol kümesi olarak gözlemine devam edilen standart LARU yapay resiflerinde ise tür zenginliğine dair kayda değer bir değişim gözlenmemişse de yoğunluk ve biyokütle orta düzeyde bir artış, büyük olasılıkla resifin olgunlaşmasıyla birlikte görülmüştür. Bu sonuçlara göre araştırmacılar gerek yapay resiflerin yapısal özelliklerinin gerekse de bunların karmaşık yapılarının sağlayacağı habitatın balık topluluklarındaki çeşitliliğe ve miktarına etkisinin görülmesi açısından önemli olduğu sonucuna varmışlardır.

#### 4. Sonuç

Sonuç olarak yapay resifler, doğal ekolojik sistemi bir model halinde taşıyarak, balıkçılık ve idare konularında bilinmeyen birçok konuyu da araştırabilmeyi olanaklı kılmaktadır. Pamucak yapay resif alanında gözlenen balık türleri, her ay gözlenen (daimi), sıklıkla gözlenen (yaygın) ve nadiren gözlenen (ziyaretçi) türler olarak sınıflandırılabilir. Balıkların yapay resiflerde bulunma nedeni öncelikle korunma, beslenme ve avlanma davranışları ile ilişkilendirilebilir. Yasadışı avcılık faaliyetlerinden bazı özel alanların korunması yapay resifler ile mümkün olabilmektedir. Örneklemeler sırasında karşılaşılan yapay resiflere takılmış ağ parçaları, Pamucak yapay resif alanının yasadışı balıkçılık faaliyetlerine engel olabildiğini göstermektedir. Balıklarının biyolojisinin, davranışının, tür dağılımının ve bunlara derinliğin etkisinin bilinmesi hem balıkçılığın dengeli gelişimini hem de

balık stoklarının bilinçli kontrolünü sağlamakta faydalı olacaktır.

### **Yazarların Katkı Beyanı**

Yazarlar makaleye eşit katkıda bulduklarını, makalenin yayına hazır son halini gördüklerini/okuduklarını ve onayladıklarını beyan ederler.

### **Çıkar Çatışması Beyanı**

Tüm yazarlar, bu çalışma için herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedir.

### **Finansman**

Bu çalışma Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri, FGA 2019-20579 numaralı proje ile desteklenmiştir.

### **Kaynaklar**

Acarlı, D., Kale, S., Kocabaş, S., 2020. TCSG-132 Gemi batığı yapay resifinin (Gökçeada, Kuzey Ege Denizi) biyoçeşitliliği. *Acta Aquatica Turcica*, 16(3): 313-329.

Angel, D.L., Spanier, E., 2002. An application of artificial reefs to reduce organic enrichment caused by net-cage fish farming: preliminary results. *ICES Journal of Marine Science*, 59: 324-329.

Arduzzone, G.D., Belluscio, A., Somaschini, A., 1997. Fish colonisation and feeding habits on a Mediterranean artificial habitat. (Ed. L.E. Hawkins, S. Hutchinson, A.C. Jensen, M. Shearer, J.A. Williams). *In The Responses of Marine Organisms to Their Environment*. Proceedings of the 30th European Marine Biology Symposium, Southampton, UK, pp.265-273.

Baylle-Sempere, J.T., Ramos-Espala, A.A., Charton, G., 1994. Intra-annual variability of an artificial reef fish assemblage in the marine reserve of Tabarca (Alicante, Spain, SW Mediterranean). *Bulletin of Marine Science*, 55: 824-835.

Bohnsack, J.A., 1989. Are high densities of fishes at artificial reefs the result of habitat limitation or behavioral preference. *Bulletin of Marine Science*, 44(2): 631-645.

Bohnsack, J.A., Johnson, D.L., Ambrose, R.F., 1991. Ecology of artificial reef habitats and fishes. In: Seaman W Jr. Sprague LM (eds) *Artificial habitats for marine and freshwater fisheries*. Academic Press, San Diego, pp 61-107.

Charbonnel, E., 1990. Les peuplements ichtyologiques des récifs artificiels dans le département des alpes-maritimes (France). *Bulletin de la Société Zoologique de France*, 115(1): 123-136.

Charbonnel, E., Francour, P., Harmelin, J.G., Ody, D., Bachet, F., 2000. Effects of artificial reef design on associated fish assemblages in the Cote Bleue Marine Park. (Eds. A.C. Jensen, K.J. Collins, A.P.M. Lockwood). *Artificial reefs in European Seas*, Kluwer Academic Publishers, pp.365-378.

Charbonnel, E., Sere, C., Ruitton, S., Harmelin, J., Jensen, A., 2002. Effects of increased habitat complexity on fish assemblages associated with large artificial reef units (France Mediterranean coast). *ICES Journal of Marine Science*, 59(1): S208-S213.

Coll, J., Moranta, J., Renones, O., Garcia-Rubies, A., Moreno, I., 1998. Influence of substrate and deployment time on fish assemblages on an artificial reef at Formentera Island (Balearic Islands, Western Mediterranean). *Hydrobiologica*, 385: 139-152.

Collins, K.J., Jensen, A.C., 1996. Artificial reefs. (Ed. C.P. Summerhayes, S.A. Thorpe). *In Oceanography: An Illustrated Guide*, Manson Publishing, pp. 259-272.

Clarke, K.R., Gorley, R.N., 2006. *PRIMER v6: User Manual/Tutorial*, PRIMER-E, Plymouth.

Froese, R., 2005. FishBase. World Wide Web electronic publication. (www.fishbase.org, version), (Erişim tarihi: 10.05.2023).

- Gül, B., Lök, A., Ulaş, A., Düzbastılar, F.O., 2005. Effects of surrounding substrates of artificial reef fish assemblage at the Aegean Sea coast of Turkey. *Bulletin of Marine Science*, 78(1): 225-226.
- Guidetti, P., 2000. Differences among fish assemblages associated with nearshore *Posidonia oceanica* seagrass beds, rocky – algal reefs and unvegetated sand habitats in the Adriatic Sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 50: 515-529.
- Guidetti, P., 2004. Fish assemblages associated with coastal defence structures in south-western Italy (Mediterranean Sea). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 84(3): 669-670.
- Jensen, A.C., 2002. Artificial reefs of Europe: Perspective and future. *ICES Journal of Marine Science*, 59: 3-13.
- Lipej, L., Bonaca, M.O., Šiško, M., 2003. Coastal fish diversity in three marine protected areas and one unprotected area in the Gulf of Trieste (Northern Adriatic). *P.S.Z.N.: Marine Ecology*, 24(4): 259-273
- Lök, A., 1995. Yapay resiflerin uygulanabilirliği üzerine bir araştırma. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Lök, A., Gül, B., 2005. İzmir körfezi Hekim adası'ndaki deneysel amaçlı yapay resiflerde balık faunasının değerlendirilmesi, *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 22: 109-114.
- Moreno, I., 2002. Effects of substrate on the artificial reef fish assemblage in Santa Eulalia Bay (Ibiza, western Mediterranean), *ICES Journal of Marine Science*, 59(1): S144-S149.
- Rellini, M., Relini, G., Torchia, G., 1994. Seasonal variation of fish assemblages in the Loano artificial reef (Ligurian Sea NW Mediterranean). *Bulletin of Marine Science*, 55: 401-417.
- Relini, G., Relini, M., Torchia, G., Palandri, G., 2002. Ten years of censuses of fish fauna on the Loano artificial reef, *ICES Journal of Marine Science*, 59(1): S132-S137.
- Relini, G., Relini, M., Palandri, G., Merello, S., Beccornia, E., 2007. History, ecology and trends for artificial reefs of the Ligurian Sea, Italy. *Hydrobiologia*, 580: 193-217.
- Rilov, G., Beneyahu, Y., 2000. Fish assemblage on natural versus vertical artificial reefs: the rehabilitation perspective. *Marine Biology*, 136(5): 931-942.
- Santos, M.N., Monteiro, C.C., Gaspar, M.B., 2002. Diurnal variations in the fish assemblage at an artificial reef, *ICES Journal of Marine Science*, 59(1): S32-S35.
- Seaman, W.J., Sprague, L.C., 1991. Artificial habitat practices in aquatic systems. In: Seaman, W. Jr. & Sprague, L.C. (eds.) *Artificial habitats for marine and freshwater fisheries*. Academic Press, New York. Pp 1-29.
- Stone, R.B., Sprague, L.M. McGurrin, J.M., Seaman, J.W., 1991. Artificial habitats of the world: synopsis and major trends. In : Seaman, Jr. W. and Sprague, L.M. (eds.) *Artificial Habitats for marine and freshwater fisheries*. Published by Academic Press Inc. pp 31-60.
- Whitehead, P.J.P., Bauchot M.L., Hureau J.C., Nielsen J., Tortonese, E., 1986. Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean, vol. 2, *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*, Paris, France.
- WoRMS, 2021. World Register of Marine species. VLIZ: (<http://www.marinespecies.org>), (Erişim tarihi: 10.05.2023).

---

**Atıf Şekli:** Ulaş, A., Serdar, S., Yıldırım, Ş., Göktürk, D., 2023. Ege Denizi, Kuşadası Körfezi Pamucak Yapay Resiflerinde Balık Tür Çeşitliliğın Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. *MAS Uygulamalı Bilimler Dergisi*, 8(Özel Sayı): 1032–1048.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10026221>.

**To Cite:** Ulaş, A., Serdar, S., Yıldırım, Ş., Göktürk, D., 2023. A Study on the Determination of Fish Species Diversity in Pamucak Artificial Reefs in Kuşadası Bay Aegean Sea. *MAS Journal of Applied Sciences*, 8(Special Issue): 1032–1048.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10026221>.

---

## İklim Değişikliğini Tolere Etmede Farklı Organik Gübrelerin Toprak Özelliklerine Etkisi

Tülay DIZIKISA<sup>1\*</sup>, Nesrin YILDIZ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi, Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Ağrı

<sup>2</sup>Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Erzurum

\*Sorumlu yazar (Corresponding author): [tulay250@hotmail.com](mailto:tulay250@hotmail.com)

**Geliş Tarihi (Received):** 08.07.2023

**Kabul Tarihi (Accepted):** 22.08.2023

### Özet

İklim değişikliği önemli bir küresel sorundur. İklim değişikliğini azaltmak için sürdürülebilir tarım önemli bir tercihtir. Tarım toprakları, geçtiğimiz yüzyıllarda organik maddesini giderek kaybetmiştir. İklim değişikliğiyle mücadele için teşvik edilen uygulamalardan biri de toprak organik maddesinin artırılmasıdır. Organik maddeyi artırmanın en iyi yolu ise organik gübre kullanımının yaygınlaştırılmasıdır. Organik gübre kullanımı; bir yandan zararlıları ve hastalıkları engellerken diğer taraftan ürün verimini ve toprak özelliklerini iyileştirebilmektedir. Toprakta karbon tutulması, CO<sub>2</sub>'in atmosferden uzaklaştırıldığı ve toprak karbon havuzunda depolandığı bir süreçtir. Bu derleme çalışmasının amacı, farklı özelliklere sahip organik kökenli gübre kullanımının; ister tarımsal faaliyetlerden kaynaklansın, isterse kentsel, endüstriyel veya ulaşım faaliyetlerinden kaynaklansın, atmosferik karbon düzeyini dengeleme ve atmosferik karbon artışının küresel ısınma üzerindeki olumsuz etkileriyle mücadeledeki yerini ele almaktır.

**Anahtar Kelimeler:** İklim değişikliği, toprak organik maddesi, toprak karbonu, atmosferik karbon

## The Effect of Different Organic Fertilizers on Soil Properties in Tolerating Climate Change

### Abstract

Climate change is an important global problem. Sustainable agriculture is an important choice to mitigate climate change. Soil has gradually lost its organic matter over the past centuries. One of the practices encouraged to combat climate change is to increase soil organic matter. The best way to increase organic matter is the widespread use of organic fertiliser. The use of organic fertilisers can improve crop yield and soil properties while preventing pests and diseases. Soil carbon sequestration is a process in which CO<sub>2</sub> is removed from the atmosphere and stored in the soil carbon pool. The aim of this review is to discuss how the use of fertilisers of organic origin with different properties can reduce the adverse effects of atmospheric carbon increase on global warming, whether from agricultural activities or from urban, industrial or transport activities.

**Keywords:** Climate change, soil organic matter, soil carbon, atmospheric carbon

## 1. Giriş

Küresel ısınma ve/veya iklim değişikliği 19. yüzyıldan günümüze kadar dünya gündeminde yer alan önemli çevre sorunudur. Ekonomik etkinlikleri gelecek nesilleri düşünmeden hayata geçiren ülkeler, bölgesel ve küresel çevre sorunlarına neden olmaktadır. Sorunun çözümü ise tüm dünyada çevre bilincinin güçlenmesinden, dayanışma kültürünü içselleştirmekten ve iş birliği yaklaşımlardan geçmektedir. Ulaştırma, sanayi, enerji kullanımı, tarım ve fosil yakıtların fazla kullanılmasıyla endüstriyel ve doğal sera gazı miktarları her geçen gün artmakta ve iklim değişikliği dünyanın önemli sorunlarından biri olarak öne çıkmaktadır. Küresel ısınma; atmosferdeki sera gazı birikimlerinin antropojenik (insan kaynaklı) etkiler sonucunda önemli miktarda artmasıyla birlikte ekosistemlerde oluşan değişiklikler olarak tanımlanabilir (Arıkan, 2016; Şahin ve Avcıoğlu, 2016). Atmosferdeki CO<sub>2</sub> seviyeleri, fosil yakıt kaynaklı emisyonların etkisiyle sürekli olarak artmaktadır. Yayılan CO<sub>2</sub>'nin bir kısmı deniz suyunda çözünerek derin okyanuslara karışırken, bir diğer kısmı da bitkiler tarafından fotosentez sırasında kullanılır. Okyanuslar ve biyosfer, atmosferdeki CO<sub>2</sub> emisyonunu tutarak

atmosferdeki CO<sub>2</sub> ve O<sub>2</sub> seviyelerindeki değişimleri dengelemeye çalışırlar (Ussiri ve Lal, 2017). İnsan kaynaklı CO<sub>2</sub> emisyonlarının bir sonucu olarak, pH seviyesinin sürekli olarak düşmesi ve okyanusun karbonat doygunluğunun azalması nedeniyle okyanus asitlenmesi meydana gelir (Caldeira ve Wickett, 2003). Bu durum son 200 yılda dünya genelinde okyanusların asitliğinde yaklaşık %30'luk bir artışa yol açmıştır. Atmosferik CO<sub>2</sub> emisyonlarının %40'ı, pH seviyelerindeki 0.1 birimlik düşüş gibi değişikliklere neden olan bu etkene katkı sağlamıştır (Johnson ve White, 2014). Bu emilim, atmosferdeki CO<sub>2</sub> konsantrasyonundaki artışı yavaşlatsa da deniz yaşamını olumsuz etkileyerek okyanus kimyasını değiştirmiştir (Ussiri ve Lal, 2017; Zeebe ve ark., 2008). Küresel ölçekte on kaynak tarımsal sera gazı kaynaklarını meydana getirmektedir. Kaynaklar içerisinde hayvansal kökenli tarımsal sera gazı (mide fermantasyonu sonucu çevreye yayılan) metan gazı %39 ile en büyük payı oluşturmaktadır. Otlatma esnasında toprak yüzeyinde kalan hayvan gübrelere yayılan sera gazları ise %15, hayvan gübresinin kullanımının yönetimi %6.7 ve toprağa uygulanan çiftlik gübresi %3.6'lık paya sahiptir (Uzel ve Gürlük, 2014).



Şekil 1. Sera gazı emisyonları genel ve ayrımlı oranlar (TÜİK Haber Bülteni, 2023)

Tarımsal sera gazı kaynaklarının bitkisel kökenli olanlarında ilk sırayı kimyasal gübrelerin kullanımı %13,6, çeltik tarımı %9,8, anız yakılması %5,4, ürün

artıkları %3,7 ve işlenmiş topraklardan çevreye yayılan sera gazı %2,5 paya sahiptir (Uzel ve Gürlük, 2014). Küresel ısınmanın nedenlerinden biri CO<sub>2</sub>

(Karbondiyoksit), CFC (Kloroflorokarbon), metan (CH<sub>4</sub>) ve N<sub>2</sub>O (Nitroz oksit) gibi sera gazlarının oranlarının atmosferdeki artışıdır. Azotlu gübrelemeyle nitroz oksit

(N<sub>2</sub>O) emisyonu hem gübrelerin kullanım etkinliğini düşürür hem de küresel ısınmaya etki eder (Bayraç, 2010; Uzel ve Gürlük, 2014; İlik, 2019).

