



**Bursa Uludağ Üniversitesi
ZİRAAT FAKÜLTESİ**

**Bursa Uludag University
Faculty of Agriculture**

**BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ**

**Journal of Agricultural
Faculty of Bursa Uludag University**

**Cilt 39
Volume**

**Sayı 1
Number**

2025

Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi
Aşağıdaki veri tabanları tarafından taranmaktadır.

The Journal of Agricultural Faculty of Bursa Uludag University is abstracted/indexed
by the databases below.



CAB International



TR Dizin

ASOS
indeks

SÖBİAD

Google Scholar

ROAD
DIRECTORY
OF OPEN ACCESS
SCHOLARLY
RESOURCES

Dergimiz Hakkında/ About Our Journal

Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi / Journal of Agricultural Faculty of Uludag University yayın hayatına 1982 yılında başlamıştır. Resmi Gazetenin 18.05.2018 tarih ve 30425 sayılı bülteninde yayımlanarak yürürlüğe giren Kanun uyarınca Üniversitemizin adının Bursa Uludağ Üniversitesi olarak değişmesi nedeniyle, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisinin yayımcı ve dergi ismine “Bursa” ibaresi eklenerek dergimizin ismi **Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi** olarak değişmiştir.

Journal of Agricultural Faculty of Uludag University started its publication in 1982. The name of our university has been changed as **Bursa Uludag University** due to the legislation published at the official gazette with the issue 30425 on 10.05.2018. Therefore the name of our journal was also changed as **Journal of Agricultural Faculty of Bursa Uludag University**.

Amaç/Aim

Tarım ve yaşam bilimleri ile ilgili alanlardaki araştırma ve derlemelerin Türkçe ve İngilizce dillerinde yayımlanarak bilginin ulusal ve uluslararası düzeyde paylaşımı amaçlanmaktadır.

It is aimed to publish the research and reviews in the fields of agriculture and life sciences in Turkish and English, and to share the knowledge at national and international level.

Kapsam/Scope

Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi eski adıyla Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi Haziran ve Aralık olmak üzere yılda iki sayı olarak basılan **hakemli, akademik, bilimsel, uluslararası bir dergidir**. Dergi; bahçe bitkileri, bitki koruma, biyoenerji, biyosistem mühendisliği, doğal kaynaklar, genetik, gıda mühendisliği, gıda bilimi ve teknolojisi, peyzaj, süs bitkileri ve doğa koruma, su ürünleri ve balıkçılık, süt teknolojisi, tarım ekonomisi, tarım makineleri, tarımsal biyoteknoloji, tarımsal yapılar ve sulama, tarla bitkileri, toprak bilimi ve bitki besleme, topraksız yetiştiricilik ve zootekni gibi tüm ziraat alanları ile ilgili özgün araştırma makalelerini ve sınırlı sayıda derlemeleri kabul etmektedir.

Sunulan makaleler özgün olmalı ve Türkçe ya da İngilizce yazılmalıdır. Sunulan makaleler başka hiçbir yerde yayımlanmamış olmalıdır. Ancak, bir kongre ya da sempozyumda sadece özeti yayımlanan makaleler dergiye sunulabilir. Dergide yayımlanan tüm yazıların sorumluluğu yazarlarına aittir. Yayımlanan yazılar, yayımcının izni olmadan çoğaltılamaz. Yazılardan alıntı yapılması durumunda mutlaka referans gösterilmelidir. Dergimize yaptığınız atıflarda “**Bursa Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Derg.**” kısaltması kullanılmalıdır.

Journal of Agricultural Faculty of Bursa Uludag University, formerly known as Journal of Agricultural Faculty of Uludag University, is a **refereed, academic, scientific, international journal** published twice a year, in June and December. Garden plants, plant protection, bioenergy, bio system engineering, genetics, natural resources, food science and technology, animal husbandry, landscaping, ornamental plants and nature conservation, aquaculture, agricultural economics, agricultural machinery, agricultural biotechnology, agricultural structures and irrigation, field crops, soil science and plant nutrition, soilless culture, are the general topics of the journal. Research articles are primarily included in the journal and a limited number of reviews are accepted. Articles submitted must be original and written in Turkish or English. The submitted articles should be unpublished elsewhere. The submitted articles should not be published anywhere else. However, abstract only articles previously published in a congress or symposium may be submitted as full text.

All articles published in the journal are the responsibility of their authors. Manuscripts may not be reproduced without the permission of the publisher. All rights to article published in this Journal are reserved by Agriculture Faculty of Bursa Uludağ University. Permission must be obtained for reproduction in whole or in part in any form. The title of the journal should be cited as “**Bursa Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Derg.**”

Dergi Tarihçesi / Journal History

Derginin Önceki Adı / Formerly Name	ISSN	eISSN	Yıl
Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi	1301-3165	2636-8595	1982-2018
Journal of Agricultural Faculty of Uludag University			



BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ
Journal of Agricultural Faculty of Bursa Uludag University

Görükle Kampüsü 16059 Bursa/Türkiye

e-ISSN 2651-4044

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

<http://www.uludag.edu.tr/ziraatdergi>

Cilt / Volume: 39

Sayı / Number: 1

Yıl/Year: 2025

Bursa Uludağ Üniversitesi
Ziraat Fakültesi Adına

Sahibi / Owner

Prof.Dr. İlhan TURGUT
Dekan/Dean

Baş Editör/Editor in Chief

Prof. Dr. Nilüfer SEYİDOĞLU AKDENİZ

Baş Editör Yardımcısı / Deputy Editor in Chief

Doç. Dr. Zeynep PİRSELİMOĞLU BATMAN

Alt Yayın Komisyonu

Prof. Dr. Nilüfer SEYİDOĞLU AKDENİZ

Prof. Dr. Tolga TİPİ

Prof. Dr. Ekin SUCU

Doç.Dr. Oya KAÇAR

Doç. Dr. Gökhan ÖZSOY

Doç.Dr. Sevinç BAŞAY

Doç. Dr. Elif Yıldız

Dr. Öğr. Üyesi Kadir İLHAN

Dr. Öğr. Üyesi Ahmet POLAT

Sekreteryaya / Secretary

Dr.Öğr.Üyesi Aslıhan YILMAZ

Araş.Gör.Dr. Özüm ÖZOĞLU

İletişim/Contact

Tel: 0224 294 14 07

Fax: 0 224 294 14 02

e-posta: zfdergisi@uludag.edu.tr

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

<http://www.uludag.edu.tr/ziraatdergi>

Kapak Sayfa Tasarım / Cover Page Design

Bursa Uludağ Üniversitesi Basımevi

Bursa - 2025



BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ

Journal of Agricultural Faculty of Bursa Uludağ University

Görükle Kampüsü 16059 Bursa/Türkiye

e-ISSN 2651-4044

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

<http://www.uludag.edu.tr/ziraatdergi>

Cilt / Volume: 39

Sayı / Number: 1

Yıl/Year: 2025

Editörler Kurulu / Editorial Board

Baş Editör/Editor in Chief

Prof. Dr. Nilüfer SEYİDOĞLU AKDENİZ

nilufers@uludag.edu.tr

Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa, TÜRKİYE

Alan Editörü/Co Editor

Prof. Dr. Ayşen UZUN

Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa, TÜRKİYE

Alan Editörü/Co Editor

Prof. Dr. Cevriye MERT

Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa, TÜRKİYE

Alan Editörü/Co Editor

Prof. Dr. Hakan BÜYÜKCANGAZ

Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa, TÜRKİYE

Alan Editörü/Co Editor

Prof. Dr. Tolga TİPİ

Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa, TÜRKİYE

Alan Editörü/Co Editor

Prof. Dr. Ekin SUCU

Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa, TÜRKİYE

Alan Editörü/Co Editor

Prof. Dr. Barış Bülent AŞIK

Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa, TÜRKİYE

Alan Editörü/Co Editor,

Prof. Dr. Bilgehan YILMAZ DİKMEN

Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa, TÜRKİYE

Alan Editörü/Co Editor

Doç. Dr. Oya KAÇAR

Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa, TÜRKİYE

Alan Editörü/Co Editor,

Doç. Dr. Gökhan ÖZSOY

Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa, TÜRKİYE

Alan Editörü/Co Editor- page layout editor

Doç. Dr. Elvan ENDER ALTAY

Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa, TÜRKİYE

Alan Editörü/Co Editor

Doç. Dr. Zeynep PİRSELİMOĞLU BATMAN

Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa, TÜRKİYE

Alan Editörü/Co Editor

Doç. Dr. Sevinç BAŞAY

Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa, TÜRKİYE

Alan Editörü/Co Editor

Doç. Dr. Gülşah ÖZCAN SİNİR

Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa, TÜRKİYE

Alan Editörü/Co Editor

Doç. Dr. Hilal SUSURLUK

Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa, TÜRKİYE

Alan Editörü/Co Editor

Doç. Dr. Elif YILDIZ

Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa, TÜRKİYE

Alan Editörü/Co Editor

Dr. Öğretim Üyesi Kadir İLHAN

Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa, TÜRKİYE

Alan Editörü/Co Editor

Dr. Öğretim Üyesi Burcu ERDAL

Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa, TÜRKİYE

Alan Editörü/Co Editor-page layout editor

Dr. Öğretim Üyesi Ahmet POLAT

Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa, TÜRKİYE



BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ
Journal of Agricultural Faculty of Bursa Uludag University

Görükle Kampüsü 16059 Bursa/Türkiye

e-ISSN 2651-4044

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

<http://www.uludag.edu.tr/ziraatdergi>

Cilt / Volume: 39

Sayı /Number: 1

Yıl/Year: 2025

Editörler Kurulu / Editorial Board

Diğer Üniversitelerden / From Other Universities

Prof. Dr. Sadık ARTUNÇ, Mississippi State University, Department of Landscape Architecture and Environmental Design, Mississippi State, USA.

Prof. Dr. Ali KOÇ, Eskişehir Osmangazi Üniv. Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Eskişehir, Türkiye

Prof. Dr. Beatriz Duguy Pedra, University of Barcelona, Department of Evolutionary Biology, Ecology and Environmental Sciences, Barcelona, Spain.

Prof. Dr. Ebru Özer, Florida International University, Landscape Architecture+Environmental and Urban Design, Florida, USA.

Prof. Dr. Marco Antonio Juárez-estrada, National Autonomous University of Mexico, Department of Genetics and Biostatistics, Mexico City, Mexico.

Prof. Dr. Martina Lichovnikova, Mendel University in Brno, Department of Animal Breeding, Brno, Czech Republic,

Doç. Dr. Ş. Doğanay YENER, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Orman Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, İstanbul,

Doç. Dr. Jasmina TAHMAZ, University of Sarajevo, Faculty of Agriculture and Food Science, Bosnia and Herzegovina

Assist. Prof. Giulia Maesano, Alma Mater Studiorum Università di Bologna,

Dr. Öğr. Üyesi Gamze BAYRAM, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat, Türkiye



BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ
Journal of Agricultural Faculty of Bursa Uludag University

Görükle Kampüsü 16059 Bursa/Türkiye

e-ISSN 2651-4044

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

<http://www.uludag.edu.tr/ziraatdergi>

Cilt / Volume: 39

Sayı / Number: 1

Yıl/Year: 2025

Danışma Kurulu / Advisory Board

Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Öğretim Üyeleri Dergimizin Doğal Danışma Kurulu Üyeleridir.

The Faculty Members of Bursa Uludag University Agricultural Faculty are also the members of the Natural Advisory Board of our Journal.

Diğer Üniversitelerden/From Other Universities

Prof. Dr. Mehmet AYÇİÇEK, Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bingöl, TÜRKİYE

Prof. Dr. Erdoğan GÜNEŞ, Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Ankara, TÜRKİYE

Prof. Dr. Alper SAĞLIK, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Çanakkale, TÜRKİYE

Prof. Dr. Süleyman TABAN, Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Ankara, TÜRKİYE

Prof. Dr. Ece TURHAN, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Eskişehir, TÜRKİYE

Prof. Dr. Mevlüt TÜRK, Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Isparta, TÜRKİYE

Prof. Dr. Zeliha GÖKBAYRAK, Çanakkale Onsekiz Mart Üniv., Ziraat Fak., Çanakkale, TÜRKİYE

Prof. Dr. Tuğba DÜZENLİ, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Trabzon, TÜRKİYE

Prof. Dr. Gölge SARIKAMIŞ, Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Ankara, TÜRKİYE

Doç.Dr. Ahmed A.K. SALAMA, Universitat Autònoma de Barcelona, Department of Animal and Food Sciences, Ruminant Research Group, SPAIN

Doç. Dr. Bahadır ALTUN, Kırşehir Ahi Evran Üniv. Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Kırşehir, TÜRKİYE

Doç. Dr. Cüneyt TUNÇKAL, Yalova Üniv. Yalova MYO, Elektrik ve Enerji Bölümü, Yalova, TÜRKİYE

Dr. Öğr. Üyesi Sergül ERGİN, Eskişehir Osmangazi Üniv. Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, Eskişehir, TÜRKİYE

Dr. Öğr. Üyesi Selçuk GÖÇMEZ, Aydın Adnan Menderes Üniv. Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Aydın, TÜRKİYE

Dr. Barış ALBAYRAK, Yalova Atatürk Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü, Toprak ve Su Kaynakları Bölümü, Yalova, TÜRKİYE

Dr. Erdi UYSAL, Yalova Atatürk Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü, Toprak ve Su Kaynakları Bölümü, Yalova, TÜRKİYE

Mustafa BIYIKLI, Yalova Atatürk Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü, Toprak ve Su Kaynakları Bölümü, Yalova, TÜRKİYE



BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ
Journal of Agricultural Faculty of Bursa Uludag University

Görükle Kampüsü 16059 Bursa/Türkiye

e-ISSN 2651-4044

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

<http://www.uludag.edu.tr/ziraatdergi>

Cilt / Volume: 39

Sayı /Number: 1

Yıl/Year: 2025

İçindekiler / Contents

ARAŞTIRMA MAKALELERİ (Research Articles)

Investigation of the Effects of Foliar Amino Acid, Melatonin and Potassium Applications on Spinach Cultivar under Water Stress

Yapraktan Amino Asit, Melatonin ve Potasyum Uygulamalarının Ispanağın Su Stresine Toleransındaki Etkilerinin İncelenmesi

Nezahat TURFAN1

Landscape Design at The Border of The Krueng Aceh River Based on Agrosilvopastura

Aceh'deki Krueng Nehri Sınırı Boyunca Tarımsal Silvopasture Bazlı Peyzaj Tasarımı

Rini FİTRİ, Achmad Yozar PERKASA, Dahlan DAHLAN, Reza FAUZİ23

Türkiye Kenevir Potansiyelinin Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanılarak Değerlendirilmesi

Evaluation of Türkiye's Hemp Potential Using Geographic Information Systems

Ömer Faruk KARACA, Levent YAZICI35

Effects of Different Levels of Irrigation and Nitrogen on Yield and Water Productivity in Watermelon Irrigated by Drip Method

Damla Yöntemiyle Sulanan Karpuzda Farklı Sulama ve Azot Seviyelerinin Verim ve Su Verimliliği Üzerine Etkileri

Hind ARAR, Hayrettin KUŞÇU55

TarımFV Koşullarının Peleminir (*Cephalaria syriaca* L.) Tohumlarına ait Bazı Fiziksel Özelliklere Etkisi

Impact of Agrivoltaic Conditions on Some Physical Properties of *Cephalaria syriaca* L. Seeds

Yasin GÜNHAN, Onur TAŞKIN.....71

Bursa İlinde Toprak Koruma ve Arazi Kullanımı Kanununa Göre Yapılan İzin Başvurularının Değerlendirilmesi

Evaluation of Permit Applications Made According to the Soil Conservation and Land Use Law in Bursa Province

Ali DOĞRU, Kemal Sulhi GÜNDOĞDU81

Çerezlik Ayçiçeği Bitkisinin Su-Verim İlişkileri

Water-Yield Relationships of Confectionary Sunflower

Kutlu Melik TAŞDELEN, Burak Nazmi CANDOĞAN95

Aynı Anda Başvuru Yapan Çiftçiler Arasında Kredi Önceliklendirmesi Yapmak Amacıyla Kullanılacak Bir Karar Destek Sisteminin Geliştirilmesi

Developing a Decision Support System to be Used for Credit Prioritization Among Farmers Applying at the Same Time

Rabia DEMİR, Muhammet YORULMAZ113

Effect of Different Irrigation Levels on Some Lettuce (*Lactuca sativa*) Varieties Grown in Kocaeli Conditions

Farklı Sulama Seviyelerinin Kocaeli Koşullarında Yetiştirilen Bazı Salata (*Lactuca sativa*) Çeşitleri Üzerine Etkisi

Yusuf GÜVENALTIN, Hayrettin KUŞÇU129

Balıkesir İlinde Ahır Gübresi Kullanımındaki Sorunlar ve Toprak Organik Maddesinin Önemi

Problems in the Use of Barnyard Manure in Balıkesir Province and the Importance of Soil Organic Matter

Gökhan ÖZSOY, Abdullah ORHAN, Rojin GÜLER.....143

Analitik Hiyerarşi Yöntemi ile Taşkın Riskinin Tespiti: Bursa İli İnegöl İlçesi Kalburt Deresi Örneği

Flood Risk Assessment Using Analytical Hierarchy Process (AHP) and GIS: A Case Study of Kalburt Stream in İnegöl District, Bursa

Burcu ŞANLI, Murat CAN, Şerife Tülin AKKAYA ASLAN.....167

Türkiye’deki Orman Fidanlıklarının Ekolojik Rolü: Doğal ve Egzotik Türlerin

Çeşitliliği ve Peyzaj Düzenlemeleri Üzerine Etkileri

The Ecological Role of Forest Nurseries in Türkiye: Diversity of Native and Exotic Species and Their Impacts on Landscape Design

Selim BAYRAKTAR, Aysel ULUS, Şerife Doğanay YENER, Eren Dağra SÖKMEN187

Arazi Toplulaştırması Üzerine Akademik Yaklaşımlar: Türkiye’de Lisansüstü Tezlerin İçerik Analizi

Academic Approaches to Land Consolidation: A Content Analysis of Postgraduate Theses in Türkiye

Müge KİRMİKİL, Cansu HAYAT.....203

Determination of Temporal Changes in Bursa Land Cover/Use with CORINE Data and Landscape Metrics

Bursa Arazi Örtüsü/Kullanımındaki Zamansal Değişimlerin CORINE Verileri ve Peyzaj Metrikleri ile Belirlenmesi

Merve KÜÇÜK, Şerife Tülin AKKAYA ASLAN219

DERLEMELER (Reviews)

Gıda Sanayinde Kullanılan Bazı Bitkisel Yağların Gıda Güvenliği ve Sağlık Etkilerine Bir Bakış

A Review of Food Safety and Health Effects of Some Vegetable Oils Used in the Food Industry

İrem Nur ŞAHİN.....239



Investigation of the Effects of Foliar Amino Acid, Melatonin and Potassium Applications on Spinach Cultivar under Water Stress^A

Nezahat TURFAN^{1*}

Abstract: The main objective of this study is to explore the potential benefits of exogenous supplements of asparagine (Asn), phenylalanine (Phe), melatonin (Mel), and potassium nitrate (KNO₃) in mitigating the effects of water deficiency (WD) on spinach. The improvement effects of four chemicals on WD-stressed seedlings were assessed by comparing growth rate traits, chlorophyll, secondary metabolites, nitrogenous compounds, mineral contents and variations in antioxidant enzyme activity. According to the results, the growth rate traits of seedlings were reduced with WD stress, but the exogenous supplements of Asn, Phe, Melatonin, and KNO₃ alleviated the suppressing effect of drought on growth parameters. Supplements of four stimulants led to a marked boost in the content of chlorophyll, lutein, anthocyanin, phenolic compounds, flavonoids, proline, and glycine betaine (GB) in the WD-stressed seedlings compared to the control. Moreover, these substances suppressed the generation of malondialdehyde (MDA) and hydrogen peroxide (H₂O₂) in seedlings under WD stress but caused a significant enhancement in polyphenol oxidase (PPO), ascorbate peroxidase (APX), catalase (CAT), peroxidase (POD) and superoxide dismutase (SOD) activities. The WD stress reduced magnesium (Mg), calcium (Ca), manganese (Mn) and iron (Fe) levels, but boosted the accumulation of potassium (K), phosphorus (P), sulfur (S), nickel (Ni), copper (Cu) and zinc (Zn) levels. Considering all data, it can be said that an exogenous supply of Asn, Phe, Mel and KNO₃ to the Acosta spinach variety exposed to WD stress made a significant contribution to increasing yield and nutritional quality by preventing oxidative stress and strengthening enzymatic and non-enzymatic defences.

Keywords: Antioxidant, nutrition, spinach growth, stimulants, water stress.

^A The study does not require approval from an ethics committee. The article has been prepared according to research and publication ethics.

^{*} **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** 1 Nezahat TURFAN Kastamonu University, Science Faculty, Biology Department, Kuzeykent, 37150, Kastamonu, Türkiye, ntrufan@kastamonu.edu.tr OrcID 0000-0002 5753-0390

Atıf/Citation: Turfan, N. 2025. Investigation of the Effects of Exogenous Amino Acid, Melatonin and Potassium Applications on The Responses of Acosta Spinach to Drought. *Bursa Uludag Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 39(1), 1-22. <https://doi.org/10.20479/bursauludagziraat.1489707>

Yapraktan Amino Asit, Melatonin ve Potasyum Uygulamalarının Ispanağın Su Stresine Toleransındaki Etkilerinin İncelenmesi

Öz: Bu çalışmanın temel amacı, su eksikliği stresinin (WD) ıspanak üzerindeki etkilerini hafifletmede asparajin (Asn), fenilalanin (Phe), melatonin (Mel) ve potasyum nitrat (KNO_3) ekzogen uygulamalarının potansiyel faydalarını araştırmaktır. Bu dört kimyasalın kuraklık stresindeki fideler üzerindeki iyileştirici etkileri, büyüme hızı özellikleri, klorofil, ikincil metabolitler, azotlu bileşikler, mineral içerikleri ve antioksidan enzim aktivitesindeki değişimler karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. Sonuçlara göre, WD uygulamasıyla ıspanak fidelerinin büyüme hızı özellikleri azalmış ancak Asn, Phe, Mel ve KNO_3 ilaveleri kuraklığın büyüme parametreleri üzerindeki baskılayıcı etkisini hafifletmiştir. Dört uyarıcının uygulaması, WD stresine maruz bırakılan fidelerde kontrole kıyasla klorofil, lutein, antosiyanin, fenolik bileşikler, flavonoidler, prolin ve glisinbetain (GB) içeriğinde önemli bir artışa yol açmıştır. Ayrıca bu uyarıcılar WD stresi altındaki fidelerde malondialdehit (MDA) ve hidrojen peroksit (H_2O_2) üretimini baskılamış ancak polifenol oksidaz (PPO), askorbat peroksidaz (APX), katalaz (CAT), proksidaz (POD) ve süperoksit dismutaz (SOD) aktivitelerinde önemli bir artışa neden olmuştur. WD uygulamasıyla magnezyum (Mg), kalsiyum (Ca), mangan (Mn) ve demir (Fe) düzeyleri azalırken, potasyum (K), fosfor (P), sülfür (S), nikel (Ni), bakır (Cu) çinko (Zn) düzeyleri artmıştır. Veriler değerlendirildiğinde, su eksikliği stresine maruz kalan Acosta ıspanak çeşidine dışarıdan Asn, Phe, Mel ve KNO_3 verilmesinin, oksidatif stresi önleyerek, enzimatik ve enzimatik olmayan savunma mekanizmasını güçlendirerek verim ve besin kalitesinin artmasına önemli katkı sağladığı söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Antioksidant, besin, ıspanak kültürü, uyarıcılar, su stresi.

Introduction

Spinach (*Spinacia oleracea* L.) is a leafy crop rich in pigments, secondary production, nitrogenous compounds, vitamins, antioxidant enzymes, and minerals that benefit human health. It is a vegetable that is not selective in the climate, can grow in almost every region with its summer and winter cultivars, has a short vegetation period and is less costly than other vegetables (Gürel, 2024). Furthermore, spinach is a versatile crop that can be marketed as fresh or frozen and is even used to produce baby food. Due to the rising demand for nutritious, safe and economical food sources, the need for spinach production increases even more (Yaman Türkkan and Kibar, 2022). On the other hand, spinach cultivation, like other agricultural products, is not primarily affected by water deficiency, leading to approximately 65% of global yield loss (Hamed et al., 2025). Due to water taking up 80-95% of the fresh biomass of any species, the absence of it impairs morphological, physiological and biochemical functions, resulting in reduced crop productivity (Akpınar et al., 2021). According to researchers, the decrease in biomass is mainly due to water deficiency, which interrupts photosynthetic metabolism, inhibits the synthesis of pigments, and inhibits cell division in vegetative organs (Seymen et al., 2024). The most visible

symptoms of water stress are the alterations in leaf characteristics such as yellowing, rolling, permanent wilting, early leaf senescence, and smaller sizes (Jafari et al., 2022). Additionally, water stress can trigger oxidative stress, which disturbs the stability of cellular structures and inhibits the accumulation of compatible solutes (Gilani et al., 2020; Jalali et al., 2020). Wen et al. (2017) and Akin and Kaya (2023) expressed that water stress caused a loss of viability, suppressed elongation, and prevented respiration in plant root cells. The breeding method still maintains its importance in crop production under water deficiencies. However, using bioactive substances to enhance plant resistance can boost yield and nutritional quality by activating various mechanisms, including pigments, osmolytes, secondary components, and antioxidant defences (Fang et al., 2022; Turfan et al., 2024). Recently, the use of amino acid (Kaya et al., 2013; Turfan, 2023b), melatonin (Sadak et al., 2020), and mineral fertilisers (Akşahin and Gülser, 2020; Kaya, 2024) has been considered a promising strategy to stabilise cellular membranes, adjust cytoplasmic solutes, and enhance water and mineral availability from the roots. These stimulants are easily absorbed by leaf tissues and used in biochemical reactions that regulate growth and development (Turfan et al., 2024; Hamed et al., 2025). Studies show that stimulant supply results in faster, stronger defence responses in crops compared to controls. Stimulants offer beneficial effects such as improving nutrient-water availability, enhancing photosynthetic gain, activating enzymatic and non-enzymatic defences, and boosting agronomic quality by promoting vegetative growth (Akşahin and Gülser, 2020; Turfan, 2023a). Asparagine (Asn), an essential amino acid in nitrogen metabolism and storage, serves as the phloem's primary transporter for reduced nitrogen due to its high nitrogen-to-carbon ratio (Kaya et al., 2013). It also plays a key role in sulfur absorption and the accumulation of compatible solutes within plant cells. Qu et al. (2019) and Soares et al. (2020) found that Asn regulates sugar utilisation in plant roots. Supplying Asn foliar to cotton under drought conditions enhanced growth by activating antioxidant defences (Akin and Kaya, 2023). Phenylalanine (Phe), an aromatic amino acid, serves as a substrate for numerous compounds and a precursor for secondary metabolites, including flavonoids, phenolic acids, anthocyanins, tannins, benzenoids, and phenylpropanoids, which contribute to plants' combat stress (Jiao et al., 2018). Studies by Aghaei et al. (2019) and Ramzan et al. (2023) displayed that exogenous phenylalanine boosts growth and antioxidant defence in drought-stressed mustard and cotton plants. Melatonin, a water- and fat-soluble molecule, protects cell membranes from oxidative stress (Turfan, 2023a). Exogenous Mel supply reduces MDA and ROS production in plants under drought conditions. It also enhances chlorophyll, secondary metabolites, and compatible solutes during stress (Zhang et al., 2016). Potassium (K) has multiple roles in metabolic processes, including maintaining cell turgidity, regulating plant-water relations, photosynthesis, ATP balance, nutrient uptake, phloem transport, and stress resistance (Zahoor et al., 2017). Studies showed that melatonin and KNO₃ mitigate drought-induced oxidative damage by activating defence systems. Exogenous melatonin has improved drought stress tolerance in cabbage (Zhang et al., 2016), moringa (Sadak et al., 2020), and cauliflower (El-Bauome et al., 2022). Similarly, the KNO₃ application boosted the yield and quality of spinach and potato under water-deficient conditions (Gilani et al., 2020; Bukhari et al., 2023). Under drought, the synthesis of some chemicals is suppressed while others are promoted, helping plants survive by protecting them from oxidative damage. These strategies could be more effective in drought-sensitive species, where exogenous supplements can strengthen adaptation mechanisms.

While each substance enhances resistance through similar mechanisms, they generally activate different pathways. Numerous studies have documented the response of crop species to drought conditions and the drought tolerance of other plants when supplemented with asparagine, phenylalanine, melatonin, and potassium. However, the specific modulatory roles of these four compounds in mediating drought responses in this species remain to be elucidated. Therefore, revealing four substances' similar and particular influences on adaptation mechanisms can provide significant clues to developing a better strategy in leafy vegetable cultivation under drought conditions. Also, like all other crops, spinach responds to drought conditions by altering its bioactive components' content and diversity, reflecting its nutritional quality (Ekinici et al.,2015). This event may be advantageous in stimulating drought tolerance and understanding the production mechanism of specific targeted compounds important in nutritional values. Therefore, investigating the effects of exogenous amino acids, melatonin and KNO₃ supplements on spinach under drought conditions may offer valuable opportunities to produce targeted, chemically rich spinach with diverse properties. The essential aim of this study is to compare the effects of exogenous asparagine, phenylalanine, melatonin and KNO₃ supplements on the morphological, physiological and biochemical responses to drought in the Acosta F1 spinach variety.

Materials and Methods

Description of experimental design

This experiment was conducted between 16 November 2022 and 16 March 2023 in plastic greenhouse conditions with three replications using balcony-type pots (70 x 18 x 17) as four pots for each replicate by a completely randomised design. A mixture of peat and perlite in a 3:1 ratio (v/v) was used for growing spinach seedlings, with each pot filled to a capacity of 16 L (Yaman Türkkan and Kibar, 2022). In the greenhouse, mean temperatures in November, December, January, February, and March are 8.8, 3.44, -0.8, 7.2 °C, and 16.38 °C, respectively. In addition, mean relative humidity values were 70, 75, 77, 68, and 72 per cent for five months. All cultivation continued for about five months, during which the minimum temperature was -14.8°C (January) and the maximum temperature was 16.39 °C (March). Acosta 1 spinach cultivar was used in the present study. It is a species that is tolerant of low temperatures, fragility, and diseases and suitable for greenhouse and open-area growing (Turfan, 2023a). Seeds were surface sterilised with sodium hypochlorite (1%) for 5 min, followed by thorough cleaning with distilled water. The soil's nutrient components, EC, and pH values are presented in Table 1.

Table 1. Some properties of the soil used in the experiments

%						mg kg ⁻¹					dS m ⁻¹	
	Mg	K	Ca	P	S	Fe	Mn	Zn	Cu	Ni	EC	pH
Soil	26.85	14.88	79.00	3.35	2.40	4130	990.90	46.80	44.40	142.00	6.70	6.30

Table 2. Properties and concentrations of chemicals used in this study

Group	Concentration	Abbreviations
1	Without application	Control
2	Water deficiency (40%)	WD
3	L-Asparagine (2.6 mM)	Asn
4	Asparagine + Water deficiency	Asn+ WD
5	L-Phenylalanine (3.4 mM)	Phe
6	Phenylalanine + Water deficient	Phe+WD
7	Melatonin (50 mM)	Mel
8	Melatonin + Water deficiency	Mel+WD
9	KNO ₃ (50 mM)	KNO ₃
10	KNO ₃ +Water deficient	KNO ₃ +WD

While the major element levels of the soil ranged from 2.40 (S) to 79.00% (Ca), trace elements ranged from 44.0 to 4130 mg. The soil's pH value was found to be 6.26, and its electrical conductivity (EC) was 6.7 dS m⁻¹.

After sowing, all pots were rinsed with nutrient solution (Hoagland and Arnon, 1950.) twice a week until L-asparagine (Asn), L-Phenylalanine, Melatonin (Mel), and KNO₃ applications were started. L-Asparagine (L-Asparagine monohydrate, Sigma, CAS: 5794-13-8), L-Phenylalanine (L-Phenylalanine, Sigma, CAS: 63-91-2), Melatonin (Melatonin Sigma CAS:73-31-4), and KNO₃ (KNO₃: 50 mM, Merck CAS: 7757-79-11) applications were started when the seedlings were at the 4-5 leaf stage. Water stress treatments were imposed on the plants for eight weeks, beginning four weeks after transplanting (at 4-6 leaves). Spinach plants were harvested in the ninth week. The chemicals to be applied from the leaves have been prepared by dissolving the determined concentrations in the nutrient solution (Hoagland and Arnon, 1950).

The application models of the study are given in Table 2. The doses of applied stimulants were defined by a preliminary trial performed with a vial. To this end, we observed concentrations that promote a noticeable increase in the shoot, root, and leaf lengths, as well as the fresh weight of seedlings for each stimulant to identify growth-stimulating doses.

The water shortage level was selected by determining the concentration that inhibited vegetative development in seedlings by around 40%. Drought stress was maintained through field capacity (40%). Initially, 1 kg of soil mixture (peat: perlite) was taken, and an adequate water level was added until it was fully saturated. After that, the pot was kept for 24 hours so that gravitational water could completely leak out through gravitational pull. Finally, 100 % field capacity (FC) was determined by using the equation (Özbek and Kaman, 2014).

$$FC (\%) = \text{Water Added} - \text{Water leached}$$

Morphological measurement

Shoot and root lengths were measured using a measuring tape. Fresh (FW) and dry weight (DW) were taken using the digital weight balance. Samples were oven-dried at 60 °C for 72 h to record dry weight (Cemeroğlu, 2007).

Elemental analyses

For measurement of soil and leaf element (*Mg, P, S, K, Ca, Na, Cl, Al, Mn, Fe, Ni, Zn* and *Cu*) status, soil (taken before setting up experiments) and leaf samples were dried at 65 °C and powdered. These samples were used to determine the elemental analysis in Kastamonu University's Central Research Laboratory using the ICP-OES (SpectroBlue II) device.

Determination of pigment and secondary compounds

Measurements of leaf chlorophyll (SPAD) contents were performed using a SPAD device (SPAD-502, Minolta Corporation, Ltd., Osaka, Japan) from the very top of the leaf stem of 10 leaves per group, moving towards the tip of the leaf, and the chlorophyll content was determined by taking the average of the values obtained. The lutein contents were measured using the methods described by Kukric et al. (2012). For total phenolic estimation, Folin-Denis reagent was employed by using a double-beam UV-visible spectrophotometer (Folin and Denis, 1915). The absorbance was recorded at 660 nm, and the total phenolic content was calculated using the standard curve of 0.1mg mL gallic acid, which was expressed in mg g⁻¹ dry weight. Total flavonoids were measured using Kumaran and Karunakaran's method (2006). A 500 mg leaf tissue was homogenised in 10 mL of 80% methanol solution. The reaction solution contained 4 mL deionised water and 1 mL extract, 0.3 mL of 5% NaNO₂. Further, 0.3 mL AlCl₃ and 2 mL NaOH were added. The absorbance was recorded at 510 nm. Polyphenol oxidase (PPO) activity of spinach tissue was performed by monitoring the increase in absorbance at 420 nm for 4-methyl catechol spectrophotometrically (Kumar et al., 2008). The assaying mixture (3 mL) contained 100 mM sodium phosphate buffer (pH 7.0), five mM 4-methyl catechol and 500 µL of crude extract. The total volume of the reaction mixture was 3.0 mL. One unit (U) of enzyme activity was defined as the amount of the enzyme that caused a change of 0.001 in absorbance per minute. The total nitrate (TN) content was determined by using the salicylic acid method (Cataldo et al., 1975). The absorbance was measured at 410 nm, and the TN level was calculated using the equation obtained from the NO₃ standard curve. The NT was expressed as mg g⁻¹. The amount of proline was estimated using a standard curve, as suggested by Bates' method (1973). The proline content was expressed in µmol g⁻¹ considering the molecular weight of the proline. The glycine betaine (GB) content was determined using the method introduced by Grieve and Grattan (1983). Measurement of malondialdehyde (MDA) content was employed by the Lutts et al. (1996) method. Firstly, 500 mg spinach samples were homogenized in 5 mL 5% trichloroacetic acid (TCA) and then centrifuged at 10 000 x g for 15 minutes. 4 mL of the supernatant was taken and 1 mL of 0.5% TBA (thiobarbituric acid) solution was added. The reaction mixture was incubated in boiling water (95 °C) for 60 minutes. The absorbance of the samples cooled in an ice bath was noted at 532 nm and 600nm. The level of MDA was estimated as µmol g⁻¹ using the extinction coefficient of 155 mM⁻¹. In the hydrogen peroxide (H₂O₂) assaying, the method described by Velikova et al. (2000) was followed. A 500 mg sample was extracted with 0.1% TCA. After centrifuging at 12 000 x g for 15 minutes, 0.5 mL phosphate buffer (pH 7.0) and 1 mL potassium iodide (KI) were added to the supernatant (0.5 mL). The absorbance was read at 355 nm and H₂O₂ concentration was calculated with the H₂O₂ standard curve.

Antioxidant Enzymes Activities

Antioxidant enzyme extraction of spinach samples was conducted with sodium phosphate buffer solution (50 mM, pH 7.6). 500 mg samples were homogenised in a 5 mL buffer containing 0.1 mM Na-EDTA (ethylenediamine tetraacetic acid disodium salt) and centrifuged for 15 min at 15 000 rpm at 4°C. The obtained supernatant was used in the measurements of antioxidant enzyme activities such as ascorbate peroxidase (APX), catalase (CAT), peroxidase (POD), and superoxide dismutase (SOD) (Zhang et al., 2006). The ascorbate peroxidase (APX) activity was determined by recording the decline in absorbance at 290 nm as ascorbate is oxidised in the presence of hydrogen peroxide (H₂O₂). Activity measurement was performed with a mixture consisting of 0.5 mM ascorbate, 100 mM sodium phosphate buffer (pH 7.0) and enzyme extract. The reaction was started by adding H₂O₂ to the indicated mixture. APX activity of samples was defined as mg protein⁻¹ min⁻¹. The catalase (CAT) activity of samples was assayed by measuring the decomposition of H₂O₂ by the catalase enzyme present in the crude extract. The reaction mixture contained 100 mM sodium phosphate buffer (pH 7.0), 30 mM H₂O₂, and 100 µL of crude extract. One unit (U) of CAT activity was expressed as the amount of enzyme that caused an absorbance change of 0.001 per minute under assay conditions. The peroxidase (POD) activity was determined by measuring the oxidation of guaiacol, in the presence of H₂O₂ by the peroxidase enzyme present in the enzyme extract. The reaction mixture contained 2 mL of buffer (composed of 400 µL of 8 mM guaiacol and 1600 µL of 100 mM sodium phosphate buffer, pH 6.4), 1 mL of 24 mM H₂O₂, and 0.5 mL of enzyme extract. Absorbance values were recorded twice at 30-s intervals at 470 nm. POD activity was expressed as U µl⁻¹ min⁻¹. The superoxide dismutase (SOD) activity was determined by inhibition of the photochemical reduction of NBT (nitroblue tetrazolium). The reaction mixture (5 ml) consisted of 50 mM sodium phosphate buffer (pH 7.4), 130 mM methionine, nitroblue tetrazolium (750 µM), EDTA (100 µM), riboflavin (20 µM), and enzyme extract (100 µL). Each sample was illuminated with light (60 mol m⁻² s⁻¹) for 15 minutes, and absorbance was then read at 560 nm. One unit (U) of SOD activity was expressed as a U mg⁻¹ protein.

Relative water content (RWC)

RWC of leaves was measured using the method of Turfan et al. (2024). First, the fresh weight of approximately 1 cm leaf discs was recorded (Fresh Weight: FW). The leaf discs were then placed in a petri dish filled with deionised water and kept there for 4 hours. After noting the turgid weight (TW) of the samples, they were dried in an oven at 70°C for 48 hours. Finally, the dry weight was recorded, and the leaf RWC was calculated using the following formula: $RWC (\%) = [(FW - DW) / (TW - DW)] \times 100$ (I)

FW: Fresh weight, DW: Dry weight, TW: Turgid weight

Statistical Analysis

All experimental data related to the amino acids, melatonin and potassium supplements to the spinach seedlings under drought stress on growth rate traits, chemical constituents, and element accumulation were subjected to multiple analyses of variance (MANOVA) using SPSS statistical software (SPSS for Windows, Version 16).

Following the results of MANOVA, Tukey's honest significance difference (HSD) test ($\alpha = 0.05$) was also applied.

Results

Variation of morphological traits in the spinach seedlings

The present experiment gives data from the growth rate traits obtained in Table 3. Shoot height ranged from 11.26 to 20.82 cm, root height from 9.24 to 14.99 cm, fresh weight of a plant from 5.15 to 10.90 g, and fresh weight of a leaf from 0.81 to 1.55 g, respectively.

Table 3. Variation of leaf growth rate parameters of spinach seedlings

	SH (cm)	RH (cm)	P-FW (g)	L-FW (g)	LH (cm)	LBH (cm)	LW (cm)	Leaf number
Control	14.98±0.13 ^c	12.85±12 ^{ab}	6.80±0.11 ^c	1.06±0.03 ^c	10.85±0.18 ^b	6.92±0.04 ^b	3.98±0.05 ^b	11.3±0.22 ^b
WD	11.26±0.13 ^d	9.24±0.09 ^c	5.15±0.08 ^d	0.81±0.02 ^d	9.54±0.10 ^c	5.82±0.05 ^c	3.50±0.07 ^c	9.8±0.14 ^c
Asn	17.96±0.20 ^b	14.25±0.08 ^a	10.10±0.14 ^a	1.39±0.02 ^a	12.20±0.13 ^{ab}	8.02±0.04 ^a	4.97±0.04 ^{ab}	13.1±0.24 ^a
Asn-WD	16.54±0.18 ^b	13.06±0.17 ^{ab}	7.83±0.09 ^{bc}	1.11±0.03 ^b	11.59±0.15 ^b	7.11±0.03 ^b	4.02±0.05 ^b	11.2±0.14 ^b
Mel	16.84±0.18 ^b	13.98±0.11 ^a	8.71±0.10 ^b	1.15±0.03 ^b	12.39±0.16 ^{ab}	7.49±0.09 ^{ab}	4.13±0.03 ^b	12.4±0.16 ^{ab}
Mel-WD	15.78±0.11 ^{bc}	12.98±0.09 ^{ab}	7.59±0.08 ^{bc}	1.11±0.03 ^b	12.00±0.08 ^b	7.11±0.05 ^b	3.91±0.03 ^{bc}	10.6±0.16 ^b
Phe	17.30±0.15 ^b	14.31±0.10 ^a	8.88±0.10 ^b	1.32±0.03 ^{ab}	13.84±0.10 ^a	7.85±0.12 ^{ab}	4.88±0.09 ^{ab}	12.8±0.20 ^{ab}
Phe-WD	16.02±0.10 ^{bc}	12.37±0.96 ^b	7.87±0.10 ^{bc}	1.18±0.02 ^b	12.28±0.11 ^{ab}	7.26±0.07 ^{ab}	4.50±0.09 ^{ab}	11.5±0.17 ^b
KNO ₃	20.82±0.07 ^a	14.99±0.11 ^a	10.90±0.06 ^a	1.55±0.04 ^a	14.01±0.05 ^a	8.65±0.11 ^a	5.10±0.02 ^a	13.4±0.17 ^a
KNO ₃ -WD	17.32±0.12 ^b	13.07±0.09 ^{ab}	7.98±0.07 ^{bc}	1.29±0.03 ^{ab}	12.07±0.16 ^{ab}	8.24±0.13 ^a	4.62±0.08 ^{ab}	11.3±0.16 ^b
F	424.07	27.604	323.224	191.82	86.50	138.98	148.17	45.04
P	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

*, Means ($\pm$; n=10 in the same column for each trait in each group with the same lower-case letter are not significantly different by the MANOVA test at $P < 0.001$. WD: Water deficient, Asn: Asparagine, Mel: Melatonin, Phe: L-Phenylalanine; SH: Shoot height, RH: Root height, P-FW: Plant fresh weight, L-FW: Leaf fresh weight, LH: Leaf height, LBH: Leaf blade height, LW: Lamina width.

Water deficiency caused a 24.81% decrease in shoot development, a 27.61% decrease in root length and a 24.34% decrease in fresh weight compared to the control ($P < 0.001$). Fresh weight was in the range of 0.81 and 1.55 g, leaf height in the range of 9.54 and 13.84 cm, blade height in the range of 5.82 and 8.65 cm, and blade width between 3.50 and 4.88 cm. Leaf numbers ranged from 9.80 to 13.40, and they were found to be highest with just the KNO₃ supplement and the lowest with the WD (Table 3). Results exhibited that WD application led to a significant decline in growth rate traits, which was reflected in a reduction in shoot, root, and leaf characteristics (Table 3). On the contrary, foliar applications led to an increase in these parameters. However, the growth rates of seedlings exogenously supplemented with four substances under water stress were lower than those treated with just four stimulators.

Variation of pigment and secondary metabolite content

The effect of Asn+WD, Mel+WD, Phe+WD, and KNO₃+WD supplements on the pigment and secondary metabolites in spinach seedlings was summarised in Figure 1a-f.

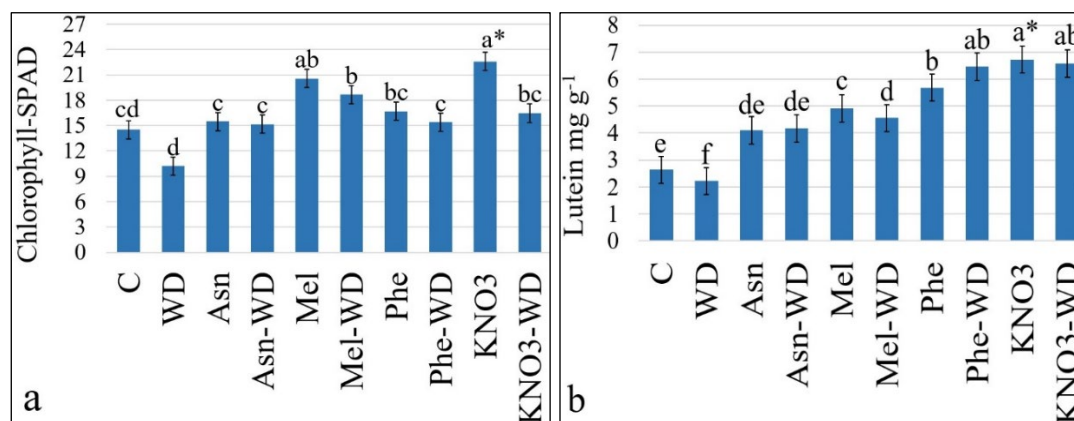


Figure 1. Variation of chlorophyll (a) and lutein (b) in the seedling. C: Control, WD: Water deficiency, Asn: Asparagine, Mel: Melatonin, Phe: Phenylalanine. *: Means ($\pm$; n=3 in the same column for each trait in each group with the same lower-case letter are not significantly different by the MANOVA test at $P < 0.001$.

The chlorophyll content (SPAD) of the seedlings varied between 10.22 and 22.59, with the lowest value in the WD-stressed group (29.61%) and the highest value in the just KNO₃ (55.62%) and Mel (41.76%)-applied seedlings (Figure 1a). The stimulants that most enriched the amount of chlorophyll in the WD-stressed group were Mel at 82%, followed by KNO₃ at 61.25%. Lutein content was the lowest in the control (2.64 mg), but it reached the highest values with the KNO₃ (6.59-6.73 mg) and the Phe-applied groups (4.46-5.26 mg) (Figure 1b).

Secondary metabolites, including anthocyanin, polyphenol, flavonoid, and also enzymes involved (PPO) in the synthesis of these compounds significantly altered ($P < 0.001$) by WD and exogenous supplementations (Figures 2a-d). The WD stress caused a notable decrease in anthocyanin (38.78%), flavonoid (22.91%) and total phenolic compounds (26.36%) regarding the control. Contrarily, the highest incremental values of these compounds were achieved with just the Phe application (82.59%, 58.77%, and 82.00%, respectively).

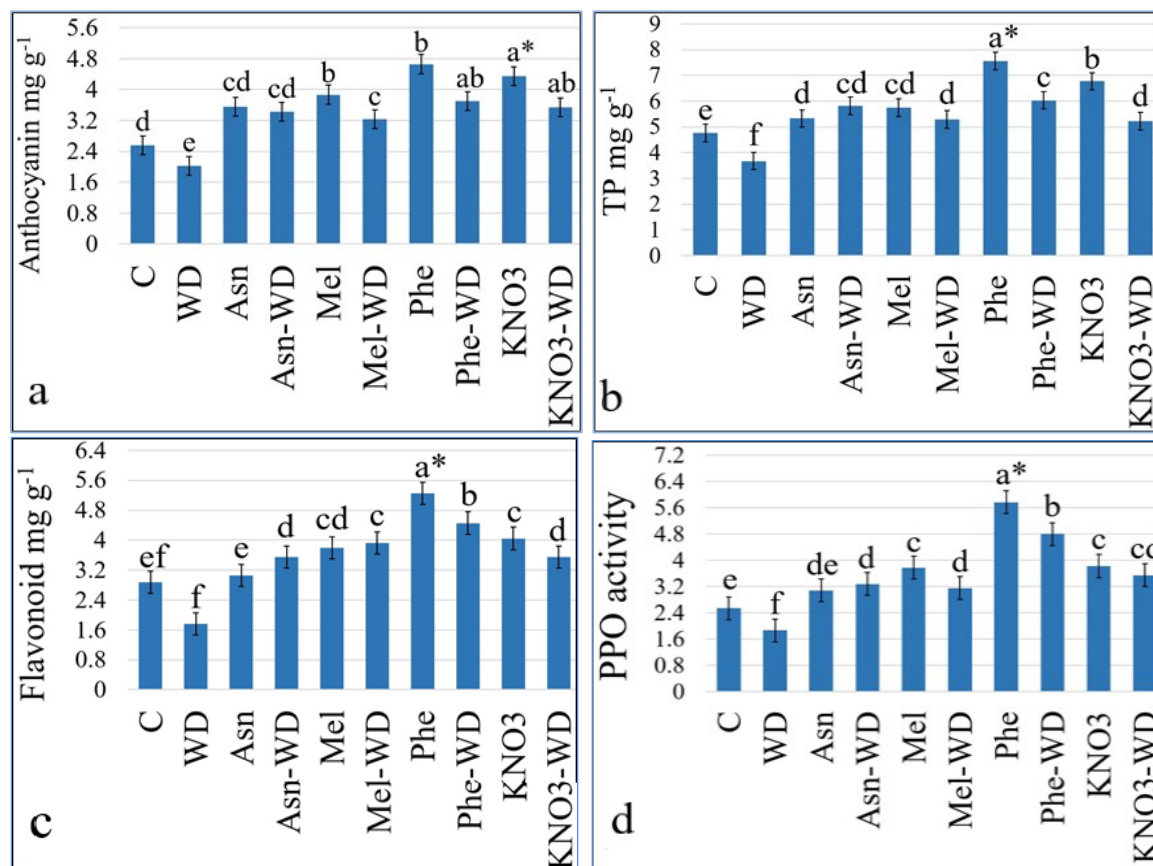


Figure 2. Variation of anthocyanin (a), total phenolic (TP: b), flavonoid (c), and polyphenol oxidase activity (PPO: d) in the seedling. C: Control, WD: Water deficiency, Asn: Asparagine, Mel: Melatonin, Phe: Phenylalanine. *: Means ($\pm$; $n=3$ in the same column for each trait in each group with the same lower-case letter are not significantly different by the MANOVA test at $P < 0.001$.

PPO activity in seedlings varied from 1.87 to 5.77 EU, significantly decreasing with the WD (26.36%). Enzyme activity peaked with the Phe supplement, followed by the Phe-WD group (Figure 2d).

Nitrogenous compounds

The total nitrate (NT) content of spinach seedlings ranged from 1.65 mg (Phe) to 4.89 mg (WD) (Figure 2a). The nitrate accumulation of seedlings ranged from 2.13 to 4.96 mg (WD-KNO₃), proline from 8.70 (WD) to 17.88 (Asn), and GB from 1.71 (WD) to 4.35 mg (Asn), respectively (Figure 3a-d). The WD evoked the accumulation of nitrate, whereas it reduced the proline and GB contents. In addition, the four substances improved the amount of proline and GB in both unstressed and drought-stressed seedlings while significantly suppressing nitrate accumulation (Figure 3b-3c). Compared to the control, the highest proline and GB contents in the seedlings were found in the Asn group, while the lowest nitrate content was seen in the KNO₃ and the Phe groups. In this study, RWC levels were in the range of 58.66% (WD) and 90.46% (KNO₃) in seedlings (Figure 3d). With the

supplementation of the four substances, there was a significant increase in RWC levels, even in those subjected to drought. In unstressed plants, the highest RWC level was recorded with Asn (26.00%) and Mel (28.44%), while the highest RWC level was obtained with KNO₃ (24.51%) and Mel (17.60%) application in WD-stressed groups (Figure 3d).

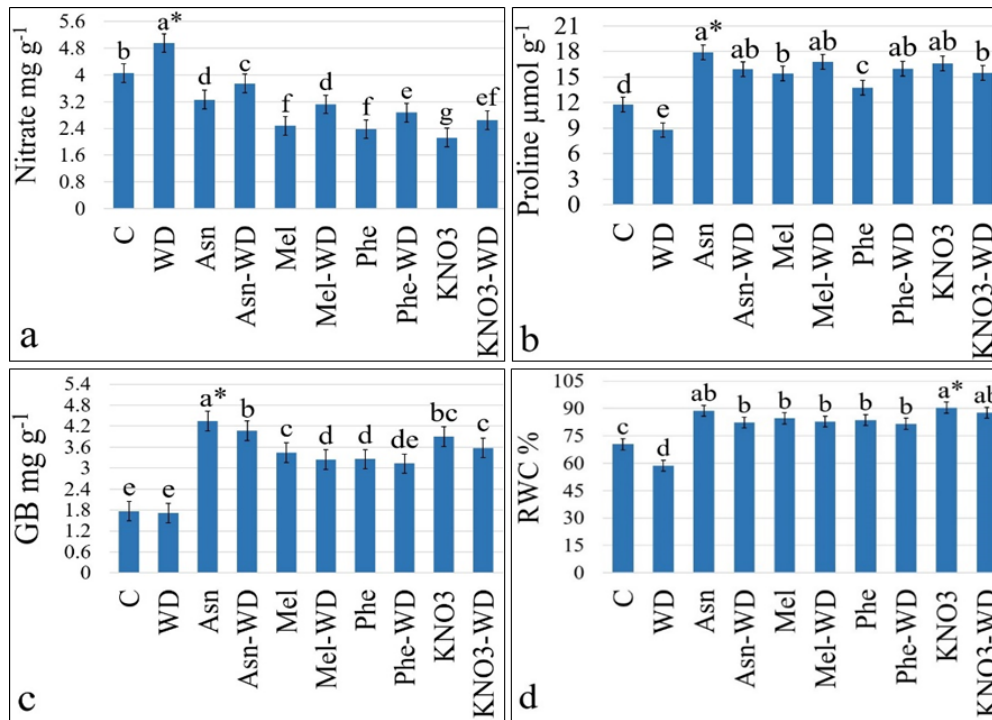


Figure 3. Variation of total nitrate (a), proline (b), glycine betaine (c), and RWC (d) in seedlings. C: Control, WD: Water deficiency, Asn: Asparagine, Mel: Melatonin, Phe: Phenylalanine, GB: Glycinebetaine. *: Means ($\pm$; $n=3$ in the same column for each trait in each group with the same lower-case letter are not significantly different by the MANOVA test at $P < 0.001$.

Variation of Oxidative Stress and Enzyme Activities

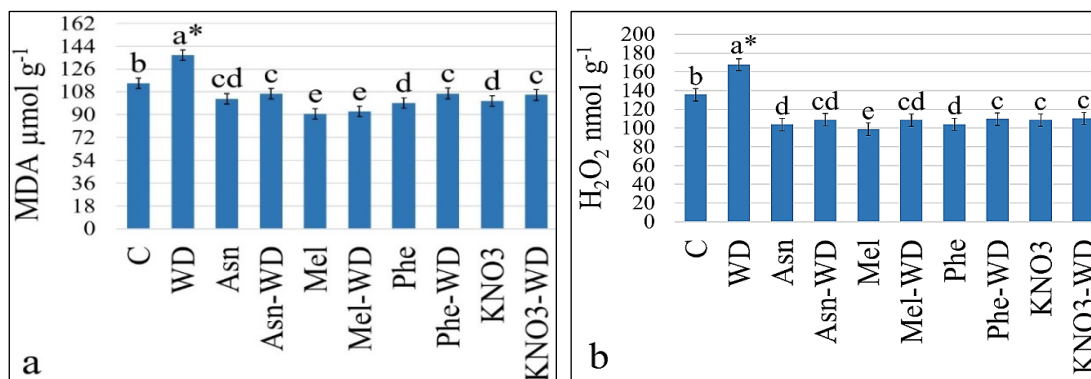


Figure 4. Variation of MDA (a) and H₂O₂ (b) concentrations of seedlings. C: Control, WD: Water deficiency, Asn: Asparagine, Mel: Melatonin, Phe: Phenylalanine; *: Means ($\pm$; $n=3$ in the same column for each trait in each group with the same lower-case letter are not significantly different by MANOVA test at $P < 0.001$.

In this study, there was a marked rise in MDA (19.50%) and H_2O_2 (23.70%) contents in the stressed seedlings compared to the control. In contrast, a considerable reduction occurred in the levels of MDA and H_2O_2 with just four supplements in the unstressed seedlings, especially in the Mel-applied (20.83, 27.16%) (Figure 4a-b). However, exogenous supplements to WD-suffered seedlings reduced MDA and H_2O_2 content compared to just stimulants applied groups.

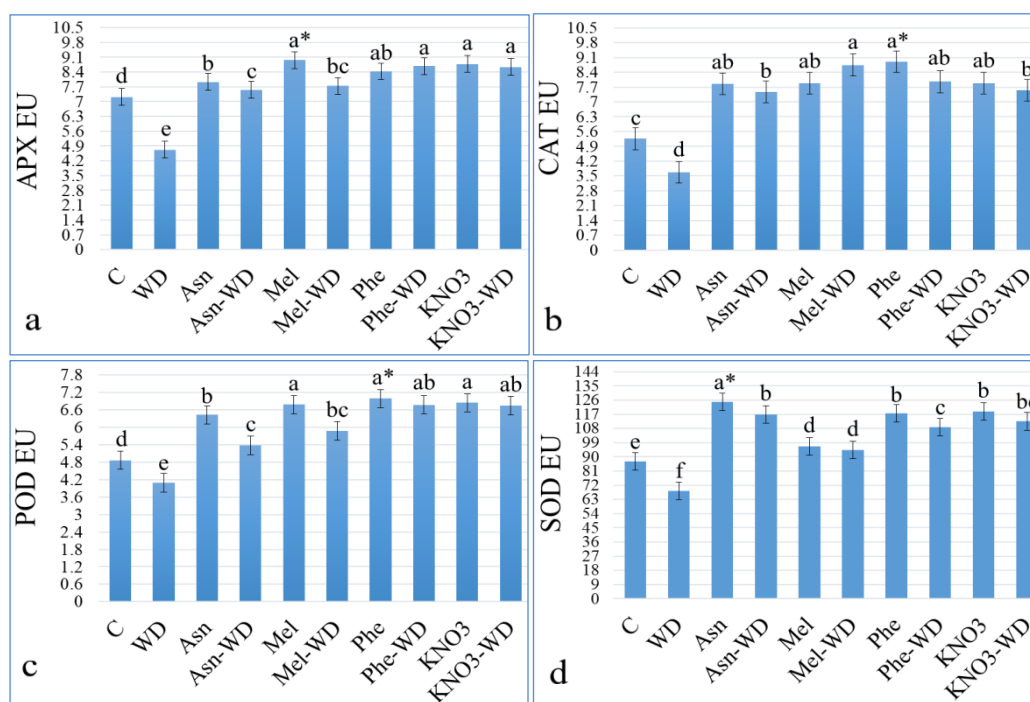


Figure 5. Variations of APX (a), CAT (b), POD (c), and SOD (d) activities in spinach seedlings. *: Means ($\pm$, $n=3$ in the same column for each trait in each group with the same lower-case letter are not significantly different by the MANOVA test at $P<0.001$. C: Control, WD: Water deficiency, Asn: Asparagine, Mel: Melatonin, Phe: Phenylalanine

Regarding antioxidant enzymes, the activity of APX, CAT, POD, and SOD ranged from 4.72 to 8.97 (WD-Mel), from 3.67 to 8.89 (WD-Phe), from 4.09 to 6.99 (WD-Phe), and from 64.49 to 124.66 (WD-Asn) EU, respectively (Figure 5a, d). The WD stress caused a noticeable decline in the activity of four enzymes compared to the control group. In contrast, supplements with Asn, Phe, Mel, and KNO_3 led to elevated activity in four enzymes (Figure 5a, d). In seedlings subjected to WD, APX activity peaked in KNO_3 -supplied plants at 8.64 EU. In contrast, CAT activity was highest in Mel-treated plants (8.75 EU), POD activity peaked with Phe treatment (6.78 EU), and SOD activity reached its maximum with Asn treatment (124.66 EU), as shown in Figures 5a-d.

Mineral Status of Samples

In this study, there was a significant alteration in the levels of the essential elements, such as Mg, S, P, K, and Ca, depending on applications ($P<0.001$). A notable reduction occurred with the WD in the Mg and Ca, while a

noticeable boost was observed in the S, P, and K concentrations (Table 4). The highest Mg was found in Mel-supplied seedlings, but the highest S, K and Ca content was recorded with the KNO₃-provided group (Table 4). On the other hand, the lowest levels of Mg and Ca were obtained from the WD-stressed groups, the lowest K in the control, and the lowest S in just the Mel-provided groups (Table 4).

Table 4. Variation of P, K, Ca, Mg and S status of spinach seedlings (in mg kg⁻¹)

Group	P	K	Ca	Mg	S
Control	9888±20 ^b	56455±140 ⁱ	44221±120 ^c	18466±120 ^c	4656±20 ^e
WD	12458±120 ^a	86444±140 ^a	38866±120 ^d	13646±120 ^d	5866±20 ^a
Asn	9246±20 ^d	64322±140 ^b	46880±120 ^{bc}	22455±200 ^b	4876±20 ^{de}
Asn-WD	9472±20 ^c	66368±140 ^{fg}	48456±120 ^b	21456±200 ^b	5234±20 ^c
Mel	8876±20 ^e	74522±140 ^c	45622±120 ^c	24366±200 ^a	5068±20 ^d
Mel-WD	9285±20 ^{cd}	68464±140 ^g	44764±120 ^c	22856±200 ^b	5428±20 ^b
Phe	9025±20 ^d	76478±140 ^d	47817±120 ^b	21648±200 ^b	4426±20 ^f
Phe-WD	9328±20 ^{cd}	72344±140 ^f	50432±130 ^a	20542±200 ^{bc}	4618±20 ^e
KNO ₃	9144±20 ^d	82268±140 ^b	48764±120 ^b	21548±200 ^b	5542±20 ^b
KNO ₃ -WD	9466±20 ^c	78566±140 ^c	45345±120 ^c	20166±200 ^{bc}	5256±20 ^c
F	1417549	74707579	10154132	10595528	300759
P	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

*: Means (±: n=3 in the same column for each trait in each group with the same lower-case letter are not significantly different by the MANOVA test at $P \leq 0.05$. WD: Water deficient, Asn: Asparagine, Mel: Melatonin, Phe: L-Phenylalanine

Table 5. Variation of Fe, Zn, Cu, Mn and Ni status of spinach seedlings (in mg kg⁻¹)

Group	Fe	Zn	Cu	Mn	Ni
Control	622.8±20 ^e	78.7±4.6 ^f	13.8±1.5 ^c	156.5±14 ^{de}	36.5±2.8 ^d
WD	586.6±20 ^f	84.2±5.2 ^{cd}	18.7±1.7 ^a	142.4±12 ^e	46.9±3.6 ^a
Asn	652.7±20 ^e	78.9±4.7 ^f	12.6±1.1 ^d	168.5±16 ^c	34.8±2.4 ^e
Asn-WD	644.4±20 ^d	70.6±4.4 ^g	15.3±1.3 ^{bc}	175.5±16 ^{bc}	38.9±2.8 ^c
Mel	653.8±20 ^e	84.4±5.2 ^{cd}	14.8±1.3 ^c	188.7±6 ^a	40.5±3.2 ^b
Mel-WD	648.2±20 ^d	86.8±6.2 ^c	16.9±1.4 ^{ab}	184.6±18 ^{ab}	38.8±2.8 ^c
Phe	678.6±20 ^a	90.6±6.4 ^b	15.4±1.4 ^{bc}	174.4±15 ^{bc}	40.4±3.7 ^b
Phe-WD	654.4±20 ^c	94.6±6.8 ^a	18.3±1.4 ^a	178.9±25 ^b	44.7±4.1 ^{ab}
KNO ₃	654.8±20 ^c	84.4±5.2 ^{cd}	16.4±1.4 ^b	158.3±14 ^d	38.9±3.6 ^c
KNO ₃ -WD	644.7±20 ^d	82.7±5.2 ^e	18.6±1.4 ^a	165.7±15 ^{cd}	35.6±3.2 ^d
F	3411228	21148089	245543	83487	27641
P	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

*: Means (±: n=3 in the same column for each trait in each group with the same lower-case letter are not significantly different by MANOVA test at $P < 0.05$. WD: Water deficient, Asn: Asparagine, Mel: Melatonin, Phe: L-Phenylalanine.

The results of micronutrient average values are given in Table 5. The highest and lowest values recorded for Mn, Fe, Ni, Cu and Zn (in mg kg⁻¹) were in the range of 142.4-188.7, 586.6-64.8, 35.6-46.9, 13.8-18.6 and 70.6-94.6, respectively. The lowest levels of those elements compared to the control were recorded with the WD-stressed groups, except Ni (the KNO₃-WD) (Table 5).

Discussion

Leafy plants may require considerable energy for cell expansion and differentiation activities; hence, water deficiency can spell a catastrophe for them at these stages (Haghighia et al., 2020). The results revealed that WD caused an essential decrease in shoot and root length, shoot and root fresh weight, and leaf development in spinach seedlings. Still, exogenous Asn, Phe, Mel, and KNO₃ supplements eliminated drought stress's adverse effects on these parameters (Table 3). However, the growth rates of seedlings treated with stimulant alone were higher than those of seedlings supplemented with stimulant along with drought and the control group seedlings. Also, among all groups, KNO₃ was the application that improved growth rates the most, followed by Asn and Phe, respectively (Table 3). Consistent with the results, Haghighia et al. (2020) in cabbage (Ekinici et al., 2015; Ors and Suarez, 2017) in spinach, Ramzan et al. (2023) in mustard, observed a reduction in the growth rate of seedlings by WD stress, in contrast to the control group. Likewise, while the improvement effect of the exogenous amino acid supplement on the growth traits in lettuce under water stress was shown by Yang et al. (2020) and Khan et al. (2019), a positive effect of potassium on spinach growth grown under drought was demonstrated by Gilani et al. (2020), and Bukhari et al. (2023). Further, an increased growth rate in the cucumber and Brassica with exogenous Mel application under drought conditions was reported by Zhang et al. (2013) and Mir et al. (2020). All researchers claimed that drought stress declines the growth traits of plants by inhibiting cell expansion with a lower cell turgor, reducing photosynthetic gain, and preventing chlorophyll synthesis. However, the use of exogenous enhancer supplements has been proven to be highly effective in alleviating the effects of drought damage by providing a boost to various plant activities such as cell development, photosynthesis, turgor/osmotic adjustment, and senescence delay (Soares et al., 2020; Seymen et al., 2024).

The agronomical qualities of vegetables depend on photosynthesis, which is driven by the efficiencies of photosynthetic pigments, the amount of which is affected by the light, temperature and water status of leaf tissues (Zahoor et al., 2017). Therefore, a more excellent pigment value means a healthier plant and a higher yield. In this study, drought-stressed seedlings had significantly lower chlorophyll and lutein levels than the control group (Figure 1a, 1b). However, the supplements of those stimulants to the WD-stressed seedlings resulted in an improvement in chlorophyll content. The stimulants that most improved the amount of chlorophyll in seedlings exposed to drought were Mel and KNO₃, while the amount of lutein was enriched by KNO₃ and Mel (Figure 1a-b). The decremental values in chlorophyll and lutein were associated with the breakdown of pigment molecules due to water stress, whereas the incremental values have been associated with the improving effect of the applied stimulants on pigment biosynthesis, nitrogen utilisation and antioxidant defence (Mir et al., 2020; Kaya and Shabala, 2023). The findings are consistent with previous studies that have recorded a comparable decline in chlorophyll and carotenoid under water deficiency. Similar observations for cabbage, lettuce, and spinach subjected to drought stress were reported by Haghighia et al. (2020), Jalali et al. (2020), and Turfan (2023b). However, the contribution of exogenous amino acids, Mel, and KNO₃ to the accumulation of chlorophyll and carotenoid under water stress has been demonstrated by the studies of Gilani et al. (2020) and Fang et al. (2022), who examined the effects of drought on spinach and sesame. Likewise, Jiao et al. (2018),

Haider et al. (2021), and Turfan (2023a) observed enhanced chlorophyll and carotenoid with amino acids, Mel, and KNO₃ under natural conditions in many species.

The secondary products, such as anthocyanins, polyphenol, and flavonoids, contained in spinach contribute to the development of spinach under stress conditions by strengthening cell walls, inhibiting lipid peroxidation, and scavenging ROS (Aghaei et al., 2019). In this study, anthocyanin, flavonoid, and total phenol, as well as the activity of the PPO enzyme responsible for the synthesis of these compounds, were significantly reduced by water stress ($P<0.001$). However, exogenous supplementation of the four substances significantly promoted their accumulation (Figure 2a-d). The highest levels of these four substances in the WD and unstressed seedlings were reached with the Phe supplement, followed by the KNO₃ (Figure 2a-d). The decremental values of secondary metabolites under water-deficient conditions agreed with the results of Naz et al. (2020). Enhanced levels of secondary metabolites are consistent with previous observations by Haghighia et al. (2020) and Ramzan et al. (2023), who sprayed cabbage and mustard with amino acids exposed to the abiotic stresses. Similarly, the improvement effect of Mel on the secondary metabolism in moringa, cabbage, and lettuce subjected to water deficiency has been shown by Zhang et al. (2016) and Sadak et al. (2020) studies. In contrast, the enrichment effect of KNO₃ on those substances has been reported by Bukhari et al. (2023) and Turfan (2023a,b).

Underwater shortage conditions, plants may accumulate nitrate due to reduced utilisation for organic molecule synthesis (Chen et al., 2021). In this study, while drought application led to nitrate accumulation, its accumulation was, on the contrary, inhibited by exogenous Phe, Mel and KNO₃ supplements. However, there was a second increase in nitrate level with the WD-Asn supplements compared to the control (Figure 3a). Although the seedlings treated with Phe and KNO₃ had the lowest NT level, a significant decrease occurred in the groups exposed to the WD stress with these substances (Figure 3a). Similarly, Chen et al. (2021), Turfan (2023b), and Sadak (2022) observed that nitrate accumulation in drought-exposed plants was minimised by the application of biostimulants. One possible explanation for why Mel, Phe, and KNO₃ fertilisers reduced NT accumulation in spinach seedlings is that these substances promote nitrogen utilisation in the synthesis of pigments, amino acids, and other nitrogenous compounds (Jiao et al., 2018; Jalali et al., 2020). As another nitrogen source, proline and glycine betaine (GB) contribute to coping with drought damage by adjusting cell turgor or preventing osmotic stress, preventing the structures of membrane lipids, proteins and pigments from oxidation (El-Bauome et al., 2022; Turfan, 2023b). Therefore, increased osmolytes in the cells indicate drought resistance in plants (Ibrahim et al., 2020). In the study, the seedlings exposed to water deficiency were the poorest group in terms of both compounds (Figure 3a-3b). On the contrary, in unstressed seedlings, the group most affluent in proline and GB was that which supplied only ASN (Figures 3b-c). On the other hand, among the WD-stressed plants, the seedlings treated with Mel had the highest levels of proline, while the Asn-provided group exhibited the highest levels of GB (Figure 3b-3c). Consistent with this study, Zahoor et al. (2017) and Bahar et al. (2021) results also proved that proline accumulation is less in drought-sensitive plants, but this phenomenon was reversed with exogenous amino acids (cotton, spinach, moringa), melatonin (spinach) and KNO₃ (potato) supplements. Likewise, Turfan (2023a) suggested that water stress inhibited GB accumulation in plants significantly, while low temperature may promote its accumulation. Chen et al. (2021), Khan et al. (2019),

and Min et al. (2021) have demonstrated that proline and GB contribute to improving the nutritional quality as well as the appearance of crops due to osmoprotectant and antioxidant properties under abiotic stresses.

The water deficiency adversely affects RWC levels of leaves, causing osmotic stress evoked by intracellular water deficiency, thereby suppressing water uptake and the accumulation of compatible solutes (Ahanger and Agarwal, 2017). In this study, the WD stress caused a critical reduction in the RWC ratio compared to the control (Figure 3d). The highest level was achieved by just the KNO_3 , followed by the Asn-applied seedlings. In addition, RWC content was significantly increased in drought-stressed seedlings upon exogenous KNO_3 and Mel supplements (Figure 3d). In corroboration with our results, Ekinci et al. (2015), and Ahanger and Agarwal (2017) observed that decreased RWC in leafy vegetables under water stress caused severe losses in quality and yield by interrupting cell division, photosynthesis, and nitrogen-carbon metabolism. However, exogenous Asn (Qu et al., 2019), Phe (Ramzan et al., 2023), Mel (Mir et al., 2020), and potassium (Zahoor et al., 2017) applications have been declared to improve RWC levels of plants by accumulating osmolytes in the cells, controlling transpiration efficiency of leaves and promoting the growth of root cells. It has been suggested that four substances have played essential roles in the maintenance of RWC levels of leaves by regulating the uptake of water (Ahanger and Agarwal, 2017), inducing osmolyte accumulations (Soares et al., 2020), and also preventing membrane injuries (El-Bauome et al., 2022).

Although MDA and ROS are byproducts of normal metabolic reactions in plant cells, excessive buildup has also been considered a well-defined oxidative stress indicator. Both can lead to the degradation of proteins, enzymes, and DNA/RNA structures (Kaya and Shabala, 2023). In this study, the drought-stressed group exhibited the highest level of MDA and H_2O_2 , while the Mel-provided groups displayed the lowest levels. While the inhibitory effect of these stimulants on MDA and H_2O_2 accumulation in unstressed plants was in the order of Mel, Phe, KNO_3 and Asn, their effects under water deficiency were in the order of Mel, Asn, Phe, and KNO_3 (Figure 4a-b). Consistent with the literature, high MDA and H_2O_2 levels were associated with cellular membranes' destruction and organic molecules' degradation due to oxidative stress caused by water deficiency. Previous studies displayed that WD stress resulted in a rise in MDA and H_2O_2 of spinach (Turfan, 2017), cabbage (Haider et al., 2021), and cauliflower (El-Bauome et al., 2022), which aligns with our findings. The lower MDA and H_2O_2 levels of the four substances are probably attributable to the higher osmolyte accumulation, production of secondary metabolites, and enzyme activity, which are promoted by the used substances. (Figure 4a-d). It has been shown by different studies that the induced activities of enzymes by antioxidant molecules permitted stressed plants to prevent ROS generation, resulting in an abatement of the injury of ROS-induced oxidative stress (Turfan et al., 2024).

Although water deficiency can excite oxidative stress, plants have evolved defence systems, including non-enzymatic (osmolytes, pigments, secondary metabolites) and enzymatic (APX, CAT, POD, and SOD) molecules, to cope with the destructive effect of its. Results revealed that the WD-stressed seedlings exhibited a lower ($P < 0.001$) activity of APX, CAT, POD, and SOD enzymes compared to the control (Figure 5a-d). On the contrary, with the four substances, a noticeable boost in the activity of the four enzymes was observed in both WD-applied and unstressed plants. While the enhancement effects of enzymes in unstressed seedlings were

observed as Mel, Phe, KNO₃, and Asn in WD-applied seedlings, this order was determined as Phe, KNO₃, Mel, and Asn. Results of enzymes demonstrated that water deficient declined APX, CAT, POD, and SOD activities, but exogenous supplements of four stimulators work in line with the expected purpose by strengthening against drought by the antioxidant defence in spinach seedlings. In harmony with our results, Gilani et al. (2020), and Haider et al. (2021) reported decremental values in enzyme activity under water stress in maize, spinach, and lettuce. Moreover, all authors stated that the inhibitory effect of WD on enzyme activity could be ameliorated through amino acids, melatonin and potassium. This increment in APX, CAT, POD, and SOD may be due to these substances' role in enhancing antioxidants that neutralize ROS, associated with oxidative stress. Another study revealed that supplying amino acids and KNO₃ contributed to the inhibition of ROS, such as H₂O₂, O₂^{•-}, and OH, by preventing oxidative stress (Bahar et al., 2021; Turfan et al., 2024).

Underwater scarcity conditions, mineral deficiency or toxicity may occur in plants due to damage to plant roots and disruption of plant-water relations (Zhang et al., 2013). In this study, the WD reduced the Mg and Ca content but increased the S, P, and K content. In unstressed seedlings, Mg was the highest with the Mel and S, K, and Ca were the highest with the KNO₃ (Table 4). In the WD-stressed group, Mg reached the highest level with Mel, P with Asn, S with KNO₃ and Ca with Phe, respectively (Table 4). The high S, P, and K levels in seedlings under water restriction may be due to the interruption of protein and carbohydrate metabolism due to the adverse effects of drought stress (Ibrahim et al., 2020). As it is known, while P participates in the structure of sugars, amino acids and nucleic acids, the K element also plays a vital role in maintaining the osmotic balance in the leaves (Ahanger and Agarwal, 2017). Sulfur is the structural element of amino acids, vitamins and some enzymes. It has also been reported by Ibrahim et al. (2020) and Bahar et al. (2021) that these elements accumulate in the leaves because these metabolisms are blocked by water deficiency. A decrease in Mg content due to water restriction may be related to antagonism between K and Mg and a reduction in pigment synthesis in the leaf. A lower level of Ca with water shortage was associated with Ca being an immobile element. The low water content suppressed Ca absorption from the roots. Wen et al. (2017) and Haghghia et al. (2020) observed similar results by foliar spray of amino acid in maize under water stress and in peas and cabbage under water stress. The same responses with Mel and KNO₃ were cited by Mir et al. (2020), Haider et al. (2021), and Fang et al. (2022) in dark leafy species. Likewise, similar to this study, Bukhari et al. (2023) and Turfan (2023b) revealed no statistical difference between the P content of the dark leafy plants under water deficiency.

Trace element amounts, including Mn, Fe, Ni, Cu, and Zn, showed significant changes according to the applications. At the same time, Mn and Fe contents decreased with drought, Asn reduced Ni and Cu contents, and Zn contents were reduced by Phe-WD (Table 5). Variations in trace element levels in leaves may be due to the differences in the elements' mobility and the effect of the four supplied substances on the uptake of the elements (Turfan, 2023b). Additionally, differences in the interactions of amino acids with cations/anions may have affected trace element accumulation in seedlings (Turfan, 2025).

Conclusions

This study examined the impacts of exogenous supplements asparagine, phenylalanine, melatonin, and potassium nitrate on spinach seedlings under water stress, focusing on growth, bioactive chemicals, antioxidant enzymes, and mineral status. Results showed that WD negatively impacted growth traits, accumulations of pigments, secondary metabolites, nitrogenous compounds, and enzyme activity. However, supplements of Asn, Phe, Mel, and KNO₃ improved these attributes, even under stress. KNO₃ was the most effective in mitigating water stress, followed by Phe. When comparing enzyme activities in seedlings experiencing WD, it was observed that APX was activated by KNO₃ and Mel; CAT was activated by Mel and Phe; POD was induced by Phe and KNO₃; and SOD was stimulated by Asn and KNO₃. Also, Mel reduced MDA and H₂O₂ levels in WD-stressed seedlings, while Asn and KNO₃ improved RWC. The WD stressed plants had lower levels of Mg, Ca, Mn, and Fe but higher levels of K, P, S, Ni, Cu, and Zn. Additionally, seedlings under WD stress with stimulant provision displayed increased microelement content compared to those treated alone. In conclusion, growth rate, nutrients, and enzyme activity were increased in Acosta 1 spinach seedlings upon exogenous supplements of amino acids, melatonin, and KNO₃, even in groups stressed with WD. The KNO₃ and Phe were the most effective applications for drought resistance in spinach cultivation. The responses of any species to water stress reveal insights into their physiological mechanisms. Understanding how exogenous stimulants alter drought tolerance can help optimise agricultural production in water-limited areas and improve nutrient quality. Given the positive effects of KNO₃ and Phe, they are offered as exogenous supplements to enhance spinach cultivation and nutritional quality in arid and semi-arid regions.

Acknowledgements

The study does not require approval from an ethics committee. The article has been prepared according to research and publication ethics. Since the study has only one author, there are no conflicts of interest

References

- Aghaei, K., Pirbalouti, A.G., Mousavi, A., Badi, H.N. and Mehnatkesh, A. 2019. Effects of foliar spraying of L-phenylalanine and application of bio-fertilisers on growth, yield and essential oil of hyssop [*Hyssopus officinalis* L. subsp. *Angustifolius* (Bieb.)]. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 21: 101318.
- Ahanger, M.A. and Agarwal, R.M. 2017. Potassium up-regulates antioxidant metabolism and alleviates growth inhibition under water and osmotic stress in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Protoplasma*, 254 (4): 1471-1486.
- Ahmad, S., Su, W., Kamran, M., Ahmad, I., Meng, X., Wu, X., Javed, T. and Han, Q. 2020. Foliar application of melatonin delays leaf senescence in maize by improving the antioxidant defence system and enhancing photosynthetic capacity in semiarid regions. *Protoplasma*, 57(4):1079-1092.

- Akın, S. and Kaya, C. 2023. Asparagine and nitric oxide jointly enhance antioxidant capacity and nitrogen metabolism to improve drought resistance in cotton: Evidence from long-term field trials. *Food and Energy Security* 00, e502.
- Akpınar, A., Cansev, A. and Altınşeker Acun, D.Z. 2021. Responses of *Spinacia oleracea* L. cv. matador plants to various abiotic stresses such as cadmium metal toxicity, drought and salinity. *Journal of Agricultural Faculty of Bursa Uludag University*, 35(1):103-117.
- Akşahin, V. ve Gülser, F. 2020. Bazı organik materyallerin ve inorganik gübrelerin çemen bitkisinin gelişimine etkileri. *Bursa Uludag Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 34(2): 255-266.
- Bahar, A.A., Faried, H.N., Razzaq, K., Ullah, S., Akhtar, G. and Amin, M. 2021. Potassium-induced drought tolerance of potato by improving morphophysiological and biochemical attributes. *Agron*, 11(12): 2573.
- Bates, L.S., Waldern, R.P. and Teare, I.D. 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies. *Plant and Soil*, 39: 205-207.
- Bukhari, S.A.B.H., Lalarukh, I., Amjad, S.F., Mansoor, N., Naz, M., Naeem, M., Bukhari, S.A., Shahbaz, M., Ali, S.A. and Marf, T.D. 2023. Drought stress alleviation by potassium-nitrate-containing chitosan/montmorillonite microparticles confers changes in *Spinacia oleracea* L.. *Sustainability*, 13: 9903.
- Cataldo, D.A., Haroon, M., Schrader, L.E. and Youngs, V.L. 1975. Rapid colourimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 6: 71-80.
- Cemeroğlu, B. (2007). Gıda Analizleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, 34, 168–171.
- Chen, Z., Cao, X. and Niu, J. 2021. Effects of Melatonin on morphological characteristics, mineral nutrition, nitrogen metabolism, and energy status in alfalfa under high-nitrate stress. *Frontiers in Plant Sciences*, 12: 694179.
- Ekinci, M., Ors, S., Sahin, U., Yildirim, E. and Dursun, A. 2015. Responses to the irrigation water amount of spinach supplemented with an organic amendment in greenhouse conditions. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 46(3): 327-342.
- El-Bauome, H.A., Abdeldaym, E.A., Abd El-Hady, M.A.M., Darwish, D.B.E., Alsubeie, M.S., El-Mogy, M.M., Basahi, M.A., Al-Qahtani, S.M., Al-Harbi, N.A. and Alzuaibr, F.M. 2022. Exogenous proline, methionine, and melatonin stimulate growth, quality, and drought tolerance in cauliflower plants. *Agriculture*, 12(9):1301.
- Fang, S., Yang, H., Wei, G., Shen, T., Wan, Z., Wang, M., Wang, X. and Wu, Z. 2022. Potassium application enhances drought tolerance in sesame by mitigating oxidative damage and regulating osmotic adjustment. *Frontiers in Plant Sciences*, 13:1096606.
- Folin, O. and Denis, W. 1915. A colourimetric method for the determination of phenols (and phenol derivatives) in urine. *Journal of Biological Chemistry*, 22(2):305-308.
- Gilani, M., Danish, S., Ahmed, N., Rahi, A.A., Akrem, A., Younis, U., Irshad, I. and Iqbal R.K. 2020. Mitigation of drought stress in spinach using individual and combined applications of salicylic acid and potassium. *Pakistan Journal of Botany*, 52(5): 1505-1513.

- Grieve, C.M. and Grattan, S.R. 1983. Rapid assay for determination of water-soluble quaternary ammonium compounds. *Plant Soil*, 70:303-307.
- Gürel S. 2024. Effects of kitchen waste compost and chemical fertilizer application on spinach (*Spinacia oleracea* L.) c.v. Matador plant growth and nitrate accumulation. *Journal of Plant Nutrition*, 47(8):1246-1261.
- Haghighia, M., Saadata, S. and Abbeyb, L. 2020. Effect of exogenous amino acids application on cabbage growth and nutritional value under drought stress. *Scientia Horticulturae*, 272: 109561.
- Hamed, H., Mahmoud, G.A. and Abeed, A.H.A. 2025. Unravelling growth and metabolic dynamics in drought-stressed spinach plants: exploring the contribution of biological gibberellin. *Scientia Horticulturae*, 340: 113924. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2024.113924>
- Haider, S.A., Lalarukh, I., Amjad, S.F., Mansoor, N., Naz, M., Naeem, M., Bukhari, S.A., Shahbaz, M., Ali, S.A. and Marfo, T.D. 2021. Drought stress alleviation by potassium-nitrate-containing chitosan/montmorillonite microparticles confers changes in *Spinacia oleracea* L. *Sustainability*, 13: 9903.
- Hoagland, D.R. and Arnon, D.I. 1950. The water-culture method for growing plants without soil. *California Agriculture Experiment Station Circular*, 347:1-32.
- Ibrahim, M.F.M., El-Samad, G.A., Ashour, H., El-Sawy, A.M., Hikal, M., Elkelish, A., El-Gawad, H.A., El-Yazied, A.A., Hozzein, W.N. and Farag, R. 2020. Regulation of agronomic traits, nutrient uptake, osmolytes and antioxidants of maize as influenced by exogenous potassium silicate under deficit irrigation and semiarid conditions. *Agronomy*, 10:1212.
- Jafari, M., Shahsavar, A.R., Talebi, M. and Hesami, M. 2022. Exogenous Melatonin protects lime plants from drought stress-induced damage by maintaining cell membrane structure, detoxifying ROS and regulating antioxidant systems. *Horticulturae*, 8: 257.
- Jalali, M., Ghaffarian Mogharab, M.H., Nazary, H. and Zare, A.A. 2020. Uptake and nitrate accumulation affected by the partial replacement of nitrate-N with different sources of amino acids in spinach and lettuce. *Journal of Plant Physiology*, 9: 37-45.
- Jiao, Y., Chen, Y., Ma, C., Qin, J., Nguyen, T.H.N., Liu, D., Gan, H., Ding, S. and Luo, Z.B. 2018. Phenylalanine as a nitrogen source induces root growth and nitrogen-use efficiency in *Populus canescens*. *Tree Physiol*, 38:66-82.
- Kaya, C., Aydemir, S., Sonmez, O., Ashraf, M. and Dikilitas, M. 2013. Regulation of growth and some key physiological processes in salt-stressed maize (*Zea mays* L.) plants by exogenous application of asparagine and glycerol. *Acta Botanica Croatica*, 72(1):57-168.
- Kaya, C. and Shabala, S. 2023. Melatonin improves drought stress tolerance of pepper (*Capsicum annuum*) plants via upregulating nitrogen metabolism. *Functional Plant Biology*, 51(1).
- Kaya, G. 2024. Effects of drought stress on germination and seedling growth of seed primed with boron in spinach. *Journal of Agricultural Production*, 5(3), 201-207.
- Khan, S., Yu, H., Li, Q., Gao, Y., Noman Sallam, B., Wang, H., Liu, P. and Jiang, W. 2019. Exogenous application of amino acids improves the growth and yield of lettuce by enhancing photosynthetic assimilation and nutrient availability. *Agronomy*, 9: 266.

- Kukric, Z.Z., Topalic-Trivunovic, L.N., Kukavica, B.M., Matoš, S.B., Pavić, S.S., Boroja, M.M. and Savic, A.V. 2012. Characterisation of antioxidant and microbial activities of nettle leaves (*Urtica dioica* L.). *Acta periodica Technologia*, 43:257-272.
- Kumar, V.B.A., Mohan, T.C.K. and Murugan, K. 2008. Purification and kinetic characterisation of polyphenol oxidase from Barbados cherry (*Malpighia glabra* L.). *Food Chemistry*, 110: 328-333.
- Kumaran, A. and Karunakaran, R.J. 2006. Antioxidant and free radical scavenging activity of an aqueous extract of *Coleus aromaticus*. *Food Chemistry*, 97: 109-114.
- Lutts, S., Kinet, J.M. and Bouharmont, J. 1996. Effects of various salts and mannitol on ion and proline accumulation in relation to osmotic adjustment in rice (*Oryza sativa* L.) callus cultures. *Journal of Plant Physiology*, 149 (1-2): 86.
- Mir, A.R., Siddiqui, H., Alam, P. and Hayat, S. 2020. Melatonin modulates photosynthesis, redox status, and elemental composition to promote the growth of *Brassica juncea*-a dose-dependent effect. *Protoplasma*, 257(6):1685-700.
- Naz, H., Akram, N.A. and Kong, H. 2020. Assessment of secondary metabolism involvement in water stress tolerance of Quinoa (*Chenopodium quinoa* WILLD.) subjected to varying water regimes. *Pakistan Journal of Botany*, 52:1553-1559.
- Ors, A. and Suarez, D.L. 2017. Spinach biomass yield and physiological response to interactive salinity and water stress. *Agricultural Water Management*, 190: 31-41.
- Qu, C., Hao, B., Xu, X., Wang, Y., Yang, C., Xu, Z. and Liu, G. 2019. Functional research on three presumed asparagine synthetase family members in Poplar. *Genes*, 10(5): 326.
- Ramzan, T., Shahbaz, M., Maqsood, M.F., Zulfiqar, U., Saman, R.U., Lili, N., Irshad, M., Maqsood, S., Haider, A., Shahzad, B., Gaafar, A.Z. and Haider, F.U. 2023. Phenylalanine supply alleviates the drought stress in mustard (*Brassica campestris*) by modulating plant growth, photosynthesis, and antioxidant defence system. *Plant Physiology and Biochemistry*, 201:107828.
- Sadak, M.S., Abdalla, A.M. and Abd Elhamid, E.M. 2020. Role of melatonin in improving growth, yield quantity and quality of *Moringa oleifera* L. plant under drought stress. *Bulletin of the National Research Centre*, 44: 1-13, 18.
- Soares, E., Shumbe, L., Dauchot, N., Notte, C., Prouin, C., Maudoux, O. and Vanderschuren, H. 2020. Asparagine accumulation in chicory storage roots is controlled by translocation and feedback regulation of biosynthesis in leaves. *BioRxiv*, 228(3): 922-931.
- Turfan, N. 2017. Effect of some abiotic stress factories on savrun spinach (*Spinacea oleracea* L.). *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, (6): 660-667.
- Turfan, N. 2023a. The effects of exogenous melatonin application on growth rate parameters and bioactive compounds of some spinach cultivars (*Spinach oleracea* L.) grown under winter conditions. *Applied Ecology and Environmental Research*, 21(2):1533-1547.
- Turfan, N. 2023b. The effects of exogenous tyrosine supplement on spinach (*Spinacia oleracea* L.) cultivation under lithium stress. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 36(3): 101-108.

- Turfan, N. 2025. Revealing the impact of L-cysteine and L-phenylalanine supplements on the yield, nutritional quality and storage of garlic. *Journal of Plant Nutrition*, 48:10, 1742-1763.
- Turfan, N., Kibar, B., Davletova, N. and Kibar, H. 2024. Ameliorative effects of humic acid and L-tryptophan on enzyme activity, mineral content, biochemical properties, and plant growth of spinach cultivated in saline conditions. *Food Science & Nutrition*, 12: 8324-8339. *Food Science & Nutrition*, 12: 8324-8339.
- Velikova, V., Yordanov, I. and Edreva, A. 2000. Oxidative stress and some antioxidant systems in acid rain-treated bean plants: protective role of exogenous polyamines. *Plant Science*, 151 (1): 59-66.
- Wen, Z.H., Li, H.G., Shen, J.B. and Rengel, Z. 2017. Maize responds to low shoot P concentration by altering root morphology rather than increasing root exudation. *Plant Soil*, 416:377-389.
- Yaman Türkkkan, Ö. and Kibar, B. 2022. Effects of different organic fertilizers on plant growth, yield, quality properties and element contents in spinach. *International Journal of Agriculture and Wildlife Science*, 8(2): 208-222.
- Yang, X., Cui, X., Zhao, L., Guo, D., Feng, L., Wei, S., Zhao, C. and Huang, D. 2020. Exogenous glycine nitrogen enhances accumulation of glycosylated flavonoids and antioxidant activity in lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Frontiers in Plant Science*, 8:2098.
- Zahoor, R., Zhao, W., Abid, M., Dong, H. and Zhou, Z. 2017. Potassium application regulates nitrogen metabolism and osmotic adjustment in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) functional leaf under drought stress. *Journal of Plant Physiology*, 215:30-38.
- Zhang, L.L., Han, S.C., Li, Z.G., Liu, N. and Li, L.Y. 2006. Effects of the infestation by *Actinote thalia pyrrha* (Fabricius) on the physiological indexes of *Mikania micrantha* leaves. *Acta Ecologica Sinica*, 26 (5): 1330-1336.
- Zhang, N., Sun, Q., Li, H., Li, X., Cao, Y. and Zhang, H. 2016. Melatonin improved anthocyanin accumulation by regulating gene expressions and resulted in high reactive oxygen species scavenging capacity in cabbage. *Frontiers in Plant Sciences*, 7:197.
- Zhang, N., Zhao, B., Zhang, H.J., Weeda, S., Yang, C., Yang, Z.C., Ren, S. and Guo, Y.D. 2013. Melatonin promotes water-stress tolerance, lateral root formation, and seed germination in cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Journal of Pineal Research*, 54(1):15-23.
- Zhou, Z., Zhou, J., Li, R., Wang, H. and Wang, J. 2007. Effect of exogenous amino acids on Cu uptake and translocation in maize seedlings. *Plant and Soil*, 292: 105-117.



Landscape Design at The Border of The Krueng Aceh River

Based on Agrosilvopastura^A

Rini FİTRİ¹, Achmad Yozar PERKASA^{2*}, Dahlan DAHLAN³, Reza FAUZI¹

Abstract: The changes in land use along the Krueng Aceh riverbank area are widely used by the local community for livestock activities, monoculture farming and culinary stall business activities which have a major impact on the decline in the ecological quality of the area's environment and visual or aesthetic quality. This study aims to design a landscape design based on agrosilvopasture in the Krueng Aceh riverbank area. This study uses qualitative methods and landscape design of the Krueng Aceh riverbank through the stages of inventory, analysis, synthesis, concept and design. The data used in this study are climatology, hydrology, vegetation and environmental data, all of which are collected from stations in the research area, namely the Krueng Aceh Watershed. The results of the study indicate that there are several things that can be recommended to be done, namely by improving the irrigation network so that efficiency can increase, implementing optimization of the irrigation water management system in the Krueng Aceh Watershed by considering the mainstay discharge and the current effective area, modifying the planting pattern in the Krueng Aceh Irrigation

^A The study does not require approval from an ethics committee. The article has been prepared according to research and publication ethics.

* **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** ² Achmad Yozar Perkasa 2 Universitas Gunadarma, Faculty of Industrial Technology, Department of Agrotechnology, Depok, 16411, West Java, Indonesia achmad_yozar@staff.gunadarma.ac.id, [OrcID 0000-0002-8327-1599](https://orcid.org/0000-0002-8327-1599)

¹ Rini Fitri 1 Universitas Trisakti, Faculty of Landscape Architecture and Environmental Technology, Department of Landscape Architecture, Grogol Petamburan, 11440, West Jakarta, Indonesia rini.fitri@trisakti.ac.id, [OrcID 0000-0001-7432-2422](https://orcid.org/0000-0001-7432-2422)

³ Dahlan Dahlan 3 Universitas Syiah Kuala, Faculty of Mathematics and Natural Science, Department of Biology, Nanggroe Aceh Darussalam, 24415, Banda Aceh, Indonesia dahlan@usk.ac.id, [OrcID 0009-0001-6495-3834](https://orcid.org/0009-0001-6495-3834)

⁴ Reza Fauzi 4 Universitas Trisakti, Faculty of Landscape Architecture and Environmental Technology, Department of Landscape Architecture, Grogol Petamburan, 11440, West Jakarta, Indonesia rezafauzi@trisakti.ac.id, [OrcID 0000-0002-1325-7572](https://orcid.org/0000-0002-1325-7572)

Area to accommodate the decreasing availability of irrigation water so that water utilization becomes more optimal. In addition, the space in the Krueng Aceh riverbank area has been designed by dividing it into two areas, namely the functional area and the space requirement area. The functional area is used for agrosilvopasture efforts, grass planting activities, and also forestry plantation efforts.

The space requirement area is divided into a built-up area, which is used to build a cattle pen, then the open space area is used for livestock grazing activities and also developed as a seasonal crop cultivation area.

Keywords: Agroforestry, agrosilvopastura, krueng aceh river, landscape.

Aceh'deki Krueng Nehri Sınırı Boyunca Tarımsal Silvopasture Bazlı Peyzaj Tasarımı

Öz: Krueng Aceh nehri kıyısı boyunca arazi kullanımındaki değişiklikler, yerel topluluk tarafından hayvancılık faaliyetleri, monokültür çiftçiliği ve mutfak tezgahı işletme faaliyetleri için yaygın olarak kullanılmaktadır ve bu durum bölgenin ekolojik kalitesinin ve görsel veya estetik kalitesinin azalması üzerinde büyük bir etkiye sahiptir. Bu araştırma, Krueng Aceh Nehri kıyısındaki alanda silvopasture temelli tarımsal peyzaj tasarımı tasarlamak amacıyla yürütülmüştür. Bu çalışma, envanter, analiz, sentez, kavram ve tasarım aşamaları aracılığıyla Krueng Aceh nehri kıyısının nitel yöntemlerini ve peyzaj tasarımını kullanılmaktadır. Bu çalışmada kullanılan veriler, araştırma alanındaki istasyonlardan, yani Krueng Aceh Havzası'ndan toplanan klimatoloji, hidroloji, bitki örtüsü ve çevresel verilerdir. Çalışmanın sonuçları, sulama şebekesinin iyileştirilerek verimliliğinin artırılması, Krueng Aceh Havzası'nda sulama suyu yönetim sisteminin ana debi ve mevcut etkili alan dikkate alınarak optimize edilmesi, Krueng Aceh Sulama Alanı'ndaki ekim deseninin sulama suyunun azalan mevcudiyetini karşılayacak şekilde değiştirilmesi ve böylece su kullanımının daha optimum hale getirilmesi gibi önerilebilecek birkaç şey olduğunu göstermektedir. Bunun dışında Krueng Aceh nehrinin kenarı boyunca fonksiyonel alan ve alan ihtiyaç alanı olmak üzere iki alana bölünerek tasarlanan bir alan bulunmaktadır. İşlevsel alan, tarımsal silvopasture çalışmaları, çim ekim faaliyetleri ve ayrıca ormancılık ekim çalışmaları için kullanılmaktadır. Alan ihtiyacına göre hayvancılık için kullanılan meskun alanlar, hayvan otlatma faaliyetleri için kullanılan açık alanlar ve mevsimlik mahsullerin yetiştirilmesi için ekim alanı olarak geliştirilen alanlar olarak ayrılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Tarımsal ormancılık, agrosilvopastura, krueng aceh nehri, peyzaj.

Introduction

The condition of the landscape along the riverbank is an ecological area that is grown by many shade trees, shrubs and shrubs which have ecological, social and aesthetic functions. The definition of a river based on Government Regulation of the Republic of Indonesia Number 38 of 2011 Article 1 paragraph 1 is a natural or

artificial water channel or place in the form of a water drainage network and the water in it, starting from the upstream to the estuary, then bounded on the right and left by a border line. The river border has a function, namely as a buffer space between the river ecosystem and the land so that river functions and human activities will not be disturbed (Fitri et al., 2022). The Krueng Aceh River is a part of the river in the Sumatra I River Region Hall which flows through Aceh Besar District and Banda Aceh City, whose upper reaches are in the mountainous area of Seulawah and then ends towards the Malacca Strait.

The situation on the border of the Krueng Aceh river is currently widely used by the community for raising livestock, planting grass and also cultivating seasonal crops. In an effort to use land along the riverbanks for the cultivation of monoculture crops, they are very prone to erosion and can reduce land productivity. The transition of the function of the Krueng Aceh river bank is currently widely used by the community for various purposes and will have the potential to reduce the quality and function of the river border (Dahlan et al., 2021; Sari et al., 2014). River banks with open area conditions without vegetation cover from various kinds of flora can increase the occurrence of landslides. This condition is feared to increase river sedimentation in the estuary, thus triggering flooding (Wahyudien et al., 2018).

The existence of vegetation on the riverbank has an important role in efforts to protect well-functioning river flows and maintain water quality, retain soil particles and prevent erosion (Soewandita, 2017; Surni et al, 2015). The development and management of landscapes on the riverbanks must be able to improve and preserve the riverbanks. The landscape in the riparian area is prioritized must refer to the concept of sustainability, so that further development and management can be beneficial for improving river ecosystems, making the riparian area a center for environmental education, improving the quality of landscape services and having the potential to integrate local and environmental knowledge for synthesized into ecological landscape designs (Fitri et al., 2022; Gret-Regamey et al., 2016; Chen et al. 2016). The concept of a riverfront on the riverbank, settlements around it can have access to green open space and is part of the public space that is the right of all elements of society, a riverbank study is very important so that it can produce a guideline for design scenarios that are appropriate to local landscape conditions in the River (Vollmer et al., 2015). The landscape design on the Krueng Aceh riverbank is the effort to develop agrosilvopastura based on exploring the potential of local wisdom in supporting the improvement of the riverbank landscape to maintain the quality and function of the riverbank landscape. The aim of this research is to determine an agrosilvopastura design model that can improve the quality of the landscape on the Krueng Aceh riverbank.

Materials and Methods

Location and Time of Research

The research was conducted from August 2022 to May 2023, the research location was in the Krueng Aceh river riparian landscape in the downstream Aceh Province starting from Lambaro (Aceh Besar District) to Lamnyong (Banda Aceh City). The sub-districts that are passed by the Krueng Aceh River at the research location are

included in the Aceh Besar District area including Kuta Baro District, Ingin Jaya District, Krueng Barona Jaya, Darul Imarah District and Darussalam District while those included in the Banda Aceh City area are only Syiah Kuala sub-district (Figure 1 and 2).

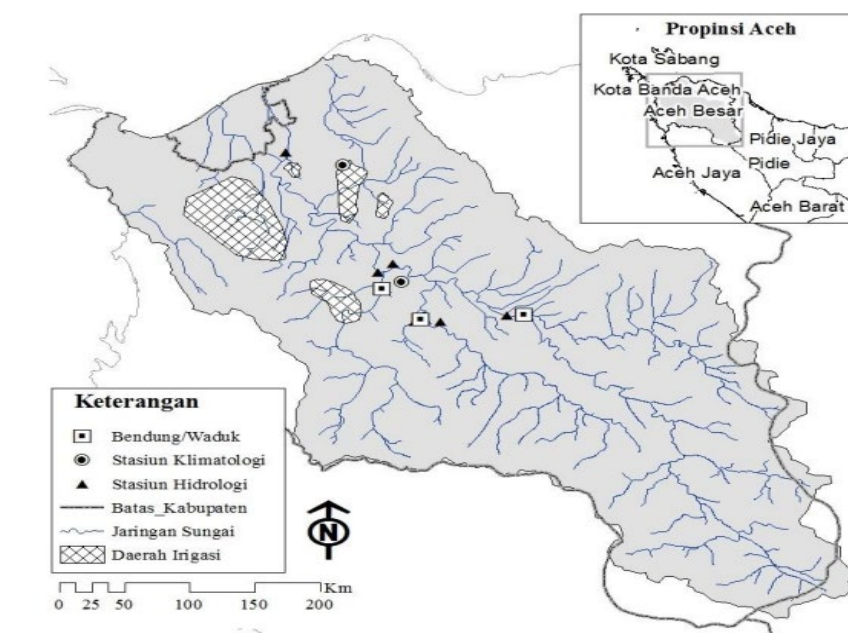


Figure 1: The flow of the Krueng Aceh river. Source: Ferijal et al., 2016.

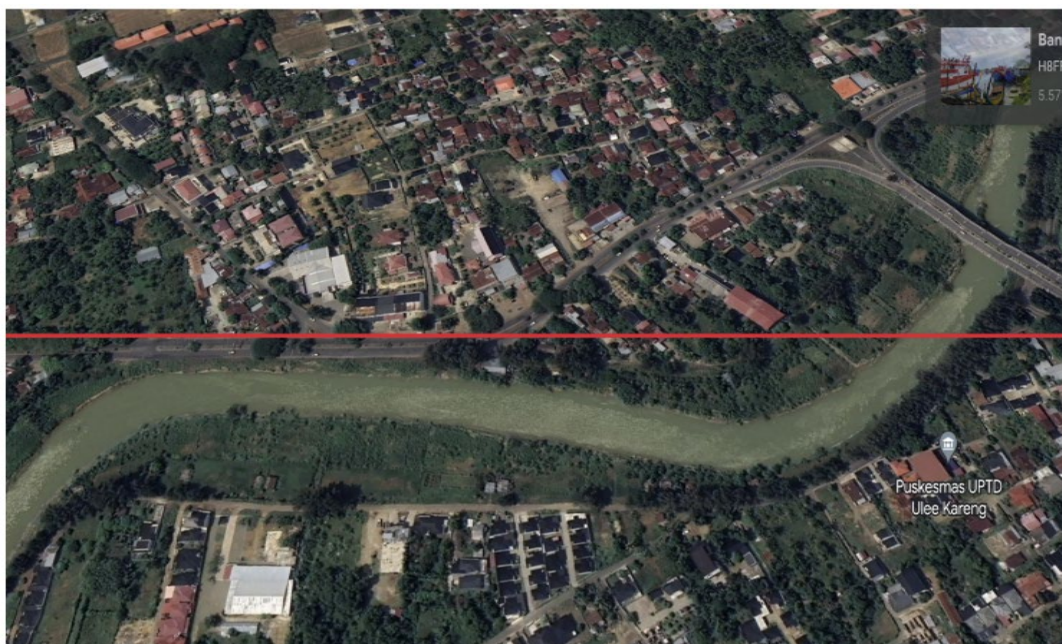


Figure 2: Research location. Source: Google earth, 2024.

Data Types and Sources

This study used various types of data such as spatial data and qualitative data. The data were obtained using field observation methods, literature studies and interviews. Spatial data is a map of the location of the Krueng Aceh River border obtained by using Google Earth by taking pictures of the research location directly. This map serves to further analyze land cover and explain the results spatially. The qualitative data is data on the edge type of the Krueng Aceh River riparian landscape and the agrosilvopastura model that can be used in the riparian landscape. Qualitative data is data on the banks of the Krueng Aceh River obtained by observing sample locations and interviewing local natives and then visualizing and explaining it descriptively.

Data analysis

Analysis of ecological, biological and physical conditions in the landscape along the Krueng Aceh riverbank in the first part of this research is to analyze the biological and physical conditions of the Krueng Aceh River border in Aceh Province. The biological and physical conditions observed included land cover, ecological values in the riparian landscape, vegetation characteristics on various types of river banks and the strength of the built river bank structures. Every ecological, biological and physical condition observed uses several different methods and approaches. The agrosilvopastura design analysis in this study was carried out on the banks of the Krueng Aceh River, especially those within the riverbank area. Studies in the analysis of agrosilvopastura designs use an integrated method approach between research and design, which is an adaptive design model with the output of making a design model (Milburn and Brown, 2003).

Results and discussion

Overview of the Krueng Aceh River Border

The agroforestry landscape design based on agrosilvopastura was carried out on the downstream side of the Krueng Aceh river from Lambaro to Lamnyong which is administratively located in Aceh Besar District and Banda Aceh City. The Krueng Aceh River is one of the rivers in Aceh Province, more precisely in the northern part of the island of Sumatra. The upstream area of the Krueng Aceh river is in Aceh Besar District which irrigates most of the Aceh Besar District and Banda Aceh City and ends towards the Malacca Strait. Spatially the map of the location of the agrosilvopastura landscape design is shown in Figure 1, with a total area of the border designed for agrosilvopastura ranging from (180 Ha).

Analysis and synthesis

Analysis and synthesis are steps for processing data resulting from observations and inventories at research locations to obtain information regarding potentials and constraints at research locations. The process of analysis and synthesis is carried out to obtain alternatives for solving problems and exploiting the potential in the riparian landscape as well as solutions for the constraints that exist in the research location as seen in Table 1.

Climate conditions in the Krueng Aceh watershed include class B rainfall type (wet) and the average annual rainfall in the Krueng Aceh watershed is 1225.9 mm. The highest rainfall in the Krueng Aceh watershed is 1,772 mm/year, while the lowest rainfall in the Krueng Aceh watershed is 1,207.4 mm/year. Climate change has occurred in the Krueng Aceh watershed, marked by an increase in rainfall and average air temperature. The increase in rainfall occurred in the Indrapuri area by 28.3 mm/year and in the Blang Bintang area by 65.8 mm/year. The increase in average air temperature occurred in the Indrapuri area by 0.0018°C/year and in the Blang Bintang area by 0.0301°C/year. This climate change has an impact on the decrease in the discharge of the Krueng Aceh river. The discharge of the Krueng Aceh river has the potential to be less than 18.77 m³/s. The mainstay discharge of the Krueng Aceh River fell by 23.5% in the April–December period (Yulia, 2025; Ferijal et al., 2016).

Table 1. Analysis for Potentials and Constraints; Potential Utilization and Problem Solving; and Alternative Solutions for Problem Solving

Landscape Elements	Data	Analysis		Synthesis	
		Potency	Constraint	Potential Utilization and Problem Solving	Alternative Actions
A. Biophysical Aspects					
Accessibility	The downstream area of Krueng Aceh in the riparian landscape from Lambaro, Aceh Besar District to Lamnyong, Banda Aceh City	Access is easy to reach	Small and narrow road	Created one line	Circulation arrangement
Topography and soil type	The topography is flat 2-8% located at an altitude of 0.40 to 1.00 m above sea level (asl) with soil type latosol	The flat topography makes it easy to arrange the hardscape	Poor/ not well organized drainage	Building paths Pedestrian with hardscape elements	Agrosilvopastura landscape arrangement
Climate	▪ Rainfall 1,269.3–1,993.9 mm per year. The number of rainy days ranges from 105 – 163 days per year, months with low rainfall from June – September and high rainy months from October – May. ▪ Humidity ▪ Temperature ▪ Wind Speed	The climate is good for agrosilvopastura		Can be used for agrosilvopastura landscape arrangement	Agrosilvopastura Landscape Arrangement

Vegetation	There have been various types of annual plants	There are annual plants, and grass	Vegetation is not well organized	The addition of vegetation related to the needs of agrosilvopastura landscapes	Vegetation arrangement must comply with agrosilvopastura landscape criteria
Hydrology	The river flow is hampered by garbage		River water quality not good	Installing a trash filter	Setting the border River as a catchment area
Land use	The rise of land conversion into buildings		Built-up land is larger than undeveloped land (green open space)	Protect the site by landscaped agrosilvopastura	Designing agrosilvopastura landscapes
Sedimentation	The river border is silting	The river is quite wide	High sedimentation	Routine sedimentation checks	River dredging to protect river banks and arrange them with agrosilvopastura landscapes
B. Non-physical aspects					
Local customs	Lack of knowledge about river bank preservation	The people live in peace	Building the cage at some point, worsens the visual quality	Set the riparian footprint to improve visual quality	Designing agrosilvopastura landscapes
Visitors and activity	Generally active adults	Activities carried out: agriculture, animal husbandry, and trading	Unorganized activity society	Provide water for local community activities	Provide facility

Source: Observation Results, 2023

Development Concept

The design concept developed for the agrosilvopastura landscape concept on the Krueng Aceh riverbank site was chosen based on the function and needs of each space. The concept of development on the banks of the river was designed based on the results of an analysis of the potential, constraints from physical and non-physical data in the research area (Fitri et al., 2021). Data obtained from observations on the Krueng Aceh riverbank were processed at the analysis and synthesis stage so that the agrosilvopastura-based agroforestry landscape is a development concept that is suitable for the Krueng Aceh riverbank footprint. The conservation space is arranged with vegetation to resist erosion, namely vetiver (*Chrysopogon zizanioides*) and elephant grass (*Pennisetum purpureum*). Space for conservation and utilization is arranged with seasonal plants, namely elephant grass (*Pennisetum purpureum*), papaya (*Carica papaya L*) banana (*Musa spp*). Utilization space is arranged with annual crops, ground cover vegetation and livestock namely coconut (*Cocos nucifera*), petai cina (*Leucaena leucocephala*), papaya (*Carica papaya L*) banana (*Musa spp.*), petai (*Parkia speciosa Hassk*), cattle and goat livestock.

Agrosilvopastura Landscape Design Model

The agrosilvopastura-based agroforestry landscape design on the Krueng Aceh riverbank for its arrangement follows a natural pattern. Existing vegetation is combined with alternative vegetation to support the agrosilvopastura landscape pattern on the Krueng Aceh riverbank. The combination of existing vegetation, selection of alternative vegetation and livestock for the agrosilvopastura landscape model defined on the site is shown in Table 2.

Table 2. Selection of Vegetation and Livestock Combinations in the Agrosilvopastura Landscape Model

Existing Vegetation	Planned zone	Vegetation Selection
Ground Cover Vegetation : Melala grass (<i>Brachiaria mutica</i>), Elephant Grass (<i>Pennisetum purpureum</i>)	Zone 1: the zone closest to the riverbank (conservation space)	Vetiver (<i>Chrysopogon zizanioides</i>), Elephant Grass (<i>Pennisetum purpureum</i>)
Annuals Plants: Banana (<i>Musa paradisiaca</i>), Elephant Grass (<i>Pennisetum purpureum</i>)	Zone 2: the middle part of the riparian area (conservation space and utilization space)	Elephant Grass (<i>Pennisetum purpureum</i>) Papaya (<i>Carica papaya L</i>) Banana (<i>Musa spp.</i>)
Annual Plants, Vegetation ground cover and Livestock: Coconut (<i>Cocos nucifera</i>), Chinese Petai/bean (<i>Leucaena leucocephala</i>), Elephant grass (<i>Pennisetum purpureum</i>), Banana (<i>Musa paradisiaca</i>) and Cattle	Zone 3: the zone closest to land use and settlements (utilization space)	Chinese petai/bean (<i>Leucaena leucocephala</i>), Petai/smelling green bean (<i>Parkia speciosa Hassk</i>) Papaya (<i>Carica papaya L</i>) Banana (<i>Musa spp.</i>) Cattle and Goat Livestock

Source: Observation and Analysis Results, 2023

Selection of suitable vegetation for agrosilvopastura in the Krueng Aceh river riparian landscape is determined according to the needs of each zone. The agrosilvopastura design in the Krueng Aceh riparian landscape is adapted to the agroforestry concept and the suitability of the designation in the Krueng Aceh riparian landscape as shown in the agrosilvopastura design in the riparian landscape in Figure 3, Figure 4 and Figure 5.



Figure 3. The Landscape of the Krueng Aceh River

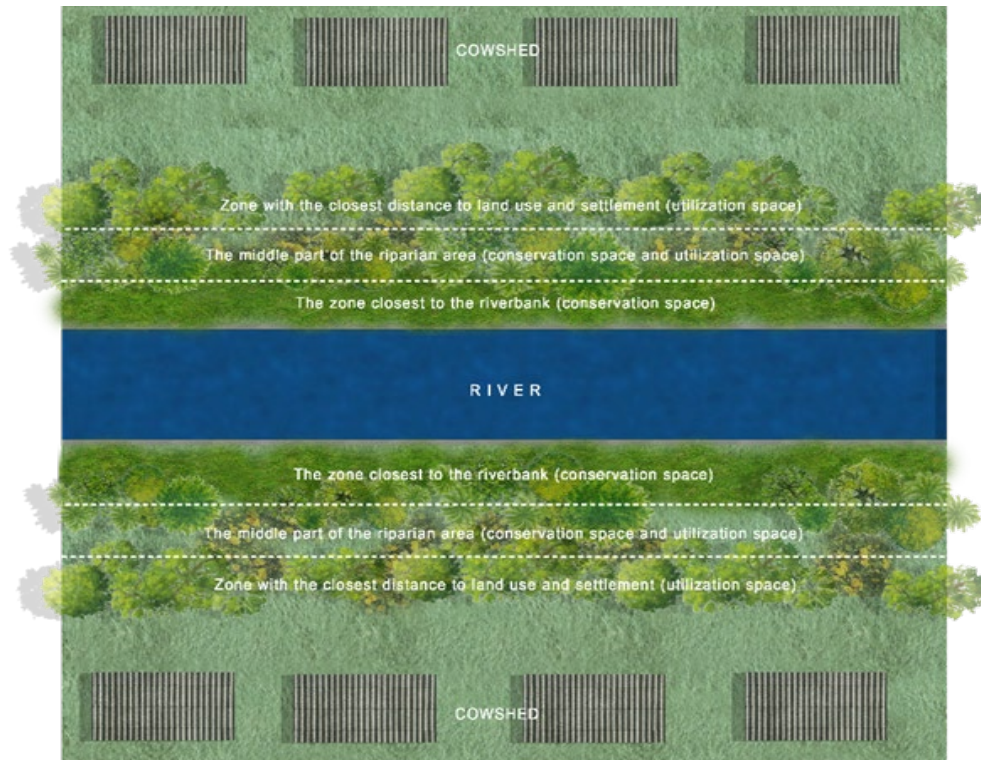


Figure 4. Design Plan of the Krueng Aceh River Border landscape

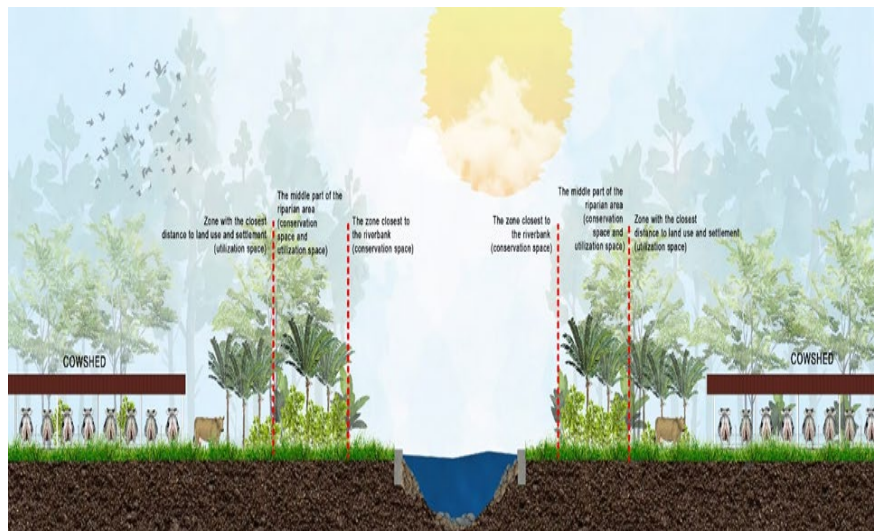


Figure 5. View of the Agrosilvopastura Landscape Border Landscape of the Krueng Aceh River

Conclusion

The agrosilvopastura design applied to the landscape on the Krueng Aceh riverbank is not only to preserve the function of the riverbank landscape from erosion, sedimentation and landslides, but can also increase the green open space area. There are several things that can be recommended to be done, namely by improving the

irrigation network so that efficiency can increase, implementing optimization of the irrigation water management system in the Krueng Aceh Watershed by considering the mainstay discharge and the current effective area, modifying the planting pattern in the Krueng Aceh Irrigation Area to accommodate the decreasing availability of irrigation water so that water utilization becomes more optimal. Agroforestry design based on the concept of landscape agrosilvopastura in the riparian area of course can maintain the riparian and can be sustainable.

Acknowledgements

The author would like to express his thanks to the Head and Staff of the Citarum River Basin Management Center, Ciliwung, Indonesia. This study did not require approval from the ethics committee. The article was prepared in accordance with research and publication ethics. The author declares that he has no financial or personal relationships that could have influenced the writing of this article. Conceptualization: RF, AYP and DD; Performed the experiments, collected and analysed the data and prepared draft manuscript: RF and AYP; Methodology: RF, AYP, DD and RF; Analysed data and prepared draft manuscript: RF, AYP, DD and RF; finalized the manuscript. All authors read and approved the final manuscript: RF, AYP, DD, RF. The author declares that he has no financial or personal relationships that could have influenced the writing of this article. Data sharing is not applicable to this article as no new data were created or analysed in this study.

References

- Chen, C., Meurk, C.D., Cheng, H, Lv. M., Chen, R., Wu, S., 2016. Incorporating local ecological knowledge into urban riparian restoration in a mountainous region of Southwest China. *Urb Fore Urb Green*, 20: 140–151.
- Grêt-Regamey, A., Weibel, B., Vollmer, D., Burlando, P., and Girot, C., 2016. River rehabilitation as an opportunity for ecological landscape design. *Sust Cit Socie*, 20: 142–146.
- Dahlan. Iqbar, I., Sari, E.P., Nizamuddin., 2021. Evaluasi Kesesuaian Peruntukan Lahan di Sempadan Sungai Krueng Lamnyong, Provinsi Aceh. *Rona Teknik Pertanian*, 14 (2):116-125.
- Fitri, R., Widjaja, H., Seanders, O., 2022. *Agrofrestri Sempadan Sungai*. Yogyakarta. Nas Media Pustaka. Pr.
- Fitri, R., Yuslim, S., Seanders, O., Fauzi, R., 2022. Model Desain Lanskap Agroforestri Sempadan Sungai Condet di DAS Ciliwung Tengah Jakarta. *TATA LOKA*, 24(3):202-213.
- Ferijal, T., Mustafil, M., Jayanti, D.S., 2016. Dampak Perubahan Iklim Terhadap Debit Andalan Sungai Krueng Aceh. *Rona Teknik Pertanian Jurnal Ilmiah dan Penerapan Keteknikan Pertanian*, 9(1):50-61.
- Government Regulation of the Republic of Indonesia, 2011. Peraturan Pemerintah No. 38 Tahun 2011 Tentang Sungai, Lembaran Negara RI Tahun 2011, Sekretariat Negara, Jakarta.

- https://earth.google.com/web/search/sungai+krueng+aceh/@5.5564256,95.3176423,2.1641978a,840.78944551d,35y,0h,0t,0r/data=CiwiJgokCYa1oYrk8TNAEYW1oYrk8TPAGeYQ8lYNYkDAITWUJKVI3GDAQgIIAToDCgEwQgIIAEoNCP_____wEQAA (Access date: 15 March 2024).
- Milburn, L.A. and Brown, R.D., 2003. The relationship between research and design in landscape architecture. *Landscape Urban Planning*, 64: 47–66.
- Soewandita, H., 2017. Studi Ekologi Lahan Koridor Sungai dan Status Kualitas Penggunaan Lahan di Wilayah DAS Rawapening. *Jurnal Alami*, 1(1), 33-41.
- Surni, Baja, S., and Arsyad, U., 2015. Dinamika Perubahan Penggunaan Lahan, Penutupan Lahan terhadap Hilangnya Biodiversitas di DAS Tallo, Sulawesi Selatan. *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia*. 1(5), 1050-1055.
- Sari, S. W., Wirosedarmo, R., and Rahadi, B., 2014. Identifikasi Pemanfaatan Lahan Sempadan Sungai Sumber Gunung di Kota Batu. *Jurnal Sumber Daya Alam dan Lingkungan*, 1(2), 25.
- Vollmer, D., Prescott, M.F., Padawangi, R., Girot, C., Gret-Regamey, A., 2015. Understanding the value of urban riparian corridors: Considerations in planning for cultural services along an Indonesian river. *Landscape Urban Planning*, 138: 144-154.
- Wahyudien, M.E., Vianita, L., Subagyo, D. O., Nurjanah, N., 2018. Analisis Dampak Penggunaan Lahan Terhadap Tingkat Erosi di Daerah Aliran Sungai Bodri. *Prosiding Seminar Nasional Geografi Universitas Muhammadiyah Surakarta*. 9, 94.
- Yulia, K., Sri A.N., Muslim A., Saumi S., Muhammad R., Kurnia S., Andriani P., and Kikye M.S., 2025. Analysis of Land Surface Temperature in The Krueng Aceh Watershed Using Google Earth Engine. 9(1), 1-16.



Türkiye Kenevir Potansiyelinin Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanılarak Değerlendirilmesi^A

Ömer Faruk KARACA^{1*}, Levent YAZICI²

Öz: Kenevir bilhassa endüstriyel kenevir olarak son yıllarda çeşitli kanun ve yönetmeliklerle pek çok ülkede kontrollü olmak kaydıyla serbest bırakılmıştır. Türkiye’de son olarak 2016 yılında revize edilen kenevir yönetmeliği ile 21 ilde kenevir ekimine izin verilmiştir. Bu çalışmada Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) ve Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO)’nden temin edilen son 5 yıllık veriler yardımıyla Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanılarak değişim ve yoğunluk haritalarının oluşturulması amaçlanmıştır. Her bir yıla kenevir tohum ve lif için hasat edilen alan (ha), üretim (ton) ve verim (kg da⁻¹) miktarlarına göre harita sınıf sayıları 2-7 arasında olacak şekilde 15 adet (3 ürün x 5 yıl) farklı yoğunluk haritaları oluşturulmuştur. Elde edilen sonuçlara göre Türkiye Dünya’da hasat edilen alan miktarında 7. sırada, üretimde 8. sırada ve verimde 4. sırada yer aldığı tespit edilmiştir. Dünya’da özellikle üretim miktarı bakımından 2018’den 2022 yılına %500 artış olmuştur. Türkiye’de bölgesel ölçekte ortalama olarak keten tohumu üretiminin life oranla daha fazla olduğu belirlenmiştir. Kenevir tarımının en yoğun olduğu bölgeler Ege ve Doğu Anadolu Bölgeleridir.

Anahtar Kelimeler: Cannabis, CBS, kenevir, sürdürülebilirlik, Türkiye.

^A Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır. Etik kurul onay raporu gerektirmemektedir.

^{*} **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** ¹ Ömer Faruk KARACA, Bozok Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Yozgat, Türkiye, omerf.karaca@yobu.edu.tr, [OrcID 0000-0002-6302-9738](https://orcid.org/0000-0002-6302-9738).

² Levent YAZICI, Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Yozgat, Türkiye, levent.yazici@bozok.edu.tr, [OrcID 0000-0002-6839-5366](https://orcid.org/0000-0002-6839-5366).

Evaluation of Türkiye's Hemp Potential Using Geographic Information Systems

Abstract: Hemp, especially industrial hemp, has been released under controlled conditions in many countries in recent years with various laws and regulations. With the hemp regulation last revised in 2016 in Turkey, hemp cultivation was allowed in 21 provinces. In this study, it was aimed to create change and density maps using Geographic Information Systems (GIS) with the help of the last 5 years of data obtained from the Turkish Statistical Institute (TUIK) and the United Nations Food and Agriculture Organization (FAO). 15 different density maps (3 products x 5 years), with map class numbers between 2-7, according to the harvested area (ha), production (tons) and yield (kg da⁻¹) amounts for hemp seeds and fiber for each year has been created. According to the results obtained, it has been determined that Turkey ranks 7th in the amount of harvested area in the world, 8th in production and 4th in yield. There has been a 500% increase in the world, especially in terms of production amount, from 2018 to 2022. It has been determined that, on average, hempseed production on a regional scale in Turkey is higher than fiber. The regions where hemp farming is most intense are the Aegean and Eastern Anatolia Regions.

Keywords: Cannabis, GIS, hems, sustainability, Türkiye.

Giriş

İnsanoğlu tarafından ilk ıslah edilen bitkilerden biri olan kenevir M.Ö 8000’li yıllardan kalma mezarlarda bulunmuş, gıda maddesi ve lif amaçlı üretilmiştir. M.Ö 3000’li yıllarda Kore Yarımadasına gelen kenevir ülkenin güneyinde tekstil sektöründe hammadde amacıyla yetiştirilmeye başlanmıştır (Duwall, 2014).

M.Ö 2700’lü yıllardan kalma antik Çin yazıtlarında bahsi geçmiş ve bu dönemlerde tıbbi amaçlı olarak yetiştirilmiştir. Bağırsak bozuklukları, romatizma, kısırlık ve sıtma benzeri hastalıklarda ilaç olarak kullanılmıştır (Zuardi, 2006).

Kenevir Sanskritçede Vijaya, hintçede ise bhang şeklinde yazılmaktadır (Kuddus ve ark., 2013). Tek istisna olarak Sri Lanka’da İngilizler gelene kadar olan dönem haricinde, M.Ö 15. asırda kenevir izlerine de rastlanmaktadır (Clarke ve Mark, 2013). Vedalarda psikoaktif etkisi ile ve Dünya’ya cennetten düşen bir bitki olarak değerlendirilmektedir. Bunun yanında Artharvaveda’da insanı endişe ve korkulardan kurtardığı, Ayurveda tıp kitabında ise önemli bir ilaç olduğu tanıtılmıştır (Newton, 2017).

Çok tanrılı inanca sahip Sümerlerde ise kenevir, arpa ve buğday ve keten gibi tanrılar tarafından dünyaya gönderilen 4 kutsal tohumdan biri olarak görülmüştür (Altıntaş, 2019). Sümerler’in bu bitkiyi bitlenme, epilepsi ve nörolojik hastalıklarının tedavisinde kullandığı bildirilmektedir (Russo, 2014).

Cannabis cinsine bağlı bilinen üç bilinen türü bulunmaktadır. Bu türler Cannabis ruderalis, Cannabis indica ve Cannabis sativa’dır (Schultes ve ark., 1974; Kew Science, 2019). Kenevirin türü Cannabis sativa, 1753

yılında Carlous Linnaeus tarafından adlandırılmıştır. Fransa'da 1785 yılında biyolog Jean-Baptiste Lamarck psikoaktif ve biyoaktif bileşenler bakımından zengin içeriğe sahip olan Cannabis indica'yı tanımlamıştır. Cannabis ruderalis türü ise Rusya'da Janischevsky tarafından 1924 yılında tanımlanmıştır ve “yabani kenevir” olarak anılmaktadır (Polat ve Ekim, 2022).

Kenevir ve keten 16. asırdan 18. asıra kadar Rusya, Avrupa ve Kuzey Amerika'nın temel lif bitkileri olmuştur (Pounds, 1979; Abel, 1980). II. Dünya savaşından sonra lif bazlı kenevir üretimi Doğu Avrupa, Sovyetler Birliği ve Çin gibi ülkelerde önem kazanmıştır. 1960'lı yıllarda tekstilde kullanımının azalmasına karşın kâğıt endüstrisinde hammadde olarak kullanımı artmıştır (Mathieu, 1980).

Coğrafi bilgi sistemleri özellikle tarım olmak üzere diğer çoğu sektörde yoğun bir şekilde araştırma amaçlı olarak kullanılmaktadır. Sistem, mekânsal ve konumsal olarak birçok belirsizliği barındıran tarım alanlarında veri ve bilgi elde etmeye dayanmaktadır (Köksal ve ark., 2018). Uydu fotoğraflarına bağlı olan bu teknikler, toprak ve bitki koşullarının dönem boyu ve yıllar arasındaki farklılıklarının gözlemlenmesinde, sulu tarım alanlarında sulama etkinliğinin değerlendirilmesinde, havza ölçeğinde su kaynaklarının yönetiminde etkin bir şekilde kullanılmaktadır (Droogers ve ark., 2010).

Dünya ve Türkiye’de Geçmişten Günümüze Kenevir

Kenevirin anavatanının Hazar Denizi Kuzeyi, Horasan ve sınırları içindeki Yunnan kentinin olduğu bilinmektedir. Çin’de tarımı yapılan ilk kenevirin Anadolu’ya ve Sibirya’ya Orta Asya’dan gelen Türk göçleri aracılığıyla yayıldığı tespit edilmiştir.

Bunun yanında hem Osmanlı-Türk hem de Arap-Fars kültürlerinde esrarın hammaddesi olan kenevirin haşış olarak geçtiği bilinmektedir. Gemilerinde kenevirden yapılmış yelken, urgan, ip ve halatları kullanan Romalılar sayesinde bitki Anadolu’dan Avrupa’ya taşınmıştır (Anonim, 2024b). Kültepe tabletlerinde kumaş kelimesi için genel tabirlerden biri “lubustum” olarak geçmektedir (Jeremy ve ark., 2000).

AB’de ilk defa 1970’lerin başında Keten ve Kenevir Ortak Piyasa Düzeninin oluşturulmasına yönelik 29.06.1971 tarih ve (EEC) 1308-71 Sayılı Konsey Tüzüğü çıkartılmıştır (Commission, 2005). Lif amaçlı keten ve kenevir yetiştiriciliği ortak piyasa düzeni (OPD), keten ve kenevir samanını birincil olarak işleyenlere ve kendi başlarına samanları işleyen çiftçilere yönelik yardımları ve kenevir ithalatına ilişkin kurallara dair tek pazar hakkındaki tedbirleri içermektedir. Lif yapımına yönelik Keten ve Kenevir yetiştiriciliği ortak piyasa düzenine ilişkin temel Avrupa Birliği mevzuatı 1673-2000 sayılı Konsey Tüzüğü’dür.

Avrupa Birliğinde üçüncü ülkelerden yapılan tüm kenevir ithalatları bir lisansa tabidir. Buna göre ekim amaçlı ithal edilen kenevir tohumları tetrahydrocannabinol içeriğinin %0.2’yi geçmemesi şartı aranmaktadır (Official Journal, 2000).

Günümüzde bazı kanun ve yönetmeliklerle çoğu ülkede kenevire için yeni düzenlemeler yapılmış ve üretimini kontrol altına almak kaydıyla serbest bırakılmıştır. 1950’lilerin başında Dünyada yaklaşık 1.000.000 ha alanda üretimi yapılan kenevirin ekim alanları devamlı azalarak, 1990’lı yılların sonuna doğru 130.000 ha kadar

düşmüştür. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) verilerine göre kenevir ekim alanları 2015-2020 arasında 40.000-42.000 ha alanda lif amaçlı ekim, 30.000-35.000 ha alanda da tohum amaçlı ekim yapıldığı bildirilmektedir (FAO, 2024).

Anadolu'da kendir olarak adlandırılan kenevire Sibirya'daki Türkler yitin adını vermişlerdir (Ulaş, 2019; Taşlıgil ve Şahin, 2019). Anadolu'da kenevirin tohumuna çedene, yaprağına ise gonca adı verilmiştir (Arslan, 2018). Ephesos'ta (Selçuk) Alaban civarında (Aydın-Çine-Araphisar) tarımının yapıldığı, Mylasa (Muğla-Milas) ve Alabanda ağ üretiminde yine kenevirin kullanıldığı bildirilmiştir (Civelek, 2018).

Endüstriyel amaçlı olarak ülkemizde kenevir ilk olarak Kastamonu'da, sonraları izne tabii belirli illerde üretilmiş ve sanayisine yönelik ilk destekler Kastamonu'da başlatılmıştır. Bunlardan en önemlisi 1946 yılında hizmete açılan Sümerbank Taşköprü işletmesidir. Diğer fabrika ise yine Kastamonu'da olan Kendir Sanayii işletmesidir (Ulaş, 2019).

Osmanlı Devleti döneminde ise Tersane-i Amire bakımından çok önemli bir üründür. Bu yüzden Trabzon, Samsun, Ordu ve Aydın'ın yanı sıra Bahriye'nin ip, halat, urgan ve yelken için kenevir gereksinimleri çoğunlukla Kastamonu ve İzmir çevresinden karşılanmaya çalışılmıştır (Yapucu, 2018). Bunun temel amacı, kenevirin lif bitkisi olarak halat yapımına çok uygun olmasıdır.

Tüm bu özelliklerine rağmen kenevir çoğu ülkede öncelikle uyuşturucu amacıyla yetiştirilmek istenmiştir. Sanayide kullanımının artırılması ve kenevirden uyuşturucu madde üretilmesinin engellenmesi amacıyla kenevir ekimi yapılacak bölgeler tespit edilmiş, kenevir tarımı izne bağlanmıştır. Son olarak gerekli denetimlerin yapılması ve kaçak ekimlere yapılacak olan işlemlere ait usul ve esaslar belirlemek üzere kenevir ekimi ve kontrolü hakkında 20672 sayılı 21 Ekim 1990 tarihli bir yönetmelik hazırlanmıştır.

Bu yönetmelik kapsamında yetiştiriciliğine izin verilen iller; Zonguldak, Yozgat, Uşak, Tokat, Sinop, Samsun, Rize, Ordu, Malatya, Kütahya, Kayseri, Kastamonu, Karabük, İzmir, Çorum, Burdur, Bartın, Amasya, Antalya ve ile bağlı tüm ilçeler şeklindedir (Yılmaz ve Yazıcı, 2022). Günümüzde ise Sivas ve Konya illerinin de eklenmesiyle izin verilen il sayısı 21 olmuştur.

Bitkisel, Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Kenevir kısa gün bitkisi olup yabancı olarak döllenerek tek yıllık ve otsu bir bitkidir. Kromozom sayısı $2n=20$ olmakla birlikte dioik ve monoik tipleri bulunmaktadır (Small ve Cronquist, 1976). Bitki içerisinde bulunan tetrahidrokannabinol (THC) bileşiğinden dolayı birçok ülkede zaman zaman üretimi yasaklanmıştır (Meijer ve ark., 1995). Kenevir bitkisinin ikincil bileşiklerinden kannabidiol (CBD), günümüz araştırmalarında ilgi alanı olmuştur. Elde edilen bu bileşimin farmakoloji alanında kullanılabileceği ve bağımlılık yapmayan bir ilaç özelliği taşıdığı belirtilmiştir (Fitzcharles ve ark., 2023).

THC, psikotrop bir maddedir ve kenevirin THC içeriğine bağlı olarak lif tipi kenevir ($<0.3\%$) veya uyuşturucu tipi esrar ($0.3\%>$) olarak, kenevirin erkek ve dişi çiçekleri ayrı bitkilerde gelişir ancak bazen

hermafrodit fenotip de gösterir (Thomas ve ElSohly, 2016). Kanabinoid üretmek için dişi bitkiler, daha yüksek miktarlarda kanabinoid üretmeleri de dahil olmak üzere çeşitli nedenlerle erkek bitkilere tercih edilir. Son yıllarda bu bitkinin farmasötik ve diğer endüstriyel amaçlarla yetiştirilmesine Türkiye'nin de aralarında bulunduğu bazı ülkelerde izin verilmiştir (Khabbazi ve Yılmaz, 2023).

Kenevir tohumları yaklaşık %30-35 sabit yağ içermektedir (Yılmaz ve Yazici, 2022). Bitkiler aleminde en fazla doymamış yağ içeren bitki olarak bilinmektedir. Omega 6 (linoleik - LA) ile Omega 3 (alfa-linolenik - LNA) esansiyel yağ asitlerini içeren Kenevir Tohumu Yağı, aynı zamanda E vitamini, A vitamini, kalsiyum, magnezyum vb. mineraller açısından da oldukça zengin içeriğe sahiptir.

Kullanıldığı Sektörler

Tohum içerisinde gluten olmadığından çölyak hastalığı olan kişiler için ekmek üretimi sırasında kullanılabilecek bir besin kaynağıdır. Bununla beraber, tohumları önemli bir vitamin kaynağıdır (Karakaş, 2018).

Yağ eldesi sonrasında arta kalan küspe, çeşitli rasyonların içerisinde yer alabilecek ve özellikle hayvan beslemede güvenle kullanılabilecek nitelikte değerli bir yem kaynağıdır (Townshend ve Boleyn, 2010). Küspesi, ayrıca kedi ve köpek gibi ev hayvanları yanında kanatlı beslemede ve balık yeminde rahatlıkla kullanılabilmektedir.

Bunların yanında kolesterol ve yüksek tansiyon dengelemesi dâhil olmak üzere sağlık açısından birçok faydaları da vardır (Jones, 1995). Özellikle yağı, sedef hastalığı ve nörodermatozin tıbbi tedavisinde yoğun olarak kullanılmaktadır (Anstey ve ark., 1990; Fiocchi, 1994; Pate, 1999). ABD Gıda ve İlaç İdaresi (FDA), cannabidiol içeren oral solüsyonunu (Epidiolex), 2018'de epilepsi ile ilişkili nöbetlerin tedavisinde kullanılmasını onaylamıştır (Kalant, 2001). Yine FDA, sentetik cannabinoid'ler olan dronabinol ve nabilon'u kanser hastalarında kemoterapiye bağlı olarak ortaya çıkan bulantı ve kusmayı tedavi etmek için uygun olduğunu belirtmiştir. Dronabinol'un ayrıca AIDS hastalarının iştahsızlık ve kilo kaybı tedavilerinde kullanılmasını da uygun bulmuştur (Anonim, 2024a).

Kenevir çiçek ve yapraklarından elde edilen CBG, THC, CBD ve CBDA gibi kannabinoidler kullanılarak üretilen ilaçlar tedavi süreçlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. İlaç sanayisinde en fazla bulunan ilaçlar, katma değeri en yüksek CBD içerikli ilaçlardır (Grinspoon, 2007).

Kenevir bitkisi, genellikle sak olarak isimlendirilen odunsu çekirdek lifi tarafından çevrelenen öz adı verilen bir iç katmandan oluşur. Basit lifleri dış tabakayı oluşturur. Birincil basit lifi, tutkal benzeri bir madde olan pektin ile göbek liflerine bağlanır. Birincil lifler tekstil endüstrisinde kordonlar ve ince kâğıt ürünler için kullanılır. Ahşaba benzeyen çekirdek lifi hayvan yatakları, bahçe malçları, yakıt ve çeşitli inşaat malzemeleri için kullanılmaktadır (Anonim, 2021).

Kenevir samanı yalıtım özelliği ve su tutma kapasitesinin yüksek (Kolsarıcı, 2019) olmasından dolayı hayvan çiftliklerinde altlık olarak kullanılmaktadır. Samanı bahçelerde kaplama malzemesi olarak kullanılmasının yanında, yabancı otların büyümesini engellemekte ve toprak nemini de korunmaktadır (Carus, 2012).

Biyodizel yapımında bir yakıt kaynağı olarak kenevirin başka bir avantajı, biyoetanol veya biyobutanol gibi düşük karbonlu yakıtlar oluşturmada fermente edilebilecek yüksek bir biyokütle içeriğine sahip olmasıdır (Moxley ve ark., 2008).

Bu çalışmada, Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) ve FAO'dan temin edilen son 5 yıllık veriler yardımıyla Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanılarak Türkiye'de kenevir üretimine izin verilen alanlarda ve bölgesel ölçekte değişim ve yoğunluk haritalarının oluşturulması amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Dünya ölçeğinde 2018-2022 FAO verileri kullanılarak her bir yıl için Kenevir hasat edilen alan (ha), üretim (ton) ve verim (100g ha^{-1}) miktarlarına göre ve harita sınıf sayıları 2-7 arasında değişen oranlarda 15 adet (3 ürün x 5 yıl) farklı yoğunluk haritaları oluşturulmuştur.

Türkiye için TÜİK'ten iller ölçeğinde elde edilen 2019-2023 kenevir tohumu ve kenevir lifi verileri kullanılmıştır. CBS ile her bir yıl için illere göre ve harita sınıf sayıları 2-7 arasında değişen oranlarda hasat edilen alan (ha), üretim (ton) ve verim (kg da^{-1}) miktarlarına göre farklı yoğunluk haritaları oluşturulmuştur. İller ölçeğinde toplamda 15 yoğunluk (3 ürün x 5 yıl) haritası elde edilmiştir.

Türkiye bölgeler ölçeğinde öncelikle bölgeler haritaları oluşturulmuştur. Daha sonra elde edilen 2019-2023 kenevir tohumu ve kenevir lifi verileri kullanılarak CBS ile her bir yıl için bölgelere göre 2-7 sınıf aralıklı olacak şekilde hasat edilen alan (ha), üretim (ton) ve verim (kg da^{-1}) miktarlarına göre farklı bölgesel yoğunluk haritaları oluşturulmuştur. Bölgeler ölçeğinde toplamda 15 yoğunluk (3x5) haritası elde edilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Dünya Kenevir Üretim Potansiyeli

Hasat edilen alan, üretim ve verim değerlerine göre 2022 yılında Dünya'da kenevir tarımının en fazla yapıldığı ilk 5 ülke sıralamaları Çizelge 1'de verilmiştir (FAO, 2024). Hasat edilen alan açısından ilk sırada Kanada (28800), ikinci sırada Rusya Federasyonu (7524) ve üçüncü sırada ise Şili (2379) yer almaktadır. Türkiye ise bu sıralamada 194 ha ile 7. sırada yer almaktadır. Çizelge 2'te ise hasat edilen alan, üretim ve verim değerlerine göre elde edilen tanımlayıcı istatistikler ve bu değerlerin 2018 yılına göre yüzde değişim oranları verilmiştir. 2022 için Dünya ortalaması olan 5452.88 ha ile kıyaslandığında Türkiye'nin ortalamanın çok altında olduğu ve bu değer sadece %3.55 kadarına denk geldiği görülmektedir. Kanada Dünya ortalamasının yaklaşık 5.3 katı, Rusya yaklaşık 1.4 ve Şili ise ortalamasının altında kalarak ancak yarısı kadar alanda üretim yapmıştır.

Üretime bakıldığında ise ilk sırada Kanada (32988), ikinci sırada Avustralya (3600) ve üçüncü sırada ise Rusya Federasyonu (2094.46) yer almaktadır. Türkiye ise bu sıralamada 159 ton ile 8. sırada yer almaktadır. 2022 Dünya üretim ortalaması olan 5283.25 ton ile kıyaslandığında Türkiye'nin ortalamanın çok altında olduğu

ve bu değerin sadece %3.01 kadarına denk geldiği görülmektedir. Kanada Dünya ortalamasının yaklaşık 6.24 katı, Avustralya ortalamasının 0.68 katı ve Şili ise ortalamasının 0.4 katı kadar bir üretim yapmış gözükmektedir.

Çizelge 1. Hasat Edilen Alan, Üretim ve Verim Değerlerine Göre Dünyada İlk 5 Ülke Sıralaması (FAO, 2024)

Sıra No	Ülke	Hasat Edilen Alan (ha)
1	Canada	28800.00
2	Russian Federation	7524.00
3	Chile	2379.00
4	United States of America	2177.00
5	Australia	1200.00
Sıra No	Ülke	Üretim (ton)
1	Canada	32988.00
2	Australia	3600.00
3	Russian Federation	2094.46
4	Chile	1531.16
5	United States of America	1102.00
Sıra No	Ülke	Verim (100g ha ⁻¹)
1	Australia	30000.00
2	Canada	11454.00
3	Iran (Islamic Republic of)	10362.00
4	Türkiye	8196.00
5	Chile	6437.00

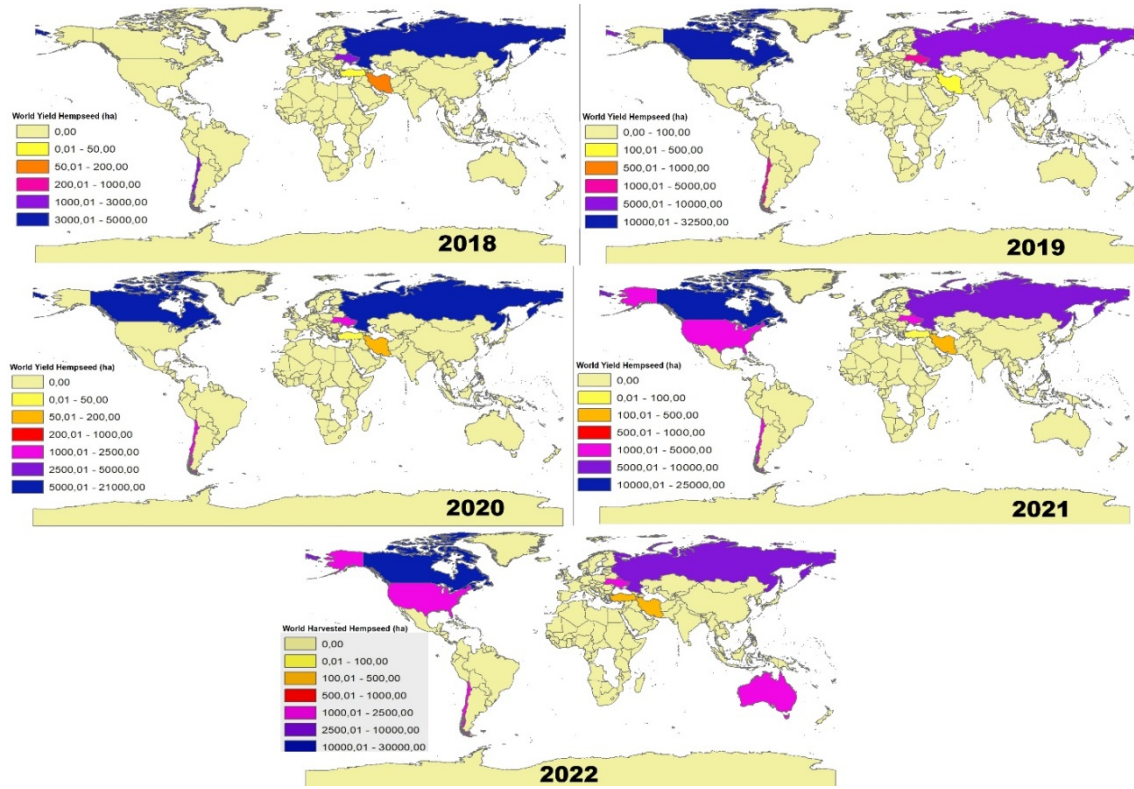
Verim değerlerine bakıldığında ise ilk sırada Avustralya (30000), ikinci sırada Kanada (11454) ve üçüncü sırada ise İran (10362) yer almaktadır. Türkiye ise bu sıralamada 8196 ile 4. sırada yer almaktadır. 2022 Dünya üretim ortalaması olan 9927 100g ha⁻¹ ile kıyaslandığında Türkiye'nin neredeyse ortalamaya yaklaştığı ve verimin bu değerin sadece 0.83 kadarına denk geldiği görülmektedir. Avustralya Dünya ortalamasının yaklaşık 3.02 katı, Kanada ortalamasının 1.15 katı ve İran ise ortalamasının 1.04 katı kadar bir üretim yapmış gözükmektedir.

Çizelge 2'de hasat edilen alanlarda ilk yıla göre 2019 yılından sonra büyük oranda bir artış gözlenmiştir. En büyük artış 2019 yılında (%314.4) olmuştur. Üretim değerinde de alana benzer şekilde ve daha büyük oranlarda artış olduğu gözlenmiştir. En büyük artış 2019 yılında (%794.1) olmuştur. Ancak verim değerlerinde alan ve üretim miktarları kadar büyük bir oranda artış olmamıştır. En büyük artış 2022 yılında (%58.5) olmuştur.

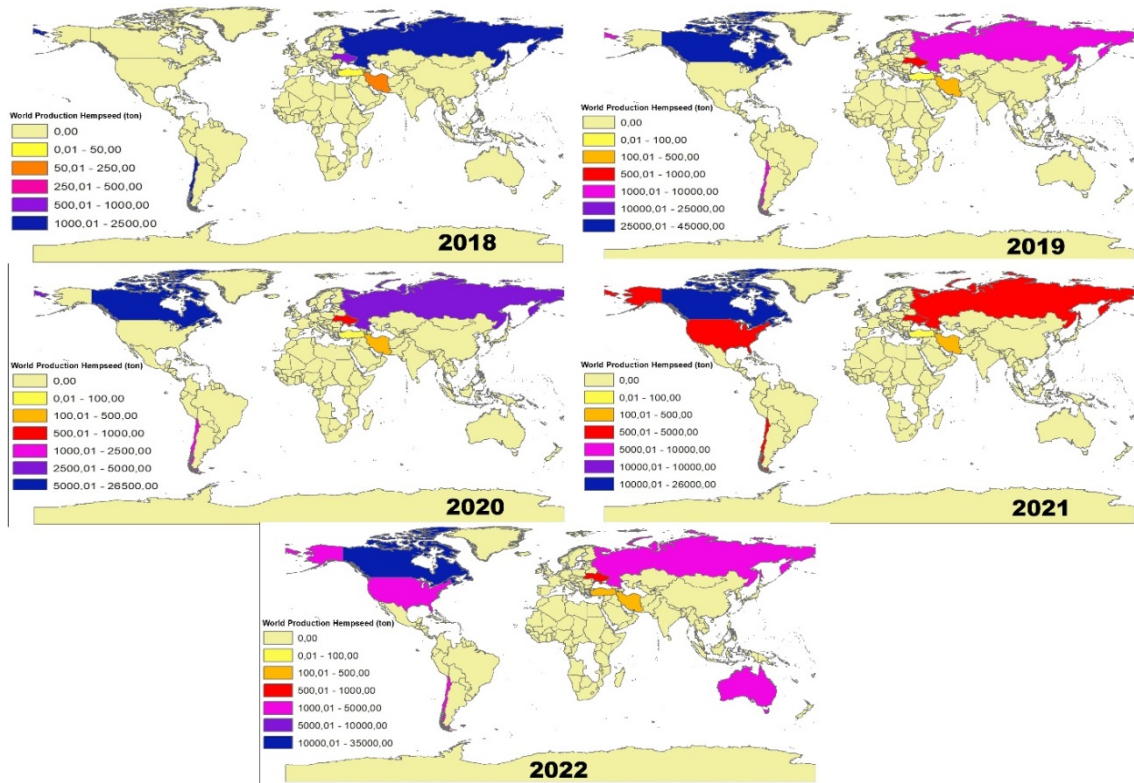
Şekil 1'de (FAO, 2024) verileri ile CBS ortamında 2018-2022 yılları arasında her bir yıl için hasat edilen alan miktarına göre oluşturulmuş yoğunluk haritaları, Şekil 2'de üretim miktarı yoğunluk haritaları, Şekil 3'te ise verim değeri yoğunluk haritaları verilmiştir. Haritalarda sınıf aralıkları veri setine bağlı olarak 2-7 arasında olacak şekilde belirlenmiştir. Sınıf aralıklarının belirlenmesinde veri setindeki veri yoğunluğunun doğal kırılma değerleri esas alınarak sınıflandırmalar yapılmıştır.