	(Milyon ton CO <sub>2</sub> eşd.)										1990-2021	
	1990	2000	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	değişim (%)	değişim (%)
Toplam emisyon	219,5	298,9	398,8	475,0	501,1	528,6	523,1	508,7	524,0	564,4	157,1	7,7
CO <sub>2</sub>	151,6	229,9	316,2	384,9	406,0	430,9	422,1	402,7	412,9	452,7	198,6	9,6
CH <sub>4</sub>	42,5	43,7	51,6	52,8	55,6	56,8	60,4	63,2	63,9	64,0	50,7	0,2
N <sub>2</sub> O	25,0	24,8	27,4	32,3	34,3	35,4	35,5	37,0	40,5	40,3	61,5	-0,5
F-gazlar	0,5	0,5	3,5	5,0	5,2	5,4	5,2	5,8	6,7	7,4	1456,8	10,2

Tablodaki rakamlar, yuvarlamadan dolayı toplamı vermeyebilir. F-gazlar florlu gazlardır.

Şekil 2. Gazlara göre sera gazı emisyonları (TÜİK Haber Bülteni, 2023)

İklim değişikliği; yağış rejimindeki farklılık ve seviyesinde artış, doğal afetler ve kuraklık gibi olumsuz etkilere sebep olmaktadır. Sıralanan bu olumsuz gelişmeler, birçok alanda yaşamı olumsuz etkilerken, özellikle tarımsal üretim sürecinde verimlilik ve bitki gelişme düzeyi üzerinde önemli tehdit oluşturan hal almaktadır. Hızlı nüfus artışına ve sanayi devrimine bağlı olarak hızla artan enerji ihtiyacı özellikle fosil yakıtların kullanımını artırdıkça, atmosferdeki sera gazı miktarı da artmaktadır. İklim değişikliği konseptinde uzmanların öngördüğü senaryolara göre, 1700’lü yıllarda ortalama 280 ppm olan atmosferik CO<sub>2</sub> konsantrasyonu, günümüz atmosferinde 410-414 ppm düzeyine ulaşmıştır. Bilindiği üzere, tarımsal aktiviteler arasında bitkisel üretim optimum toprak koşullarıyla beraber bunu destekleyen optimum iklim koşullarına da bağlıdır. Bitki gelişme etkenleri arasında atmosferik karbondiyoksit fotosentezin önemli bir girdisi olup, bitki bünyesinde karbon başta olmak üzere hidrojen ve oksijen gibi üç element bitki organik yapının %95’ine yakını oluşturur. Sonuçta atmosferik CO<sub>2</sub> artışı diğer faktörler de optimize olduğunda fotosentezi dolayısıyla verimi artırmaktadır. Ancak atmosferik CO<sub>2</sub> artışı dolaylı olarak bitki

gelişmesini olumsuz etkileyebilmektedir. Bu etki bitkisel üretimde istenmeyen atmosferik hava olaylarına etkisi nedeniyle ortaya çıkmaktadır. Yağış rejiminin değişmesi, dolu ve kısa sürede yoğun sağanak yağışlar, seller, bitki kök bölgesinde nem azalması, kuraklık, yüksek sıcaklık, ilkbahar erken ve geç donları vb. olumsuzluklar bitki gelişmesinin olumsuz etkilenmesine, verim veya üretkenliğin düşmesine veya hasar görmesine neden olabilmektedir. İklim değişikliğinin genel etkileri, tarım uygulamaları ve teknolojiye bağlı değişiklikler gibi diğer faktörlerle birlikte tarımsal üretimi etkileyen unsurları dikkate almayı gerektirir. Bu gelişen faktörler, giderek daha zor hale gelen koşullarla birleştiğinde, gıda güvenliği risklerinin ortaya çıkmasına neden olabilir. Temel ihtiyaçlar olan su ve besinlere erişim, öncelikle sürdürülebilir kaynak yönetimiyle sağlanabilir. İnsanlar ve diğer canlılar için gerekli olan su ve besinlerin temini, kaynakların sürdürülebilir bir şekilde kullanılmasıyla mümkündür. Sürdürülebilir ekonomik büyüme hedeflendiğinde, iklim değişikliği ile ilgili hızlı ve etkili adımlar atılması kaçınılmazdır. Bu adımlar hem çevresel sürdürülebilirliği hem de ekonomik refahı korumayı amaçlar. İklim değişikliği ile



mücadelede etkin politika ve uygulamalar, gelecekteki gıda üretimi, su kaynakları ve genel yaşam kalitesi için kritik önem taşıyor (Anonim, 2023). İklim değişimleri konusunda özellikle son dönemlerde yaşanan ani yağışlar ve diğer atmosferik değişimler doğrudan atmosferde artan CO<sub>2</sub> miktarı ile ilişkilendirilmektedir (Şensoy ve ark., 2013). Bilim insanları atmosferdeki karbondioksit salınımını azaltmakla birlikte yeniden bitkiler üzerinde tutmak ve toprakta muhafaza etmek için yeni araştırma teknikleri geliştirmelidir (Ortaş, 2018). Nitekim, Toprakta karbon tutulması, CO<sub>2</sub>'nin atmosferden uzaklaştırıldığı ve toprak karbon havuzunda depolandığı bir süreçtir (Ontl ve Schulte, 2012). Türkiye de küresel ısınmadan etkilenmiş ve “Isınma/kuraklaşma” sürecine girmiştir. Bu süreç, İç Anadolu Bölgesi ve benzeri bölgelerde bir “çölleşme” sürecine dönüşmüştür. Çölleşme; özellikle alçak arazideki tarım ve otlak alanlarında aşırı buharlaşma ile su kaybına ve giderek tuzlanmaya ve rüzgâr erozyonuna sebep olmaktadır (Kantarıcı, 2009). Sera gazı emisyonları toprak karbon stokları; toprak özellikleri, arazi kullanımı, mikrobiyal aktiviteler ile doğal dengesizlikler ile iklim faktörleriyle bağdaştırılan karbon girdi ve çıktılarıyla oldukça yakın ilişkilidir (Arevalo ve ark., 2009; Halvorson ve ark., 2002). Bu sebeple, üretimdeki değişimleri ve sera gazı emisyonunu azaltmak için üretimin tüketim kalıplarındaki değişikliklerle birleştirilmesi gerekmektedir (Zornoza ve Muoz, 2017). En önemli sera gazlarından karbondioksit ve metan küresel ısınmada da oldukça güçlü etkiye sahiptirler. Karbon, “toprak-atmosfer-canlılar” üçlüsünde organik madde ve canlılığın temelinde önemli bir yeri olan gazdır. Karbonun temel depolanma ortamı topraktır. Toprak organik maddesi yaklaşık % 58 karbon içermektedir. Atmosfer ile toprak arasında dengeli şekilde dönüşüm yapan karbon son derece önemli ve gerekli iken topraktan atmosfere doğru geçtiğinde geleceği tehlike altına sokmaktadır. Karbon döngü hızının

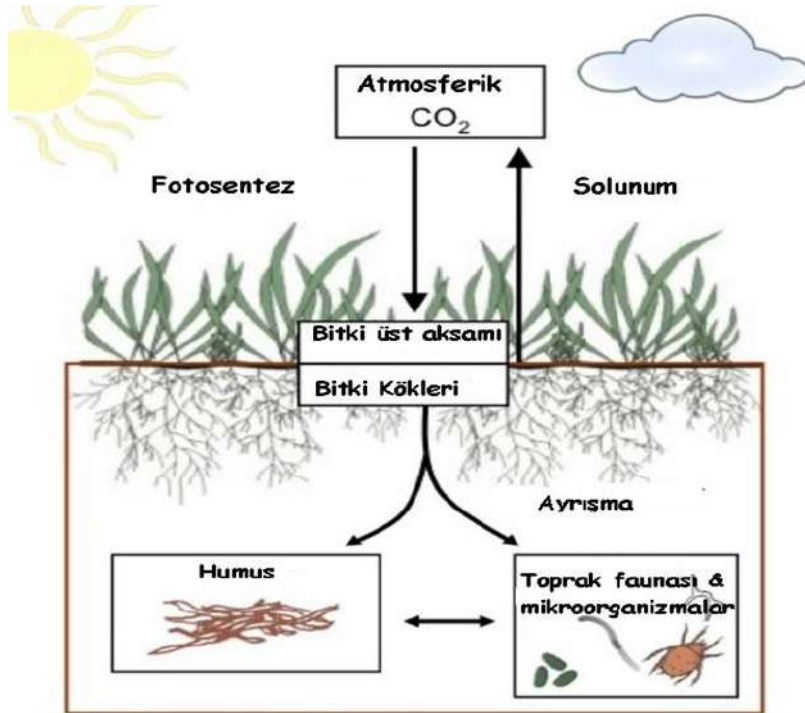
bozulması küresel ısınmayla birlikte onun direkt ve dolaylı etkileri sel oluşumu, çölleşme, toprak çoraklaşması, erozyon ve gıda güvenliğinin tehdit altına girmesi gibi farklı şekillerde hayata yansımaktadır (Konakçı ve Pak, 2016). Diğer taraftan, Küresel ısınmanın tarım üzerindeki en küçük etkisi bile bitki, toprak ve insan sağlığını kapsayan besin zincirini büyük ölçüde etkileyebilmektedir. Bu nedenle bilimsel manada; bir yandan toprak bitki yönetiminden kaynaklanan sera gazı emisyonları azaltılmasında diğer yandan da sürdürülebilir tarım tekniklerinin geliştirilmesi üzerinde çalışılması gerekmektedir.

## 2.Konuyla İlgili Araştırmalar

Yeterli düzeyde bir bitkisel üretim sağlamak ya da güvenli kılmak için bitki besin elementlerini uygun ve yeterli düzeylerde toprağa uygulamanın önemi, her zamankinden daha çok anlaşılmiş bulunmaktadır. Yetiştiriciler, kültür bitkilerinin verim yönünden genetik üst limitlerine daha çok yaklaşabilmek için, geliştirilmiş bulunan kültürel önlemleri kullanmak kadar, bitki besin elementleri noksanlıklarını gidermek ya da önlemek için büyük bir uğraş içindedirler. Bu uğraşların bir sonucu olarak dünyada gübre endüstrisinde ve besin elementlerinin tüketiminde büyük gelişmeler olmuştur. Günümüze değin gelişmiş bulunan teknoloji, daha etkili gübre bileşiklerinin üretilmesini sağlamıştır. Tarım topraklarında besin elementlerinin kazanç ve kayıpları arasındaki denge bozulup, besin dengesi negatif (kayıp) yöne kaydığında, eksilen besinlerin yerine konması zorunlu olmaktadır. Bu amaçla besin elementleri mineral (inorganik) ve/veya organik gübreler biçiminde toprağa uygulanmaktadır. Organik gübreler temelde bitki ve hayvan yaşamı kalıntı ve artıklarından kökenlenir. Organik gübreler su ve karbon bileşikleri yönünden varıls, fakat mineral gübrelere oranla besin elementlerince yoksuldurlar. Toprağa uygulanan organik maddeler, kuşkusuz toprağın organik madde içeriğini artırır ve

böylece toprak strüktürü, su tutma kapasitesi, yağış sularının infiltrasyonu ve öteki toprak özellikleri olumlu yönde etkilenir. Bu nedenle bitki yetiştirme sistemlerinin toprak organik madde birikimini artırması yönünde bilinçli yapılması öngörülmektedir (Güzel, 1982; Aydemir, 1988). Sürdürülebilir tarım uygulamalarında toprak yönetimi; fiziksel, kimyasal ve biyolojik toprak özelliklerini iyileştirdiği, toprak havalanmasını ve su tutma kapasitesini arttırdığı, toprak mikroorganizmalarının aktivitesine bağlı olarak besin maddelerinin elverişliliği ve emilimini arttırdığı için toprak organik maddesini iyileştiren ve koruyan uygulamalara dayanmaktadır. Sürdürülebilir tarımda toprak organik madde içeriğini artırmak için kullanılacak organik madde kaynakları etkin bir şekilde değerlendirilmelidir (Kayıkçıoğlu ve Okur, 2012). Çünkü

sağlıklı toprak olabilmenin temel koşullarından biri de, toprak organik madde içeriğinin artırılması sonucu, toprakların ümmün sisteminin güçlenmesine (toprak özelliklerinin iyileşmesi) yönelik önlemler alınması temeline dayalı olmasıdır. Çünkü, toprak üretkenliğini artırmakla kalmayıp, aynı zamanda iklim değişikliğinin temel nedeni olan sera gazları (karbon ekonomisi) nı dengeleme üzerine de olumlu etkileri söz konusu olacaktır. Nitekim, toprakta karbon tutulması, CO<sub>2</sub>'in atmosferden uzaklaştırıldığı ve toprak karbon havuzunda depolandığı bir süreçtir. Bu sürece öncelikle fotosentez yoluyla bitkiler aracılık eder ve karbon “toprak organik karbonu” (SOC) şeklinde depolanır. Topraktaki karbon dengesi (kahverengi kutu) fotosentezden kaynaklanan karbon girdileri ve solunumdan kaynaklanan karbon kayıpları (Şekil.1) ile kontrol edilir (Ontl ve Schulte, 2012)



Şekil 3. Toprakta Karbon dengesi

Topraktaki C miktarı, gezegenin karasal ekosistemlerinde bulunan karbonun önemli bir bölümünü temsil etmektedir.

Karasal ekosistemlerdeki toplam C miktarı yaklaşık 3170 gigatondur (GT; 1 GT = 1 petagram = 1 milyar metrik ton). Bu

miktarın yaklaşık % 80'i (2500 GT) toprakta bulunur (Lal 2008). Toprak karbonu organik (1550 GT) ya da inorganik karbon (950 GT) olabilir. İkincisi elementel karbon ve kalsit, dolomit ve jips gibi karbonat maddelerinden oluşur (Lal, 2004). Canlı bitki ve hayvanlarda bulunan karbon miktarı, toprakta bulunana göre (560 GT) nispeten daha azdır. Toprak karbon havuzu, 800 GT'lik atmosferik havuzdan yaklaşık 3,1 kat daha büyüktür (Oelkers ve Cole, 2008). Sadece okyanus, çoğunluğu inorganik formlarda olmak üzere yaklaşık 38.400 GT C ile daha büyük bir karbon havuzuna sahiptir (Houghton, 2007). Günümüzde tarımsal uygulamalarda gözden kaçırılan en önemli şey; tarımsal faaliyetlerin toprak, hava ve su gibi biyosferin önemli bileşenleri ve bunların birbirleriyle olan ilişkileri ile yakından ilişkili olması ve ortaya çıkacak herhangi bir sorunun tarımı, ekosistemleri ve biyoçeşitliliği doğrudan etkileyecek olmasıdır. Yoğun ve bilinçsiz toprak işleme, kimyasal gübre ve pestisit kullanımına bağlı modern tarımdan kaynaklanan toprak özelliklerinin bozulmasını ve çevre kirliliğini önlemek için tarımın en önemli önceliği sürdürülebilir tarım uygulamalarının yaygınlaştırılması ve bilinçlendirilmesi olmalıdır (Yıldız, 1996; Parlakay ve ark., 2015; Güler ve Börüban, 2019). Son zamanlarda; organik madde ayrışmasını azaltarak toprak verimliliğini olumsuz etkileyen küresel ısınma sorununun olumsuz etkilerini en aza indirmek ve organik madde yönünden fakir tarım alanlarını iyileştirmek amacıyla organik madde kaynakları kullanılmaya başlanmıştır (Ortaş, 2018). Toprak karbon havuzundaki değişiklikler, küresel iklim koşullarını ve atmosferik sera gazı konsantrasyonlarını önemli ölçüde etkilemektedir. Toprağa organik madde ilavesiyle ılıman iklim alanlarında toprak organik karbonunun uzun süre korunabileceği ve hiçbir döngünün toprak organik karbonunu tutamayacağını, karbondioksit emisyonlarının iklim

değişikliğiyle artacağını ve azot oksit emisyonlarının önemli ölçüde değişmeyeceği bildirilmiştir (Lal, 2004; Diaz-Hernandez, 2010; Jeong ve ark., 2013; Han, 2018). Toprak organik madde miktarını artırabilmek için; hayvan gübresi, anız, vermikompost (solucan gübresi), yeşil gübre, kompost (gıda endüstrisi ve bitkisel atıklar), biyokömür, Leonardit, arıtma çamurları vs. olarak kullanılmaktadır. Evsel katı atıkların % 46'sını organik, % 17'sini kâğıt, % 10'nu plastik, % 5 'ini cam, % 4'ünü metal, % 18'ini ise diğer atıklar oluşturmaktadır. Organik atıklar % 46 ile en büyük payı içermektedir (Hoornweg ve Bhada-Tata, 2012). Değerlere bakıldığında Türkiye organik atıkların potansiyelini iyi bir şekilde yönetebilirse ülke bu anlamda çok ciddi bir kazanç elde eder ve topraklar organik madde yönünden zenginleştirilir. Ancak bununla ilgili çok ciddi bir seferberliğe ihtiyaç vardır. Organik madde kaynaklarımız etkin şekilde değerlendirildiğinde yıllık yaklaşık 112 milyon tonluk organik gübre elde edilebilir. Bunun sağlanabilmesi için üreticilerin toprak organik maddesinin önemi, kullanılacak organik madde kaynakları ve bunları nasıl kullanacağı hakkında bilgilendirilmesi gereklidir. Organik atıklar değerlendirildiğinde tarım alanlarımızın yaklaşık % 25'ine yani 5 milyon hektara her yıl uygulanabilecek, organik gübreler ve yeşil gübrelemeyle toprakların organik madde miktarı artırılarak verim potansiyeli, yetiştirilen bitkilerin verim ve kaliteleri artırılmış olacaktır (Konca ve Uzun, 2012; Anonim, 2018). Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) 2016, 2017 ve 2018 verilerine göre yaklaşık 71.000 ton organik gübre üretilmiştir. Ülkemizin yaklaşık 3.782.000 tonluk toplam organik gübre kapasitesi ve üretilen organik gübre miktarı birlikte düşünüldüğünde toplam rakam yaklaşık % 2'lik bir orana denk gelmektedir. Bu oran organik atıkların kullanım oranının gerçeği yansıtmadığını düşündürmektedir. Organik madde toprak organik karbonunun kaynağını oluşturur ve toprak verimliliğinin en önemli göstergesidir. Son derece karbon