Çizelge 2. Dünya’da Kenevir Hasat Edilen Alan, Üretim ve Verim Miktarına Göre Tanımlayıcı İstatistikleri (FAO, 2024)

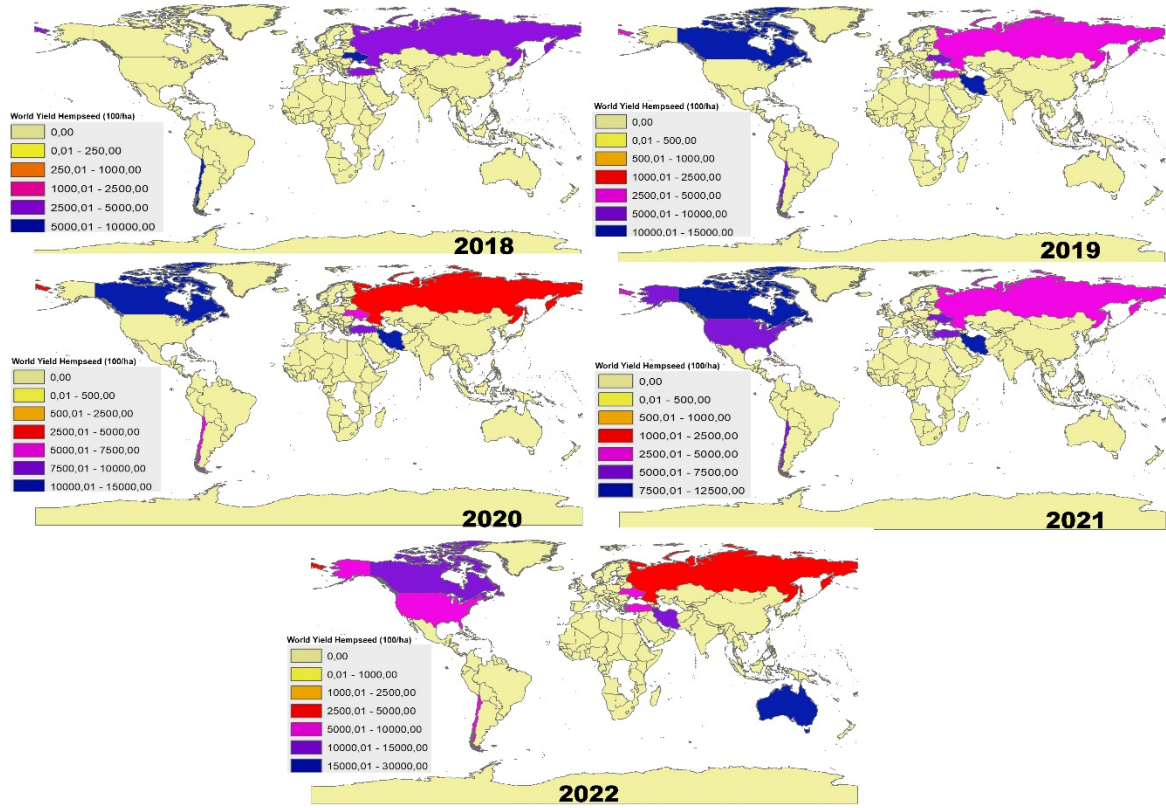
Bileşen	Yıl	Ortalama	Ülke Sayısı	Standart Sapma	Ort. Std. Hatası	Toplam	Min.	Max.	Ortalamanın 2018'e göre % Değişimi
Hasat Edilen Alan (ha)	2018	1698.80	5.00	1933.47	864.67	8494.00	6.00	4691.00	
	2019	7040.67	6.00	12662.24	5169.34	42244.00	48.00	32500.00	314.4
	2020	5167.17	6.00	7875.86	3215.31	31003.00	10.00	20400.00	204.2
	2021	5331.14	7.00	8009.21	3027.20	37318.00	32.00	22500.00	213.8
	2022	5452.88	8.00	9720.60	3436.75	43623.00	193.00	28800.00	221.0
	Total	5083.81	32.00	8528.70	1507.68	162682.00	6.00	32500.00	
Üretim (ton)	2018	891.40	5.00	907.88	406.02	4457.00	3.00	2117.00	
	2019	7969.83	6.00	16994.42	6937.94	47819.00	20.00	42592.00	794.1
	2020	5326.67	6.00	10435.86	4260.42	31960.00	9.00	26500.00	497.6
	2021	4769.86	7.00	9350.50	3534.16	33389.00	20.00	25820.00	435.1
	2022	5283.25	8.00	11251.83	3978.12	42266.00	159.00	32988.00	492.7
	Total	4996.59	32.00	10688.67	1889.51	159891.00	3.00	42592.00	
Verim (100g ha ⁻¹)	2018	6261.40	5.00	2383.05	1065.73	31307.00	4513.00	10354.00	
	2019	7352.83	6.00	3605.85	1472.08	44117.00	4167.00	13105.00	17.4
	2020	8075.67	6.00	3280.04	1339.07	48454.00	4556.00	12990.00	29.0
	2021	7095.29	7.00	2728.74	1031.37	49667.00	4207.00	11476.00	13.3
	2022	9927.00	8.00	8605.74	3042.59	79416.00	2784.00	30000.00	58.5
	Total	7905.03	32.00	4942.95	873.80	252961.00	2784.00	30000.00	
Genel Toplam	2018	2950.53	15.00	2985.79	770.93	44258.00	3.00	10354.00	
	2019	7454.44	18.00	11665.45	2749.57	134180.00	20.00	42592.00	152.6
	2020	6189.83	18.00	7438.21	1753.20	111417.00	9.00	26500.00	109.8
	2021	5732.10	21.00	6981.29	1523.44	120374.00	20.00	25820.00	94.3
	2022	6887.71	24.00	9729.00	1985.92	165305.00	159.00	32988.00	133.4
	Total	5995.15	96.00	8416.28	858.98	575534.00	3.00	42592.00	



Şekil 1. Hasat Edilen Alan Miktarlarına (ha) Göre Son 5 Yıl Dünya'da Kenevir Tohum Alanlarının Değişimi



Şekil 2. Üretim Miktarlarına (ton) Göre Dünya'da Kenevir Tohum Alanlarının Değişimi



Şekil 3. Verim Miktarlarına Göre (100g ha⁻¹) Dünya Kenevir Tohum Alanlarının Değişimi (FAO, 2024)

Türkiye Bölgesel Kenevir Üretim Varlığı

Türkiye’de son olarak 2016 yılında revize edilen kenevir yönetmeliği ile 21 ilde kenevir ekimine izin verilmiştir (Şekil 4).



Şekil 4. Türkiye Kenevir Yetiştiriciliğine İzin Verilen 21 İl

Bu illere ait 2023 yılı tarımsal alan kullanım durumları Çizelge 3'te verilmiştir. Çizelgede görüldüğü gibi toplam ve ekili alan olarak en fazla arazi sırasıyla Konya, Sivas ve Yozgat'ta bulunmaktadır. Nadas alanı en fazla olan ilk üç il ise Konya, Sivas ve Kayseri'dir. Sebze bahçe alanları en çok Antalya, İzmir ve Kayseri'de bulunmaktadır. Meyve-içecek-baharat bitkileri en fazla Ordu, İzmir ve Samsun'da bulunmaktadır. Süs bitkilerinde ise ilk üç sırayı İzmir, Antalya ve Konya almaktadır.

Çizelge 3. Türkiye Kenevir Yetiştirilen İller 2023 Yılı Tarımsal Alan Kullanım Durumları (TÜİK, 2024)

Sıra No	Tarım alanları, 2023 (da)	Toplam alan	Tahıllar ve diğer bitkisel ürünlerin alanı		Sebze bahçeleri alanı	Meyveler, içecek ve baharat bitkileri alanı	Süs bitkileri alanı
			Ekilen alan	Nadas			
1	Amasya	2295417.00	1796025.00	322680.00	103672.00	73040.00	0.00
	Antalya	3598414.49	1801839.00	521596.00	510985.00	758497.00	5497.49
2	Bartın	392259.00	302119.00	0.00	17386.00	72751.00	3.00
3	Burdur	1438734.00	1129654.00	100514.00	66971.00	141569.00	26.00
4	Çorum	5349182.00	3607766.00	1541801.00	110756.00	88859.00	0.00
5	İzmir	3286735.48	1378474.00	30280.00	384493.00	1478030.00	15458.48
6	Karabük	498499.00	254022.00	228150.00	9991.00	6336.00	0.00
7	Kastamonu	1447410.50	1057165.00	218749.00	53391.00	118060.00	45.50
8	Kayseri	5810521.00	3460681.00	1842751.00	338279.00	168810.00	0.00
9	Konya	18854582.00	13892213.00	4241149.00	260238.00	460150.00	832.00
11	Kütahya	3185497.00	2364658.00	649261.00	71059.00	100519.00	0.00
12	Malatya	2774474.15	1055919.00	768606.00	44131.00	905760.00	58.15
13	Ordu	2427191.75	137156.00	50.00	13089.00	2276889.00	7.75
14	Rize	592421.81	2822.00	0.00	2885.00	586667.00	47.81
15	Samsun	3752449.02	2298318.00	205720.00	275318.00	972459.00	634.02
16	Sinop	779132.00	451857.00	267000.00	30359.00	29916.00	0.00
17	Sivas	7937736.00	4781370.00	3109816.00	9195.00	37355.00	0.00
18	Tokat	3067283.90	2372998.00	364499.00	187002.00	142349.00	435.90
19	Uşak	2083725.00	1889730.00	27366.00	74189.00	92440.00	0.00
20	Yozgat	5980588.00	4451098.00	1436348.00	34447.00	58695.00	0.00
21	Zonguldak	528061.40	229833.00	8678.00	30541.00	259009.00	0.00
	Türkiye	239417091.94	167110907.00	28143070.00	7122641.00	36982778.00	57695.94

Çizelge 4'te Türkiye'de ortalama olarak kenevir yetiştiriciliği yapılan yerler ile ilgili istatistiki bilgiler verilmiştir. Çizelge 5'te ise bu yetiştiricilik yapılan 21 il için hesaplanan 2023 yılı hasat edilen alan, üretim ve verim miktarına göre Bölgeler ölçeğinde kenevir tanımlayıcı istatistikleri verilmiştir.

Türkiye'de bölgesel ölçekte son 5 yıl için ortalama kenevir tohumu hasat alanları lif alanlarından genellikle daha büyük değerlere sahip olmuştur. Özellikle tohumda 2020 yılı ortalama alanı (706.83 da) bir önceki yıl olan 2018 yılına göre (68.57) %930.80 kadar artmıştır. Lif alanında ise 2022 (44.17 da) yılından 2023 yılına (423.40 da) geçişte yaklaşık %858.64 kadar bir artış olmuştur. Verim değerlerinde ise alanın tersi yönünde lif üretimi açısından daha fazla verimin elde edildiği görülmektedir. Tohum verimindeki en büyük artış 2021 (77.40 kg da

¹⁾ yılından 2023 (109.80 kg da⁻¹) yılına geçişte %41.86 kadar olmuştur. Lif veriminde en büyük artış %24.78 ile 2022 (250.00 kg da⁻¹) yılından 2023 (307.00) yılına geçişte yaşanmıştır.

Tohum üretiminde 2019 (15 ton) yılından 2020 (161 ton) yılına geçişte %1265 ve 2021 (6 ton) yılından 2022 (82) yılına geçişte %695'lik artışlar olmuştur. Lif veriminde ise en büyük artış %1085.06 ile 2022 (24 ton) yılından 2023 (254 ton) yılına geçişte olduğu görülmüştür (Çizelge 4). Alan ve üretim bakımından tohum değerlerinin lif değerlerinden daha fazla olduğu belirlenmiştir. Ancak, verime bakıldığında ise lif değerlerinin tohum değerlerinden bir miktar fazla olduğu belirlenmiştir. Kenevir tarımının en yoğun olduğu bölgeler İç Anadolu ve Karadeniz Bölgeleridir (Çizelge 5).

Çizelge 4. Kenevir Alanı, Verim ve Üretim Değerleri İçin Türkiye Ortalaması İstatistikleri

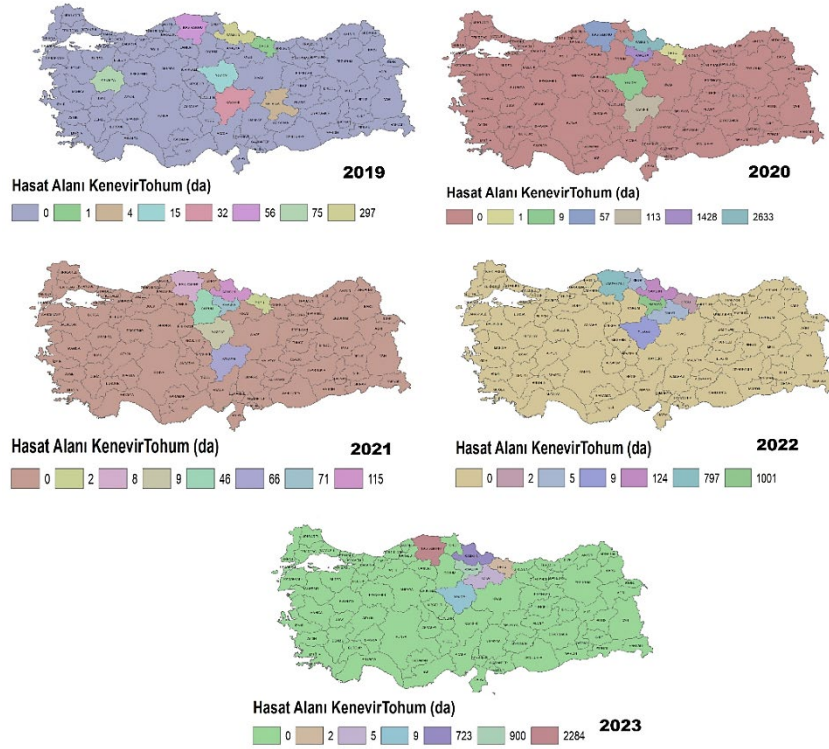
	İstatistikler	Ort.	İl Sayısı	Std. Sapma	Ort. Std. Hatası	Toplam	Min.	Max.	Önceki yıla göre ort. değişim, %
Hasat Edilen Alan (Tohum) (da)	2019	68.57	7	104.34	39.44	480.00	1.00	297.00	
	2020	706.83	6	1094.56	446.85	4241.00	1.00	2633.00	930.80
	2021	45.29	7	41.90	15.84	317.00	2.00	115.00	-93.59
	2022	277.57	7	430.77	162.82	1943.00	2.00	1001.00	512.93
	2023	653.83	6	892.69	364.44	3923.00	2.00	2284.00	135.55
Hasat Edilen Alan (Lif) (da)	2019	75.50	2	92.63	65.50	151.00	10.00	141.00	
	2020	19.20	5	17.08	7.64	96.00	6.00	49.00	-74.57
	2021	46.29	7	63.90	24.15	324.00	4.00	176.00	141.07
	2022	44.17	6	72.35	29.54	265.00	2.00	188.00	-4.58
	2023	423.40	5	756.77	338.44	2117.00	4.00	1754.00	858.64
Verim (Tohum) (kg da ⁻¹)	2019	42.40	5	25.31	11.32	212.00	13.00	67.00	
	2020	72.80	5	28.60	12.79	364.00	35.00	111.00	71.70
	2021	77.40	5	26.13	11.69	387.00	43.00	111.00	6.32
	2022	109.80	5	52.40	23.43	549.00	73.00	200.00	41.86
	2023	112.60	5	50.28	22.49	563.00	81.00	200.00	2.55
Verim (Lif) (kg da ⁻¹)	2019	114.00	2	19.80	14.00	228.00	100.00	128.00	
	2020	109.20	5	43.84	19.61	546.00	63.00	167.00	-4.21
	2021	117.57	7	68.77	25.99	823.00	28.00	250.00	7.67
	2022	137.20	5	68.69	30.72	686.00	64.00	250.00	16.70
	2023	171.20	5	104.26	46.62	856.00	63.00	307.00	24.78
Üretim (Tohum) (ton)	2019	4.00	5	6.16	2.76	20.00	1.00	15.00	
	2020	54.60	5	72.32	32.34	273.00	1.00	161.00	1265.00
	2021	4.00	5	1.87	0.84	20.00	1.00	6.00	-92.67
	2022	31.80	5	39.07	17.47	159.00	1.00	82.00	695.00
	2023	65.40	5	75.86	33.92	327.00	1.00	186.00	105.66
Üretim (Lif) (ton)	2019	9.50	2	12.02	8.50	19.00	1.00	18.00	
	2020	1.80	5	1.30	0.58	9.00	1.00	4.00	-81.05
	2021	3.00	7	3.00	1.13	21.00	1.00	9.00	66.67
	2022	6.20	5	9.98	4.47	31.00	1.00	24.00	106.67
	2023	71.80	5	110.85	49.57	359.00	1.00	254.00	1058.06

Çizelge 5. Türkiye Bölgeler Ölçeğinde 2023 yılı Hasat Edilen Alan, Üretim ve Verim Miktarına Göre Kenevir Tanımlayıcı İstatistikleri (TÜİK, 2024)

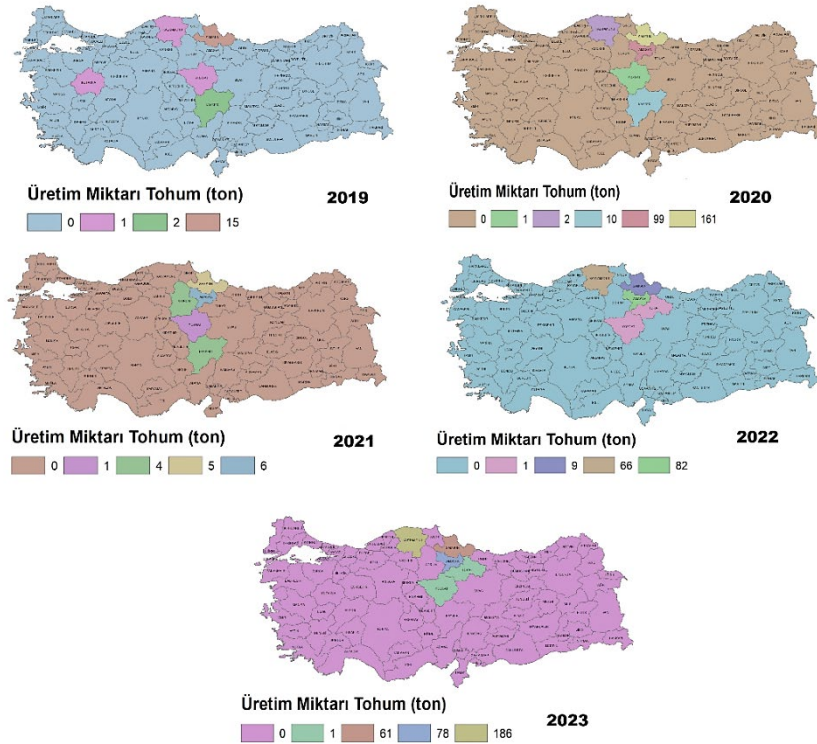
Bölge	İstatistikler	Hasat Edilen Alan (Tohum) (da)	Hasat Edilen Alan (Lif) (da)	Verim (Tohum) (kg da ⁻¹)	Verim (Lif) (kg da ⁻¹)	Üretim (Tohum) (ton)	Üretim (Lif) (ton)
AKDENİZ	Ort.		11.00		91.00		1.00
	İl Sayısı		1		1		1.00
	Std. Sapma						
	Ort. Std. Hatası						
	Toplam		11.00		91.00		1.00
	Min.		11.00		91.00		1.00
	Max.		11.00		91.00		1.00
İÇ ANADOLU	Ort.	9.00	16.00	111.00	63.00	1.00	1.00
	İl Sayısı	1	1	1	1	1	1
	Std. Sapma						
	Ort. Std. Hatası						
	Toplam	9.00	16.00	111.00	63.00	1.00	1.00
	Min.	9.00	16.00	111.00	63.00	1.00	1.00
	Max.	9.00	16.00	111.00	63.00	1.00	1.00
KARADENİZ	Ort.	782.80	696.67	113.00	234.00	81.50	119.00
	İl Sayısı	5	3	4	3	4	3
	Std. Sapma	933.48	930.25	58.05	82.18	77.10	127.35
	Ort. Std. Hatası	417.46	537.08	29.03	47.44	38.55	73.53
	Toplam	3914.00	2090.00	452.00	702.00	326.00	357.00
	Min.	2.00	4.00	81.00	145.00	1.00	1.00
	Max.	2284.00	1754.00	200.00	307.00	186.00	254.00
Toplam	Ort.	653.83	423.40	112.60	171.20	65.40	71.80
	İl Sayısı	6	5	5	5	5	5
	Std. Sapma	892.69	756.77	50.28	104.26	75.86	110.85
	Ort. Std. Hatası	364.44	338.44	22.49	46.62	33.92	49.57
	Toplam	3923.00	2117.00	563.00	856.00	327.00	359.00
	Min.	2.00	4.00	81.00	63.00	1.00	1.00
	Max.	2284.00	1754.00	200.00	307.00	186.00	254.00

Türkiye İl Düzeyinde Kenevir Üretim Varlığı

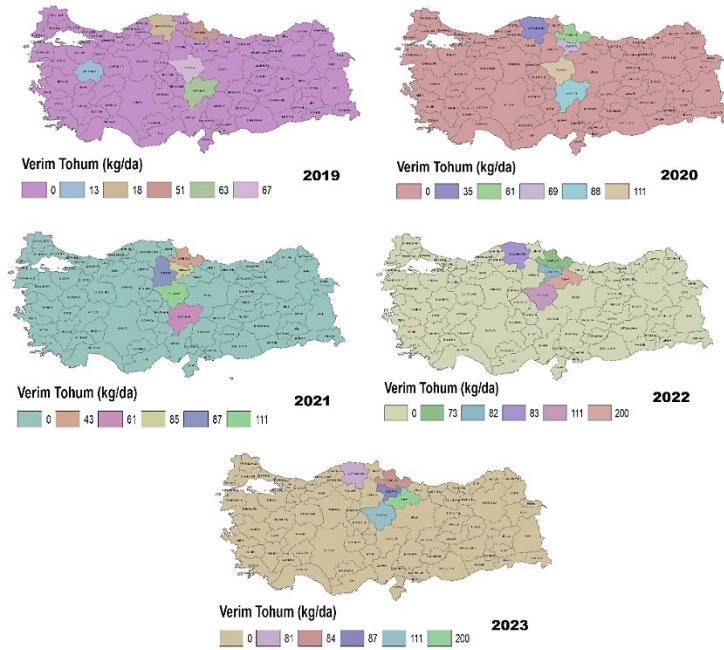
Şekil 5’de Türkiye iller ölçeğinde tohum hasat edilen alan (da) yoğunluk haritası, Şekil 6’da üretim (ton) yoğunluk haritası ve Şekil 7’de ise verim miktarları (kg da⁻¹) yoğunluk haritaları verilmiştir. Haritalar CBS ortamında mevcut veri setlerinin yoğunluğuna bağlı olarak ve verilerde doğal kırılma değerlerine sadık kalacak şekilde 2-7 sınıf aralıklı düzenlenmiştir.



Şekil 5. Türkiye Kenevir Tohumu 2019-2023 Hasat Edilen Alan (da) Yoğunluk Haritası

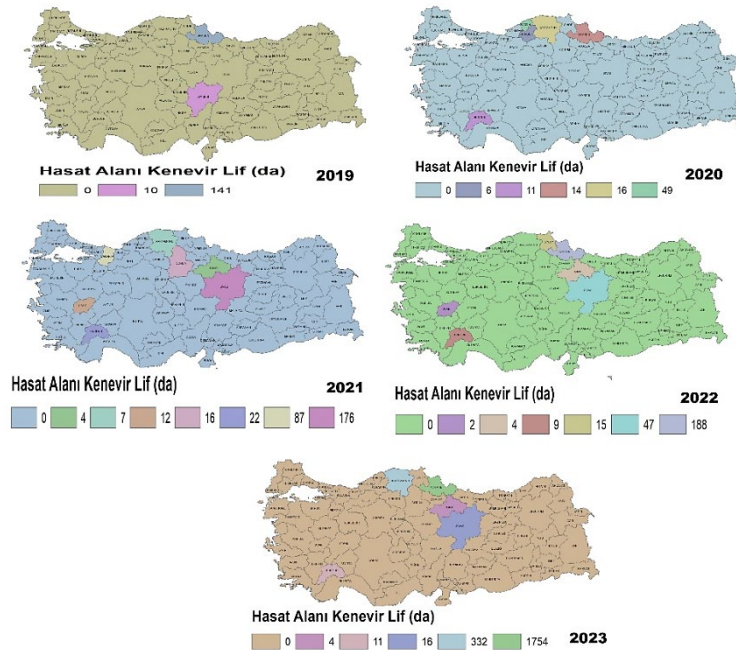


Şekil 6. Türkiye Kenevir Tohumu 2019-2023 Üretim (ton) Yoğunluk Haritası

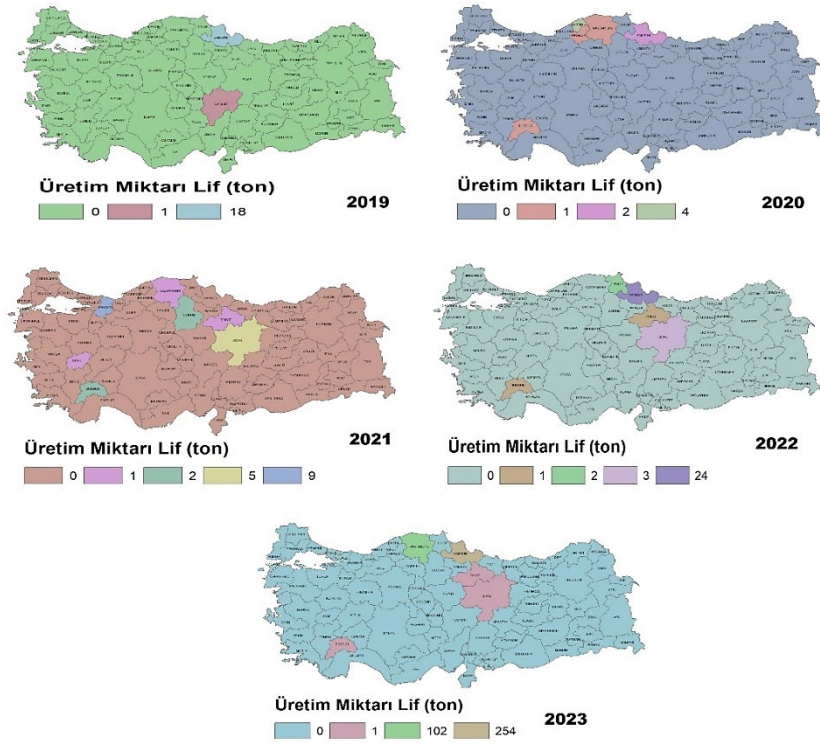


Şekil 7. Türkiye Kenevir Tohumu 2019-2023 Verim (kg da^{-1}) Yoğunluk Haritası

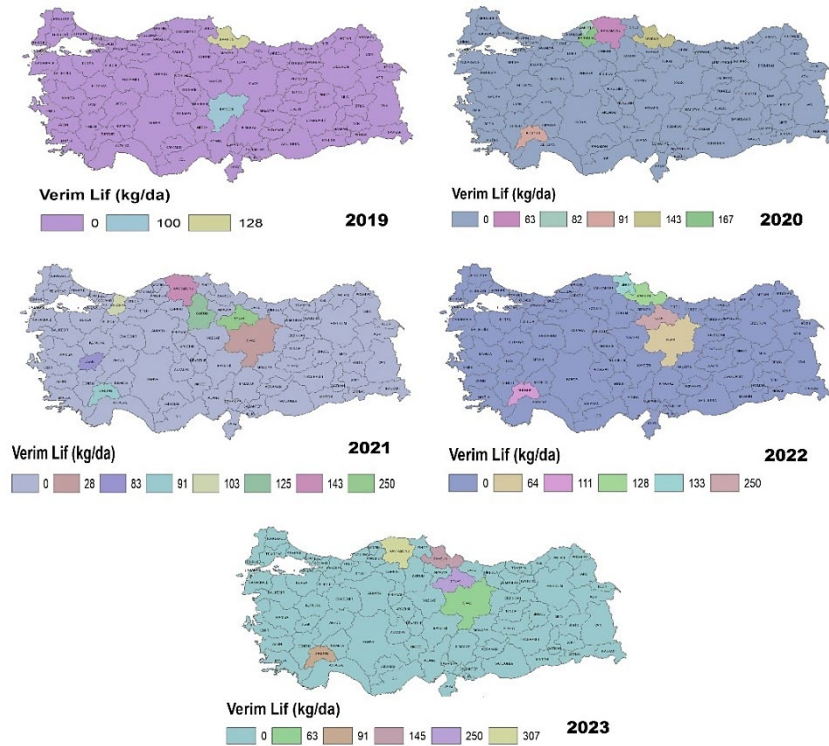
Şekil 8’de Türkiye iller ölçeğinde lif bakımından hasat edilen alan (da) yoğunluk haritası, Şekil 9’da üretim (ton) yoğunluk haritası ve Şekil 10’da ise verim miktarları (kg da^{-1}) yoğunluk haritaları verilmiştir. Haritalar CBS ortamında mevcut veri setlerinin yoğunluğuna bağlı olarak ve verilerde doğal kırılma değerlerine sadık kalacak şekilde 2-7 sınıf aralıklı düzenlenmiştir.



Şekil 8. Türkiye Kenevir Lifi 2019-2023 Hasat Edilen Alan (da) Yoğunluk Haritası



Şekil 9. Türkiye Kenevir Lifi 2019-2023 Üretim (ton) Yoğunluk Haritası



Şekil 10. Türkiye Kenevir Lifi 2019-2023 Verim (kg da⁻¹) Yoğunluk Haritası

Sonuç

Birçok kaynakta geleceğin bitkileri arasında gösterilen kenevir tarımsal üretimde mutlaka hak ettiği yeri alacak ve geniş kullanım alanı sayesinde ulusların ekonomilerine katkı sağlayacak önemli bir kaynak haline gelecektir.

Kenevir arazi kullanım etkinliğini artıran ve kırsal nüfusun azalması sorununu çözerek çiftçilere ve kırsal topluluklara ek gelir getirebilen değerli ve çok yönlü bir üründür. Kenevir üretimi için örnek model olarak, Türkiye’de kontrollü olarak yetiştiriciliği yapılan haşhaş bitkisi alınabilir. Bu bitkide oluşan tecrübeden kenevir üretiminde yararlanılmalıdır.

Belirli illerde yetiştiriciliğine izin verilen bu bitki üzerine yeterli araştırma yapılmamıştır. Ancak son yıllarda kullanım alanlarının artması ve bazı ülkelerde yasakların gevşetilmesiyle birlikte bu bitki farklı yönlerden araştırılmaya başlanmıştır. Ülkemizde kenevir ıslah çalışmalarının arttırılmasıyla tescilli yeni çeşitlere ihtiyaç bulunmaktadır. Bu bağlamda agronomik ve ıslah çalışmalarının desteklemesiyle üreticiye yeni bir bitki türü kazandırılması zorunluluk haline gelmektedir.

Teşekkür

Makalede araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur. Çalışma çatışma beyanı ve etik kurul onay belgesi gerektiren bir çalışma değildir.

Kaynakça

- Abel, E. (1980). The First 12,000 Years Marijuana. Plenum Press, New York. ISBN 978-1-4899-2189-5.
- Altıntaş, A. (2019). Kenevir Tohumunun Osmanlı Tıbbındaki Yeri. İstanbul, Endüstriyel Kenevir Formu I-II, İstanbul Aydın Üniversitesi Yayınları, 100s.
- Anonim, (2021). Ordu Ticaret Borsası - Kenevir (Kendir) Raporu, Ordu.
- Anonim, (2024a). U.S National Institutes of Health. <https://www.nccih.nih.gov/health/cannabis-marijuana-and-cannabinoids-what-you-need-to-know> (Erişim Tarihi: 01 Haziran 2024).
- Anonim, (2024b). Tarım ve Orman Bakanlığı - Birinci Köy ve Ziraat Kalkınma Kongresi - Türk Ziraat Tarihine Bir Bakış - 1938. <https://kutuphane.tarimorman.gov.tr/duyuru/5> (Erişim Tarihi: 01 Haziran 2024).
- Anstey, A., Quigley, M. and Wilkinson, J. (1990). Topical evening primrose oil as treatment for atropic eczema. *Journal of Dermatological Treatment*, 1: 199-221.
- Arslan, N. (2018). Tartışmalar Işığında Kenevire Bakış, TURKTOB, Sayı: 28.
- Carus, M. (2012). The European Hemp Industry: Cultivation, processing and applications for fibres, shivs and seeds. European Industrial Hemp Association (EIHA) Report.

- Civelek, A. (2018). Kendir-Kenevir. <http://apelayon.com/Yazi/846-kendir-kenevir> (Erişim Tarihi: 02 Haziran 2024).
- Clarke, R. and Mark, D.M. (2013). Cannabis Evolution and Ethnobotany. University of California Press, Berkeley, Los Angeles, London.
- Commission, E. (2005). Evaluation of the Common Market for Flax and Hemp Ernst & Young.
- Droogers, P., Immerzeel, W.W. and Lorite, I.J. (2010). Estimating actual irrigation application by remotely sensed evapotranspiration observations. *Agricultural Water Management*, 97:1351-1359.
- Duwall, C. (2014). Cannabis. London: Reaktion Books.
- FAO, (2024). Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org>. Erişim Tarihi: 02 Haziran 2024).
- Fiocchi, A. (1994). The efficiency and safety of gamma-linolenic acid in the treatment of infantile atopic dermatitis. *Journal of International Medicine Research*, 22: 24-32.
- Fitzcharles, M.A., Clauw, D. and Häuser, W. (2023). Cautious Hope for Cannabidiol (CBD) in Rheumatology Care. *Arthritis Care and Research*, 75(6): 1371-1375.
- Grinspoon, L. (2007). On the future of cannabis as medicine. *Cannabinoids*, 2(2): 13-15.
- Jeremy, B., George, A. and Postga, N. (2000). A Concise Dictionary of Akkadian-CDA, Wiesbaden.
- Jones, K. (1995). Nutritional and medicinal guide to hemp seed. Rainforest Botanical Laboratory, Gibsons, BC, Canada.
- Kalant, H. M. (2001). Medicinal use of cannabis: History and current status. *Pain Research and Management*, 6(2 (Summer): 8-91.
- Karakaş, Ş. (2018). Sanayi kenevir yağının elde edilmesi ve besleyici özellikleri, İstanbul.
- Kew Science, (2019). The International Plant Names Index and World Checklist of Selected Plant Families (*Cannabis sativa L.*) Plants of the World Online, Royal Botanic Gardens, Kew.
- Khabbazi, S.D. ve Yılmaz, G. (2023). Kenevir Bitkisinde In Vitro Doku Kültürü Çalışmaları. Bitki Biyoteknolojisinde Güncel Uygulamalar ve Değerlendirmeler. Lyon: Livre de Lyon, pp. 61-77.
- Kolsarıcı, Ö. (2019). Kenevir Bitkisinin Kullanım Alanları, Tarımı ve Değerlendirilmesi. İstanbul Aydın Üniversitesi Endüstriyel Kenevir Forumu I-II.
- Köksal, E. S., Çetin, S., Demir, A. O. ve Tunca, E. (2018). Bursa Karacabey Ovasında Son 25 Yılda Değişen Bitkisel Üretim Deseni ve Sulama Uygulamalarının Uzaktan Algılama ve ET Haritalama Tekniği ile Değerlendirilmesi. *Bursa Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 32(2): 31-43.
- Kuddus, M., Ginavani, I. and Hazimi, A. (2013). Cannabis sativa: An ancient wild edible plant of India. Emir. *Journal of Food Agriculture*, 25(10): 736.
- Mathieu, J. (1980). Chanvre. Techniques Agricoles, Cilt 5, pp. 1-10.
- Meijer, W.J.M., van der Werf, H.M.G., Mathijssen, E.W.J.M. and van den Brink, P.W.M. (1995). Constraints to dry matter production in fibre hemp (*Cannabis sativa L.*). *European Journal of Agronomy*, 4(1): 109-117, ISSN 1161-0301, [https://doi.org/10.1016/S1161-0301\(14\)80022-1](https://doi.org/10.1016/S1161-0301(14)80022-1).

- Moxley, G., Zhu, Z. and Zhang, Y. (2008). Efficient sugar release by the cellulosesolvent-based lignocellulose fractionation technology and enzymatic cellulosehydrolysis. *Journal of Agriculture Food Chemistry*, 56: 7885-7890.
- Newton, D. (2017). Marijuana, *ABC –CLIO*, Santa Barbara, Santa Barbara, California, Denver, Colorado, ABC-CLIO, an imprint of ABC-CLIO, LLC.
- Official Journal, (2000). Council Regulation (Ec) No 1673/2000 of 27 July 2000 on The Common Organisation of The Markets in Flax and Hemp Grown for Fibre. OJL 193, 29.7.2000, P.16.
- Pate, D. (1999). Hemp Seed: A valuable food source, in: *Advances in Hemp Research*. New York: Food Products Press.
- Polat, M. ve Ekim, M. (2022). Kenevir Esaslı Kannabinoidler Biyokimyası, Sağlık Bilimleri Açısından Kenevir. Çukurova Nobel Tıp Kitapevi, Antalya.
- Pounds, N. (1979). *An Historical Geography of Europe*. Cambridge University Press.
- Russo, E. (2014). The Pharmacological History of Cannabis, Chapter 2, Constituents, History, International Control, Cultivation, and Phenotypes of Cannabis. Oup-First Uncorrected Proof.
- Schultes, R., Klein, W., Plowman, T. and Lockwood, T. (1974). Cannabis: an example of taxonomic neglect. *Harvard University Botanical Museum Leaflets*, 23: 337-367.
- Small, E., Cronquist, A. (1976). A Practical and Natural Taxonomy for Cannabis. *The Journal of International Association for Plant Taxonomy (Taxon)*, 25(4): 405-435.
- Taşlıgil, N. ve Şahin, G. (2019). Türk Tarım Hayatında Kenevir Yetiştiriciliğinin Yeniden Başlaması ve Yaşanan Gelişmeler. İstanbul, I. İstanbul Üniversitesi Uluslararası Coğrafya Kongresi Bildiriler Kitabı, 457.
- Thomas, B. ve ElSohly, M. (2016). The Botany of Cannabis Sativa L. In *The Analytical Chemistry of Cannabis*. Elsevier, 1-26.
- Townshend, J. and Boleyn, J. (2010). Plant density effect on oil seed yield and quality of industrial hemp cv. Fasamo in Canterbury. *Grassland Research and Practice Series*, No. 14.
- TÜİK, (2024). Türkiye İstatistik Kurumu, Bitkisel Ürün Denge Tabloları. Tahıllar ve Diğer Bitkisel Ürünler Denge Tabloları. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> (Erişim Tarihi: 02 Haziran 2024).
- Ulaş, E. (2019). Mucize Bitki Kenevir. Hiper Yayınları, İstanbul.
- Yapucu, O. ve P. (2018). Tire ve Çevresinin Başkent Ekonomisindeki Rolü. Uluslararası Küçük Menderes Araştırmaları ve Tire Tarihi Sempozyumu Bildirileri, Cilt 1, Tire Belediyesi Kültür Yayınları, 194-195, Ankara.
- Yılmaz, G. ve Yazici, L. (2022). Dünya’da Yükselen Değer; Endüstriyel Kenevir (*Cannabis sativa L.*). *Bozok Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 1(1): 54-61.
- Zuardi, A. (2006). History of Cannabis As A Medicine: A Review. *Rev Bras Psiquiatr*, 28(2): 154.



Effects of Different Levels of Irrigation and Nitrogen on Yield and Water Productivity in Watermelon Irrigated by Drip Method^A

Hind ARAR¹, Hayrettin KUŞÇU^{2*}

Abstract: Water and nitrogen (N) are the main determinants affecting watermelon plants' vegetative and generative growth. This study aimed to determine the yield response and water-yield relationships of watermelon plants grown in Bursa ecological conditions and clay soils under different irrigation and N levels. Four irrigation levels (IR-100, IR-75, IR-50, and IR-25) and five N ratios (kg ha⁻¹) (N0, N75, N150, N225 and N300) were considered as experimental treatments. In the study, a split-plot experimental design was used. While irrigation water was applied to the treatments between 201 and 550 mm, actual crop evapotranspiration varied between 275 and 634 mm. Among the irrigation treatments, the IR-100 yielded the highest fruit yield. With the decrease in irrigation levels, the yield also decreased. Fruit yield, weight, and size increased to a N level of 225 kg ha⁻¹ and decreased at higher levels. Irrigation and N interaction showed a statistically significant effect ($p < 0.01$) on fruit yield and some yield components. While the highest yield and yield components were obtained at N225 and N150 N rates under IR-100 treatment, the second highest yield was obtained from the IR75×N225 interaction. Relatively higher water productivity was found at low irrigation levels (IR-25 and IR-50) and increasing N rates up to 225 kg ha⁻¹. Yield response factor varied between 0.67 and 1.08 for different N doses. As a result, to obtain high watermelon yield and increase water productivity, IR-75 irrigation treatment and a N rate of 225 kg ha⁻¹. As a result of these conditions, the amount of applied irrigation water, actual evapotranspiration, fruit yield, and water productivity values were determined as 434 mm, 537 mm, 100.23 t ha⁻¹, and 18.47 kg m⁻³, respectively.

Keywords: Drip irrigation, irrigation programming, nitrogen, yield components.

^A Produced from a master's thesis. This study does not require ethics committee permission. The article has been prepared in accordance with research and publication ethics.

* **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** ² Hayrettin Kuşçu, Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Nilüfer, Bursa, Türkiye, kuscu@uludag.edu.tr, [OrcID 0000-0001-9600-7685](https://orcid.org/0000-0001-9600-7685)

¹ Hind Arar, Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Nilüfer, Bursa, Türkiye, ararhend@gmail.com, [OrcID 0009-0009-4346-3631](https://orcid.org/0009-0009-4346-3631)

Damla Yöntemiyle Sulanan Karpuzda Farklı Sulama ve Azot Seviyelerinin Verim ve Su Verimliliği Üzerine Etkileri

Öz: Su ve azot (N), karpuz bitkisinin vejetatif ve generatif gelişimini etkileyen temel belirleyicilerdir. Bu çalışmada, farklı sulama ve azot seviyeleri altında Bursa ekolojik koşullarında ve kil bünyeli topraklarda yetiştirilen karpuz bitkisinin verim tepkisi ve su-verim ilişkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Dört sulama seviyesi (IR-100, IR-75, IR-50 ve IR-25) ve beş nitrogen oranı (N, kg ha⁻¹) (N0, N75, N150, N225 ve N300) deneme konusu olarak ele alınmıştır. Araştırmada, bölünmüş parseller deneme deseni kullanılmıştır. Deneme konularına 201 ile 550 mm arasında sulama suyu uygulanırken bitki su tüketimi 275 ile 634 mm arasında değişiklik göstermiştir. En yüksek meyve verimi, IR-100 konusundan elde edilmiştir. Sulama seviyelerindeki azalmayla birlikte verim de azalmıştır. Meyve verimi, tek meyve ağırlığı ve meyve büyüklüğü 225 kg ha⁻¹ azot seviyesine kadar artış göstermiş daha yüksek seviyelerde azalmıştır. Meyve verimi ve verim bileşenleri, sulama ve azot interaksiyonundan önemli (p<0.01) düzeyde etkilenmiştir. En yüksek verim ve verim bileşenleri IR-100×N225 ve IR-100×N150 interaksiyonlarında, ikinci en yüksek verim IR75×N225 interaksiyonundan elde edilmiştir. Sulama suyu kısıdı yüksek olan konularda ve 225 kg ha⁻¹'a kadar artan azot oranlarında daha yüksek su üretkenliği saptanmıştır. Verim tepki etmeni, farklı azot dozları için 0.67 ile 1.08 arasında değişiklik göstermiştir. Sonuçta, makul seviyede yüksek karpuz verimi almak ve su verimliliğini iyileştirmek için IR-75 sulama konusu ve 225 kg ha⁻¹ N oranı tavsiye edilebilir. Bu durumda, sulama miktarı, karpuz su tüketimi, birim alan başına verim ve su verimliliği sırasıyla 434 mm, 537 mm, 100.23 t ha⁻¹ ve 18.47 kg m⁻³ olarak saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Damla sulama, sulama programlama, azot, verim bileşenleri.

Introduction

Watermelon (*Citrullus lanatus*) is an important plant grown in every region of the world. Almost 20% of the world's agricultural land for vegetable farming is used for watermelon cultivation (Kuşçu et al., 2015). According to 2022-year statistics, the primary watermelon-growing countries are China, India, Russia, Senegal, Brazil, and Turkey. China has a share of 48% in terms of production area. On the other hand, Turkey ranks second in terms of watermelon production, with 3,394,783 tons. The average watermelon yield in Turkey is 49 t ha⁻¹, well above the world average (34 t ha⁻¹) (FAO, 2024). Bursa ranks fourth in production in our country, with 189,460 tons after Adana, Antalya, and Mersin (TUIK, 2024).

The yield and quality of watermelon plants are affected by many environmental factors, such as climate, soil, water, plant nutrients, and genetic factors. In watermelon cultivation, irrigation to the plant root zone is vital when rainfall is insufficient in summer. When watermelon cultivation occurs in Bursa province, rainfall decreases while temperatures increase, and irrigation becomes necessary. Moreover, rainfall in Bursa is expected to

decrease in parallel with climate change (Yetik and Candoğan, 2024). On the other hand, Bursa is a city where the agricultural sector is high due to its suitable soil characteristics, and it is a city where the population growth rate is high due to the effect of the developed industrial sector. For this reason, there is competition between agriculture, industry, and domestic use sectors in terms of the demand for water throughout the province, which has limited water resources. Approximately 70% of freshwater resources are used for agricultural irrigation purposes. Therefore, it is inevitable to take precautions to confirm effective use of irrigation water. It is crucial to popularize the drip irrigation method, to make farmers adopt irrigation time planning techniques, and to irrigation at the right time, thus increasing water efficiency. Deficit irrigation is an important strategy to protect water resources and increase water efficiency (Sarwar and Perry, 2002; Lorite et al., 2007; Pereira et al., 2009; Mushtaq and Moghaddasi, 2011; Yang et al., 2018).

Watermelon is one of the most thoughtful horticulture crops to water stress due to its high water consumption. The response of watermelon plants to water stress may vary depending on the differences in application. Daşgan et al. (2021) determined that different varieties and irrigation levels may cause differences in physiological characteristics, yield components, and watermelon fruit yield. Grafted watermelon plants have a higher rooting capacity, so they tend to be more vigorous than non-grafted plants and have higher water productivity (Devi et al., 2020). Duraktekin et al. (2018) investigated the effects of different irrigation amounts on watermelon grown in Mersin conditions. They determined that the highest yield was obtained under full irrigation, the lowest yield was achieved under deficit irrigation with half-wetting, and water efficiency increased at the 25% deficit irrigation level. Researchers also found that irrigation interval significantly affects water productivity (Duraktekin et al., 2019). Çamoğlu et al. (2009) studied the effects of different irrigation levels on water productivity and yield components in watermelon. Researchers have stated that while the highest productivity was achieved under well irrigation settings, the productivity decreased with irrigation water deficit; in contrast, water efficiency improved with a 20% irrigation water deficit. Kuşçu et al. (2015) informed that water productivity was affected by different irrigation amounts in Bursa ecological conditions, and yield, ascorbic acid, total acidity, and total sugar contents differed according to the treatments. Erdem and Yüksel (2003) determined that flowering is the most sensitive period of watermelon to water stress. Pan evaporation and soil moisture content measurements or soil-water balance simulations are widely used in planning irrigation timing (Nuruddin et al., 2003). Many studies have been conducted on watermelon irrigation using these methods, and the highest yields from watermelon have generally been determined under adequate irrigation conditions (Orta et al., 2003; Wang et al., 2004; Erdem et al., 2005; Ghawi and Battikhi, 2008; Roupheal et al., 2008; Wang et al., 2022; Zokirov, 2023).

Nitrogen is one of the most crucial macronutrients affecting watermelon plants' vegetative and generative development. It must provide sufficient N levels to root of the plant to obtain economic yields. Numerous trainings have been conducted to determine the effects of N on the yield, yield components, and fruit quality characteristics of watermelon plants. Oktay and Doran (2005), increasing doses of ammonium nitrate (0, 75, 150, 225, and 300 kg ha⁻¹) in the form of ammonium nitrate in the tillering watermelon variety also increased yield, and the highest yield was obtained from 300 kg ha⁻¹ N application. Goreta et al. (2005) investigated the effects of

115, 195, and 275 kg ha⁻¹ N doses on the Crimson Sweet watermelon variety, and the yield did not increase at doses above 115 kg ha⁻¹. Pereira et al. (2019) investigated the effects of five irrigation depths and five N doses on watermelon development and the best development was obtained at 200 kg ha⁻¹ N dose and 317.09 mm irrigation amount.

The effects of irrigation or N on yield and quality of watermelon have been commonly studied nationally and internationally. On the other hand, information on the effects of different levels of irrigation and N interactions on yield, yield components, and water productivity in drip-irrigated watermelon is limited. Therefore, the goals of this study were (1) to define the yield response of drip-irrigated watermelon to different irrigation amounts and N ratios in Bursa ecological conditions; (2) to determine evapotranspiration, water productivity, and water-yield relationships; and (3) to conclude optimum irrigation and N rates to increase water productivity.

Material and Method

Field experiments

Field experiments were conducted at the Faculty of Agriculture of Bursa Uludağ University (40° 13' N, 28° 51' E; 119 m a.s.l.) in 2022. In the Bursa city, the average annual temperature is 14.7 °C, relative humidity is 68%, and annual rainfall is around 700 mm. According to long-term average data, the total rainfall between May and August was 126.1 mm, when the experiment was conducted (2022), while the rainfall in the same period was 142.0 mm (Table 1). In the specified periods, the temperature averages in 2022 were higher than the long-term average temperatures, and the relative humidity values were also well above the long-term averages. Some soil properties of the experiment area were shown in Table 2. The chemical properties of the soil were determined according to the instructions given by Page et al. (1982). The structure of the soils in the 0-90 cm soil profile is clayey.

Table 1. Climatic properties for long years (LY, 1928-2022) and 2022 year for Bursa province

Months	Rainfall (mm)		Temperature (°C)		Relative humidity (%)	
	LY	2022	LY	2022	LY	2022
May	50.5	26.4	17.7	18.7	68.5	61.2
June	35.5	90.8	22.0	23.3	62.4	67.5
July	21.9	1.2	24.5	24.8	58.8	56.0
August	18.2	23.6	24.4	26.2	60.4	65.7
Sum./Avr.	126.1	142.0	22.1	23.3	62.5	62.6

Table 2. Soil characteristics of the experimental area

0-30 cm						
Total N (%)	Available P (P ₂ O ₅ kg ha ⁻¹)	Exchangeable K (K ₂ O kg ha ⁻¹)	Organic matter (%)	pH (saturation)	EC (1:2.5 dS m ⁻¹)	Infiltration rate (mm h ⁻¹)
0.18	89	460	0.72	6.1	0.45	4.2
0-90 cm						
Bulk density (g cm ⁻³)		Field capacity (%)		Permanent wilting point (%)		
1.35		40.4		27.0		

Agricultural applications and experimental treatments

The experiments were arranged in the field using a split-plot design with irrigation applications as main plot, and N levels as subplots. The experimental treatments consisted of four irrigation levels [$1.00 \times \text{Epan}$ (IR-100), $0.75 \times \text{Epan}$ (IR-75), $0.50 \times \text{Epan}$ (IR-50), and $0.25 \times \text{Epan}$ (IR-25)] and five N application levels [0 (N0), 75 (N75), 150 (N150), 225 (N225), and 300 (N300) kg ha⁻¹]. The amount of irrigation water applied was determined using a class A pan. The following equation determined the amount of applied irrigation water (Çetin et al., 2002).

$$IR = A \cdot Epan \cdot Kpc \cdot P \quad (1)$$

In the equation, *IR*: irrigation water applied to the experimental plot (L), *A*: Plot area (m²), *Ep*: Cumulative pan evaporation amount in the irrigation interval (mm), *Kpc*: Pan-crop coefficient, *P*: Wetting area percentage (%) were taken into account. Irrigation applications were made at 3-4 day intervals. Irrigation intervals increased in rainy weather.

The research used Bonus F1 watermelon variety grafted onto Patron pumpkin variety rootstock. Bonus watermelon fruits have shiny and tawny. The flesh is dark red, fiberless, sweet and crunchy. It is resistant to transportation. It is resistant to Fusarium races 0 and 1 and tolerant to Anthracnose (Anonymous, 2023). Watermelon seedlings (Nev Seed Company, Inc.Bursa, Turkey) with 3-4 leaves were planted in the experimental plots in the second week of May. The subplot area was 6×10 m (60 m²), with five rows. 2 m space was left between subplots. The distance between two plant rows is 2 m and the distance between two plants on the row is 1.5 m. Seedlings were planted at a density of 3333 plants/ha. Subplots were fertilized with triple super phosphate (43-44% P₂O₅) fertilizer at 100 kg ha⁻¹ P₂O₅ level during the soil preparation phase before planting. According to the soil test results, no additional K fertilizer was applied to the plots since it indicated a sufficient potassium level in the soil. Urea (46% N) fertilizer was used in N applications. 1/3 of the N dose calculated according to the treatments was applied directly to the plant root zone during the planting period and 2/3 in the first week of June. One lateral was installed in each plant row. The discharge rate of the pressure-regulated drippers inserted into the thick-walled laterals was 3.0 L h⁻¹ at 100 kPa with 0.30 m dripper spacing. The first irrigation was done at an amount that brought the soil moisture of all plots to field capacity for a 90 cm soil profile. Hoeing was done twice to control weeds. No pesticides were used since no diseases or pests were observed.

Measurements

The following equation calculates seasonal watermelon evapotranspiration for the treatments (James, 1988; Kuscu et al., 2014).

$$ETa = IR + P \pm \Delta S - D, \quad (2)$$

Where, IR is the seasonal irrigation amount (mm), P is the effective rainfall amount during the growing season (mm), ΔS is the change in soil water content at the beginning and end of the experiment (mm), and D is the drainage (mm). IR was measured using a water-meter. P was obtained from the data measured at the Bursa-Nilüfer Meteorological Station of the General Directorate of State Meteorology, located 500 m from the experimental area. ΔS was determined by gravimetric method. The gravimetric method determined soil moisture changes below 90 cm, and drainage status was checked. In this study, drainage was not observed since irrigation was controlled by the drip method.

All fruits that reached harvest maturity were harvested on August 4, 2022, weighed with a precision scale, and recorded, and the yields per unit area (kg ha^{-1}) of each experimental plot were calculated. For each experimental plot, single fruit weight, length, and diameter measurements were made of 5 random watermelon plants.

Water-yield relationships

Irrigation water productivity (IWP) and water productivity (WP) values were calculated by dividing the yield by the amount of irrigation water applied and the actual evapotranspiration, respectively.

The relationship between the irrigation amount and watermelon yield was determined using Microsoft Excel spreadsheets and graphical charting features.

The yield response factor was calculated using Stewart model (Doorenbos and Kassam, 1979).

Statistical analysis

Data were analysed following variance analysis (ANOVA) technique with computer package SPSS-23. In case of significant differences among the experimental treatments, mean comparisons were performed using Duncan's Multiple Range Test at a 0.05 significance level.

Results and Discussion

Irrigation amount and watermelon evapotranspiration

The total irrigation amount for each experimental treatment is shown in Figure 1. During the growing season, 201 mm, 317 mm, 434 mm, and 550 mm of total irrigation water was applied to the plant root zone for the IR-25, IR-50, IR-75, and IR-100 experimental treatments, respectively. Rainfall during the growing season was 104 mm. 60 mm of this rainfall occurred between 8 and 17 June. Therefore, no irrigation was applied during these dates. On the first day of transplanting, 37 mm of life water was applied to the experimental area of watermelon seedlings. On the second day, 46 mm of irrigation water was applied to bring the soil moisture at the effective root depth to the field capacity. Irrigation applications consistent with the experimental treatments, started on 26.05.2022 and were done at 3-5 day intervals. Irrigation was suspended on rainy days. A total of 550 mm of irrigation water was applied to the watermelon plants under the IR-100 treatment from seedling planting to harvest. In contrast, 434, 317, and 201 mm of irrigation water were applied to the IR-75, IR-50, and IR-25 irrigation treatments, respectively. Leskovar et al. (2002) applied 395, 298, and 173 mm of irrigation water to 1.0×ET, 0.75×ET, and 0.50×ET irrigation treatments in the experiment conducted in Texas, respectively. Özmen et al. (2014) applied 136-414 mm of irrigation water in Düzce province, and Kuşçu et al. (2015) applied 106-467 mm of irrigation water in Bursa. The irrigation amount may vary depending on the climatic characteristics, especially the rainfall of the cultivation region.

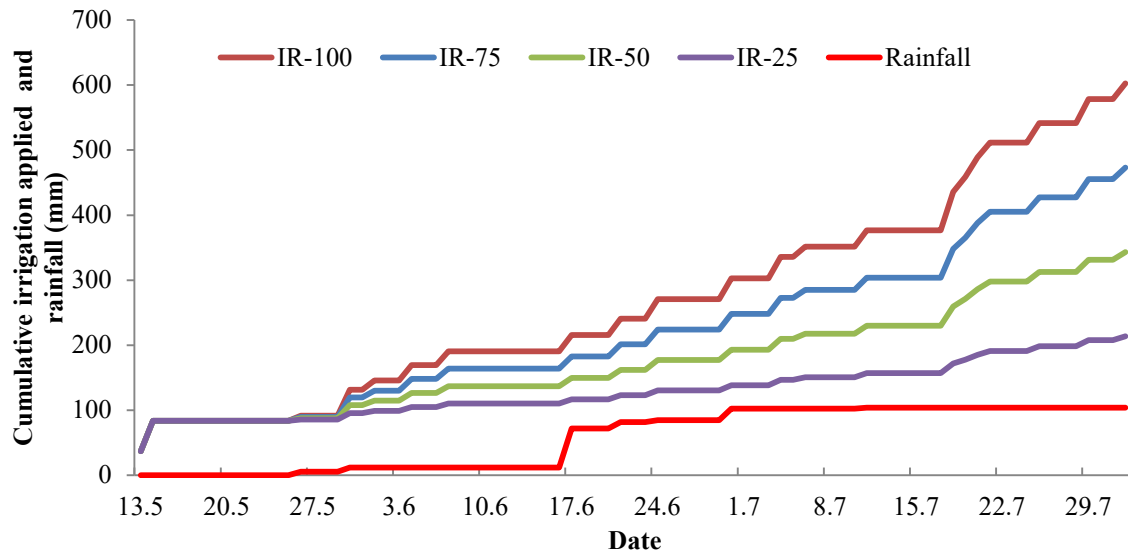


Figure 1. Irrigation water applied and rainfall

Seasonal actual evapotranspiration (ET_a) values are given in Table 3. Seasonal average ET_a values varied between 275 and 634 mm. The highest ET_a was obtained under IR-100 irrigation and N-150 N level, while the lowest was determined in the IR-25×N0. Çamoğlu et al. (2010) reported that daily evapotranspiration in watermelon plants was higher in flowering and fruit formation periods compared to vegetative, ripening, and harvest periods, and seasonal evapotranspiration varied between 130 and 516 mm. Seasonal watermelon evapotranspiration was reported as 343.3-504.6 mm by Sezgin et al. (2000), 417-677 mm by Şimşek et al. (2004), and 70-677 mm by Kırnak and Doğan (2009). It is thought that this difference between irrigation water and ET values obtained in this study and other studies is due to different levels of N applications as well as climatic conditions.

Table 3. Seasonal crop evapotranspiration (mm) under different irrigation and nitrogen levels

Treatments	N0	N75	N150	N225	N300	Average
IR-25	275	297	303	297	284	291
IR-50	401	409	419	414	407	410
IR-75	516	540	546	543	541	537
IR-100	614	632	634	624	626	626

Fruit yield and yield components

Watermelon fruit yield values are shown in Table 4. The yield was significantly affected due to different irrigation levels ($p < 0.01$). In general, yield increased with increasing irrigation levels. The highest yield was obtained from the IR-100 treatment, which received 100% ET_c irrigation water, followed by the IR-75, and the lowest fruit yield was obtained from the IR-25, which received minor irrigation water. Different N levels significantly affected watermelon yield ($P < 0.01$). According to the evaluation made in terms of N ratios, the N225 yielded the highest fruit yield. Yield increased with the increase in N rates at different levels up to the N225 level, but there was a decrease in yield at the N300 level compared to the N225 treatment. As expected, the lowest yield was measured at N0 where no N was applied. The relationship between fruit yield and N rates is given in Figure 2.

Table 4. Yield, weight, height, and diameter of fruit in watermelon about irrigation and nitrogen levels.

Treatment	Yield (t ha ⁻¹)	Fruit weight (kg)	Fruit height (cm)	Fruit diameter (cm)
Irrigation level (IR)				
IR-100	82.01 a	8.04 a	29.96 a	22.54 a
IR-75	76.00 b	7.03 b	27.55 b	20.51 b
IR-50	59.18 c	6.18 c	27.30 b	20.51 b
IR-25	43.03 d	5.68 c	24.98 c	18.91 c
Nitrogen ratio (N)				
N300	78.07 b	8.16 b	28.66 b	21.08 b
N225	87.16 a	8.96 a	33.77 a	22.72 a
N150	75.40 c	7.18 c	27.52 c	20.66 b
N75	61.95 d	6.14 d	26.79 c	20.62 b
N0	22.68 e	4.00 e	23.50 d	18.29 c
Interactions				
IR-100×N300	97.80 b	8.50 bc	31.09 ab	23.21 a
IR-100×N225	103.56 a	9.57 a	32.53 a	23.37 a
IR-100×N150	104.10 a	9.60 a	31.32 ab	23.48 a
IR-100×N75	76.40 e	8.39 bc	29.67 bcd	23.21 a
IR-100×N0	27.66 k	4.15 gh	25.22 fg	19.45 def
IR-75×N300	94.50 c	8.25 bc	27.80 de	19.84 cde
IR-75×N225	100.23 b	9.45 a	31.80 ab	23.63 a
IR-75×N150	91.53 d	7.15 de	27.20 ef	20.20 cde
IR-75×N75	65.53 gh	6.10 f	27.10 ef	20.87 cd
IR-75×N0	28.20 k	4.23 gh	23.58 gh	19.20 efg
IR-50×N300	69.86 f	8.39 bc	28.63 cde	21.16 bc
IR-50×N225	77.40 e	8.41 bc	30.58 abc	22.66 ab
IR-50×N150	63.30 h	6.98 de	27.98 de	20.92 cd
IR-50×N75	63.10 h	6.50 ef	26.93 ef	20.56 cde
IR-50×N0	22.23 l	3.79 h	22.42 h	17.25 h
IR-25×N300	50.13 i	7.51 cd	27.15 ef	20.12 cde
IR-25×N225	65.53 fg	8.44 bc	28.19 de	21.23 bc
IR-25×N150	42.70 j	4.99 g	23.58 gh	18.07 fgh
IR-25×N75	42.23 j	3.60 h	23.48 gh	17.87 gh
IR-25×N0	12.63 m	3.85 h	22.50 h	17.27 h
Significance				
IR	**	**	**	**
N	**	**	**	**
IR×N	**	*	**	**

Not: Small letters indicate statistically significant differences among experimental treatments. **, * Significant at the 1% and 5% level, respectively.

Irrigation and N interaction had a significant ($p<0.01$) effect on fruit yield. The highest fruit yield was measured from IR-100×N225 and IR-100×N150 interactions, while the second highest yield was measured from IR-100×N300 and IR-75×N225 combinations. According to these results, a farmer can obtain maximum yield by applying 100% ETc irrigation level and 150 to 225 kg ha⁻¹ N in areas without water deficit. On the other hand, in conditions of irrigation water deficit, a farmer can obtain a reasonably high yield by saving 25% irrigation water by applying 75% ETc level and 225 kg ha⁻¹ N. Depending on the amount of irrigation water, the lowest and highest watermelon yield were obtained from Sezgin et al. (2000) as 18.08-54.87 t ha⁻¹, Orta et al. (2003) as 42-

90 t ha⁻¹ in the first year and 43-75 t ha⁻¹ in the second year, Erdem and Yüksel (2003) as 46.8-103.7 in the first year and 41.6-89.8 t ha⁻¹ in the second year, McCann et al. (2007) as 55-95 t ha⁻¹, Kırnak and Doğan (2009) as 6.9-34.5 t ha⁻¹ in the first year and 7.3-38.2 t ha⁻¹ in the second year, Çamoğlu et al. (2010) obtained 7.04-64.82 t ha⁻¹, 37.2-80.3 82 t ha⁻¹. Oktay and Duran (2005) reported that the highest yield was obtained at 225 kg N ha⁻¹ in their studies, in which they obtained yields between 30.5 and 93.25 t ha⁻¹ under different N levels. These differences between the studies are due to plant variety, agricultural practices, climate, and soil factors.

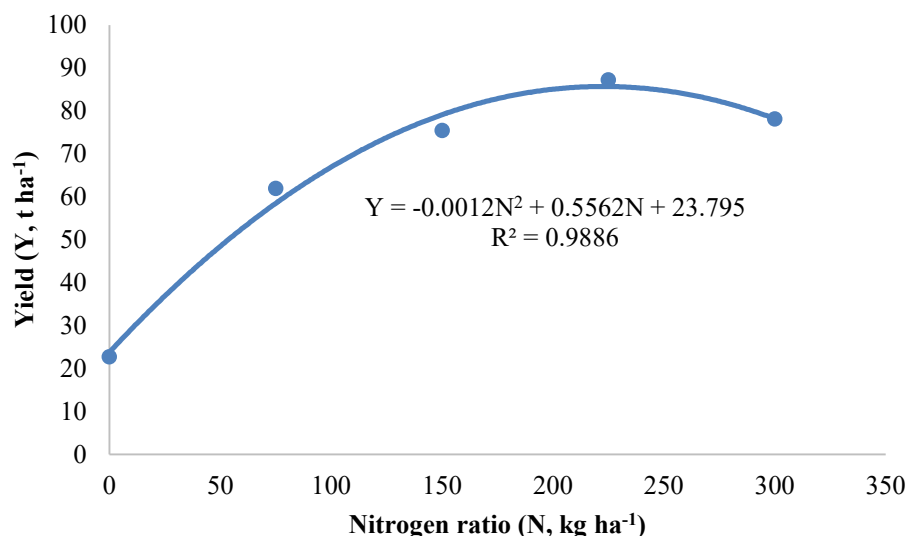


Figure 2. Yield response to N ratio under four irrigation levels

The effects of irrigation and N levels on fruit weight, fruit height, and fruit diameter were statistically significant ($p < 0.01$) (Table 4). The weight, height, and diameter of watermelon fruits were highest in the IR-100 treatment. In general, there was a decrease in the yield components with a decrease in irrigation levels. At the same time, no statistically significant difference was measured between IR-75 and IR-50 treatments, and the lowest values were detected in the IR-25 treatment. The effect of N rates on the measured watermelon fruit yield components was significant ($p < 0.01$). The highest yield components were obtained from the N225 treatment, while the lowest values were measured from the N0. There was a decrease in all measured yield components in the N300 compared to the N225. This result showed that the watermelon plant was sensitive to N fertilization, and the optimum level was around 225 kg ha⁻¹. However, the research results showed that different N applications under different irrigation levels significantly affected all measured yield components because irrigation $\times$ nitrogen interactions were statistically significant. The highest fruit weight values were obtained from IR-100 $\times$ N225, IR-100 $\times$ N150, and IR-75 $\times$ N225 interactions. Similarly, the highest fruit height values were obtained from IR-100 irrigation treatment with N150, N225, and N300 N rates and IR75 $\times$ N225 interactions. The highest fruit diameter values were measured from IR-100 irrigation treatment with 75-300 kg N ha⁻¹ treatments and IR-75 $\times$ N225 interactions.

Water productivity

IWP, which is an indicator of the yield obtained in response to the amount of irrigation water applied, and WP, which is an indicator of the yield obtained in response to evapotranspiration considering the rainfall together with the applied irrigation water, are shown in Figure 3 for different irrigation and N level treatments. IWP and WP values were generally calculated higher at low irrigation levels. However, since satisfactory yields per unit area cannot be obtained economically at low irrigation levels, focusing on IR75 and IR100 irrigation treatments is beneficial. IWP and WP values obtained from the IR-75 irrigation treatment were higher than the IR-100. Under the IR-75 irrigation, the IWP value is 23.12 kg m^{-3} , and the WP value is 18.47 kg m^{-3} in the N225 N ratio. The N225 N ratio has the highest value in all irrigation treatments. In similar studies on the water productivity of watermelon, Sezgin et al. (2000) reported that WP values were $5.27\text{-}10.87 \text{ kg m}^{-3}$. Şimşek et al. (2004) found WP values as $9.6\text{-}11.7 \text{ kg m}^{-3}$ in the first year and $10.8\text{-}13.1 \text{ kg m}^{-3}$ in the second year of their experiments, IWP was $9.6\text{-}11.7 \text{ kg m}^{-3}$ in the first year and $10.8\text{-}13.1 \text{ kg m}^{-3}$ in the second year. Kırnak and Doğan (2009) found WP values as $5.23\text{-}9.85 \text{ kg m}^{-3}$, IWP values as $5.43\text{-}13.53 \text{ kg m}^{-3}$. Çamoğlu et al. (2010) reported WP values as $6.58\text{ to }12.94 \text{ kg m}^{-3}$ and IWP values as $7.92\text{ to }12.51 \text{ kg m}^{-3}$ based on two-year average results.

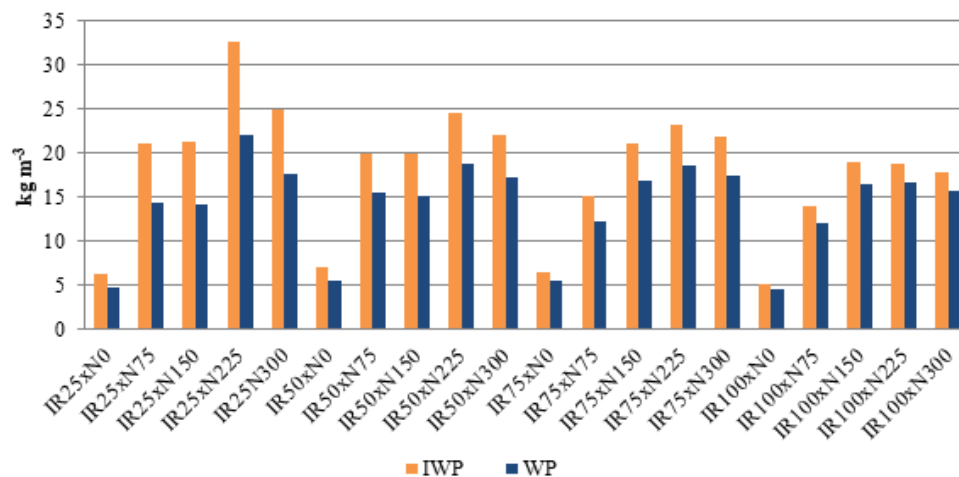


Figure 3. Irrigation water productivity and water productivity values

Irrigation water-yield relationship

The relationship between the irrigation and the yield in watermelon plants is shown in Figure 4. A second-degree polynomial equation was obtained between the irrigation amount and yield as $Y = -0.0002(\text{IWA})^2 + 0.2258(\text{IWA}) - 1.3215$ (Figure 4). The coefficient of determination was 0.99. The high coefficient shows that the obtained equation has a high degree of accuracy in estimating yield for different irrigation levels.

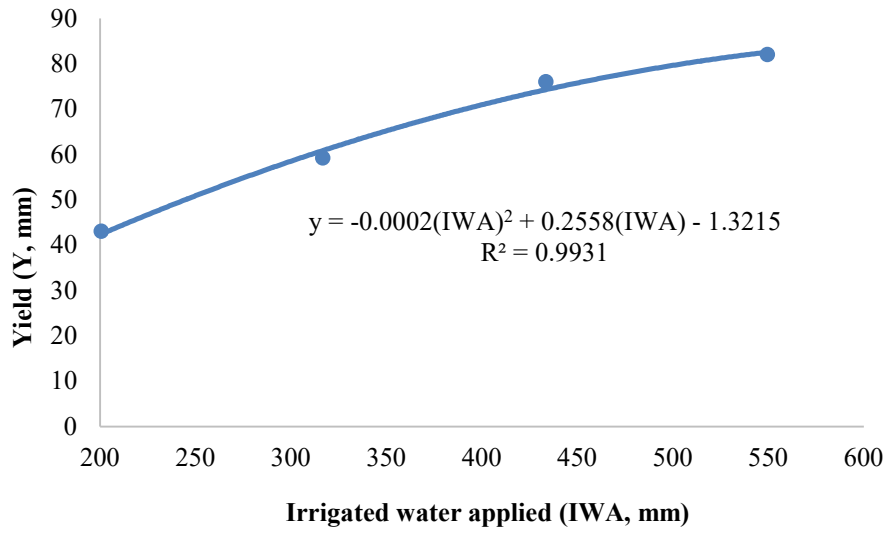


Figure 4. Relationship between amount of irrigation amount and fruit yield

Yield response factor

Seasonal yield response factor (k_y) values, which show the relationship between the rate of decrease in yield and the decrease in the evapotranspiration, were determined for each N level (Figure 5). While the k_y values were determined as 1.08 for N150, they varied between 0.67 and 0.82 below 1 for other N rates. It is thought that the reason why it is higher in N150 nitrogen application compared to other nitrogen treatments is due to the lower rate of decrease in yield. This results also show that different cultural practices other than irrigation cause differences in the k_y value. Erdem and Yüksel (2003) determined the k_y value as 1.27, Şimşek et al. (2004) as 1.15, Kırnak and Doğan (2009) as 1.13-1.16.

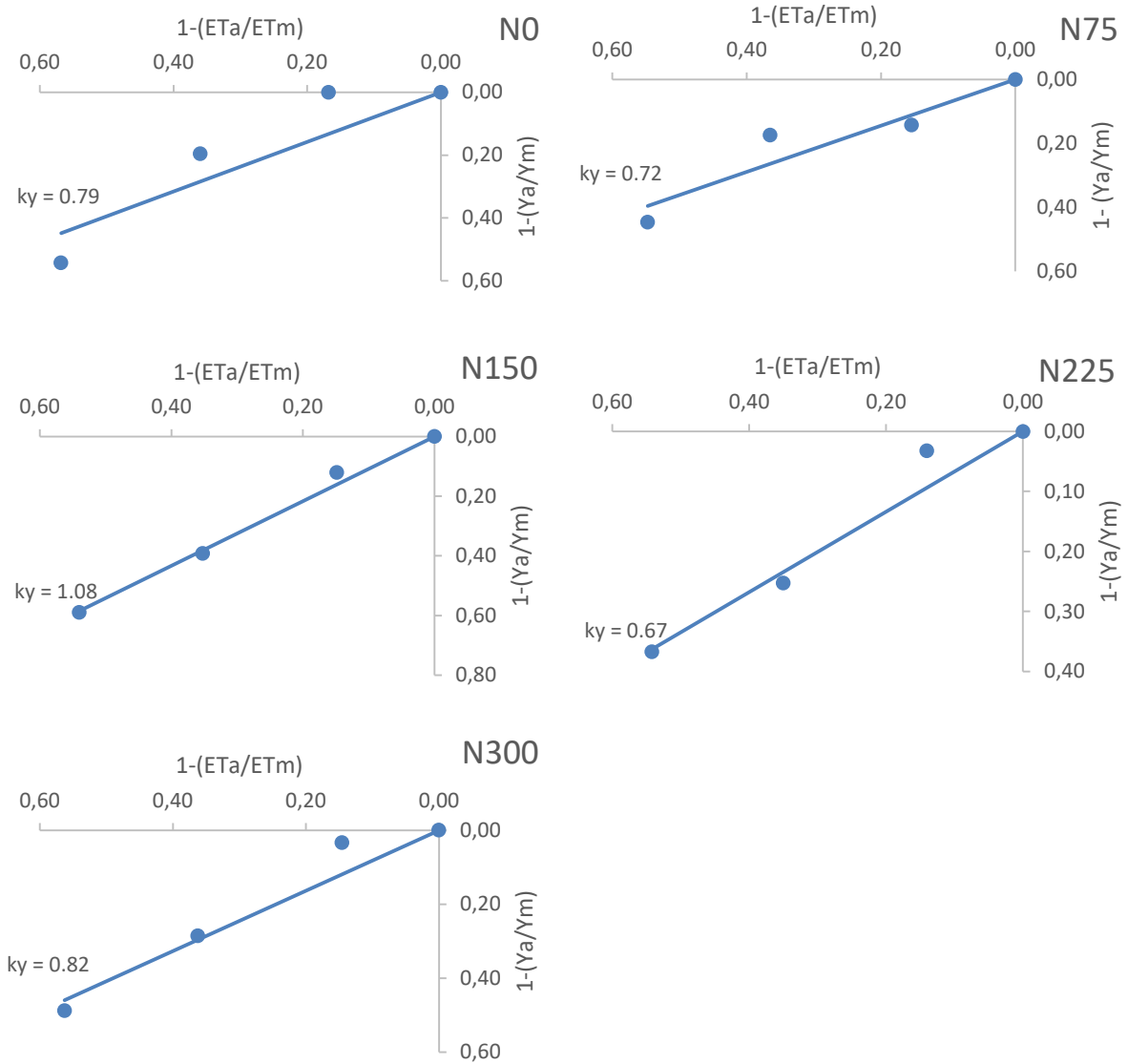


Figure 5. Yield response factor (k_y) for the five N ratios

Conclusion

In Bursa, where rainfall values are low and temperatures are high in the summer months, a field experiment was conducted in which different irrigation and N levels were considered to plan the irrigation time and determine the optimum N level in watermelon (Bonus F1 variety) irrigated using drip irrigation method. According to the study results, to obtain maximum efficiency from the unit amount of applied irrigation water and to protect water resources and considering water productivity values, it can be recommended to prepare an irrigation program by applying $k_{pc}=0.75$ coefficient to the water evaporated from Class A pan in watermelon cultivation in subhumid conditions. Under this condition, 25% water saving can be achieved, and relatively higher water productivity can

be achieved compared to irrigation, where the $kpc=1.00$ coefficient is applied. In addition, $225 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$ application is recommended to obtain higher yield and yield components.

Acknowledgments

We want to thank Nev Seed Inc. for supporting seedlings. This study does not require approval from the ethics committee. The article was prepared using research and publication ethics. The first author contributed 60%, and the second contributed 40% to the publication. There is no conflict of interest between the authors.

References

- Anonymous. 2023. Karpuz Bonus F1. <https://www.nevtohum.com.tr/Home/ProductDetail/34> (Date of access: 11.08.2024)
- Çamoğlu, G., Aşık, Ş., Genç, L., ve Demirel, K. 2010. Damla sulama ile sulanan karpuzda su stresinin bitki su tüketimine, su kullanım randımanına, verime ve kalite parametrelerine etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 47(2): 135-144.
- Çetin, Ö., Yıldırım, O., Uygan, D. and Boyacı, H. 2002. Irrigation scheduling of drip-irrigated tomatoes using class a pan evaporation, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 26: 171-178.
- Daşgan, H. Y., Kılınç, M., Dere, S. ve İkiz, B. 2021. Çukurova ekolojik koşullarına uygun bazı karpuz çeşitlerinin kuraklığa tolerans seviyelerinin belirlenmesi. *Uluslararası Tarım Ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 7(3): 388-403. <https://doi.org/10.24180/ijaws.977431>
- Devi, P., Lukas, S. and Miles, C. 2020. Advances in watermelon grafting to increase efficiency and automation. *Horticulturae*, 6(4):88. <https://doi.org/10.3390/horticulturae6040088>
- Doorenbos, J. and Kassam, A. H. 1979. Yield response to water. *Irrigation and drainage paper*, 33, 257.
- Duraktekin, G., Çolak, Y. B., Atağ, G., Özfidaner, M., Baydar, A. and Gönen, E. 2018. Effect of deficit irrigation on yield and water use efficiency of watermelon. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 1. Uluslararası Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi Özel Sayısı*: 218-222.
- Duraktekin, G., Çolak, Y. B., Özfidaner, M., Baydar, A. ve Gönen, E. 2019. Karpuzda farklı sulama programlarının klorofil içeriğine etkisi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 24: 179-187.
- Erdem, Y. and Yüksel, A.N. 2003. Yield response of watermelon to irrigation shortage. *Scientia Horticulturae*, 98: 365- 383.
- Erdem, Y., Erdem, T., Orta, A.H. and Okursoy, H. 2005. Irrigation scheduling for watermelon with crop water stress index (CWSI). *Journal of Central European Agriculture*, 4: 449-460.