tüketen tuzlu toprakların olduğu yerler, uygun bitki ve ağaç türlerinin yağmur suyunu korumak amacıyla uygun toprak koruma yöntemleriyle beraber yetiştirilmesi sonucunda toprakta karbon birikmesi ve bitki örtüsü için yüksek potansiyele sahiptir (Gupta ve Rao, 1994). Karbondioksiti yakalayarak depolamayla (sekestrasyon) hem toprağa giren karbon miktarını artırılır hem de ayrışma veya erozyonla ayrılan karbon miktarı da azaltılır. Ekim, sulama, gübreleme, arazi tesviyesi, tuzlu toprakların drenajı, alçı uygulaması, dayanıklı çok amaçlı ağaç türlerinin dikilmesi ve alkali toprakların ıslahı gibi çalışmalarla toprakların bitki örtüsü artırılabilir böylece toprakta karbon miktarı artırılabilir (Yadav ve Singh, 1970; Singh ve ark., 1988; Gupta ve Rao, 1994). Tarım sektöründe, çiftlik gübreleri hem toprağın besin elementlerine ihtiyacını karşılayan bir kaynak olarak hem de toprak özelliklerini geliştiren değerli organik materyaller olarak önem taşır. Doğru bir olgunlaştırma sürecinden geçirildiğinde, kimyasal gübrelere göre daha ekonomik ve zengin bir besin elementi kaynağı olarak toprakta kullanılabilirler. Çiftlik gübreleri, içerdikleri organik maddeler sayesinde toprağın su tutma kapasitesini artırmanın yanı sıra, nitrojen (N), fosfor (P), potasyum (K) ve sülfür (S) gibi temel besin elementlerini toprağa sağlayarak bitkilerin gelişimini desteklerler (Kacar ve Katkat, 2009). Bu gübreler aynı zamanda bitkilerin ve toprak mikroorganizmalarının gelişimi için gerekli olan vitamin, hormon ve düzenleyici maddelerin kaynağıdır. Toprak mikroorganizmalarına enerji ve karbon kaynağı sağlayarak onların çoğalmasını teşvik eder. Ayrıca, yüksek katyon değişim kapasiteleri sayesinde bitki besin elementlerinin toprakta kalmasını sağlar ve aşırı tuzluluk veya pH değişikliklerine karşı tampon görevi görerek toprak sağlığını korur. Görüldüğü gibi iklim değişikliğinin yaygın etkilerinden biri olan “kuraklık ve tuzluluk” sorunlarının çözüm odağında da toprak organik maddesi önemli bir sigorta görevi üstlenmektedir. Toprak için sayısız

faydası olan organik materyallerden, ne yazık ki, yeterince faydalanılmamaktadır. Hayvan gübrelerinin verimli bir şekilde kullanılabilmesi için kompostlama işlemi önemlidir. Ancak, kompostlama sürecindeki eksik bilgi, hayvan gübrelerinin etkili bir organik gübre haline dönüştürülmesini zorlaştırmakta, özellikle azot gibi önemli bitki besin elementlerinin kaybına neden olmakta ve aynı zamanda kötü koku ve artan sinek popülasyonu gibi çevresel sorunlara yol açmaktadır (Kütük ve Çaycı, 2010). Bu nedenle, çiftlik gübrelerinin etkili bir şekilde değerlendirilmesi ve kompostlama süreçlerinin daha iyi yönetilmesi hem tarımsal verimliliği artırabilir hem de çevresel sürdürülebilirliği destekleyebilir. Organik materyallerin olgunlaştırılmaması ve çok miktarda uzun süre kullanılması durumunda bazı dezavantajlar yaşanabilir. Bu sorunlar: 1- Mikro element (Fe, Zn, Cu, Mn) noksanlık ve toksisitesi, 2- Su ve havalanma problemleri, 3- Alleopatik etkiler ve 4- Hastalık ve zararlı sorunları olup, sürdürülebilir tarım ve toprak kalitesi yönünden bu sorunların göz ardı edilmemesi gereklidir (Wolf, 2000). Tarım, dünya karasal alanında mevcut toprakların yaklaşık % 40–50'sini kapsamaktadır. Bu sebeple, tarımsal faaliyetlerde sera gazı emisyonlarının azaltılması amacıyla çeşitli stratejilere başvurulmaktadır. Meraların sürdürülebilir yönetimi, ekim nöbeti uygulamaları ve degradasyona uğramış toprakların ıslahı gibi yöntemler bu stratejilere örnek olarak verilebilir. Toprak organik maddesinin artırılması da gelecekte sağlıklı tarım toprakları için son derece önemli bir adımdır. Tarımsal ekosistemler, özellikle toprak organik maddesi olarak karbon açısından önemli rezervlere sahiptir. Karbon depolamasını artırmak veya kaybını azaltmak amacıyla; ürün rotasyonları, nadasa bırakılan alanların azaltılması, dengeli gübreleme, toprak işleme sıklığının azaltılması, örtü bitkileri ve bitki artıkları kullanımı, ağaçlandırma, toprak organik madde içeriğinin artırılması gibi çeşitli yöntemler önerilmektedir. Bugünlerde

toprak kaynaklarının korunması esası üzerine odaklanarak, karasal ekosistemlerin korunması tüm ülkelerin ortak amacıdır. Gıda güvenliğinin ve sürdürülebilir tarım anlayışının artırılması, ormanların sürdürülebilir yönetimi, çölleşmeye karşı mücadele, biyoçeşitliliğin korunması, kırsal yoksulluğun azaltılması ve tarım arazilerinin tahribatının minimize edilmesi gibi hedefler, Birleşmiş Milletler Çölleşmeyle Mücadele Sözleşmesi (UNCCD) taraf ülkelerinin 2030 hedefleri arasında yer almaktadır. Karasal ekosistemler dünya genelinde topraklarla en büyük karbon rezervlerini barındırır. Doğru yönetildiğinde, topraklar büyük miktarda karbonu depolama potansiyeline sahiptir. Bu, sadece iklim değişikliğinin olumsuz etkilerini azaltmakla kalmaz, aynı zamanda iklim değişikliğine uyum süreçlerine de katkıda bulunur. Türkiye’de bir hektar 30 cm derinlikteki topraklarda tarım alanlarında 36 ton, ormanlarda 56 ton, meralarda ise 50 ton karbon depolanır ve toprakların tamamındaki organik karbon stok miktarı toplam yaklaşık 3.5 milyar tondur. Çevreyi ve atmosferi koruyan tarımsal faaliyetlerdeki hedef; özellikle tarım arazileri ve meralarda toprak organik karbon miktarını bilinçli ve sürdürülebilir yönetimle daha da artırmaktır. Toprak organik karbonu (TOK), toprak organik maddesinde bulunan karbon miktarını belirtir. Toprak organik maddesinin fraksiyonları, değişen oranda ve ara ürün düzeyinde mikroorganizmaların da dahil olduğu aktif (labil, kararsız) organik fraksiyon (% 40) ve dirençli veya kararlı (stabile) organik madde (% 40-60)’dir. Organik maddenin aktif kısmını taze artıklar ve çözünebilir materyaller oluşturur ve bunların ayrışmaları oldukça hızlıdır. Toprak organik maddesi ana bileşeni TOK’dur ve toprak strüktürünün stabilizasyonu, besinler, toprakta suyun infiltrasyonu ve depolanması vb. temel toprak fonksiyonlarını desteklediğinden toprak sağlığı, verimliliği ve gıda üretimi açısından son derece kritik öneme sahiptir. Topraklar, en büyük karasal organik karbon

rezervlerini barındıran alanlardır. Bu miktar, jeolojik özelliklere, iklim koşullarına ve arazi kullanımı ve yönetimine bağlı olarak değişiklik gösterir. Toprakların sürdürülebilir yönetimi ve organik karbonun artırılması hem toprak sağlığını koruma hem de iklim değişikliği ile mücadele açısından büyük öneme sahiptir. Fosil yakıtlar, ayrışma vb. olayların topraktan atmosfere saldıği karbonun tekrar toprağa kazanılmasında en etkili yol, bitkiler tarafından fotosentez yoluyla karbonun organik yapıya yeniden bağlanabilmesidir. Toprak organik maddesi ayrıştırıldığında, atmosfere karbon içerikli (CO<sub>2</sub> ve CH<sub>4</sub>) sera gazları salınır. Bu salınımlar çok miktarda gerçekleşirse sıcaklık artışı kaçınılmaz olur. Toprak organik karbon stokları uygun yönetim stratejileriyle artırılabilir ve bu sayede atmosferdeki CO<sub>2</sub> konsantrasyonunun azaltılmasına katkı sağlanabilir. Böylece iklim değişikliğinin etkisi azaltılabilir (ÇEM, 2018). Toprakta karbon depolanması, ekolojik süreçlerin etkileşiminden kaynaklanan hayati bir ekosistem hizmetidir. Bu süreçleri etkileyen insan faaliyetleri karbon kaybına sebep olabileceği gibi, karbon depolamanın iyileşmesine de yol açabilir. Toprak üretkenliğine büyük bir katkı sağlayan toprak organik maddesi toprakta önemli bir kısım oluşturmaktadır. Toprak organik maddesini kararlı, kararsız ve etkisiz olmak üzere üç gruba ayrılır. Kararsız toprak organik maddesi toprak mikroorganizmalarının besin ve enerji kaynağı, kararlı toprak organik maddesi daha az ayrıştırılabilir organik madde rezervi ve etkisiz toprak organik maddesi ise toprağın fiziksel özelliklerini etkileyen ve tepkimeye girme eğilimi en az olan organik maddedir (Strosser, 2010). Organik madde; metal iyonları ve sulu oksitler ile suda çözünen ve suda çözünmeyen kompleksler oluşturmaktadır. Kil mineralleriyle etkileşime girmekte ve partikülleri birbirine bağlayarak hem doğal hem de antropojenik organik bileşiklerin tutunmasını ve ayrışmasını, bitki besin

elementlerinin absorpsiyonunu, serbest bırakılmasını ve toprakta suyun tutulmasını sağlamaktadır. Yani organik maddenin varlığı veya yokluğu kimyasalların toprakta veya sedimentte nasıl reaksiyon göstereceğini belirgin şekilde etkilemektedir (Schumacher, 2002). Toprak organik maddesi, toprak-bitki ekosisteminin kritik bir bileşenidir. Organik maddenin az veya yok olması; toprağın su tutma kapasitesinin düşmesine, yüzey ve yeraltı sularının kalitesindeki düşüşe, zayıf agregasyona, toprak erozyonunun artmasına, bitki besin elementlerinin yıkanarak kaybolmasına, toprak biyolojik ve enzim aktivitelerinde azalmaya yol açar. Bunların sonucunda üretimde kayıplar olur. Bu nedenle, toprak organik maddesi toprakların sürdürülebilirliği açısından oldukça önemli bir yere sahiptir (Gregorich ve ark., 1994; Campbell ve ark., 1998; Ghani ve ark., 2003). Kararsız toprak organik maddesi; çevre sağlığı ve toprak kalitesi hakkında bilgi sağlayan önemli bir göstergedir. Toplam organik maddeye kıyaslandığında tarıma, gübrelemeye, ürün rotasyonuna, aşılama ve diğer müdahalelere karşı daha hassastır. Toprak mikroorganizmalarının enerji kaynağı olması nedeniyle son yıllarda yapılan çalışmalarda önem kazanmıştır (Gregorich ve ark., 2003; Bongiovanni ve Lobartini, 2006; Heitkamp ve ark., 2009; Kolar ve ark., 2009; Laik ve ark., 2009; Ussiri ve Lal, 2017). Toprak verimliliğinin artması toprak organik maddesinin stabil hale gelmesini ve birçok durumda CO<sub>2</sub>'in toprakta tutulmasını sağlar. Organik arazi yönetimi toprakta erozyonu önlemesiyle birlikte karbon kaybını da döngü sayesinde kazanca çevirir. Özellikle; hayvan gübresi ve yeşil gübre kullanımı, kompost uygulamaları, örtü bitkileri, ürün rotasyonları ve doğrudan ekim toprak verimliliğinin artmasına neden olur. Bu nedenle organik esaslara uygun olarak yönetilen topraklar bünyelerinde önemli miktarda yüksek organik madde içerebilmektedir (Soyergin ve ark., 2010). Topraklarda artan organik madde, kurak koşullarda verimliliğin sürdürülmesine ve

düzensiz yağışlarda sellerin önlenmesine katkı sağlar. Organik madde, adeta bir sünger görevi görerek yağışlarda suyun daha fazla toprakta kalmasını sağlar. Toprağa uygulanan önemli organik madde kaynakları arasında hayvan gübresi ve kompost öne çıkar. Ancak bu kaynaklar, yetiştirme ortamında hızla oksitlendiği için atmosfere CO<sub>2</sub> olarak salınarak küresel ısınma ve iklim değişikliklerine katkıda bulunabilir. Bu nedenle organik maddelerin biokömürleştirilerek toprakta daha uzun süre tutulması, sürdürülebilir tarımın önemli bir stratejisi olarak öne çıkar. Bu yöntem, organik maddeyi karbonla zenginleştirerek daha istikrarlı ve uzun ömürlü hale getirir, böylece toprakta depolanan karbon miktarını artırırken atmosferdeki CO<sub>2</sub> seviyelerinin artmasını engelleyerek hem toprak verimliliğini artırır hem de iklim değişikliği ile mücadeleye katkı sağlar (Ortaş, 2018). Anız, topraklarımızın en önemli organik madde kaynaklarından biri olarak kabul edilir. Ancak yakılmasının yasaklanması ve yakanlara ceza yaptırımının olmasına karşın, her yıl yaklaşık olarak 12 milyon hektar tahıl ekim alanımızın en az % 25'inde (3 milyon ha) anız yakılmaktadır. Yapılan araştırmalar, her hektar başına ortalama 3.29 ton anız miktarının olduğunu göstermektedir. Bu hesaplama sonucunda, her yıl yaklaşık olarak 10 milyon ton anızın yakıldığı ortaya çıkmaktadır (Anonim, 2018). Verimli topraklarda canlılar çoğunlukla toprağın ilk 0-3 cm derinliğinde yaşamaktadır. Anız yakıldığında, özellikle toprağın ilk 0-3 cm derinliğinde bulunan mikroorganizmaların yaşamları büyük ölçüde azalır. Bu durum, toprakta karbondioksit salınımında düşüşe neden olabilir. Ayrıca organik madde toprak canlılarının önemli besin kaynağıdır ve toprak kalitesi ile verimliliği üzerinde büyük bir etkiye sahiptir (Scheffer, 1998). Anız yakılmasıyla birlikte, toprak mikroorganizmalarının aktivitesi düşer, besin maddeleri döngüsü yavaşlar ve toprak yapısı bozulabilir. Bu nedenle, anız yakmanın toprak biyolojisi ve verimliliği