- FAO 2024. Food and Agriculture Organization of the United States, FAOSTAT. <https://www.fao.org/faostat/en/#home> (Date of access: 11.08.2024).
- Ghawi, I. and Battikhi, A.M. 2008. Watermelon (*Citrullus lanatus*) production under mulch and trickle irrigation in the Jordan valley. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 156 (4): 225-236.
- Goreta, S., Perica, S., Dumicic, G., Bucan, L. and Zanic, K. 2005. Growth and yield of watermelon on polyethylene mulch with different spacings and nitrogen rates. *HortScience*, 40(2): 366-369.
- James, L. G. 1988. Principles of farm irrigation systems design. John Wiley and Sons, New York.
- Kirnak, H. and Dogan, E. 2009 Effect of seasonal water stress imposed on drip irrigated second crop watermelon grown in semi-arid climatic conditions. *Irrigation Science*, 27: 155-164.
- Kuscu, H., Turhan, A., Ozmen, N., Aydinol, P. and Demir, A.O. 2014. Optimizing levels of water and nitrogen applied through drip irrigation for yield, quality, and water productivity of processing tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Hortic. Environ. Biotechnol.*, 55:103-114.
- Kuşçu, H., Turhan, A., Özmen, N., Aydınol, P., Büyükcangaz, H. and Demir, A.O. 2015. Deficit irrigation effects on watermelon (*Citrullus vulgaris*) in a subhumid environment. Turkey. *The Journal of Animal and Plant Sciences*, 25(6): 1652-1659.
- Leskovar, D. I., Bang, H., Kolenda, K., Franco, J. A. and Perkins-Veazie, P. 2002. August. Deficit irrigation influences yield and lycopene content of diploid and triploid watermelon. In *XXVI International Horticultural Congress: Issues and Advances in Postharvest Horticulture*, 628: 147-151.
- Lorite, I. J., Mateos, L., Orgaz, F. and Fereres, E. 2007. Assessing deficit irrigation strategies at the level of an irrigation district. *Agricultural Water Management*, 91(1-3): 51-60.
- McCann, L., Kee, E., Adkins, J., Ernest, E. and Ernest, J. 2007. Effect of irrigation rate on yield of drip-irrigated seedless watermelon in a humid region. *Scientia Horticulturae*, 113: 155-161.
- Mushtaq, S. and Moghaddasi, M. 2011. Evaluating the potentials of deficit irrigation as an adaptive response to climate change and environmental demand. *Environmental Science and Policy*, 14(8): 1139-1150.
- Nuruddin, M.M., Madramootoo, C.A. and Dodds, G.T. 2003. Effects of water stress at different growth stages on greenhouse tomato yield and quality. *HortScience*, 38(7): 1389-1393.
- Oktay, A., ve Doran, İ. 2005. Türkiye'nin en iri karpuzu sürme çeşidinin meyve verim ve kalitesi üzerine azotlu gübrelemenin etkileri. *Akdeniz Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 18(3): 305-311.
- Orta, A.H., Erdem, Y. and Erdem, T. 2003. Crop water stress index for watermelon. *Scientia Horticulturae*, 98: 121-130.
- Özmen, S., Kanber, R., Sarı, N. and Ünlü, M. 2015. The effects of deficit irrigation on nitrogen consumption, yield, and quality in drip irrigated grafted and ungrafted watermelon. *Journal of Integrative Agriculture*, 14(5): 966-976.

- Page, A.L., Miller, R.H. and Keeny, D.R. 1982. Methods of soil analysis, Chemical and microbiological Properties. Publisher Madison, Wisconsin USA, 167-169. Part 3. Chemical methods. SSSA Book Ser. 5. SSSA, Madison, WI.
- Pereira, L. S., Paredes, P., Cholpankulov, E. D., Inchenkova, O. P., Teodoro, P. R. and Horst, M. G. 2009. Irrigation scheduling strategies for cotton to cope with water scarcity in the Fergana Valley, Central Asia. *Agricultural Water Management*, 96(5): 723-735.
- Pereira, L. D. S., Silva, E. M. D., Ferreira, J. O. P., Santos, V. L. G., Lima, C. J. G. D. S., and Silva, G. B. D. 2019. Watermelon yield and efficiency of use of water and nitrogen. *Revista Caatinga*, 32(3): 769-777.
- Rouphael, Y., Carderelli, and M., Colla, G. 2008. Yield, mineral composition, water relations, and water use efficiency of grafted mini-watermelon plants under deficit irrigation. *HortScience*, 43(3): 730-736.
- Sarwar, A. and Perry, C. 2002. Increasing water productivity through deficit irrigation: evidence from the Indus plains of Pakistan. *Irrigation and Drainage*, 51(1): 87-92.
- Sezgin, F., Baş, T., Yoltaş, T. ve Baş, S. 2000. Farklı sulama aralığı ve ekim zamanı uygulamasının karpuzun su-verim ilişkileri üzerine etkisi. 3. *Sebze Tarımı Sempozyumu*, Isparta, 443-447.
- Şimşek, M., Kaçira, M. and Tonkaz, T. 2004. The effects of different drip irrigation regimes on watermelon [*Citrullus lanatus* (Thunb.)] yield and yield components under semi-arid climatic conditions. *Australian Journal of Agricultural Research*, 55(11): 1149-1157.
- TUIK 2024. Turkish Statistical Institute, Crop Production Statics. <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1> (Date of access: 11.08.2024).
- Wang, Y., Xie, Z.K., Li, F. and Zhang, Z. 2004. The effect of supplemental irrigation on watermelon (*Citrullus lanatus*) production in gravel and sand mulched fields in the Loess Plateau of northwest China. *Agricultural Water Management*, 69: 29-41.
- Wang, X. C., Liu, R., Luo, J. N., Zhu, P. F., Wang, Y. S., Pan, X. C. and Shu, L. Z. 2022. Effects of water and NPK fertigation on watermelon yield, quality, irrigation-water, and nutrient use efficiency under alternate partial root-zone drip irrigation. *Agricultural Water Management*, 271, 107785.
- Yang, H., Liu, H., Zheng, J. and Huang, Q. 2018. Effects of regulated deficit irrigation on yield and water productivity of chili pepper (*Capsicum annuum* L.) in the arid environment of Northwest China. *Irrigation Science*, 36(1): 61-74.
- Yetik, A.K. and Candoğan, B.N. 2024. Climate change impacts on precipitation dynamics in the Southern Marmara Region of Turkey. *Bursa Uludag Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 38(1): 123-141.
<https://doi.org/10.20479/bursauludagziraat.1442146>
- Zokirov, K. 2023. Irrigation regimes for drip irrigation of watermelon in mulched and non-mulched fields. *In E3S Web of Conferences* (Vol. 389, p. 03068). EDP Sciences.



TarımFV Koşullarının Pelemir (*Cephalaria syriaca* L.) Tohumlarına ait Bazı Fiziksel Özelliklere Etkisi^A

Yasin GÜNHAN¹, Onur TAŞKIN^{2*}

Öz: Pelemir dünyada en çok Akdeniz bölgesinde bulunmak olup çok dallanan tek yıllık bir bitkidir. Tohumlarının işlenmesinde kullanılacak makinaların tasarımı için pelemir tohumlarının fiziksel özelliklerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bursa Uludağ Üniversitesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezinde kurulan küçük ölçekli TarımFV koşullarında, Aralık 2023 ve Temmuz 2024 tarihleri arasında farklı koşullarda yetiştirilmiş pelemir bitkisinden elde edilen tohumların bazı özellikleri (uzunluk, genişlik, kalınlık, geometrik ortalama çap, küresellik, yüzey alanı, bin dane ağırlığı, yığın hacim ağırlığı, statik sürtünme katsayısı ve yığılma açısı) araştırılmıştır. Kullanılan tohumların nem içeriği 6.61 ± 0.43 (kuru baz) olarak tespit edilmiştir. Panel altı koşulunda yetiştirilmiş pelemir tohumlarının uzunluk (6.00 ± 0.46 mm), genişlik (2.09 ± 0.24 mm) ve kalınlık (1.65 ± 0.21 mm) değerleri ölçülmüş ve geometrik ortalama çap (2.74 ± 0.20 mm), küresellik (0.46 ± 0.04) ile yüzey alanı (8.59 ± 0.63 mm²) ise hesaplanmıştır. En yüksek hacmi ağırlığı ve en düşük 1000 tane ağırlığı da panel altı koşullarından elde edilen tohumlarda gerçekleşmiştir. Farklı malzemelerde (Cam, kauçuk, paslanmaz, mdf, alüminyum ve galvaniz) yapılan ölçümler sonucunda en yüksek statik sürtünme katsayısı kauçuk yüzeyde, en düşük ise cam yüzeyde gerçekleşmiştir. Çalışmanın sonuçları, marjinal tarım arazilerinde kurulmasına izin verilen güneş enerjisi santralleri ile yine aynı arazilerde yetiştiriciliği mümkün olan pelemir bitkisinin birlikte değerlendirilmesi amacıyla kullanılabilecektir.

Anahtar Kelimeler: Arazi verimliliği, *Cephalaria syriaca* L., güneş enerjisi, tohum.

^A Yapılan bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir. Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır.

^{*} **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** ² Onur TAŞKIN, Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Bursa, Türkiye, onurtaskins@gmail.com, [OrcID 0000-0002-5741-8841](https://orcid.org/0000-0002-5741-8841)

¹ Yasin GÜNHAN Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Enerji Sistemleri ABD, 16059 Nilüfer, Bursa, Türkiye, yasingunhan@hotmail.com, [OrcID 0009-0001-3521-0513](https://orcid.org/0009-0001-3521-0513)

Impact of Agrivoltaic Conditions on Some Physical Properties of *Cephalaria syriaca* L. Seeds

Abstract: *Cephalaria syriaca* L. is a highly branched annual plant that is mostly found in the Mediterranean region of the world. The design of seed processing machines requires the determination of the physical properties of seeds. Some properties (length, width, thickness, geometric mean diameter, sphericity, surface area, thousand seed mass, bulk density, static friction coefficient and angle of repose) of seeds obtained from *Cephalaria syriaca* L. plants grown under different conditions of small-scale Agrivoltaic system established at Bursa Uludağ University Agricultural Application and Research Center between December 2023 and July 2024. In this study, various physical properties of seeds obtained from *Cephalaria syriaca* L. plants grown under different conditions were investigated. The moisture content of the seeds used was found to be $6.61\% \pm 0.43$ (dry basis). Measurements of seeds grown under panel conditions revealed that the seed length, width, and thickness were 6.00 ± 0.46 mm, 2.09 ± 0.24 mm, and 1.65 ± 0.21 mm, respectively. Additionally, the geometric mean diameter (2.74 ± 0.20 mm), sphericity (0.46 ± 0.04), and surface area (8.59 ± 0.63 mm²) were calculated. The highest bulk density and the lowest thousand-seed weight were also observed in seeds grown under panel conditions. Measurements on different materials (glass, rubber, stainless steel, MDF, aluminum, and galvanized steel) indicated that the highest static coefficient of friction occurred on the rubber surface, while the lowest was observed on the glass surface. The results of the study can be used to evaluate solar energy plants that are allowed to be established in marginal agricultural lands together with the *Cephalaria syriaca* L. plant that can be grown on the same lands.

Keywords: Land productivity, *Cephalaria syriaca* L., solar energy, seed.

Giriş

Güneş enerjisi (PV) teknolojisi dünyanın enerji talebini karşılamada pek çok olumlu yön sunarken, aynı zamanda tarımsal üretimde için gerekli arazi kullanımında yaşanan çatışma açısından olumsuz durumlarla karşılaşmaktadır. Dolayısıyla gıda ile enerji üretimi arasında bir tercih yapılmasını gerekmektedir (Mouhib ve ark., 2024). Ancak, Dupraz ve ark. (2011) aynı arazide tarımın (argiculture) ve güneş panellerinin (photovoltaic) kombinasyonlu kullanımı ile arazi kullanımını verimliliğinin artacağını düşünmüş ve bu sisteme kelimeleri birleştirerek “Agrivoltaic” adını vermiştir. Günümüzde, TarımFV (Agrivoltaic) sistemler, gıda ve elektrik üretimi arasındaki arazi rekabeti nedeniyle ortaya çıkan çatışmaları azaltarak sürdürülebilirliği desteklemek amacıyla önemli bir teknoloji ve akıllı bir çözüm sunmaktadır (Dal Para ve ark., 2024). Ayrıca, tek bir arazide tarımsal üretimi ve güneş enerjisi üretimi gibi iki köklü endüstri kolunun birleştirilmesi hem çiftçiler hem de elektrik üreticileri açısından ek gelir kaynakları oluşturabilmektedir (Reher ve ark., 2024).

TarımFV hakkındaki temel endişelerden biri, güneş ışınımının PV panelleri ve tarımsal ürünler arasında rekabet doğurmasıdır (Ramos-Fuentes ve ark., 2023). Sınırlı miktarda güneş ışınımına sahip bölgelerde, ürünün yeterli miktarda gün ışığından faydalanamaması ve gölgelemenin ürün verimi ve kalitesi üzerinde olumsuz etkileri olabileceği endişesi bulunmaktadır (Reher ve ark., 2024). Diğer yandan ise PV panellerin varlığı, kurak ortamlarda ürün refahını iyileştiren ve su kullanımını azaltarak termo-iklimsel parametrelerde bir değişikliğe yol açabilmektedir (Ciocia ve ark., 2022).

TarımFV sistemler şu anda birçok ülkede, ekilebilir arazilerin güneş enerji ve tarımsal üretim için ikili kullanımına yönelik bir yaklaşım olarak uygulanmaktadır (Weselek ve ark., 2021). Çeşitli tipte TarımFV sistemler geliştirilmiştir. En yaygın olanı ise ürünlerin üzerine monte edilen sabit panellerden oluşturulmaktadır (Ramos-Fuentes ve ark., 2023). Yapılan çalışmalarda; ABD’de domates (%200 artış) ve acı biber (%300 artış), Fransa’da marul (%1 - %58 azalış), Almanya’da yonca (%5 - %8 azalış) ve İtalya’da mısır (%4.3 - %12.5 artış) üzerine araştırmalarda bulunulmuştur (Özden, 2023).

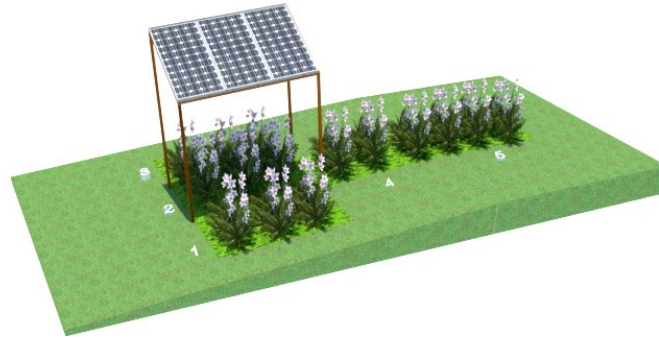
Ülkemizde ise arazi tipi GES (güneş enerjisi santrali) kurulumları için İl Tarım Müdürlüğü’nden alınan “Kuru marjinal tarım arazisi” yazısı koşulu aranmaktadır (İldeniz, 2019). Bir arazinin “Kuru marjinal tarım arazisi” olabilmesi için; arazi eğimi yağışın yıllık ortalama 574 mm’nin altında olduğu yerlerde %8’den, 574 mm veya üzerinde olduğu yerlerde ise %12’den fazla olması ile toprak derinliği 5 cm’den fazla ve 50 cm’den az olması gerekmektedir (Anonim, 2023).

Pelemir gibi yağlı tohumlu bitkiler eğime açık ve toprak derinliği az olan marjinal arazilerde, iklim (soğuğa dayanıklı) ve toprak isteği açısından da pek seçici olmaması nedeniyle yetiştiriciliği yapılabilecek önemli bir bitki adaydır (Şenkal ve Uskutoğlu, 2022). Pelemir bitkisi *Dipsacacea* familyasına aittir ve *Cephalaria* cinsi 94 türden oluşmaktadır. *Cephalaria syriaca* tek yıllık otsu bir bitkidir. Bitki boyu 40-100 cm aralığında olup güçlü bir sapa ve kazık köke sahiptir. Bitkinin yaprak, dal ve gövdesi tüylerle kaplı olup, gövde ve yan dallarında tohumlar bulunmaktadır (Caner, 2020). Tohumlarından elde edilen unun buğday ununa karıştırılması ile ekmeğin bayatlaması geciktirilmekte ve hamurun daha iyi kabarmasına yardımcı olmaktadır. Diğer yandan pelemir yağının ise biyodizel, sabun, deri ve tekstil sanayi için elverişli olduğu ayrıca kalan küspesinin de hayvan beslemede kullanılabilecek bir keşif yem kaynağı olduğu belirtilmiştir (Öğüt ve ark., 2014).

Bu çalışma, Bursa Uludağ Üniversitesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezinde gerçekleştirilmiştir. Bölgede Neojen formasyonun (nk) üzerinde eğime bağlı olarak 50-200 cm kalınlıkta, genellikle killi toprak örtüsü yer almaktadır. Bölgenin iklimi Akdeniz iklim tipine büyük benzerlik göstermekle beraber yıllık ortalama sıcaklık 14,4 °C, ortalama nisbi nem % 68,6’dır. Ortalama yıllık toplam yağış 691,9 mm olup, bunun % 38’i kışın, % 26’sı ilkbahar, %10’u yaz ve % 25,4’ü sonbaharda düşmektedir (Karaata, 2014). Oluşturulan küçük ölçekli TarımFV koşullarında pelemir yetiştirilmiş ve hasat edilen tohumlarının uzunluk, genişlik, kalınlık, geometrik ortalama çap, küresellik, yüzey alanı (geometrik özellikleri) ile bin dane ağırlığı, yığın hacim ağırlığı (gravimetrik özellikleri) ve statik sürtünme katsayısı, statik ve dinamik yığılma açısı (sürtünme özellikleri) araştırılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Çalışma kapsamında üç PV panel kapasiteli (250 W x 3) bir tasarım gerçekleştirilmiştir. Taşıyıcı sistemin çevreci olması sebebiyle Bursa Uludağ Üniversitesi orman budama atıklarından olan ağaç dallarından oluşturulmuştur. Marjinal tarım arazisi koşullarını oluşturulması için 15° eğim olan lokasyonda kurulum gerçekleştirilmiştir. Taşıyıcı sistemin ön ayakları yerden 180 cm, arka ayakları 245 cm yükseklikte oluşturulmuştur. Ayaklar arası mesafe 120 x 210 cm'dir. Paneller ise 28° açı ile yerleştirilmiştir (Şekil 1). Eğimli dört parsel ve eğimsiz bir parsel (kontrol) Karahan çeşidi pelemir tohumunun ekimleri 14.12.2023 tarihinde gerçekleştirilmiştir. Panel önü (parsel 1), panel altı (parsel 2), panel arkası (parsel 3), panel yanı (parsel 4) ve eğimsiz (parsel 5) koşullarda yetiştirilen pelemir bitkileri 23.07.2024 günü hasat edilmiştir. Yetiştiricilik süresince sulama, ilaçlama ve gübreleme uygulaması yapılmamıştır. Karahan Çeşidi "Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü" tarafından 2017 yılında tescil edilmiştir. Bitki boyu 130-150 cm ve yan dal sayısı 10-13 adettir. Orta erkenci olup soğuğa ve kurağa dayanıklıdır. İklim koşullarına bağlı olarak tohum verimi 220-260 kg da⁻¹, yağ verimi 52-65 kg da⁻¹, yağ oranı %20-24 ve bin tane ağırlığı 16.5-20.1 g olarak bildirilmiştir.



Şekil 1: Yetiştirme düzeneğinin genel görünümü

Hasat edilen Karahan çeşidi pelemir bitkisi içerisindeki yaprak, sap ve yabancı materyaller elle ayıklanarak tohumlar elde edilmiştir (Şekil 2). Ölçümler Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Isı ve Kütle transferi Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.



Şekil 2: Pelemir tohumları

Denemelerde materyal kütlesinin belirlenmesi için 0.001 g hassasiyetle ölçüm yapabilen Shimadzu ATX224 model teraziden faydalanılmıştır.

Nem içeriğinin tespiti amacıyla temiz pelemir tohumlarından oluşturulan 3 örnek 24 saat süreyle 105 °C sıcaklıktaki etüvde tutulmuştur. Kurutma işlemi sonrası tekrar tartım alınarak kuru ağırlıkları ölçülmüş ve eşitlik 1’de verilen yöntemle göre kuru baz nem içeriği tespit edilmiştir. Eşitlik’de W_0 pelemir tohumunun yaş ağırlığını (g) ve W ise pelemir tohumunun kuru ürün ağırlığını (g) göstermektedir (Çekim ve Özarslan, 2020).

$$Nem (\%) = \frac{W_0 - W}{W} \times 100 \quad (1)$$

Pelemir tohumların boyutları 0.01 hassasiyetindeki dijital kumpas (Tronic) ile belirlenmiştir. Rasgele seçilen 100 adet tohum ile en büyük eksen uzunluk (a), a eksenine dik eksen genişlik (b), a ve b eksenlerine dik eksen kalınlık (c) olmak üzere ölçümler gerçekleştirilmiştir. Eksen ölçüleri (a, b ve c) ile Eşitlik 2’den yararlanarak geometrik ortalama çap (D_g) ve Eşitlik 3’den yararlanarak küresellik (Φ) değerleri hesaplanmıştır. Yüzey alanı ise geometrik ortalama çap değerinden kullanarak Eşitlik 4 ile belirlenmiştir. Burada; tohumun uzunluğu (a, mm), tohumun genişliği (b, mm), tohumun kalınlığı (c, mm), geometrik ortalama çap (D_g , mm), küresellik (Φ , %) ve yüzey alanı (S , mm²) olarak ifade edilmiştir (Yeşiloğlu ve Pınar, 2006).

$$D_g = (a \times b \times c)^{\frac{1}{3}} \quad (2)$$

$$\Phi = \frac{(a \times b \times c)^{\frac{1}{3}}}{a} \quad (3)$$

$$S = \pi D_g \quad (4)$$

Pelemir tohumlarından rastgele seçilen 100 tane tohumun kütlesi analitik terazi yardımıyla ölçülmüş ve 1000 tane ağırlığını belirlemek için kullanılmıştır (Dumanoğlu ve Çakmak, 2019). Beş tekrar olarak ölçümler yapılmıştır. Silindirik ölçekli kap (100 ml) ile de yığın hacim ağırlığının ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Analitik terazide tartılan pelemir tohumları 15 cm yükseklikten ölçekli kap içerisine dökülerek kap içerisindeki yığının hacmi belirlenmiştir. 10 tekrarlı olarak gerçekleştirilen ölçüm ile pelemir tohumunun yığın hacim ağırlığı belirlenmiştir (Çekim ve Özarslan, 2020).

Eğimi ayarlanabilen bir ölçüm düzeneği kullanılarak statik sürtünme katsayısının belirlenmiştir (Şekil 3). Düzeneğe altı ve üstü açık olan ve içi pelemir tohumlarıyla doldurulmuş 40x51 mm boyutlarında bir kutu konumlandırılmıştır. Eğimli yüzey, vidalı bir sistem yardımıyla tohum akışı başlayana kadar yavaşça yükseltilmiştir. Akışın başladığı andaki değer açıölçer üzerinden okunarak, kayıt altına alınmıştır. Denemeler altı farklı yüzey (cam, kauçuk, paslanmaz çelik, mdf, alüminyum ve galvaniz) üzerinde gerçekleştirilmiş 10’ar tekrarlı olacak şekilde yapılmıştır. Statik sürtünme katsayısı Eşitlik 5’e göre hesaplanmıştır (Çekim ve Özarslan, 2020).

$$\mu = \tan \alpha \quad (5)$$



Şekil 3: Deney düzeneği

Yığılma açısı ölçümlerinde 300-300-300 mm boyutlarında altı boş bir kutu kullanılmıştır. Zemini düz olan yüzey üzerinde bulunan kutuya pelemir tohumları doldurulmuş ve kutu yukarı doğru hızlı biçimde kaldırılarak tohumlar boşaltılmıştır. Yığılma açısı (θ , °) oluşan konik yığının dikey yüksekliği (H, cm) ve yayılma yüzeyinin merkeze uzaklığının (D, cm) ölçülmesi ve Eşitlik 6'ya göre hesaplanması ile belirlenmiştir (Yeşiloğlu ve Pınar, 2006).

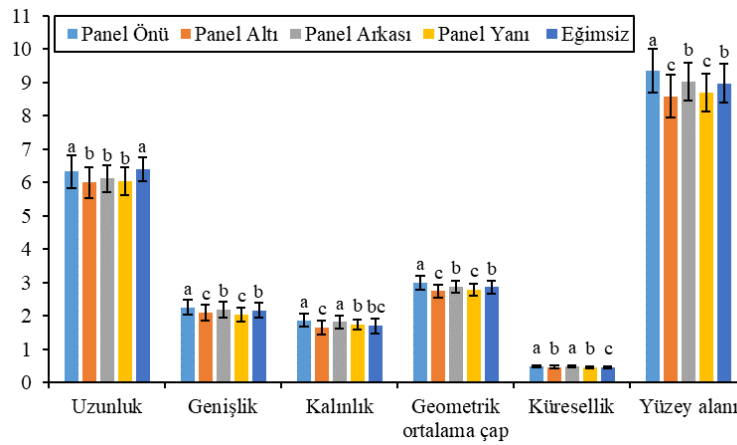
$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{2H}{D} \right) \quad (6)$$

Parsel değişkeninin ilgilene parametreler üzerine etkisini analiz etmek ve parametreler için denklem oluşturmak amacıyla JMP yazılımı (Sürüm 7.0; SAS Institute Inc., Cary, NC, ABD) kullanılarak varyans analizine (ANOVA) tabi tutulmuştur. Ortalamaları %5 önem düzeyinde ($p < 0.05$) karşılaştırmak için LSD testi kullanılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

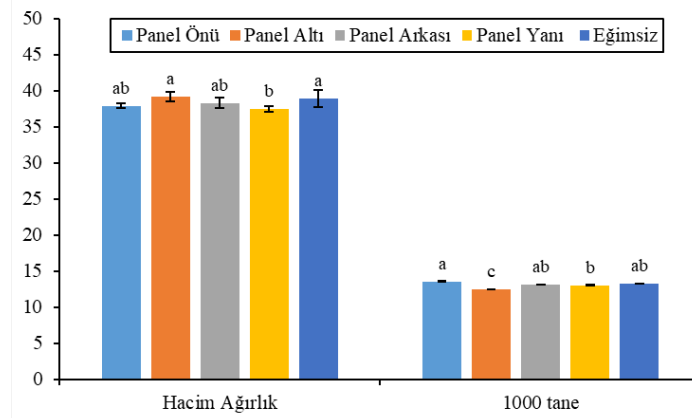
Pelemir tohumlarının kuru baza göre ortalama nem içeriği 6.61 ± 0.43 olarak tespit edilmiştir. Pelemir tohumlarının geometrik özelliklerine (uzunluk, genişlik, kalınlık, geometrik ortalama çap, küresellik ve yüzey alanı) ilişkin veriler Şekil 4'de verilmiştir. Çizelgeye göre ortalama pelemir tohumunun boyu eninden yaklaşık 2.9 kat büyük olduğu belirlenmiştir. Eninin ise kalınlık değerinden yaklaşık 1.2 kat daha büyük olduğu tespit edilmiştir. Geometrik özelliklerine göre tohumların sınıflandırılmasında “Tane genişliği/Tane uzunluğu” 0.6 ise uzun taneler, 0.6-0.7 ise orta taneler ve > 0.7 ise kısa taneler olarak açıklanmaktadır (Dumanoğlu ve Çakmak, 2019). Bu durum pelemir tohumun uzun ve yassı biçimde olduğu göstermektedir. Ayrıca, hesaplanan küresellik değerine göre pelemir tohumları %46 olarak bulunmuştur.

Farklı koşullarda yetiştirilen pelemir bitkisinden elde edilen tohumlar karşılaştırıldığında panel altından elde edilen tohumların uzunluk (6.00 ± 0.46), genişlik (2.09 ± 0.24), kalınlık (1.65 ± 0.21), geometrik ortalama çap (2.74 ± 0.20) ve yüzey alanında (8.59 ± 0.63) en küçük sonuçları verdiği belirlenmiştir. Küresellik de ise panel önü, panel arkası ve eğimsiz koşullara göre $p < 0.05$ düzeyinde istatistiksel olarak farklılık gözlenmiştir. Sonuçlarımızla uyumlu olarak Atalan (2019) pelemir bitkisinin tohum morfolojisini araştırmış ve tohumların ortalama uzunluğunu 5.97 ± 0.43 ve genişliği 2.27 ± 0.24 olarak ölçmüştür. Ayrıca tohum uzunluğunun tohum enine oranını ise 2.63 olarak belirleyerek tohum şeklini elipsoid olarak tanımlamıştır.



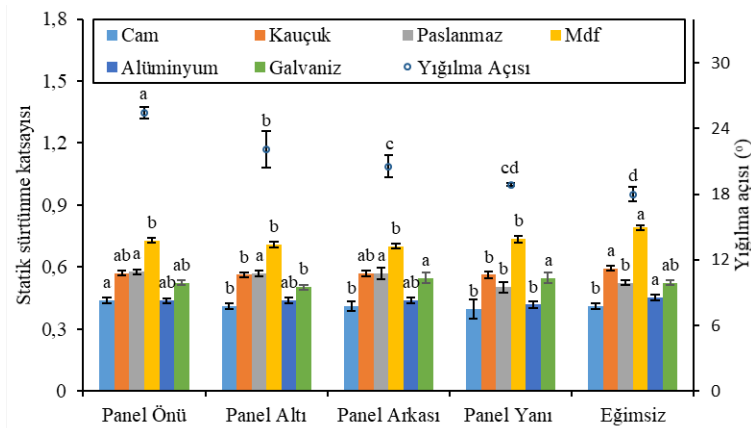
Şekil 4: Pelemir tohumlarının geometrik özellikleri

Pelemir tohumunun gravimetrik özelliklere ilişkin ortalama veriler Şekil 5’de sunulmuştur. Pelemir tohumlarının hacmi ağırlıkları $37.43\text{-}39.10 \text{ g cm}^{-3}$ arasında bulunmuş ve en yüksek değeri panel altı koşullarda yapılan yetiştiricilik ile elde edilmiştir. Pelemir tohumlarının bin dane ağırlığı $12.43\text{-}13.54 \text{ g}$ olarak belirlenmiştir. Hacim ağırlıkta panel yanı koşulunda, bin tane ağırlık da ise panel altı koşulunda $p < 0.05$ düzeyinde istatistiksel olarak farklılık gözlenmiştir. Kara (1990) Erzurum şartlarında değişik sıra aralık uygulamasının pelemir bitkisinde verim ve verim unsurları üzerine etkisini incelemiştir. Tohumların 1000 tane ağırlığını 40 cm sıra aralığı için 11.8 g, 50 cm sıra aralığı için 11.8 g ve 60 cm sıra aralığı için 12.3 g olarak bulmuştur. Çalışmamızda elde ettiğimiz ve önceki çalışmalardan daha yüksek olan değerlerin nedeni yetiştiricilik yapılan iklimsel koşullar kaynaklı olabilir.



Şekil 5: Pelemin tohumunun gravimetrik özellikleri

Pelemin tohumlarının yığılma açısı sonuçları Şekil 6’te verilmiştir. Tohumların ortalama yığılma açıları 18.00-25.44° arasında hesaplanmıştır. Ancak, en düşük yığılma açısı eğimsiz koşullarda yapılan yetiştiricilikten elde edilen tohumlar ile gerçekleşmiştir. Panel altı deneme koşullarında $p < 0.05$ düzeyinde istatistiksel olarak farklılık gözlenmiştir. Cam, kauçuk, paslanmaz, mdf, alüminyum ve galvaniz malzemeler ile yapılan ölçümler sonucunda hesaplanan statik sürtünme katsayısı sonuçları Şekil 4’de verilmiştir. Pelemin tohumlarının ortalama statik sürtünme katsayısı 0.571 ile en yüksek kauçuk yüzeyde, 0.413 ile en düşük cam yüzeyde elde edilmiştir. Yüzeylere bağlı (farklı renklerde) farklı yetiştirme koşullarının istatistiksel değişimleri Şekil 4’de gösterilmiştir. . *Cephalaria syriaca* şekil ve boyut olarak buğdaya benzeyen bitkidir (Caner, 2020). Gül ve ark. (2021) da farklı buğday çeşitleri (Eminbey, Mirzabey 2000 ve Şahinbey) ait tohumların statik sürtünme katsayısı ve doğal yığılma açısı değerleri de incelemişlerdir. PVC, galvanizli sac, laminant, kontrplak ve lastik yüzeylerde yapılan deneyler sonucunda Eminbey ve Mirzabey 2000 çeşitleri için en yüksek statik sürtünme katsayıları lastik yüzeyde, Şahinbey çeşidinde ise kontrplak materyalli yüzeyde belirlemişlerdir. En düşük değerleri ise tüm çeşitlerde için laminant yüzeyde bulmuşlardır. Yığılma açılarını ise Eminbey, Mirzabey 2000 ve Şahinbey için sırasıyla 5.90 ± 0.20 , 3.78 ± 0.56 ve 7.33 ± 1.23 bulmuşlardır.



Şekil 6: Pelemin tohumlarının yığılma açısı ve statik sürtünme katsayısı

Sonuç

Bu çalışmada farklı yetiştirme koşullarına bağlı olarak pelemir tohumunun bazı fiziksel özellikleri etkisi incelenmiştir. Tohumlarının geometrik özellikleri (uzunluk, genişlik, kalınlık, geometrik ortalama çap, küresellik, yüzey alanı), gravimetrik özellikleri (bin dane ağırlığı ve yığın hacim ağırlığı), sürtünme özellikleri (statik sürtünme katsayısı, statik ve dinamik yığılma açısı) belirlenmiştir. Panel altı koşullarından elde edilen tohumların bazı özelliklerinde (uzunluk, genişlik, kalınlık, geometrik ortalama çap, yüzey alanı ve 1000 tane ağırlığında) düşüş tespit edilmiştir. Ancak, tohumun küreselliğine etki eden değişim ise hacim ağırlığını artırmıştır. Yığılma açısında ise panel altı deneme koşullarında istatistiksel olarak farklılık gözlenmiştir ($p<0.05$). İklim (soğuğa dayanıklı) ve toprak isteği açısından çok seçici olmayan pelemir bitkisi alternatif yetiştiricilik için önemli bir adaydır. Tohumunun özellikle biyodizel üretimi açısından uygun olabileceği düşünüldüğünde işleme makinelerinin tasarımına yönelik çalışmaların geliştirilmesi gerekmektedir.

Teşekkür

Yapılan bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir. Makale, araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır. Bu makaleyi hazırlayan yazarlar, araştırmaya eşit oranda katkı sağlamıştır ve yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır. Ayrıca, materyal teminindeki desteklerinden dolayı Metin DAVUT, Muhammed KIR, Ahmet Turan ÖZSOY ve Tülin Tuanna TÜRKOĞLU'na teşekkürlerimizi sunarız.

Kaynakça

- Atalan, E. 2019. Türkiye’de yetiştirilen pelemir bitkisinin [*cephalaria syriaca* (L.)] antioksidan, antimikrobiyal, antifungal, antibiyofilm özelliklerinin ve tohum morfolojisinin araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı.
- Caner, S. 2020. Pelemir tohumundan süperkritik karbon dioksit ekstraksiyon yöntemiyle uçucu yağ ve ilaç etken maddelerinin ekstraksiyonu, Yüksek Lisans Tezi, Bartın Üniversitesi, Biyoloji Anabilim Dalı.
- Ciocia, A, Enescu, D, Amato, A, Malgaroli, G, Polacco, R, Amico, F, and Spertino, F. 2022. Agrivoltaic system: a case study of pv production and olive cultivation in Southern Italy. 57th International Universities Power Engineering Conference, 30.08.2022-2.09.2022, İstanbul, Turkey, 1-6.
- Çekim, İ. ve Özarslan, C. 2020. Marul tohumunun bazı fiziko-mekanik özelliklerinin belirlenmesi. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 8(1): 89-97.
- Dal Prà, A, Miglietta, F, Genesio, L, Lanini, G. M, Bozzi, R, Morè, N, and Fabbri, M. C. 2024. Determination of feed yield and quality parameters of whole crop durum wheat (*Triticum durum* Desf.) biomass under agrivoltaic system. *Agroforestry Systems*, 1-13.

- Dupraz, C, Marrou, H, Talbot, G, Dufour, L, Nogier, A, and Ferard, Y. 2011. Combining solar photovoltaic panels and food crops for optimising land use: Towards new agrivoltaic schemes. *Renewable Energy*, 36(10): 2725-2732.
- Dumanoglu, Z. ve Çakmak, B. 2019. Tohum uygulamalarının soğan (*Allium cepa* L.) tohumunun bazı fiziksel ve mekanik özelliklerine etkisi. *Bursa Uludag Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 33(1): 53-66.
- Anonim, 2023. Tarım ve Orman Bakanlığı Tarım Reformu Genel Müdürlüğü 09.05.2023 tarih ve E-58125898-230.04.02-9637520 sayılı Tarım Arazilerinin Korunması Kullanılması ve Planlanmasına Dair Genelge.
- Gül, E. N, Altuntaş, E, ve Kırmık, G. 2021. Yerel bazı makarnalık buğday (*Triticum durum* L.) çeşitlerine ait tohumların fiziksel özellikleri ile renk karakteristiklerinin belirlenmesi. *Uluslararası Biyosistem Mühendisliği Dergisi*, 2(2): 131-142.
- İldeniz, E. 2019. GES tesislerinin keşif-inşa aşamalarında kullanılan metodların incelenmesi ve kabul aşamasının işletme kârlılığına etkiler, Tezsiz Yüksek Lisans Projesi, Amasya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Kara, K. 1990. Erzurum şartlarında değişik sıra aralık uygulamasının pelemir (*Cephalaria syrica* L.) bitkisinde verim ve verim unsurları üzerine etkisi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(1): 83-93.
- Karaata, E. U. 2014. Uludağ üniversitesi ziraat fakültesi tarımsal uygulama ve araştırma merkezi arazi bilgi sisteminin oluşturulması (zftuam-abs), Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı.
- Mouhib, E, Fernández-Solas, Á, Pérez-Higueras, P. J, Fernández-Ocaña, A. M, Micheli, L, Almonacid, F, and Fernández, E. F. 2024. Enhancing land use: Integrating bifacial PV and olive trees in agrivoltaic systems. *Applied Energy*, 359: 122660.
- Öğüt, H, Oğuz, H, Bacak, S, Aydın, F, Uygun, S, Arslan, Y, ve Subaşı, İ. 2014. Pelemir biyodizelinin teknik özelliklerinin incelenmesi. *Enerji Tarımı ve Biyoyakıtlar 4. Ulusal Çalıştayı*, 45-49.
- Özden, T. 2023. Tarım ve Güneş. 6. Solarvizyon Güneş Enerjisi Kongresi, İstanbul, Türkiye.
- Ramos-Fuentes, I. A, Elamri, Y, Cheviron, B, Dejean, C, Belaud, G, and Fumey, D. 2023. Effects of shade and deficit irrigation on maize growth and development in fixed and dynamic AgriVoltaic systems. *Agricultural Water Management*, 280: 108187.
- Reher, T, Lavaert, C, Willockx, B, Huyghe, Y, Bisschop, J, Martens, J. A, and Van de Poel, B. 2024. Potential of sugar beet (*Beta vulgaris*) and wheat (*Triticum aestivum*) production in vertical bifacial, tracked, or elevated agrivoltaic systems in Belgium. *Applied Energy*, 359: 122679.
- Şenkal, B. C. ve Uskutoğlu, T. 2022. Yozgat ekolojik koşullarına uygun endüstriyel yağlı tohumlu bitkiler: pelemir (*Cephalaria syriaca* (L.) Schrad) ve Camelina (*Camelina sativa* (L.) Crantz). *Bozok Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 1(2): 148-153.
- Weselek, A, Bauerle, A, Zikeli, S, Lewandowski, I, and Högy, P. 2021. Effects on crop development, yields and chemical composition of celeriac (*Apium graveolens* L. var. rapaceum) cultivated underneath an agrivoltaic system. *Agronomy*, 11(4): 733.
- Yeşiloğlu, E, ve Pınar, Y. 2006. Mahlep tohumunun (*Prunus Mahalep* L.) bazı fiziksel özelliklerinin belirlenmesi. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 2(3): 255-261.



Bursa İlinde Toprak Koruma ve Arazi Kullanımı Kanununa Göre Yapılan İzin Başvurularının Değerlendirilmesi^A

Ali DOĞRU^{1*}, Kemal Sulhi GÜNDOĞDU²

Öz: Toprakların sürdürülebilir bir şekilde kullanılması ve korunması gıda güvencesi için kritik öneme sahiptir. Tarım alanlarının niteliğini yitirmesinin engellenerek korunması, geliştirilmesi ve arazi kullanım planlaması yapılarak planlı bir kullanım sağlanması tarım alanlarının sürdürülebilirliğinin sağlanması açısından gereklidir. 5403 Sayılı Toprak Koruma Kanunu ile tarım arazilerinin korunmasına yönelik olumlu bir politika izlemiş olsa da, riskler de barındırmaktadır. Büyükova Koruma Alanı içinde yapılan izinlendirmeler, sanayi ve kentleşme baskısı ve kontrolsüz yapılaşma toprak kaynakları üzerinde olumsuz etkilere neden olabilir. Tarım alanlarında bitkisel üretim dışında hayvancılık, tarımsal ürünlerin muhafazası, sera gibi tarımsal yapılar için yer ihtiyacı yanında ulaşım faaliyetleri ve madencilik gibi faaliyetler için de yer ihtiyacı talepleri olabilmektedir. Bu çalışmada, Bursa ilinin 2018 ile 2022 yılları arasında tarım arazileri için yapılan tarımsal yapı ve tarım dışı kullanım taleplerinin değerlendirmesi yapılmıştır. Veriler, Bursa İl Tarım ve Orman Müdürlüğü'ne yapılan resmi başvuruların kayıtlarından derlenmiştir. Başvurular kullanım amacına göre tarımsal yapılar ve tarım dışı yapılar olarak gruplara ayrılmış, büyükova koruma alanı içinde ve dışında izin verilen başvurular ayrı ayrı değerlendirilerek veriler yorumlanmış ve tablolara işlenmiştir. Bu kapsamda tarımsal yapı talepleri en çok başvuru yapılan talebe göre soğuk hava depoları, hayvancılık işletmeleri, tarımsal depolar ve diğer tarımsal yapı başvuruları olmak üzere 4 farklı sınıfta değerlendirilmiştir. Tarım dışı yapılan başvurular ise tek sınıf altında değerlendirilmiştir. Tarımsal yapı ve tarım dışı kullanımların yıllara göre başvuru sayıları, başvuru alanları, uygun görülen talep sayıları, bu taleplerin büyükova koruma alanında veya büyük ova koruma alanı dışında olma durumuna göre değerlendirmesi yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Amaç dışı kullanım, Büyükova koruma alanı, 5403 sayılı Kanun, Tarımsal yapı.

^A Yapılan bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir. Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır.

^{*} **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** ¹ Ali DOĞRU” Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı Görükle, Bursa, Türkiye, alidogru16@gmail.com, [OrcID](#) 0009-0002-4603-855X

² Kemal Sulhi GÜNDOĞDU: Bursa Uludağ Üniversitesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü Görükle, Bursa, Türkiye, kemalg@uludag.edu.tr, [OrcID](#) 0000-0002-5591-4788

Evaluation of Permit Applications Made According to the Soil Conservation and Land Use Law in Bursa Province

Abstract: Türkiye's soils are the cornerstone of its agricultural sector, and the sustainable use and protection of these soils is critical to the country's food security and economic development. It is very important to protect and develop agricultural areas by preventing them from losing their quality and to ensure planned use by land use planning to ensure the sustainability of agricultural areas. Although it has followed a positive policy towards the protection of agricultural lands with the Soil Protection Law No. 5403, it also carries risks. Permissions made within the Büyükova Protected Area, industrial and urbanization pressure and uncontrolled construction may cause negative effects on soil resources. Apart from crop production in agricultural areas, there is a need for agricultural buildings and non-agricultural uses in order to meet activities such as livestock breeding, preservation of agricultural products, greenhouses, etc., as well as activities such as settlement needs, transportation activities and mining activities. This study was conducted within the scope of the "Soil Conservation and Land Use Law No. 5403" to evaluate the changes in the demand for agricultural lands, agricultural buildings and non-agricultural purposes between 2018 and 2022 in Bursa province. The data was compiled from the records of official applications made to Bursa Provincial Directorate of Agriculture and Forestry. The applications were divided into groups as agricultural buildings and non-agricultural buildings according to the purpose of use, and the applications allowed within and outside the Büyükova conservation area were evaluated separately, the data were interpreted and entered into tables. In this context, agricultural building requests were evaluated in 4 different classes, including cold storages, livestock enterprises, agricultural warehouses and other agricultural building applications, according to the most applied demand. Non-agricultural applications were evaluated under a single class. The number of applications for agricultural buildings and non-agricultural uses by year, application areas, the number of requests deemed appropriate, and whether these requests are in the Büyükova protection area or outside the Great Plain protection area were evaluated.

Keywords: Büyükova conservation area, Law no. 5403, Non-agricultural use, Agricultural building.

Giriş

Tarım arazilerinin korunması tarımsal üretimdeki sürdürülebilirliğin sağlanmasında önemli bir faktördür. Çeşitli nedenlerle bazı tarım arazilerinin farklı amaçlarla kullanılması ihtiyacı ortaya çıkabilmektedir. Tarım arazilerinin amaç dışı kullanılması, 5403 sayılı Toprak Koruma ve Arazi Kullanımı Kanunu hükümlerine göre gerçekleştirilebilmektedir. Kanun, toprağın doğal veya yapay yollarla kaybını ve niteliklerini yitirmesini engelleyerek korunmasını, geliştirilmesini ve çevre öncelikli sürdürülebilir kalkınma ilkesine uygun olarak, plânlı arazi kullanımını sağlayacak usul ve esasları kapsamaktadır (Anonim, 2005).

Toprak koruma ve sulamaya yönelik altyapı tesisleri, entegre nitelikte olmayan hayvancılık ve su ürünleri üretim ve muhafaza tesisleri, tarımsal depolar, seralar, un değirmeni vb. yapılar tarımsal amaçlı yapı olarak kabul edilir. Savunmaya yönelik stratejik yer ihtiyaçları, doğal afet sonucu ortaya çıkan geçici yerleşim yeri ihtiyacı, petrol ve doğalgaz arama ve işletme faaliyetleri, ilgili Bakanlıktan kamu yararı kararı alınmış madencilik faaliyetleri, Bakanlıklarca kamu yararı alınmış plan ve yatırımlar, kamu yararı gözetilerek yol altyapı ve üst yapı faaliyetlerinde bulunacak yatırımlar, Elektrik Piyasası Kanunu uyarınca yenilenebilir enerji kaynak alanlarının kullanımı ile ilgili yatırımları, Jeotermal kaynaklı teknolojik sera yatırımları tarım dışı kullanım olarak nitelendirilir (Anonim, 2005).

Tarım arazilerinin amaç dışı kullanımında, öncelikle verim düzeyi düşük arazilerin kullanılması, tarımsal üretimdeki sürdürülebilirlik için önemlidir (Yüzal, 2019). İmar çalışmaları, sanayileşme, turizm yatırımları, kamu altyapı yatırımları gibi yatırımlar yapılırken yer seçiminde tarım arazilerinin niteliğine dikkat edilmeksizin yatırımlar yapılabilir. Verimli tarım arazilerine bu tür yatırımların yapılması, tarımsal üretiminin de verimi düşük tarım arazilerine kaymasına neden olmaktadır (Karakayacı, 2010). Tarım arazilerinde talep edilen amaç dışı kullanımların daha planlı bir şekilde gerçekleştirilmesi için ülkemiz genelinde bütün tarım arazilerine yönelik Arazi Kullanım Planları'nın ivedilikle hazırlanması önem arz etmektedir (Topçu, 2012).

Tarımsal üretim açısından Bursa ili sahip olduğu ovalar ve toprak yapısı açısından 369727.80 ha tarım alanına ve her çeşit ürünün yetiştiği bir coğrafyaya sahiptir. Bursa ilinde tarla bitkileri 143612.10 ha (%38.84), meyvecilik 49353.20 ha (%13.35), sebzeçilik 34912.80 ha (%9.44), bağcılık 2604.00 ha (%0.70) ve zeytincilik 44011.00 ha (%11.90) alanda yapılmaktadır. Ayrıca 82436 adet sağmal büyükbaş hayvan ve 243262 adet sağmal küçükbaş hayvan bulunmaktadır (Anonim, 2023).

Bursa ilindeki hem hayvancılık hem de tarımsal faaliyetlerin yoğun bir şekilde yapılması, bu ürünlerin yerinde işlenme gereksinimi, Bursa'yı tarıma dayalı sanayi konusunda önemli bir merkez haline getirmiş ve tarımsal sanayiye yönelik yapıların yapılması ihtiyacını doğurmuştur. Gıda sanayisi, tarımsal üretimle doğrudan ilişkilidir ve nüfusun beslenmesinin yanı sıra, istihdam sağlama, katma değer yaratma ve ihracat açısından büyük önem taşır. Meyve ve sebze işleme sanayisi içinde yer alan konserve sanayi, ihracatta en büyük paya sahip sektörlerden biri olarak öne çıkmaktadır. (Turhan ve ark., 2013). İlde gıda sanayine ilişkin olarak hemen her dalda faaliyet gösteren kuruluşlar mevcuttur. Bunlar içerisinde et ve sütü mamuller üretimi, sebze ve meyve işleme sanayi, bitkisel ve hayvansal yağlar, un ve unlu mamuller, şekerli mamuller, meyve suları üretimi ile soğuk hava depoculuğu en önde gelenlerdendir.

Bu çalışmada, Bursa ilinde, tarım arazilerinin, tarımsal yapılar ve tarım dışı amaçlı kullanım izin talepleri 2018-2022 yılları için değerlendirilmiştir. Tarımsal amaçlı talepler, soğuk hava deposu, hayvancılık işletmesi, tarımsal depo ve diğer tarımsal yapılar olmak üzere 4 farklı sınıfta, tarım dışı yapılan talepler ise tek sınıfta değerlendirilmiştir.

Materyal ve Yöntem

Bu çalışmanın materyalini, Bursa Tarım İl müdürlüğünden temin edilen “5403 Sayılı Toprak Koruma ve Arazi Kullanımı Kanunu” kapsamındaki talepler oluşturmıştır. Tarım alanlarında, tarımsal yapı ve tarım dışı amaçlı kullanım için izin talepleri yapılmaktadır. Bursa ilinde 2018 ile 2022 yılları arasında yapılan talepler bu çalışmada kullanılmıştır. İzin taleplerinin temini için Bursa İl Tarım ve Orman Müdürlüğüne dilekçe ile başvuru yapılarak, kişisel bilgileri içermeyecek şekilde taleplere ilişkin bilgiler excel formatında temin edilmiştir. Bu talepler, başvuru amacına göre değerlendirme işlemleri yapılmış ve alınan veriler kullanım amacına göre tarımsal yapılar ve tarım dışı yapılar olarak gruplara ayrılmış, büyükova koruma alanı içinde ve dışında izin verilen başvurular ayrı ayrı değerlendirilerek veriler yorumlanmış ve tablolara işlenmiştir.

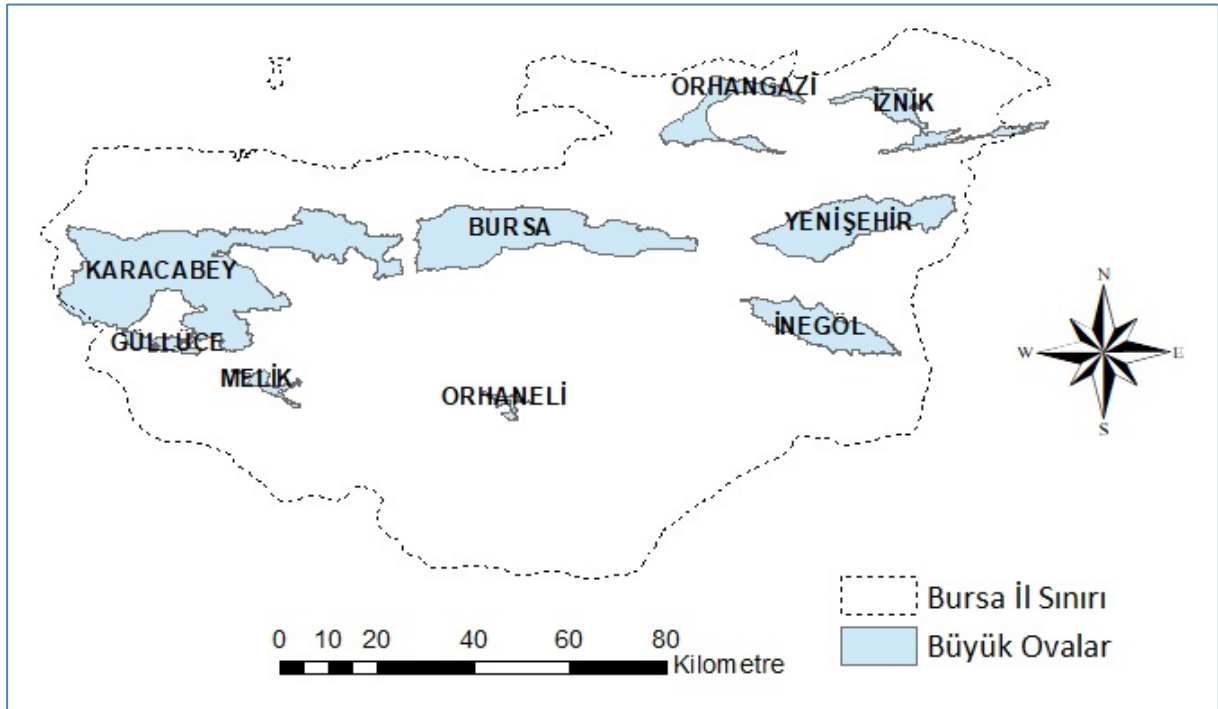
İl Toprak koruma kurulu Vali veya Vali yardımcısı başkan olmak üzere, İl Tarım ve Orman Müdürü, Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Müdürü, Maliye Bakanlığını İldeki üst düzey temsilcisi, belediye sınırları (müccavir alan dâhil) içerisinde ve dışında alanlar olması halinde, belediye temsilcisi ve il özel idaresi temsilcisi, ulusal ölçekte faaliyette bulunan sivil toplum kuruluşu temsilcisi ile TOBB, TZOB, ZMO, Üniversite temsilcileri, Özel kanunlarla koruma altına alınmış alanlar, DSİ ile diğer kamu kurum ve kuruluşlarının talep alanında projesi olması halinde, ilgili kurum temsilcisi de Kurula katılır. İl Toprak Koruma Kuruluna gelen tarımsal amaçlı talepler arazinin niteliği, tarımsal üretimi artırma ve geliştirme amacına hizmet edip etmediği, bölgesel tarım politikasına uygun olup olmadığı, tarım arazisinin parçalanmasına neden olup olmadığı, tarım dışı amaçlı talepler ise arazinin niteliği, alternatif ve daha verimsiz alanların bulunup bulunmadığı, toprak, su ve ekosistem üzerindeki etkileri ile kamu yararı ilkeleri gözetilerek ekonomik ve sosyal faydalar göz önünde bulundurularak kurul üyeleri tarafından oy çokluğu veya oy birliğiyle olmak üzere değerlendirir. Kurulun üye tam sayısı ile toplanması esastır, ancak zorunluluk halinde en az altı üye ile toplanabilir. Kurul, kararları en az beşte üç çoğunlukla ve en az altı üyenin aynı yönde oy kullanması şartı ile alır. Ancak kamuya ait enerji ve ulaşım yatırım projelerinde Kurul, kararları toplantıya katılan üyelerin çoğunluğu ile de alabilir.

5403 Sayılı Toprak Koruma ve Arazi Kullanımı Kanunu çerçevesinde İl Tarım ve Orman Müdürlüğü teknik personeli tarafından yapılan ön incelemeler ve hazırlanan raporlar, Toprak Koruma Kurulu’nun karar sürecine temel oluşturmaktadır.

Büyükova koruma alanında kalan tarımsal amaçlı ve tarımdışı başvurular İl Toprak Koruma Kurulu tarafından değerlendirildikten olumlu görüş verilen talepler değerlendirilmek üzere Tarım ve Orman Bakanlığına gönderilir. Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından uygun görülen talepler Valilikçe izinlendirilir. Büyükova koruma alanı dışındaki tarımsal amaçlı talepler İl Tarım ve Orman Müdürlüğü tarafından değerlendirildikten sonra ilgili mevzuatlar çerçevesinde Valilik kararı ile izinlendirilir. Tarım dışı amaçlı kullanımlar ise kuru marjinal tarım arazileri kamu yararı alınmaksızın Valilik kararı ile kuru marjinal tarım arazi dışında kalan tarım arazileri İl Toprak Koruma Kurulu tarafından değerlendirildikten sonra uygun görülen talepler ilgili Bakanlıktan alınan kamu yararı kararı ile birlikte değerlendirilmek üzere Tarım ve Orman Bakanlığına gönderilerek değerlendirilir ve uygun görülen talepler Valilik tarafından izinlendirilir.

Hem tarımsal hem de tarım dışı kullanım için başvurular yapılmaktadır. Başvuruların sağlıklı bir şekilde değerlendirilebilmesi için sınıflandırma yapılmıştır. Bu çalışmada yer alan tarımsal yapı talepleri başvuru sayısına göre, soğuk hava depoları, hayvancılık işletmeleri, tarımsal depolar ve diğer tarımsal yapılar olmak üzere 4 farklı sınıfta değerlendirilmiştir. Tarım dışı yapılan başvurular ise başvuru çeşitliği çok fazla olduğundan dolayı tek sınıf altında değerlendirme yapılmıştır. Çalışmamızda, büyük ova koruma alanları ve büyük ova koruma alanı dışında kalan alanlar da ayrı ayrı değerlendirmeye alınmıştır. Bursa ilinde, Bursa Ovası, Karacabey Ovası, İnegöl Ovası, Yenişehir Ovası, İznik Ovası, Orhangazi Ovası, Güllüce Ovası, Orhaneli Ovası ve Melik Ovası olmak üzere 9 adet büyük ova koruma alanı bulunmaktadır (Şekil 1). Bu ovaların belirlenmesinde tarım potansiyeli önemli bir yer tutmaktadır.

Çalışmada, tarımsal yapı ve tarım dışı kullanımlar için yıllara göre başvuru sayıları, başvuru konuları, uygun görülen talepler, uygun görülmeyen talepler, bu taleplerin büyükova koruma alanında veya dışında olma durumuna göre değerlendirme yapılmıştır.



Şekil 1: Büyük Ova Koruma Alanları

Bulgular ve Tartışma

Bursa İlinde 2018-2022 yılları arasında yapılan tarımsal yapı ve tarım dışı kullanım izin başvuruları değerlendirilerek, başvuruların yıllara göre değişimi analiz edilmiş ve başvuru sayıları, uygun görülen başvurular, uygun görülen başvuruların büyük ova koruma alanında mı yoksa dışında mı kaldığı incelenmiş ve Çizelge 1, 2, 3, 4 ve 5'te verilen sonuçlar elde edilmiştir.

Çizelge 1. İzin Başvuru ve Kabul Sayıları (2018 Yılı)

Bursa 2018 Yılı Başvuruları	Başvuru Sayısı	Başvuru Alanı(ha)	Uygun Görülen Talep Sayısı	Büyükova Koruma Alanında İzinlendirilen Alan (ha)	Büyükova Dışında İzinlendirilen Alan(ha)	Uygun Görülen Toplam Alan(ha)	Uygun Görülen Taleplerin Oranı(%)
Soğuk Hava Deposu	9	185.42	6	0.2	0.76	0.96	66.67
Hayvancılık İşletmeleri	64	101.40	51	1.00	12.22	13.22	79.69
Tarımsal Depolar	14	14.31	4	0.05	0.04	0.09	28.57
Diğer Tarımsal Yapılar	45	26.33	13	0	0.29	0.29	28.89
Tarım Dışı Başvurular	87	538.99	27	49.46	231.32	280.78	31.03
TOPLAM	219	866.45	101	50.71	244.63	295.34	46.11

Çizelge 1 de görüleceği gibi 2018 yılında, tarımsal yapı ve tarım dışı olmak üzere toplam 219 başvuru yapılmış olup bu başvuruların 101 tanesi uygun görülmüştür. Yapılan başvuruların, soğuk hava depolarında % 66.67'si, hayvancılık işletmelerinde % 79.69'u, tarımsal depolarda %28.57'si, diğer tarımsal yapılarda %28.89'u, tarım dışı başvurularında %31.03'ünün kabul edildiği görülmektedir. Kabul edilen başvuruları alan olarak değerlendirdiğimizde, tarımsal yapı olarak 14.56 ha alanın izinlendirildiği görülmektedir. Bu alanın % 8.58'i büyük ova koruma alanında, % 91.42'i büyük ova koruma alanı dışında kalmaktadır. Tarım dışı başvurularda 280.78 ha alanın izinlendirildiği ve bu alanın % 17.61'i büyükova koruma alanında, % 82.39'unun da büyük ova dışında kaldığı görülmektedir.

Çizelge 2. İzin Başvuru ve Kabul Sayıları (2019 Yılı)

Bursa 2019 Yılı Başvuruları	Başvuru Sayısı	Başvuru Alanı(ha)	Uygun Görülen Talep Sayısı	Büyükova Koruma Alanında İzinlendirilen Alan (ha)	Büyükova Dışında İzinlendirilen Alan(ha)	Uygun Görülen Toplam Alan(ha)	Uygun Görülen Taleplerin Oranı(%)
Soğuk Hava Deposu	16	23.22	11	16.42	3.08	19.50	68.75
Hayvancılık İşletmeleri	56	57.74	44	0.22	6.50	6.72	78.57
Tarımsal Depolar	22	21.31	13	0.71	0.45	1.16	58.09
Diğer Tarımsal Yapılar	49	27.24	8	0.01	2.26	2.27	16.32
Tarım Dışı Başvurular	71	734.90	29	438.13	79.49	517.62	40.84
TOPLAM	214	864.41	105	455.49	91.78	547.27	48.59

2019 yılı içerisinde toplam 214 başvuru yapılmış olup bu başvuruların 105 tanesi uygun görülmüştür. Soğuk hava depoları %68.75, Hayvancılık işletmeleri %78.57, tarımsal depolar %58.09, diğer tarımsal yapılar %16.32, tarım dışı başvurular da %40.84'ünün kabul edildiği görülmektedir. Kabul edilen başvuruları alan olarak değerlendirdiğimizde tarımsal yapı olarak 29.65 ha alanın izinlendirildiği ve bu alanın %58.55'ü büyük ova koruma alanında, % 41.45'si de büyük ova koruma alanı dışında kalmaktadır. Tarım dışı başvurularda 517.62 ha alanın izinlendirildiği ve bu alanın %84.64'ü büyükova koruma alanında, %15.36'sının da büyük ova dışında kaldığı görülmektedir.

Çizelge 3. İzin Başvuru ve Kabul Sayıları (2020 Yılı)

Bursa 2020 Yılı Başvuruları	Başvuru Sayısı	Başvuru Alanı(ha)	Uygun Görülen Talep Sayısı	Büyükova Koruma Alanında İzinlendirilen Alan (ha)	Büyükova Dışında İzinlendirilen Alan(ha)	Uygun Görülen Toplam Alan(ha)	Uygun Görülen Taleplerin Oranı(%)
Soğuk Hava Deposu	47	61.38	32	4.55	3.26	7.81	68.08
Hayvancılık İşletmeleri	137	198.15	114	7.05	19.32	26.37	83.20
Tarımsal Depolar	56	51.93	25	1.29	0.88	2.17	44.64
Diğer Tarımsal Yapılar	25	98.24	12	0.48	15.46	15.94	48
Tarım Dışı Başvurular	49	204.40	12	17.46	19.10	36.56	24.5
TOPLAM	314	614.10	195	30.83	58.02	88.85	62.10

2020 yılı içerisinde toplam 314 başvuru yapılmış olup bu başvuruların 195 tanesi uygun görülmüştür. Soğuk hava depoları %68.08, Hayvancılık işletmeleri %83.2, tarımsal depolar %44.64, diğer tarımsal yapılar %48, tarım dışı başvurular da %24.5'inin kabul edildiği görülmektedir. Kabul edilen başvuruları alan olarak değerlendirdiğimizde tarımsal yapı olarak 52.29 ha alanın izinlendirildiği ve bu alanın %25.57'i büyük ova koruma alanında, % 74.43'i de büyük ova koruma alanı dışında kalmaktadır. Tarım dışı başvurularda 36.56 ha alanın izinlendirildiği ve bu alanın %47.76'i büyükova koruma alanında, %52.24'inin de büyük ova dışında kaldığı görülmektedir.

Çizelge 4. İzin Başvuru ve Kabul Sayıları (2021 Yılı)

Bursa 2021 Yılı Başvuruları	Başvuru Sayısı	Başvuru Alanı(ha)	Uygun Görülen Talep Sayısı	Büyükova Koruma Alanında İzinlendirilen Alan (ha)	Büyükova Dışında İzinlendirilen Alan(ha)	Uygun Görülen Toplam Alan(ha)	Uygun Görülen Taleplerin Oranı(%)
Soğuk Hava Deposu	50	75.54	33	7.78	4.67	12.45	66.00
Hayvancılık İşletmeleri	166	203.75	111	8.84	18.98	27.82	66.80
Tarımsal Depolar	91	77.23	37	0.48	1.18	1.66	40.60
Diğer Tarımsal Yapılar	35	55.57	23	3.39	1.49	4.88	65.70
Tarım Dışı Başvurular	67	559.91	18	59.13	51.44	110.57	26.80
TOPLAM	409	972.00	222	79.62	77.76	157.38	54.27

2021 yılı içerisinde toplam 409 başvuru yapılmış olup bu başvuruların 222 tanesi uygun görülmüştür. Soğuk hava depoları %66, Hayvancılık işletmeleri %66.8, tarımsal depolar %40.6, diğer tarımsal yapılar %65.7, tarım dışı başvurular da %26.8'inin kabul edildiği görülmektedir. Kabul edilen başvuruları alan olarak değerlendirdiğimizde tarımsal yapı olarak 46.81 ha alanın izinlendirildiği ve bu alanın %43.8'si büyük ova

koruma alanında, % 56.2'ü de büyük ova koruma alanı dışında kalmaktadır. Tarım dışı başvurularda 110.57 ha alanın izinlendirildiği ve bu alanın %53.48'i büyükova koruma alanında, %46.52'sinin de büyük ova dışında kaldığı görülmektedir.

Çizelge 5. İzin Başvuru ve Kabul Sayıları (2022 Yılı)

Bursa 2022 Yılı Başvuruları	Başvuru Sayısı	Başvuru Alanı(ha)	Uygun Görülen Talep Sayısı	Büyükova Koruma Alanında İzinlendirilen Alan (ha)	Büyükova Dışında İzinlendirilen Alan(ha)	Uygun Görülen Toplam Alan(ha)	Uygun Görülen Taleplerin Oranı(%)
Soğuk Hava Deposu	64	72.14	34	4.51	5.55	10.06	53.12
Hayvancılık İşletmeleri	81	81.34	56	0	11.25	11.25	69.13
Tarımsal Depolar	62	79.14	19	1.02	0.44	1.46	30.64
Diğer Tarımsal Yapılar	85	93.54	47	1.51	3.47	4.98	55.29
Tarım Dışı Başvurular	69	304.18	23	8.56	40.85	49.41	33.33
TOPLAM	361	630,35	179	16	61.56	77.16	49.58

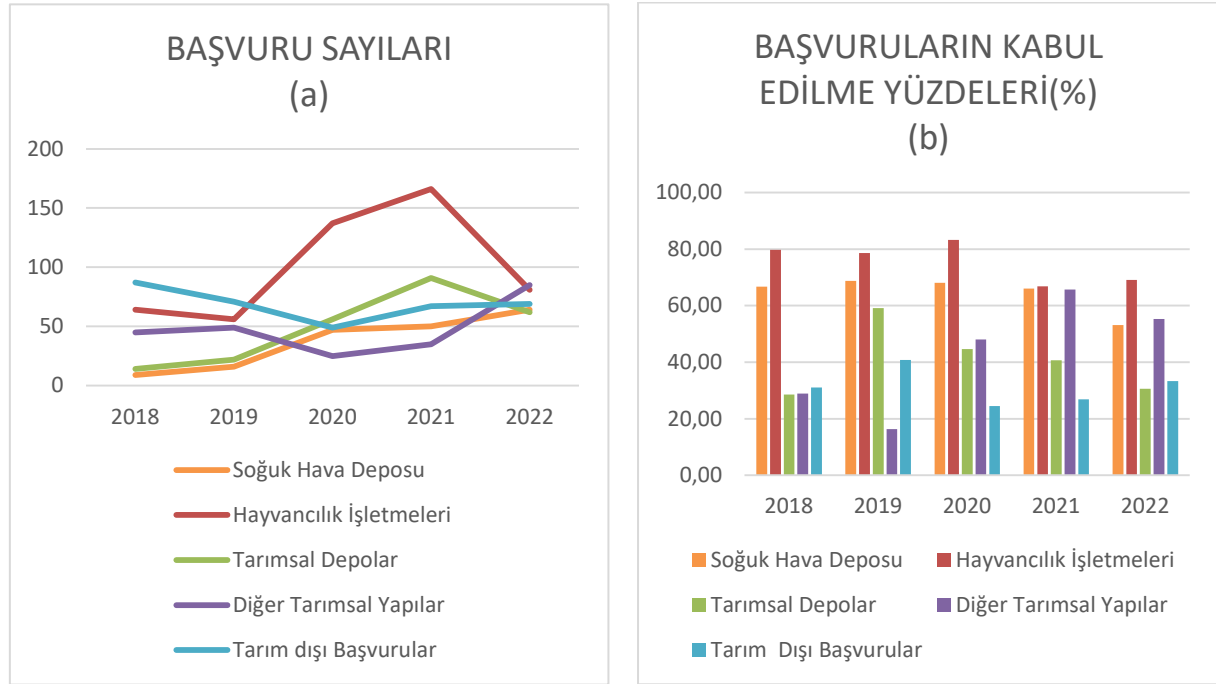
2022 yılı içerisinde toplam 361 başvuru yapılmış olup bu başvuruların 179 tanesi uygun görülmüştür. Soğuk hava depoları %53.12, Hayvancılık işletmeleri %69.13, tarımsal depolar %30.64, diğer tarımsal yapılar %55.29, tarım dışı başvurular da %33.33'inin kabul edildiği görülmektedir. Kabul edilen başvuruları alan olarak değerlendirdiğimizde tarımsal yapı olarak 27.75 ha alanın izinlendirildiği ve bu alanın %25.37'si büyük ova koruma alanında, %74.63'ü de büyük ova koruma alanı dışında kalmaktadır. Tarım dışı başvurularda 49.41 ha alanın izinlendirildiği ve bu alanın %17.33'ü büyükova koruma alanında, %82.67'sinin de büyük ova dışında kaldığı görülmektedir. Bursa ili 369727.80 ha tarım arazisine sahip olup 2018 ile 2022 yılları arasında tarımsal yapı ve tarım dışı olarak izin verilen alan 1164,4 ha'dır. İzin verilen alanın toplam tarım arazisi içerisindeki oranı % 0,31'dir.

Çizelge 6. 2018-2022 Yılları Arasındaki Verilerin Ortalaması

Başvuru Amacı	Başvuru Sayısı	Başvuru Alanı (ha)	Uygun Görülen Talep Sayısı	Uygun Görülen Toplam Alan (ha)
Soğuk Hava Deposu	37.20	83.94	23.20	10.16
Hayvancılık İşletmeleri	100.80	128.88	75.20	17.88
Tarımsal Depolar	49.00	48.78	19.60	1.31
Diğer Tarımsal Yapılar	47.80	60.18	20.60	5.27
Tarım Dışı Başvurular	68.60	468.48	21.80	198.99

Bu çizelge, 2018 ve 2022 yıllarındaki verilere dayanarak ortalama başvuru sayıları, alan büyüklükleri ve kabul edilen talepleri içermektedir.

Yıllara göre başvuru sayıları ve kabul edilme yüzdeleri Şekil 2’de verilmiştir. Tarımsal yapı ve tarım dışı başvurular kabul sayıları üzerinden yapılan doğrusal regresyon analizi sonucuna göre tarımsal yapı müracaatlarının yıllara göre artış, tarım dışı müracaatların ise yıllara göre azalış trendinde olduğu bulunmuştur. Özellikle soğuk hava deposu ve tarımsal depo müracaatlarının diğer başvurulara göre daha fazla artış gösterdiği görülmüştür.



Şekil 2. Yıllara göre başvuru sayıları (a), başvuruların kabul edilme yüzdeleri (b)

Yapılan Başvurular 5403 Sayılı Toprak Koruma ve Arazi Kullanımı kapsamında ilgili kurumlardan da görüş alınarak olumlu ya da olumsuz olarak değerlendirilmektedir. Yapılan başvuruların kabul edilmeme nedenleri arasında;

- Soğuk hava deposu başvurularında İlçe bazında üretilen ürünlerin soğuk hava deposunda saklanmaya uygun olup olmaması, ilçe bazında üretilen ve soğuk hava deposunda saklanmaya uygun olan ürünlerin miktarı ile hali hazırda ilçede kurulu olan soğuk hava depolarının kapasitesi dikkate alınmaktadır. Kapasiteyi aşacak şekilde yeni soğuk hava deposu izni talebi yapılması,
- Hayvancılık işletme izin taleplerinde yeraltı suyu kullanımı sınırlandırılan alanlarda, hayvanların ihtiyacı olan suyu karşılanmasına ilişkin su tahsis belgesinin talep sahibi tarafından alınmaması, tesisin yerleşim yerine yakın olması (koku, hijyen vb. nedeniyle), hayvanların refahı için tesis yapılmak istenen tarım arazisi topografik durumunun uygun olmaması,
- Tarımsal depo başvurularında üreticinin ilçe bazında yeterli üretimi olmaması, ihtiyacı olan depolama alanından daha fazla alan talep edilmesi,

- Arazinin ekonomik olarak tarım yapılabilir büyüklükleri belirlenmiş sınırın altında kalan alanlara bağ evi yapılmak istenilmesi,
- Planlı alanlarda halihazırda boş ve kullanıma uygun alanların bulunması,
- Tarımsal kullanım bütünlüğünün bozulması,
- Amacına uygun planlı alanlara uzaklığı (ev talebinde yerleşime uzaklığı, sanayi taleplerinde sanayi alanlarına uzaklığı),
- Talep alanlarının dere taşkın sahalarında yer almaları

5403 Sayılı Toprak Koruma ve Arazi Kullanımı Kanunu Tarım arazilerinin sürdürülebilir yönetim açısından önemli bir değerlendirme sunmaktadır. Bu kanunun toprak kaynakları yönünden olumlu ve olumsuz etkileri bakımından değerlendirdiğimizde olumlu yönleri;

- Büyükova koruma alanı içerisindeki tarım dışı kullanımların sınırlandırılması ve verimli tarım arazilerinin korunması,
- Tarımsal yapıların planlı bir şekilde yapılması,
- Kırsal Kalkınmaya katkıda bulunması,
- Tarımsal sanayinin kontrollü bir şekilde büyümesi,
- Verimli tarım topraklarının sanayi ve yerleşim baskısından korunması,
- Arazi kullanımlarının yapılması,

Olumsuz yönleri,

- Şehirleşme ve sanayileşme nedeniyle tarım arazilerinin kaybedilmesi,
- Tarımsal yapılar için verilen izinlerin kontrolsüz olarak büyütülmesi,
- Sanayi ve altyapı projeleri ve madencilik faaliyetleri nedeniyle tarım dışı kullanılan alanlar toprak kirliliğini artırabilir.

Sonuç

Türkiye’de nüfusun hızla artması, çarpık kentleşme, gelişen sanayileşme, plansız kamu, turizm ve madencilik yatırımları, tarımsal yapı olarak izin verilen yerlerinde amacı dışında kullanılması gibi sebeplerden dolayı nitelikli tarım arazilerinin her geçen gün azalmasına yol açmaktadır.

Tarım arazilerinin kalıcı bir şekilde tarım dışı kullanımı, üretimde azalmaya ve buna bağlı olarak sosyoekonomik olumsuzluklara yol açabilir. Gelecek nesiller için sürdürülebilir bir doğa ve gıda ihtiyaçlarını karşılayabilecekleri tarım arazilerinin korunması önemlidir. Kaynakların planlı ve rasyonel bir biçimde kullanılması, ülkemizdeki kaynakların amaç dışı kullanımının önlenmesi ve ileriye dönük yönetim politikalarının geliştirilmesi, sürece olumlu bir katkı sağlayacaktır (Karakuş ve ark., 2019).

Tüm Türkiye’de olduğu gibi Bursa ilinde de verimli tarım arazilerini barındıran ovalarımız 5403 sayılı kanun kapsamında büyük ova koruma alanı ilan edilmek suretiyle koruma altına alınmıştır. Ancak tarım dışı amaçlı

kullanım taleplerinin yanında tarımsal amaçlı yapı yapılmasına izin verilmesi de verimli tarım arazilerimizin yok olması anlamına gelmektedir. Tarım dışı ve/veya tarımsal amaçlı yapıların öncelikli olarak büyük ova koruma alanlarının dışından karşılanması, tarımsal yapı da olsa mülkiyet şartı aranmadan ova dışındaki arazilerin alternatif olarak gösterilmesi verimli tarım arazilerimizi korunması için önem arz etmektedir. Kılıç (2010) yaptığı çalışmada Çorum ilinde tarım dışı kullanıma açılan arazilerde kısa vadede kırsal peyzajın ve fiziksel görünümün bozulmasına ve uzun vadede de çevresel zararlar başta olmak üzere tarımsal üretimin olumsuz etkilenmesine neden olduğunu belirtmiştir. Karataş (2023) Niğde İli, Bor İlçesi, Kemerhisar Beldesinde yaptığı çalışmada hızlı kentleşme ile amaç dışı kullanılan tarım arazilerinin sürdürülebilirliğini yitirdiği ve kentleşmeden kaynaklı çevre kirliliğinin arttığını belirtmiştir. Başka bir araştırma ise Özcanlı ve Güzel'in (2015) yaptığı Şanlıurfa şehrinin tarım arazileri üzerine etkisiyle ilgili çalışmadır. Bu çalışmada, Şanlıurfa şehrinin büyük bir bölümünün yüksek verimliliğe sahip I. ve II. sınıf verimli tarım arazileri üzerine geliştiği ve verimli olan tarım arazilerinin, her zaman şehirlerin gelişiminden olumsuz etkilendiği belirtilmiştir.

Şehirlerde yeni yerleşim alanlarının tarıma elverişli olmayan bölgelere kaydırılması, sürdürülebilir şehir planlaması için önemli bir adımdır. Belediyelerin bu yönde gerçekleştireceği çalışmalar, hem tarım arazilerinin korunmasını sağlar hem de şehirlerin planlı ve dengeli bir şekilde büyümesine katkı sağlar. Ayrıca, kamu yatırımlarının uygun alanlarda gerçekleştirilmesi, halkın bu bölgelerde ikamet etmeye olan ilgisini artırabilir. Tarım arazilerinin korunması ve doğal kaynakların etkili bir şekilde kullanılması, gelecek nesillere daha sağlıklı ve sürdürülebilir bir yaşam alanı bırakılmasına katkıda bulunur (Fıratlı, 2022).

Tarım dışı kullanım taleplerinde planlı alanlarda planlanma amacına bakılmaksızın boş bulunan yerler amacı için uygunsa alternatif kabul edilerek talepler reddedilmeli, sanayi tesisleri ova arazileri yerine verimsiz ova dışındaki arazilere kurulmalıdır. Aynı şekilde hayvancılık tesislerinde yerleşime uzak ve verimli tarım arazileri yerine daha düşük nitelikli tarım arazilerinin bulunduğu bölgeler seçilerek organize hayvancılık tesislerinin kurulmasına teşvik edilmesi, küçük çaplı kurulmak istenilen hayvancılık tesislerinin atıl duruma düşeceği göz önüne alınarak belirlenen alan dışındaki arazilere izin verilmemesi verimli tarım arazilerini korumak için önemli bir adım olacaktır.

Topraksız tarım yapılmak istenildiğinde yine verimli ovalar yerine tarımsal niteliği daha düşük arazilere talepler yönlendirilmelidir. Bağ evleri ve bitkisel üretime bağlı olarak yapılacak tarımsal depolar dışında tarımsal yapıların ova dışına yönlendirilmesi ve bu yapılan yapıların amacına uygun olarak tarımsal üretim amacıyla kullanılmasını sağlamak Bursa ilinin verimli tarım arazilerini korumak için tek yoldur.

Teşekkür

Bursa İl Tarım ve Orman Müdürlüğü'ne ve makale konusunda fikrine danışarak yardım aldığım değerli arkadaşım Hülya GÜN'e teşekkürlerimi sunarım. Yapılan bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir. Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır. Bu makaleyi hazırlayan yazarlar, araştırmaya eşit oranda katkı sağlamıştır ve yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Kaynakça

- Anonim, 2005. 5403 Sayılı Toprak Koruma ve Arazi Kullanım Kanunu, Resmi Gazete, Resmi Gazete Tarihi:19.07.2005.
- Anonim, 2023. Bursa İl Tarım ve Orman Müdürlüğü Brifingi, <https://bursa.tarimorman.gov.tr/Belgeler/FaaliyetRaporlar> (Erişim Tarihi: 21.12.2023).
- Fıratlı, İ. 2022. Kentsel Saçaklanmanın Tarım Arazilerinin Amaç Dışı Kullanımına Etkileri: Şanlıurfa ili Örneği, Yüksek Lisans Uzmanlık Tezi, Harran Üniversitesi Tarım Ekonomisi Ana Bilim Dalı.
- Karakayacı, Z. 2010. Tarım Arazilerinin Dışı Kullanımının Sürdürülebilir Kalkınma Açısından Değerlendirilmesi. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Mühendisliği Dergisi*, 355: 48-53.
- Karakuş, K., Karakuş, S. ve Çelikyürek, H. 2019. Ülke Toprakları ve Tarım Arazilerinin Bitkisel ve Hayvansal Üretim Faaliyeti Dışında Kullanımı. *Hayvan Bilimi ve Ürünleri Dergisi*, 2(1) : 84-90.
- Karataş, A. 2023. Amaç Dışı Kullanılan Tarım Arazilerinin Tarımsal Sürdürülebilirliğe Etkisi Üzerine Bir Araştırma. *Kent Akademisi Dergisi*, 16(3):1690-1706.
- Kılıç, M. 2010. Amaç Dışı Arazi Kullanımının Çevre ve Kalkınma Üzerine Etkileri: Çorum İli Toprak Sanayi İşletmeleri Örneği, TÜCAUM VI. Coğrafya Sempozyumu, Ankara.
- Topçu, P. 2012, “Tarım Arazilerinin Korunması ve Etkin Kullanılmasına Yönelik Politikalar, T.C. Kalkınma Bakanlığı Uzmanlık Tezi, T.C. Kalkınma Bakanlığı, İktisadi Sektörler ve Koordinasyon Müdürlüğü, Yayın No 2836.”
- Turhan, Ş., Vural, H. ve Erdal, B. 2013. Bursa Tarımının Sosyo-Ekonomik Yapısının Analizi. *Bursa Uludag Univ. Ziraat Fak. Derg.*, 27(1) : 27-38
- Özcanlı, M. ve Güzel, A. 2015. Şanlıurfa Şehrinin Alansal Gelişiminin Çevresindeki Tarım Arazilerine Etkisi. *Turkish Studies*, 10(6) : 723-744.
- Yüzal, B. 2019. Türkiye’de Tarım Arazilerinin Korunması ve Kullanımına İlişkin Sorunlar ve Politikalar, Yüksek Lisans Uzmanlık Tezi, Çukurova Üniversitesi Tarım Ekonomisi Ana Bilim Dalı.



Çerezlik Ayçiçeği Bitkisinin Su-Verim İlişkileri^A

Kutlu Melik TAŞDELEN^{1*}, Burak Nazmi CANDOĞAN²

Öz: Bu çalışma, damla yöntemiyle sulanan çerezlik ayçiçeği bitkisinde verim, verim bileşenleri ve kalite parametrelerinin kısıntılı sulamaya tepkilerini incelemek amacı ile yarı-nemli iklim koşuluna sahip Bursa bölgesinde 2022 yılında yürütülmüştür. Çalışmada sulama konuları; topraktaki nem değeri gravimetrik yöntemle yedi günde bir gözlemlenip, eksilen nemin %100'ünün uygulandığı S1, S1 konusunun %67'sinin uygulandığı S2, S1 konusunun %33'ünün uygulandığı S3 ve yağışa açık olan S4 konusu olarak planlanmıştır. Deneme, üç tekrarlı olarak tamamen tesadüf blokları deneme desenine göre planlanmış ve "İnegöl Alası" çerezlik ayçiçeği çeşidi kullanılmıştır. Yetiştirme periyodu boyunca çerezlik ayçiçeği bitkilerine toplam 125.0 mm ile 562.8 mm arasında su uygulanmıştır. Bitki su tüketimleri ise 354.2 mm ile 690.4 mm arasında olmuştur. Araştırmada kısıntılı sulamanın bitki boyu, tabla çapı, bin tane ağırlığı, kabuk oranı, tane eni, tane boyu, tek bitki verimi, dekara tane verimi üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli, ham protein oranı, ham yağ oranı ve hektolitreye ağırlığı üzerine olan etkileri önemsiz olduğu tespit edilmiştir. Tane verimi 188.7 kg da⁻¹ (S4) ile 293.8 kg da⁻¹ (S1) arasında değişmiştir. Ham protein oranı %17.8 (S2) ile %19.5 (S1), ham yağ oranı %41.8 (S4) ile %45.2 (S2) ve hektolitreye ağırlığı 207.8 g L⁻¹ (S1) ile 229.2 g L⁻¹ (S4) değerleri arasında bulunmuştur. Çalışmada mevsimlik su-verim tepki etmeni (k_v) 0.79 olarak elde edilmiştir. Çerezlik ayçiçeği bitkisinin su üretkenliği 0.43 kg m⁻³ (S1) ile 0.53 kg m⁻³ (S4) arasında, sulama suyu üretkenliği 0.10 kg m⁻³ (S3) ile 0.26 kg m⁻³ (S2) arasında bulunmuştur. Sonuç olarak, yarı-nemli iklim koşullarında en yüksek tane verimi ve ham protein oranı S1 (tam sulama) programında gerçekleşmiştir. Sulama suyu üretkenliği (IWP), su üretkenliği (WP) dekara tane verimi ve

^A Bu çalışma Kutlu Melik TAŞDELEN'in Yüksek Lisans tezinden üretilmiştir. Yapılan bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir. Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır.

^{*} **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** ¹ Kutlu Melik TAŞDELEN, Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa, Türkiye, kutlumelik@gmail.com, [OrcID 0009-0002-5806-8748](https://orcid.org/0009-0002-5806-8748)

² Burak Nazmi CANDOĞAN, Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Bursa, Türkiye, bncandogan@uludag.edu.tr, [OrcID 0000-0001-9898-5685](https://orcid.org/0000-0001-9898-5685)

Atıf/Citation: Taşdelen, K. M. ve Candoğan, B. N., 2025. Çerezlik Ayçiçeği Bitkisinin Su-Verim İlişkileri. *Bursa Uludağ Univ. Ziraat Fak. Derg.*, 39(1), 95-111. <https://doi.org/10.20479/bursauludagziraat.1601003>

ky sonuçları göz önüne alınarak, su kaynaklarının yeterli olduğu durumlarda S1, olmadığı dönemler için S2 sulama programı önerilebilir.

Anahtar Kelimeler: Çerezlik ayçiçeği, damla sulama, kısıntılı sulama, verim.

Water-Yield Relationships of Confectionary Sunflower

Abstract: This thesis study was carried out in the Bursa region, which has sub-humid climate conditions, with the aim of examining the responses of yield, yield components and quality parameters of confectionary sunflower plants irrigated with drip irrigation to deficit irrigation in 2022. Irrigation treatments; the moisture value in the soil was observed every 7 days with the gravimetric method, and it is planned as S1, where 100% of the reduced moisture was applied to reach the current moisture to the field capacity, S2, where 67% of S1 was applied, S3, where 33% of S1 was applied, and S4, which was open to rainfall. The experiment was planned as three repetitions related to the fully randomized block experimental design. “İnegöl Alası” confectionary sunflower variety was used in the study. Considering the treatments, irrigation water depth between 125.0 mm and 562.8 mm was applied to confectionary sunflower plants. Seasonal water consumption was between 354.2 mm and 690.4 mm. In the study, the effects of deficit irrigation on plant height, head diameter, thousand grain weight, hull ratio, grain width, grain size, single plant yield, grain yield per decare were found to be statistically significant, while its effects on crude oil ratio, crude protein ratio, and hectoliter weight were insignificant. Grain yield varied from 188.7 kg da⁻¹ (S4) to 293.8 kg da⁻¹ (S1). Crude protein ratio is 17.8% (S2) to 19.5% (S1), crude fat ratio is 41.8% (S4) to 45.2% (S2) and hectoliter weight is 207.8 g L⁻¹ (S1) to 229.2 g L⁻¹ (S4) values. Total yield response factor (ky) was obtained as 0.79. The water productivity of the confectionary sunflower plant was determined between 0.43 kg m⁻³ (S1) and 0.53 kg m⁻³ (S4), and the irrigation water productivity (IWP) was found between 0.10 kg m⁻³ (S3) and 0.26 kg m⁻³ (S2). As a result, the highest grain yield and crude protein ratio were obtained in the S1 (full irrigation) program under sub-humid climate conditions. S1 irrigation program can be recommended when water resources are sufficient. Considering irrigation water productivity (IWP), water productivity (WP), grain yield per decare and ky results, S2 irrigation program can be recommended for periods when water resources are not sufficient.

Key words: Confectionary sunflower, drip irrigation, deficit irrigation, yield.

Giriş

Su, dünya üzerindeki en kıymetli maddedir öyle ki, su olmadan canlıların hayatını sürdürebilmesi mümkün değildir. Canlıların biyolojik faaliyetlerinin gerçekleşmesinde büyük öneme sahiptir. Dünyanın %70'inin su ile

kaplı olmasına karşın bu suyun sadece %3'ü canlıların büyük çoğunluğu tarafından kullanılabilir. Bu %3'lük kullanılabilir suyun sadece %1'ine ulaşabilmektedir (Doğan ve Sever, 2023). Tarımda sulama, başta insanlar olmak üzere diğer canlıları da etkileyen bir faktördür. Dünyada kullanılan tatlı su kaynaklarının büyük bir bölümü tarım faaliyetlerinde kullanılmaktadır. Bugün, 3.2 milyar insan yüksek veya çok yüksek su kıtlığı olan tarım alanlarında yaşamakta ve bunların 1.2 milyarı çok yüksek su kısıtlamaları olan alanlarda yaşamaktadır (FAO, 2024). Bu nedenle, özellikle suyu en çok kullanan (toplam suyun % 75'i) tarım alanlarında su kullanım etkinliğinin artırılması, sulama zamanının planlanması, su tasarrufu ve kısıntılı sulama konuları gündeme gelmektedir.

Su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımını sağlamak için suyun tasarruflu kullanıldığı tarımsal uygulamalara acil ihtiyaç duyulmaktadır (Yılmaz ve Kuşçu, 2024). Tarım sektöründe kullanılacak su kaynaklarımızı daha verimli hale getirmek için su tasarrufu sağlayan kısıntılı sulama stratejileri dikkate alınmalıdır. Kısıntılı sulamada, bitkilere, yetiştiricilik sezonu boyunca ya da kritik gelişme dönemlerinde su stresi uygulanarak su tasarrufu sağlanmaktadır (English ve ark., 1990).

Ayçiçeği bitkisi; çerezlik ve yağlık olarak yetiştirilen bir bitkidir ve ülkemizde ve dünyada çerezlik olarak yaygın olarak tüketilmektedir (Kaya ve ark., 2005). Çerezlik ayçiçeği üretiminde Amerika Birleşik Devletleri lider olmak birlikte ülkemiz 7. sırada yer almaktadır. Dünyada çerezlik ayçiçeği ithal eden birinci ülke Almanya olup kabuksuz, kabuklu olarak da İspanya'dır. Türkiye ise kabuklu ithalatta 3. sırada bulunmaktadır (Kaya, 2004). Çerezlik ayçiçeği, yüksek protein ve doymamış yağ içeren bir bitkisel besin kaynağı olup kalp sağlığı bakımından önemlidir. Ayçiçeğindeki, linoleik asit oranı ise % 51.5–73.5 arasında ve oleik asit ise % 14.7–37.2 arasında değişmektedir (Fick ve Miller, 1997). Sağlıklı beslenmede, hayvansal proteinler olduğu kadar bitkisel proteinlerde önemlidir. Ülkemizde tarımı yapılan ayçiçeğinin (2.6 milyon ton) yaklaşık % 10.8'i çerezlik olarak tüketilmektedir (TÜİK, 2016).

Pekcan ve Esendal (2015), Edirne şartlarında bitki sıklığının 3571 bitki da⁻¹ olması ve 12-14 kg da⁻¹ azot uygulanması koşullarında çerezlik ayçiçeği bitkilerine çiçeklenme döneminde iki kez olmak üzere 305 mm sulama suyu uygulamışlar ve en yüksek tane verimini 218.5 kg da⁻¹ olarak belirlemişlerdir. Liu ve ark. (2018), Batı Amerika koşullarında dört farklı sulama rejimi altında çerezlik ayçiçeği verimini 189.0-473 kg da⁻¹ olarak bulmuşlardır. Gholinezhad ve ark. (2013), Urmia/İran koşullarında üç farklı sulama rejimi uygulamışlar, tane verimini 49.0-631.0 kg da⁻¹ olarak bildirmişlerdir. Naneli ve Turan (2021), Eskişehir'de iki farklı çerezlik ayçiçeği bitkisinde dönemselsu kısıntısı uygulamışlar ve tane verimini 315.75-413.35 kg da⁻¹ olarak elde etmişlerdir. Dünyada ve ülkemizde ekim zamanı, bitki sıklığı ve gübreleme konularında bilimsel çalışmalar yürütülmüş ve devam etmektedir. Fakat çerezlik çeşitlere yönelik özellikle kısıntılı sulama, su-verim ilişkileri ve sulama zamanının planlanmasına yönelik bilimsel çalışmalar yetersiz kalmıştır. Yapılan araştırmanın amacı, yarı-nemli iklim koşullarında bulunan Bursa ilinde damla yöntemiyle kısıntılı sulanan çerezlik ayçiçeğinin verim, kalite parametreleri ve su üretkenliği üzerine etkilerinin ve en uygun sulama programının belirlenmesidir.

Materyal ve Yöntem

Çalışma Yeri ve Bitki Materyali

Araştırmanın tarla çalışmaları, B.U.Ü. Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi (TUAM)’nde (40° 13' 32" N enlem, 28° 51' 33" E boylam) 155 m rakımda yürütülmüştür (Şekil 1). Çalışmada, B.U.Ü. Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümünce tescil ettirilen (2013), halen ülkemizde hem üreticiler hem de tüketiciler tarafından en çok tercih edilen “alaca” tip çerezlik ayçiçeği sınıfına giren İnegöl Alası çeşidi kullanılmıştır.



Şekil 1. Araştırma yerinin konumuna ait Google Earth görüntüsü (Erişim tarihi: 11.06.2024)

İklim ve Toprak Özellikleri

Bölge, yazları kurak, sıcak geçen ve kışları yağışlı, serin olmakla birlikte ılıman iklim tipindedir. Çalışmanın yürütüldüğü yetiştiricilik dönemi 2022 yılı ve çok yıllık (1929-2022) ortalama iklim verileri Çizelge 1’de verilmiştir (MGM, 2024).

Çizelge 1. Bölge Mayıs-Eylül ayları 2022 yılı ve 1929-2022 yılları ortalama iklim değerleri

Aylar	Ortalama S. (°C)		Bağıl N. (%)		Rüzgâr H. (m s ⁻¹)		Yağış (mm)	
	2022	1929-2022	2022	1929-2022	2022	1929-2022	2022	1929-2022
Mayıs	17.8	17.7	65.1	68.5	1.9	1.7	25.6	50.7
Haziran	22.3	22.0	71.3	62.5	2.2	1.8	92.3	35.6
Temmuz	24.0	24.5	61.5	58.8	2.5	2.2	1.1	22.0
Ağustos	25.3	24.3	69.6	60.5	2.2	2.1	23.6	18.6
Eylül	20.7	20.3	65.2	66.1	1.8	1.8	41.6	43.7

Çalışma alanının toprağı killi bünye sınıfındadır (ortalama %23.2 kum, %25.7 silt ve %51.2 kil). 0-90 cm toprak profili için, tarla kapasitesi ve solma noktasının kuru ağırlık yüzdesi olarak ortalama değerleri sırasıyla %40.40 ve %26.95 ve hacim ağırlığı 1.35 g cm⁻³ tür. Toplam kullanılabilir su miktarı 0-90 cm için 163.3 mm olarak belirlenmiştir.

Su Kaynağı ve Sulama Suyu Kalitesi

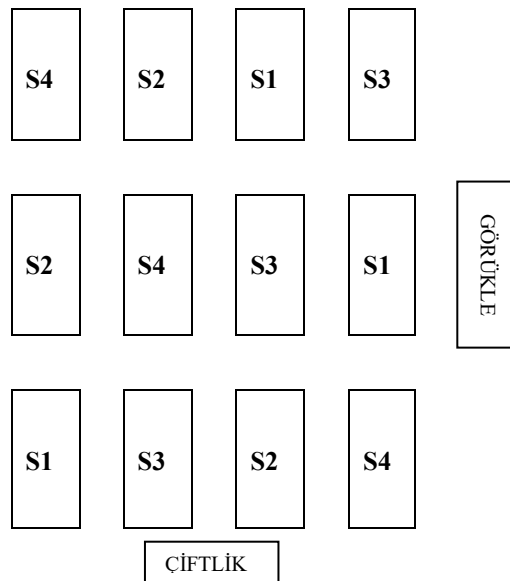
Denemenin yürütüleceği alanda bitkilerin sulanmasında, Devlet Su İşleri tarafından, Bursa Uludağ Üniversitesi'nin 1250 dekarlık tarım alanını sulamak amacıyla, 1995-2004 yılları arasında yapımı gerçekleştirilen, 13 kilometrelik boru hattı ile Kayapa Göleti'nden beslenen ve yaklaşık 630 000 m³ aktif hacme sahip B.U.Ü. Ziraat Fakültesi Göbeyle (Yolçatı) Göleti'nden faydalanılmıştır. Çalışmada kullanılan su kaynağına ilişkin sulama suyu kalitesi açısından analizler yaptırılmıştır (Çizelge 2). Sulamada kullanılan su C₂S₁ sınıfındadır (USSLS, 1954).

Çizelge 2. Çalışmada kullanılan sulama suyunun analiz sonuçları

pH	EC x 10 ⁶ (µmhos cm ⁻¹)	SAR	Na ⁺ (meq L ⁻¹)	K ⁺ (meq L ⁻¹)	Ca ⁺² (meq L ⁻¹)
7.12	310	0.23	0.28	0.04	1.66
Mg ⁺² (meq L ⁻¹)	HCO ₃ ⁻ (meq L ⁻¹)	Cl ⁻ (meq L ⁻¹)	SO ₄ ⁻² (meq L ⁻¹)	B (ppm)	pH
1.34	2.40	0.20	0.71	0.85	7.12

Deneme Konuları ve Deneysel Tasarım

Bu çalışmada, damla sulama yöntemi kullanılarak çerezlik ayçiçeği bitkilerine üç farklı sulama düzeyi uygulanmıştır. Tarla denemeleri, TUAM arazisinde üç tekrarlı, tamamen tesadüf blokları deneme desenine göre yürütülmüştür (Şekil 2). Parsel boyutları 2.8 m x 6.0 m = 16.8 m² alınmış ve her parselde 4 bitki sırası yer almıştır. Sulama konuları, sulama sezonu boyunca, 7 gün sulama aralığında 90 cm etkili kök derinliğinde eksilen nemin %100'ünün sulama ile uygulanması (S1 tam sulama konusu), S1 konusuna uygulanan değer %67'sinin uygulanması (S2), S1 konusuna uygulanan değerinin %33'ünün uygulanması (S3) ve yağışa açık konu (S4) şeklinde oluşturulmuştur.



Şekil 2. Deneysel tasarım

Tarımsal Faaliyetler ve Sulama Sistemi

Deneme alanı toprakları ilkbaharda pullukla yapılan derin bir sürümün ardından, rotovator ile işlenerek ekime hazır hale getirilmiştir. Denemenin ekimi (12 Mayıs 2022), sıra arası ve sıra üzeri sırasıyla 70 cm ve 40 cm olacak şekilde elle yapılmıştır (Polatlı, 2013). Bütün parseller 4 sıradan oluşmuş ve sıra uzunluğu 6 m olmuştur. Ekim öncesinde etkili madde dozunda 6 kg da^{-1} NPK kompoze gübresi toprağa karıştırılmış ve 9 Haziran 2022 tarihinde üre gübresi olarak 8 kg da^{-1} azot (%46) uygulanmıştır. Çerezlik ayçiçeği bitkilileri 6 Eylül 2022 tarihin de elle hasat edilmiştir. Çerezlik ayçiçeği bitkisine uygulanan sulama suyu, damla sulama yöntemi kullanılarak verilmiştir. Sulama sistemi başına bir kontrol birimi yerleştirilmiş, ana boru 50 mm (6 atm) ve manifold borular 16 mm dış çaplı PE borulardan oluşturulmuştur. Çalışmada, damlatıcı debisi ve damlatıcı aralığı sırasıyla 2 L h^{-1} ve 0.33 m olan, kalın duvarlı, basınç regülatörlü, içten geçik (in-line) damlatıcılı 16 m dış çaplı damla sulama borusu kullanılmıştır. Damla sulama sisteminde lateraller uzunluğu 6 m olacak şekilde, her bitki sırası için 0.70 m aralığında 4 adet olmak üzere deneme parsellerine yerleştirilmiştir.

Bitki Su Tüketimi Hesabı

Çalışmada 7 gün sulama aralığında gravimetrik yöntemle ölçülen mevcut nemin tarla kapasitesine yükseltilmesi için 90 cm etkili kök derinliğinde sulama suyu derinliği hesaplanmıştır. Bitki su tüketimi (ET) hesabı, birbirini izleyen iki toprak su içeriği ölçümü arasındaki zaman periyodu için, toprak su dengesi yöntemine (Eşitlik 1) göre yapılmıştır (Jensen ve ark., 1990).

$$ET = I + P \pm \Delta S - R - D \quad (1)$$

Eşitlikte; I uygulanacak sulama suyu derinliği (mm), P yağış miktarını (mm), ΔS toprak su içeriğindeki değişimi ($\text{mm } 90 \text{ cm}^{-1}$), R yüzey akışı (mm) ve D etkili kök derinliği altında derine sızmayı (mm) belirtmektedir. Deneme alanındaki yağış verileri, 500 m mesafedeki Nilüfer meteoroloji istasyonundan elde edilmiş, hesaplanan su derinliği su sayacı kullanılarak ölçülmüştür. Bitki su tüketimi hesaplamasında toprağın 0–90 cm toprak profilinde kullanılan su dikkate alınmış, derine sızma olup olmadığı 90–120 cm aralığındaki nem artışı izlenerek değerlendirilmiştir. Sulama suyu, damla yöntemiyle kontrollü olarak uygulandığından, R , toprak su dengesi eşitliğinde ihmal edilmiştir.

Verim, Verim Bileşenleri ve Kalite Özelliklerinin Ölçülmesi

Hasat zamanında, her bir parselden tesadüfen seçilmiş olan 5 adet bitkide yapılan ölçümlerden elde edilen ortalama değerler kullanılarak bitki boyu, tabla çapı, bin tane ağırlığı ve kabuk oranı belirlenmiştir. Her parsele

ait tohum örnekleri içerisinde tesadüfen seçilen 10 adet tohum kumpas yardımıyla ölçülmüş ve ortalama değerlerden tane boyu ve tane eni bulunmuştur. Bütün parsellerde kenarlardan birer sıra ve başlardan birer bitki çıkarıldıktan sonra ortada kalan bitkiler hasat edilip harmanlanmış, elde edilen taneler tartılarak parsel verimleri elde edilmiştir. Daha sonra elde edilen parsel verimlerinden dekara tane verimleri hesaplanmıştır (Day, 2011; Polatlı, 2013). Her parsel için tohumların içerisinde rastgele ayrı ayrı alınan 3-4 g tohum örneklerinden Kjeldahl yöntemi yardımıyla ham protein oranı değerleri (Ivanov, 1974), soxhelet ekstraksiyon tekniğine dayalı olarak ta (Pomeranz ve Clifton, 1994) ham yağ oranı değerleri belirlenmiştir. Hektolitreye ağırlığı ise bir litrelik hektolitreye ölçüm aleti kullanılarak her parselden alınan tane örnekleri ile iki tekrarlı olarak ölçülmüştür.

Su-Verim İlişkileri

Su-verim ilişkilerini belirlemek amacıyla Stewart modeli kullanılmıştır (Stewart ve ark., 1976, Doorenbos ve Kassam, 1979). Bu modelin dayandığı yaklaşım oransal su tüketimi eksilişi ve oransal verim azalışı arasındaki ilişkidir (Eşitlik 2).

$$\left(1 - \frac{Y_a}{Y_m}\right) = k_y \left(1 - \frac{ET_a}{ET_m}\right) \quad (2)$$

Bu eşitlikte; Y_a gerçek verim (kg da^{-1}), Y_m en yüksek verim (kg da^{-1}), ET_a gerçek su tüketimi (mm), ET_m en yüksek su tüketimi (mm), k_y su-verim tepki etmenini göstermektedir.

Su ve Sulama Suyu Üretkenlikleri

Araştırmada, sulama konularının üretkenliklerini ortaya koymak için su üretkenlikleri hesaplanmıştır. Farklı sulama düzeyleri için sulama suyu üretkenliği (IWP, kg m^{-3}) ve su üretkenliği (WP, kg m^{-3}) sırasıyla Eşitlik 3 ve Eşitlik 4 kullanılarak belirlenmiştir (Yazar ve ark., 1999; Howell, 2001; Pereira ve ark., 2012; Çetin ve Kara, 2019).

$$IWP = \frac{Y_i - Y_0}{I_i - I_0} \quad (3)$$

$$WP = \frac{Y_i}{ET_i} \quad (4)$$

Eşitliklerde; Y_i deneme konusu tane verimi (kg da^{-1}), Y_0 yağışa dayalı konu tane verimi (kg da^{-1}), ET_i deneme konusu mevsimlik bitki su tüketimi (mm), I_i deneme konusu sulama suyu derinliği (mm) ve I_0 yağışa dayalı konu sulama suyu derinliğidir (mm).

İstatistiksek Analiz

Çalışma sonucunda, farklı sulama düzeylerinden elde edilen bulgulara tamamen tesadüf blokları deneme desenine göre istatistik analizler (ANOVA) uygulanmış, 0.01 ve 0.05 seviyeleri dikkate alınmıştır. Farklı grupların görülebilmesi için Asgari Önemli Farklılık (AÖF-LSD) testi kullanılmış ve 0.05 olasılık düzeyi dikkate alınmıştır (Turan, 1995).

Bulgular ve Tartışma

Sulama Suyu Derinliği ve Bitki Su Tüketimi

Sulama konularının uygulanmasına 21.06.2022 tarihinde başlanmış ve 16.08.2022 tarihinde sonlandırılmıştır. Toplam sulama suyu miktarı yağışa dayalı konuda (S4) 125.0 mm'den tam sulama konusunda (S1) 562.8 mm'ye değişim göstermiştir (Çizelge 3). Pekcan ve Esendal (2015), Edirne şartlarında çerezlik ayçiçeğinde yürütülen iki yıllık çalışmada uygulanan sulama suyunu 152.5-305.0 mm olarak bildirmişlerdir. Demir ve ark. (2006), Bursa koşullarında yağlık ayçiçeğinde yapılan iki yıllık dönemsel kısıntılı sulama uygulaması çalışmasında, tam sulama konusunda sulama suyu miktarını ortalama 355.5 mm olarak belirlemişlerdir. Yapılan çalışma ile önceki çalışmalar arasındaki farklar, sulama programı, sulama yöntemi, iklim farklılıkları gibi sebeplere bağlanabilir. Tam sulama konusunda bitki su tüketimi 562.8 mm iken yağışa dayalı konuda 125.0 mm bulunmuştur (Çizelge 3). Demir ve ark. (2006), Bursa koşullarında yürütülen çalışmada, yağlık ayçiçeğinde mevsimlik bitki su tüketimini en yüksek 688 mm ve en düşük değeri ise 301 mm bulmuşlardır. Salbaş ve Erdem (2020), Trakya koşullarında yürütülen çalışmada altı sulama konusu arasında en yüksek mevsimlik su tüketimi değerini 801.3 mm ve en düşük değeri 278.2 mm olarak ölçmüşlerdir.

Çizelge 3. Çalışma konuları için mevsimlik bitki su tüketimi

Konular	I, mm	P, mm	ET, mm
S1	562.8	196.1	690.4
S2	416.9	196.1	585.2
S3	270.9	196.1	460.6
S4	125.0	196.1	354.2

I: Uygulanan sulama suyu derinliği; P: Yağış; ET: Mevsimlik bitki su tüketimi

Verim ve Verim Bileşenleri

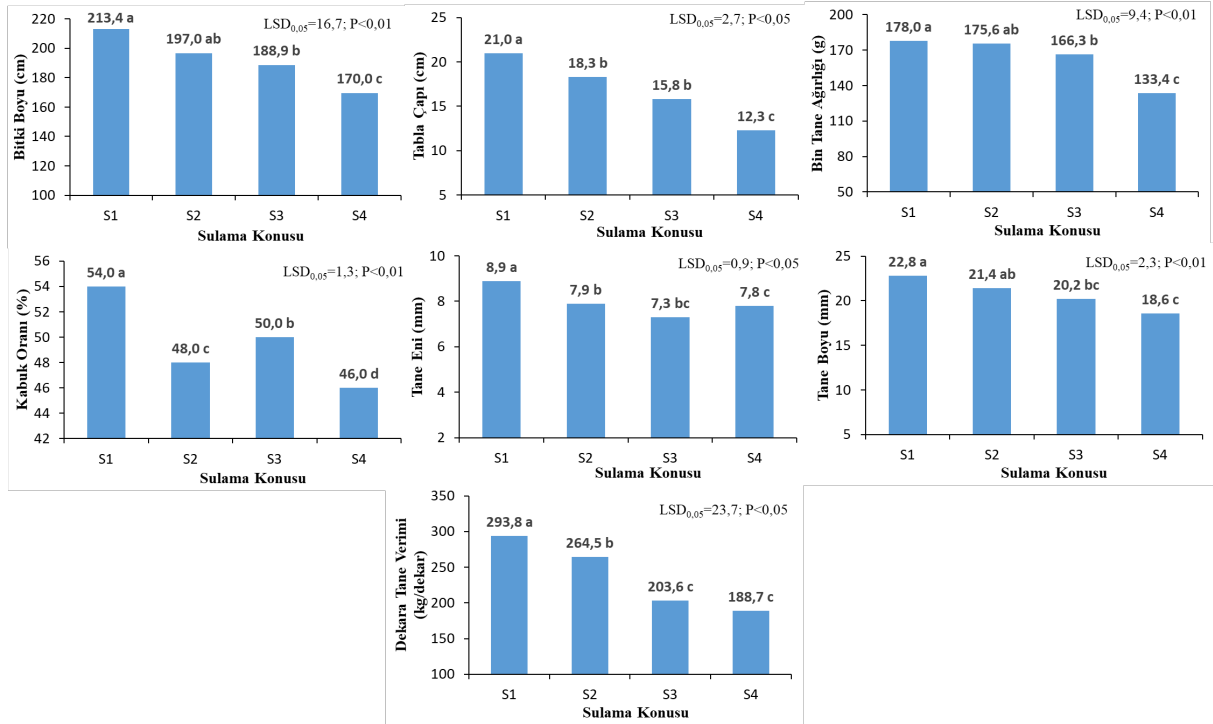
Araştırma ile ulaşılan çerezlik ayçiçeği bitki boyu, bin tane ağırlığı ve kabuk oranı üzerine kısıntılı sulamanın etkileri $p<0.01$ olasılık düzeyinde önemli bulunurken, tabla çapı, tane eni, tane boyu ve dekara tane verimi

üzerine etkileri $p < 0.05$ olasılık düzeyinde önemli olmuştur. Deneme konuları ile ilişkili gruplandırma testi sonuçları, verim ve verim bileşenleri ortalama değerleri ile birlikte Şekil 3'te verilmiştir. Sonuç olarak, sulamanın incelenen verim ve verim bileşenleri üzerinde etkili olduğu görülmüştür.

Bitki boyları, S1 konusunda en uzun (213.4 cm) ve S4 konusunda en kısa (170 cm) olarak bulunmuştur. Elde edilen sonuçlara bakıldığında, sulama ile çerezlik ayçiçeği bitkisinde boy artışı olmuştur. Naneli ve Turan (2021), Eskişehir'de yapılan iki yıllık çalışmada, dört farklı sulama rejiminde (kontrol, tabla oluşumu döneminde su kısıntısı, çiçeklenme döneminde su kısıntısı, tane dolum döneminde su kısıntısı) bitki boylarını 182.7 ile 193.5 cm arasında bulmuşlardır. Pekcan ve Esendal (2015), Edirne'de iki yıllık ve üç farklı sulama rejimi ile yapılan çalışmada, bitki boylarını 129.2 ile 170.5 cm arasında bildirmişlerdir. Bu denemeden elde edilen bitki boyu verileri, önceki çalışmalardan farklı olmuştur. Bu farklılık temelde sulama programı ve çevre koşullarına bağlanabilir.

Tabla çapları 12.3 cm (S4) ile 21 cm (S1) arasında bulunmuş, AÖF testi sonuçlarına göre üç farklı grup oluşmuştur (Şekil 3). Naneli ve Turan (2021), Eskişehir koşullarında yapılan iki yıllık dönemsel su kısıntısı çalışmasında da tabla çapını 16.83-21.22 cm olarak bulmuşlardır. Pekcan ve Esendal (2015) tarafından Edirne koşullarında yürütülen iki yıllık ve üç farklı sulama konusu olan denemede tabla çaplarını 12.87-18.06 cm olarak ölçmüşlerdir. Liu ve ark. (2018), Batı Amerika koşullarında yürütülen üç yıllık ve dört farklı sulama konusu olan çalışmada, tabla çaplarını 10.0-17.6 cm aralığında bulmuşlardır. Denemeden elde edilen bulgular, yukarıdaki araştırmalar ile paralellik göstermektedir.

Bin dane ağırlığı, S4 konusunda en düşük (133.4 g) ve S1 konusunda en yüksek (178.0 g) bulunmuştur. Sonuçlar, su stresinin bin dane ağırlığını önemli düzeyde düşürdüğünü göstermiştir (Şekil 3). Naneli ve Turan (2021), Eskişehir'de yürütülen iki yıllık sulama denemesinde bin dane ağırlığını, en düşük çiçeklenme döneminde su kısıntısı (100.97 g) ve en yüksek tabla oluşumu döneminde su kısıntısı (124.67 g) konularında bulmuşlardır. Gholinezhad ve ark. (2015), Batı Azerbaycan'da yürütülen çalışmada, üç farklı sulama rejimi (Optimum sulama=kullanılabilir nemin %50'si tüketildiğinde, orta dereceli stres= kullanılabilir nemin %70'i tüketildiğinde, aşırı stres=kullanılabilir nemin %90'ı tüketildiğinde) uygulamışlar ve 83.91 ile 195.50 g arasında değişen bin tane ağırlığı bulmuşlardır. Pekcan ve Esendal (2015), Edirne iklim koşullarında yapılan iki yıllık çalışmada üç sulama rejimi uygulamışlardır. Araştırmada en düşük bin dane ağırlığı 107.7 g, en yüksek değer ise 137.0 g olarak ölçülmüştür. Güncel çalışmadan elde edilen sonuçlar ile yukarıdaki çerezlik çeşitlerde yapılan araştırmaların sonuçları paralellik göstermektedir.



Şekil 3. Farklı sulama düzeylerinin verim ve verim bileşenleri üzerine etkileri

Kabuk oranı en düşükten en yüksek değere sırası ile S4 ve S1 konularında bulunmuştur (%46.0-%54.0) (Şekil 3). Sulama ile kabuk oranının da arttığı görülmüştür. Naneli ve Turan (2021), Eskişehir koşullarında yürütülen 2 yıllık dönemsel sulama rejimi çalışmasında %32.67 (kontrol konusu) en düşük, %44.12 (tabla oluşumu döneminde su kısıtı) en yüksek kabuk oranı değerleri belirlemişlerdir. Pekcan ve Esendal (2015), Edirne’de yapılan 2 yıllık sulama uygulaması çalışmasında, kabuk oranını en düşük %46.63 ile susuz konuda ve en yüksek %47.58 ile çiçeklenme başlangıcında sulama yapılan konu da bulmuşlardır. Araştırmadan elde edilen değerler ile yukarıdaki çalışmalarda belirlenen değerler paralellik göstermektedir.

Sonuçlar, sulama ile tane eninde artış olduğunu göstermektedir (Şekil 3). Naneli ve Turan (2021), Eskişehir’de yürüttükleri iki yıllık, farklı dönemsel sulama konularının çerezlik ayçiçeği bitkisine etkileri üzerine araştırmalarında, en düşük tane enini 5.60 mm ve en yüksek 7.87 mm olarak sırası ile çiçeklenme döneminde su kısıntısı ve kontrol konularında bulmuşlardır. Pekcan ve Esendal (2015), Edirne koşullarında yürütülen iki yıllık denemede üç sulama konusu uygulamışlardır. İlk yıl ve ikinci yılda en düşük tane eni susuz konuda sırası ile 6.76 mm ve 5.61 mm’dir. En yüksek tane eni sırası ile 7.62 mm ve 6.94 mm olup çiçeklenme başlangıcında ve tamamlandığında sulama yapılan konu da görülmüştür. Yukarıdaki araştırmalardan elde edilen sonuçlar, yapılan çalışma ile benzerlik göstermiştir.

Tane boyu sonuçlarına bakıldığında S1 ve S2 konuları aynı grupta yer almış, sulama ile tane eninde artış olduğu saptanmıştır (Şekil 3). Pekcan ve Esendal (2015), Edirne’de yapılan üç farklı sulama rejimi uygulamasında, en düşük tane boyunu susuz konuda (15.36 mm), en yüksek tane boyunu ise çiçeklenme

başlangıcında ve tamamlandığında sulama yapılan konuda (17.29 mm) ölçmüşlerdir. Naneli ve Turan (2021), Eskişehir koşullarında iki yıllık denetimli kısıntılı sulama çalışması (kontrol konusu, tabla oluşumu döneminde su kısıntısı, çiçeklenme döneminde su kısıntısı, tane dolumu döneminde su kısıntısı) yürütmüşlerdir. Araştırmacılar en düşük tane boyunu 15.40 mm (tabla oluşumu döneminde su kısıntısı), en yüksek tane boyu ise 19.23 mm (kontrol) bulmuşlardır. Araştırma bulguları, yukarıdaki çalışmalar ile paralellik göstermektedir.

Çalışmada dekara tane verimi 188.7 (S4)-293.8 kg da⁻¹ (S1) olarak belirlenmiştir (Şekil 3). Sonuçlar, sulamanın dekara tane verimi artışı bağlamında olumlu olduğunu göstermiştir. Pekcan ve Esendal (2015), Edirne koşullarında yürütülen iki yıllık ve üç farklı sulama rejimi uygulanan çalışmada, dekara tane verimini en düşük 121.0 kg da⁻¹ ile susuz konuda, en yüksek ise 218.5 kg da⁻¹ ile çiçeklenme başlangıcında ve tamamlandığında sulama yapılan konuda bulmuşlardır. Araştırma ile elde edilenler, yukarıdaki araştırma sonuçları ile paralellik göstermektedir. Liu ve ark. (2018), Batı Amerika koşullarında ve dört farklı sulama rejimi (FI=Çiftçilerin kullandığı tam sulama programı, R1=Tabla oluşumu döneminde sulamaya başlama, R4=Çiçeklenme döneminde sulamaya başlama, CK=Yağışa açık kontrol) uygulanan araştırmada, tane veriminin kontrol konusunda en düşük (189.0 kg da⁻¹), FI konusunda en yüksek (473.0 kg da⁻¹) bulduklarını bildirmişlerdir. Gholinezhad ve ark. (2013), Urmia/İran koşullarında yürüttükleri çalışmada çerezlik ayçiçeği bitkilerine üç farklı sulama rejimi (Optimum sulama=kullanılabilir nemin %50'si tüketildiğinde, orta dereceli stres=kullanılabilir nemin %70'i tüketildiğinde, aşırı stres=kullanılabilir nemin %90'ı tüketildiğinde sulama) uygulamışlardır. En yüksek tane verimini optimum sulama konusunda 631.0 kg da⁻¹, en düşük tane verimini ise aşırı stres konusunda 49.0 kg da⁻¹ olarak bulmuşlardır. Naneli ve Turan (2021), Eskişehir'de yürütülen çalışmada çerezlik ayçiçeği bitkisinde dönemsel su kısıntısı (kontrol konusu, tabla oluşumu döneminde su kısıntısı, çiçeklenme döneminde su kısıntısı, tane dolumu döneminde su kısıntısı) uygulamışlardır. Araştırmacılar tane verimini en düşük 315.75 kg da⁻¹ (çiçeklenme döneminde su kısıntısı) ve en yüksek 413.35 kg da⁻¹ (kontrol) bulmuşlardır. Farklılıklar temelde sulama programı ve çevre koşullarındaki farklılıklara bağlanabilir.

Kalite Özellikleri

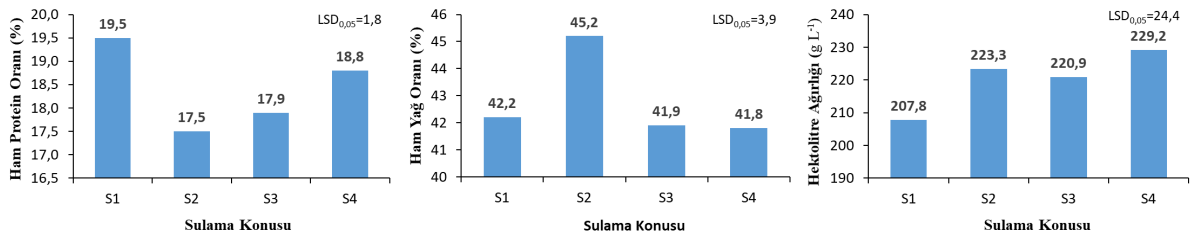
İstatistik analizi sonuçları, kısıntılı sulamanın ham protein oranı, ham yağ oranı ve hektolitre ağırlığı üzerinde önemli etkiye sahip olmadığını göstermiştir. Konulardan elde edilen ortalama kalite değerleri Şekil 4'de verilmiştir.

Çalışmada farklı sulama düzeyleri altında ham protein oranı değerleri %17.5-19.5 olarak belirlenmiştir. Gholinezhad ve ark. (2014), İran bölgesinde yürütülen çalışmada üç farklı sulama rejimi uygulamışlardır. Ham protein oranını en düşük optimum sulama koşulunda (%13.3) ve en yüksek aşırı stres koşulunda (%41.12) bulmuşlardır. Araştırmadan elde edilen sonuçlar ile yukarıdaki çalışmalar arasındaki farklar iklim, çeşit gibi etkenlere bağlanabilir.

Araştırmada ham yağ oranının (%41.8-45.8), kısıntılı sulamadan etkilenmediği görülmüştür. Ergen ve Sağlam (2005), Tekirdağ'da yürütülen çalışmada ham yağ oranlarını %29.7 (T.T.A.E.2) ile %39.2 (Kıbrıs)

arasında bildirmişlerdir. Ayrıca İnegöl Alası çeşidinde %36.4 ham yağ oranı belirlemişlerdir. Gholinezhad ve ark. (2014), Urmia/İran koşullarında yaptıkları araştırmada çerezlik ayçiçeğinde üç sulama konusu uygulamışlardır. Bulunan en düşük ham yağ oranı %14.21 (optimum sulama konusu) ve en yüksek ise %41.12'dir (aşırı stres konusu). Çalışmamızda yağışa dayalı konuda elde edilen değer ile önceki araştırmada elde edilen değer paralellik göstermektedir. Edirne ikliminde yaptıkları çalışmada Pekcan ve Esendal (2015), çerezlik ayçiçeğinde en düşük ham yağ oranını çiçeklenme başlangıcında sulama konusunda %26.29 ve en yüksek ham yağ oranını susuz konuda %32.0 bulmuşlardır. Naneli ve Turan (2021), Eskişehir koşullarında çerezlik ayçiçeği bitkisinde ham yağ oranını %15.50-%25.34 olarak bildirmişlerdir. Yapılan çalışmada elde edilen değerler ile önceki çalışmada elde edilen ham yağ oranı arasındaki farklılıklar çeşit, sulama programı ve iklim koşulları gibi sebeplere bağlanabilir.

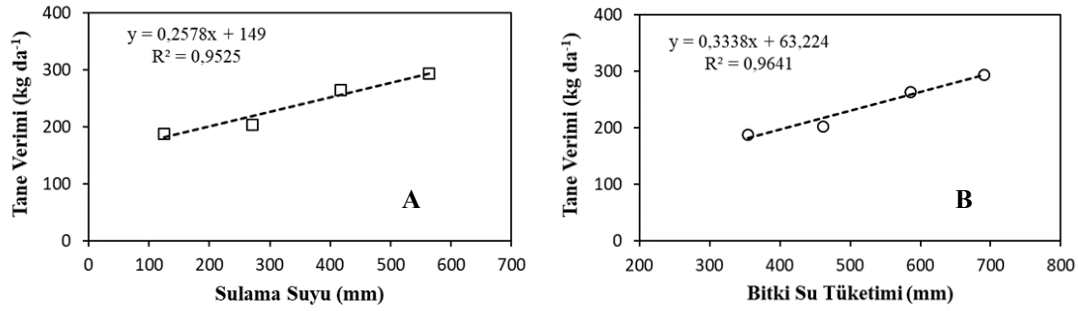
Hektolitre ağırlığının (207.8-229.2 g L⁻¹) sulama ile önemli düzeyde değişkenlik göstermediği belirlenmiştir. Beser ve ark. (2020), Trakya koşullarında yürütülen araştırmada on dört çeşit hibrit tohum kullanmışlar, en düşük hektolitre ağırlığını G-1 çeşidinde (29.6 g) ve en yüksek hektolitre ağırlığını ise 235A/TG 07-R çeşidinde (37.2 g) rapor etmişlerdir. Tokat-Kazova şartlarında yaptıkları araştırmada Yılmaz ve ark (2017), yirmi farklı çerezlik ayçiçeği genotipi kullanmışlardır. Araştırmacılar minimum hektolitre ağırlığını 234 g L⁻¹ (İnegöl Alası) ve maksimum hektolitre ağırlığını 284 g L⁻¹ (Palancı) bulmuşlardır. Araştırmada elde edilenler, yukarıda çalışmalar ile paralellik göstermektedir.



Şekil 4. Farklı sulama düzeylerinin kalite özellikleri üzerine etkileri

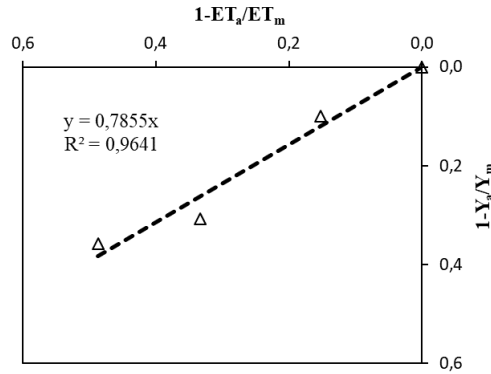
Su-Verim İlişkileri

Çalışma ile ulaşılan tane verimi ve konulara uygulanan sulama miktarları arasındaki ilişki ($R^2=0.9525$, $P<0.05$) ile tane verimi-bitki su tüketimi ilişkisi ($R^2=0.9641$, $P<0.05$) sırasıyla Şekil 5'de gösterilmiştir. Tane verimi değerleri ve bitki su tüketimi değerleri arasındaki doğrusal ilişki $p<0.05$ düzeyinde önemli bulunduğundan verim tepki etmeni (k_y) analizi yapılmıştır.



Şekil 5. Sulama suyuna (A) ve bitki su tüketimine (B) bağlı tane verimi arasındaki ilişkisi

Çalışmada konulardan elde edilen tane verimi ve ölçülen bitki su tüketimi değerlerine göre belirlenen k_y değeri 0.79 olmuş ve Şekil 6’te gösterilmiştir. Demir ve ark. (2006), Bursa’da yürütülen yağlık ayçiçeği çalışmasında sezonluk k_y değerini 0.84 bulmuşlardır. Güncel çalışmadan elde edilen k_y değeri ile önceki çalışmada bildirilen değer paralellik göstermiştir.



Şekil 6. Oransal su tüketimi eksilişi ve oransal tane verimi azalışı arasındaki ilişki

Sulama Suyu ve Su Üretkenlikleri

En yüksek IWP değeri (0.26 kg m^{-3}) S2 konusunda bulunmuştur (Çizelge 4). S2 konusunda hesaplanan WP değerinin (0.45 kg m^{-3}), S1 konusunda elde edilen değerden (0.43 kg m^{-3}) yüksek olduğu belirlenmiştir. Demir ve ark. (2006), Bursa’da yağlık ayçiçeğinde yürütülen iki yıllık çalışmada, iki yılın ortalaması alınarak en düşük su kullanım etkinliğini $6,00 \text{ kg ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ (Sadece çiçeklenme döneminde %40 su kısıtı uygulaması) ve en yüksek $7.80 \text{ kg ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ (Sadece çiçeklenme döneminde tam sulama), sulama suyu kullanım etkinliği ise aynı konularda sırası ile $5.02 \text{ kg ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ ve $10.19 \text{ kg ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ bulmuşlardır. Salbaş ve Erdem (2020), Trakya bölgesinde yağlık ayçiçeğinde yapılan iki yıllık çalışmada, su kullanım etkinliğini 0.71 kg m^{-3} ile 0.83 kg m^{-3} arasında ve sulama suyu kullanım etkinliği 0.78 kg m^{-3} ile 4.39 kg m^{-3} arasında bulmuşlardır. İki çalışma ile çalışmamız arasındaki farklılıklar temelde hesaplamada kullanılan yöntemle bağlanabilir. Uçak ve ark. (2020),

Siirt koşullarında yağlık ayçiçeğinde yürütülen çalışmada, sulama suyu kullanım etkinliğini 0.50 kg m^{-3} ile 1.52 kg m^{-3} arasında ve su kullanım etkinliğini 0.44 kg m^{-3} ile 2.10 kg m^{-3} arasında bulmuşlardır. Önceki çalışmada elde edilen sonuçlar ile sunulan çalışmada belirlenen sonuçlar arasındaki farklılıklar temelde çeşit, sulama rejimi ve çevresel faktörlere bağlanabilir.

Çizelge 4. Sulama suyu üretkenliği ve su üretkenliği

Konular	IWP (kg m^{-3})	WP (kg m^{-3})
S1	0.24	0.43
S2	0.26	0.45
S3	0.10	0.44
S4	0.00	0.53

Sonuç

Araştırma süresi boyunca farklı deneme konuları için çerezlik ayçiçeği bitkilerine 125.0 mm ile 562.8 mm arasında su uygulaması yapılmıştır. Araştırmada, S2 konusunda %25.9, S3 konusunda %51.9 ve S4 konusunda %77.8 oranında S1'e kıyasla kısıtlı su uygulanmıştır. Sezonluk su tüketimi 354.2-690.4 mm bulunmuştur.

Kısıtlı sulama uygulamasının, bin tane ağırlığı, bitki boyu, kabuk oranı parametreleri üzerinde $P<0.01$ seviyesinde, tabla çapı, tane eni, tane boyu, dekara tane verimi parametrelerinde ise $P<0.05$ düzeyinde önemli etkiye sahip olduğu görülmüştür. Tane eni hariç incelenen tüm parametrelerde en düşük ortalama değerler S4 konusunda (yağışa dayalı konu) gözlemlenmiştir. Tane eni parametresinde ise en düşük ortalama değer S3 konusunda bulunmuştur. Ancak uygulanan sulama miktarındaki artışın, söz konusu parametreler için ortalama değerlerde artışa sebep olduğu belirlenmiştir.

Kısıtlı sulamanın, ham protein oranı, ham yağ oranı ve hektolitre ağırlığı üzerinde istatistiksel olarak bir öneme sahip olmadığı görülmüştür. Ham protein oranındaki en düşük ortalama değer %17.5 ile S2 konusunda olup, en yüksek ortalama değer ise %19.5 ile S1 konusunda (tam sulama) bulunmuştur. Ham yağ oranı için %41.8 (S4) ile %45.2 (S2) arasında değişen ortalama değerler belirlenmiştir. Hektolitre ağırlığı ortalama değerleri ise (S1) 207.8 g L^{-1} 'den (S4) 229.2 g L^{-1} 'ye değişim göstermiştir.

Araştırma sonunda hesaplanan sulama suyuna ve bitki su tüketimine karşılık tane verimi arasındaki istatistiksel ilişki $P<0.05$ düzeyinde önemli ve verim tepki etmeni (k_y) 0.79 bulunmuştur. Hesaplanan k_y değeri çerezlik ayçiçeği bitkisinin su stresine toleranslı olduğunu göstermiştir. Sulama suyu ve su üretkenlikleri ortalama değerleri sırası ile 0.10 (S3)-0.26 (S2) kg m^{-3} ve 0.43 (S1)-0.53 (S4) kg m^{-3} olarak elde edilmiştir.

Araştırma sonucu, yarı-nemli Bursa koşullarında çerezlik ayçiçeğinde en yüksek tane verimi ve ham protein oranı değerleri için, her yedi günde bir 0-90 cm toprak derinliğinde tüketilen nemin %100'ünün uygulandığı S1 konusu sulama programı olarak önerilebilir. Su kaynaklarının kısıtlı olduğu dönemlerde IWP, WP ve k_y

değerlerine bakılarak S2 sulama programı (%33 su kısıntısı) önerilebilir. Ancak dekara tane veriminin %9.8 oranında istatistiksel olarak önemli düzeyde düşebileceği göz önüne alınmalıdır.

Teşekkür

Bu çalışma Kutlu Melik TAŞDELEN' in Yüksek Lisans tezinden üretilmiştir. Yapılan bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir. Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır. Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler. Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder. Çerezlik ayçiçeği yetiştiriciliği konusundaki tavsiyeleri için Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü öğretim üyesi Prof. Dr. Mehmet SİNCİK'e ve arazi çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen Araş. Gör. Dr. Halis SEÇME'ye teşekkür ederiz.

Kaynakça

- Beser, N., Civi. G. and Kaya, Y. 2020. The yield performances of some confectionary sunflower hybrids in Trakya region. 2TH International Agricultural, Biological and Life Science Conference, 1-3 Eylül 2020, Edirne, Turkey.
- Çetin, O. and Kara, A. 2019. Assesment of water productivity using different drip irrigation systems for cotton. *Agricultural Water Management*, 223: 105693.
- Day, S. 2011. Ankara Koşullarında Yerli ve Hibrit Çerezlik Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) Genotiplerinde Farklı Sıra Üzeri Aralıkları ve Azot Dozlarının Verim ve Verim Ögelerine Etkisi. Doktora tezi (basılmamış), Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı.
- Demir, A. O., Göksoy, A. T., Büyükcangaz, H., Turan, Z. M. and Köksal. E. S. 2006. Deficit irrigation of sunflower (*Helianthus annuus* L.) in a sub-humid climate. *Irrigation Science*, 24: 279-289.
- Doğan, M. ve Sever, Z. 2023. Sürdürülebilirlik: Su ve suyun önemi. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 10(1): 176-192.
- Doorenbos, J. and Kassam, A.H. 1979. Yield Response to Water. Irrigation and Drainage Paper No: 33 FAO, Rome, p. 193.
- English, M. J., Musick, J. T. and Murty, V. V. 1990. Management of Farm Irrigation Systems (Chapter: 17), Deficit Irrigation, Ed.: Hoffman, G. J., Howell, T. A. and Solomon, K. H., An ASAE Monograph, St. Joseph., MI, USA, 631-663.
- Ergen, Y. ve Sağlam, C. 2005. Bazı çerezlik ayçiçeği (*Helianthus Annuus* L.) çeşitlerinin Tekirdağ koşullarında verim ve verim unsurları. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2(3): 221-227.
- FAO, 2024. FAO, Overcoming water challenges in agriculture. <https://www.fao.org/interactive/state-of-food-agriculture/2020/en/#:~:text=Agriculture%20is%20the%20world%27s%20largest,70%20percent%20of%20global%20withdrawals> (Erişim tarihi: 16.05.2024)

- Fick, G. N. and Miller, J. F. 1997. Sunflower Breeding. P. 395-440. In: A. A. Schneiter (ed.) Sunflower Technology and Production. ASA, SCSA, and SSSA Monograph. No: 35. Madison, WI.
- Gholinezhad, E., Darvishzadeh, R. and Bernousi, I. 2013. Effects of drought stress on grain qualitative traits in Iranian confectionery sunflower (*Helianthus annuus* L.) landraces. *Iranian Journal of Genetics and Plant Breeding*, 2(2): 9-20.
- Gholinezhad, E., Darvishzadeh, R. and Bernousi, I. 2013. Evaluation of Genetic Variations in Iranian confectionary sunflower landraces (*Helianthus annuus* L.) under various water treatment conditions. *Journal of Plant Physiology and Breeding*, 3(2): 67-82.
- Gholinezhad, E., Darvishzadeh, R. and Bernousi, I. 2014. Evaluation of drought tolerance indices for selection of confectionery sunflower (*Helianthus annuus* L.) landraces under various environmental conditions. *Not Bot Horti Agrobo*, 42(1): 187-201.
- Gholinezhad, E., Darvishzadeh, R. and Bernousi, I. 2015. Evaluation of sunflower grain yield components under different levels of soil water stress in Azerbaijan. *Genetika*, 47(2): 581-598.
- Howell, T. A. 2001. Enhancing water use efficiency in irrigated agriculture. *Agronomy Journal*, 93(2): 281-289.
- Ivanov, P. 1974. Biochemical differentiation of sunflower varieties as a result of breeding. In: Proc. The 6th Int. Sunflower Conf., July 22–24, Bucharest, Romania, pp. 225–229.
- Jensen, M. E., Burman, R. D. and Allen, R. G. 1990. Evapotranspiration and irrigation water requirements. *Manuals and Reports on Engineering Practices* No. 70. ASCE, New York.
- Kanber, R., Ünlü, M., Tekin, S., Koç, L. ve Kapur, B. 2007. Akdeniz iklim koşullarında kimi tarla bitkilerinin su kullanım randımanlarının irdelenmesi, Türkiye VII. Tarla Bitkileri Kongresi, 25-27 Haziran 2007, Erzurum (Poster Bildiri).
- Kaya, Y. 2004. Confectionery Sunflower Production in Turkey. Proceeding of 16th International Sunflower Conference. August 29-September 2, Fargo, USA, 817-822.
- Kaya, Y., Evci, G., Pekcan, V., Gücer, T. ve Durak, S. 2005. Çerezlik ayçiçeğinde bazı köy çeşitleri ve hibritlerinin performanslarının değerlendirilmesi. Türkiye 6. Tarla Bitkileri Kongresi, 5-9 Eylül 2005, Antalya, s:631-636.
- Liu, R., Abdelraouf, E. A. A., Bicego, B., Joshi, V. R. and Garcia y Garcia. A. 2018. Deficit irrigation: a viable option of sustainable confection sunflower (*Helianthus annuus* L.) produntion in the semi arid US. *Irrigation Science*, 36: 319-328.
- MGM, 2024. T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Naneli, İ. and Turan, F. 2021. Water stress effect on confectionery hybrid sunflower (*helianthus annuus* L.) cultivars in different growth periods. *Fresenius Enviromental Bulletin*, 30(5): 5486-5497.
- Pekcan, V. ve Esendal, E. 2015. Çerezlik ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.)’nde sulama, azot dozu ve bitki sıklığının verim ve kalite özellikleri üzerine etkileri. *Anadolu ve Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 25(2): 24-36.

- Pereira, L. S., Cordery, I. and Iacovides, I. 2012. Improved indicators of water use performance and productivity for sustainable water conservation and saving. *Agricultural Water Management*, 108: 39-51.
- Polatlı, O. 2013. Çerezlik Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) Populasyonlarında Dane Özellikleri ve Özellikler Arası İlişkiler. Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı.
- Pomeranz, Y. and Clifton, E. 1994. Food Analysis Theory and Practice, 3rd ed. Kluwer Academic Publisher, San Diego.
- Salbaş, B. ve Erdem, T. 2020. Damla sulama uygulamalarının ayçiçeğinin su kullanımı, vejetatif gelişme ve verim parametrelerine etkileri. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 33(3): 389-396.
- Stewart, J. I., Hagan, R. M. and Pruitt, W. O. 1976. Production functions and predicted irrigations programs for principal crops as required for water resources planning and increased water use efficiency. Tech. Bureau Recl. No: 14-06-D. 7329, USA, p. 80.
- Turan, Z. M. 1995. Araştırma ve deneme metotları. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları. No: 62, Bursa, 302 s.
- TÜİK, 2016. Türkiye İstatistik Kurumu. www.tuik.gov.tr (Erişim Tarihi: 17.12.2016)
- Uçak, A., Bağdatlı, M. C. ve Değirmenci, H. 2020. Kısıntılı sulama uygulamalarının ayçiçeği bitkisinin (*Helianthus annuus* L.) tane verimi ve bitki su stres indeksi (CWSI) üzerine etkileri. *Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 32(1): 211-217.
- Yazar, A., Howell, T. A., Dusek, D. A. and Copeland, K. S. 1999. Evaluation of crop water stress index for LEPA irrigated corn. *Irrigation Science*, 18(4): 171-180.
- USSLS. 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils, Agriculture Handbook No: 60, USA, 160 s.
- Yılmaz, G., Kınay, A., Er, T. ve Dökülen, Ş. 2017. Tokat şartlarında farklı çerezlik ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) genotiplerinin performanslarının belirlenmesi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi* 2017, 26(2): 161-169.
- Yılmaz, S. and Kuşçu, H. 2024. Water-yield relationships of green pepper (*Capsicum annuum*) cultivated at different irrigation levels. *Bursa Uludag Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 38(1): 163-177.



Aynı Anda Başvuru Yapan Çiftçiler Arasında Kredi Önceliklendirmesi Yapmak Amacıyla Kullanılacak Bir Karar Destek Sisteminin Geliştirilmesi^A

Rabia DEMİR¹, Muhammet YORULMAZ^{2*}

Öz: Günümüzde tarımsal üretim yapan çiftçilerin faaliyetleri için desteklenmesi sürdürülebilir tarım için çok önemlidir. Tarımsal faaliyetlerini sürdürebilmek adına maddi desteğe ihtiyaç duyan çiftçiler, destek sağlayan kurum ve kuruluşlara kredi başvurusu yapmaktadırlar. Aynı anda kredi başvurusu yapan çiftçiler arasında seçim yapmak uzman kişinin tecrübe ve sezgilerine göre yapılmaktadır. Bu çalışma da aynı anda başvuru yapan çiftçiler arasında öncelik kriterlerine göre kredi vermek için tercih edilecek çiftçi ya da çiftçileri belirlemek için uzman kişilere yardımcı olmak amacıyla bir karar destek sistemi (KDS) geliştirilmiştir. Geliştirilmiş olan KDS'nin model tabanında çok kriterli karar verme yöntemlerinden olan “Analitik Hiyerarşi Süreci” (AHP – Analytical Hierarchy Process) yöntemi kullanılmıştır. Kriter olarak “Çiftçi Kayıt Sistemi (ÇKS) Bilgileri”, “Kredi Kayıt Burosu (KKB) Puanı”, “Borç Ödeme Performansı”, “Borcuna Sadıqlığı”, “Takip Kayıt Durumu”, “Ekmiş Olduğu Ürüne İstinaden Yıllık Kazancı” gibi altı adet önceliklendirme kriteri belirlenmiştir. Kriterlerin ikili karşılaştırma puanları da KDS'nin veri tabanında depolanmaktadır. Günün değişen koşullarına göre karşılaştırma puanlarının uzman tarafından güncellenerek ağırlıkların değiştirilmesi imkanı KDS'ye eklenmiştir. Değiştirilen puanların tutarlılık analizleri de otomatik olarak yapılmakta ve herhangi bir tutarsız puanlama yapılması durumunda hata mesajları ile uzman uyarılmaktadır. Hesaplanan çiftçi puanları ve kriter ağırlıklarına göre çiftçilerin kendi aralarında karşılaştırılarak farklı senaryolarda sıralanması sağlanmıştır. Geliştirilmiş olan KDS sayesinde çiftçi kredisi veren ilgili kurum ve kuruluşta çalışmakta olan uzman kişinin

^A Bu Çalışma Rabia Demir'in Yüksek Lisans dönem projesinden özetlenmiştir. Yapılan bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir. Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır.

^{*} **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** ² Muhammet Yorulmaz, Başkent Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Ankara Türkiye. E-mail: muhammed@baskent.edu.tr **OrcID:** 0000-0002-4904-9396.

¹ Rabia Demir, Tarım Kredi Teknoloji, Ankara Türkiye. E-mail: demirrabiad@gmail.com **OrcID:** 0000-0003-1137-078X

aynı anda başvuru yapan çiftçiler arasında tarafsız, güvenilir ve bilimsel bir sıralama ile önceliklendirme yapmasına destek sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Analitik hiyerarşi süreci (AHP), çiftçi kredi önceliklendirmesi, çok kriterli karar verme yöntemleri (ÇKKV), karar destek sistemi (KDS).

Developing a Decision Support System to be Used for Credit Prioritization Among Farmers Applying at the Same Time

Abstract: Supporting farmers engaged in agricultural production activities is crucial for sustainable agriculture. Farmers who need financial support to continue their agricultural activities apply for loans to institutions and organizations that provide support. The selection of farmers who apply for loans at the same time is made according to the experience and intuition of the expert. In this study, a decision support system (DSS) was developed to help experts determine the farmers or farmers who would be preferred for loans according to the priority criteria among farmers who apply at the same time. The “Analytical Hierarchy Process” (AHP) method, which is one of the multi-criteria decision-making methods, was used in the model base of the developed DSS. Six prioritization criteria were determined as criteria, such as “Farmer Registration System (FRS) Information”, “Credit Registration Office (CRO) Score”, “Debt Payment Performance”, “Loyalty to Debt”, “Follow-up Record Status”, “Annual Earnings Based on the Product Planted”. The possibility of updating the comparison scores by an expert and changing the weights according to the changing conditions of the day was also added to the DSS. Consistency analyses of the changed scores were also performed automatically, and the expert was warned with error messages in case of any inconsistent scoring. Criteria weights were calculated using pairwise comparison scores of the criteria. Similarly, calculations were performed by determining the pairwise comparison scores for each criterion for the farmers who applied. The farmers were compared and ranked according to the calculated farmer scores and criteria weights in different scenarios. Thanks to the developed DSS, support was provided to experts working in the relevant institution and organization that provided farmer loans to prioritize farmers who applied at the same time with an impartial, reliable, and scientific ranking.

Keywords: Analytical hierarchy process (AHP), farmer loan prioritization, multi-criteria decision making (MCDM), decision support systems (DSS).

Giriş

Tarım, insanlığın tarihsel süreci içinde hem yaşamın devamı için gerekli besinlerin karşılanmasını sağlarken hem de ekonomik bir faaliyet haline gelmiştir. Günümüzde tarım, hem gıda güvenliği hem de ekonomik kalkınma

açısından en önemli stratejik sektörlerden biri olarak öne çıkmaktadır. Tarım sektörü, ülkemizin gelişmesi açısından önemli bir yere sahiptir. Türkiye ekonomik büyümesine tarım sektörünün pozitif yönde katkısı vardır (Yağış, 2024). Tarımsal finansman konusunda yapılan iyileştirmeler bu katkıyı arttırmaktadır.

Günümüzde tarım sektörünün ekonomiye olan katkısı düşünüldüğünde tarımda sürdürülebilirliğin sağlanması önemlidir. Sürdürülebilir tarım, ülkemizde de önemli bir gündem oluşturmaktadır. Sürdürülebilirliğin temel amaçlarından birisi de çiftçinin ekonomik düzeyini arttırmaktır. Bu amaçla tarımsal kredi destekleri sağlanmaktadır (Kayışoğlu ve Türksoy, 2023). Ayrıca tarım, kendine has özellikleri olan bir sektördür. Üretimi olumsuz etkileyen, çiftçileri risk ve belirsizler ile karşı karşıya bırakan durumlar bulunmaktadır. Bu durumlar, değişiklik gösteren iklim koşulları, ortam koşulları, ekonomik sıkıntılar ve müşterilerin taleplerine bağlı olarak yaşanan fiyat dalgalanmaları çiftçinin müdahale edemediği etmenlerdir. Tarımsal üretimde risk ve belirsizlikler, çiftçileri işletme dışı kaynaklara yani kredilere yönlendirmektedir (Güzel ve Akçaöz, 2023).

Tarımsal krediler, günümüzde kurumsal olarak kamu/özel bankalar ve kooperatifler tarafından verilmektedir. Bu tür kurumsal kaynaklarda kredi kullanımı çeşitli kanun ve yönetmeliklerle göre yapılmaktadır. Kredi veren kurumların başında Tarım ve Orman Bakanlığı, kamu / özel bankalar ve kooperatifler yer almaktadır (Taşkıran ve Özudoğlu, 2010; Güzel ve Akçaöz, 2023). Günümüzde, TC Ziraat Bankası, çiftçilere mevcut veya yeni kurulacak tarımsal kredi finansmanını sağlayan en önemli uzmanlaşmış kredi kuruluşları arasında öncü olarak yerini almaktadır (Kaya ve Kadanalı, 2020). TC Ziraat Bankası'nın tarımsal kredi politikalarının temeli; çiftçilerin ödeme güçlerine uygun, Ziraat Bankası'nca üstlenilen riskin geri dönüşünü sağlayan, sürdürülebilir kredilendirme sağlayarak, ülke ekonomisine katkı sağlamaktır. TC Ziraat Bankası, tarım sektörü için çok çeşitli krediler sağlamaktadır. Örneğin çeşitli hayvansal üretim konularında faaliyet gösteren çiftçilere "Hayvansal Üretim Kredileri", denizlerde, iç sularda su ürünleri yetiştiriciliği ile denizlerde ve iç sularda su ürünleri faaliyetleri ile uğraşan çiftçilere "Su Ürünleri Kredileri" gibi 20 kalemden fazla başlıkta destek sağlamaktadır (TC Ziraat Bankası, 2024).

Kooperatifler arasında çiftçilere desteği ile bilinen Türkiye Tarım Kredi Kooperatifleri (TKK), tarım sektörünün gelişmesinde katkılar sağlaması, çiftçilere tarımsal girdi ve kredi sağlanması, üretici gerçekleştirilen ürünlerin değerlendirilmesindeki faaliyetleri ile yerini almaktadır. TKK, devletin herhangi bir kurumuna bağlı değildir. Seneler geçtikçe mali yönden güçlenmesi ile birlikte, kredi ödemelerinde kendi inisiyatifi ile hareket etmektedir. TKK, serbest piyasa koşullarına göre kaynak temini sağlayan özgün bir konuma sahiptir. Çiftçilere ihtiyaçları doğrultusunda kısa vadeli işletme ve orta vadeli yatırım kredileri imkanı sağlamaktadır (Aydın ve Atılğan Yaşa, 2019). Kısa vadeli işletme kredileri olarak ayni, nakit, sigorta primi ve çeşitli işletme kredileri imkânı sağlanmaktadır. Ayni kredi, çiftçilerin gübre, tohumluk, ilaç ve motorin gibi tarımsal ihtiyaçlarını işletme kredisi kapsamında 18 aya kadar vadelendirilerek kullanılabilmektedir. Nakdi krediler ise bir yıl vadeli olarak finansman ihtiyaçları için kullanılabilmektedir (TKK, 2024).

Tarım ile ilgili konularda araştırmacıların Analitik Hiyerarşi Süreci (Analytic Hierarchy Process-AHP) yöntemini kullandığı çalışmalar bulunmaktadır. AHP, seçim kriterlerinin hiyerarşik bir yapıda düzenlenmesine dayanan çok kriterli karar verme yöntemlerinden birisidir (Saaty ve Katz, 1990). Çalışmanın ilerleyen bölümlerinde ayrıntılı olarak değinilecektir.

Erdoğan ve ark. (2015) ekolojik kullanıma uygun tarım alanlarını AHP yöntemi ile Kütahya ili örneğinde belirlemek için kullanmışlardır (Erdoğan ve ark., 2015). Şahin ve Toroğlu (2020), Pınarbaşı ilçesindeki arazilerin tarımsal uygunluk derecelendirmesini AHP yöntemi ile yapmışlardır. Çalışma sonucunda Pınarbaşı'na ait ilçe arazisinin %2.15'lik bir dilime sahip alanının son derecede tarıma uygun bir alan, %35.26'lık diliminin orta derece uygun bir alan, %16.74'e ait bir dilimin marjinal olarak uygun ve %45.85'lik diliminin ise tarımsal faaliyete uygun olmayan alan olduğu sonucuna varmışlardır (Şahin ve Toroğlu, 2020).

Karakayacı ve ark. (2016), Çumra ilçesindeki tarım arazilerinin değerini etkileyen faktörleri ağırlıklandırmak için AHP yöntemini kullanmışlardır. Arazi kullanım kabiliyeti faktörünün diğer faktörlerden daha önemli olduğu ortaya çıkmıştır (Karakayacı ve ark., 2016). Özalp ve ark. (2017), Çoruh nehrinin üzerine yapılan barajlar nedeniyle su altında kalan tarım arazileri yerine alternatif tarım arazileri belirlemek için AHP yöntemini kullanmışlardır. Alternatif tarım alanlarının uygunluk sınıflandırması yapılmıştır (Özalp, ve ark., 2017). Benzer bir çalışma Bayramoğlu ve Özdemir (2021) tarafından Ankara ili Evren ilçesinde tekrarlanmıştır. Arazi verimliliği en yüksek faktör ağırlığı olarak belirlenmiştir (Bayramoğlu ve Özdemir, 2021). Gürkan ve ark. (2021), organik gübre üretim tesisinin Tekirdağ ilinde uygunluk analizini gerçekleştirmişlerdir. Mevcut organik gübre tesislerinin orta ve daha yüksek uygunluk gösteren alanlarda yer aldığı tespit edilmiştir (Gürkan ve ark., 2021).

Tarım alanı seçimi ve değerlemesi konularının dışında Erdoğan Bayram ve ark. (2016), Gediz Havzası Emiralem beldesindeki çilek üreticilerinin verim ve kalite beklentilerini önceliklendirmek için kullanmışlardır. Toplam 67 üretici üzerinde yapılan çalışmada verim ve kalite önem düzeyleri neredeyse eşit olarak saptanmıştır (Erdoğan Bayram ve ark., 2016). Tolun ve Tümtürk (2020), tarım makineleri ve çiftlik ekipmanları üretiminde kullanmışlardır. Üretim yapan bir işletmede yeni bir makine alımı için dört alternatif için on adet kriter belirlenerek sıralama yapılmış ve üreticiye sunulmuştur (Tolun ve Tümtürk, 2020).

Tarımla ilgili AHP yönteminin kullanıldığı çalışmalarda tarım alanı seçimi, değerlemesi gibi amaçlar için kullanıldığı çalışmalar çoğunluktadır. AHP yöntemi ile tarımsal kredilendirme üzerine çalışmalara taramalarda daha az rastlanılmıştır. Wang (2022), kredi riski yüksek olan çiftçileri belirlemek için yapay sinir ağı modeline dayanan bir erken uyarı sistemi geliştirmiştir (Wang, 2022). Güneş ve Movassaghi (2017) ise Türkiye'deki beş ilden seçilen 550 çiftçinin kredi verenler arasındaki tercihlerini etkileyen faktörleri ve ağırlıklarını AHP ile tespit etmişlerdir (Güneş ve Movassaghi, 2017). Guo ve ark. (2024), Çin'in Shaanxi eyaletindeki çiftçilere kredi vermek için bir derecelendirme sistemi oluşturmuşlardır. Kriter ağırlıkları AHP yöntemi ile belirlenmiştir. Belirlenen ağırlıklara dayalı olarak kredi derecelendirmesi yapmak için de "Elimination et Choix Traduisant la Réalité III (ELECTRE III)" algoritması kullanılmıştır (Guo ve ark., 2024).

Kredi derecelendirme işlemlerinde çok kriterli karar verme yöntemlerinin özellikle ağırlıklandırma işleminde AHP'nin kullanıldığı çalışmalara literatürde rastlanmaktadır. Hajek ve ark. (2024), çalışmalarında çok ölçütlü karar verme yöntemlerini kullanan 18 adet kredi derecelendirme çalışmasını özetlemişlerdir (Hajek ve ark., 2024). Genel anlamda literatürde bu tür çalışmalar varken özelde çiftçi kredi derecelendirme ve puanlama modelleri üzerine birkaç sınırlı çalışma yapıldığı görülmüştür.