üzerindeki olumsuz etkileri göz önünde bulundurularak alternatif toprak yönetimi stratejilerinin benimsenmesi önemlidir. Tarımsal ekosistemlerde toprak organik maddesi azalmasının temel nedeni karbon oksidasyonu sonucu atmosfere salınan karbondioksittir. Toprakta kaybolan bu karbonun yerine konulamaması durumunda erozyon riski artar (Grant, 1997). Organik karbon, toprağın fiziksel durumunu iyileştirerek net CO<sub>2</sub> emisyonunu azaltabilir (Lal, 2006). Organik madde azalmaları doğrudan toprak strüktürünü olumsuz etkiler (Albiach vd., 2001; Kavdır vd., 2004). Organik materyallerin toprağa karıştırılması, toprak agregatlarını artırarak toprak strüktürünü geliştirir (Shiralipour vd., 1992). İyi bir toprak agregatlaşması, toprağın su ve hava iletimini, sıcaklığını, tohum çimlenmesini ve diğer özellikleri olumlu yönde etkiler (Ferrerias vd., 2000). Organik materyaller mineral topraklara göre daha düşük hacim ağırlığına ve daha büyük gözeneklere sahip olduğundan (Martin ve Stephens, 2001), bu materyallerin toprağa karıştırılması toprağın hacim ağırlığını azaltır ve gözenekliliğini artırır (Zhang, 1994; Çelik vd., 2004). Bu durum toprak yapısını daha gevşek ve suyun geçirgen olduğu bir yapıya dönüştürebilir. Bu şekilde toprak su tutma kapasitesi artar, suyun bitkiler tarafından daha iyi kullanımı sağlanır ve erozyon riski azaltılır. Bu nedenle, organik madde kaybının önlenmesi ve organik materyallerin toprağa döngüsel olarak kazandırılması, toprak sağlığını ve verimliliğini artırmak için önemli bir adımdır. Toprak materyallerinin rüzgâr tarafından taşındığı ve biriktirildiği alanlardaki arazilerin özellikleri hızla bozulmaktadır. Bu alanlarda uygun olmayan üretim teknikleri kullanılması, toprak kalitesinin düşmesine, organik madde miktarının azalmasına ve toprak strüktür stabilitesinin azalmasına neden olmaktadır. Sonuç olarak, su, hava ve bitki besin maddelerinin hareketi sınırlanmakta ve bitki gelişimi olumsuz etkilenmektedir (Golchin ve ark., 1995). Bu olumsuz

etkilerin sonucunda rüzgâr erozyonu oluşmakta ve ürün kayıpları yaşanmaktadır. Toprak, hem karasal karbon depolarının bir parçasıdır hem de atmosfere salınan karbonun ana kaynaklarından biridir. Karbonun büyük bir kısmı organik karbon olarak toprakta depolandığında, atmosferdeki karbondioksit miktarını azaltarak küresel ısınmayı engellemeye yardımcı olabilir (Elik ve Sakin, 2021). Toprak Organik Karbonu, toprak verimliliğinin bir göstergesi olarak kabul edilmekte ve biyosferin sürdürülebilirliği ve stabilitesinin temel bileşenlerinden biri olarak görülmektedir (Slepetiene ve Slepetys, 2005). Toprak yaklaşık olarak 1.550 Gt (Gt=10<sup>15</sup> g) organik karbon içerir. Bu miktar, karasal bitki örtüsünün iki katından fazla ve atmosferdeki karbondioksitin iki katı kadarını temsil eder (Lal, 2004). Organik karbonun toplam organik fraksiyonu; mikrobiyal biyokütle, ayrışma ve stabilizasyonun farklı aşamalarında bitki artıkları içeren organik bileşikler ve minerallerin karışımını içerir (Ciric ve ark., 2016). Organik karbon kararsız toprak organik maddesi ve hümik maddeler içermektedir. Hümik maddeler, her toprağa özgü ve uzun yıllar boyunca toprak kullanımına bağlı olarak değişmeyen, kararlı yapıda maddelerdir. Kararsız kısım; mikroorganizma, bitki ve toprak faunası kalıntılarının farklı seviyelerde parçalanması sonucu oluşan, kolayca parçalanabilen organik maddelerden oluşur. Bu bileşikler arasında karbonhidratlar, polisakkaritler, proteinler, organik asitler, aminoasitler, balmumları, yağ asitleri ve diğer spesifik olmayan bileşikler yer alır (Poirier ve ark., 2005; Strosser, 2010). Dünya yüzeyinin yaklaşık üçte birini kaplayan kurak ve yarı kurak bölgelerde toprak inorganik karbon havuzu, toprak organik karbon havuzundan yaklaşık iki ile on kat daha büyüktür. Toprak inorganik karbon birikim oranı genellikle daha yüksektir (Tan ve ark., 2014; Zhao ve ark., 2016). Bu bölgelerde organik madde miktarının az olması ve iklim koşullarının etkisi, toprak inorganik karbonun önemini

vurgulamaktadır. Bu nedenle toprak yönetimi ve sürdürülebilir tarım stratejileri, özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde toprak inorganik karbonunu artırmaya yönelik olmalıdır. Toplam organik karbon kalitesi ve miktarı, küresel karbon dengesinde önemli bir rol oynar. Karasal ekosistemler, atmosferdeki CO<sub>2</sub> miktarını etkileyerek atmosferik karbon birikimini ve solunum yoluyla salınımını düzenleme kapasitesine sahiptir. Toprakta atmosfere CO<sub>2</sub> salınımının artması, küresel iklim değişikliğini hızlandırabilir ve bu süreçte kararsız toprak organik karbon fraksiyonlarının etkisi olduğu düşünülmektedir (Zou ve ark., 2005; Ciric ve ark., 2016). Toprak nemi ve değişimleri altında, topraktaki inorganik azot havuzlarının oranlarındaki değişim, toprak organik karbon dinamiğinin doğasını etkileyebilir. Bu, toprak organik karbonunun mikrobiyal immobilizasyon hızı, amonyaklaşma ve nitratlaşma işlemleri ile ilişkili stokiyometrik oranlarının bir sonucu olabilir. Organik karbonun artması hassas yarı kurak çevrelerde, toprak tahribatını azaltmak ve toprak bitki örtüsünü ve organik maddeyi artırmak, daha dayanıklı ve iklime uyumlu toprak yapıları oluşturarak iklim değişikliğinin etkilerine karşı daha dirençli olmalarını sağlayabilir (Zornoza ve Munoz, 2017). Arid tropik bölgelerde bozulmuş toprakların yeniden verimliliğini artırmak için kullanılan tekniklerin tarımsal üretkenliği artırabildiği gözlemlenmiştir. Etopyanın en bozuk topraklarının bulunduğu bölgelerde yapılan çalışmalarda, kompost uygulamaları ve ürün rotasyonlarıyla tarımsal verimliliğin önemli ölçüde arttığı görülmüştür. Bu tür toprak verimliliği restorasyonu, mineral gübre uygulamalarına kıyasla daha yüksek verim elde edilmesini sağlamıştır (Edwards, 2007). Bu sonuçlar, bozulmuş ve verimsiz toprakların, uygun yöntemlerle ve uygulamalarla restore edilebileceğini ve bu sayede tarımsal üretkenliğin artırılabilirliğini göstermektedir. Toprak verimliliğinin yeniden oluşturulması, sürdürülebilir tarım uygulamalarının ve

doğal kaynak yönetiminin önemini vurgulamaktadır. Bu tür çalışmalar, arid bölgelerde tarımın ve gıda üretiminin sürdürülebilirliğini desteklemek adına önemli bir adımdır. Genelde bitki-toprak dengesi içinde karbonun topraktan atmosfere salınımı, atmosferde fotosentez yoluyla elde edilen karbonla genellikle dengededir ve bu dengenin iklim koşullarına göre değişkenlik gösterdiği bilinmektedir. Ancak etkili bir toprak yönetimi sayesinde toprağa tutulan karbonun uzun süreli bir şekilde muhafaza edilmesi mümkündür. Toprak-bitki yönetimi ile toprakta karbon tutulmasının teşvik edilmesi sürdürülebilir tarım ve yaşam için çok önemli bir stratejidir (Ortaş ve Lal, 2012). Karbonun topraktan atmosfere salınımı, atmosferde fotosentez yoluyla elde edilen karbonla genellikle dengededir ve bu dengenin iklim koşullarına göre değişkenlik gösterdiği bilinmektedir. Ancak etkili bir toprak yönetimi sayesinde toprağa tutulan karbonun uzun süreli bir şekilde muhafaza edilmesi mümkündür. Toprak-bitki yönetimi yaklaşımı, toprağa bağlanan karbonun uzun süreli birikimini teşvik ederek sürdürülebilir tarım ve yaşam için önemli bir strateji olarak kabul edilir. Tarım toprakları tutulan karbonun biyokütle ürünlerine ve toprak organik maddesine dönüştürülmesiyle, CO<sub>2</sub> açısından bir havuz durumundadır. Amerika’da dokuz farklı tarım sisteminin kıyaslandığı çalışmalarda uygulanan tarım sistemlerine göre karbon tutulma oranlarının önemli düzeyde farklılık gösterdiği ve toprak organik karbon konsantrasyonunun organik sistemde geleneksel sistemden %14 daha fazla olduğu bildirilmiştir (Marriott ve Wander, 2006). Bioçar gibi karbonca zenginleştirilmiş materyaller; toprak düzenleyicisi olarak kullanılabilirdiği gibi toprağa stabil karbon girdisi sağlaması yönüyle toprağın organik madde miktarını artırması, topraktaki organik karbonun ayrışmasını yavaşlatması ayrıca CO<sub>2</sub> ve N<sub>2</sub>O gibi çeşitli sera gazı yayılımlarını düşürerek küresel ısınmayı önlemesi,



biyoenerji üretilmesi, atıkların değerlendirilmesi ve toprak verimliliğinin artırılması gibi amaçlarla kullanılmaktadır (Ortaş, 2018). Yapılan çalışmalar göstermiştir ki; toprağın yumuşaklığı ve sertliği, nemi, sıcaklığı, pH'sı mevcut C ve N içeriği toprağın CO<sub>2</sub> üretimini ve salınımını etkilemektedir (Wildung ve ark., 1975). Toprak karbon içeriğinde ahır gübresi ile yapılan uygulamaların en fazla artışı sağladığı bildirilmektedir (Cantab, 2009). Büyükbaş, küçükbaş ve kümes hayvanlarının atıkları en önemli organik madde kaynaklarıdır. Aynı zamanda çok önemli bitki besin elementi varlığıdır. Türkiye hayvan varlığı göz önüne alındığı zaman 87 milyon ton olgun gübre üretilebilir ve 3 milyon hektar alanda yetiştirilen bitkilerin verim ve kalite artışı sağlanabilir. Çeşitli nedenlerden dolayı kaynaklar doğru ve etkin bir şekilde kullanılamamaktadır (Anonim, 2018). Çoğunlukla kontrolsüz yığınlar halinde biriktirilen hayvansal atıklar, tarımsal alanlarda anaerobik ve uzun süren ayrıştırma işlemi sonrasında organik gübre olarak kullanılmaktadır. Sera gazlarından biri olan metan açığa çıkaran kontrolsüz anaerobik yığınlar küresel ısınmanın sorumlusu olarak kabul edilmektedir. Aynı zamanda uzun süren ayrışma ve yıkanma yoluyla bitki besin elementleri kaybolmakta ve mikrobiyolojik dezenfeksiyon sağlanamamaktadır. Bu durum gübre etkinliğini azaltmakla birlikte çevre kirliliğine de neden olmaktadır. Faydaları kadar çevresel zararların önlenmesi için hayvansal atıklardan biyogaz, biyogazdan enerji ve arta kalan maddelerden de organomineral gübre elde edilmesi iyi bir atık yönetimi olarak görülmektedir (Anonim, 2018). Kentsel organik atıklar (meyve veya tohumları alınmış bitki sap ve artıkları, park ve bahçelerde dökülen ağaç yaprakları, biçilen çim atıkları, budama atıkları, sera üretim atıkları, bozulmuş yem, saman ve silaj atıkları) “kompost” yapılarak topraklara uygulanabilir. Bitkisel üretim sonrasında yaklaşık 12,8 milyon ton organik atık ve kişi başına günde 1.5 kg çöp

oluşan ülkemizde nüfusumuzun 80 milyona yakın olduğu düşünülürse yılda yaklaşık 22 milyon ton organik atıktan da 11 milyon ton kaliteli kompost üretilebilir. Bu çöpün yarısının organik karakterli olduğu da düşünüldüğünde kentsel atıkların çoğunluğunun ziyan olduğu görülmektedir. Bu atıklardan elde edilen kompost; topraklara uygulanarak toprak organik maddesi artırılarak toprak sağlığının korunması ya da verimliliğinin iyileştirilmesi yanında toprağın su tutma kapasitesinin artmasıyla sağlanacak su tasarrufu ve içerdiği besin elementleri nedeniyle kimyasal gübre kullanımının azalacak olması önemli ölçüde ekonomik kazanç da sağlayacaktır (Anonim, 2018). Son yıllarda topraklarda organik maddenin artırılması amacıyla arıtma çamurlarının topraklara uygulanması konusunda birçok çalışma yürütülmektedir. Arıtma çamuru; kendiliğinden çökelebilen katı maddeler ile biyolojik ve kimyasal işlemler sonucunda çökebilir ve yüzdürülebilir hale getirilen katı maddelerin atık sudan ayrılmasıyla oluşmaktadır. Arıtma çamurlarının çevreyle uyumlu şekilde yok edilmesi büyük önem taşır. Organik kaynakların yetersiz veya sınırlı olduğu kaynakların olması halinde, atık su arıtma çamurlarının kullanılması iyi bir alternatif olarak düşünülmelidir (Aşık ve Katkat, 2010; Aşık ve ark., 2016). Organik madde kaynağı olarak yeşil gübreleme de oldukça önemlidir. Baklagillerle toprağa fikse edilen azot miktarı yılda 70-300 kg ha<sup>-1</sup>'dir. Yeşil gübrelemede yonca, fiğ, üçgül gibi yem bitkileri öne çıkan bitkiler olarak dikkat çekmektedir. Tahıl-nadas sisteminin uygulandığı organik maddenin az olduğu kurak alanlarda yapılan 3-5 yıllık ekim nöbeti sistemlerinin (özellikle üçgül türlerinin bulunduğu) topraktaki organik madde ile azot oranını her geçen yıl arttırdığı belirlenmiştir. Leonardit; bitki ve hayvan artıklarının tarih öncesinde göl ve bataklıklar gibi sucul ortamlarda çökelerek basınç, sıcaklık ve anaerobik koşullarda volkanik hareketlerin de etkisiyle milyonlarca yıl parçalanıp bozulması sonucu oluşan, humifikasyon, oksidasyon

ve başkalaşım sonucu tabakalaşmış killi organik sedimanter bir kayadır. Linyit yatakları potansiyel bir leonardit kaynağıdır. Leonardit yüksek humik asit içeriğine sahiptir. Sıvı hümik asitin bir litresi 8 ton hayvan gübresine, 1 kg katı hümik asit ise 30 ton hayvan gübresine eşdeğerdir. Bu nedenle leonardit toprak ıslah edici ve organik gübre olarak çoğunlukla tarımda kullanılmaktadır. Küresel ısınma sürecinde organik madde eklemesi için en önemli yöntemlerden biri solucan gübresi, yani vermikompost kullanımınıdır. Solucan gübresi, toprağı humus bakımından zenginleştirirken aynı zamanda toprak yapısını düzeltir, su tutma kapasitesini ve hava geçirgenliğini artırarak sera gazı etkilerini azaltır. Bu nedenle geri dönüşümü teşvik etmek ve sürdürülebilirlik sağlamak açısından büyük önem taşır. Solucan gübresi, solucanların dışkılarından elde edilir ve solucanların sindirim sisteminden geçen sölom adı verilen vücut sıvısı, bitkilerin patojenlere karşı bağışıklık geliştirmesine yardımcı olur. Organik atıklardaki mikro besin elementleri, solucanların sindirim sistemi tarafından doğal bir şekilde şelatlanır ve solucan dışkısında bulunan bu besinler bitkiler tarafından kolayca emilir. Aynı zamanda solucan gübresi, mikroorganizmalar, enzimler, bitki besin elementleri ve sölom sıvısı sayesinde toprağı organik madde açısından zenginleştirir, pH seviyesini dengeler ve biyolojik yapısını olumlu yönde etkiler (Abacıoğlu ve ark., 2020). Vermikompostun bu özellikleri ve doğal ekosistemlere zarar vermemesi nedeniyle hem Türkiye'de hem de dünya genelinde kullanımı artmaktadır. Organik tarım yapılan her alanda kullanılabilmesi, solucan gübresini tercih edilen bir seçenek haline getirmektedir.

### 3. Sonuç ve Öneriler

İnsanoğlu, toprak ve çevre üzerindeki en büyük değişim mühendislerinden biri haline gelmiştir. Başka hiçbir organizma insanlar gibi, serbestlik derecesini bu kadar büyük ölçüde değiştirmemiştir. Toprakta karbon

depolanması, ekolojik süreçlerin etkileşiminden kaynaklanan hayati bir ekosistem hizmetidir. Bu süreçleri etkileyen insan faaliyetleri karbon kaybına veya depolamanın iyileşmesine yol açabilir. Gerçekte, insanlar ılıman geniş yapraklı bitki örtüsünün % 80'ini ve tropik ormanların % 25 ile % 46'sı arasında değiştirmiş durumdadır. Ormanlar ve topraklar arasındaki bağlantı, özellikle geçmiş insan toplumlarının çöküşüne neden olan faktörlere bakıldığında açıkça görülmektedir. Var olan örneklerin çoğu, her toplumun kaynakların aşırı kullanımı nedeniyle toprağın kimyasal, biyolojik veya fiziksel özelliklerini değiştirmesinin bir sonucudur. Bugün, çevresel konulara ilişkin birçok soru sorulmaktadır. Arazi kullanımı değişikliklerinin etkilerini nasıl tespit edebileceğimizi, izleyebileceğimizi veya ölçebileceğimizi veya arazi parçalarının farklı bitki örtüsü topluluklarına dönüşümünün çevremiz üzerindeki etkileri ne olacaktır. Yanlış arazi kullanım faaliyetlerinin ardından, iklimde önemli bir değişiklik, mega kuraklık veya aşırı yağışlarla sonuçlanan ve kayıtlarda yerini almış olan; birkaç toplumsal çöküş örneği tamamen insanın toprağı davranışıyla bağlantılıdır (Wild, 1993; Hannah ve ark., 1995). Toprak organik karbonu, karasal ekosistemlerin işleyişi üzerinde önemli etkileri olan toprağın hayati bir bileşenidir. Toprakta karbon depolanması, fotosentez, ayrışma ve toprak solunumu gibi dinamik ekolojik süreçler arasındaki etkileşimlerden kaynaklanmaktadır. Son 150 yıldaki insan faaliyetleri, bu süreçlerde değişikliklere ve sonuç olarak toprak karbonunun tükenmesine ve küresel iklim değişikliğinin şiddetlenmesine yol açmıştır. Ancak bu insan faaliyetleri aynı zamanda karbonun toprağı geri kazandırılması için de bir fırsat sunmaktadır. Gelecekteki ısınma ve yüksek CO<sub>2</sub>, geçmiş arazi kullanım modelleri ve arazi yönetim stratejileri ile birlikte peyzajların fiziksel heterojenliğinin topraktaki karbon (SOC) kapasitesinin karmaşık modellerini üretmesi beklenmektedir (Ontl ve Schulte, 2012).

Günümüzde toprak kalitesinin en önemli göstergelerden biri olan toprak organik maddesinin önemi tam olarak anlaşılammıştır. Çiftçiler toprak organik maddesinin önemini, topraklarında gübre olarak kullanabilecekleri bitkisel ve hayvansal organik madde kaynaklarının ve kullanımlarının tam olarak farkında olmalıdır. Kompost, topraktaki önemli bir organik madde kaynağıdır ve bunun elde edilmesine yönelik uygulamalar, onun sağlıklı ve faydalı olacağı şekilde olmalıdır. Hibrit sistemler kullanılarak kaliteli ve yasal kompost üretilmesi olumlu sonuçlar doğuracaktır. Tarımsal atıklardan buğday, arpa, mısır, ayçiçeği gibi artıklarının hasat sonrası anızlarının yakıldığı bilinmektedir. Yangın sırasında sıcaklığın çok yükselmesi nedeniyle topraktaki faydalı mikroorganizmalarla birlikte toprak yüzeyini kaplayan organik kalıntılar da yanmaktadır. Bunun sonucunda bazı elementler bitkilerin yararlanamayacağı forma dönüşmekte ve böyle tarlalarda yetişen ürünlerde makro ve mikro besin elementi noksanlığı görülmektedir. Ayrıca uzun vadede organik maddenin azalmasıyla toprağın fiziksel yapısı bozulacağından tohumların çimlenmesi ve çıkışı aynı zamanda bitkilerin sağlıklı şekilde büyümesine de engel olunacaktır (Konakçı ve Pak, 2016). Özellikle kurak bölge tarım topraklarında anız yakılması organik madde miktarını hızla azaltacağından karbon/azot oranı olumsuz yönde etkilenecektir. Aynı zamanda toprakta organik maddenin azalmasıyla toprağın su tutma kapasitesi azaltmakta ve tohum çıkışında azalma görülmektedir. Anız yakma tarlayı bitki örtüsüz bırakacağından toprak doğrudan rüzgâr ve yağmur damllarına açık olacak ve verimli toprak rüzgâr ve su erozyonu sonucu taşınarak yok olacaktır. Böylece daha fazla gübrelemeye ve sulamaya ihtiyaç duyulacaktır. Toprak kökenli zararlı ve hastalıklarda artış görülecektir. En önemlisi de anız yakmayla mevsim boyunca atmosferden bitki dokusuna bağlanan karbondioksit, toprakta depolanıp zararsız hale gelecekken en yüksek hızla tekrar

atmosfere geri verilecektir. Bu da karbondioksiti küresel ısınmadan birinci derecede sorumlu olan gaz haline dönüştürecektir. Toprak işlemez tarım olarak da bilinen doğrudan ekim sisteminde, hasattan sonra hiçbir toprak işlemez yapılmadan ekim doğrudan anız üzerine yapılır (Aykas ve ark., 2005). Ayrıca sistemin olmazsa olmazlarından olan ekim nöbeti (münavebe) de yabancı ot mücadelesinde oldukça etkilidir. Doğrudan ekimle anız yakılması ve toprağın sıkışması ve kaymak tabakası oluşması önlenmiş olur. Suyun toprağa giriş hızı ve miktarını artırır. Buharlaşma ve yüzey akışla su kaybını azaltır. (Korucu ve ark., 1998; Aykas ve ark., 2005). Çimlenme ve çıkışı artırır. Yağmurun toprağa doğrudan şiddetini engellediği için toprakların erozyonla taşınmasını azaltır. Rizosferde biyolojik aktiviteyi artırarak toprak yapısını iyileştirir. Bitkiyi sıcaklık stresinden korur (Arisoy, 2023). İnorganik maddeye dönüşüm hızını yavaşlatarak toprakta organik madde artışını sağlar (Grandy ve Robertson, 2007). Toprakta çok daha fazla karbon tutulmasını ve daha az karbondioksit emisyonuna sebep olur (Grandy ve ark., 2006; Blanco-Canqui ve Lal, 2007). Daha az tarla trafiği olacağından atmosfere fosil yakıt salınımını azaltacaktır. Biokömür (biyoçar) kullanımı toprak organik madde düzeyinin yükseltilmesi ve toprak canlılarının aktivitelerinin artırılması için dikkat çekici bir uygulama olarak görülmektedir. Ancak, oldukça yeni olan bu konuda daha çok sayıda ve uzun süreli çakılı denemeler yapılması gereklidir (Ortaş, 2018). Toprak, iklim, bitki ve gübre özellikleri dikkate alınmadan, toprak ve bitki analizlerine dayalı, sera/tarla denemeleri ile kalibrasyon çalışmalarına uygun olarak yapılmayan yanlış gübreleme hem gübre etkinliğinin düşmesine hem de çevre kirlenmesine neden olmaktadır (Yıldız, 2012). Toprak organik karbonu, karasal ekosistemlerin işleyişi üzerinde önemli etkileri olan toprağın hayati bir bileşenidir. Topraklarda karbon depolanması, fotosentez, ayrışma ve toprak

solunumu gibi dinamik ekolojik süreçler arasındaki etkileşimlerden kaynaklanmaktadır. Son 150 yıldaki insan faaliyetleri, bu süreçlerde değişikliklere ve sonuç olarak toprak organik karbonunun (SOC) tükenmesine ve küresel iklim değişikliğinin şiddetlenmesine yol açmıştır. Ancak bu insan faaliyetleri aynı zamanda karbonun toprağa geri kazandırılması için de bir fırsat sunmaktadır. Gelecekteki ısınma ve yüksek CO<sub>2</sub>, geçmiş arazi kullanım modelleri ve arazi yönetim stratejileri ile birlikte peyzajların fiziksel heterojenliğinin topraktaki karbon kapasitesinin karmaşık modellerini üretmesi beklenmektedir. Toprak, geçtiğimiz yüzyıllarda organik maddesini kaybetmiştir. Topraklara organik madde eklemek, geçmişteki toprak karbon seviyelerini geri kazanmak ve toprak özelliklerini iyileştirmek için uygulanan yönetim uygulamalarından biridir. İklim değişikliğiyle mücadele için teşvik edilen uygulamalardan biri de toprak organik maddesinin artırılmasıdır. Bununla birlikte, toprağa organik kalıntıların eklenmesi CO<sub>2</sub> salınımını kolaylaştırabilir ve atıkların toprak özellikleri (yani kirlilik) üzerinde de olumlu etkileri olmayabilir. Bu anlamda önemli olan: (a) toprağa eklenen organik maddenin beklenen etkisinin ne olduğunu bilmek; (b) bu uygulamanın toprak işlemlerini nasıl değiştirdiği; (c) uygulanması gereken yönetim uygulamaları nelerdir; (d) toprak tarafından tutulan gerçek karbon miktarı ne kadardır ve (e) Organik maddenin uygulanmasından sonraki kısa ve uzun dönemdeki bakiye. Yeterli strateji, orta ve uzun süre göz önünde bulundurularak biyolojik olarak stabilize edilmiş toprak organik maddesinin artırılmasını desteklemek olmalıdır. Ancak stratejilerin yerel çevre koşullarına uyarlanması gerekmektedir. Kaliteli su, hava ve toprak verimliliğinin sağlanması açısından toprak karbonunun artırılması ve toprakta tutulması gerekir. Çünkü topraktaki karbon, kuraklığı ve sel oluşunu engellerken aynı zamanda bitki hastalık ve zararlılarını da

baskı altında tutar. Bizler de karbondan oluşmuşuz ve toprak organik karbonu gibi karbon döngüsünün bir parçasıyız. Bu derleme, özellikle organik maddeyi göz önünde bulundurarak, insan ve toprak arasındaki yakın ilişki hakkında genel bir bakış sunmaktadır. Küresel ısınmada hem insanlar hem de topraklar belirleyici bir role sahiptir ve asıl rolü karbondur. Yüzeyledeki bir regolit, konsolide olmayan kaya ve toz, organik/biyolojik bileşikler içerdiğinde toprağa dönüşür. Toprakta bahsettiğimizde eser düzeyden % 30'a kadar organik madde içeren mineral topraklarda bile organik maddenin varlığının onun özü olduğunu düşünmeliyiz (Bot ve Benites, 2005). Farklı organik kaynaklı atıkların farklı miktarları veya oluşturma yöntemlerinin sayısı artırılarak sera ve tarla çalışmalarında elde edilen sonuçların güçlendirilmesi gerekir. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, toprak verimliliğinin ve organik madde miktarının artırılmasıyla ilgili uygulamalarda teşvikleri artırmalı, sürdürülebilir tarım yöntemlerinin uygulanması ve yaygınlaştırılması yönünde daha etkin ve aktif olmalıdır.

### **Yazarların Katkı Beyanı**

Yazarlar makaleye eşit katkıda bulduklarını, makalenin yayına hazır son halini gördüklerini/okuduklarını ve onayladıklarını beyan ederler.

### **Çıkar Çatışması Beyanı**

Tüm yazarlar, bu çalışma için herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedir.

### **Açıklama**

Bu çalışmanın özeti ICANAS 2021 kongre özet kitabında yayınlanmıştır.

### **Kaynaklar**

Abacıoğlu, E., Yatgın, S., Tokel, E., Yücesoy, P., 2020. Vermikompostun (solucan gübresi) üretimi ve bitki beslemesindeki önemi. *Bartın University International Journal of Natural and Applied Sciences*, 3(1): 1-10.

- Anonim, 2018. Organomineral Gübre Çalıştayı Bildiriler Kitabı. Yönetici Özeti, (1. Baskı), İstanbul.
- Anonim, 2023. İklim Değişikliği ve Tarım. (<http://climatechange.boun.edu.tr/iklim-degisikligi-ve-tarim/>), (Erişim Tarihi: 08.05.2023).
- Albiach, R., Canet, R., Pomares, F., Ingelmo, F., 2001. Organic matter components and aggregate stability after the application of different amendment to a horticultural soil, *biores. Technology*, 76: 125–129.
- Arevalo, C., Bhatti, J., Chang, S., Sidders, D., 2009. Ecosystem carbon stocks and distribution under different land-uses in North Central Alberta, Canada. *Forest Ecology and Management*, 257(8): 1776-1785.
- Arıkan, Y., 2016. İklim değişikliği ve teknoloji uygulamaları. Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı. ([https://recturkey.files.wordpress.com/2016/11/adanzye\\_iklim\\_degisikligi\\_basu\\_curehberi.pdf](https://recturkey.files.wordpress.com/2016/11/adanzye_iklim_degisikligi_basu_curehberi.pdf)), (Erişim Tarihi: 08.05.2023).
- Arısoy, R.Z., 2023. Doğrudan ekim sistemi. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Konya, 8. (<https://arastirma.tarimorman.gov.tr/bahridagdas/Belgeler/Teknik%20Bilgiler/dogrudan%20ekim%20sistemi.pdf>), (Erişim Tarihi: 08.05.2023).
- Aşık, B.B., Katkat, A.V., 2010. Evaluation of waste water sludge for possible agricultural use. *Environmental Engineering and Management Journal*. 9(6): 819-826.
- Aşık, B.B., Aydınalp, C., Şağban F.O.T., Katkat, A.V., 2016. Agricultural use of waste water sludge from various sources with special emphasis on total and DTPA-extractable heavy metal content. *Environment Protection Engineering*, 42(1): 45-58.
- Aydemir, O., İnce, F., 1988. Bitki Besleme. Dicle Üniversitesi. Eğitim Fakültesi Yayınları. No: 2.
- Aykas, E., Yalçın, H., Çakır, E., 2005. Koruyucu toprak işleme yöntemleri ve doğrudan ekim. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 42(3):195-205.
- Bayraç, N., 2010. Enerji kullanımının küresel ısınmaya etkisi ve önleyici politikalar. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*. 11(2): 229-259.
- Blanco-Canqui, H., Lal, R., 2007. Regional assessment of soil compaction and structural properties under no-till farming. *Soil Science Society of America Journal*, 71:1770-1778.
- Bongiovanni, M., Lobartini, J., 2006. Particulate organic matter, carbohydrate, humic acid contents in soil macro and microaggregates as affected by cultivation. *Geoderma*, 136(3-4): 660-665.
- Bot, A., Benites, J., 2005. The importance of soil organic matter; FAO: Rome, Italy, p. 94.
- Caldeira, K., Wickett, M., 2003. Oceanography: Anthropogenic carbon and ocean pH. *Nature*, 425(6956): 365.
- Campbell, C., Biederbeck, V., McConkey, B., Curtin, D., Zentner, R., 1998. Soil quality-effect of tillage and fallow frequency. Soil organic matter quality as influenced by tillage and fallow frequency in a silt loam in Southwestern Saskatchewan. *Soil Biology and Biochemistry*, 31(1): 1-7.
- Cantab, G.A., 2009. Soil carbon and organic farming. Soil Association.
- Ciric, V., Belic, M., Nesic, N., Šeremesic, S., Pejic, B., Bezdán, A., Manojlovic M., 2016. The sensitivity of water extractable soil organic carbon fractions to land use in three soil types. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 62(12): 1654- 1664.

- Çelik, I., Ortaş I., Kılıç, S., 2004. Effects of compost, mycorrhiza, manure and fertilizer on some physical properties of a chromoxerert soil. *Soil and Tillage Research*, 78(1): 5967.
- ÇEM, 2018. “Toprak organik karbonu projesi, teknik özet”, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı. Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye.
- Díaz-Hernandez, J., 2010. Is soil carbon storage underestimated? *Chemosphere*, 80(3): 346-349.
- Edwards, S., 2007. The impact of compost use on crop yields in Tigray, Ethiopia. Institute for Sustainable. (<http://www.fao.org/tempref/docrep/fao/010/ai434e/ai434e00.pdf>), (Erişim Tarihi: 08.05.2023).
- Elik, N., Sakin, E., 2021. Toprağa uygulanan farklı nem ve biyoçarın CO<sub>2</sub>-C Emisyonuna Ve NO<sub>3</sub>-NH<sub>4</sub> İçeriğine Etkisi. *Adyütayam*, 9(1): 1-12.
- Ferreras, L.A., Costa, J.L., Garcia, F.O., Pecorari, C., 2000. Effect of no-tillage on some soil physical properties of a structural degraded petrocalcic paleudoll of the Southern Pampa of Argentina, *Soil and Tillage Research*, 54: 31–39.
- Ghani, A., Dexter, M., Perrott, K., 2003. Hot-water extractable carbon in soils: a sensitive measurement for determining impacts of fertilisation, Grazing and Cultivation. *Soil Biology and Biochemistry*, 35(9): 1231-1243
- Golchin, A., Clarke, P., Oades, J.M., Skjemstad, J.O., 1995. The effects of cultivation on the composition of organic matter and structural stability of soils, *Australian Journal of Soil Research*, 33: 975-993.
- Grandy, A.S., Loecke, T.D., Parr, S., Robertson, G.P., 2006. Long-term trends in nitrous oxide emissions, soil nitrogen, and crop yields of till and no-till cropping systems. *Journal of Environmental Quality*, 35(4): 1487-1495.
- Grandy, A.S., Robertson, G.P., 2007. Land-use intensity effects on soil organic carbon accumulation rates and mechanisms. *Ecosystems*, 10(1): 59-74.
- Grant, R.F., 1997. Changes in soil organic matter under different tillage and rotation: Mathematical modelling in Ecosys. *Soil Science Society of America Journal*, 61: 1159–1175.
- Gregorich, E., Carter, M., Angers, D., Monreal, C., Ellert, B., 1994. Towards a minimum data set to assess soil organic matter quality in agricultural soils. *Canadian Journal of Soil Science*, 74(4): 367-385.
- Gregorich, E.G., Beare, M.H., Stoklas, U., St-Georges, P., 2003. Biodegradability of soluble organic matter in maize-cropped soils. *Geoderma*, 113: 237–252.
- Gupta, R., Rao, D., 1994. Potential of wastelands for sequestering carbon by reforestation. *Current Science*, 378-380.
- Güler, E.Ö., Börüban, C., 2019. Tarımsal üretimin ve ölçek etkisinin çevre kirliliği üzerindeki etkisinin incelenmesi. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 28(3):1-11.
- Güzel, N., 1982. Toprak Verimliliği ve Gübreler. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 168.
- Han, X., Gao, G., Chang, R., Li, Z., 2018. Changes in soil organic and inorganic carbon stocks in deep profiles following cropland abandonment along a precipitation gradient across the Loess Plateau of China. *Agriculture, Ecosystems Environment*, 258: 1-13.
- Hannah, L., Carr, J.L., Landerani, A., 1995. Human disturbances and natural habitat: A biome level analysis of a global data set. *Biodiversity and Conservation*, 4: 128-155.
- Halvorson, A., Wienhold, B., Black, A., 2002. Tillage, nitrogen, and cropping system effects on soil carbon sequestration. *Soil science society of America journal*, 66(3): 906-912.