Çiftçiler gibi özel gruplar için derecelendirme ve puanlama sistemleri tam olarak gelişmemiştir. Var olan normal kredilendirme sistemleri çiftçilere özgü göstergeleri dikkate almadığından uygun olmayabilir. Çiftçilere verilecek nakdi kredilerde başvuru yapılan kurumda çalışan uzman kişinin bilgi ve tecrübelerine göre aynı anda başvuru yapan çiftçiler arasında önceliklendirme yapılmaktadır. Kredi uygulamaları uzmanın öznel yargılarından doğrudan etkilenmektedir. Yapılan önceliklendirme uzman kişinin tecrübelerine göre şekillenmektedir. Örneğin, kurumdaki kuruma değişimle beraber yalnızca borç ödeme performansına ya da takip kayıt durumuna bakılarak karar verilmektedir. Kredi işlemlerinde objektif bilimsel bir yöntem kullanılmadığı için hatalı kararlar verilebilmektedir.

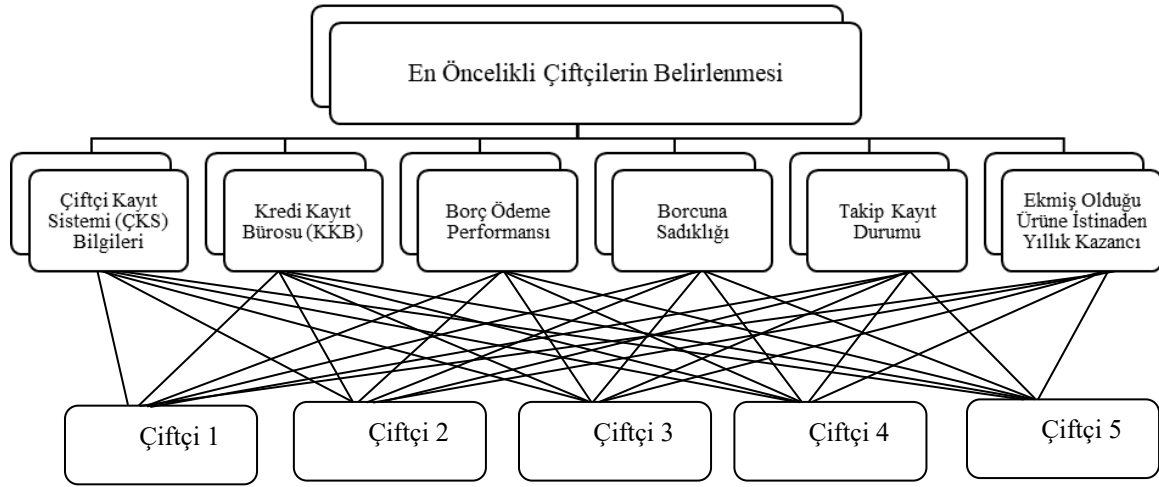
Bu çalışmanın amacı; kredi kurum ve kuruluşunda görev yapmakta olan uzman yetkili kişiye yalnızca belirli bilgilere bağlı kalmaksızın birçok kritere göre aynı anda kredi başvurusu yapan çiftçiler arasında bilimsel bir kıyaslama yapmasına yardımcı olmak için bir karar destek sistemi (KDS) geliştirmektir. Geliştirilen KDS'nin veri tabanında çiftçi verileri, model tabanında ise çok kriterli karar verme modellerinden biri olan AHP yöntemi kullanılmıştır.

Çalışmanın yöntem bölümünde çalışmada kullanılan AHP yöntemi, seçilen kriterler, örnek kriter ağırlıklandırılması ve geliştirilen KDS örnek ekran çıktıları ile anlatılmıştır. Bulgular bölümünde ise test senaryolarından elde edilen sonuçlar paylaşılmış ve tutarlılık analizleri yapılmıştır. Sonuç bölümünde ise çalışmadan elde edilen sonuç ve çalışmayı devam ettirmek isteyen araştırmacılara öneriler sunulmaktadır.

Materyal ve Yöntem

Kriterler ve Kriter Ağırlıklandırma

AHP, Saaty tarafından 1972 yılında geliştirilmiştir. Başlangıçta özel bir probleme uygulansa da zaman içinde çok çeşitli alanlarda kullanılmıştır (Saaty, 1980). AHP yönteminde ilk adım hiyerarşik yapıyı oluşturmaktır. Yöntemde bahsedilen hiyerarşi geleneksel karar ağaçları gibi değildir. Hiyerarşideki her seviye farklı nitelikleri ve özellikleri temsil edebilir. Karar verici seviye ekleyebilir ya da çıkarabilir. En üst seviyede karar vericinin genel amacı bulunur. Bir alt seviyede ise karar kriterleri bulunmaktadır. En alt seviyede ise alternatifler sıralanır (Saaty ve Katz, 1990). Kriter ağırlıklarının önceden belirli olmadığı karar problemlerinde AHP kullanılması önerilir (Yorulmaz ve İç, 2022). Çalışmadaki karar problemindeki genel amaç kredi verilecek en öncelikli çiftçiye belirlemektir. Şekil 1'de alternatif ve kriterlerden oluşan çalışmanın karar hiyerarşisi görülmektedir. Şekil 1 de görüldüğü gibi en üst seviyede çalışmanın amacı, alt seviyede kriterlerimiz ve en alt seviyede de kredi başvurusu yapan çiftçiler alternatifler olarak bulunmaktadır.



Şekil 1: Karar hiyerarşisi

Kredi önceliklendirme kriteri olarak “Çiftçi Kayıt Sistemi (ÇKS) Bilgileri”, “Kredi Kayıt Bürosu (KKB) Puanı”, “Borç Ödeme Performansı”, “Borcuna Sadıqlığı”, “Takip Kayıt Durumu”, “Ekmiş Olduğu Ürüne İstinaden Yıllık Kazancı” biçiminde altı farklı kriter belirlenmiştir. Kriterler beş ayrı uzman görüşü alınarak belirlenmiştir. Görüş alınan uzmanlardan üçü, farklı özel bankalarda çiftçi kredileri bölümünde çalışan uzman personeldir. Geriye kalan iki uzman ise bir çiftçi kooperatifinde çalışmaktadırlar. Her birinden görüş alındıktan sonra kriterlerin son hali ile ilgili onay alınarak ortak görüş haline getirilmiştir. Kriterlerin ayrıntılı açıklaması aşağıdaki gibidir.

ÇKS, Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından oluşturulan ve çiftçilerin kayıt altına alındığı bir tarımsal veri tabanıdır. Bu sistem, tarımsal desteklemelerin izlenebilir, denetlenebilir, raporlanabilir ve sorgulanabilir olmasını sağlar. Ayrıca, doğru ve sağlıklı değerlendirmeler yapılabilmesi için çiftçi bilgilerinin merkezi bir veri tabanında toplanmasını zorunlu kılar. Aktif olarak tarımsal faaliyette bulunan çiftçilerin kişisel bilgileri, kullandıkları varlıklar (arazi, hayvan, girdi vb.) ve tarımsal desteklemelerin uygulandığı, izlendiği ve denetlendiği bir sistemler bütünüdür. Bu sistem, tarım politikalarının oluşturulmasında da önemli bir rol oynar (KKB, 2024).

Kredi kayıt bürosu (KKB), kredi kullanımı itibari ile bütün kredi geçmişini takip eden, üyeliğini sağlayan tüm bankaların ortak olarak kullanım sağladığı bir veri tabanı erişim sistemidir. Bu veri tabanı sayesinde tüm bankalar bir çiftçinin KKB Puanına erişim sağlayabilmektedir. Kredi puanı, kredi değerlendirmesi gerçekleştirilirken bankaların kararını etkileyen öncelikli kriterler arasında yerini almaktadır.

Borç ödeme performansı: Bankalardaki kredi, kredi kartı hesaplarının tümünün görülebildiği, kişinin borç oranlarının ve kredi limitlerinin öğrenilebileceği, risk raporundan elde edilen bir bilgidir. Özetle, bir çiftçinin her ay ödeyebileceği miktardır. Bir çiftçi, tarımsal kredi için başvuru sağladığında bakılan kriterler arasında borç ödeme performansı yer almaktadır.

Borcuna sadıqlığı: Kredi başvurusunda bulunan bir çiftçinin vade tarihlerine, valör tarihlerine göre düzenli olarak borcunu ödemesi durumudur.

Takip kayıt durumu: Kredi başvurusu gerçekleştiren çiftçinin açık e-haciz, trafik cezası, vergi borcu, denetsel borcu, başka bankalardaki yapılandırılmasının göz önüne alınarak kredi önceliklendirmesinde yer verilmesi durumudur.

Ekmiş olduğu ürüne istinaden yıllık kazanç: Başvuru sağlayan çiftçi, tarımsal üretimden ne kadar kazanç sağlarsa borç ödeme kolaylığı bir o kadar rahat olur. Bu nedenle, kredi başvurusu gerçekleştiren bir çiftçinin ekmiş olduğu ürüne istinaden yıllık kazancı kriterler arasında yer alması öncelikler arasındadır.

AHP’de ikili karşılaştırmalar hiyerarşide bir çift elementin (i,j), bir üst seviyesindeki bir ana elementle karşılaştırılmasını içerir ve hangisinin daha fazla ne kadar öneme sahip olduğuna karar vermek için kullanılır. Karşılaştırma matrisindeki bir önceki bir önceki hücreyi doldurmak için iki öge göz önüne alındığında, hangi kriterin daha önemli olduğu sorusu sorulmaktadır. İlgili sorunun cevabını a_{ij} veya a_{ji} değerini vermektedir. İkili karşılaştırma yapılırken soruların soru kararları ve önceliklerini belirlemektedir. İkili karşılaştırmaların yapılabilmesi için Saaty tarafından ortaya konulan bir ölçekten sıklıkla yararlanılmaktadır. Bu ölçek sayesinde kriter ya da karar alternatifinin bir diğer kriter ya da karar alternatifinden ne kadar önemli olduğu, bilimsel bir yol ile tespit edilecektir. Bu yol ile elde edilen değerler, kriterlerin ya da alternatiflerin göreceli önemlerine ilişkin karşılaştırmaları ortaya koyacaktır. İkili karşılaştırmalar için kullanılan ölçek Çizelge 1’de yer almaktadır (Saaty, 1980).

Çizelge 1. AHP İkili Karşılaştırma Ölçeği (Saaty, 1980)

Önem Derecesi	Tanım	Açıklama
1	Eşit Derecede Önem	İki faktör aynı öneme sahip
3	Zayıf Derecede Önem	Tecrübe ve yargılara göre bir faktör diğerlerine göre biraz daha önemli
5	Kuvvetli Derecede Önem	Bir faktör diğerine göre kuvvetle daha önemli
7	Çok Kuvvetli Derece Önem	Bir faktör diğerine göre yüksek derece kuvvetle daha önemli
9	Mutlak Derecede Önem	Bir faktör diğerine göre tercih edilmesine ilişkin kanıtlar çok yüksek derecede önemli
2,4,6,8	Ara Değerler	İki puan arasındaki uzlaşma değerleri

Yapılan karşılıklı değerlendirmeler için Çizelge 1’de yer alan ölçekten yararlanılarak kriterlerin ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulmaktadır. Bir ikili karşılaştırma matrisi n adet öge için $n(n-1)/2$ adet karşılaştırmadan oluşur. Bir kriterin yine kendisiyle karşılaştırılması 1 ile ifade edileceği için tüm köşegen değerleri 1, kıyas aksiyomu doğrultusunda diğer elemanları $a_{ji} = 1 / a_{ij}$ olan bir kare matristir. Bir sonraki aşamada örnek olması açısından ve sistemin testi için çiftçi kooperatifinde çalışan iki uzman görüşünden yararlanılarak yapılan kriterler arası karşılaştırmalar Çizelge 2’deki gibi belirlenerek kriter karşılaştırma matrisi oluşturulmuştur. Uzmanların farklı önem derecesi puanı verdiği hücrelerde geometrik ortalama alınıp en yakın standart puana yuvarlama yapılmıştır (Saaty, 2008). Daha sonra her bir sütundaki eleman sütun toplamına bölünerek matris normalize edilir. Normalize matrisinin her satırının ortalaması alınarak Tablo 2’de son sütunda verilen “Öncelikler Vektörü” w_i değerleri elde edilmiştir. Bu işlemden sonra karşılaştırmaların tutarlık indeksi (Consistency Index-CI) için λ_{max} Eşitlik 1’deki gibi hesaplanır. Daha sonra CI değeri Eşitlik 2’deki gibi hesaplanır. CI değeri, değerleri rastgele endeks değerlerini temsil eden karar alternatif sayısına göre hesaplanmış

rastgele indeks (Random Index – RI) değerine (6 kriter için 1.24) bölünerek tutarlılık oranı (Consistency Ratio- CR) değeri hesaplanır (Saaty, 1980).

$$\lambda_{max} = \frac{\sum_{j=0}^n a_{ij} \cdot w_j}{w_i} \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (\text{Eşitlik 1})$$

$$CI = \frac{(\lambda_{max} - n)}{(n-1)} \quad (\text{Eşitlik 2})$$

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (\text{Eşitlik 3})$$

Çizelge 2. Kriterlerin İkili Karşılaştırması

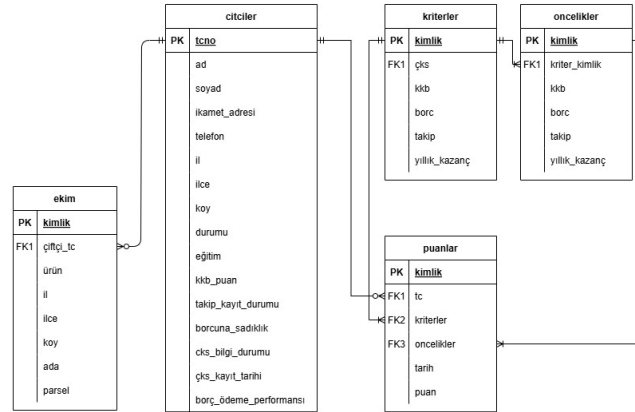
Kriterler	ÇKS Bilgileri	KKB Puanı	Borç Ödeme Performansı	Borcuna Sadıqlığı	Takip Kayıt Durumu	Yıllık Kazanç	Öncelikler Vektörü
ÇKS Bilgileri	1	1/5	1/4	1/2	1/2	½	0.062
KKB Puanı	5	1	2	3	2	3	0.320
Borç Ödeme Performansı	4	1/2	1	1/3	1/4	2	0.131
Borcuna Sadıqlığı	2	1/3	3	1	1/3	2	0.148
Takip Kayıt Durumu	2	1/2	4	3	1	3	0.253
Ekmiş Olduğu Ürüne İstinaden Yıllık Kazanç	2	1/3	1/2	1/2	1/3	1	0.084

AHP, karar vericilerin kişisel değerlendirmelerini dikkate alan bir yöntem olması nedeni ile, içerisinde var olan tutarsızlıkları yer edindirebilmektedir. Ancak, var olan tutarsızlıkların belirli bir seviyenin altında olması kabul edilebilir bir durum olacaktır. Karar vericinin oluşturduğu ikili matrislerin tutarlılığını Eşitlik 3 yardımıyla “Tutarlılık Oranı” hesaplanmaktadır. Tutarlılık Oranı, 0.1’den küçük olmalıdır. 0.1’den yüksek oranlar için karar verici ikili karşılaştırmaları tekrar gözden geçirmelidir (Saaty, 1980). CR değeri Çizelge 2’deki değerlere göre 0.09 olarak hesaplanmıştır. Çıkan değer 0.1’den küçük olduğu için verilen puanların tutarlı olduğu görülmektedir.

Bu işlemten sonra tüm alternatiflerin 6 kriter için ayrı ayrı olmak üzere öncelik vektörleri oluşturulmaktadır. Bu işlemler kriter öncelik vektörlerinin hesaplanmasındaki gibi yapılır. Toplam 6 kriter için alternatiflerin ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulur ve oluşturulan matrisin öncelik vektörleri hesaplanır. Benzer şekilde CI ve CR değerleri hesaplanmalıdır. Toplam 6 kriter için hesaplanan öncelik değerleri kriter ağırlıkları ile çarpılıp toplanarak alternatiflerin toplam puanı hesaplanır. Alternatifler, toplam puanına göre sıralanarak derecelendirilir.

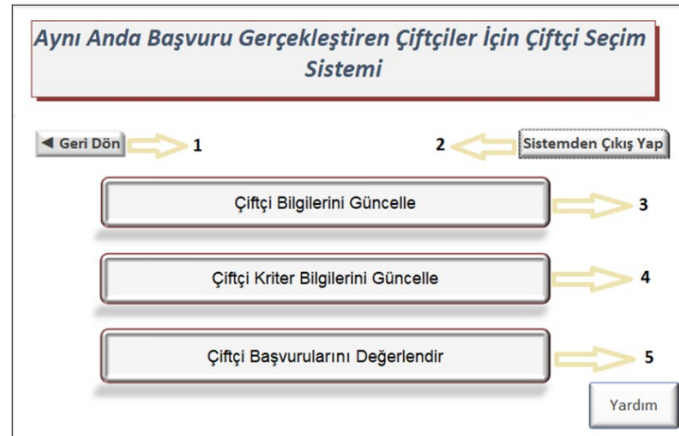
Geliştirilen Karar Destek sistemi

KDS geliştirmek için Microsoft Office içindeki Access veri tabanı yönetim sistemi kullanılmıştır. Çalışmada sistem tasarımı düşünülürken kredi verecek her uzman kullanıcı için anlaşılır, karmaşık olmayan ve kullanıcı dostu bir uygulama olmasına dikkat edilerek çalışma sürdürülmüştür. Geliştirilen KDS ye ait varlık ilişki diyagramı (ER-Entity Relationship) aşağıdaki gibidir.



Şekil 2: ER Diyagram

Şekil-2’deki ER diyagramında verilen “çiftçiler” tablosu çiftçinin özlük verileri için kullanılmaktadır. Çiftçinin ekim yaptığı alanlarla ilgili veriler “ekim” tablosunda, hesaplanan kredi puanları ise tarih verisi ile beraber “puanlar” tablosunda saklanmaktadır. “Kriterler” ve “öncelikler” tablolarında ise belirlenen kriterler ve kriterlerin ağırlık katsayıları saklanmaktadır. Kullanıcı, KDS çalıştırdığında sisteme giriş yetki formu karşılaşmaktadır. Sisteme giriş formunda kullanıcı adı ve şifre bilgileri doğru ise Şekil 3’deki “Ana Menü” ye yönlendirilmesini sağlamaktadır.



Şekil 3: Ana menü

Şekil 3’de verilen ana menüde sırasıyla 1: Yetkilendirme ekranına geri dönüşü, 2: KDS’yi sonlandırma, 3: Çiftçi bilgileri güncelleme, 4: Çiftçi kriter bilgileri güncelleme, 5: Çiftçi başvurularının değerlendirildiği ekrana yönlendirir. “Çiftçi Bilgilerini Güncelle” düğmesine erişim sağlandığında çiftçi bilgileri ekleme, düzeltme ve silme işlemleri yapılmaktadır. Çiftçilerin özlük verileri düzenlenebilmektedir. Özlük verileri düzenlenirken sıralamada kullanılacak olan ekmiş olduğu ürüne istinaden yıllık kazancı, ÇKS bilgileri, borcuna sadıqlığı, KKB puanı, takip kayıt durumu ve borç ödeme performansı verileri de sayısal değerler olarak tabloda depolanmaktadır. Kullanıcı, Şekil 3’deki 4 nolu “Çiftçi Kriter Bilgilerini Güncelle” düğmesini seçtiğinde Şekil 4’deki kriter puanlarını güncelleme formu ile karşılaşır.

	ÇKS Bilgileri	KKB Puanı	Borç Ödeme Performansı	Borcuna Sadıklığı	Takip Kayıt Durumu	Ekmiş Olduğu Ürüne İstinaden Yıllık Kazancı
ÇKS Bilgileri	1	1.00	0.20	0.25	0.50	1.00
KKB Puanı	2	5.00	1.00	2.00	2.00	3.00
Borç Ödeme Performansı	3	4.00	0.50	1.00	0.33	2.00
Borcuna Sadıklığı	4	2.00	0.33	3.00	1.00	0.33
Takip Kayıt Durumu	5	2.00	0.50	4.00	3.00	1.00
Ekmiş Olduğu Ürüne İstinaden Yıllık Kazancı	6	1.00	0.33	0.50	0.33	1.00
Kümülatif Toplam						
16.00 3.87 10.75 8.33 8.42 12.00						
Hesapla CR 0.09						

BİLGİ NOTU

Önem Derecesi	Anlamı
1	Eğit Derecede Önem
3	Orta Derecede Önem
5	Kuvvetli Derecede Önem
7	Çok Kuvvetli Derecede Önem
9	Mutlak Derecede Önem
2,4,6,8	Ara Değer

Şekil 4: Kriter puanlarını güncelleme ekranı

Kullanıcı Şekil 4’de görülen ekranda kriterler arasında ağırlıklı puanlamaları güncelleyebilecek ve hesaplayarak veri tabanına kaydını sağlayabilir. Kriterlerin ikili karşılaştırma matrisindeki simetrik değerler verilen puanlara göre otomatik olarak hesaplanarak yerleştirilmektedir. Örneğin “KKB puanı” kriteri “Borç ödeme performansına” göre önem derecesi 2 olarak seçilirse; diğerinin seçilene göre önemi otomatik olarak $1/2 = 0.5$ olarak ayarlanmaktadır. Kullanıcıya yardımcı olması için kriter puanlaması hesaplaması gerçekleştirirken puanlama değerleri ekran tasarımına “Bilgi Notu” kutucuğu olarak eklenmiştir. CR değeri 0.1 den daha büyük olarak çıkarsa kullanıcı uyarılmaktadır.

Şekil 3’de gösterilen ana menüde 5 nolu düğmeden Şekil 5 de verilen “Çiftçi Başvurularını Değerlendir” ekranına erişilmektedir. “Çiftçi Başvurularını Değerlendir” ekranı tasarlanırken, hesaplamaların gerçekleştirilmesi aşamasında kriterlerin değerlendirilmesinde uygulamada ele alınan veriler ile gerçekleştirilmiştir. Ekran tasarımında kullanıcıya yardımcı olunması açısından çiftçilerin birbirine göre değerlendirilmesi aşamasında kullanıcıya kolaylık olması düşüncesi ile “Bilgi Notu” eklenmiştir. Hesapla butonu, ikili karşılaştırma matrisine dair bilgilendirmenin yer aldığı bilgi kutuları da tasarım ekranında yer almaktadır. Kullanıcı, “Yardım” butonuna tıklayarak işlemlerin sırası ile yapılışı hakkında bilgi sahibi olabilmektedir.

Şekil 5: Çiftçi puanlama ekranı

Şekil 5'deki çiftçi başvurularının değerlendirilmesi ekranı “ÇKS Bilgileri” sekmesinde, “Çiftçi Seçimi” alanından karşılaştırılması istenen çiftçiler veritabanına kayıtlı olan verilerden bir seçim kutusunda gösterilmesi sureti ile seçilir. Çiftçi isimleri çalışmada gizlenerek yalnızca “Çiftçi X” biçiminde kodlar verilerek kullanılmıştır. Açılır kutudan seçilen çiftçi “Çiftçi Ekle” düğmesine tıklanarak birbirleri ile karşılaştırılacak “Çiftçi seçim havuzuna” yerleştirilir. Kullanıcı, çiftçi seçiminde güncelleştirme gerçekleştirmek istediğinde ilgili çiftçi seçimini “Çiftçi Seçimi Havuzu” kısmından seçerek “Seçilene Sil” düğmesine tıklayarak, sistem tarafından seçimi sağlanan çiftçinin havuzdan çıkarılmasını sağlar. “Tümünü Sil” düğmesi ise çiftçilerin tümünü silerek havuzun boşaltılmasını sağlar.

Kullanıcı, seçimini gerçekleştirdiği çiftçilerin birbirlerine göre kıyaslamasını sağlamak için “Tabloya yerleştir =>” düğmesini kullanır. “ÇKS Bilgileri” sekmesinde tabloya aktarılan çiftçilerin seçilen kritere göre birbirine göre puanlamasını oluşturur. Puanların hesaplanması Kullanıcı “Bilgi Notu” alanındaki yönlendirmelere göre “Hesapla” düğmesi yardımı ile hesaplamalar yapılarak CR değeri kontrol edilir. CR değeri tutarsızlığa işaret ediyorsa kullanıcı uyarılır.

Benzer şekilde tüm kriterlere (KKB puanı, Borç ödeme performansı, Borcuna sadıqlığı, Takip kayıt durumu, Yıllık kazanç) göre çiftçiler arasında kıyaslamalar yapıldıktan sonra Şekil-6 da verilen “Sonuç” sekmesinde “Sonuç Hesapla” düğmesi ile toplam puanlar hesaplanır. Karar verici için en yüksek puanlı çiftçi sistem tarafından işaretlenir. Örmek olarak seçilip karşılaştırılan çiftçilerin verileri (ÇKS, KKB vs.) gerçek verilere benzer olacak şekilde üretilmiş verilerdir. Bu verileri göz önünde tutularak kriter puanlaması yapan uzmanlardan biri tarafından karşılaştırılmıştır.

Çiftçi Seçimi	Çiftçi1	Çiftçi2	Çiftçi3	Çiftçi4	Çiftçi5
1	0,14117	0,06289	0,09877	0,07021	0,09175
2	0,06432	0,08675	0,23986	0,41995	0,1371
3	0,40788	0,17189	0,15253	0,11392	0,28654
4	0,07825	0,39431	0,43481	0,17680	0,40673
5	0,30838	0,28416	0,07402	0,21911	0,07788

Önceliklendirme	Alternatif Skorlar
0,0767694389517	0,06937
0,1612561163472	0,32184
0,1932112835242	0,13290
0,3191557711453	0,14847
0,17488	0,25271
0,0073374	0,07471

Şekil 6: Sonuç ekranı

Bulgular ve Tartışma

Geliştirilmiş olan KDS’de uygulama verileri ele alınarak değişik senaryolar altında test edilmiştir. Çalışılan senaryoların birisinin (S1:Senaryo 1) sonucu Şekil 5’de verilmiştir. Şekil 5’de yer alan önceliklendirme sonucunda “Çiftçi 4”- 0.319 puan ile öncelikli kredi verilecek çiftçi olarak seçilmiştir. Çiftçi 4’ü 0.193 puan ile takip ederek ikinci sırada “Çiftçi 3” yer almaktadır. Çiftçi 3’ü 0.174 puan ile “Çiftçi 5” takip ederek üçüncü sırada yer almaktadır. Çiftçi 5’i ise 0.161 puan ile “Çiftçi 2” takip ederken son sırada 0.076 puan ile “Çiftçi 1” yerini almaktadır. Geliştirilen KDS ile çiftçiler kolaylıkla puanlanabilir ve derecelendirilebilir.

S1’de sistem, uzman görüşleri ile belirlenen kriter ağırlıklarına göre sistem edilmiştir. Alternatif olarak (S2: Senaryo 2) tüm kriterlerin eşit ağırlıkta olduğu bir senaryo ile sistem testi tekrarlanmıştır. S1 ve S2 senaryolarına göre ortaya çıkan çiftçi puanları ve sıralamaları Çizelge 3’de verilmiştir.

Çizelge 3. Senaryoların Karşılaştırması

Çiftçiler	S1 Puan	S1 Sıra	S2 Puan	S2 Sıra
Çiftçi 1	0.077	5	0.081	5
Çiftçi 2	0.161	4	0.170	3
Çiftçi 3	0.193	2	0.185	2
Çiftçi 4	0.319	1	0.241	1
Çiftçi 5	0.175	3	0.156	4

Çizelge 3’te verilen senaryolar sonuçları arasındaki sıralamaların tutarlılığını değerlendirmek amacıyla, senaryoların sıralama değerleri üzerinde Spearman Sıra Korelasyonu (Spearman’s Rank-Order Correlation) testi uygulanmıştır. Testin sonucunda hesaplanan r_s değeri 0.90 olarak bulunmuştur. Test, sonuçlar bölümünde ayrıca yorumlanmıştır.

Sonuç

Geliştirilen KDS sayesinde kredi sağlayan kurum ve kuruluşlarda kredilendirme işlemlerini gerçekleştiren uzmanların çiftçi önceliklendirme ve sıralama yapmasına yardımcı olunması amaçlanmıştır. Kriterlerin ikili karşılaştırma puanları da veritabanında depolanmaktadır. Bu sayede günün değişen koşullarına göre kriterlerin ikili karşılaştırma puanları değiştirilerek ağırlıklar güncellenebilmektedir. Çalışması gerçekleştiren sistem sayesinde, kredi kurum ve kuruluşları aynı anda başvuru sağlayan çiftçiler arasında kolaylıkla önceliklendirmesini yaparak doğru, güvenilir ve bilimsel bir sıralama ile kredilendirme işlemlerini gerçekleştirebilecektir. Kullanmak isteyen uzmanın KDS’de kullanılan yöntem hakkında ayrıntılı bilgi sahibi olmasına gerek yoktur. Temel düzeyde bilgisayar kullanıcısı olması yeterlidir. Kullanmak isteyen kurumun bir teknik bir altyapı maliyetine katlanmayacağı öngörülmektedir. Çünkü geliştirilen KDS, yaygın kullanılan MS Ofis paket programının kullanıldığı her bilgisayarda kolaylıkla çalıştırılabilir.

Kredi veren her kurumun kendine özel kredi politikaları ve öncelikleri olduğu muhakkaktır. Kurum politikalarının, zamanın değişen koşullarına göre güncellenmesi durumunda sisteme uyarlanacak yeni senaryolar sayesinde kredi başvurusu yapan çiftçilerin birbirleri arasındaki göreceli durumu izlenebilecektir. Bu çalışmada S2’de gösterildiği gibi eğer uzman isterse tüm ölçütleri eşit olarak da verebilir. Çizelge 3’de, kriterlerin ağırlıkların birbirlerine göre karşılaştırıp ağırlıklarının farklı olduğu S1 ve tüm kriter ağırlıklarının eşit olduğu S2 senaryosunun sıralamaları verilmiştir. Sıralamalarda senaryolara göre değişiklikler olması beklenen bir durumdur. Verilen örnek senaryolarda birinci sırada ve sonuncu sırada çıkan çiftçilerde değişiklik olmamasına rağmen ara sıralamalarda farklılık ortaya çıkmıştır. Spearman sıra ilişkisi sonucuna göre senaryoların birbirleri ile tutarlı olduğu söylenebilir. Önerilen sistemle, uzman ölçüt ağırlıklarını değiştirerek kurumun değişen politikalarına uygun yeni senaryolar oluşturabilir.

Çalışmayı devam ettirmek isteyen araştırmacılar benzer çok kriterli karar verme yöntem ve tekniklerini (bulanık AHP, ELECTRE vb. gibi) ek olarak sisteme uyarlayabilirler. Karar verecek uzman kişinin KDS üzerinde karar vermek için sisteme uyarlanan yöntem ve teknikler arasından model tabanını da ayrıca seçmesi sağlanabilir. Sonuçlar arasında tutarlılıklar incelenebilir. Geliştirilen KDS, halihazırda aynı anda en fazla beş çiftçiye kadar destek sağlayabilmektedir. Kriter sayısı da altı olarak kısıtlıdır. Daha fazla çiftçi ve kriter eklenebilecek şekilde geliştirilebilir.

Teşekkür

Bu makalede araştırma ve yayın etiği kurallarına uyulmaktadır. Bu çalışmada etik kurul onayına gerek duyulmamaktadır. Yazar Katkıları: Muhammet Yorulmaz: Çalışma konusunun belirlenmesi, çalışmanın yürütülmesi, veri elde etme yöntemlerinin belirlenmesi. Rabia Demir: Çalışmanın yürütülmesi, verilerin toplanması, verilerin işlenmesi ve dijital ortama aktarılması. Yazarlar, bu çalışma için finansal destek almamıştır

Kaynakça

- Aydin, R. ve Atilgan Yaşa, A. 2019. Türkiye’de Tarım Kredi Kooperatiflerinin Mali Yapısı Üzerine Bir Değerlendirme. *Siirt Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 7(14): 352-368.
- Bayramoğlu, Z. ve Özdemir, Ş. 2021. Tarım Arazilerinin Değeri Üzerine Etki Eden Faktörlerin Analizi: Ankara İli Evren İlçesi Örneği. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 9(5):848-854.
- Erdoğan Bayram, S., Elmacı, Ö. and Miran, B. 2016. An Evaluation of Strawberry Production In Terms of Plant Nutrition and Farmer Applications: Evidences From Gediz River Basin, Turkey. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*, 13(1): 66-79.
- Erdoğan, Ö., Çabuk, A., Memlük, Y. and Perçin, H. 2015. Examination of Agricultural Areas Compatible With Ecological Zone Utilization Decisions Using Ahp Method: Kütahya Case. *Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 7(2): 1-16.
- Guo, S., Niu, R. and Zhao, Y. 2024. Credit evaluation and rating system for farmers’ loans in the context of agricultural supply chain financing based on AHP-ELECTRE III. *Agricultural Economics-Czech*, 70(11): 541-555.
- Güneş, E. and Movassaghi, H. 2017. Agricultural Credit Market and Farmers ’Response: A Case Study of Turkey. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 5(1): 84-92.
- Gürkan, B., Ödeker, B. and Katircioğlu, H. 2021. Compliance Analysis of Organic Fertilizer Production Plant with Analytical Hierarchy Process (AHP) in Geographical Information Systems (GIS) Environment: The Case of Tekirdağ Province. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*, 18(4): 718-729.
- Güzel, A. ve Akçaöz, H. 2023. Türkiye’de Tarımsal Amaçlı Kredi Kullanımının Gelişimi. III. International Congress of the Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology (TURJAF). 13-16 September, P. 530-541, Malatya, Türkiye.
- Hajek, P., Sahut, J. M. and Olej, V. 2024. Credit rating prediction using a fuzzy MCDM approach with criteria interactions and TOPSIS sorting. *Annals of Operations Research*, 1-29.
- Karakayacı, Z., Oğuz, C. ve Reis, S. 2016. Tarım Ekonomisi Dergisi Konya İli Çumra İlçesindeki Tarım Arazilerinin Değerlerini Etkileyen Faktörlerin Farklı Yaklaşımlarla Analizi. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 22(17): 17-27.
- Kaya, E. ve Kadanalı, E. 2020. Geçmişten günümüze lider tarımsal kredi kuruluşu: TC Ziraat Bankası. *Muhasebe ve Finans Tarihi Araştırmaları Dergisi*, (19): 131-152.
- Kayıoğlu, Ç. ve Türksoy, S. 2023. Tarımda Sürdürülebilirlik ve gıda güvenliği. *Bursa Uludag Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 37(1): 289-303.
- KKB. 2024. Çiftçi Kayıt Sistemi, <https://www.kkb.com.tr/urunler/ciftci-kayit-sistemi>, (Erişim tarihi: 13.12.2024).

- Özalp, A. Y., Özalp, M. and Akıncı, H. 2017. Investigating Impacts of Large Dams on Agricultural Lands And Determining Alternative Arable Areas Using Gis And Ahp In Artvin, Turkey. *Selcuk University Journal of Engineering ,Science and Technology*, 5(1): 83-95.
- Saaty, T. L. . 1980. The analytic hierarchy process : planning, priority setting, resource allocation. McGraw-Hill, New York.
- Saaty, T. L. and Katz, J. M. 1990. How to make a decision: The analytic hierarchy process. *European Journal of Operational Research*, 48(1): 9-26.
- Saaty, T. L. 2008. Relative measurement and its generalization in decision making why pairwise comparisons are central in mathematics for the measurement of intangible factors the analytic hierarchy/network process. *Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Fisicas y Naturales - Serie A: Matematicas*, 102(2): 251-318.
- Şahin, M. and Toroğlu, E. 2020. Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) kullanılarak Pınarbaşı ilçesi (Kayseri) arazilerinin tarımsal uygunluk derecelerinin belirlenmesi. *Türk Coğrafya Dergisi*, (75): 119-130.
- Taşkıran, R. ve Özüdoğru, H. 2010. Türkiye’de tarımsal kredi uygulamaları. *Gazi Üniversitesi Ticaret ve Turizm Eğitim Fakültesi Dergisi*, (1): 150-163.
- TC ziraat Bankası. 2024. TC Ziraat Bankası Ticari Krediler, <https://www.ziraatbank.com.tr/tr/ticari/krediler>, (Erişim tarihi: 08.12.2024).
- TKK. 2024. Kredili Satış - Türkiye Tarım Kredi Kooperatifleri, <https://www.tarimkredi.org.tr/faal%C4%B1yetler/kredili-satis>, (Erişim tarihi: 08.12.2024).
- Tolun, B. G. ve Tümtürk, A. 2020. AHP ile Bütünleşik Gri İlişkisel Analiz Yöntemi ile Makine Seçimi: Tarım Makinaları Üretim İşletmesinde Bir Uygulama. *Yönetim ve Ekonomi Dergisi*, 27(1): 21-34.
- Wang, H. 2022. Model and application of farmers’ credit risk early warning system based on T-S fuzzy neural network application. *Mathematical Biosciences and Engineering*, 19(8): 7886-7898.
- Yağış, O. 2024. Tarım Sektörünün Ekonomik Büyümeye Etkileri: Türkiye İçin ARDL Sınır Testi Yaklaşımı. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 33(2): 334-348.
- Yorulmaz, M. and İç, Y. T. 2022. Development of a decision support system to determine engineering student achievement levels based on individual program output during the accreditation process. *Education and Information Technologies*, 27(4): 4447-4472.



Effect of Different Irrigation Levels on Some Lettuce (*Lactuca sativa*) Varieties Grown in Kocaeli Conditions^A

Yusuf GÜVENALTIN¹, Hayrettin KUŞÇU^{2*}

Abstract: The effects of varying irrigation levels on some lettuce cultivars were examined in this study. The research was conducted in Kocaeli province during the 2020-2021 growing season in a greenhouse. A split-plot design was employed in the experiment. Five irrigation levels (0.25 E, 0.50 E, 0.75 E, 1.00 E, and 1.25 E) were established by using the amount of water evaporated (E) from a 100 mm glass petri dish as a reference in the sub-plots. The main plots contained the varieties Carteganas, Concorde, and Melina. Head weight, diameter, length, root length, and leaf number values showed statistically significant ($P<0.01$) differences according to variety (V), irrigation level (IL), and V x IL interactions. The highest average head weight was obtained as 516.9 g in the Melina variety, followed by the Concorde and Carteganas varieties. The highest average head weight was obtained from 0.75 E at 581.2 g, while the lowest was obtained from 0.25 E at 224.8 g. The highest values in all yield components were obtained from the 0.75 E irrigation level. Relatively low values were obtained at 0.25 E and 0.50 E irrigation levels. According to the results obtained, the appropriate lettuce variety can be selected by considering the market value, and Melina, which has a higher unit mass, can be preferred. In addition, it was concluded that small petri dishes could be used in planning the irrigation time for lettuce grown in unheated greenhouse conditions in Kocaeli, and it can be recommended to use a value of 0.75 as the crop-pan coefficient.

Keywords: Curly lettuce, deficit irrigation, evaporation, head lettuce, yield.

^A Produced from a master's thesis. This study does not require ethics committee permission. The article has been prepared in accordance with research and publication ethics.

* Sorumlu Yazar/Corresponding Author: ²Hayrettin Kuşçu, Bursa Uludağ University, Faculty of Agriculture, Department of Biosystems Engineering, Nilüfer, Bursa, Türkiye, kuscu@uludag.edu.tr, [OrcID 0000-0001-9600-7685](https://orcid.org/0000-0001-9600-7685).

¹ Yusuf Güvenaltın, Kocaeli University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Kartepe, Kocaeli, Türkiye, yguvenaltin@gmail.com [OrcID 0000-0002-4311-8450](https://orcid.org/0000-0002-4311-8450)

Farklı Sulama Seviyelerinin Kocaeli Koşullarında Yetiştirilen Bazı Salata (*Lactuca sativa*) Çeşitleri Üzerine Etkisi

Öz: Bu çalışmada, farklı sulama seviyelerinin bazı salata çeşitleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Araştırma, Kocaeli ilinde sera koşullarında 2020-2021 yetiştiricilik mevsiminde yürütülmüştür. Denemede, tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme deseni kullanılmıştır. Ana parsellerde çeşitler (Carteganas, Concorde ve Melina) ve alt parsellerde ise 100 mm'lik cam petri kabından buharlaşan su miktarı (E) referans alınarak oluşturulan beş sulama seviyesi (0.25 E, 0.50 E, 0.75 E, 1.00 E ve 1.25 E) yer almıştır. Baş ağırlığı, çapı, boyu, kök uzunluğu ve yaprak sayısı değerleri çeşit (V), sulama seviyesi (IL) ve V x IL interaksiyonlarına göre istatistiksel olarak önemli ($P<0.01$) farklılıklar göstermiştir. En yüksek ortalama baş ağırlığı Melina çeşidinde 516.9 g olarak elde edilirken onu sırasıyla Concorde ve Carteganas çeşitleri izlemiştir. En yüksek ortalama baş ağırlığı 0.75 E konusundan 581.2 g olarak elde edilirken en düşük ise 224.8 g ile 0.25 E konusundan elde edilmiştir. Verim bileşenlerinin tümünde en yüksek değerler 0.75 E sulama seviyesinden elde edilmiştir. 0.25 E ve 0.50 E sulama seviyelerinde göreceli olarak düşük değerler elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, pazar değeri de dikkate alınarak uygun salata çeşidi seçimi yapılabileceği gibi birim kütlesi daha yüksek olan Melina tercih edilebilir. Bunun yanında, Kocaeli'de ısıtmasız sera koşullarında yetiştirilen salata için sulama zamanının planlanmasında küçük petri kaplarının kullanılabileceği sonucuna ulaşılmış olup ve bitki-kap katsayısı olarak 0.75 değerinin kullanılması önerilebilir.

Anahtar Kelimeler: Kıvırcık salata, kısıntılı sulama, buharlaşma, baş salata, verim.

Introduction

Although the origin of the lettuce and salad plant is shown as the Mediterranean and the Middle East, it has become an indispensable element of all cuisines today. While it is usually raw, it can also be consumed as pickles or cooked in Far-Eastern countries. Lettuce, indispensable for tables, is usually consumed raw in Turkey. It is in the group of appetizing vegetables with its minerals. It is a good diet vegetable with 94-95% water content in its leaves (Yağmur and Aydın, 2021).

One of the 38 vegetable species currently grown in Turkey is lettuce. 6.2% of total vegetable production is in the vegetables with edible leaves group. Lettuce species are grouped according to leaf characteristics. They are grouped as curly-leaf lettuce (*Lactuca sativa* var. *Crispa*), head lettuce (*Lactuca sativa* var. *Capitata*), and lettuces (*Lactuca sativa* var. *Longfolia*) (Sarıyer and Akbudak, 2022). The production period occurs in a short period of 2-3 months. Turkey produces it in open or greenhouse conditions every month and according to the season. Especially in the Marmara, Aegean, and Mediterranean regions, production continues with high commercial returns in every season of the year except June-August. In order to obtain the highest income in our

country, producers produce in open field conditions in the Aegean and Mediterranean regions and greenhouse conditions in other regions in December-February (Vural et al., 2000). Producers generally grow lettuce plants as a second or third crop. Producers prefer to grow cucumbers, tomatoes, and beans in spring and summer, while they prefer lettuce plants in winter. Despite relatively high initial establishment costs, greenhouse plant production is an agricultural method with high economic returns due to early product introduction, no gaps in the market, high product quality, and higher yields (Yıldırım et al., 2015).

Kocaeli province is important in greenhouse cultivation, especially in the winter months. Since natural rainfall cannot be used in greenhouse cultivation, irrigation is the most important input. Effective use of irrigation water, labor savings, the ability to provide plant nutrients with irrigation water, and the advantage it provides in combating weeds and diseases cause the drip irrigation method to be preferred in greenhouse cultivation (Yıldırım et al., 2015). A limited number of studies have been conducted in our country on the irrigation of different lettuce varieties under open field or greenhouse conditions (Turhan et al., 2014; Abd-Elrahman et al., 2022; Yavuz et al., 2023). In these studies, it is seen that irrigation programs based on soil moisture, as well as irrigation programs in which the amount of water evaporated from the Class A evaporation pan is taken as a reference, are widely used (Öneş et al., 1995; Yazgan et al., 2006; Acar et al., 2008; Bozkurt et al., 2009; Çebi et al., 2014; Yıldırım et al., 2015; Kaya et al., 2016). However, it is seen that producers in our country do not adopt these methods much when planning the irrigation schedule, especially in protected plant production. In addition, previous studies have shown that the response of irrigation applications to yield and quality may differ according to the irrigation method, plant species and variety, and climate and soil characteristics. The literature reviews found no study on planning irrigation schedules for different lettuce varieties grown under protected plant conditions in Kocaeli.

This study aims to prepare an appropriate irrigation program by revealing the response of different lettuce varieties grown in greenhouses in the ecological conditions of the Karamürsel district of Kocaeli province to different irrigation levels in terms of yield and quality, using the amount of water evaporated from a small petri dish as a reference, for the winter months.

Material and Method

Research area

The research was carried out in an unheated greenhouse environment (40°39' North, 29°36' East, 410 m above sea level) with an area of 300 m² in the Karapınar neighborhood of the Karamürsel district of Kocaeli province during the winter months of the 2020-2021 production season. The treatments were carried out between December and April. The ridge height of the greenhouse is 3.5 m, and it is constructed from stainless galvanized pipes. The greenhouse cover material is polyethylene and has properties such as ultraviolet additive, infrared ray absorber, dust prevention, and fog prevention. Soil samples taken from the experimental area were analyzed in

the Soil and Water Resources Laboratory of the Atatürk Horticulture Central Research Institute of the Ministry of Agriculture and Forestry of the Republic of Turkey (Table 1). According to the results of the analysis, the soil, which has a loamy texture, is slightly salty. It was evaluated that the experimental area was suitable for vegetable cultivation based on previous cultivation experiences. In Kocaeli-Karamürsel, located in the southeast of the Marmara Region, summer months are generally hot and rainy with little rainfall, and winter months are rainy and cool. The district's annual average temperature is around 14.5 °C. The coldest days are January and February, and the hottest are July and August. Karamürsel district receives an annual average of 705 mm of rainfall. While most rainfall falls in December and January, the lowest values are recorded in July and August. Annually, 112 days of rainfall occur in the district. The average relative humidity of the district is 67%, and the dominant wind direction is generally southeast. (Anonymous, 2021). During the experimental period, the ambient temperature inside the greenhouse varied between 17-35 °C, and the average relative humidity was 68%.

Table 1. Some properties of the experimental area soils

Depth (cm)	Soil texture	pH (sat.)	EC25 (sat.) ($\mu\text{mhos cm}^{-1}$)	Lime (%)	Organic matter (%)	Available phosphorus (P_2O_5 , ppm)	Available potassium (ppm)
0-30	50	6.81	507	0.20	2.46	53	118
	Loamy	Neutral	Lightly salted	Very little	Middle	High	Low

Agricultural applications and experimental treatments

The experiment was set up in a randomized block split-plot design with four replications. Lettuce (*Lactuca sativa*) varieties were in the main plots, and irrigation levels were in the subplots (Table 2). The plant to plant spacing of in each plot was 33 cm, and the row spacing was 40 cm; 16 plants were planted in one plot, and 48 seedlings were planted in one replication. In the trial, 60 plots were created with three varieties, five irrigation levels, and four replications ($3 \times 5 \times 4$), and 960 lettuce seedlings were planted. The plot area represents the area of each sub-plot (6.336 m^2). A head lettuce variety known as Iceberg, "Carteganas," a variety known as Mediterranean lettuce, "Concorde," and a variety known as curly lettuce, "Melina," were used as crop material. Carteganas is a head lettuce variety with a very slow stemming characteristic in hot weather conditions and is highly resistant to *Nasonovia Ribisnigri* (aphid). It has a medium-sized, attractive head structure and is resistant to leaf tip burn (Rijkzwaan, 2021). The Concorde variety has high yield, deep curly leaves with very slow stemming, large and open head structure, and long shelf life after harvest (Rijkzwaan, 2021). The Melina variety has a circular head and frilled leaf shape; its leaves are thick, juicy, and crisp. It is a commercial variety suitable for fresh consumption. The variety has a late stemming feature and is suitable for autumn, winter, spring, and early summer cultivation in temperate regions. It is resistant to some races of lettuce downy mildew, aphids, and lettuce mosaic virus (Melina, 2021).

Table 2. Experimental treatments

Main plots (Lettuce varieties)	
Variety 1	Cartagena
Variety 2	Concorde
Variety 3	Melina
Submain plots (Irrigation levels)	
25% E	Application of irrigation water at the level of 25% evaporated water from the pan
50% E	Application of irrigation water at the level of 50% evaporated water from the pan
75% E	Application of irrigation water at the level of 75% evaporated water from the pan
100% E	Application of irrigation water at the level of 100% evaporated water from the pan
125% E	Application of irrigation water at 125% evaporated water from the pan

Fermented barnyard manure was spread on the soil during soil preparation. No other fertilization was done. A drip irrigation system was established after the experimental area was plowed and hoed with a hoeing machine. The seedlings were planted on 28.12.2020. The first water was given on the same day. Hoeing was done on January 20, 2021, and February 15, 2021, to ensure soil aeration and weed control. Irrigation water was given to the plants with a drip irrigation system.

The irrigation system control unit used in the experimental consists of central, side, and lateral pipes. Lateral pipes have inline drippers with a diameter of 16 mm and 33 cm intervals. The flow rate of the drippers on the laterals was measured as 1.9 L h⁻¹ under 1 atm constant pressure in the tests conducted before the trial. The diameter of the central and side pipes was arranged as 32 mm. Mini valves were used to transition from side pipes to laterals, and ball valves were used from the main pipe to the side pipes. The distance between the laterals is arranged to equal the row spacing (40 cm).

Determination of the amount of irrigation water to be applied and the irrigation program

In determining the amount of irrigation water to be applied, evaporation data obtained from a glass petri dish (diameter: 100 mm and high: 20 mm), which is practical to use in greenhouses, were used. Cemek et al. (2004) found a linear relationship between the glass dishes placed on the soil surface and the A-class evaporation dish in their study conducted with Petri dishes so that farmers could obtain more practical and easy results as an alternative to the daily evaporation amounts from the A-class evaporation dish in determining the amount and time of irrigation in their production in greenhouses. In this study, the amount of irrigation water was determined by using the evaporation values of the Petri dishes placed in the greenhouse according to the instructions given by Cemek et al. (2004) with the following equality.

$$I = E \times kpc \times A \times P \quad (1)$$

In the equation, I is the amount of irrigation water (L), E is the cumulative evaporation amount in two irrigation intervals (mm), kpc is the pan-crop coefficient, A is the plot area (m²), and P is the wetted area ratio. In this study, E (pan) values were determined by taking into account the daily value read from a 100 mm glass petri dish, and irrigation was carried out when every 7.5 mm cumulative evaporation amount was reached as a result of preliminary experiments. Since the winter season was within seasonal norms, the irrigation interval changed between 5-12 days according to the determined evaporation amount. In the study where the pan and crop coefficients were considered together, the kpc values were taken as 0.25, 0.50, 0.75, 1.00, and 1.25 according to irrigation treatments. The wetted area ratio was taken as 1 in this study. Since the drip irrigation method was used for the irrigation of lettuce varieties, the amount of irrigation water determined in terms of volume was converted to minutes by taking into account the number of drippers and flow rate in each sub-plot, and irrigation water was applied for the specified time for each experimental treatment. Valves were used to provide water to the plots for the specified time.

Statistical analysis

The data obtained from the experiment was analyzed using the SPSS-23 package program with the analysis of variance (ANOVA) technique. According to the F test, when statistically significant differences were observed between the experimental treatments, Duncan's Multiple Range Test was performed to determine the differences between the means.

Results and Discussion

Amounts of irrigation water applied

Immediately after planting the plants, equal amounts of water (10 mm) were applied to all subplots. Subsequent irrigations were applied according to the experimental treatments. Irrigation dates and the amounts of irrigation water applied in each irrigation are given in Table 3. A total of 12 irrigations were carried out, excluding the irrigation water. According to the experimental treatments, the total amount of seasonal irrigation water applied to lettuce plants varied between 30.9 mm and 113.4 mm.

Table 3. Amounts of irrigation water applied to sub-plots according to irrigation treatments (mm)

Date	Irrigation treatments				
	25% E	50% E	75% E	100% E	125% E
28.12.2020	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
05.01.2021	1.9	3.8	5.6	7.5	9.4
13.01.2021	1.9	3.8	5.6	7.5	9.4
22.01.2021	1.9	3.8	5.6	7.5	9.4
05.02.2021	1.9	3.8	5.6	7.5	9.4
10.02.2021	1.9	3.8	5.6	7.5	9.4
22.02.2021	1.9	3.8	5.6	7.5	9.4
04.03.2021	1.9	3.8	5.6	7.5	9.4
09.03.2021	1.9	3.8	5.6	7.5	9.4
14.03.2021	1.9	3.8	5.6	7.5	9.4
19.02.2021	1.9	3.8	5.6	7.5	9.4
24.03.2021	1.9	3.8	5.6	7.5	9.4
Total	30.9	51.8	71.6	92.5	113.4

Head weight

The effect of variety and irrigation levels on lettuce head weight was statistically significant at the 1% probability level (Table 4). According to the average data, the highest head weight was seen in the Melina variety, also known as curly lettuce, followed by the Concorde variety, also known as red lettuce, and the lowest lettuce weight was obtained in the Cartegenas variety, also known as Iceberg lettuce. According to the evaluation of different irrigation levels, the highest head weight was obtained from the 75% E irrigation level. In comparison, the lowest was determined from the 25% E irrigation application. In the case of 100% E, where 100% of the water evaporated from the petri dish was taken as a reference, the average head weight was in the second group according to the Duncan test. It was followed by 125% E and 50% E irrigation treatments. The effects of different irrigation levels on head weight by varieties are given in Figure 1. The highest head weight was obtained in the Melina variety with 75% E irrigation, while the lowest head weight was obtained in the Cartegenas variety with 25% E treatment. Yıldırım et al. (2015) determined that yield increased with increasing irrigation water in a study they conducted on lettuce plants under deficit irrigation conditions in unheated glass greenhouse conditions in Çanakkale province. In a study conducted by Al-Bayati and Şahin (2018) in open field conditions in Konya province, the highest average marketable head weight was determined as 865.85 g in I₁₂₀ treatment. The lowest average marketable head weight was 475.68 g in the I₆₀ treatment. Kuslu et al. (2008) reported in their study carried out under greenhouse conditions that the increase in irrigation water salinity caused a decrease in yield in curly lettuce, and the highest yield was obtained at low salinity levels (0.3-1.2 dS m⁻¹) as 245-248 g plant⁻¹. Çerez (2020) reported that in the production of curly lettuce with limited water application in two different periods, autumn and spring, the highest average head weight was obtained from the

S₁₂₀ treatment with 1130.8 g for the autumn period and from the S₁₀₀ treatment with 1170.8 g for the spring period. It is thought that these differences in lettuce head weight values are due to the variety, irrigation water level, water quality, and other different agricultural practices.

Table 4. Head weight, diameter, height, root length, and leaf number values of different lettuce varieties under different irrigation levels

Treatment	Head weight (g)	Head diameter (cm)	Head length (cm)	Root length (cm)	Number of leaves (cm)
Variety (V)					
Carteganas	219.8 c	27.8 a	27.9 b	16.9 b	12.2 c
Concorde	335.3 b	26.5 b	29.3 a	17.6 a	26.9 b
Melina	516.9 a	26.9 b	27.2 c	18.0 a	32.1 a
Irrigation level (IL)					
25% E	224.8 e	23.3 d	24.8 d	16.1 c	20.1 e
50% E	298.2 d	26.4 b	27.6 c	18.4 b	22.1 d
75% E	581.2 a	34.8 a	32.4 a	19.0 a	30.0 a
100% E	360.8 b	24.7 c	28.9 b	16.1 c	22.8 c
125% E	321.7 c	26.2 b	26.9 c	17.9 b	23.8 b
Significance					
V	**	*	**	*	**
IL	**	**	**	**	**
V×IL	**	**	**	**	**

Note: Small letters indicate statistically significant differences among experimental treatments. **, * Significant at the 1% and 5%, respectively.

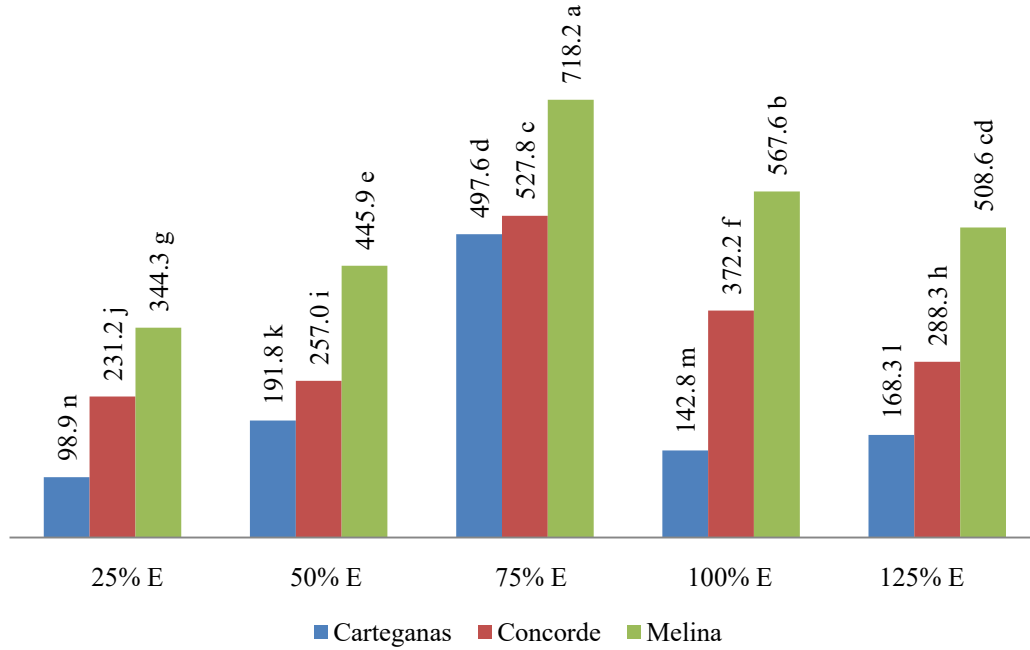


Figure 1. Head weight (g) values of lettuce varieties under different irrigation levels

Note: According to the Duncan test for each variety, different letters indicate significant differences at a 5% probability level.

Head diameter

The effect of different varieties and irrigation levels on lettuce head diameter was statistically significant (Table 4). The highest head diameter was obtained in the head lettuce variety Carteganas, followed by Melina, a curly lettuce, and Concorde, a red curly lettuce. According to the evaluation made in terms of different irrigation levels, the highest head diameter was obtained from 75% E irrigation level, while the lowest was determined from 25% E irrigation. The effects of different irrigation levels on head diameter by varieties are given in Figure 2. The highest head diameter in all varieties was obtained from 75% E irrigation, while the lowest head diameter values were determined from 25% E. The highest head diameter was obtained in the Carteganas variety under 75% E irrigation application, followed by the Concorde variety. Mohamoud (2019) reported that curly lettuce reached the highest head diameter in 125% irrigation application. The results of this study show that different varieties and irrigation levels can cause differences in lettuce head diameter.

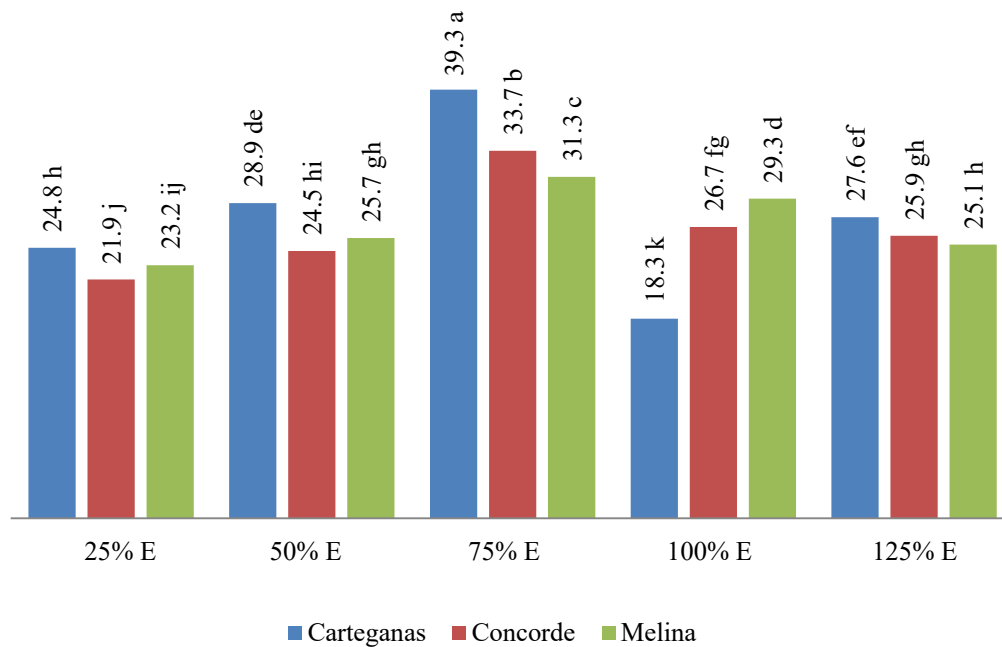


Figure 2. Head diameter (cm) values of lettuce varieties under different irrigation levels

Note: According to the Duncan test for each variety, different letters indicate significant differences at the 5% probability level.

Head length

The results of variance analysis for the effect of lettuce varieties grown under different irrigation levels on head length are given in Table 4. The effect of variety (V), irrigation level (IL), and $V \times IL$ interaction on lettuce head length was statistically significant at a 1% probability level. According to the average data, the highest head length was seen in the Concorde variety, followed by Carteganas, and the lowest head length was obtained in the

Melina variety. When the average head length values on three lettuce varieties under different irrigation levels were examined, 75% E irrigation level obtained the highest head length. At the same time, the lowest was determined from 25% E irrigation application. In 100% E, where 100% of the evaporated water from the Petri dish was taken as reference, the average head weight was in the second group in the Duncan test, followed by 50% E and 125% E treatments, respectively. The effects of different irrigation levels on head length by varieties are given in Figure 3. The highest head length was obtained from the Concorde variety under 75% E irrigation level according to the interaction between variety and irrigation levels. In comparison, the lowest was obtained from 25% E × Melina. Al-Bayati and Şahin (2018) observed an increase in head length as the amount of irrigation water increased in the limited water application they carried out in open fields in Konya conditions on lettuce, while the highest head length was obtained from I₁₂₀ and I₁₀₀ treatments. The data show that variety, irrigation level, open field or under cover cultivation systems, and cultural practices can affect head length.

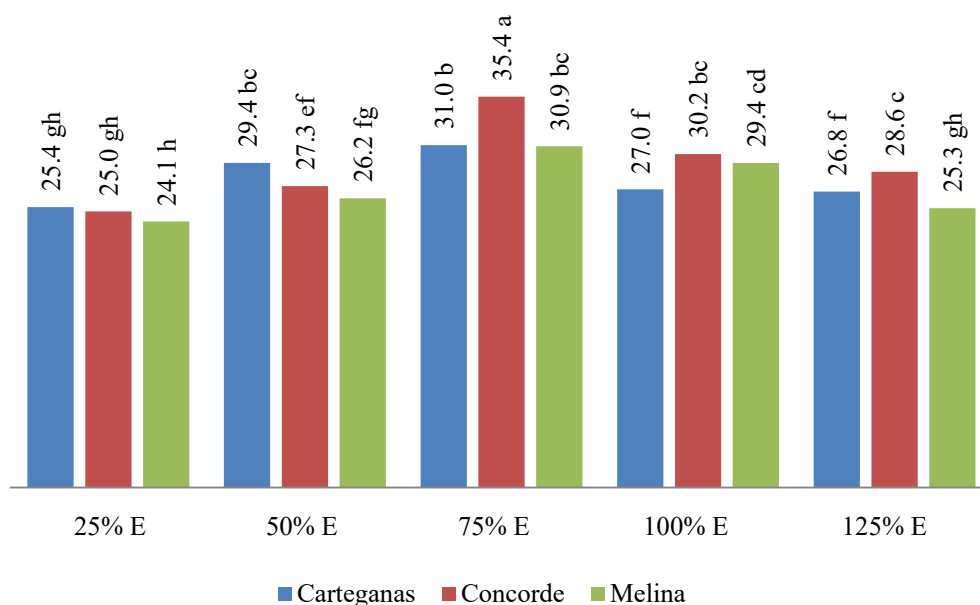


Figure 3. Head length (cm) values of lettuce varieties under different irrigation levels

Note: According to the Duncan test for each variety, different letters indicate significant differences at a 5% probability level.

Root length

The highest root length was obtained in curly lettuce Melina and red lettuce Concorde varieties, while the lowest root length was obtained in the Iceberg lettuce Carteaganas variety (Table 4). The effect of irrigation levels on root length was significant at a 1% probability level. The highest root length was obtained from 75% E irrigation level, followed by 50% E and 125% E treatments. The 100% E, where 100% of the evaporated water from the

pan was taken as reference, and the lowest irrigation level, 25% E treatment, were in the last group according to the Duncan test in average root length. The effects of different irrigation levels on root length by varieties are shown in Figure 4. The longest roots were measured in Melina variety 75% E and 125% E irrigation levels, followed by Cartegenas × 75% E and Concorde × 50% E interactions, respectively. Çerez (2020), Acar et al. (2008), and Al-Bayati and Şahin (2018) reported that different irrigation levels did not affect root length in limited water application in lettuce (*Lactuca sativa* L. var. Longifolia).

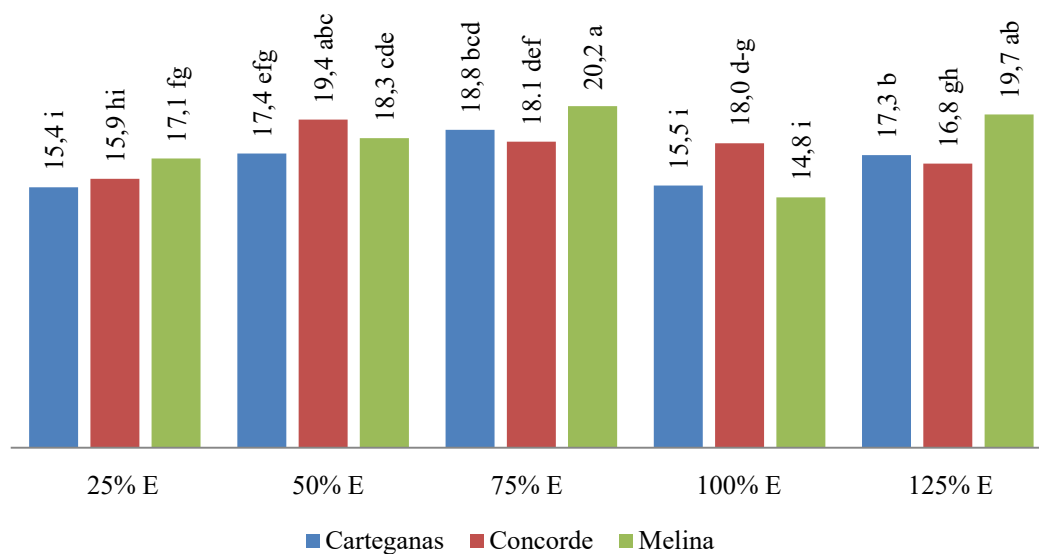


Figure 4. Root length (cm) values of lettuce varieties at different irrigation levels

Note: According to the Duncan test for each variety, different letters indicate significant differences at a 5% probability level.

Number of leaves

The average leaf number values of lettuce varieties under different irrigation levels are given in Table 4. According to the average data, the highest leaf number was obtained in the Melina variety, followed by the Concorde and Cartegenas varieties. When the average leaf number values of different irrigation levels on three lettuce varieties were examined, the highest leaf number was obtained from a 75% E irrigation level. At the same time, the lowest was determined from a 25% E irrigation application. The effects of different irrigation levels on leaf numbers by variety are given in Figure 5. The highest leaf number was obtained in the Melina variety under 75% E irrigation, while the lowest leaf number was determined from 25% E application in the Cartegenas variety.

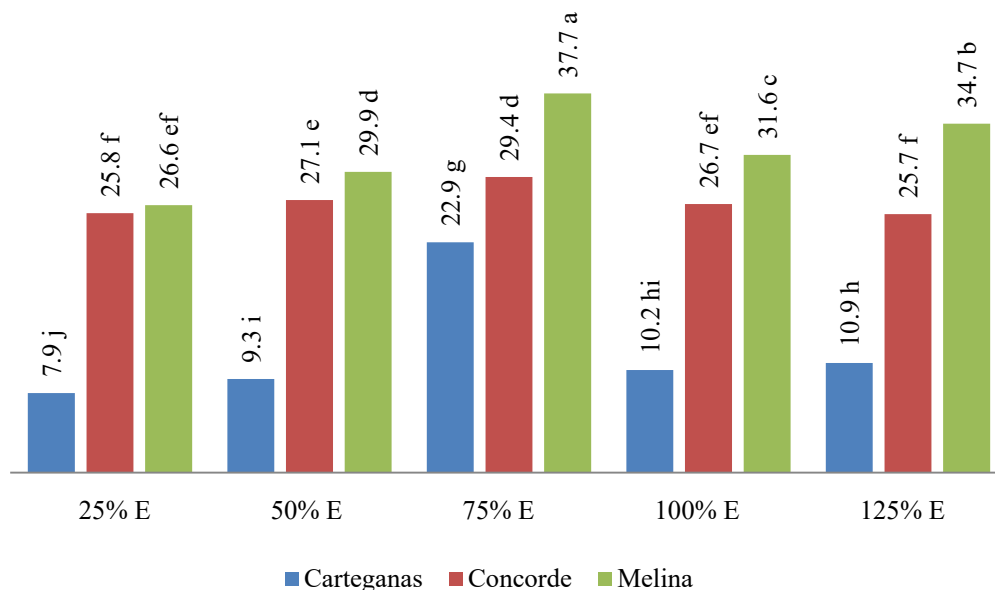


Figure 5. Leaf count values of lettuce varieties at different irrigation levels

Explanation: According to the Duncan test for each variety, different letters indicate significant differences at the 5% probability level.

Conclusion

This study investigated the effects of the amount of water evaporated from Petri dishes on head yield and some yield components of three different lettuce varieties under different irrigation levels. In the study conducted under unheated greenhouse conditions in Kocaeli, the pan-crop coefficients (Kpc) were taken as 0.25, 0.50, 0.75, 1.00, and 1.25, and irrigation treatments were formed as 0.25 E, 0.50 E, 0.75 E, 1.00 E, and 1.25 E. As a result of the study, it was determined that all the parameters examined according to the varieties and different irrigation levels showed statistically significant ($P < 0.01$) differences. The highest yield was obtained from the Melina variety, followed by the Concorde and Cartegenas varieties. The highest values in yield and yield components were obtained from 75%E, treatment to which irrigation water was applied as 75% evaporated from the Petri dish. According to the study results, it is not recommended since the yield and yield component values are relatively lower under 25% E and 50% E irrigation treatments. Depending on the variety preference, it may be recommended to take 75% of the evaporated water as a reference by using 100 mm glass Petri dishes in the irrigation program for lettuce grown in greenhouses in Kocaeli.

Acknowledgments

This study does not require approval from the ethics committee. The article was prepared using research and publication ethics. The first author contributed 60%, and the second contributed 40% to the publication. There is no conflict of interest between the authors.

References

- Abd-Elrahman, S.H., Saady, H.S., El-Fattah, D.A.A., and Hashem, F.A.E. 2022. Effect of irrigation water and organic fertilizer on reducing nitrate accumulation and boosting lettuce productivity. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 22(2): 2144-2155.
- Acar, B., Paksoy, M., Türkmen, Ö., and Seymen, M. 2008. Irrigation and nitrogen levels affect lettuce yield in greenhouse conditions. *African Journal of Biotechnology*, 7(24): 4450-4453.
- Al-bayati, Y.F.A., ve Şahin, M. 2018. Konya ili açık tarla koşullarında marul bitkisinin su-verim parametrelerinin belirlenmesi. *Toprak Su Dergisi*, 7(2): 38-45.
- Anonymous 2021. Karamürsel Coğrafya. <https://www.karamursel.bel.tr/karamursel/cografya36> (Date of access: 08.08.2021).
- Bozkurt, S., Mansuroglu, G.S., Kara, M., and Onder, S. 2009. Responses of lettuce to irrigation levels and nitrogen forms. *African journal of Agricultural Research*, 4(11): 1171-1177.
- Cemek, B., Kara, T., Apan, M., ve Taşan, M. 2004. Sera koşullarında A-sınıfı buharlaşma kabı ve küçük buharlaşma kaplarından buharlaşan su miktarı arasındaki ilişkiler. *Bursa Uludag Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 18(2): 13-24.
- Çebi, Ü., Çakır, R., Altıntaş, S., ve Özdemir, A.G. 2014. Plastik seralarda yetiştirilen hıyar ve kıvrıkcık baş salata bitkilerinin sulama zamanı ve su kullanımı planlaması. *Atatürk Toprak Su ve Tarımsal Meteoroloji Araştırma İstasyonu Müdürlüğü Yayınları (TAGEM-BB-080201 L2). Yayın No: TAGEM, 1.*
- Çerez, N.E. 2020. Konya İli Sera Koşullarında Farklı Sulama Suyu Düzeylerinin Marul Bitkisinin Gelişim Ve Verimine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı.
- Kaya, S., Evren, S., ve Daşcı, E. 2016. Yarı-kurak iklim koşullarında a sınıfı kap buharlaşmasını tahmin için çeşitli eşitliklerin karşılaştırılması. *Bursa Uludag Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 30(2): 1-9.
- Kuslu, Y., Dursun, A., Sahin, U., Kiziloglu, F.M., and Turan, M. 2008. Effect of deficit irrigation on curly lettuce grown under semiarid conditions. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 6(4): 714-719.
- Mohamoud, S.S. 2019. Farklı Su Stresi Koşullarının Bazı Kıvrıkcık (*Lactuca sativa* var. erispa) ve Göbekli (*Lactuca sativa* var. Longifolia) Marul Çeşitlerinde Verim ve Kalite Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı.

- Melina. 2021. Melina Özellikleri. <http://agtohum.com.tr/melina> (Date of access: 08.08.2021).
- Öneş, A., Demir, K., B. Çakmak ve B. Kendirli. 1995. Sera koşullarında yetiştirilen ve damla sulama yöntemi ile sulanan başsalatanın (*Lactuca sativa* var. Capitata) sulama zamanının planlanması. 5. *Ulusal Kültürteknik Kongresi*, p:207-217, 30 Mart-2 Nisan 1995, Antalya, Türkiye.
- Rijkzwaan. 2021. Cartagenas RZ (4582) Iceberg. <https://www.rijkwaaan.com.tr/%C3%A7e%C5%9Fidinizi%20bulun/marul/cartagenasrz37> (Date of access: 08.08.2021)
- Sarıyer, E., and Akbudak, N. 2022. Determination of heavy metals in lettuce depending on the source of irrigation water. 5. *International Icontech Symposium on Innovative Surveys in Positive Science*, p:169-177, 5-6 February 2022, Şanlıurfa, Türkiye.
- Turhan A., Kusu H., Ozmen N., Serbeci, M.S., and Demir, A.O. 2014. Effect of different concentrations of diluted seawater on yield and quality of lettuce. *Chil. J. Agric. Res.*, 74: 111-116.
- Vural, H., Eşiyok, D., ve Duman, İ. 2000. *Kültür sebzeleri: Sebze yetiştirme*. Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, EÜ Basımevi.
- Yağmur, B., ve Aydın, Ş. 2021. Çinko (Zn) uygulamalarının marul (*Lactuca Sativa* L.) bitkisinin bazı yaprak besin element içeriklerine etkisi. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 9(1): 57-63.
- Yavuz, D., Seymen, M., Kal, Ü., Atakul, Z., Tanrıverdi, Ö.B., Türkmen, Ö., and Yavuz, N. 2023. Agronomic and physio-biochemical responses of lettuce to exogenous sodium nitroprusside (SNP) applied under different irrigation regimes. *Agricultural Water Management*, 277, 108127.
- Yazgan, S., Ayas, S., ve Büyükcangaz, H. 2006. Örtü altında yetiştirilen baş salatanın (*Lactuca sativa* var. Olenka) sulama zamanının planlanması. *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi*, 9(1): 88-91.
- Yıldırım, M., Bahar, E., ve Demirel, K. 2015. Farklı sulama suyu seviyelerinin serada yetiştirilen kıvırcık marulun (*Lactuca sativa* var. Campania) verimi ve gelişimi üzerine etkileri. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 3(1): 29-34.



Balıkesir İlinde Ahır Gübresi Kullanımındaki Sorunlar ve Toprak Organik Maddesinin Önemi^A

Gökhan ÖZSOY¹, Abdullah ORHAN², Rojin GÜLER^{3*}

Öz: Sürdürülebilir toprak yönetimi ve toprak sağlığı açısından toprağın organik madde içeriği kilit faktörü oluşturmaktadır. Ancak toprak organik maddesine gereken önem yeteri kadar verilmemektedir. Çalışma alanında, topraktaki organik madde düzeyini yeterli bir seviyeye yükseltmek için tarımsal yöntemlerin uygulanmasında bazı sorunlar veya bilgi eksikliği bulunmaktadır. Özellikle, ahır gübresinin depolanması için uygun gübre çukurlarının inşası büyük bir sorun haline gelmiştir. Bu çalışmada toprak organik maddesinin önemi vurgulanmış, Balıkesir ilinde ahır gübresinin depolanması ve tarlaya uygulanmasındaki sorunlar tartışılmış, ahır gübresi konusunda üreticilerin beklentileri sorgulanmış ve bazı çözüm önerileri getirilmiştir. Sonuçlara göre, bölgedeki küçük işletmelerin ortak sorunu, ahır gübresi için uygun depolama koşullarını sağlayamamaları ve uygun gübre depolarının inşası için ekonomik kaynak bulamadıklarıdır. Ayrıca, büyük bir çoğunluk ahır gübresinin uygunsuz depolanmasının çevre kirliliğine yol açabileceğinin farkında değildir. Bu konuda bölge üreticisinin kapsamlı maddi desteğe ve uygulamalı eğitime ihtiyacı bulunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Ahır gübresi, Balıkesir, organik madde, su kirliliği, toprak.

^A Yapılan bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir. Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır.