- Heitkamp, F., Raupp, J., Ludwig, B., 2009. Impact of fertilizer type and rate on carbon and nitrogen pools in a sandy cambisol. *Plant and Soil*, 319(1-2): 259-275.
- Houghton, R.A., 2007. Balancing the global carbon budget. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 35: 313-347.
- Hoorweg, D., Bhada-Tata, P., 2012. What a Waste: a Global Review of Solid Waste Management.
- İlik, L., 2019. Farklı gübre çeşitlerine uygulanan nitrifikasyon inhibitörünün topraktan n<sub>2</sub>o salınımını azaltma etkinliğinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa.
- Jeong, J., Kim, C., Lee, K., Bolan, N., Naidu, R., 2013. Carbon storage and soil CO<sub>2</sub> efflux rates at varying degrees of damage from pine wilt disease in red pine stands. *Science of the Total Environment*, 465: 273-278.
- Johnson, A., White, N., 2014. Ocean acidification: The other Climate Change Issue. *American Scientist*, 102(1): 60-63.
- Kacar, B., Katkat, A.V., 2009. Gübreler ve Gübreleme Tekniği, (III. Baskı). Nobel Yayın No: 1119, Ankara.
- Kantarci, M.D., 2009. Isınma ve kuraklaşma sürecinde iç anadolu iklim değişikliği ve ormanların, ağaçlandırmaların ve rüzgâr perdelerin önemi. *1. Kuraklık ve Çölleşme Sempozyumu*, Kongre Bildiriler Kitabı, 16-18 Haziran, Konya, s.155-162.
- Kavdır, Y., Özcan, H., Ekinci, H., Yüksel, O., Yigini, Y., 2004. The Influence of clay content, organic carbon and land use types on soil aggregate stability and tensile strength. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 28: 155-162.
- Kayıkçıoğlu, H.H., Okur, N., 2012. Sera gazı salınımlarında tarımın rolü. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9(2): 25-38.
- Kolar, L., Kuzel, S., Horacek, J., Cechova, V., Borova-Batt, J., Peterka, J., 2009. Labile fractions of soil organic matter, their quantity and quality. *Plant, Soil and Environment*, 55(6): 245-251.
- Konakçı, M.E., Pak, Ö., 2016. Karbon, toprak – küresel ısınma. Sakarya Ticaret Borsası, No: 56.
- Konca, Y., Uzun, O., 2012. Effect of animal waste on soil and environment/Hayvansal gübrelerin toprak ve çevre üzerine olan etkileri. *4th Congress of Soil Scientists of Azerbaijan*, Kongre Bildiriler Kitabı, 23-25 Mayıs, Bakü.
- Korucu, T., Kirişçi, V., Görücü, S., 1998. Korumalı toprak işleme ve Türkiye'deki uygulamaları. *Tarımsal Mekanizasyon 18. Ulusal Kongresi*. Kongre Bildiriler Kitabı, 17-18 Eylül, Tekirdağ, s.321-333.
- Kütük, C., Çaycı, G., 2010. Tavuk dışıklarının organik gübreye dönüştürülme yöntemleri. *Kümes Hayvanları Kongresi*, Kongre Bildiriler Kitabı, 07-09 Ekim, Kayseri.
- Laik, R., Kumar, K., Das, D., Chaturvedi, O., 2009. Labile soil organic matter pools in a calciorthent after 18 years of afforestation by different plantations. *Applied Soil Ecology*, 42(2): 71-78.
- Lal, R., 2004. Soil Carbon Sequestration to Mitigate Climate Change. *Geoderma*, 123(1-2): 1-22.
- Lal, R., 2006. Carbon management in agricultural soils. *Journal of the Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 12: 303-322.
- Lal, R., 2008. Carbon sequestration. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 363(1492): 815-830.
- Marriott, E.E., Wander, M.M., 2006. Total and labile soil organic matter in organic and conventional farming systems. *Soil Science Society of America Journal*, 70: 950-959.
- Martin, P.J., Stephens, W., 2001. The Potential for Biomass Production on Restored Landfill Caps (ed: M.J. Bullard, D.G. Christian, J.D. Knight, M.A. Lainsbury, S.R. Parker) *Aspects of Applied Biology*, pp. 337-344.

- Oelkers, E.H., Cole, D.R., 2008. Carbon dioxide sequestration: a solution to the global problem. *Elements*, 4: 305-310.
- Ontl, T.A., Schulte, L.A., 2012. Soil carbon storage. *Nature Education Knowledge* 3(10): 35.
- Ortas, İ., Lal, R., 2012. Long-term phosphorus application impacts on aggregate-associated carbon and nitrogen sequestration in a vertisol in the Mediterranean Turkey. *Soil Science*, 177(4): 241-250.
- Ortaş, İ., 2018. Bioçar'ın toprak kalitesi ve bitki gelişimi üzerine etkileri. *Organomineral Gübre Çalıştay*, Bildiriler Kitabı, Mayıs, İstanbul, s. 53-68.
- Parlakay, O., Çelik, A.D., Kızıltuğ, T., 2015. Hatay ilinde tarımsal üretimden kaynaklanan çevre sorunları ve çözüm önerileri. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(2):17-26.
- Poirier, N., Sohi, S., Gaunt, J., Mahieu, N., Randall, E., Powlson, D., Evershed, R., 2005. The chemical composition of measurable soil organic matter pools. *Organic Geochemistry*, 36(8): 1174-1189.
- Scheffer, F., Schachtschabel, P., 1998. Lehrbuch der Bodenkunde. No: 491.
- Schumacher, B. A., (2002). Methods for the determination of total organic carbon (TOC) in soils and sediments. United States Environmental Protection Agency Environmental Sciences Division National Exposure Research Laboratory.
- Şensoy, S., Türkoğlu, N., Akçakaya, A., Ulupınar, Y., Ekici, M., Demircan, M., Atay, H., Tüvan, A., Demirbaş, H., 2013. *Trends in Turkey Climate Indices From 1960 to 2010, 6th Atmospheric Science Symposium*, 24-26 April, Istanbul.
- Shiralipour, A., Mc Connell, W., Smith, W.H., 1992. Physical and chemical properties of soil as affected by municipal solid waste compost application, *Biomass Bioenergy* 3: 195–211.
- Singh, G., Abrol, I., Cheema, S., 1988. Agroforestry on alkali soil: effect of planting methods and amendments on initial growth, biomass accumulation and chemical composition of mesquite (*Prosopis juliflora* (SW) DC) with inter-space planted with and without karnal gras. *Agroforestry Systems*, 7(2): 135-160.
- Slepetiene, A., Slepetys J., 2005. Status of humus in soil under various long-term tillage systems. *Geoderma*, 127(3-4): 207-215.
- Soyergin, S., Uysal, E., Yalçınkaya, E., 2010. Organik meyve yetiştiriciliğinde toprak karbon içeriğindeki değişimler. *Türkiye IV. Organik Tarım Sempozyumu*, Kongre Bildiriler Kitabı, 28 Haziran-1 Temmuz, Erzurum.
- Strosser, E., 2010. Methods for determination of labile soil organic matter: an overview. *Journal of Agrobiolology*, 27(2): 49-60.
- Şahin, G., Avcıoğlu, O.A., 2016. Tarımsal üretimde sera gazları ve karbon ayak izi. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 12(3): 157-162.
- Tan, W., Zhang, R., Cao, H., Huang, C., Yang, Q., Wang, M., Koopal, L., 2014. Soil inorganic carbon stock under different soil types and land uses on the loess Plateau region of China. *Catena*, 121: 22-30.
- TUİK, 2023. Seragazı Emisyon Envanteri (1990-2021) Haber Bülteni. (<https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Sera-Gazi-Emisyon-Istatistikleri-1990-2021-49672&dil=1>), (Erişim Tarihi: 08.05.2023).
- Ussiri, D.A., Lal, R., 2017. Carbon sequestration for climate change mitigation and adaptation. Cham: Springer International Publishing.
- Uzel, G., Gürlük, S., 2014. Türkiye'nin tarım kaynaklı sera gazı emisyonlarındaki durumu. *XI. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi*, Kongre Bildiriler Kitabı, 3-5 Eylül, Samsun, s. 200-206.
- Wild, A., 1993. Soils and the environment: An introduction. Cambridge, UK: Cambridge University Press.



- Wildung, R.E., Garland, T.R., Buschom, R. L., 1975. The interdependent effects of soil temperature and water content on soil respiration rate and plant root decomposition in arid grassland soil. *Soil Biology and Biochemistry*, 7: 373–378.
- Wolf, K., 2000. The fertile triangle. Food Products Press, NewYork.
- Yadav, J., Singh, K., 1970. Tolerance of certain forest species to varying degree of salinity and alkali. *Indian Forester*, 96(8): 587-599.
- Yıldız, N., 2012. Bitki Beslemenin Esasları ve Bitkilerde Beslenme Bozukluğu Belirtileri. Eser ofset matbaacılık, Erzurum.
- Yıldız, N., 1996, Tarımsal faaliyetlerin çevre kirliliği üzerine etkileri. *Atatürk Üniversitesi. Ziraat Fakültesi Dergisi*. 27(2).
- Zeebe, R., Zachos, J., Caldeira, K., Tyrrell, T., 2008. Carbon emissions and acidification. *Science*, 321(5885): 51-52.
- Zhang, H., 1994. Organic matter incorporation affects mechanical properties of soil aggregates. *Soil and Tillage Research*, 31: 263-275.
- Zhao, W., Zhang, R., Huang, C., Wang, B., Cao, H., Koopal, L., Tan, W., 2016. Effect of different vegetation cover on the vertical distribution of soil organic and inorganic carbon in the Zhifanggou Watershed on the Loess Plateau. *Catena*, 139: 191-198.
- Zornoza, R., Munoz, M., 2017. Soil Management and Climate Change: Effects on Organic Carbon, Nitrogen Dynamics, and Greenhouse Gas Emissions. Academic Press.
- Zou, X., Ruan, H., Fu, Y., Yang, X., Sha, L., 2005. Estimating soil labile organic carbon and potential turnover rates using a sequential fumigation–incubation procedure. *Soil Biology and Biochemistry*, 37(10): 1923-1928.

---

**Atf Şekli:** Dizikısa, T., Yıldız, N., 2023. İklim Değişikliğini Tolere Etmede Farklı Organik Gübrelerin Toprak Özelliklerine Etkisi. *MAS Uygulamalı Bilimler Dergisi*, 8(Özel Sayı): 1049–1068.

DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10026903>.

**To Cite:** Dizikısa, T., Yıldız, N., 2023. The Effect of Different Organic Fertilizers on Soil Properties in Tolering Climate Change. *MAS Journal of Applied Sciences*, 8(Special Issue): 1049–1068.

DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10026903>.

---

## *In Vitro* Koşullarda *Opuntia microdasys* Albata'nın Çoğaltımı

Gülsüm ÖZTÜRK<sup>1\*</sup> 

<sup>1</sup>Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, İzmir

\*Sorumlu yazar (Corresponding author): [gulsum.ozturk@ege.edu.tr](mailto:gulsum.ozturk@ege.edu.tr)

**Geliş Tarihi (Received):** 08.07.2023

**Kabul Tarihi (Accepted):** 22.08.2023

### Özet

Kaktüsler Cactaceae familyasına ait dikenli, kurak bölgelere adapte olan çöl bitkileridir. Sukulent ya da etli bitkiler olarak adlandırılan bu bitkiler kurak iklim ve toprak koşullarında, suyu yaprak ve gövdelerinde depolayan fazla bakım gerektirmeyen gurubu içerirler. Çevre düzenlemesi, süs bitkisi ve saksı bitkisi olarak kullanılırlar. İçerikleri vitamin ve amino asit ve sekonder metabolitler bakımından da zengindirler. Bu çalışma, tavşan kulaklı kaktüs olarak adlandırılan *Opuntia microdasys*'in *in vitro* çoğaltımı amacıyla gerçekleştirilmiştir. Genetik materyal olarak bu türün ped adı verilen etli gövdeleri kullanılmıştır. Çalışmada *Opuntia microdasys*'in ped eksplantları MS temel ortamı ile TDZ ve BAP (0.5 mg L<sup>-1</sup>; 1.0 mg L<sup>-1</sup>; 2.0 mg L<sup>-1</sup>; 3.0 mg L<sup>-1</sup>) gibi farklı sitokinin içeren besin ortamlarında kültüre alınmıştır. Ped sayısı bakımından 0.5 mg L<sup>-1</sup> TDZ ile 0.5; 1.0 mg L<sup>-1</sup> BAP içeren ortam 3.5 adet ile en yüksek bulunmuştur. Ped uzunluğu bakımından 1.4 cm ile 0.5 mg L<sup>-1</sup> TDZ içeren ortam en yüksek; kök sayısı ve kök uzunluğu bakımından 0.5 mg L<sup>-1</sup> BAP içeren ortam sırasıyla 2.5 adet ve 1.6 cm ile en yüksek ortalama vermiştir. Bu çalışma ile gerek çevre düzenlemesinde süs bitkisi, gerek tıbbi bitki olarak bir sektör oluşturan *Opuntia microdasys* sukulent türünün *in vitro* koşullarda değerlendirme potansiyelinin olduğu görülmüştür. Bu nedenle bu çalışma bir ön çalışma niteliğinde olup bundan sonraki çalışmalar bu türün sürgün ve kök oluşumu üzerine farklı besin ortamları kullanılarak geliştirilebilir.

**Anahtar Kelimeler:** *Opuntia microdasys*, doku kültürü çoğaltım, sukulent, kaktüs

## *In Vitro* Micropropagation of *Opuntia microdasys* Albata

### Abstract

Cacti are the Cactaceae family and are a desert plants adapted to arid regions. Cacti known as succulent plants and store water in their leaves. They have a stems in arid region and soil conditions. They are used as landscaping, ornamental plants and potted plants. In addition to the vitamins and amino acids they contain, also rich in secondary metabolites. This study was conducted in tissue culture propagation of *Opuntia microdasys*, is named as 'tavşan kulaklı' cactus. Succulent stems, called pads, were used as genetic material. *Opuntia microdasys* were cultured on Murashige and Skoog (1962) medium (MS) with TDZ and BAP (0.5 mg L<sup>-1</sup>; 1.0 mg L<sup>-1</sup>; 2.0 mg L<sup>-1</sup>; 3.0 mg L<sup>-1</sup>). Best regeneration were obtained with TDZ and BAP at 0.5 mg L<sup>-1</sup> as 3.5 for pad number. The media of 0.5 mg L<sup>-1</sup> TDZ was found to be the highest with 1.4 cm in terms of pad length. On the other hand, 0.5 mg L<sup>-1</sup> BAP medium had the highest mean for root number and root length, with 2.5 and 1.6 cm, respectively. It has been seen that the succulent variety *Opuntia microdasys*, not only use as an ornamental plant but also medicinal area. *Opuntia microdasys* has a potential to be evaluated under *in vitro* conditions. Therefore, this study can be developed using different nutrient media and growth regulation for shoot and root formation with following studies. So *in vitro* propagation for *Opuntia microdasys* can be an alternative to other production.

**Keywords:** *Opuntia microdasys*, tissue culture, succulent, opintia

## 1. Giriş

Kaktüsler Cactaceae familyasına ait dekoratif olarak iç ve dış mekânlarda süs bitkisi olarak kullanılmaktadır. Az miktarda suya ihtiyaç duyarlar ve kuraklığa dayanıklıdırlar (Özçatalbaş ve Erdoğan, 2013). *Opuntia* türleri yaygın olarak kurak, yarı kurak ve ormanlık alanlarda yetişirler. Kaktüsler yabanilerde dahil olmak üzere oldukça geniş bir tür zenginliğine sahiptir (Anderson, 2001). Akdeniz, Asya ve Afrika'ya kadar çok geniş bir alana yayılmışlar (Gibson ve Nobel, 1986; Arakaki ve ark., 2011) ve bu nedenle de adaptasyon yetenekleri yüksektir (López-Palacios ve ark., 2019). Kaktüslerin ped yapraklarının büyük bir kısmı su içermekte, nişasta, glikoz, fruktoz, sukroz ve serbest amino asit ile mineraller, enzimler, vitaminler (López-Palacios ve ark., 2019). Copasso ve ark., 1998; Ajose, 2007; López-Palacios ve ark., 2012; García-Nava ve ark., 2018; Okcuoğlu, 2023) ile sekonder metabolitler yönünden de zengindirler (Wink, 2003; Zarra ve ark., 2013; López-Palacios ve Peña-Valdivia, 2020). Bu bileşiklerden antibakteriyal ve tıbbi olarak çeşitli alanlarda yararlanılmaktadır (Upton ve ark., 2012; Liu ve ark., 2013). *Opuntia microdasys* orijini Meksika olan görünüşünden dolayı 'tavşan kulaklı kaktüs' olarak adlandırılan kulak şeklinde iki adet pedi bulunan bir türdür. Işığı seven bu tür yazın beyaz çiçek açar ve mor renkli meyvelere sahiptir. Yetiştirme kolaylığı nedeniyle süs bitkisi olarak balkonlarda, salonlarda ve büro gibi pek çok alanda tercih edilmektedir. Bu türlerin çoğaltımı vejetatif ve generatif olarak yapılabilir, ancak tohumla çoğalmaları zor olup sadece küçük çaplı üretim ve ıslah çalışmaları için (Rojas-Aréchiga ve Vásquez-Yanes, 2000; Estrada-Luna, 2008) tercih edilmektedir. Bunun yanında yavaş büyümeleri, çimlenme zorlukları ve kendine uyumsuzluk sonucu meyve oluşumundaki zorluklar bu tür için olumsuzluklar arasındadır. Vejetatif çoğaltmada kullanılan kısımların geniş alanlarda üretim hızı yavaş kaldığı için bu türlerin *in vitro* mikro çoğaltımı uygulama

alanı bulmuştur (Ozturk, 2023a; 2023b). Mikro çoğaltma ile gen kaynaklarının hızlı çoğaltması, ile üretim süresinin kısılması (Ault ve Blackmon, 1987; Ozturk, 2021) hızlı ve seri üretimin sağlanması (Ali ve ark., 2001, Estrada-Luna ve ark., 2008; Rodriguez ve Ramirez-Pantoja, 2020; Bouzroud ve ark., 2022; Öztürk, 2022), sağlıklı ve patojensiz bitkilerin üretilmesi (Johnson, 1979; Smith ve ark., 1991) sağlanabilir. Bunun yanında genetik yapının korunması (Wyka ve ark., 2006) ve pazar değeri yüksek kaliteli ve sağlıklı bitkilerin elde edilmesi ticari üretim için bir avantaj olabilir (Estrada-Luna ve ark., 2002). Bununla birlikte nesilleri tehdit altındaki popülasyonların kurtarılması (Dávila-Figueroa ve ark., 2005, Ramírez-Malagón ve ark., 2007) ve bunların gen bankalarının kurulması için de kullanılabilir (Cardarelli ve ark., 2010). Kaktüslerin birkaç türünde mikro çoğaltım çalışmaları çeşitli araştırmacılar tarafından yapılmış (Stuppy ve Nagl 1992; Wyka ve ark., 2006; Gomes ve ark., 2006, Angulo-Bejarano ve Paredes-López, 2011), ancak doğrudan sürgün rejenerasyonu üzerine çok az başarı sağlanmıştır (Arellano-Perusquia ve ark., 2013). Günümüze kadar yapılan çalışmalar *Ficus indica*, başta olmak üzere farklı bazı türlerde sürgün rejenerasyonu ve kök oluşumu üzerine büyüme düzenleyicileri ile bunların kombinasyonlarının etkilerini belirlemek üzerine olup her bir protokol, her bir bitki gurubuna göre değişiklik göstermiştir (Hubstenberger ve ark., 1992; García-Saucedo ve ark., 2005). Bu nedenle, kültür ortamı içerikleri, rejenerasyon süreci, gibi etkilerin test edilmesi konusunda yeni araştırmalara ihtiyaç bulunmaktadır. *Opuntia microdasys* türüne ait *in vitro* çalışmaya ise rastlanmamıştır. Bu tür günümüz koşullarında evlerde, balkonlarda ve iş yerleri gibi pek çok alanda oldukça yaygın kullanımı olan geniş bir ticari pazara sahiptir. Bu nedenle bu çalışma ile *Opuntia microdasys*'in *in vitro* koşullarda TDZ ve BAP içeren farklı besin ortamlarında kök ya da sürgün oluşturma etkilerinin belirlenmesi ve klasik çoğaltımın yanında

*in vitro* çoğaltım etkinliğinin ve potansiyelinin belirlenmesi hedeflenmiştir.

## 2. Materyal ve Yöntem

### Genetik materyal ve sterilizasyon işlemleri

Çalışma ‘Beyaz Tavşan Kulağı’ olarak adlandırılan *Opuntia microdasys* kaktüsünün etli ped yaprakları kullanılarak, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Doku Kültürü Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Araştırmada genetik materyal olarak *Opuntia microdasys* kaktüsünün etli ped yaprakları kullanılmıştır. Yaprak eksplantları yüzey sterilizasyonu için % 2.5 NaClO (Sodyum hipoklorit) içerisinde 4 dakika ve % 70’lik etil alkol içerisinde 5 dakika bekletilmiş ve distile su ile 3 kez yıkanarak sterilizasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Sterilizasyonu sağlanan ped yaprakları yaklaşık 0.5-1.0 cm ebatlarda parçalara ayrılarak besin ortamına yerleştirilmiştir.

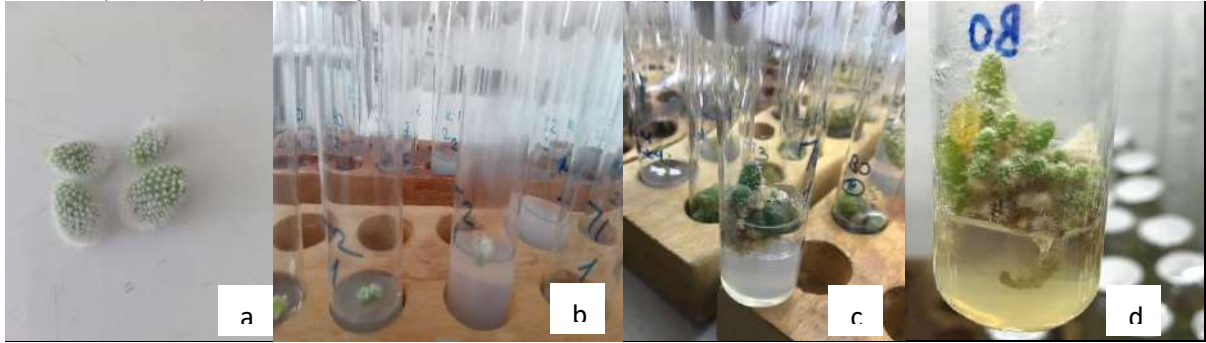
### Besin ortamı ve kültür koşulları

Araştırmada MS (Murashige ve Skoog 1962) besin ortamı temel ortam olarak (kontrol) kullanılmış ve MS ortamı

litreye 0.5; 1.0; 2.0 ve 3.0 mg L<sup>-1</sup> oranlarında hazırlanmış MS+TDZ (Thidiazuron) ve MS+BAP (6-Benzylaminopurin) içeren besin ortamları ile düzenlenmiştir. Laboratuvar çalışması Tesadüf Parselleri Deneme Deseninde 3 tekrarlı olarak kurulmuştur. Her tüpe bir eksplant gelecek şekilde kültür işlemi gerçekleştirilmiştir. Sterilizasyon sonrası kültürler 26±1°C’de 2500 lüks ışık şiddetinde 8 saat karanlık 16 saat aydınlık periyotta gelişmeye bırakılmıştır.

### İstatistik değerlendirmeler

*Opuntia microdasys* ped eksplantları kültür sonrası yaklaşık 120 gün sonra besin ortamlarında gelişimlerini tamamlamış, ped sayısı, ped uzunluğu ile kök sayısı ve kök uzunluğu bakımından gözlemleri yapılmıştır. Bu özelliklere ait ortalamalar Totemstat (Açıkgöz ve ark., 2004) programı kullanılarak analiz edilmiş ve ortalamalar Steel ve Torrie (1980)’ye göre Asgari Önemli Fark (AÖF) testi kullanılarak yapılmıştır. *Opuntia microdasys*’in *in vitro* koşullarda gelişim aşamaları Şekil 1’de verilmiştir.



**Şekil 1.** *Opuntia microdasys*’in *in vitro* kültür aşamaları  
a-b) *Opuntia microdasys*’in *in vitro* besin ortamına alınması c) 0.5 mg/L TDZ içeren ortamlarda rejenerasyon  
d) 0.5 mg/L BAP içeren ortamlarda rejenerasyon

## 3. Bulgular ve Tartışma

*Opuntia microdasys*’in etli ped yaprakları MS ve 4 farklı konsantrasyonda TDZ ve BAP (0.5 mg L<sup>-1</sup>; 1.0 mg L<sup>-1</sup>; 2.0 mg L<sup>-1</sup>; 3.0 mg L<sup>-1</sup>) içeren toplam 9 besin ortamında kültüre alınmış ve *in vitro* sürgün ve kök gelişim yetenekleri belirlenmiştir. Tablo 1’de *Opuntia microdasys*’in etli

yaprak eksplantlarının 9 farklı besin ortamında ped sayısı ve ped uzunluğu (cm) ortalamaları ve F değerleri ile bu özelliklere ait histogramlar da Şekil 2’de gösterilmiştir. Aynı ortamlardaki kök sayısı ve kök uzunluğu (cm) ortalamaları ve F değerleri Çizelge 2’de, bu özelliklere ait histogramlar da Şekil 3’de sunulmuştur.

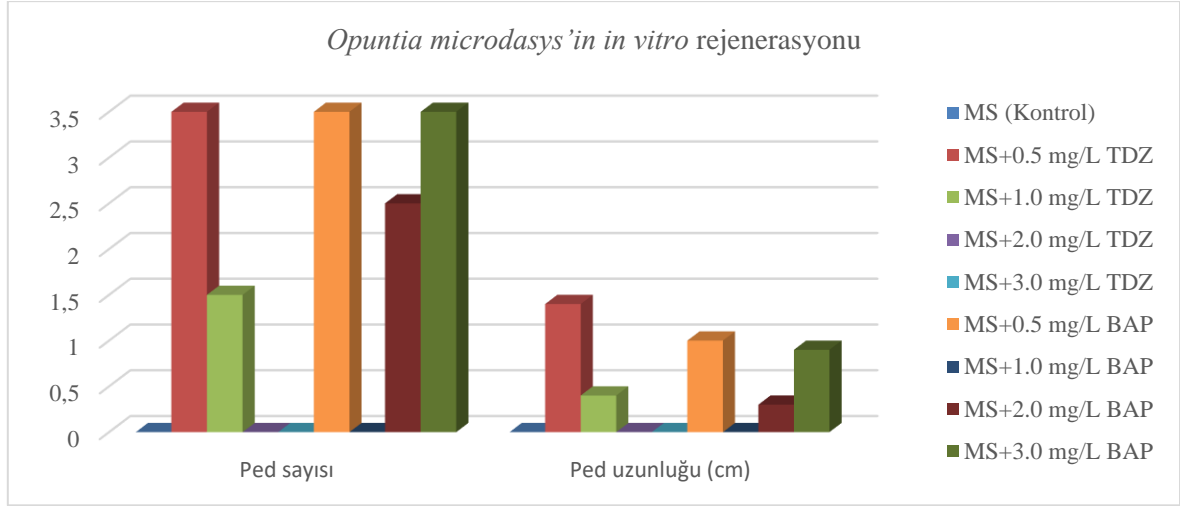
**Tablo 1.** *Opuntia microdasys*'in ped eksplantlarının farklı besin ortamlarında ped sayısı ve ped uzunluğu (cm) ortalamaları ve F değerleri

Ortam No	Ortamlar	Ped sayısı	Ped uzunluğu (cm)
1	MS (Kontrol)	0.0	0.0
2	MS+0.5 mg L <sup>-1</sup> TDZ	<b>3.5</b>	<b>1.4</b>
3	MS+1.0 mg L <sup>-1</sup> TDZ	1.5	0.4
4	MS+2.0 mg L <sup>-1</sup> TDZ	0.0	0.0
5	MS+3.0 mg L <sup>-1</sup> TDZ	0.0	0.0
6	MS+0.5 mg L <sup>-1</sup> BAP	<b>3.5</b>	1.0
7	MS+1.0 mg L <sup>-1</sup> BAP	0.0	0.0
8	MS+2.0 mg L <sup>-1</sup> BAP	2.5	0.3
9	MS+3.0 mg L <sup>-1</sup> BAP	<b>3.5</b>	0.9
	LSD <sub>0.05</sub>	1.192	0.423
	F	19.700**	16.599**

\*\* $\alpha=0.01$  düzeyinde önemli

Tablo 1’de kontrol ve 8 farklı besin ortamında *Opuntia microdasys*'in ped yaprak eksplantlarının F değerleri incelendiğinde ped sayısı ve ped uzunluğu (cm) bakımından  $p \leq 0.01$  düzeyinde istatistiksel olarak farklılığın olduğu görülmektedir. Ped sayısı bakımından 0.5 mg L<sup>-1</sup> TDZ ile 0.5 mg L<sup>-1</sup> BAP ve 1.0 mg L<sup>-1</sup> BAP içeren ortamlarda 3.5 adet ile en yüksek ortalama elde edilmiştir. Bu ortamı 2.5 adet ile 2.0 mg L<sup>-1</sup> BAP içeren ortam izlemiştir. Ped sayısı bakımından, kontrol, 2.0 mg L<sup>-1</sup> ve 3.0 mg L<sup>-1</sup> TDZ ile 1.0 mg L<sup>-1</sup> BAP içeren ortamlarda gelişim sağlanmamıştır. Ped uzunluğu bakımından ise MS+0.5 mg L<sup>-1</sup> TDZ içeren ortam 1.4 cm ile en yüksek ortalama vermiştir. Bu ortamı MS+0.5 mg L<sup>-1</sup> BAP ortamı, 1.0 cm ile izlemiştir. Ped sayısı ve uzunluğu bakımından kontrol (MS), 2.0 mg L<sup>-1</sup> ve 3.0 mg L<sup>-1</sup> TDZ ile 1.0 mg L<sup>-1</sup> BAP içeren ortamlarda gelişme sağlanmamıştır. Aliyu ve Mustapha (2007), *Opuntia ficus-indica*'nin *in vitro* rejenerasyonunda farklı BAP içeren ortamların kullanıldığını ve ortamlar arasında fark olmadığını bildirmiştir. Finti ve ark. (2012) *Ficus indica*'da *in vitro* koşullarda en iyi gelişimin 0.5 mg/L BA içeren ortamdan elde etmiştir. Arellano-Perusquía ve ark. (2013) *Ortegocactus Macdougallii Alexander* bitkisini NAA ve BA içeren ortamlarda kültüre almış, çalışmada kültürlerin başlangıcında düşük

konsantrasyonda BA içeren ortamların kök oluşumunu teşvik ettiği, alt kültür aşamasında ise IBA içeren ortamların köklenme üzerine olumlu etkileri olduğunu belirtmiştir. Kumar ve ark. (2018) kaktüs türlerinin *in vitro* mikro çoğaltımı için 2 mg BA+ 0.1 mg NAA içeren ortamın yüksek oranda sürgün oluşturduğunu ve buradan gelişen sürgünlerin IBA ya da NAA içeren ortamlarda alt kültüre alınarak kök oluşumu sağlandığını bildirmişlerdir. Heika ve ark. (2021) *Ficus indica*'da sürgün sayısı bakımından 2 mg L<sup>-1</sup> BA ve 1 mg L<sup>-1</sup> Kinetin içeren ortamların uygun olduğunu bildirmiştir. Marhri ve ark. (2023) *Dactylopius opuntiae* türünde yaptıkları çalışmada 5 mg/L BAP içeren ortamların sürgün sayısının artırdığını Kinetin içeren ortamların kök gelişimine olumlu etki ettiğini bildirmişlerdir. Çalışmamızda farklı konsantrasyonlarda sitokin içeren ortamlardan sürgün sayısı bakımından 0.5 mg L<sup>-1</sup> TDZ, 0.5 mg L<sup>-1</sup> BAP ve 3.0 mg L<sup>-1</sup> BAP içeren ortamlar başarılı bulunmuştur. Sürgün uzunluğu bakımından ise 0.5 mg L<sup>-1</sup> TDZ başarılı bulunmuştur. Genel anlamda düşük konsantrasyonda büyüme hormonlarının gelişmeyi uyardığı görülmüş olup, sonuçlar Finti ve ark. (2012), Arellano-Perusquía ve ark. (2013) ile uyumlu bulunmuştur. *Opuntia microdasys*'in ped sayısı ve ped uzunluğu (cm), özelliklerine ait histogramlar Şekil 2’de verilmiştir.