* **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** ³ Rojin GÜLER, Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Bursa, Türkiye, rojinguler@uludag.edu.tr, [OrcID 0009-0003-6422-2227](https://orcid.org/0009-0003-6422-2227)

¹ Gökhan ÖZSOY, Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Bursa, Türkiye, ozsoyg@uludag.edu.tr, [OrcID 0000-0002-4421-7936](https://orcid.org/0000-0002-4421-7936)

² Abdullah ORHAN, Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Bursa, Türkiye, abdullahorhan98@hotmail.com, [OrcID 0009-0004-1543-1265](https://orcid.org/0009-0004-1543-1265)

Atıf/Citation: Özsoy, G., Orhan, A. ve Güler, R. 2025. Balıkesir İlinde Ahır Gübresi Kullanımındaki Sorunlar ve Toprak Organik Maddesinin Önemi. *Bursa Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 39(1), 143-166.

Problems in the Use of Barnyard Manure in Balıkesir Province and the Importance of Soil Organic Matter

Abstract: The organic matter content of the soils in terms of sustainable soil management and soil health constitutes a key factor. However, the necessary importance of soil organic matter is not given sufficiently. In the study area, there are some problems or a lack of information on the application of agricultural methods to raise the level of organic matter in the soil to a sufficient level. In particular, constructing suitable pits for storing barnyard manure has become a major problem. In this study, the importance of soil organic substance was emphasized, the issues in the storage and application of barnyard manure in Balıkesir province were discussed, the producers' expectations were questioned, and some solutions were given. According to the results, the common problem of small enterprises in the region is that they cannot meet the appropriate storage conditions for barnyard manure or find economic resources to construct appropriate fertilizer tanks. Further, a large majority are unaware that inappropriate storage of barn manure can lead to environmental pollution. In this regard, the regional producer needs comprehensive financial support and practical training.

Keywords: Barnyard manure, Balıkesir, organic matter, water pollution, soil.

Giriş

Sürdürülebilir tarımın ilk hedefi toprağı sağlıklı tutmak ve gelecek nesillere üretkenliğinin azalmayacak şekilde ulaştırılmasını sağlamaktır (Özsoy, 2012; Anonim, 2025). Toprak sağlığı ve toprak kalitesi terimleri dünya çapında giderek daha fazla araştırma konuları içinde yer almaktadır (Doran ve ark., 1994; Doran ve Jones, 1996; Magdoff ve van Es, 2009). Genel olarak, toprak sağlığı ve toprak kalitesi eş anlamlı olarak kabul edilir ve birbirinin yerine kullanılabilir. Doran ve Parkin (1994) toprak kalitesini bir toprağın, ekosistem ve arazi kullanım sınırları içinde, üretkenliği sürdürme, çevre kalitesini koruma, bitki ve hayvan sağlığını teşvik etme kapasitesi olarak tanımlamaktadırlar. Toprak fiziksel, kimyasal veya biyolojik bazı kısıtlamalar sonucunda tam kapasitesine göre çalışmadığında, sürdürülebilir üretkenlik ve uzun vadede net çiftçi karı tehlikeye girmektedir (Özsoy, 2012).

Başta toprak etüdleri olmak üzere, tüm toprak araştırmaları, bitkisel üretim için toprakların özellikleri hakkında başvurulabilecek ilk bilgi kaynağı olmalıdır. İncelenen arazi ile ilgili olarak tüm bilgiye sahip olan detaylı toprak haritaları ve etüd raporları toprakların karakterleri hakkında bilgi sahibi olmak adına çok önemli birer kaynaktır. Toprakların tarımsal potansiyelini sınıflandırmak için, bir toprak etüd ve haritalama araştırmasında tarif edildiğı gibi tarımsal uygulamalar için en önemli toprak özelliklerini listelemek yararlıdır. Bu toprak özelliklerini başta drenaj sınıfı ve taban suyu seviyesi, su tutma kapasitesi, eğim, kök derinliği, su geçirgenliği, toprak üzerindeki trafik yükü, toprak erozyonu seviyesi, taşlılık ve kayalılık, toprak reaksiyonu

(pH), tekstür ve rakım (yükseklikten doğacak iklim farklılıkları) oluşturmaktadır (Anonim, 2008; Schindelbeck ve ark., 2017). Topraklar, bu özelliklere göre tarımsal üretim için çok iyi, iyi, orta, zayıf ve çok zayıf olarak sınıflandırılabilir (Özsoy, 2012).

Toprak sağlığı veya kalitesi toprak organik maddesiyle yakından ilişkilidir. Organik maddenin toprakların fiziksel, biyolojik ve kimyasal özellikleri üzerine yapıcı etkisi bulunmaktadır (Magdoff ve Weil, 2004; Magdoff ve van Es, 2009; Özsoy, 2012; Schindelbeck ve ark., 2017).

Bu çalışmada toprak organik maddesinin önemi vurgulanmış, toprakların organik madde seviyelerini artırıcı uygulamalar açıklanmış ve Balıkesir ilinde tarımsal üretim yapan çiftçilerin organik gübre kullanımına gösterdikleri yaklaşım araştırılmıştır. Üreticiler ile yapılan görüşmeler sonucunda onların uygulamaya yönelik soruları ve sorunları derlenmiş ve bazı çözüm önerileri sunulmuştur.

Toprak ve Yaşamsal Önemi

Toprak arzın yüzeyini bir kaç milimetre ile bir kaç metre arasında örten, çeşitli kayaçların ve organik materyalin ayrışmasıyla oluşan, içinde ve üstünde geniş bir canlılar alemi barındıran, karasal bitkilere durak yeri ve besin kaynağı olan, içinde belli oranda su ve havayı içeren, iklimin, yaşayan organizmaların, topoğrafyanın, yeryüzünün karasallaşma süreci içindeki farklı zaman dilimlerinde karşılıklı etkileri sonucunda ortaya çıkan ve çoğu kez birbirinden farklı katmanlardan kurulu canlı, dinamik ve üç boyutlu bir ortamdır (Cangir, 1991).

Toprak, yer kabuğunun içinde yaşam bulunan en üst kısmının bir parçasıdır. Alt sınırı biyolojik etkinliğin son bulunduğu katı veya gevşek kayaçlarla, üst sınırı ise vejetasyon örtüsü, sığ sular veya atmosferle sınırlandırılmış olup yan taraflarında komşu topraklar bulunur. Toprak üç boyutlu bir ortamdır. Yüzeyinden derine doğru farklı kalınlıklarda, çoğu zaman yatay olarak gelişmiş ve farklı özellikleri gösterdiği için birbirinden ayrılmış horizonlardan kuruludur. Bir toprak farklı cins ve büyüklükte minerallerden, organik madde ve humustan oluşur. Mineraller ve humus ortamda belirli bir şekilde dizilmişler ve boşluklar sistemi olan bir toprak strüktürü oluşturmuşlardır. Toprak içindeki bu boşluklar belli oranlarda hava ve su barındırır (Schnachtschabel ve ark., 1989; Brady ve Weil, 1999; Özsoy, 2012).

Toprak doğal bir gövde olup dinamiktir. Bu gövde veya varlık bir kayacın iklim olaylarına bağlı olarak ayrışması ve toprak oluşturan faktörlerin (ana materyal, iklim, topoğrafya, canlılar ve zaman) etkisiyle değişime uğraması ile oluşmuştur ve bu değişim devam etmektedir. Topraklar birbirinden çok farklı özellikler gösterebilirler. Zaman içinde değişen kayaç, eğim, iklim, vejetasyon farklılığı ve kültür topraklarının kullanım farklılığı toprakların gelişimlerini etkiler. Toprak erozyonu ile taşınma-birikme süreçleri ve çeşitli iklim olaylarının yol açtığı bazı etkileşimler sonucu birbirlerinin özelliklerini de etkileyebilirler (Schnachtschabel ve ark., 1989; Sağlam ve ark., 1993; Özsoy, 2012).

Topraklar canlılara yaşam ortamı olarak hizmet etmektedir. Bitkiler için onların dik durmalarını sağlayan, onlara su-hava ve besin sağlayan bir ortam sağlar. Ayrıca üzerinde ve içinde yaşayan çeşitli makro canlılar ve mikroorganizmalar için yaşama, beslenme ve korunma ortamıdır (Brady ve Weil, 1999). Temiz hava, temiz su

için sağlıklı topraklara ihtiyacımız vardır. Toprak karbon döngüsü, su döngüsü ve azot (N) döngüsünün vazgeçilmez ana üyelerinden birisidir. Topraklar birçok çevre elementlerine karşı tampon özelliği sağlar ve zararlı maddeleri filtreleyerek daha temiz bir taban suyu oluşmasını sağlar. Karbondioksiti tutarak atmosfere salınımını engeller (Özsoy, 2012). Organik maddenin mineralizasyonu ve azotun ortaya çıkmasında toprak vazgeçilmez bir ortamdır (Magdoff ve Weil, 2004).

Toprak kıt bir kaynaktır ve çok hızlı bir şekilde kaybedilebilir. Birkaç milimetre kalınlığındaki toprak örtüsünün oluşumunda yüzlerce yılın geçmesi gerekir (Cangir, 1991). Ancak insan etkisiyle hızlandırılmış toprak erozyonu yoluyla çok hızlı bir sürede yitirilebilir. Toprak canlı bir ortamdır. Dünyamızda yaşayan tüm canlı organizmalar bir şekilde toprağa muhtaçtırlar. Bu bağlamda toprağın yerine geçebilecek bir alternatifi de bulunmamaktadır (Özsoy, 2012).

Yukarıda özetlenen temel fonksiyonları nedeniyle topraklar insanların en değerli ve en çok koruması gereken varlıkları arasında yer almaktadır. Bu durum Avrupa Konseyinin Toprak Şartında kesin bir şekilde belirtilmiştir.

Toprak Organik Maddesi ve Önemi

Toprak organik maddesi mineral toprağın içinde bulunan bitkisel ve hayvansal ölü dokuları, hayvan dışkıları, bitki ve hayvanların çeşitli salgı maddeleri ve tüm bunların değişim ürünlerinden oluşmaktadır. Toprak üstü ve içinde yaşayan canlı organizmalar ile canlı bitkilerin kökleri toprak organik maddesi olarak sayılmazlar (Schnachtschabel ve ark., 1989; Sağlam ve ark., 1993; Magdoff ve Weil, 2004; Özsoy, 2012).

Toprakta organik madde ana ölçekte üç gruba ayrılabilir;

- 1) Henüz toprağa düşmüş ve orijinini koruyan bitki ve hayvanların döküntüleri,
- 2) Fazla değişime uğramamış, oldukça stabil, bitki ve hayvan dokusu olup olmadığı belli olmayan, çözünmüş organik maddeler (humus),
- 3) İkisi arasında geçiş katmanı durumunda bulunan, çeşitli ara ürünler içeren karışım ürünleri yer almaktadır.

Döküntü maddelerinin strüktürü morfolojik olarak tanımlanabilirken humin maddeler, ileri derecede değişime uğramış, yüksek moleküllü ve içinde doku strüktürü belirlenemeyen maddeler olarak tanımlanmaktadır.

Toprakta organik maddenin birikmesi ve özellikleri büyük oranda iklimin etkisi altındadır. Ilıman-humid iklim koşullarında sıcaklığın yükselmesiyle organik maddenin mikrobiyal ayrışması hızlanır ve toprağın organik madde miktarı azalır. Artan sıcaklığın ayrışmayı arttırıcı etkisi yüksek yağış ve bunun sebep olduğu anaerobik koşullarla engellenebilir.

Toprak organik maddesi toprağın biyolojik özelliklerini olumlu yönde etkiler: Birçok makro canlı ve özellikle de toprak mikro organizmaları besin kaynağı olarak organik madde ve onun içindeki bileşiklerin peşindedirler. Toprağa düşen kaba bir organik madde çoğu zaman makro canlılar tarafından daha küçük parçalara ayrılır. Toprak mikroorganizmaları organik madde içerisinde bulunan ve kendilerine besin olan karbon

(C), azot (N), kükürt (S), fosfor (P), şeker, protein, vb. gibi maddeleri alabilmek için organik maddeyi ayrıştırırlar. Bir yandan ortaya çıkan C, N, P ve S gibi elementlerin biyolojik oksidasyonu ile ortaya çıkan karbondioksit (CO₂), nitrat (NO₃), primer ortofosfat (H₂PO₄), sekonder ortofosfat (HPO₄), sülfat (SO₄) gibi bazı mineralizasyon ürünleri mikroorganizmaların hücre asimilasyonlarını sağlarken diğer yandan da yüksek bitkilerin besin ihtiyaçlarını sağlamaktadırlar. Toprakta makro canlılar ve mikro organizma popülasyonu toprakların organik madde içeriği ile doğru oranda artmaktadır. Ancak aşırı organik maddenin biriktiği (>15%) topraklarda zamanla pH düşmekte ve solucan (biyolojik) aktivitesi en alt düzeye gerilerken mantar aktivitesi artmaktadır (Schnachtschabel ve ark., 1989; Sağlam ve ark., 1993; Gong ve ark., 2009; Özsoy, 2012; Maltas ve ark., 2018; Weber ve ark., 2018).

Toprak organik maddesi toprağın kimyasal özelliklerini olumlu yönde etkiler: Bitki gelişimi için toprağın besin maddesi içeriği önemlidir. Organik madde içinde tutulmuş besin maddeleri (özellikle azot, fosfor, potasyum ve kükürt) toprak florası ve faunası tarafından bitkilerin alabileceği forma dönüştürülür. Çoğunlukla bunlar kendi bünyelerinin yapı elementi olarak kullanılır ve dolaylı yoldan bu durum gerçekleşir, böylece organik madde yavaş akan bir besin maddesi kaynağı oluşturur. Bir toprakta biyolojik aktivite ne kadar yüksekse organik madde içindeki besin maddelerinin akışı da o kadar yoğun olur. Organik madde, özellikle demir ve diğer mikro elementlerle birleşerek şelat oluşturur; bu da bu elementlerin bitki tarafından alınmasını kolaylaştırır (Reeves, 1997; Zhong ve ark., 2015; Wysocka-Czubaszek, 2019; Oldfield ve ark., 2019).

Organik madde, su tutma kapasitesini ve ortam ısını arttırarak toprakta gerçekleşen kimyasal tepkimelerin de daha hızlı olmasını sağlar. Toprak kolloidleri arasında katyon değişim kapasitesi en yüksek olan tanecik humustur. Organik madde toprağın tamponluk kapasitesini de arttırır (Schnachtschabel ve ark., 1989; Sağlam ve ark., 1993; Özsoy, 2012; Schrumpf ve ark., 2013).

Toprak organik maddesi toprağın fiziksel özelliklerini olumlu yönde etkiler: Organik madde özellikle topraklarda kaba porlara sahip agregatların oluşmasını ve strüktürün stabil olmasını sağlar. Toprakların porozitesini (gözeneklilik) yükseltir. Kumlu topraklarda tanecikleri birbirine yapıştırarak bağlar. İyi strüktür tiplerinin oluşmasını ve granülasyonu arttırır. Bu durum silt, tın ve kil toprakları için önemlidir çünkü bu toprakların hava ve su bütçesini iyileştirir. Organik madde kendi ağırlığının 3-5 katı kadar su tutabilir. Bu özellik bünyelerinde fazla su tutamayan kumlu topraklar için önemlidir. Su fazlalığı yaşayan killi topraklarda tanecikler arasına girerek kilin olumsuz fiziksel özelliklerini (plastiklik, yapışma, vb.) düzenler ve toprak porlarının su-hava dengesini iyileştirir. Organik madde toprağın havalanma, su tutma, ısınma ve geçirgenliği gibi toprak fiziksel özelliklerini iyileştirerek bitkiler ve toprak canlıları için daha ideal yetiştirme ortamı sağlar ve aynı zamanda besin maddelerinin yarıyışlı hale geçmelerini sağlayarak toprağın kimyasal özelliklerini de olumlu yönde etkilemektedir. Toprak rengini koyulaştırması ile toprakta ısıyı artırır (Schnachtschabel ve ark., 1989; Sağlam ve ark., 1993; Özsoy, 2012; Lui ve ark., 2015; Haddaway ve ark., 2016; Shi ve ark., 2019; Xu ve ark., 2019).

Walkley-Black ıslak oksidasyon yöntemi (Richards, 1954) ile bulunan yüzde miktara göre toprakta organik madde gruplandırılması Çizelge 1'de verilmiştir. Ancak Türkiye Toprak ve Arazi Sınıflaması Standartları Teknik Talimatına (Anonim, 2008) göre içerdikleri organik madde miktarına göre topraklar Çizelge 2'de verildiği şekilde sınıflandırılmaktadır.

Çizelge 1. Walkley-Black ıslak oksidasyon yöntemi ile bulunan yüzde miktara göre toprakta organik madde gruplandırılması (Richards, 1954).

Organik madde miktarı (%)	Toprakta yeterlilik durumu
0 - 1	Çok az
1 - 2	Az
2 - 3	Orta
3 - 4	İyi
> 4	Yüksek

Çizelge 2. Türkiye Toprak ve Arazi Sınıflaması Standartları Teknik Talimatına göre toprak organik madde miktarına göre yapılan sınıflama (Anonim, 2008).

Toprak	Organik madde	Oran (%)
Çok fakir	Çok düşük	< 1
Fakir	Düşük	1 – 1.5
Orta	Orta	1.5 – 2.5
Zengin	Yüksek	> 2.5

Ülkemiz toprakları organik madde bakımından genellikle fakirdir (Eyüpoğlu, 1999). Bu durum yoğun işlemeli tarım yapılan arazilerde toprak yapısının da bozulmasına sebep olmaktadır. Toprak sağlığı düşünüldüğünde, toprakların organik madde içeriklerinin % 3'den az olmaması gerekir. Oluştukları bölge iklim verilerine bağlı olarak değişmekle birlikte, iyi bir toprak yönetimi için toprakların organik madde içeriklerinin % 5 seviyelerine getirilmesi hedeflenmelidir.

Toprakta organik madde miktarına; uygulanan toprak işleme tekniği, bitki çeşidi veya arazinin kullanım şekli, hasat sonrası tarlada kalan sap-samanın bulunduğu arazide değerlendirilip değerlendirilmediği, tarımsal üretimde kullanılan gübre çeşidi ve iklim koşulları etkilidir. Bitkisel üretimde yoğun kimyasal azotlu gübre kullanımı yerine ahır gübresi, yeşil gübreleme, vermikompost ve diğer kompost ürünlerini kullanarak toprakların organik madde içerikleri artırılabilir. Ayrıca kireçli topraklara uygulanacak organik gübreler ile örneğin mısır yetiştiriciliğinde topraktaki kirecin verimliliğe olası olumsuz etkisinin önüne geçebilir (Ordu ve Aşık, 2021).

Toprak Organik Maddesinin Arttırılması

Toprakta organik maddenin ana kaynağı bitki ve hayvan artıklarıdır. Tarım topraklarında bitki artıkları genellikle tarım arazisinde kalan hasat sonu anız artıklarıdır. İklim özellikleri, kültürel yaklaşımlar, erozyon ve geçmişten gelen hatalı tarımsal uygulamalar sonucu ülkemiz topraklarının organik maddece fakir olduğu düşünüldüğünde tarım topraklarının organik maddelerce daha zengin duruma getirilmesi çeşitli organik atıkların toprağa dışarıdan ilavesi ile olabilmektedir. Bu konuda başvurulabilecek en önemli kaynak ahır gübresidir. Toprağa ahır gübresi vermek toprak verimliliğini arttırmak demektir. Bu nedenle olanaklar dahilinde tarım topraklarına 2-3 yılda bir

ahır gübresi uygulanması tavsiye edilmektedir. Ahır gübresinin etkisi ilk yılda en fazla olup, geçen her yıl kademeli olarak azalmaktadır.

Toprağa organik maddeler ölü bitki artıkları, hasat kalıntıları, ölü edafon ve organik gübreleme şeklinde kazandırılabilir. Tarımsal üretimde toprakların organik madde içeriklerinin artırılmasına yönelik başvuru en yaygın uygulamalar; Anızın toprakla karıştırılması, çiftlik (ahır) gübresi kullanımı, yeşil gübreleme, kompost uygulaması, tavuk gübresi, organik atıklar ve karışık organik ürünler şeklinde sıralanabilir (Schnachtschabel ve ark., 1989; Sağlam ve ark., 1993; Özsoy, 2012).

Anız: Özellikle buğday, arpa gibi bitkilerin hasat sonu artıkları toprakla karıştırılarak toprak altında çürümeye terk edilir. Ancak sap-samanın toprakta çürümesi veya mineralize olması kısmen zordur ve zaman alır. Samanın toprakta mikrobiyal ayrışmasının hızlandırılabilmesi için ek olarak ortama azot verilmesi gerekmektedir. Çünkü samanda C/N oranı yüksektir. Çoğu genel uygulamada sap-saman toprak ile karıştırılırken kimyasal azotlu gübre takviyesi yapılmaktadır. Kullanılacak kimyasal azotlu gübre tarımsal girdi masrafını artırmaktadır. Eğer yonca, kolza veya çayır gibi bir yeşil gübreleme ile kombine edilirse sap-saman çürümesi hızlanır. Azotça zengin baklagiller, azotça fakir sap-saman ile birlikte toprağa karıştırılırsa, azot bakımından zengin yeni organik bileşikler oluşur ve ek bir kimyasal azot gübrelemesine gerek kalmayabilir. Bu süreci iyi yönetebilmek adına, sap-saman üzerine yeşil gübreleme amacıyla bitki ekimi yapılacak yeterli zaman yoksa çiftlik kompostu, çimen artıkları, öğütülmüş budama artıkları ve ahır gübresi gibi organik atıklar da kullanılabilir.

Anız artıkları yağmur sularının toprağa girişini artırır ve yüzey akışını azaltarak eğimli alanlarda erozyonla toprak taşınmasını azaltır. Topraktaki anız parçaları buharlaşmayı engeller, toprak nemini korur ve toprak sıcaklığını artırarak mikroorganizmalar için uygun yaşam konforu sağlar ve onların faaliyetlerini artırır. Anız yakılması toprakta sıcaklığın aşırı artmasına, toprak neminin azalmasına, toprak strüktürünün bozulmasına, besin maddesi kaybına, makro ve mikro canlıların popülasyonunun azalmasına, iklim değişikliği ve küresel ısınmaya, toprak yüzeyinin bitkisiz kalmasıyla toprak erozyonuna yol açmaktadır. Görüldüğü gibi zararları saymakla bitmeyen anız yakma işlemi iyi bir tarımsal üretim, iyi bir toprak yönetimi ve toprak sağlığı açısından uygun değildir (Schnachtschabel ve ark., 1989; Sağlam ve ark., 1993; Özsoy, 2012).

Ahır Gübresi: Çiftlik hayvanlarının katı ve sıvı dışkıları ile yataklık olarak kullanılan materyalden oluşmaktadır. Ahır gübresi, yüksek organik madde içermesinin yanı sıra makro ve mikro besin maddeleri de içermektedir. Ahır gübresinin içeriği, sağlandığı kaynak olan hayvanın cinsi, yaşı, beslenme koşulları, kullanılan altlık malzemesinin türüne göre değişmekle beraber bir genelleme yapılmak istenirse; ahır gübresi bileşiminde % 75 su, % 17 organik madde, % 6 oranında inorganik maddeler bulunmaktadır. Çeşitli hayvan dışkılarının besin maddesi içeriği büyük oranda su içeriklerinin farklı olmasından kaynaklanmaktadır. At ve koyun gibi hayvanların dışkıları sığır dışkısına kıyasla daha az su içermekte olup, bu gübrenin çürümesi (olgunlaşma-kompost) daha kolay olur, ancak çürüme esnasında yüksek ısı oluşturur. Fazla kuru madde içeren bu gübreler bitki besin maddeleri bakımından sığır gübresinden daha zengindir. Öte yandan kümes hayvanlarının dışkısı özellikle N, P ve K bakımından en zengin olanıdır. Genellikle N ve K sıvı dışkıda katı kısma oranla daha fazladır. Buna karşılık katı kısım P bakımından sıvı kısma oranla daha zengindir. Özellikle azot ve potasyumca zengin

olan idrar içerisindeki besin maddeleri kısa zamanda bitkinin istifadesine sunulabilir durumdadır. Diğer taraftan katı gübredeki besin maddelerinden bitkilerin faydalanabilmesi için daha uzun bir zamanın geçmesi gerekmektedir. Ahır gübresi makro besinler yanında mikro bitki besin maddeleri bakımından da zengindir. Değerler değişebilmekle beraber, yaklaşık olarak bir ton ahır gübresinde 5-6 kg N, 2-5 kg P, 4-6 kg K, 3 kg Ca, 1-2 kg Mg, 10 kg silisyum (Si) ve 1 kg S bulunmaktadır. Bu duruma göre ahır gübresinde N ve K fazla, P ise daha azdır (Brady ve Weil, 1999). Topraktaki fosforun ana kaynağını kayalar oluşturmaktadır. Sadece ve uzun süre ahır gübresi ile gübrelenen topraklarda ek olarak fosforlu gübreleme de yapılması gerekebilir. Ahır gübresi az miktarda mangan (Mn), çinko (Zn), bakır (Cu), demir (Fe) gibi bazı mikro besin elementlerini de içermektedir (Schnachtschabel ve ark., 1989; Sağlam ve ark., 1993; Brady ve Weil, 1999).

Çiftlik hayvanlarından elde edilen gübre miktarı hayvanın cinsine, yaşına, beslenme şekli ve yem kuru maddesine göre değişmekle beraber sığır, at ve koyunlardan elde edilebilecek bir yıllık taze gübre miktarı sırasıyla 12-15 ton, 8-16 ton, 0.5-0.9 ton'dur. Ahır gübresinin toprağa etkisi kimyasal gübrelerin aksine çok yönlüdür. Ahır gübresi toprağa besin maddesi kazandırırken toprağın biyolojik, kimyasal ve fiziksel özelliklerini de iyileştirir (Schnachtschabel ve ark., 1989; Sağlam ve ark., 1993; Brady ve Weil, 1999).

Gübrelik: Ahırların günlük temizliği sırasında dışarıya çıkarılan gübrenin yığılıp korunduğu bir gübre çukuru gerekir. Çukur kapasitesine göre gübreliğin 3-6 ayda bir boşaltılacağı varsayılır. Ahır temizliğinde kullanılan su ayrı bir çukurda veya tankta biriktirilebilirse bu süre artabilir. Bir sığır için gübre verimi ortalama $0.75-1.0 \text{ m}^3 \text{ ay}^{-1}$ 'dir. Bir işletmede gübreliğin 6 ayda bir boşaltılacağı düşünülürse 500 kg canlı ağırlık için gübrelik tabanının 3 m^2 olması gerekir. Böylece günde 2.5 m yüksekliğe kadar yığın oluşturulabilir (Schnachtschabel ve ark., 1989; Sağlam ve ark., 1993).

Gübrelik tesis edilirken dikkat edilecek bazı noktalar bulunmaktadır. Bunlar kısaca özetlenecek olursa;

- 1) Taze gübrenin taşınması kolay olmalı ve işçiliği azaltacak şekilde gübrelik ahıra yakın olmalıdır.
- 2) Gübrelik tesis edilirken direkt güneş ışını almayan veya az alan bir bölge seçilmelidir. Ahırın kuzeye bakan kısmı yer seçimi açısından idealdir.
- 3) Gübrelik tabanı yeraltı sularına olası bir sızıntıyı önlemek için iyice sıkıştırılmalıdır.
- 4) Eğer katı ve sıvı gübre aynı gübrelikte depolanacaksa gübrelik taban kısmının en az 60 cm daha altına sıvı gübrenin toplanacağı bir şerbet çukuru yapılmalıdır. Sıvı akışının sağlıklı bir biçimde gerçekleşmesi için gübrelik tabanı şerbet çukuruna doğru yaklaşık %5 eğim verilerek inşa edilmelidir. Her bir büyük baş hayvan başına 3 m^3 'lük şerbet çukuru yapılabilir.
- 5) Gübrelik etrafından dışarı şerbet ve gübre sızmamaları için önlem alınmalıdır. Çevresine yeterli kalınlıkta ve yükseklikte duvar örülebilir.
- 6) Yağmur sularının gübrelik içine girmesi mümkün olduğunca engellenmelidir.

Ahır gübresinin çürümesi (yanma-ihimarı) ve saklanması: Organik gübrelerin bitkilere yararlı olabilmesi için mineralize olmaları gerekmektedir. Yani gübrenin olgunlaşması ve besin elementlerinin bitkilere

yarayışlı forma geçmeleri gerekir. Ahır gübresinin olgunlaştırmadan doğrudan yaş olarak tarlaya uygulanması çeşitli sorunlar yaratabilmektedir. Bu sorunlar kısaca;

- 1) Yaş gübrenin tarlaya taşınma ve uygulama güçlüğü,
- 2) Hijyenik sorunlar yaratması,
- 3) Geçici de olsa toprakta azot noksanlığına yol açabilmesi olarak sıralanabilir.

Çok sulu ve yapışkan gübrenin taşınması ve tarlaya uygulanması, iş gücünde zorluklara yol açmakta ve özel ekipman gerektirmektedir. Taze gübre içerisinde genellikle zararlı mikroorganizmalar ve parazitler mevcuttur. Bu zararlı organizmalar olgunlaşma sırasında aktivitelerini kaybederler. Taze uygulama esnasında bu organizmalar çevre sağlığına zarar verebilir ve suları kirlitebilirler. Taze gübre olgunlaşmadığı için azot yüzdesi düşüktür. Taze gübrenin C/N oranı geniştir. Bu nedenle gübreyi parçalayan mikroorganizmalar kendi vücut yapıları için ihtiyaç duydukları azotu topraktan sağlarlar. Çünkü taze gübre içindeki N mikroorganizmaların ihtiyacını karşılayabilecek düzeyde değildir. Bu durum, toprakta geçici bir N noksanlığına yol açabilir. Tüm bu etkilerin olumlu düzeye çekilebilmesi için ahır gübresi bir yığın şeklinde olgunlaşması için bekletilir. Yığın şeklinde bir süre bekletilen gübre mikroorganizmalar tarafından ayrıştırılır. Olgunlaşmış gübre bitki besin maddeleri bakımından daha zengindir. Taze gübredeki azotun önemli bir kısmı suda çözünebilir şekildedir. Olgunlaşma süresince mikroorganizmalar tarafından organik forma dönüşen azot zaman içinde yavaş yavaş ayrışarak serbest hale geçer ve bitkilere daha uzun vadede faydalı olur. Olgunlaşmış gübrenin P çözünürlüğü daha fazladır. Ayrıca, olgunlaşma sonrası gübrenin C/N oranı 20/1'e kadar düşer. Bunun yanında, olgunlaşma sırasında gübre içindeki yabancı ot tohumları, hastalık etmenleri ve parazitler etkilerini kaybederler (Schnachtschabel ve ark., 1989; Sağlam ve ark., 1993).

Yığın şeklinde saklanan ahır gübresinde oluşabilecek kayıpların azaltılması ve iyi bir olgunlaşmanın (yanma) sağlanabilmesi için bazı temel hususlara dikkat edilmelidir.

- 1) Gübre yığını iyice sıkıştırılmalıdır.
- 2) Gübre yığını yeterli seviyede nem içermelidir.
- 3) Gübre yığını, atmosfer etkilerinden en az etkilenecek bir konumda yer almalıdır.
- 4) Gübre yığımından suyun sızması mümkün olduğunca önlenmelidir.
- 5) Olanaklar ölçüsünde yığın bozulmadan saklanmalıdır.

Ahır gübresinin tarlaya taşınması ve uygulanması: Ahır gübresinin tarlaya uygulanması için en uygun zaman ilkbahar ve sonbahardır. Bu iki uygulama zamanından hangisinin daha uygun olacağının tespitinde toprağın tekstürü ve bölgeye düşen yağış miktarı dikkate alınmalıdır. Hafif tekstürlü topraklarda fazla yağış alan bölgelerde ahır gübresi tercihen ilkbahar aylarında verilmelidir. Özellikle yağış alan alanlarda ahır gübresi sonbahar aylarında verilirse gübre değeri önemli ölçüde kaybedilebilir. Az yağış alan bölgelerde, ağır topraklarda ahır gübresinin sonbahar aylarında verilmesi daha uygun olur. Ahır gübresi tarlaya ekim-dikimden 2-3 hafta önce verilebilir.

Ahır gübresinin tarlada bekletilme süresi ve şeklide önemlidir. Yapılan araştırmalar ahır gübresinin tarlada yığın şeklinde bekletilme süreci artıkça hemen toprak altına uygulanmasına göre önemli ölçüde besin değeri kaybına uğradığını göstermektedir. Gübre tarla yüzeyine yayılır ve beklenirse yığın şeklinde bekletilmesine göre çok daha fazla besin değerinde kayıp oluşmaktadır. Ahır gübresinin etkisi 3 yıl devam etmektedir. Bu etki derecesi birinci yılda % 50, ikinci yılda % 30, üçüncü yılda % 20 olarak kabul edilmektedir. Bu durum bölgenin iklim, toprak yapısı ve gübrenin uygulanma yöntemine göre değişebilmektedir. Toprağa uygulanacak gübre miktarının belirlenmesinde toprağın organik madde içeriği, yetiştirilen bitki çeşidi, toprağın tekstürü ve yağış miktarı dikkate alınır. Genel bir ifade ile; ahır gübresi dekara en az 1 ton ilave edilir, ancak organik maddece çok zayıf alanlarda ise bu miktar dekara 2-3 tona kadar çıkartılabilir. Tarlaya taşınan gübre, vakit geçirilmeden homojen bir şekilde toprak yüzeyine serilir ve karıştırılır. Gübrenin toprakla karıştırılma derinliği iklim, toprak ve kullanılan gübrenin miktar ve niteliğine göre ayarlanır. Gübre, yeterli havanın bulunduğu ve aynı zamanda korunabileceği bir derinliğe uygulanmalıdır. İnce tekstürlü veya nemli topraklarda kumlu olanlara kıyasla daha yüzeye verilmelidir. Bir kural olarak gübre hangi derinliğe verirse verilsin üzeri toprakla örtülmelidir. Ancak toprakta bitki varsa (meralar, çayır alanlar, vb.) toprak yüzeyine serpilir (Schnachtschabel ve ark., 1989; Sağlam ve ark., 1993; Özsoy, 2012; Havlin ve ark., 2023).

Yeşil Gübre: Gelişimini tamamlamış yeşil halde başta baklagil bitkileri olmak üzere, kimi bitkilerin, toprakla karıştırılmasına yeşil gübreleme, bu işlemden kullanılan bitkilere ise yeşil gübre bitkileri denmektedir. Yeşil gübrelemenin en önemli faydası toprak organik maddesini arttırmasıdır. Toprağa önemli ölçüde azotta sağlanmış olur. Yeşil gübreleme topraktaki mikroorganizmaların sayısını ve faaliyetini arttırır. Yeşil gübre bitkilerinde aranana özellikler şunlardır (Florentin ve ark., 2011; Özsoy, 2012):

- 1) Ekimi ve yetiştirilmesi düşük maliyetli olmalı,
- 2) Hızlı büyümeli ve iyi toprak örtüsü oluşturmali,
- 3) Bol miktarda yeşil vejetatif organ oluşturmali,
- 4) Toprakta fazla besin maddesi sömürmemeli,
- 5) Gelişiminde fazla suya ihtiyaç duymamalıdır.
- 6) Üretilen kuru madde yavaş ayrışmalı.

Yeşil gübre olarak yetiştirilebilecek bazı bitkiler arasında yonca türleri, soya, yem börülcesi, üçgül türleri, fiğ, kolza, hardal otu ve buğdaygiller sayılabilir. Yeşil gübre uygulamasının belki de en önemli dezavantajı tarlaya ekim yapılması gerektiğinden ilave ekim-dikim ve tohum masrafının bulunmasıdır. Ancak sonuç getirisi hesaplandığında toprak organik maddesinin arttırılması ve özellikle uygulama sonrası ekimi yapılacak kültür bitkisinin azotlu gübre girdisini azaltması bakımından faydalıdır. Özellikle yeşil gübre bitkisi olarak baklagiller tercih edildiğinde, bu bitkilerin köklerinde konukçu olarak yaşayan ve atmosfer azotunu fikse eden bakteriler, toprak azotunun artmasını sağlar. Ayrıca tarla boş bırakılmadığından toprak erozyonu da önlenmiş olur. Yeşil gübre bitkileri tarlada yetiştirilecek esas bitkinin ekiminden 3-5 hafta önce sürülerek toprağa karıştırılmalıdır. Yeşil gübreleme en yaygın biçimde meyve bahçelerinde uygulanmaktadır (Schnachtschabel ve ark., 1989; Sağlam ve ark., 1993; Florentin ve ark., 2011; Özsoy, 2012).

Çiftlik Kompostu: Tarımsal işletme içerisinde veya işletme dışından elde edilen bitkisel ve hayvansal kaynaklı tüm organik materyaller kompost yapımında kullanılabilir. Örneğin; kıyılmış ve hastalık taşımayan budama artıkları, sap-saman-yaprak döküntüleri, çim biçme artıkları, organik mutfak artıkları, hayvanların tırnak-boynuz-tüy artıkları kompost için kullanılabilir. Kompost birçok yöntem ile oluşturulabilir. Toprak üstünde ahşap ızgara şeklinde konteyner benzeri yapılarda istifleterek üretilebilir. En yaygın ve ucuz üretim şekli düz bir zeminde yığın oluşturularak yapılmasıdır. Kompost yığını için uygun bir yer belirlenir ve tabanı iyice sıkıştırılır. Yığın yapılacak yere önce bir tabaka saman (kahverengi malzeme) serilir ve üzerine 20-30 cm kalınlığa kadar kompostlaştırılacak olan organik malzeme ilave edilir. Üzerine bir miktar toprak ve sönmüş kireç serpilir. Bu şekilde tabakalar halinde yığın 1.0-1.5 m kadar yükseltilir. Yığma işlemi bitince üzeri ve yanları ince toprak tabakası ile örtülür. Olgunlaşma süreci materyalin cinsine göre 5-24 ay arasında değişebilir. Olgunlaşma esnasında yığının aşırı kuruması ara sıra ıslatılarak önlenmelidir. Yığın yılda birkaç kez bozularak havalandırılır ve elenerek olgunlaşan malzeme ayrılır. Kompostun zenginleştirilmesi için içine kimyasal gübre de atılabilir (Anonim, 2017).

İyi bir kompostta aranan başlıca özellikler şöyle sıralanabilir.

- 1) Ürün tamamen ayrılmış olmalı, orijini belli olmamalı ve kötü koku içermemelidir.
- 2) Toprağa iyi bir şekilde uygulanabilmesi için tane büyüklüğü ve nem miktarı homojen olmalıdır.
- 3) Ürünün organik madde içeriği ile besin maddesi içeriği mümkün olduğunca fazla olmalıdır.

Kompost uygulama miktarı en başta kompostun özelliğine ve toprak-bitki ihtiyacına göre değişir. Kompost uygulaması ekimle beraber ve ekimden sonra her zaman yapılabilir. Yine kompostun özelliklerine göre değişmekle beraber, ilkbaharda uygulandığında tarlada yabancı otu teşvik edebilir (Schnachtschabel ve ark., 1989; Sağlam ve ark., 1993; Özsoy, 2012).

Endüstriyel Kompost: Bazı büyük şehirlerde toplanan kent çöpleri, gıda sanayinin organik atıkları çeşitli kuruluşlarda daha hızlı biçimde kompostlaştırılarak üreticinin kullanımına sunulmaktadır. Endüstriyel olarak üretilen ve belki de en çok bilinen kompost tavuk gübresi kompostudur. Bunun yanında, kompost solucanı (en bilineni; kırmızı Kaliforniya solucanı) yolu ile üretilen vermikompost son yıllarda ülkemizde artmaktadır.

Tavuk Gübresi: Kanatlı hayvanların dışkısı diğer çiftlik hayvanlarından farklıdır. Tavuk gübresi diğer çiftlik hayvanlarının gübrelerinden daha fazla bitki besin maddesi içerir. Bu nedenle önemli bir organik gübredir. Ancak tuzluluk endeksi yüksek bir gübredir. Bu yüzden toprağa uygularken dikkat edilmelidir. Ekilecek bitki tohumlarıyla tavuk gübresi karıştırılmamalıdır. Bir başka deyişle, yanmış tavuk gübresi ekim derinliğine, tohumlarla temas edeceği bölgeye uygulanmamalıdır. Tavuk gübresinin nem içeriği diğer çiftlik hayvanlarının gübresinden daha düşük ve kuru madde içeriği ise yüksektir. Uygulandığı ilk yıl içerdiği azot, fosfor ve potasyumun yarıdan fazlası bitkilere yarayışlı forma geçer ve bitkiler tarafından kullanılabilir. Kalan diğer kısım ise yavaş ayrılarak bitkiler tarafından ikinci ve üçüncü yıllar kullanılabilir (Schnachtschabel ve ark., 1989; Sağlam ve ark., 1993; Özsoy, 2012).

Organik Malçlama: Organik malçlama işlemi tarımsal faaliyet sırasında çeşitli sap, saman, bitki artıkları, öğütülmüş ağaç kabuğu vb. gibi organik malzemenin toprak yüzeyine serilmesi işlemidir. Toprak yüzeyini örten

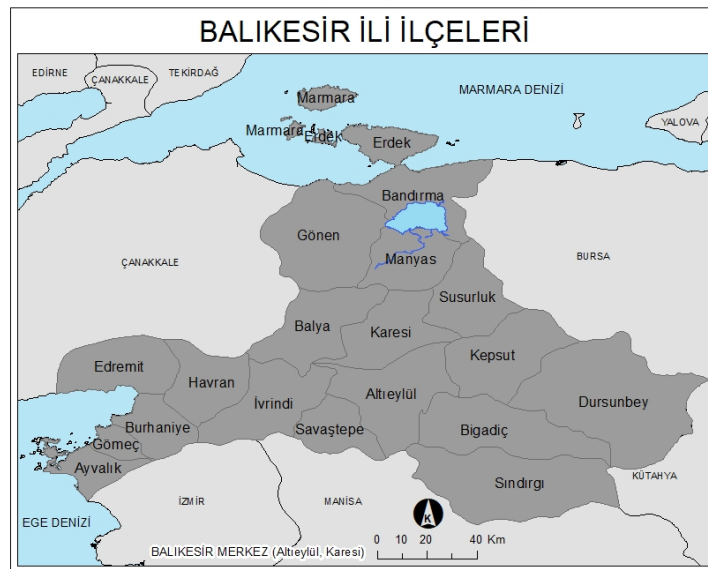
malç tabakası buharlaşmayı engeller ve nemin uzun süre toprakta kalmasını sağlar. Aynı zamanda malçlama yağmur sularının toprağa girişini artırır ve yüzey akışı engelleyerek su ve rüzgâr erozyonunu önler, yabancı ot çıkışını azaltır, toprağa organik madde kazandırır, toprakta mikroorganizma faaliyetini artırır ve toprak verimliliğine katkı sağlar.

Genel olarak, uygulanan malç malzemelerinin yüzey akışa geçen suda amonyum (NH_4) konsantrasyonunu azalttığı tespit edilmiştir. Birçok araştırma çıplak toprağa kıyasla samanla malç uygulamasının akıştaki NH_4 konsantrasyonunu azalttığını bildirmiştir. Nitrat azotu ($\text{NO}_3\text{-N}$) için de benzer durum söz konusudur. Yapılan birçok çalışmada, özellikle saman ve kuru ot malç uygulamalarının akışla NO_3 taşınmasını azaltmada etkili olduğu bulunmuştur. Özellikle eğimli arazilerde kuru malç tabakasının kalınlığı arttıkça NO_3 kayıplarının (tortu ve akış) azaldığı görülmüştür. Bir genelleme yapılmak istenirse, nitrat azotunun amonyum azotundan daha fazla akış yoluyla taşındığı söylenebilir. Bu durum su kirliliği ve toprak verimliliği açısından oldukça önemlidir. Sonuç olarak, ucuz ve kolay bulunabilen saman malçı uygulamasının topraktan besin maddelerinin taşınmasını azaltmada çok etkili olduğu söylenebilir (Schnachtschabel ve ark., 1989; Sağlam ve ark., 1993; Özsoy, 2012).

Materyal ve Yöntem

Çalışma Alanı

Balıkesir ili Altıeylül ve Karesi merkez ilçeler olmak üzere Ayvalık, Balya, Bandırma, Bigadiç, Burhaniye, Dursunbey, Edremit, Erdek, Gömeç, Gönen Havran, İvrindi, Kepsut, Manyas, Marmara, Savaştepe Sındırgı, Susurluk ilçe merkezlerine sahiptir. Balıkesir 14583 km² (göller dahil) alan kaplamakta olup hem Marmara hem de Ege denizine kıyısı bulunmaktadır (Anonim, 2022). Balıkesir ili konumsal haritası Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1. Balıkesir ili konumu.

Ege ve Marmara denizi kıyı kesimleri Akdeniz iklimi tesiri altında, iç kesimleri ve merkez ilçeler ise yarı kurak iklime sahiptir. DeMartonne iklim sınıflandırması göre ilin kuraklık endeksi 11.61 iklim tipi ise yarı kurak-yarı nemli arası olarak hesaplanmaktadır. İl merkezinde ortalama sıcaklık 14.6 °C ve ortalama yağış 576 mm'dir. En sıcak aylar Haziran, Temmuz, Ağustos ve en soğuk aylar ise Ocak, Şubat ve Aralık aylarıdır (Anonim, 2024).

TÜİK (Anonim, 2022) verilerine göre, Balıkesir ili arazi kullanım durumu 390873 ha tarım, 82715 ha mera, 628614 ha orman ve 356098 ha tarım dışı arazilerden oluşmaktadır. Tarım arazisi dağılımında en yüksek payı % 66.14 (258536 ha) ile tarla arazileri ve % 21.73 (84919 ha) ile zeytinlikler oluşturmaktadır. Bunları sırasıyla sebze arazileri (% 5.20 ve 20333 ha), meyvelikler (% 4.19 ve 16357 ha), nadas arazileri (% 2.47 ve 9664 ha), bağ-bahçelikler (%0.26 ve 1015 ha) ve süs bitkileri arazileri (% 0.01 ve 49 ha) izlemektedir. TÜİK 2022 yılı verilerine göre, Balıkesir ili büyükbaş hayvan varlığı 505314 adet, manda 5247 adet, yaklaşık 1.5 milyon adet küçükbaş ve yaklaşık 39 milyon adet kanatlı (Broiler, yumurtacı, hindi) varlığı bulunmaktadır (Anonim, 2022).

Yöntem

Bu çalışma için il genelinde özellikle bitkisel üretim ve hayvancılığın yoğun olduğu bölgelere saha gezileri düzenlenmiştir. Saha çalışmaları sırasında bölge üreticilerinin temel sorunları, iyi tarım uygulamalarına bakış açıları, tarımsal desteklemelere olan yaklaşımları, bitkisel ve hayvansal üretimde karşılaştıkları sorunlar ve bu sorunların çözümüne yönelik beklentileri, hayvan (ahır) gübrelerinin depolanması, değerlendirilmesi veya tarlaya uygulanması aşamalarındaki eksiklikler derlenmiştir. Bunun yanında, bölge ile ilgili kişisel geçmiş tecrübeler ve bazı literatür bilgilerinden faydalanılmıştır.

Çalışma kapsamında Balıkesir Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü (BASKİ), Büyükşehir Belediyesi Kırsal Hizmetler Dairesi Başkanlığı, Tarım ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kurumu (TKDK), Balıkesir Tarım ve Orman İl Müdürlüğü Tarım Arazileri Değerlendirme (TAD) Birimi gibi kamu kurumları, Ziraat Odaları ve bazı özel kuruluşlar ziyaret edilmiş ve üst düzey yöneticileri ile görüşülmüştür. Bölgede ahır gübresinin depolanması, arazilere yayılması, hayvansal gübrelerin ve kimyasal gübrelerin aşırı kullanımının su kaynaklarına yaratabileceği sorunlar ve kritik bölgeler, çiftçilerin ahır gübresine bakış açıları ve kullanım oranları, tarımsal uygulamaların bölgede nitrat ve fosfor kirliliği yaratma potansiyeli gibi konular tartışılmıştır. Ziraat Odaları'nda çalışan ziraat mühendisleri yardımıyla önder çiftçilere ulaşılmış ve ahır gübresine bakış açılarına yönelik soru-cevap şeklinde bilgiler toplanmıştır. Ayrıca köy kahvelerine gidilip küçük çaplı üretim yapan toplamda yetmiş adet çiftçi ile görüşmeler gerçekleştirilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Balıkesir Bölgesinde Ahır Gübresi Uygulamasında Yapılan Hatalar

Taze gübrenin araziye yayılması: Arazi çalışmaları sırasında Balıkesir bölgesinin farklı coğrafyalarında çekilmiş, Şekil 2’de sunulan fotoğraflarda da görüldüğü üzere bazı üreticiler olgunlaşma süresini beklenmeden taze olarak ahır gübresini tarlaya atarak gübre yığınının kurtulma yoluna gidebilmektedir. Bu durum yerüstü ve yeraltı sularının kirlenmesi, kötü koku yayılması, bazı patojen-zararlı mikroorganizmaların türemesi ve sinek-böcek popülasyonunun artması gibi bazı çevresel sorunlara yol açmaktadır.

Taze gübrenin depolandığı alanlarda depolama kurallarına uyulmaması: Depo veya gübrelik yapımının üretici için masraflı oluşu, gübreliklerin kısa zamanda dolması, bilgisizlik-eğitimsizlik nedenleri ile özellikle küçük işletmelerde gübrelikler usulüne uygun inşa edilmemektedir veya bu küçük işletmelerin gübrelikleri hiç bulunmamaktadır. Bu tip bazı işletmelerde gübrelerin depolanması daha çok toprak yüzeyine yığın şeklinde biriktirme, şerbet çukursuz ufak çukurlarda biriktirme, römork üzerinde biriktirme, köy çöplüğüne atma, orman, mera veya boş alanlara gelişi güzel yığınlar şeklinde bırakma olarak gerçekleşmektedir. Boş arazilere gelişi güzel bırakılan taze gübre suları yeraltı sularını kirletebilmekte, koku yapmakta, sinek ve diğer benzeri zararlıların çoğalmasına sebep olmaktadır (Şekil 2).





Şekil 2. Taze (yaş) gübrenin tarım arazilerine, mera alanlarına ve boş arazilere atılması.

Köylerde köy çöplüğü ile beraber depolanması: Bazı köylerde gübre yığınları köy çöplüğüne atılmaktadır. Dolayısıyla gübrenin evsel katı-sıvı atıklarla kirlenmesi sorunu da gündeme gelmektedir. Ek olarak, gübre içinde hayvan sağlığı için kullanılmış boş ilaç kutuları ve şırıngalar çıkabilmektedir. Bu durum bazı üreticilerin hayvan gübresine çöp gözüyle bakmasının da bir kanıtıdır. Ekonomik durumu zayıf ve yer sıkıntısı çeken 5-10 baş hayvanı olan küçük üreticiler için ahır gübrelerini depolayacakları uygun alternatif bir alan belirlenmelidir.

Ahır Gübresinin Bölgede Alternatif Değerlendirme Olanağı

Balıkesir ili merkezde iki adet, Gönen ilçesinde iki adet kurulu biyogaz tesisi bulunmaktadır. Buna ek olarak, Susurluk ve Bigadiç belediyeleri de biyogaz tesisi kurmak için Tarım ve Orman Bakanlığı İl Müdürlüğü'nden izin almıştır. Ayrıca bir adet tesis de Sındırgı ilçesi için plan aşamasındadır. Dolayısıyla, yakın gelecekte Balıkesir bölgesinde en az yedi adet biyogaz üretim tesisi bulunacağı anlaşılmaktadır. Gönen ilçesinde kurulu ve aktif enerji üretimi yapan bir biyogaz tesisinden fotoğraflar Şekil 3'te sunulmuştur.

Biyogaz tesislerinin ihtiyaç duyduğu hayvan gübresi yerel üreticiler açısından gübre yığınlarından kolay ve kar getirecek biçimde kurtulmak anlamına gelmektedir. Böylece üretici, hayvan gübresinin depolanması, olgunlaşmasının beklenmesi ve tarlaya atılma sürecinden de kurtulmuş olmakta ve bu yolu daha çok tercih edebilmektedir. Dolayısıyla tarımsal verimlilik için önemli bir değer olan ahır gübresi toprakla buluşmamaktadır. Ahır gübresinden bir an önce kurtulmak için üretici ürünü biyogaz tesislerine vermektedir. Bu yolla maddi kazanç elde edememektedir. Ancak gübre yığınının kurtulduğu için kendini karlı görmektedir. Buna ek olarak, bölgede biyogaz tesislerinin artmasıyla ileride biyogaz tesisine gübre satışıyla maddi kazanç da sağlamayı planlamaktadır. Ancak, hayvancılığın yanında bitkisel üretim ile de uğraşan üreticiler ahır gübresini tarlalarına atmak, kalanını biyogaz tesisi için değerlendirmek istemektedir. Ayrıca, bazı büyük işletmelerin tesislerinin yanına küçük biyogaz üretim üniteleri kurmak için hevesli oldukları söylenebilir.



Şekil 3. Gönen ilçesinde aktif çalışan biyogaz tesisinden fotoğraflar.

Biyogaz tesislerinde enerji üretimi sonrası geriye kalan atık ürün, besin maddesi bakımından oldukça fakirdir. Ancak bu malzeme zenginleştirilebilir veya olduğu gibi toprakla buluşması sağlanabilir. Biyogaz üretimi sonrası kalan ürün eğer toprağa uygulanmak isteniyorsa içeriği mutlaka incelenmeli ve uygunsa tarımsal üretimde değerlendirilmelidir.

Ahır Gübresi Kullanımına Yönelik Balıkesir Bölgesi Üreticilerinin Cevabını Aradığı

Bazı Sorular

Bu çalışma kapsamında bölge üreticilerinin en çok cevap aradığı sorular ve kısa cevapları ile bazı öneriler bu bölümde derlenmiştir. Bu sorular ve kısa cevapları şöyledir.

1) Yetiştirilecek bitki çeşidine göre hangi hayvanın (sığır, koyun, tavuk, vb.) yanmış gübresi daha uygundur?

Kullanım kolaylığı, bulunabilirlik ve tuz endeksi düşük olduğundan büyükbaş hayvanların ahır gübresi toprak için uygundur. Ancak tavuk gübresi bitki besin maddesi değeri en fazla olandır. Koyun gübresi bu ikisinin arasında yer alır. Uygun bir gübreleme yönetiminde tüm organik gübreler kullanılabilir. Öncelikle toprak analizi yapılmalı ve ihtiyaç kadar gübre uygulanmalıdır.

2) Ahır gübresi tarlaya uygulanırken mutlaka toprak ile karıştırılmalı mı? Karıştırma derinliği ne olmalıdır?

Ahır gübresinin toprak yüzeyine serpildikten sonra toprak ile karıştırılması tavsiye edilir. Ancak tarla/bahçede gübrenin uygulanması sırasında bitki varsa karıştırılmayabilir. Bu durumda bitki besin maddesi kaybı biraz daha fazla olacağından toprağa uygulanacak gübre miktarı hesaplanırken gübrenin uygulama şekli dikkate alınmalıdır. Her ne şekilde uygulanırsa uygulansın ahır gübresinin toprakla buluşması hiç uygulanmamasına göre toprak özelliklerinin (fiziksel, kimyasal ve biyolojik) iyileştirilmesi açısından daima olumludur.

3) Yanmış ahır gübresinin tarlaya uygulanma zamanı (sonbahar-ilkbahar) nedir?

Balıkesir bölgesi için ahır gübresinin toprağa uygulanma zamanı en uygun Mart-Haziran ayları arasındadır. Ahır gübresinin uygulanma zamanı iklim (yağış), toprak koşulları (ıslak-kuru), gübre cinsi ve miktarına, bitki varlığına veya türüne göre belirlenmelidir.

4) Organik maddeyi arttırmak ve besin elementi ihtiyacının karşılanması için uygulanacak ahır gübresi fidan çukuru, bitki ekim sıralarına veya hemen yakınına mı yoksa tüm tarlaya mı uygulanmalıdır?

Ahır gübresi mümkün ise tüm tarlaya uygulanmalıdır. Ahır gübresi bir miktar besin elementi içermesinin yanında esas olarak toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini iyileştirmektedir. Ancak gübre yeteri kadar temin edilemiyorsa, özellikle nitrata hassas bölgeler için kirlilik oluşturma potansiyeli varsa, gübrenin uygulanması aşamasında ekipman-işçilik yetersizse gübre ekim sırası yakınına, kök bölgesine yakın bir kısma uygulanabilir. Her iki koşulda da toprağa uygulanacak gübre miktarı doğru hesaplanmalıdır.

5) Ahır gübresi her sene mi uygulanmalı yoksa toprak analizi sonucuna göre mi uygulama yapılmalıdır?

Toprak analizi yapılmadan toprağa kimyasal ve organik gübre uygulanmamalıdır. Balıkesir bölgesi iklimsel özellikleri göz önüne alındığında, ahır gübresi 2-3 yılda bir uygulanmalıdır. Uygulanacak gübre miktarına ve gübre niteliklerine bağlı olarak değişmekle beraber her yıl uygulamada yapılabilir. Ahır gübresi uygulaması toprak organik maddesinin yükseltilmesi içinde önemlidir.

6) İyi olgunlaşmış (yanmış) ahır gübresinin fiziksel özellikleri nasıldır? Gübrenin olgunlaşmış olduğunu nasıl anlarız?

İyi yanmış ve tarlaya uygulamaya hazır ahır gübresi; kokusuz, homojen irilikte parçacıklara sahip ve sakslı toprağı görünümünde olmalıdır.

7) Yanmış koyun, sığır, tavuk gübreleri karıştırılıp mı uygulanmalı yoksa ayrı ayrı mı kullanılmalıdır?

İyi olgunlaşmış olması şartıyla koyun, sığır, tavuk gübreleri çeşitli oranlarda karıştırılıp toprağı uygulanabilir. Karışım oranları toprağın ihtiyacı göz önüne alınarak ayarlanmalıdır.

8) Taze gübrenin olgunlaştırılması nasıl yapılır? İçine katılabilecek unsurlar var mıdır? Varsa karıştırma oranı nedir?

Mümkünse düz bir zeminde arazi tabanı iyice sıkılaştırılarak üstüne koyulacak gübre yığınının toprağı su sızması önlenir. Tabana şerbet çukuru da açılabilir. Zemin üzerine ahır gübresi tabaka tabaka yığılır. Tabakalar arasına birkaç kürek toprak ve sönmüş kireç atılabilir. Yığın üstü yağmur sularından korumaya alınmalıdır. Yığın belli bir zaman sonra merkezden dışa doğru ısınacak ve yanma işlemi oluşacaktır. Isı azaldığında veya yanma işlemi azaldığında yığın alt-üst edilerek havalandırılması için karıştırılır. Mümkünse elenir ve tarlaya uygulanır. Yığın şeklinde saklanan ahır gübresinde oluşabilecek kayıpların azaltılması ve iyi bir olgunlaşmanın (yanma) sağlanabilmesi için bazı temel hususlara dikkat edilmelidir; 1) Gübre yığını iyice sıkıştırılmalıdır, 2) Gübre yığını yeterli seviyede nem içermelidir, 3) Gübre yığını atmosfer etkilerinden en az etkilenecek bir konumda yer almalıdır, 4) Gübre yığınının suyun sızması mümkün olduğunca önlenmelidir, 5) Olanaklar ölçüsünde yığın bozulmadan saklanmalıdır.

9) Taze gübreyi toprağı hemen uygularsam zararları nelerdir? Örneğin; zararlı böcekleri arttırdığı doğru mudur? Nematod başta olmak üzere hastalıkları arttırdığı doğru mu? Bitkiyi yakar mı? Yabancı otu artırır mı?

Taze olarak ahır gübresinin toprağı uygulanması doğru değildir. İlk başta yaş gübrenin tarlaya uygulanması hem hijyenik açıdan sorunlar yaratır hem de gübrenin tarlaya taşınması ve uygulanması zordur. Yaş gübrenin toprağı uygulanmamasının bir diğer önemli nedeni ise, geçici de olsa yaş uygulanmış gübrenin toprakta azot noksanlığına yol açabilmesidir. Yani daha fazla kimyasal gübreye ihtiyaç duyabilirsiniz. Taze gübre içinde birçok canlı için besin bulunduğu ve sıcak bir ortam oluşturup böcek ve zararlı mikro organizmaların kış şartlarını daha kolay geçirmesine, soğuktan zarar görmeyerek çoğalmasına sebep olabilir. Yaş gübre yabancı ot tohumlarını da bolca içerir.

10) Yeşil gübreleme ile hayvan gübresi beraber uygulanabilir mi? Faydası olur mu?

Beraber uygulanmasında herhangi bir olumsuz durum yoktur. Her iki uygulamanın beraber yapılmasının toprağı organik madde ve besin maddesi kazandırılması açısından faydası büyüktür.

11) Ticari olarak hazır alınan yanmış hayvan gübresinde patojen ve parazitlerin olmadığını, bitkiye faydalı olup olmadığını nasıl anlarız?

İyi kompostlaşmış organik gübre kötü kokmamalıdır. Gübre çuvalında mutlaka hangi malzemeden üretildiğı, besin maddesi içeriğı ve tuzluluk endeksi bilgilerinin bulunması gerekir. Bu bilgiler yoksa satıcıya sorulmalıdır. İçerikteki maddelerin analiz değerleri sorulmalıdır. Merdiven altı üretim ile elde edilmiş ürünler tercih

edilmemelidir. Bu tip kompostlar bilinçsizce kullanılırsa toprakta tuzluluk yaratabilir, toprak verimliliğinin azalmasına sebep olabilir ve hatta toprakları kirletebilir.

Tarımsal Desteklemeler Hakkında Balıkesir Bölgesi Üreticilerinin Cevabını Aradığı

Bazı Sorular

Bölge üreticilerinin tarımsal desteklemeler hakkındaki beklentileri bu bölümde özetlenmiş ve bazı çözüm önerileri sunulmuştur. Yoğun olarak karşılaşılan sorular ve kısa cevapları şöyledir.

1) Bölge üreticileri, belirli destek programları hakkında geç bilgi aldıklarını ve başvuru sürelerini kaçırdıklarını belirtmişlerdir.

Bu hususta her ilçede bulunan Ziraat Odalarında görevli danışman Ziraat Mühendislerinden bilgi alınabilir. Onların bu konuları takip etmesi sağlanabilir.

2) Bölge üreticileri, iş yoğunluğu nedeniyle desteklemeler veya proje başvuruları için gerekli evrakların hazırlanmasında gecikmeler yaşadıklarını ve bürokratik süreçlerin fazla olduğunu ifade etmişlerdir.

Ziraat Odalarında görevli danışman Ziraat Mühendislerinden veya proje yazımı ve takibi yapan aracı özel kuruluşlardan destek alınabilir.

3) Bölge üreticileri, kırsal destekleme veya Avrupa Birliği Katılım Öncesi Yardım Aracı - Kırsal Kalkınma (IPARD) projelerine başvuru için gerekli evrakların nasıl hazırlanacağı konusunda zorluk yaşadıklarını ve bürokratik süreçlerin fazla olduğunu ifade etmişlerdir.

Ziraat Odalarında görevli danışman Ziraat Mühendislerinden veya proje yazımı ve takibi yapan aracı özel kuruluşlardan destek alınabilir. Çoğu ülkenin ortak sorunlarından biri olan “kâğıt-evrak bürokrasisinin azaltılması için neler yapılabilir” konuları İl TKDK üst düzey yetkilileri ile paylaşılmıştır.

4) Bölge üreticileri, kırsal kalkınma projelerini hazırlayan aracı firmalara güven konusunda sorun yaşadıklarını belirtmişlerdir.

Aracı kuruluş olarak deneyimli personele sahip ofisler tercih edilebilir. Karşılıklı iyi niyet anlaşmaları hazırlanabilir. Bu sorun da İl TKDK üst düzey yetkilileri ile paylaşılmıştır.

5) Bölge üreticileri, kırsal kalkınma ve IPARD projeleri kapsamında yeni kurulacak tesisler için desteklerin mevcut olduğunu ancak eski işletmelerin modernizasyonu için yeterli destek bulamadıklarını belirtmişlerdir.

Bölgede kurulu olan birçok eski aile işletmesi ulusal mevzuatlara uygun değil veya ruhsatları bulunmamaktadır. IPARD destekleri ruhsatlı ve ulusal mevzuatlara uygun olan işletmelere verilebilmektedir. Eski işletmenin yoksa ruhsatlandırılması veya ulusal mevzuatlara uygun hale getirilmesi çoğu zaman yeni bir işletme kurmaktan daha zor olmaktadır.

6) Halihazırda kullanılmakta olan eski ahırlara yeni canlı hayvan alımına yönelik destek sağlanması gerektiği, bölge üreticileri tarafından ifade edilmiştir.

IPARD destekleri ruhsatlı ve ulusal mevzuatlara uygun olan işletmelere verilebilmektedir. Hâlihazırda kullanılan ahır mevzuatlara uygunsa desteklere başvuru yapılabilir. İşletme ulusal mevzuatlara uygun değil veya ruhsatı bulunmuyorsa destekte sağlanamamaktadır. Ulusal mevzuatlar dışı küçük çiftçilere destek kalemleri çıkarılmalıdır. Bu konu için farklı mevzuatlar geliştirilebilir ve eski işletmelerde ulusal mevzuatlara kısım kısım yaklaştırılabilir.

7) Küçük işletmeler için sağlanan destek miktarının artırılması gerektiği, bölge üreticileri tarafından vurgulanmıştır.

Sadece ahır tesisi için değil belli özel bitkilerin (örneğin; aromatik bitkiler) üretimine yönelik ekim-dikim, gübreleme makinelerinin temini için desteklerde bulunmaktadır. Ayrıca, süt sağım makinesi temini gibi desteklerde vardır. Önemli olan işletmenin ulusal mevzuatlara uygun olması gerektiğidir. Küçük ve eski işletmeler ruhsat ve ulusal mevzuatlar ile uğraşmamak için desteklerden faydalanmamaktadır.

8) Bölge üreticileri, yem desteklemelerinin yetersiz kaldığını ve maliyetlerin oldukça yüksek olduğunu ifade etmişlerdir.

Tarım ve Orman Bakanlığı Balıkesir İl Müdürlüğü'nde çalışan konu ile ilgili Ziraat Mühendisleri bu konularda üst mercilere raporlama yapmaktadır. Bu soru ve diğer tüm sorular ilgililer ile paylaşılmıştır.

9) Desteklerin zamanında ödenmediği veya çok geç ödendiği, bölge üreticileri tarafından belirtilmiştir.

Tarım ve Orman Bakanlığı Balıkesir İl Müdürlüğü'nde çalışan konu ile ilgili Ziraat Mühendisleri bu konularda üst mercilere raporlama yapmaktadır. Bu soru ve diğer tüm sorular ilgililer ile paylaşılmıştır.

10) Bölge üreticileri, Kırsal Kalkınma veya IPARD projeleri için firmaların, normal fiyatların çok üzerinde araç, gereç ve inşaat teklifleri sunduklarını ifade etmektedirler. Destek olmadan yapılan işlerde daha hesaplı çözümler bulunabilmekteyken, projeler kapsamında pazarlık yapılamaması ve projenin varlığı nedeniyle fiyatlar daha yüksek olmaktadır.

Bu soru TKDK Balıkesir ili üst düzey yöneticileri ile paylaşılmıştır. Buradaki önemli husus, ulusal mevzuatlara uygun iş yapabilen firmaların fiyatlandırma işleminin benzer işi sonuçlandırabilecek yerel bazı firmalara göre farklılık göstermesidir. Ancak o işi yapabilecek firmanın da mevzuatlara uygun firma olması gerekmektedir. Bu durumun işin birim maliyetini artırdığı anlaşılmaktadır.

11) Gübre çukurunun maliyetinin en az 200 bin TL olduğu (Aralık, 2021) göz önünde bulundurulduğunda, desteklemelerin bu maliyetler doğrultusunda hesaplanması ve sağlanması gerektiği, bölge üreticileri tarafından ifade edilmiştir. Mevcut destekler ise, maliyetlerden oldukça uzak kalmaktadır.

Gübre çukuru maliyeti bir anda artmıştır. Ulusal mevzuat gereği gübre çukuru kapasitesi belirlenmiştir. Faydalanıcı bunu çoğu kez gereksiz bulmaktadır.

İyi Tarım Uygulamalarına Yönelik Balıkesir Bölgesi Üreticilerinin Bazı Düşünceleri

Bölge üreticilerinin iyi tarım uygulamaları hakkındaki beklentileri bu bölümde özetlenmiş ve bazı çözüm önerileri sunulmuştur.

1) İyi tarım uygulamalarına geçmek isteyen bölge üreticileri, iyi tarım uygulamaları kodunda anlamadıkları birçok konu bulunduğunu ve gerekli zamanı ayıramadıklarını belirtmişlerdir.

Üreticilerimiz iyi tarım uygulamalarına geçmekte isteklidirler. Ancak iyi tarım uygulamaları kodunda yazan hususları anlamakta güçlük çekebilmektedirler. Balıkesir bölgesinde iyi tarım uygulamaları kodunun daha çok ve hızlı yaygınlaşması için Ziraat Odalarında görevli danışman Ziraat Mühendisleri ile çalışmalıdırlar. Ayrıca, Balıkesir Büyükşehir Belediyesi Kırsal Hizmetler Dairesi Başkanlığı tohum, fide, fidan ve bazı tarımsal ekipman desteğinde bulunmaktadır. Bu desteklerden ne kadar üretici haberdar edilir ve faydalanabilirse çiftçilerimizin giderleri o kadar azaltılabilir. Dolayısıyla iyi tarım uygulamaları farkındalığı ve teşviki arttırılabilir.

2) Uygulamada çok fazla detay ve talep bulunduğu, bu taleplerin yerine getirilmesinin masraflı olduğu, ancak yetiştirilen ürünlerin fiyatlarının düşük olduğu dile getirilmiştir.

İyi tarım uygulamasını daha iyi anlayabilmek için üreticilerimiz Ziraat Odalarında görevli danışman Ziraat Mühendisleri ile çalışmalıdırlar. Ayrıca ruhsatlı ve ulusal mevzuatlara uygun işletmeler TKDK desteklerinden faydalanabilecek projeler üretebilirler. Üreticiler, bu projelerin kapsamı, yazımı ve diğer bilgi desteğini de Ziraat Odalarında görevli Ziraat Mühendisi danışmanlarından alabilir ve projeleri birlikte yürütebilirler.

3) Bölge üreticileri, iyi tarım uygulamaları ile üretilen ürünlerin daha kolay satılabildiğini, ancak bu ürünlerin beklenen fiyatlardan oldukça uzak olduğunu ifade etmişlerdir.

İyi tarım uygulamaları ile yapılan bitkisel ve hayvansal üretim sadece ürün verimliliğini artırmak için değil aynı zamanda üreticilerimize daha iyi çalışma şartları sunmaktadır. Ürün fiyat politikasının daha adil oluşturulabilmesi için ise üreticilerin birlik olması, bazı masrafları paylaşmaları ve ürün fiyatının belirlenmesi aşamasında beraber hareket etmeleri gerekir.

4) İyi tarım uygulamaları kodunda yer alan tüm gerekliliklerin, mevcut ülke koşullarında uygulanmasının güç olduğu, bölge üreticileri tarafından belirtilmiştir.

İyi tarım uygulamaları kodu ile üreticilerden istenen unsurlar aslında arazilerin sürdürülebilir kullanımının sağlanarak gelecek nesillere toprakları sağlıklı ve verimli olarak ulaştırabilmek için her üreticinin uyması tavsiye edilen kurallardır.

Sonuç

Bu çalışma sonuçlarına göre; Balıkesir ilinde özellikle ahır güresinin depolanması, olgunlaştırma süreci, gübrenin değerlendirilmesi veya tarım alanına uygulanması aşamalarında bazı sorunlar ve uygunsuzluklar gözlemlenmiştir. Bu olumsuz durum özellikle koku, görsel kirlilik, yeraltı ve yerüstü suların kirlenmesi gibi bir takım çevresel problemlere yol açabilmektedir. Ayrıca, bitkisel üretim açısından taze (yaş) gübre toprakta patojenlerin (zararlılar) artmasına ve özellikle azot gibi önemli besin maddesi kayıplarına sebep olabilmektedir. Bu çalışmada söz konusu bu problemlerin giderilmesine yönelik alınması gereken önlemler tartışılmıştır.

Tarım alanlarından yerüstü ve yeraltı su kaynaklarına N ve P yıkanması ciddi ekolojik problemler yaratabilmektedir. Bu problemlerin başında ötrofikasyon sonucu sucul ortamların su kalitesinin bozulması ve sucul canlıların bundan olumsuz etkilenmeleri gelmektedir. Burada, tarım paydaşlarının en önemli görevi özellikle tarımda N ve P yönetiminin sağlıklı bir şekilde planlanması ve uygulanmasıdır. Bu konu hakkında Balıkesir yöresi çiftçilerinin, özellikle de küçük işletme sahibi olan üreticilerin bilgi birikimi yetersiz kalmaktadır.

Tarımsal uygulamalar sonucu oluşabilecek ötrofikasyonun arazide gördüğümüz temel nedenleri; bilinçsizce gübre veya ilaç kullanılmasının yanında gübre ve ilaç uygulama ekipmanlarının sulama kanalı, dere, göl, gölet gibi su kaynaklarında temizlenmesi, ilaç ve gübre kutu-torbalarının çevreye atılması gösterilebilir. Üreticimizin çevre koruma bilincini arttırmayı amaçlayan eğitim politikası yürütülmelidir. Ayrıca, hayvancılık ile uğraşan üreticiler için mera hayvancılığı teşvik edilmelidir.

Teşekkür

Bu araştırmanın finansmanını “Tarımsal Kirlilik Yükünün Kaynağında Azaltılması ile Marmara Denizi’nde Müsilajın Önlenmesi” projesi kapsamında Doğa Koruma Merkezi ve Tarım Reformu Genel Müdürlüğü sağlamıştır (2021-2022). Yapılan bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir. Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır. Bu makaleyi hazırlayan yazarlar, araştırmaya eşit oranda katkı sağlamıştır ve yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Kaynakça

- Anonim. 2008. Toprak ve Arazi Sınıflaması Standartları Teknik Talimatı ve İlgili Mevzuat. T.C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü, Ankara, 184s.
- Anonim. 2017. Designing, constructing and operating composting facilities. Victoria State Gov. Publication 1588.1. Authorised and published by environment protection authority Victoria, Carlton. 25p.
- Anonim. 2022. Balıkesir İlinde Tarım ve Hayvancılık. T.C. Balıkesir Valiliği. <http://www.balikesir.gov.tr/tarim-ve-hayvancilik> (Erişim tarihi: Haziran, 2024).
- Anonim. 2024. Balıkesir İli İklim Verileri. T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü. <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=BALIKESIR> (Erişim tarihi: Haziran, 2024).
- Anonim. 2025. Sustainable Agriculture Research and Education Program: A program of UC Agriculture and Natural Resources. <https://sarep.ucdavis.edu/sustainable-ag> (Erişim tarihi: Ocak, 2025).
- Brady, N.C. and Weil, R.R. 1999. The Nature and Properties of Soil. 12th ed. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall. Print.

- Cangir, C. 1991. Toprak Bilgisi. Trakya Üniversitesi, Tekirdağ Ziraat Fakültesi, Yay No:116, Ders Kitabı No:5, Tekirdağ.178s.
- Doran, J.W. and Parkin, T.B. 1994. Defining and Assessing Soil Quality. *Defining soil quality for a sustainable environment*, 35, 1-21.
- Doran, J.W., Coleman D.C., Bezdicek D.F. and Stewart. B.A. 1994. Defining Soil Quality for a Sustainable Environment. SSSA Special Publication No. 35. Soil Science Society of America, Madison, WI.
- Doran, J.W. and Jones. A.J. 1996. Methods for Assessing Soil Quality. SSSA Special Publication No. 49. Soil Science Society of America, Madison, WI.
- Eyüpoğlu, F. 1999. Türkiye Topraklarının Verimlilik Durumu. *Toprak ve Gübre Arş. Ens. Yayınları*. No: 220, Ankara.
- Florentin, M.A., Pennalva, M., Calegari, A. and Derpsch, R. 2011. Green manure/cover crops and crop rotation in Conservation Agriculture on small farms. Integrated Crop Management Vol.12-2010. Plant Production and Protection division, Food and agriculture organization of the United Nations, Rome. 97P.
- Gong, W., Yan, X., Wang, J., Hu, T. and Gong, Y. 2009. Long-term manure and fertilizer effects on soil organic matter fractions and microbes under a wheat–maize cropping system in northern China. *Geoderma*, 149(3-4):318-324.
- Haddaway, N.R., Hedlund, K., Jackson, L.E., Kätterer, T., Lugato, E., Thomsen, I.K., Jørgensen, H.B. and Isberg, P.E. 2016. How does tillage intensity affect soil organic carbon? A systematic review protocol. *Environmental Evidence*, 5:1.
- Havlin, J.L., Tisdale, S.L., Nelson, W.L. and Beaton, J.D. 2023. Soil Fertility and Fertilizers: An introduction to nutrient management, 8th edition. Pearson publ. 528p.
- Liu, S., An, N., Yang, J., Dong, S., Wang, C. and Yin, Y. 2015. Prediction of soil organic matter variability associated with different land use types in mountainous landscape in southwestern Yunnan province, China. *Catena*, 133:137-144.
- Magdoff, F. and Weil, R. R. 2004. Soil Organic Matter in Sustainable Agriculture. CRC Press, Taylor and Francis Group, Boca Raton, FL.
- Magdoff, F.R. and H.M. van Es. 2009. Building Soils for Better Crops: Sustainable Soil Management. Handbook Series Book 10. Sustainable Agric. Research and Education, Waldorf, MD. 285p.
- Maltas, A., Kebli, H., Oberholzer, H. R., Weisskopf, P. and Sinaj, S. 2018. The effects of organic and mineral fertilizers on carbon sequestration, soil properties, and crop yields from a long-term field experiment under a Swiss conventional farming system. *Land degradation and development*, 29(4): 926-938.
- Oldfield, E.E., Bradford, M.A. and Wood, S.A. 2019. Global meta-analysis of the relationship between soil organic matter and crop yields. *Soil*, 5(1): 15-32.
- Ordu, D. ve Aşık, B.B. 2021. Mısır Tarımı Yapılan Toprakların Verimlilik Durumu (Yolağzı Bölgesi-Karacabey/ Bursa Örneği). *Bursa Uludag Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 35(1):145-161.