Şekil 2. *Opuntia microdasys*'in farklı besin ortamlarında ped sayısı ve ped uzunluğu (cm) ortalamaları dağılımı

*Opuntia microdasys*'in etli ped yaprakları MS ve 8 farklı TDZ ve BAP (0.5 mg L<sup>-1</sup>; 1.0 mg L<sup>-1</sup>; 2.0 mg L<sup>-1</sup>; 3.0 mg L<sup>-1</sup>) konsantrasyonda sitokinin içeren

ortamlarda kök sayısı ve kök uzunluğu (cm) ortalamaları ile F değerleri Tablo 2'de, bu özelliklere ait histogramlar ise Şekil 3'de özetlenmiştir.

Tablo 2. *Opuntia microdasys* ped eksplantlarının farklı besin ortamlarında kök sayısı ve kök uzunluğu (cm) ortalamaları ve F değerleri

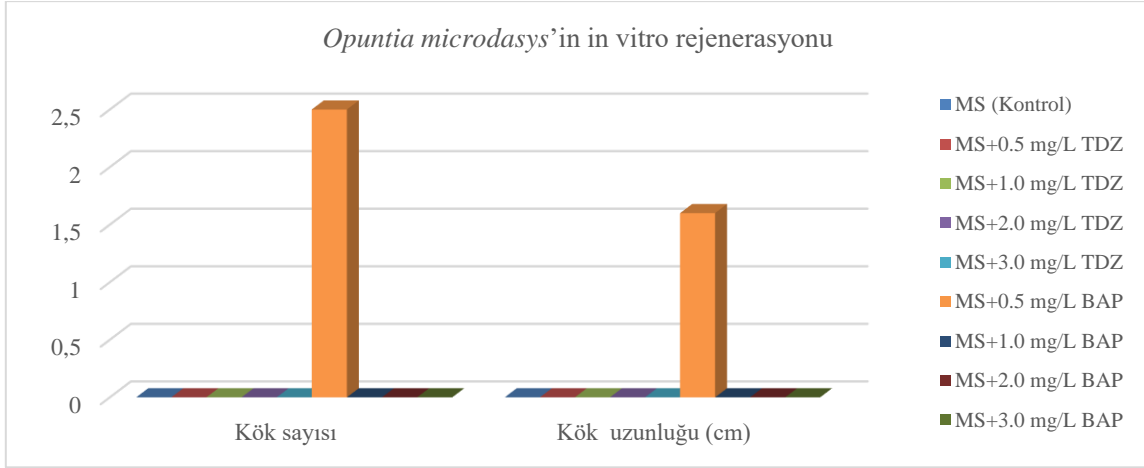
Ortam No	Ortamlar	Kök sayısı	Kök uzunluğu (cm)
1	MS (Kontrol)	0.0	0.0
2	MS+0.5 mg L <sup>-1</sup> TDZ	0.0	0.0
3	MS+1.0 mg L <sup>-1</sup> TDZ	0.0	0.0
4	MS+2.0 mg L <sup>-1</sup> TDZ	0.0	0.0
5	MS+3.0 mg L <sup>-1</sup> TDZ	0.0	0.0
6	MS+0.5 mg L <sup>-1</sup> BAP	2.5	1.6
7	MS+1.0 mg L <sup>-1</sup> BAP	0.0	0.0
8	MS+2.0 mg L <sup>-1</sup> BAP	0.0	0.0
9	MS+3.0 mg L <sup>-1</sup> BAP	0.0	0.0
	LSD <sub>0.05</sub>	0.533	0.213
	F	25.000**	64.000**

\*\* :  $\alpha = 0.01$  düzeyinde önemli

Tablo 2'de 9 farklı besin ortamında *Opuntia microdasys*'in ped yaprak eksplantlarının F değerleri incelendiğinde kök sayısı ve kök uzunluğu (cm) bakımından  $p \leq 0.01$  düzeyinde farklılıklar olduğu görülmektedir. Kök sayısı ve kök uzunluğu bakımından 0.5 mg L<sup>-1</sup> BAP içeren ortam sırasıyla 2.5 adet ve 1.6 cm olarak en yüksek bulunmuştur. Kök sayısı ve kök uzunluğu bakımından kontrol ve TDZ (0.5;

1.0; 2.0; 3.0 mg L<sup>-1</sup>) ile BAP (1.0; 2.0; 3.0 mg L<sup>-1</sup>) içeren ortamlarda gelişim sağlanmamıştır. Dolayısıyla bundan sonraki çalışmalar bu türün kök oluşumu üzerine farklı oksin içeren besin ortamlarının uygulanması şeklinde geliştirilebilir. *Opuntia microdasys*'in kök sayısı ve kök uzunluğu (cm), özelliklerine ait histogramlar Şekil 3'de verilmiştir.





Şekil 3. *Opuntia microdasys*'in farklı besin ortamlarında kök sayısı ve kök uzunluğu (cm) ortalamaları dağılımı

#### 4. Sonuç ve Öneriler

*Opuntia microdasys* bitkisinin ped sayısı ve ped uzunluğu bakımından 0.5 mg L<sup>-1</sup> TDZ; kök sayısı ve kök uzunluğu bakımından ise 0.5 mg L<sup>-1</sup> BAP içeren ortamın uygun olduğu görülmüştür. Hem sürgün hem de kök oluşumu bakımından 0.5 mg/L BAP içeren ortam önerilebilir. *In vitro* koşullarda sürgün rejenerasyonu protokolü oksin içeren ortamlar ile düzenlenerek alt kültür ile sürdürülebilir ve kök oluşumu sağlanabilir. *Opuntia* türleri farklı kullanım alanları ile önemli bitki gruplarından biridir. Bu nedenle farklı kullanım alanına özel *in vitro* protokoller geliştirilebilir. Mikro çoğaltım ile bu türün hızlı ve etkili bir çoğaltımı yani ticari üretimi mümkün olduğu gibi, hücre süspansiyon kültürleri ve organogenesis ile sekonder metabolit üretimi için de yararlanılabilir. Bu nedenle bu çalışma bitki türüne ve kullanım amacına göre uygulanacak *in vitro* teknikler ve protokolleri ile geliştirilebilir. Bu tür için bir ön çalışma niteliğinde olan bu çalışma ile kültür koşulları ve bitki büyüme maddeleri düzenlenerek yeni protokoller geliştirilebilir.

#### Kaynaklar

- Acikgoz, N., Ilker, E., Gokcol, A., 2004. Evaluation of biological research in computer, E.U. TOTEM, Publication No:2, Izmir.
- Ali A., Naz S., Ahmad Siddiqui F., Iqbal J., 2001. Callogenesis, embryogenesis and

organogenesis in christmas cactus (*Schlumbergera bridgesii*). *Pakistan Journal of Botany*, 33: 569-574.

- Aliyu, B.S., Mustapha, Y., 2007. Effect of different media on the *in vitro* growth of cactus (*Opuntia ficus-indica*) explants. *African Journal of Biotechnology*, 6(11): 1330-1331.

- Anderson, E.F., 2001. The cactus family. Timber Press, Oregon.

- Angulo-Bejarano, P.I., Paredes-López O., 2011. Development of a regeneration protocol through indirect organogenesis in prickly pear cactus (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill). *Scientia Horticulturae*, 128: 283-288.

- Akakaki, M., Christin, P.A., Nyffeler, R., Lendel, A., Eggli, U., Ogburn, R.M., Spriggs, E., Moore, M.J., Edwards, E.J., 2011. Contemporaneous and recent radiations of the world's major succulent plant lineages. *Proc Natl Acad Sci USA*, 108:8379–8384.

- Arellano-Perusquía, A., López-Peralta, M.C.G., Chablé-Moreno, F., Estrada-Luna, A.A., 2013. Effect of Growth Regulators on The Organogenesis and Multiplication of *Ortegocactus Macdougallii* Alexander, *Propagation of Ornamental Plants*, 13(4): 160-167.

- Ault, J.R., Blackmon, W.J., 1987. *In vitro* propagation of *Ferocactus acanthoides* (Cactaceae). *HortScience*, 22: 126-127.

- Ajose F.O., 2007. Some Nigerian plants of dermatologic importance, *International Journal of Dermatology*, 1:48-55.
- Bouzroud, S., El Maaiden, E., Sobeh, M., Devkota, K.P., 2022. Micropropagation of Opuntia and Other Cacti Species Through Axillary Shoot Proliferation: A Comprehensive Review. *Frontiers Plant Science*, 13:1-12.
- Cardarelli, M., Borgognone, D., Colla G., 2010. *In vitro* propagation of *Obregonia denegrii* Fri. (Cactaceae). *Propagation of Ornamental Plants*, 10: 29-36.
- Copasso, F., Borrelli, F., Capasso, R., Di Carlo, G., Izzo, A.A., Pinto, L., 1998. Aloe and Its Therapeutic Use. *Phytotherapy Research*, 12: 124–127.
- Dávila-Figueroa, C.A., De La Rosa-Carrillo, M.L., Pérez-Molphe-Balch, E., 2005. *In vitro* propagation of eight species or subspecies of Turbinicarpus (Cactaceae). *in vitro Cellular & Developmental Biology-Plant*, 41: 540-545.
- El Finti, A., El Boullani, R., El Ayadi, F., Ait Aabd, N., El Mousadik, A., 2012. Micropropagation *in vitro* of *Opuntia Ficus-Indica* in south of Morocco. *International Journal of Chemical and Biochemical Sciences*, 1:6-10.
- Estrada-Luna, A.A., Martínez-Hernández J.J., Torres-Torres, M.E., Chablé-Moreno, F., 2008. *in vitro* micropropagation of the ornamental prickly pear cactus *Opuntia lanigera* Salm-Dyck., and effects of sprayed GA<sub>3</sub> after transplantation to ex vitro conditions. *Scientia Horticulturae*, 117: 378-385.
- Estrada-Luna, A.A., López-Peralta, C., Cárdenas-Soriano, E., 2002. *In vitro* micrografting and the histology of graft union formation of selected species of prickly pear cactus (*Opuntia* spp.). *Scientia Horticulturae*, 92: 317-327.
- García-Saucedo, P., Valdez-Morales, M., Valverde, M.E., Cruz-Hernández, A. and Paredes-López, O., 2005. Plant regeneration of three *Opuntia* genotypes used as human food. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 80: 215–219.
- Gibson, A.C. and Nobel, P.S., 1986. The cactus primer. Harvard University Press, Cambridge.
- Gómez-Juárez, J.L., Morales, J.E., Lechuga-Corchado, J.A., Cruz-Sosa, F., 2006. Reproducción *in vitro* del garambullo *Myrtillocactus geometrizans* (Martius) Console. *Cactáceas y Suculentas Mexicanas*, 51: 36-45.
- Heikal, A., Marwa, E., Abd El-Sadek, A., Salama, H., Taha, S., 2021. Comparative study between in vivo- and in vitro-derived extracts of cactus (*Opuntis ficus-indica* L. Mill) against prostate and mammary cancer cell lines. *Heliyon*,
- Hubstenberger, J.F., Clayton, P.W., Phillips, G.C., 1992. Micropropagation of cacti (Cactaceae). In: *Biotechnology in Agriculture and Forestry. High tech and micropropagation IV*. Vol. 20. Ed: Bajaj, Y.P.S. Springer-Verlag, Berlin International Horticultural Congress. pp 49– 68.
- Johnson, J., Emino, E.R., 1979. Tissue culture propagation in the cactaceae. *Cactus & Succulent Journal*, 51:275–277.
- Kumar, K., Singh, D., Singh, R.S., 2018. Cactus Pear: Cultivation and uses. Technical Bulletin No. 73.
- Liu, P., Chen, D., Shi, J., 2013. Chemical constituents, biological activity and agricultural cultivation of *Aloe vera*, *Asian Journal of Chemistry*, 25(12): 6477–6485.
- López-Palacios C., Reyes-Agüero, J.A., Peña-Valdivia, C.B., Aguirre- Rivera, J.R., 2019. Physical characteristics of fruits and seeds of *Opuntia* sp. an evidence of changes through domestication in the Southern Mexican Plateau. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 66:349–362.
- López-Palacios, C., Peña-Valdivia, C.B., 2020. Screening of secondary metabolites in cladodes to further decode the domestication process in the genus *Opuntia* (Cactaceae). *Planta*, 251:74.



- Marhri, A., Tikent, A., Garros, L., Merah, O., Elamrani, A., Hano, C., Abid, M., Addi, M., 2023. Rapid and Efficient In Vitro Propagation Protocol of Endangered Wild Prickly Pear Growing in Eastern Morocco. *Horticulturae*, 1-9.
- Murashige, T., Skoog, F., 1962. A revised medium for rapid growth and bioassay with tobacco cultures, *Physiologia Plantarum*, 15:473-479.
- Okcuoğlu, M.C., 2023. Aloe Vera jeli ile yenilenebilir film malzemelerin hazırlanması ve karakterizasyonu, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Konya.
- Özçatalbaş, O., Erdoğan, R., 2013. Akdeniz bahçeleri ve günümüz peyzaj tasarım çalışmalarına yansımaları. Peyzaj Mimarlığı 5. Kongresi, 14-17 Kasım 2013, Adana 834s.
- Ozturk, G., 2021. *In Vitro* Regeneration of Tulip (*Tulipa* L.), Astana International Conference On Scientific Research October 23-24, Nur-Sultan, Kazakhstan, p, 164-168.
- Ozturk, G., 2022. *In Vitro* Propagation of Muscari (*Muscari neglectum*) Bulbs. *MAS Journal of Applied Sciences*, 7: 1160–1170.
- Ozturk, G., 2023a. Micropropagation of *Gasteria Okavango*. 5. International Scientific Research And Innovation Congress 20/21 May, Ankara / Turkey. pp.166-170.
- Ozturk, G., 2023b. *in vitro* Regeneration of *Gollum Jade Crassula*. 5. International Scientific Research And Innovation Congress 20/21 May, Ankara / Turkey. pp.171-175.
- Smith, R.H., Burdick, J.P., Anthony, J. and Reilley, A.A., 1991. *in vitro* propagation of *Coryphantha macromeris*. *Horticulture Science*, 26(3): 315.
- Steel, R.G.D., Torrie, J.H., 1980. Principles and Procedures of Statistics, McGraw-Hill Book Company, Inc. N.Y.
- Stuppy, W., Nagl, W., 1992. Regeneration and propagation of *Ariocarpus retusus* Scheidw. (*Cactaceae*) via somatic embryogenesis. *Bradleya*, 10: 85-88.
- Ramírez-Malagón, R., Aguilar-Ramírez, I., Borodanenko, A., Pérez-Moreno, L., Barrera-Guera J.L., Núñez-Palenius, H.G., Ochoa-Alejo, N., 2007. *In vitro* propagation of ten threatened species of *Mammillaria* (*Cactaceae*). *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant*, 43: 660-665.
- Rodriguez, O.J.L., Ramirez-Pantoja, P.E., 2020. Micropropagation of selected materials of *Opuntia ficus indica* L through culture in vitro of areola. *Journal of Applied Biotechnology & Bioengineering*, 7: 121–126.
- Rojas-Aréchiga, M., Vásquez-Yanes, C., 2000. Cactus seed germination: a review. *Journal of Arid Environments*, 44:85–104.
- Upton, R., Axentiev, P., Swisher, D., 2012. Aloe vera leaf, Aloe vera leaf juice, *Aloe vera* inner leaf juice, In: Upton R. (Ed.), *American Herbal Pharmacopoeia*, California, 1–52.
- Wyka, T.P., Hamerska, M., Wróblewska, M., 2006. Organogenesis of vegetative shoots from *in vitro* cultured flower buds of *Mammillaria albicoma* (*Cactaceae*). *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 87: 27-32.

---

**Atıf Şekli:** Öztürk, G., 2023. *In Vitro* Koşullarda *Opuntia microdasys* Albata'nın Çoğaltımı. *MAS Uygulamalı Bilimler Dergisi*, 8(Özel Sayı): 1069–1076.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10039118>.

**To Cite:** Öztürk, G., 2023. *In Vitro* Micropropagation of *Opuntia microdasys* Albata. *MAS Journal of Applied Sciences*, 8(Special Issue): 1069–1076.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10039118>.

---