- Özsoy, G. 2012. Toprak Bilgisi ders notları. Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Bursa. Basılmamış.
- Reeves, D.W. 1997. The role of soil organic matter in maintaining soil quality in continuous cropping systems. *Soil and Tillage research*, 43(1-2): 131-167.
- Richards, L.A. 1954. Diagnosis and Improvement Saline and Alkaline Soils. U.S. Agricultural handbook 60. U.S. Dept. of Agriculture, Washington D.C., 160 p.
- Sağlam, M.T., Bahtiyar, M., Cangir, C. ve Tok, H.H. 1993. Toprak Bilimi. Trakya Üniversitesi, Tekirdağ Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü. Anadolu Matbaa Tic.Koll.Şti, Tekirdağ, 446s.
- Schindelbeck, R., Ristow, A. J., Kurtz, K. S., Fennell, L. F., and van Es, H. M. 2017. Comprehensive Assessment of Soil Health Laboratory Soil Health Manual Series. Cornell University, Ithaca, NY. 123p.
- Schnachtschabel, P., Blume, H.P., Brümmer, G., Hartge, K.H. and Schwertmann, U. 1989. Lehrbuch der Bodenkunde (editors: Scheffer, F., Schachtschabel, P.). Stuttgart: Enke, 1989. ISBN:3-432-84772-6. Toprak Bilimi-12. baskı (çeviri: Özbek, H., Kaya, Z., Gök, M., Kaptan, H.). Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No:73, Ders Kitapları Yayın No:16. Adana, 1993. 792s.
- Schrumpf, M., Kaiser, K., Guggenberger, G., Persson, T., Kögel-Knabner, I. and Schulze, E.-D., 2013. Storage and stability of organic carbon in soils as related to depth, occlusion within aggregates, and attachment to minerals. *Biogeosciences*, 10(3): 1675-1691.
- Shi, R.-Y., Liu, Z.-D., Li, Y., Jiang, T., Xu, M., Li, J.-Y. and Xu, R.-K. 2019. Mechanisms for increasing soil resistance to acidification by long-term manure application. *Soil and Tillage Research*, 185, 77-84.
- Weber, J., Chen, Y., Jamroz, E., and Miano, T. 2018. Preface: Humic substances in the environment. *Journal of Soils and Sediments*, 18(8):2665-2667.
- Wysocka-Czubaszek, A. 2019. Effect of digestate, liquid and solid manure application on chemical properties of soil. *Polish J. Nat. Sci.*, 34:337-354.
- Xu, J., Han, H., Ning, T., Li, Z. and Lal, R. 2019. Long-term effects of tillage and straw management on soil organic carbon, crop yield, and yield stability in a wheat-maize system. *Field Crops Research*, 233:33-40.
- Zhong, Y.Q.W., Yan, W.M. and Shangguan, Z.P. 2015. Soil carbon and nitrogen fractions in the soil profile and their response to long-term nitrogen fertilization in a wheat field. *Catena*, 135:38-46.



Analitik Hiyerarşi Yöntemi ile Taşkın Riskinin Tespiti:

Bursa İli İnegöl İlçesi Kalburt Deresi Örneği^A

Burcu ŞANLI¹, Murat CAN², Şerife Tülin AKKAYA ASLAN^{3*}

Öz: Bu çalışma, Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanılarak Kalburt Deresi bölgesinde taşkın riski analizi yapmayı amaçlamaktadır. Yükseklik, eğim, bakı, yağış, akarsuya yakınlık, toprak yapısı, bitki örtüsü ve arazi kullanımı olmak üzere sekiz coğrafi faktör değerlendirilmiştir. AHP yöntemi ile faktörlerin taşkın riski üzerindeki önem dereceleri belirlenmiş, uzman görüşleri ve literatürden faydalanılarak ağırlıklandırmalar yapılmıştır. Bu sıralama doğrultusunda, CBS yazılımı ArcMap 10.2.2 kullanılarak coğrafi analizler gerçekleştirilmiş ve risk haritası oluşturulmuştur. CBS sayesinde mekansal dağılım analiz edilmiş ve farklı risk seviyeleri belirlenmiştir.

Sonuçlara göre, çalışma alanının %25.53'ü yüksek riskli, %32.82'si orta riskli, %28.64'ü çok az riskli, %12.36'sı az riskli, %0.64'ü ise risksizdir. Yüksek riskli alanlar, Kalburt Deresi'ne 0-5000 metre mesafede bulunan yerleşim, sanayi ve tarım alanlarında yoğunlaşmaktadır.

Bu çalışma, AHP ve CBS kombinasyonunun taşkın riski analizinde etkili bir yöntem olduğunu göstermektedir. Gelecekte iklim değişikliği senaryoları ve makine öğrenmesi gibi yenilikçi yaklaşımların eklenmesi, taşkın risk analizlerinin doğruluğunu artırabilir.

Anahtar Kelimeler: Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP), Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), taşkın, risk haritalaması, mekansal analiz.

^A Bu çalışma Burcu ŞANLI tarafından yürütülen "Coğrafi Bilgi Sistemleri Desteği ile Küçük Su Havzalarında Taşkın Risk Analizi" konulu yüksek lisans tezinden üretilmiştir. Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır.

^{*} **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** ³ Şerife Tülin AKKAYA ASLAN, Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendiliği Bölümü, Bursa Türkiye, akkaya@uludag.edu.tr, [OrcID 0000-0001-5129-8642](https://orcid.org/0000-0001-5129-8642)

¹ Burcu ŞANLI, Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyosistem Mühendiliği Anabilim Dalı, Bursa Türkiye, bsanli198@gmail.com, [OrcID 0009-0008-6687-0902](https://orcid.org/0009-0008-6687-0902)

² Murat CAN, Nilüfer, Bursa Türkiye, muratcan@dsi.gov.tr, [OrcID 0000-0002-1693-5877](https://orcid.org/0000-0002-1693-5877)

Flood Risk Assessment Using Analytical Hierarchy Process (AHP) and GIS: A Case Study of Kalburt Stream in İnegöl District, Bursa

Abstract: This study aims to analyze flood risk in the Kalburt Stream region using the Analytic Hierarchy Process (AHP) and Geographic Information Systems (GIS). Eight geographical factors were evaluated: elevation, slope, aspect, precipitation, proximity to water bodies, soil type, vegetation cover, and land use. To determine the relative importance of these factors in flood risk assessment, the AHP method was used in the study, and the weightings were made based on expert opinions and literature reviews. Following this ranking, geographic analyses were conducted using ArcMap 10.2.2 software, and a flood risk map was generated. GIS facilitated spatial distribution analysis and the identification of different risk levels.

According to the results, 25.53% of the study area is classified as high risk, 32.82% as medium risk, 28.64% as very low risk, 12.36% as low risk, and 0.64% as risk-free. High-risk areas are concentrated within 0–5000 meters of Kalburt Creek, particularly in residential, industrial, and agricultural zones.

This study demonstrates that combining AHP and GIS is a practical approach to flood risk analysis. Integrating innovative methods such as climate change scenarios and machine learning in future studies may enhance the accuracy of flood risk assessments.

Keywords: Analytic Hierarchy Process (AHP), Geographic Information Systems (GIS), flood, risk mapping, spatial analysis.

Giriş

Taşkınlar, dünya genelinde en yaygın görülen doğal afetlerden biri olup can ve mal kaybına, altyapı zararlarına ve ekolojik dengenin bozulmasına yol açan doğal afetler arasında yer almaktadır (Özcan, 2019). Taşkınlar doğal ve insan kaynaklı faktörlerin etkisiyle oluşmaktadır. Aşırı yağış, kar erimeleri ve topografik yapı gibi doğal etkenlerin yanı sıra, yanlış arazi kullanımı ve su yollarındaki yapısal değişiklikler gibi insan kaynaklı faktörler de taşkın riskini arttırmaktadır. Taşkın riski, mekansal analiz teknikleri ile belirlenerek etkin bir şekilde yönetilebilir ve zararları en aza indirilebilir.

Son yıllarda, taşkın riskini belirleme ve etkilerini minimize etme amacıyla birçok bilimsel çalışma gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) gibi modern tekniklerin kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. CBS, taşkın risk analizi için en yaygın olarak kullanılan teknolojilerden biridir (Akkaya Aslan ve ark., 2004; Köroğlu ve Akıncı 2023). Bu sistem, coğrafi verileri analiz ederek taşkın riski yüksek bölgeleri belirleme konusunda etkin bir araç olarak öne çıkmaktadır. CBS ve uzaktan algılama teknikleri, taşkın riskinin yönetilmesinde kritik bir destek sunarak, afet öncesi tedbirlerin daha etkin bir şekilde alınmasına imkan tanımaktadır (Yang ve ark., 2021; Kumar ve ark., 2022;

Chien ve ark., 2019). Zhou ve ark. (2020) yaptıkları çalışmada, CBS tabanlı analizlerle taşkın tehlikesi haritaları oluşturmuş ve mekansal analizlerin taşkın risk tahminlerinde ne kadar etkili olduğunu göstermişlerdir. Benzer şekilde, Kara ve Yıldız (2023) yaptıkları çalışmada, taşkın riski yüksek alanların CBS ile haritalandığını ve bu yöntemin yerel yönetimler için kritik karar mekanizmalarından biri olduğunu vurgulamışlardır.

Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP), çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olup, taşkın risk analizinde etkin bir araç olarak kullanılmaktadır. Saaty (2008) tarafından geliştirilen bu yöntem, karar vericilere çok sayıda faktörü sistematik bir şekilde değerlendirme ve ağırlıklı olarak sıralama imkânı sunmaktadır (Aydın ve Birincioğlu 2022; Akıncı ve ark. 2015). Kumar ve ark. (2022) yaptıkları çalışmada, AHP yönteminin taşkın risk analizinde kullanımını değerlendirmiş ve çok kriterli karar verme tekniklerinin risk haritalarını oluşturmada önemli bir yeri olduğunu belirtmişlerdir. Fayaz ve ark. (2020), AHP yönteminin kentsel alanlarda taşkın riskini belirlemede nasıl kullanıldığını incelemiş ve bu yöntemin karar vericilere etkili müdahale stratejileri belirleme konusunda yardımcı olduğunu vurgulamışlardır. Bu çalışmada, çeşitli coğrafi ve hidrolojik faktörlerin AHP modeli kullanılarak değerlendirilmesiyle, taşkın risk haritalarının önemli bir çıktı olduğu belirtilmiştir.

AHP ve CBS kombinasyonu, taşkın risk haritalarının oluşturulmasında etkili bir yaklaşım sunmakta ve taşkın riski taşıyan bölgelerin haritalanmasına yönelik yapılmış çok sayıda çalışma bulunmaktadır (Taş ve Yanık, 2021; Yurteri, 2024; Tanış ve Erdi 2024; Güneş ve Kömüşçü, 2025). Jha ve ark. (2020) çalışmalarında, su yolları, topoğrafya, zemin özellikleri gibi çok sayıda faktör dikkate alınarak, taşkın risk haritalarının oluşturulması sağlanmıştır. Chen ve ark. (2023), CBS tabanlı AHP yönteminin taşkın analizinde kullanımını inceleyerek, bu iki yöntemin entegre edilmesiyle oluşturulan risk haritalarının karar vericilere sağladığı faydaları ortaya koymuşlardır. Benzer bir çalışmada, Zhou ve ark. (2020), CBS ve AHP entegrasyonunun mekansal karar verme süreçlerini iyileştirdiğini ve taşkın risk tahminlerinde önemli bir hassasiyet sağladığını göstermişlerdir. Kothawale ve ark. (2018), taşkın riski haritalarının oluşturulmasında AHP ve CBS'nin birleşimini kullanarak, çok kriterli karar verme yöntemlerinin bölgesel afet yönetiminde nasıl yardımcı olabileceğini incelemişlerdir. Çalışmalarında, farklı coğrafi faktörlerin etkisini AHP ile sıralayarak, taşkın riski haritalarını CBS üzerinden görselleştirmişlerdir. Bu metodoloji, taşkın riskine karşı alınacak önlemler ve yerel afet yönetim stratejilerinin geliştirilmesinde faydalı olmuştur.

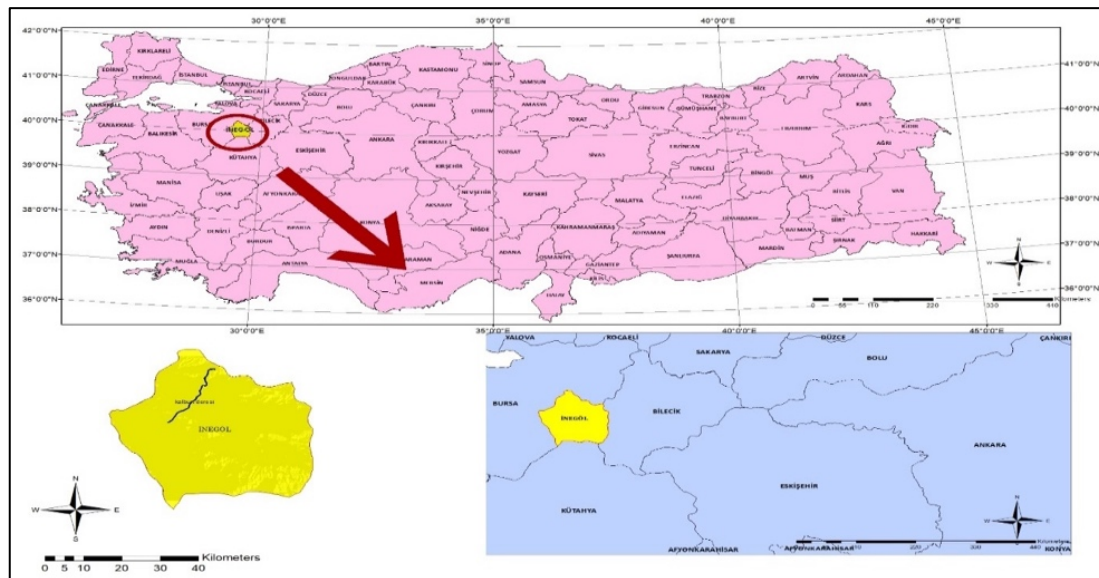
Yapılan çalışmalar, taşkın risk analizinde AHP ve CBS kombinasyonunun etkili bir yöntem olduğunu ortaya koymaktadır. Bu yöntemlerin birleştirilmesi, taşkın tehlikesinin daha hassas şekilde haritalanmasını ve riskli alanların doğru bir şekilde belirlenmesini sağlamaktadır. Gelecekte, iklim değişikliği senaryoları ve makine öğrenmesi gibi yeni yaklaşımların bu analizlere entegre edilmesi, taşkın risk değerlendirmelerinin daha da iyileştirilmesine katkı sağlayabilir.

Türkiye’de ise özellikle akarsu taşkınlarının yaygın olarak yaşandığı görülmektedir (Kılıçer ve Özgüler, 2002). Bu taşkın türü, ülkemizde en çok hasar ve can kaybına yol açan doğal afetlerden biri olup, depremlerden sonra en büyük zararları oluşturan afet olarak öne çıkmaktadır (T.C Tarım ve Orman Bakanlığı, 2022). Ülkemizde taşkınların önceden tahmin edilmesi ve olası etkilerinin en aza indirilmesi için çeşitli resmi kurum ve kuruluşlar taşkın yönetiminden sorumludur. 2007 yılında yürürlüğe giren AB Taşkın Direktifi ile, taşkın haritalama ve taşkın risk değerlendirme çalışmaları sistematik bir hale gelmiştir. Bu kapsamda, taşkın tehlike ve

Bu çalışmada, Kalburt Deresi havzasında taşkın riskini belirlemek amacıyla Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) yöntemlerini birleştirerek Kalburt Deresi havzasında taşkın riskinin analiz edilmesi ve mekansal dağılımının belirlenmesi ile amaçlanmıştır.

Çalışma Alanı

Kalburt deresi, Akdere, Eskibiçki dere ve Koca dere'nin birleşiminden doğmakta ve Cerrah köyü, Çeltikçi köyü ve İnegöl ilçe merkezini geçerek Göksu çayı'na mansaplanmaktadır (Şekil 1). Çalışma alanını kapsayan İnegöl ilçesinin iklimi Karadeniz ile Akdeniz arasında geçiş karakteri göstermektedir. Yaz ayları daha çok Akdeniz iklimine benzemekte olup sıcak ve yağışlıdır. Yıllık ortalama sıcaklık 12.3°C'dır. Çalışma alanında İnegöl Meteoroloji Gözlem İstasyonu mevcuttur. Gözlem istasyonunda sıcaklık ölçümü yapılmaktadır ve ayrıca 53 yıllık yağış gözlemi bulunmaktadır. Ortalama yıllık yağış miktarının %62'si aralık ile mayıs ayları arasında, %38'i haziran-kasım aylarında düşmektedir. Uludağ eteklerine ve yayla kesimine yükseltiye bağlı olarak değişken miktarda yağış düşmektedir. İnegöl Meteoroloji Gözlem İstasyonuna göre bölgeye düşen 53 yıllık ortalama toplam yağış 556.4 mm'dir (Mgm, 2023).



Şekil 1. *Kalburt deresi lokasyon haritası*

Çalışmada Kullanılan Veriler

Taşkın risk analizlerinde son yıllarda yapılan çalışmalarda da topografik yapı (yükseklik, eğim, bakı), yağış, akarsuya yakınlık, jeoloji, toprak, bitki örtüsü, arazi kullanımı vb. parametrelerin kullanıldığı görülmüştür (Zhou ve ark., 2020; Kara ve Yıldız 2023; Chen ve ark., 2023). Çalışmada taşkın risk analizi analitik hiyerarşi yöntemi (AHP) ile CBS ortamında gerçekleştirilmiş olup analiz için 8 kriter (yükseklik, eğim, bakı, yağış, akarsuya yakınlık, toprak, bitki örtüsü, arazi örtüsü) kullanılmıştır. Çalışmada tüm kriterler için gerekli veriler açık erişimli ücretsiz veri tabanlarından 2024 yılı içinde elde edilmiştir. Çalışmada kullanılan verilerin indirildikleri kaynaklar ve kullanıldıkları analizlere ilişkin bilgiler Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan veri kaynakları ve kullanıldıkları analizler

Veri	Kaynak	Kullanıldığı analiz
Landsat 9 OLI 2 /TIRS 26.05.2024 tarihli uydu görüntüsü	Earthexplorer,USGS (https://earthexplorer.usgs.gov/)	Bitki örtüsü analizi (NDVI)
Corine Land Cover(2018 arazi kullanım değişimi vektör verisi)	Copernicus land cover (https://www.copernicus.eu/en)	Arazi kullanım örtüsü-arazi kullanım kabiliyeti
SRTM 1 Arc Second Global Data	Earthexplorer,USGS (https://earthexplorer.usgs.gov/)	Topografik Analizler (Eğim-Bakı- Yükseklik)-Yağış Analizi
1/100 000 arazi varlığı ve tarımsal kullanıma uygunluk haritası	(https://bursaarazivarligi.wordpress.com/)	Toprak analizi

Yöntem

Analitik hiyerarşi yöntemi (AHP) birden çok kriteri olan problemlerde karar verme işlemi, karar mekanizmasına dayalı subjektif bir işlemdir. Bu yöntem, öznel olarak daha kolay değerlendirilebilen ve daha kolay anlaşılabilen alt sorunların bir hiyerarşisi içerisinde problemlerin çözümlenmesini sağlayan bir araçtır. Öznel değerlendirmeler, sayısal bir ölçek şeklinde sıralanan sayısal değerlere dönüştürülmektedir. AHP ile coğrafi bilgi sistemi desteği ile taşkın risk haritalarının oluşturulduğu bu çalışmanın akış diyagramı Şekil 2’de verilmiştir. Çalışma sahasının bulunduğu alana ait taşkın riski oluşturmada etkili olabilecek 8 adet coğrafi kriter belirlenmiştir. Yükseklik, eğim, bakı ve yağış analizler SRTM-1 uydusuna ait 30 m çözünürlüklü DEM verisi üzerinden, bitki örtüsü analizi LANDSAT-9 OLI2/TIRS2 uydusunun 26.05.2024 tarihli görüntüsünden, arazi kullanımı analizi 2018 yılına ait Corine arazi örtüsü verisinden ve toprak yapısı analizi ise Bantchina ve ark. (2017) tarafından hazırlanan veri setinden, akarsuya yakınlık analizi ise Arcmap 10.2.2 ortamında Kalburt deresinin altlık haritaları üzerinden gerçekleştirilmiş ve her bir veri CBS ortamında coğrafi analizlere tabi tutulmuşlardır.



Şekil 2. Taşkın risk haritalarının oluşturulması için AHP yöntemi ile iş akış diyagramı
(Saaty, 2008 baz alınarak bu görsel yazar tarafından oluşturulmuştur).

AHP yönteminde kriterler ve seçenekler ayrı olarak kendi aralarında sahip oldukları ortak bir özelliğe göre ikili olarak karşılaştırılırlar. İkili karşılaştırma işlemi Thomas L. Saaty tarafından geliştirilen Çizelge 2’de verilen ölçeklendirme tablosu ile gerçekleştirilir (Özdemir, 2019).

Çizelge 2. Thomas L. Saaty(2008) tarafından geliştirilen temel ölçek tablosu

Önem ağırlığı	Tanım	Açıklama
1	Eşit önem	İki kriterde eşit derecede öneme sahiptir
2	Zayıf	
3	Orta önem	Kriterlerden biri diğerine göre daha önemlidir.
4	Orta artı	
5	Güçlü önem	Kriterlerden biri diğerine göre daha fazla önemlidir.
6	Güçlü artı	
7	Çok güçlü/kanıtlanmış önem	Kriterlerden birinin önem değeri diğerine göre kuvvetle fazladır ve bu pratikte kanıtlanmıştır.
8	Çok çok güçlü	
9	Aşırı önem	Kriterlerden biri diğerine göre aşırı derecede önemlidir

Çalışma sahasında taşkın riski oluşturmada etkili olabilecek her bir coğrafi kriterin AHP ikili karşılaştırma yöntemi ile önem ağırlıkları bulunmuştur (Çizelge 3).

Çizelge 3. Kriterlerin ikili karşılaştırması

Kriterler	Yükseklik	Yağış	Eğim	Akarsu yakınlık	Toprak	Bitki örtüsü	Arazi kullanımı	Bakı
Yükseklik	1	3	3	5	5	5	8	9
Yağış	1/3	1	5	6	5	5	9	6
Eğim	1/3	1/5	1	4	4	4	9	9
Akarsu yakınlık	1/5	1/6	1/4	1	3	4	3	3
Toprak	1/5	1/5	1/4	1/3	1	3	2	3
Bitki örtüsü	1/5	1/5	1/4	1/4	1/3	1	2	3
Arazi kullanımı	1/8	1/9	1/9	1/3	1/2	1/2	1	2
Bakı	1/9	1/6	1/9	1/3	1/3	1/3	1/2	1
Toplam	2.50	5.04	9.97	17.25	19.17	22.83	34.50	36.00

İkili karşılaştırma işlemi sonrasında karşılaştırma tablosunda her bir satır sütun toplamına bölünerek normalize edilmiş (Çizelge 4) ve her bir satırın ortalaması alınarak her bir ana kriterin önem ağırlıkları bulunmuştur.

Çizelge 4. Kriterlerin ikili karşılaştırma normalizasyonu

Kriterler	Yükseklik	Yağış	Eğim	Akarsu yakınlık	Toprak	Bitki örtüsü	Arazi kullanımı	Bakı
Yükseklik	0.40	0.59	0.30	0.29	0.26	0.22	0.23	0.25
Yağış	0.13	0.20	0.50	0.35	0.26	0.22	0.26	0.17
Eğim	0.13	0.04	0.10	0.23	0.21	0.18	0.26	0.25
Akarsu yakınlık	0.08	0.03	0.03	0.06	0.16	0.18	0.09	0.08
Toprak	0.08	0.04	0.03	0.02	0.05	0.13	0.06	0.08
Bitki örtüsü	0.08	0.04	0.03	0.01	0.02	0.04	0.06	0.08
Arazi kullanımı	0.05	0.02	0.01	0.02	0.03	0.02	0.03	0.06
Bakı	0.04	0.03	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.03

İkili karşılaştırma ve normalizasyon işlemleri bittiğinde her bir karşılaştırma tablosunun tutarlılık oranı hesaplanmıştır. Tutarlılık oranı (CR) hesabı (Eşitlik 1.) Rassal İndeksi tablosundan kriter sayısınca okunan Rassal indeks (RI) değerleri (Saaty, 2002) ve tutarlılık indeksi (CI) ile hesaplanır (Çizelge 5). Tutarlılık oranı 0.10 değeri ve daha küçük değerler almalıdır (Saaty, 2002). Tutarlılık oranının 0.10'dan küçük olması yargıların yeterli tutarlılıkta ve değerlendirilebileceğini göstermektedir (Duman ve İrcan, 2022).

Çizelge 5. Rassal Tutarlılık indeksi tablosu

Boyut(n)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0.58	0.90	1.12	1.25	1.32	1.41	1.45	1.49

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (1)$$

Eşitlik 1’de CI= tutarlılık indeksini ve RI=Rassal indeksini ifade eder ve tutarlılık indeksi şu eşitlik kullanılarak hesaplanır (Eşitlik 2):

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (2)$$

Eşitlik2’de n kriter sayısını ifade eder. λ_{max} = en büyük özdeğeri (önem ağırlığını) ifade etmekte olup λ_{max} Eşitlik 3 ile hesaplanmaktadır;

$$\lambda_{max} = \frac{1}{n} \left[\frac{w_1^t}{w_1} + \dots + \frac{w_n^t}{w_n} \right] \quad (3)$$

w^t = özdeğer ve w =özvektör olarak tanımlanmaktadır.

Tüm ana kriterlerin tutarlılık oranı (CR) 0.10 değerinin altında veya bu değere eşit çıkmıştır (Çizelge 6).

Çizelge 6. İkili karşılaştırmalar tutarlılık oranı değerleri

Kriterler	Tutarlılık oranı değerleri
Ana kriterler	CR=0.09 (CI=0.13, RI=1.41, CI/RI=0.09)
Yükseklik	CR=0.09 (CI=0.10, RI=1.12, CI/RI=0.09)
Yağış	CR=0.09 (CI=0.08, RI=0.9, CI/RI=0.088)
Eğim	CR=0.08 (CI=0.09, RI=1.12, CI/RI=0.08)
Akarsu yakınlık	CR=0.10 (CI=0.13, RI=1.25, CI/RI=0.10)
Toprak	CR=0.7 (CI=0.60, RI=0.9, CI/RI=0.7)
Bitki örtüsü	CR=0.08 (CI=0.09, RI=1.12, CI/RI=0.08)
Arazi kullanımı	CR=0.10 (CI=0.09, RI=0.9, CI/RI=0.10)
Baki	CR=0.02 (CI=0.09, RI=1.12, CI/RI=0.02)

Tutarlılık oranı hesabından sonra her bir coğrafi faktöre CBS ortamında ağırlıklı çakıştırma işleminde önem ağırlıkları ve önem sıralamaları göz önünde bulundurularak ağırlık puanı atanmış ve taşkın risk haritası elde edilmiştir. Taşkın risk puanları ağırlıklı çakıştırma işlemi sonucunda oluşan sonuç raster verisinin veri özellikleri kısmından risk düzeyine göre düzenlenip sınıflandırılması ile atanmıştır (Çizelge 7).

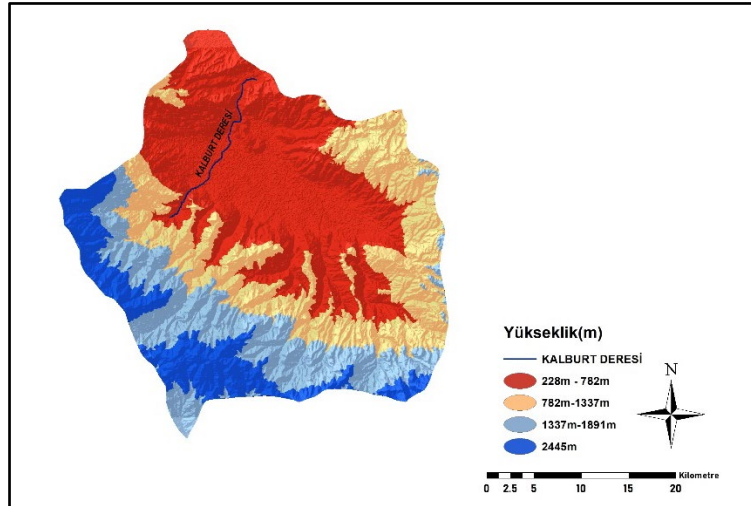
Çizelge 7. Taşkın risk puan sınıfları

1	Risk yok
2	Çok az risk
3	Az risk
4	Orta risk
5	Yüksek risk

Bulgular ve Tartışma

Çalışma alanında taşkına etki eden temel kriterler yükseklik, yağış, eğim, akarsu yakınlık, toprak, bitki örtüsü, arazi kullanımı ve bakı olarak belirlenmiştir. Bu kriterlerin kendi aralarında önem sıralaması AHP tekniği kullanılarak belirlenmiştir. Bursa ili, İnegöl ilçesinde bulunan Kalburt havzası için kriterlerin değerlendirilmesi sonucu elde edilen bulgular aşağıda sırasıyla sunulmuştur.

Yükseklik: Çalışma sahasının yükseklik analizi sonucunda yükseltisinin kuzeyden güneye arttığı, sahadaki yükseltisinin 228 m ila 2445 m arasında değiştiği ve sahada en alçak kota sahip alanların İnegöl ovası ve yakın çevresinin bulunduğu alanlar olduğu görülmüştür. Taşkın riski açısından sahada düzlük sayılabilecek ve en alçak kota sahip alanlar su birikme alanları olarak yüksek riskli olarak değerlendirilmiştir. Yüksek kota ve yükselti ve engebenin yüksek olduğu alanlar çok az risk veya riskin olmadığı alanlar olarak değerlendirilip sınıflandırılmıştır (Şekil 3).



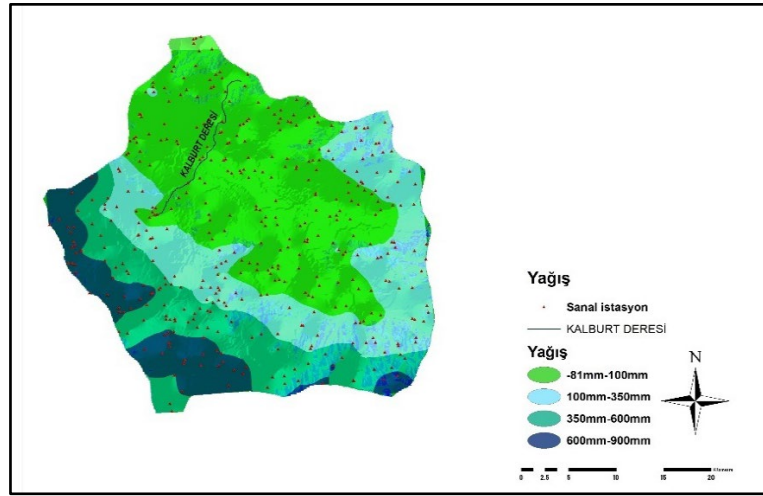
Şekil 3. Sayısal yükseklik modeli

Ayrıca bu alanların önem ağırlıklarının risk düzeylerine paralel bir değer aldıkları görülmüştür (Çizelge 8). Risk düzeylerine bakıldığında düz alanların yüksek risk ihtiva eden alanlar olmasının nedeni aşırı yağış ve ani sağanaklar sonucunda havzaya düşen suyun tepelik alanlarda akışa geçip düz veya etrafına göre çukur sayılabilecek kadar alçak kota sahip alanlarda birikme ve taşmaya sebep olmasıdır.

Çizelge 8. Yükseklik kriterinin önem ağırlık değerleri

Yükseklik (m)	Önem ağırlık	Alan(km ²)	Oran(%)
228-782	0.28	646.13	57.77
782-1337	0.14	287.60	25.72
1337-1891	0.05	166.30	14.87
2445	0.03	18.34	1.64

Yağış: Çalışmada yağış analizi yağış miktarının her 100 m’de 54 mm arttığı mantığını benimseyen Schreiber metodu mantığı ile çalışma sahasının bulunduğu konum sınırları dahilinde CBS ortamında 200 adet sanal istasyon oluşturulmuştur(Schreiber, 1904). Bu istasyonlara çalışma sahasının SYM verisi kot değerleri atanarak hesaplanmış ve bu hesaplama sonucu elde edilen yağış miktarı değerlerinin CBS ortamında kringing enterpolasyon işlemi ile yüzey modellemesi yapılmıştır. Analiz sonucunda yağış miktarının en yüksek noktalara gelindikçe arttığı görülmüştür (Şekil 4; Çizelge 9). Yapılan analiz birim alana düşen yağış miktarının topografya ile ilişkisini ortaya çıkarmıştır.

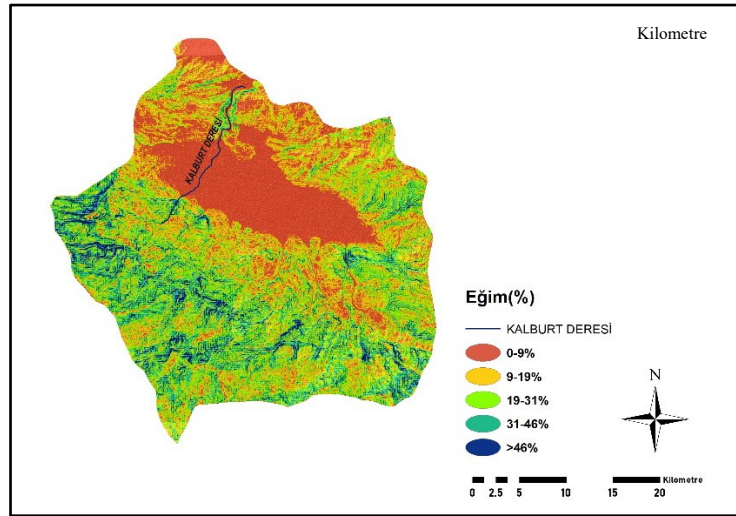


Şekil 4. Yağış haritası

Çizelge 9. Yağış kriteri önem ağırlık değerleri

Yağış	Önem ağırlık	Alan (km ²)	Oran(%)
600-900 mm	0.54	483.80	43.25
350-600 mm	0.32	302.70	27.07
110-350 mm	0.10	216.70	19.38
81-110 mm	0.04	115.00	10.30

Eğim: Çalışma alanı eğim faktörü açısından göz önünde bulundurularak yükseklik faktörüne benzer bir şekilde bir değerlendirme yapılmıştır. Eğim analizi sonuçları incelendiğinde sonuç değerlerinin yükseklik analiz sonuçları ile uyumlu dağılım gösterdiği görülmektedir. Eğim açısından düzlük ve düze yakın alanlar (%0-9) İnegöl ovası ve çevresidir (Şekil 5). Düz ve düze yakın alanlar (%0-9) toplam alanın %33.60’ını kapsamaktadır.



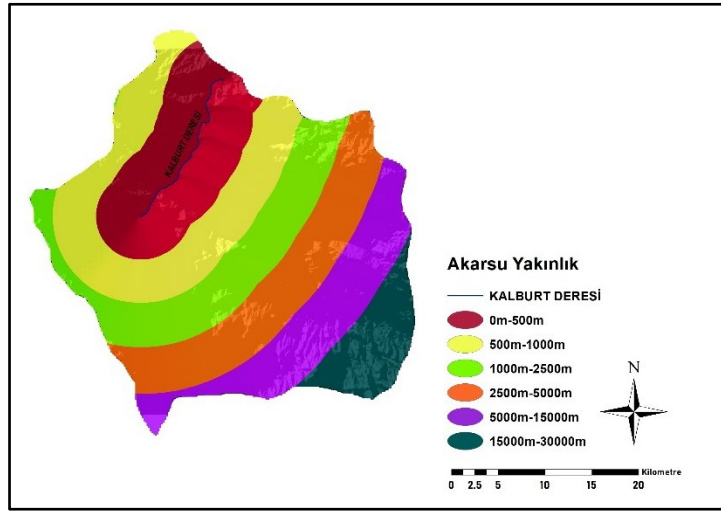
Şekil 5. Eğim haritası analizi

Bu alanlar eğim faktörü açısından yüksek riskli alanlar olarak değerlendirilmiş ve yüksek eğime sahip alanlar aynı yükseklik faktöründe olduğu gibi çok az risk veya riskin olmadığı alanlar olarak değerlendirilip sınıflandırılmıştır. Aynı zamanda bu alanlar iki faktörün ikili karşılaştırması sonucunda yakın değerler almışlardır ve önem sıralamaları birbirleriyle paraleldir (Çizelge 10).

Çizelge 10. Eğim kriterleri önem ağırlık değerleri

Eğim (%)	Önem ağırlık	Alan (km ²)	Oran (%)
0-9	0.57	375.9	33.60
9-19	0.22	352.6	31.52
19-31	0.11	231.8	20.72
31-46	0.06	120.9	10.81
>46	0.04	37.5	3.35

Akarsuya yakınlık: Taşkın sularının olası bir taşkında kaç metreye ulaşabileceğini gösteren akarsu yakınlık analizi sonucunda dereden 500 m kadar mesafeye sahip alanlar yüksek ve orta riske taşıyan alanlar olarak değerlendirilmiştir (Çizelge 11). Akarsudan mesafe olarak uzaklaştıkça alt kriterlerin önem değerleri düşmüş ve en yüksek değeri 0-500 m'deki alanlar almıştır. Bu alanlarda 0-1000 m mesafede olan alanlarda organize sanayi bölgeler ve yerleşim alanları, 1000-2500 m mesafede derenin mansaplandığı, dere barajının bulunduğu bölgede 1 adet daha organize sanayi bölgesi ve yine derenin memba kısmında 1000-5000m arası mesafede yerleşim alanlarının bir kısmının bulunduğu ve taşkın açısından riskli altında oldukları tespit edilmiştir (Şekil 6).



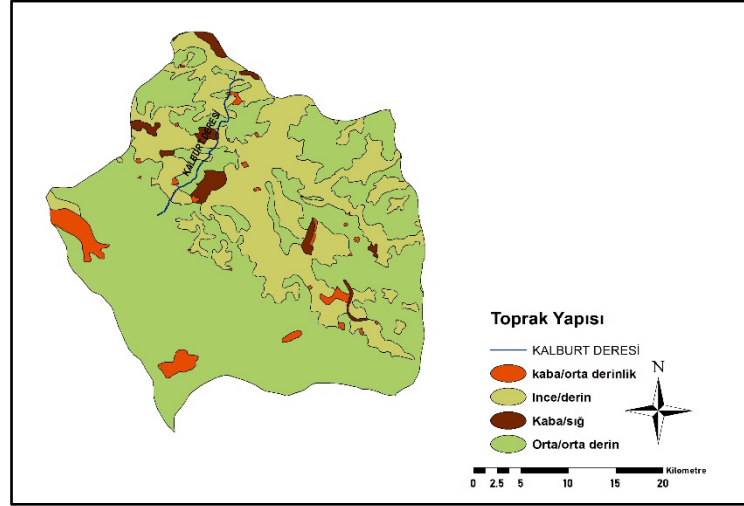
Şekil 6. Akarsu yakınlık analizi

Çizelge 11. Akarsuya yakınlık kriteri önem ağırlık değerleri

Akarsu yakınlık (m)	Önem ağırlık	Alan (km ²)	Oran (%)
0-500	0.44	25.50	2.29
500-1000	0.27	23.80	2.14
1000-2500	0.14	72.10	6.45
2500-5000	0.08	133.80	11.96
5000-15000	0.04	451.10	40.34
15000-30000	0.03	411.80	36.82

Toprak: Çalışma alanındaki arazi varlığının zemin özelliği toprak yapısı ve bitki örtüsü faktörleri üzerinden değerlendirilmiştir. Toprağın bitki örtüsü tarafından parçalanması bitki örtüsü yoğunluğu ve toprak yapısı (bünye) ile ilişkilidir. Bitki örtüsünün görüldüğü alanlarda toprağın bitki örtüsü tarafından yarıma derecesi, toprak bünyesi ve toprak geçirimsizliği, suyun bu alanlarda tutulma derecesi zemin özellikleri hakkında bilgiler verir. Toprak analizi sonucunda çalışma sahasının büyük bir kısmının orta bünyeli (%63.85) topraklardan oluştuğu, orta bünyeli topraklardan sonra ince bünyeli toprakların (%29.69) en fazla yayılım gösterdiği görülmüştür. Geçirgenlik toprağı kendi bünyesine su ve havayı alma kabiliyeti olarak tanımlanabilir. Orta bünyeli topraklar gelen suyu belli bir oranda tutabilirler. Su tutma kapasitesi bakımından ince bünyeli topraklardan sonra orta bünyeye sahip topraklar iyi bir su tutma kapasitesine sahip özelliktedir. Su tutma kapasitesi açısından kaba topraklar boşluklu yapılarından dolayı zayıftır. Orta bünyeli topraklar tarıma elverişli ve kolay işlenebilen topraklardır (Bantchina ve ark., 2017). Şekil 7 incelendiğinde ince bünyeli toprakların İnegöl ovası ve civarındaki tarım alanlarının olduğu alanlarda yoğunlaştığı, bulundukları alanın çevrelerine göre daha alçak ve düzlük alanlar olduğu bu yüzden ani sağanak ve aşırı yağışlarda su birikimi ve taşması görülebilecek alanlar olduğu görülmektedir. İnce toprakların görüldüğü alanlar yüksek risk sınıfında

değerlendirilmiştir. Orta ve kaba bünyeli topraklar sırasıyla orta risk ve riskin olmadığı alanlar önem ağırlıklarına göre olarak sınıflandırılmıştır (Çizelge 12).

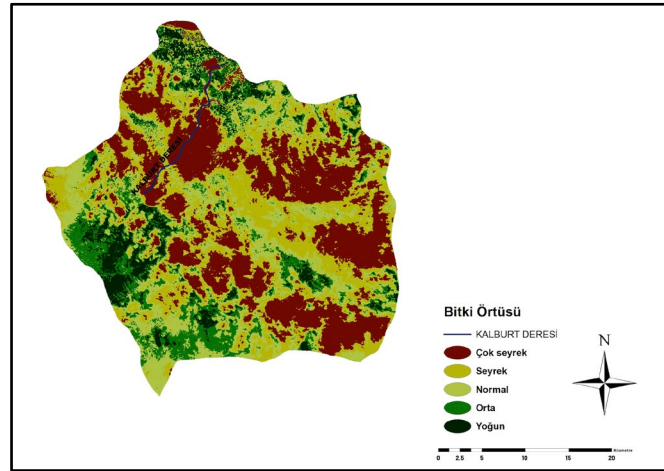


Şekil 7. Toprak haritası analizi

Çizelge 12. Toprak kriteri önem ağırlık değerleri

Toprak	Önem Ağırlık	Alan (km ²)	Oran (%)
İnce-Derin	0.68	332.14	29.69
Orta- Orta Derin	0.18	714.19	63.85
Kaba -Orta Derin	0.09	44.74	4.00
Kaba-Sığ	0.05	27.54	2.46

Bitki Örtüsü: Bitki örtüsü analizi sonuçlarına göre çalışma sahasında çok seyrek bitki örtüsü varlığının çalışma sahasının büyük bir kısmını kapladığı (%31.24) ve bu alanların tarım-sanayi-yerleşim alanlarında yoğunlaştığı görülmüş ve akarsuya çok az bir mesafede bulundukları tespit edilmiştir (Şekil 8). Diğer bitki örtüsü sınıflarının çalışma sahasında kapladığı alanların dağılımı sırasıyla şu şekildedir; Seyrek bitki örtüsü (%27.59), normal yoğunlukta bitki örtüsü (%21.58), orta yoğun bitki örtüsü (%12.66) ve yoğun bitki örtüsü (%6.93)'lük bir oranla dağılım göstermektedirler (Çizelge 13).

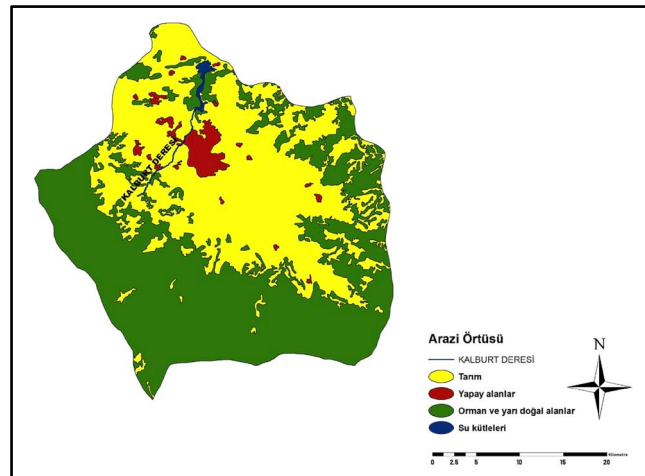


Şekil 8. Bitki örtüsü analizi

Çizelge 13. Bitki örtüsü kriteri önem ağırlık değerleri

Bitki örtüsü	Önem ağırlık	Alan (km ²)	Oran (%)
Çok Seyrek	0.53	349.50	31.24
Seyrek	0.23	308.60	27.59
Normal Yoğunluk	0.13	241.40	21.58
Orta Yoğunluk	0.08	141.60	12.66
Yoğun	0.03	77.50	6.93

Arazi Örtüsü: Çalışma sahası olası bir taşkında doğal alanlarda, ekonomik ve sosyo-kültürel faaliyetlerde oluşabilecek zararlar açısından arazi örtüsü analizi ile analiz edilmiştir. Arazi örtüsü analiz sonuçları incelendiğinde Kalburt deresine en yakın alanda (0-5000 m) arazi örtüsü tarım (%45.18)-yapay alanlar (şehir-sanayi ticaret) (%2.66) ve su kütlesi (Boğazköy Barajı) (%0.34) bir arada bulunmaktadır (Çizelge 14). Dolayısıyla bu alanlar yüksek risk içeren gruptadırlar. Çalışma sahası arazi örtüsü tarım alanları- yapay alanlar-orman ve yarı doğal alanlar ve su kütlesinden oluşmak üzere 4 gruba ayrılmıştır (Şekil 9).



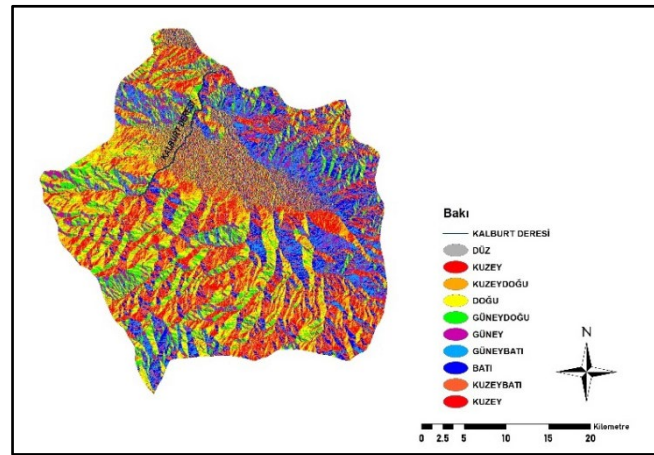
Şekil 9. Arazi örtüsü analizi

Bu alanlara risk puanı atanırken sırasıyla su kütlesi- yapay alanlara en yüksek risk puanı atanmış bunları tarım alanları ve orman ve yarı doğal alanlar izlemiştir.

Çizelge 14. Arazi örtüsü kriteri önem ağırlık değerleri

Arazi örtüsü	Önem ağırlık	Alan (km ²)	Oran (%)
Su	0.48	3.80	0.34
Yapay Alanlar	0.34	29.70	2.66
Tarım	0.14	505.40	45.18
Orman	0.04	579.70	51.82

Bakı: Bakı faktörü iklim, topografya, bitki örtüsü, toprak özellikleri, canlı yaşamı ve yaşamsal faaliyetler üzerindeki etkilerinin diğer faktörlere etkisi üzerinden değerlendirilerek önem sırasına konmuştur. Bakı analizi sonucuna göre Kuzey yönlü alanlar daha çok eğimi ve yükseltisi yüksek olan alanlarda, güney yönlü alanlar ise daha çok düz veya hafif eğime sahip, yükselti değerleri düşük olan alanlarda dağılım göstermektedir. Ayrıca çalışma sahasında Kalburt Deresi yakın çevresinde kuzey yönlü bakıya sahip alanların yoğunlaştığı, güney yönlü alanların daha çok dereye uzak alanlarda konumlandığı görülmektedir (Şekil 10).



Şekil 10. Bakı haritası analizi

Çalışma sahası bakı yönlerine göre değerlendirildiğinde güney yönlü alanlarda güneşlenme süresi fazla olacağından dolayı bu alanlarda sıcaklık ve yıllık ortalama sıcaklık değerleri kuzey yönlü alanlara göre daha fazla olacaktır ve bu alanlara düşen yıllık ortalama yağış miktarı kuzey yönlü alanlara göre daha az olacağından risk açısından kuzey yönlü alanlar daha yüksek riske sahip olarak değerlendirilmiştir (Çizelge 15). Ülkemiz sahip olduğu matematik konumu dolayısıyla kuzey yamaçlara daha fazla yağış düşmektedir (Duman ve İrcan, 2022). Doğu yönü ile batı yönlü alanlar arasındaki fark doğu yönlü alanlarda güneş ışığının gündüz alanlara nüfus etmesinden dolayı doğu yönlü alanlar batı yönlü alanlara göre daha yüksek sıcaklık değerlerine ve daha az yağış ortalamasına sahip olacağından kuzey ile güney yönlü alanlar arasındaki farklılıklar burada da görülecektir. Ayrıca kuzey yönlü alanların yükseltisi en fazla sahip alanlardan oluşması ve yağış miktarının en fazla çalışma sahasındaki bu alanlara düşmesi yükseklik ile yağış miktarının artacağı görüşünü destekler niteliktedir.

Çizelge 15. Bakı kriteri önem ağırlık değerleri

Bakı	Önem ağırlık	Alan (km ²)	Oran (%)
Düz	0.46	3.65	0.33
Kuzey (K. Doğu-K. Batı-Kuzey)	0.30	474.65	42.43
Batı	0.14	136.90	12.24
Doğu	0.07	159.90	14.29
Güney (G. Doğu-G. Batı-Güney)	0.04	343.50	30.71

Her bir kriterle önem ağırlığına göre ağırlıklı çakıştırma işleminde önem ağırlıkları ve önem sıralanışına göre ağırlık puanı atanmıştır (Çizelge 16). Ağırlıklı çakıştırma işlemi sonucu oluşan sonuç verisi düzenlenerek risk puanları atanmış ve her bir kriterin ve alt kriterin çalışma sahasında kapladığı alan km² cinsinden hesaplanmıştır.

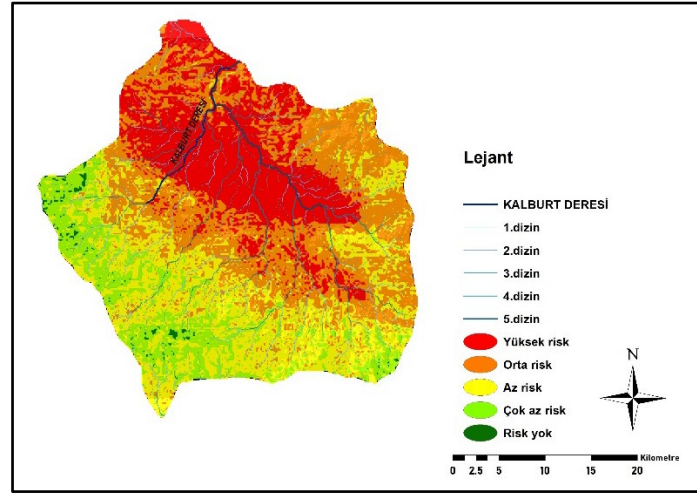
Çizelge 16. Kriterlere önem ağırlıkları ve bunlara göre kriterlere atanan ağırlık puanları

Kriterler	Önem ağırlıkları	Ağırlık puanları
Yükseklik	0.32	20
Yağış	0.26	15
Eğim	0.17	15
Akarsu Yakınlık	0.09	15
Toprak	0.06	10
Bitki Örtüsü	0.05	10
Arazi örtüsü	0.03	10
Bakı	0.02	5

Bu çalışmada Bursa ili, İnegöl ilçesinde bulunan Kalburt deresinin (Şekil 11) olası taşkın riski CBS desteği ile AHP metodu kullanılarak belirlenmeye çalışılmış ve çalışma sahasının olası taşkın riski taşıyan alanları risk derecelerine göre taşkın risk haritasında somut olarak gösterilmiştir (Şekil 12; Çizelge 17).



Şekil 11. Kalburt deresi yatak kesiti



Şekil 12. Taşkın risk haritası

Çizelge 17. Taşkın risk analizi sonuç tablosu

Risk düzeyi	Alan (km ²)	Oran(%)
Risk yok	7.147	0.64
Çok az risk	285.41	25.53
Az risk	138.144	12.35
Orta risk	366.919	32.82
Yüksek risk	320.222	28.64

Sonuç

Bu çalışmada, Kalburt Deresi güzergahı boyunca sağ ve sol sahillerinde konumlandırılmış olan yerleşimler ve tarım arazileri taşkın riski altındadır. Analitik Hiyerarşi Yöntemi (AHP) kullanılarak, Kalburt Deresini kapsayan alanında taşkın riski oluşturabilecek coğrafi faktörlerin göreceli önem dereceleri belirlenmiş ve taşkın riskinin haritalanmasında bu sıralama temel alınmıştır. Çalışma sonucunda, çalışma sahasında taşkın riski taşıyan alanlar, risk düzeylerine göre net bir şekilde taşkın risk haritası üzerinde gösterilmiştir. Çalışma alanının %28,64'lük kısmı yüksek riskli, %32,82'lik kısmı orta riskli, %12,36'lık kısmı az riskli, %25,53'lük kısmı çok az riskli %0,64'lük kısmı ise riskin olmadığı alanlardan oluşmaktadır. Kalburt Deresine 0-5000 m mesafede bulunan alanlar yerleşim-sanayi, ticaret ve tarım alanlarından oluşmaktadır. Dolayısıyla olası bir taşkında söz konusu mesafede görülecek ekonomik ve sosyo-kültürel zarar oldukça büyük olması açısından bu alanlar yüksek risk ihtiva etmektedir. Aynı alanların topografik karakteristikleri açısından incelenmesi sonucunda bu alanların taşkın oluşturma olasılığının diğer risk düzeyindeki alanlara nispeten daha elverişli olduğu sonucuna varılmıştır. Bunun yanında olası bir taşkın afeti görülmesi açısından riskinin olmadığı ya da çok az riske sahip alanların fiziksel, coğrafi ve ekonomik olarak taşkın oluşturmada çok daha az bir etkisi olduğu görülmüştür. Kalburt deresi bulunduğu konum itibarıyla sahip olduğu coğrafi faktörlerinin risk açısından önem değerlendirmesi AHS metodu ile yapılmış ve her bir faktörün birbirleriyle paralel ve uyumlu olacak şekilde önem değerine sahip olduğu

görülmüştür. Çalışma sahası olası taşkın riski göz önünde bulundurularak fiziksel, coğrafi, iklimsel ve ekonomik faktörler ile değerlendirilmiş ve bir taşkın afetinin meydana gelmesi sürecinde etkili faktörler ve bu faktörlerin olası afet oluşumundaki etki edebilirliği ortaya konmaya çalışılmıştır. Çalışma sahasına ait taşkın risk haritası taşkın açısından riskli alanları somut bir şekilde görsel olarak sunmak üzere hazırlanmıştır. Haritaya bakıldığında bir doğal afet olan taşkın afetinin doğal etkenlerin yanında beşerî etkenlerinde oluşumunda katkı oynadığı sonucuna varılabilir. Olası bir taşkın afeti söz konusu olmadan doğal etkenlere karşı tedbir alınıp, beşerî etkenler bu ihtimal dahilinde tekrardan düzenlenebilir veya gözden geçirilebilir. Kalburt deresinde Nisan 2021’de meydana gelen taşkınlar bölgenin imajı olumsuz etkilenmekte ve sektörel ekonomik kayıp büyük sorun teşkil etmektedir (Anonim 2025). Bu doğrultuda taşkın riski taşıyan bölgelerde yapılacak ıslah çalışmaları ile yerleşim yerlerinin ve tarım arazilerinin güvenliğinin artmasıyla olası bir taşkın anında zarar en aza indirgenmiş olacaktır.

Çalışma ile özellikle ArcGIS ve ArcMap gibi CBS yazılımlarının, taşkın riskinin belirlenmesinde karar destek sistemlerine dönüştüğünü ve yerel yönetimlerin risk haritalarını kullanarak afet hazırlıklarını güçlendirdiği görülmüştür. Bu çalışma, taşkın riski değerlendirmesinde AHP ve CBS'nin entegrasyonunun ne kadar güçlü bir araç olduğunu destekler niteliktedir.

Taşkın riskinin değerlendirilmesinde yapay zekâ ve makine öğrenmesi yöntemlerinin kullanılması ve bu yöntemlerin taşkın risk haritalama sürecine entegre edilmesi ile risk analizlerinin doğruluğunu önemli ölçüde arttıracaktır. Bu tür yenilikçi teknolojiler, AHP ve CBS ile kullanıldığında taşkın riski değerlendirmelerinde daha hassas sonuçlar elde edilebilir.

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, AHP ve CBS kombinasyonunun taşkın riski analizlerinde ne denli etkili olduğunu bir kez daha ortaya koymuştur. Özellikle yüksek riskli bölgelerin tespit edilmesi ve taşkın olaylarına karşı hazırlıklı olunması açısından bu metodoloji önemli bir araç olarak öne çıkmaktadır. Gelecek çalışmalarda, dijital ikiz teknolojisi, makine öğrenmesi ve veri madenciliği gibi yenilikçi teknolojilerin taşkın riski haritalama sürecine dahil edilmesi, analizlerin doğruluğunu ve geçerliliğini artırabilir. Ayrıca, iklim değişikliği senaryoları doğrultusunda taşkın risklerinin daha dinamik bir şekilde analiz edilmesi, gelecekteki taşkın olayları için daha sağlam tahminler yapmaya olanak tanıyacaktır.

Teşekkür

Makale, Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyosistem Mühendisliği Anabilimdalı yüksek lisans öğrencisi Burcu ŞANLI tarafından yürütülen yüksek lisans tezinden üretilmiştir. Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır. Bu makaleyi hazırlayan yazarlar, araştırmaya ortak katkı sağlamıştır ve yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Kaynakça

- Anonim 2025. Bursa'da sağanak dereleri taşırdı. <https://www.evrensel.net/haber/429866/bursada-saganak-dereleri-tasirdi>. (Erişim tarihi: 27.02.2025).
- Akıncı, H., Yavuz Özalp, A., Temuçin Kılıçer, S., 2015. Coğrafi Bilgi Sistemleri ve AHP Yöntemi Kullanılarak Planlı Alanlarda Heyelan Duyarlılığının Değerlendirilmesi: Artvin Örneği. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 1(1-2), 40-53.
- Akkaya Aslan, Ş.T, Gündoğdu, K.S. ve Demir A.O. 2004. Sayısal yükseklik modelinden yararlanılarak bazı havza karakteristiklerinin belirlenmesi: Bursa Karacabey İnkaya Göleti havzası örneği. *Bursa Uludag Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 18(1):167-180.
- Aydın, M.C., Birincioğlu, E.S., 2022. Flood risk analysis using GIS-based analytical hierarchy process: a case study of Bitlis Province. *Applied Water Science*, 12(6).
- Bantchina, B. B., Mucan, U. ve Gündoğdu, K. S. 2017. Bursa İli Arazi Varlığının Coğrafi Bilgi Sistemi ile Analizi, 5. Uluslararası Katılımlı Toprak ve Su Kaynakları Kongresi (pp.65-74). Kırklareli, Turkey.
- Chen, W., Zhang, L. and Wang, J. 2023. Flood risk assessment in coastal regions using AHP and multi-criteria decision analysis: A case study of the Bohai Sea, China. *Ocean and Coastal Management*, 234, 106368.
- Chien, F. S., Kuo, Y. C. and Lu, Y. M. 2019. Integrating AHP and GIS for flood risk mapping in urban environments. *Natural Hazards*, 97(3): 873-891.
- Duman, N. and İrcan, R. M. 2022. Coğrafi Bilgi Sistemleri tabanlı Çankırı Merkez ilçesinin taşkın duyarlılık analizi. *Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi*, 50-66.
- Jha, M. K., Behera, M. D. and Panda, S. 2020. Multi-criteria decision analysis for flood risk management: Case study of a river basin in India. *Journal of Hydrology*, 584, 124735.
- Fayaz, M., Mohammadi, S. and Sadeghi, H. 2020. Application of Analytical Hierarchy Process (AHP) for flood risk management in urban areas. *Journal of Flood Risk Management*, 13(6): e12641.
- Girayhan, H. 2015. AB Taşkın Direktifi ve Türkiye uygulamaları. *Taşkın Yönetim Dergisi*, 10(2): 22-34.
- Güneş, B., Kömüşçü, A. Ü., 2025. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Tabanlı AHS yöntemi ile Erzincan-Sivas Karayolu ve Çevresinin Heyelan Duyarlılık Analizi. *Doğal Afetler Ve Çevre Dergisi*, 11(1), 89-103.
- Kara, M. and Yıldız, S. 2023. Taşkın riski değerlendirmesinde analitik hiyerarşi yöntemi (AHP) uygulaması ve Türkiye örneği. *Journal of Hydrology and Environmental Engineering*, 33(4):211-223.
- Kılıçer, A. and Özgüler, M. 2002. Taşkınların Türkiye'deki yaygınlığı ve etkileri. *Journal of Hydrology and Earth Science*, 7(3):234-245.
- Kumar, P., Singh, R. and Rai, S. K. 2022. Flood risk assessment and management: A review of methods and models. *Environmental Modelling and Software*, 150, 105352.
- Kothawale, S., Patil, S. and Patel, S. 2018. GIS-based flood risk assessment using AHP in urban areas. *Hydrology Research*, 49(2): 627-639.

- Köroğlu, B., Akıncı, H., 2023. Coğrafi Bilgi Sistemleri Tabanlı Çok Kriterli Karar Analizi ile Giresun İli Dereli İlçesinin Taşkın Duyarlılık Analizi. *Artvin Çoruh Üniversitesi Mühendislik Ve Fen Bilimleri Dergisi*, 1(2), 62-81.
- Mgm. 2023. <https://mgm.gov.tr/?il=Bursa&ilce=Ineg%C3%B6l> adresinden alındı.
- Özcan, M. 2019. *Taşkın ve taşkın yönetimi*. İstanbul: XYZ Yayınları.
- Özdemir, D. 2019. Analitik Hiyerarşi Süreci. P. Durucasu (Dü.) içinde, *İşletmelerde Karar Verme Teknikleri*. Eskişehir: T.C Anadolu Üniversitesi Yayını NO :3355/Açıköğretim Fakültesi Yayını No:2210.
- Saaty, T. L. 2002. Decision making with the Analytic Hierarchy Process. *Scientia Iranica*, 9(3): 215-229.
- Saaty, T. L. 2008. Decision making with the Analytic Hierarchy Process. *Int.J. Services Sciences*, 1(1): 83-90.
- Tanış E. ve Çelik R. 2024. CBS Tabanlı AHP Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi (ÇKKY) Kullanılarak Van Gölü Güzelsu Alt Havzası Taşkın Risk Haritalarının Çıkarılması ve Değerlendirilmesi, Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi, 15(4), 941–950.
- Taş, M. A., ve Yanık, M. E. 2022. Analitik Hiyerarşi Süreci (Ahs) Metodu İle Behzat Deresi (Tokat) Havzası Taşkın Risk Analizi. *Erzincan Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 15(2), 185-199.
- T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı 2022. *Taşkın risk yönetimi ve Türkiye uygulamaları*. Ankara: T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Yayınları.
- Yang, X., Li, L. and Wang, Z. 2021. Flood risk assessment using AHP and GIS in the Pearl River Delta, China. *Science of the Total Environment*, 771, 144678. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.144678>
- Yurteri, C. 2024. Coğrafi bilgi sistemleri (CBS) ortamında analitik hiyerarşi yöntemi (AHY) yöntemi kullanılarak taşkın risk analizi: Karabük ili örneği. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 12(2), 298–318.
- Zhou, X., Wang, Y. and Zhang, Y. 2020. Flood risk assessment and mapping based on AHP and GIS: A case study of the Yangtze River Basin, China. *Science of the Total Environment*, 722, 137797.



Türkiye'deki Orman Fidanlıklarının Ekolojik Rolü: Doğal ve Egzotik Türlerin Çeşitliliği ve Peyzaj Düzenlemeleri Üzerine Etkileri^A

Selim BAYRAKTAR^{1*}, Aysel ULUS², Şerife Doğanay YENER³, Eren Dağra SÖKMEN⁴

Öz: Türkiye'deki orman fidanlıkları, tahrip olmuş orman alanlarının ağaçlandırılması, biyolojik çeşitliliğin korunması ve sürdürülebilir ormancılık uygulamaları için kritik bir role sahiptir. Bununla birlikte, son yıllarda, orman fidanlıkları peyzaj düzenlemelerinde kullanılan egzotik bitkileri de temin etme misyonunu üstlenmiş ve hizmet alanını genişletmiştir. Ancak, fidanlıklarda üretilen türlerin çeşitliliği, sürdürülebilir ekosistem yönetimi bağlamında yeterince ele alınmamıştır. Bu çalışma, Türkiye genelindeki 30 Orman Bölge Müdürlüğü'ne bağlı 102 kamu fidanlığında yetiştirilen odunsu türlerin çeşitliliğini, büyüme formlarını ve biyocoğrafik statülerini (doğal ve egzotik) analiz etmeyi amaçlamaktadır. Araştırma kapsamında, türlerin familya, cins ve büyüme formlarına göre dağılımları incelenmiş ve elde edilen bulgular ekolojik sürdürülebilirlik açısından değerlendirilmiştir. Sonuçlar, fidanlıklarda egzotik türlerin (%69.59) doğal türlere (%30.41) kıyasla belirgin şekilde baskın olduğunu göstermiştir. Sarılcı-tırmanıcı büyüme formundaki egzotik türlerin oranı %94.87 gibi yüksek bir seviyeye ulaşmışken, çalı türlerinde bu oran %74.47, ağaç türlerinde ise %63.40 olarak tespit edilmiştir. Egzotik tür üretimine ağırlık verilmesi, peyzaj çalışmalarındaki tür seçimlerinde görülen estetik kaygıları önceliklendiren yaklaşımla uyumlu değerlendirilmektedir. Bununla birlikte, Marmara Bölgesi'nde yapılan önceki çalışmalar, benzer eğilimleri destekler niteliktedir. Egzotik türlerin yaygın kullanımı, yerel

^A Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır.

* Sorumlu yazar/Corresponding Author: ¹ Selim Bayraktar, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Orman Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Sarıyer, İstanbul, Türkiye, sbayraktar@iuc.edu.tr, [OrcID 0000-0002-8023-4135](https://orcid.org/0000-0002-8023-4135)

² Aysel ULUS, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Orman Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Sarıyer, İstanbul, Türkiye, ulusay@iuc.edu.tr, [OrcID 0000-0002-9038-994X](https://orcid.org/0000-0002-9038-994X)

³ Şerife Doğanay YENER, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Orman Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Sarıyer, İstanbul, Türkiye, doganay@iuc.edu.tr, [OrcID 0000-0002-9229-3941](https://orcid.org/0000-0002-9229-3941)

⁴ Erren Dağra SÖKMEN, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Orman Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Sarıyer, İstanbul, Türkiye, edsokmen@iuc.edu.tr, [OrcID 0000-0002-1091-4207](https://orcid.org/0000-0002-1091-4207)

ekosistemlerin dengesini bozma, polinatör çeşitliliğini azaltma ve doğal türlerin zararlılara karşı savunmasız hale gelmesi gibi riskler taşımaktadır.

Bu durum, özellikle yüksek biyoçeşitlilik potansiyeline sahip Türkiye için ekolojik sürdürülebilirlik açısından önemli bir tehdit oluşturmaktadır. Çalışma, doğal türlerin sürdürülebilir peyzaj yönetimindeki potansiyelini vurgulamakta ve bu türlerin üretiminin artırılmasına yönelik stratejik adımların ekosistemlerin korunmasında hayati önem taşıdığını ortaya koymaktadır. Bu nedenle, Türkiye genelindeki orman fidanlıklarının üretim kapasitesinin, sürdürülebilir peyzaj yönetimi hedefleri doğrultusunda daha etkin ve kapsayıcı şekilde kullanılması kritik bir öneme sahiptir.

Anahtar Kelimeler: Odunsu bitki çeşitliliği, ekosistem yönetimi, egzotik türlerin riskleri, sürdürülebilir peyzaj.

The Ecological Role of Forest Nurseries in Türkiye: Diversity of Native and Exotic Species and Their Impacts on Landscape Design

Abstract: Forest nurseries in Türkiye play a critical role in reforesting degraded lands, biodiversity conservation, and the implementation of sustainable forestry practices. In recent years, however, forest nurseries have also undertaken the mission of supplying exotic plants for landscape design, thereby expanding their scope of services. Nevertheless, the diversity of species produced in these nurseries have not been adequately addressed in the context of sustainable ecosystem management. This study aims to analyze the diversity, growth forms, and biogeographic status (native and exotic) of woody species grown in 102 public nurseries affiliated with 30 Regional Forestry Directorates across Türkiye. Within the scope of the research, the distribution of species was examined in terms of their families, genera, and growth forms, and the findings were evaluated from the perspective of ecological sustainability. The results revealed that exotic species (69.59%) were significantly more dominant than native species (30.41%) in these nurseries. Among the growth forms, the proportion of exotic climbing species reached as high as 94.87%, while this ratio was 74.47% for shrubs and 63.40% for trees. The emphasis on the production of exotic species is aligned with an approach that prioritizes aesthetic considerations in species selection for landscape design. Previous studies conducted in the Marmara Region corroborate similar trends. The widespread use of exotic species poses critical risks, including the disruption of local ecosystems, reduction of pollinator diversity, and increased vulnerability of native species to pests and diseases. Such impacts represent a significant threat to ecological sustainability, particularly for a biodiversity-rich country like Türkiye. This study highlights the potential of native species in sustainable landscape management and underscores the critical importance of strategic initiatives aimed at increasing their production. Therefore, the production capacity of forest nurseries across Türkiye must be utilized more effectively and inclusively in line with the goals of sustainable landscape management.

Keywords: Woody plant diversity, ecosystem management, risks of exotic species, sustainable landscaping.

Giriş

Türkiye'deki orman fidanlıkları, ekosistemlerin yenilenmesi, biyolojik çeşitliliğin korunması ve sürdürülebilir ormancılık uygulamaları için vazgeçilmez bir altyapı sunmaktadır. Bu fidanlıklar, tahrip olmuş orman alanlarının yeniden ağaçlandırılması için gerekli olan fidanların üretilmesini sağlayarak ekosistemlerin sürekliliğine katkıda bulunmaktadır (Akyol ve Tolunay, 2014; Kurt, 2015; Şahan ve Kaya, 2021). Ayrıca, Türkiye'nin orman varlığı, Avrupa'daki birçok ülkeye kıyasla daha düşük seviyede olduğu için ağaçlandırma çalışmaları, ulusal ormancılık politikalarının öncelikli hedefleri arasında yer almaktadır.

Kentleşme ve iklim değişikliği, doğal habitatlarda biyolojik çeşitliliği tehdit ederken, bu fidanlıklar geniş ölçekli ağaçlandırma ve yeniden ormanlaştırma programları için kritik bir öneme sahiptir (Yener ve Akdeniz, 2020). Bununla birlikte, 2000'li yıllar sonrasında, orman fidanlıkları peyzaj düzenlemelerinde kullanılan egzotik bitkileri de temin etme misyonu üstlenmiş ve hizmet alanını genişletmiştir. Marmara Bölgesi'ndeki orman fidanlıklarında bulunan bitki türlerini inceleyen Yener ve Akdeniz (2020)'in çalışmasında, bu fidanlıklarda yer alan odunsu bitkilerin %53.81'inin egzotik kökenli bitkiler olduğunu tespit etmiştir. Bu hususta, özel sektörün ve kullanıcıların eğilimleri ile uyumlu hareket eden orman fidanlıkları, egzotik bitkilerin yaygınlaşmasına destek olmuştur.

Doğal ve egzotik türlerin tanımları, peyzaj düzenlemelerinde tür seçiminin ekolojik etkilerini anlamak için kritik öneme sahiptir. Doğal türler, belirli bir bölgeye özgü olup, uzun yıllar boyunca bu ekosistemlerde evrimleşmiş ve yerel koşullara uyum sağlamış bitkilerdir. Bu türler, yerel habitatların ekolojik bütünlüğünü koruyarak biyolojik çeşitliliği destekler ve ekosistem işlevlerine katkıda bulunmaktadır (Shafique, 2023; Liu ve ark., 2024). Buna karşılık, egzotik türler ise genellikle insan müdahalesiyle farklı coğrafi bölgelerden getirilmiş bitkilerdir (Vidal-Couto ve ark., 2023; Staab ve ark., 2020). Bu türler, peyzaj düzenlemelerinde estetik çeşitlilik ve hızlı büyüme avantajları sunarken, yerel türlerle rekabet edebilmekte ve ekosistem dengesini bozarak baskın hale gelme riski taşıyabilmektedir (Díaz-Sieffer ve ark., 2023; Zhang ve ark., 2024).

Kentsel alanlarda kullanılan doğal ve egzotik türlerin dengesi, sürdürülebilir ekosistem yönetimi için kritik bir araştırma alanıdır (Aronson ve ark., 2014; Ziter, 2016; Milliken, 2018; Staab ve ark., 2020). Doğal türler, yerel habitatlara uyumlulukları ve ekosistem işlevlerini destekleme kapasiteleri ile öne çıkarken, egzotik türler estetik değerleri ve hızlı büyüme özellikleri nedeniyle tercih edilmektedir (Akyol ve Tolunay, 2014; Şahan ve Kaya, 2021). Bununla birlikte, doğal ve egzotik türlerin bir arada bulunması, çevresel değişimlere karşı daha dayanıklı kentsel ekosistemler oluşturabilir. Bu türlerin dikkatli yönetimi, özellikle izleme ve stratejik dikim uygulamaları, kentsel alanlardaki varlıklarının getirdiği faydalar ile olası olumsuz etkiler arasındaki dengeyi sağlamak açısından önemlidir (Gaertner ve ark., 2017). Ancak egzotik türlerin peyzajda bilinçsizce kullanımı, yerel ekosistemlerin dengesini bozma, doğal türlerle rekabet etme ve ekosistem işlevlerini değiştirme gibi ciddi riskler taşımaktadır (MacDougall ve Turkington, 2005; Çimen ve Ulus, 2020). Örneğin, egzotik türler yerel polinatörleri ve otoburları desteklemek gibi doğal türlerin yerine getirdiği ekolojik işlevleri sağlayamayabilmektedir (Wilde ve ark., 2015; Zakardjian ve ark., 2020). Ancak, doğal türlerle yapılan bitkilendirmelerde bile bu işlevlerin etkin bir şekilde yerine getirilmesi, kullanılan bitkilerin yerel tohum

kaynaklarından elde edilmiş olması ile yakından ilgilidir. Özellikle otsu türlerde yapılan çalışmalar, tohum kaynağı seçiminin polinatörlerle olan etkileşimleri ve yerel adaptasyonu doğrudan etkilediğini ortaya koymaktadır (Bucharova ve ark., 2017; Bucharova ve ark., 2021). Ayrıca, egzotik türlerin varlığı, yerel türlerin zararlılara ve hastalıklara karşı daha savunmasız hale gelmesine yol açabilmektedir (Levine ve ark., 2003; Rand ve Louda, 2004; Avşar ve Çelik, 2024). Özellikle Türkiye gibi yüksek biyoçeşitlilik potansiyeline sahip ülkelerde bu tür etkiler, yerel ekosistemlerin sürdürülebilirliği ve türler arası ekolojik dengelerin korunması açısından ciddi riskler oluşturabilir.

Kentleşmiş alanlarda, peyzaj tasarımları genellikle estetik tercihler doğrultusunda şekillenmektedir. Egzotik türlerin dekoratif değerleri nedeniyle sıkça tercih edilmesi, bu türlerin kamusal alanlarda ve kentsel bahçelerde baskın hale gelmesine yol açmaktadır (Hitchmough, 2011; Gray ve Heezik, 2015). Ancak bu tür tercihler, kentsel bahçelerdeki yerel polinatör çeşitliliği ve faydalı böcek toplulukları üzerinde olumsuz etkilere neden olabilmektedir (Salisbury ve ark., 2015). Nitekim Türkiye'de de konut bahçelerinde egzotik türlerin yaygın olarak kullanıldığı bilinmektedir (Bayraktar, 2013; Sert ve ark., 2020). Benzer durumun, ülkemizdeki diğer kentsel yeşil alanlar için de geçerli olduğu vurgulanmaktadır (Çoban ve ark., 2020; Tanfer ve Yener, 2020; Selim ve Atabey, 2020). Bu nedenle, kentsel peyzajlarda yerel türlerin kullanımını teşvik etmek, kentsel biyoçeşitliliği artırmak ve ekosistem hizmetlerini güçlendirmek açısından önemli bir strateji olarak öne çıkmaktadır.

Günümüzde doğal türlerin peyzaj düzenlemelerinde kullanılmasına yönelik birçok ülkede olumlu bir eğilim gözlenmekle birlikte, bu yönelimin önündeki engellerin başında doğal bitkilerin istenilen boyut ve özelliklerde temin edilememesi vurgulanmaktadır (Brzuszek ve ark., 2010; Ricordi ve ark., 2014). Ticari fidanlıklarda doğal türlerin sınırlı bir yelpazede sunulması, peyzaj mimarlarının ve tasarımcıların bu türleri projelerinde kullanmalarını zorlaştırmaktadır (Kauth ve Pérez, 2011). Buna ek olarak, egzotik türler genellikle estetik açıdan daha çekici ya da bakımı daha kolay olarak pazarlanmakta ve bu da bireylerin bu türleri tercih etmesine neden olmaktadır (Alam ve ark., 2017). Bu açıdan Türkiye'de de benzer bir durum söz konusudur. Bu bağlamda, Türkiye'nin her bölgesinde üretim imkânı bulunan orman fidanlıklarında üretilen türlerin kompozisyonunu ve çeşitliliğini anlamak, sürdürülebilir peyzaj yönetimi uygulamaları açısından kritik bir öneme sahiptir. Bu kapasitenin etkin ve doğru kullanımı, hem yerel ekosistemlerin korunması hem de sürdürülebilir peyzaj yönetim uygulamaları için bitki materyali sağlaması açısından önemli bir potansiyele sahiptir. Bununla birlikte, Marmara Bölgesi'ndeki orman fidanlıklarında yapılan bir çalışma, doğal türlerin üretiminin egzotik türlere kıyasla oldukça düşük olduğunu ve doğal bitki örtüsünden yeterince faydalanılmadığını göstermiştir (Yener ve Akdeniz, 2020). Ayrıca, mevcut literatür bu fidanlıklardaki egzotik ve doğal türlerin dağılımına dair ulusal ölçekli bir değerlendirme sunmamaktadır. Bu çalışma, Türkiye genelindeki orman fidanlıklarında yer alan odunsu türlerin çeşitliliğini analiz ederek, egzotik türlere yönelimin ekolojik sonuçlarını değerlendirmeyi ve doğal türlerin sürdürülebilir peyzaj yönetimindeki potansiyelini ortaya koymayı amaçlamaktadır. Ancak, bu çalışmada değerlendirilen türlerin yalnızca Türkiye geneli için doğal olup olmadığı incelenmiş olup, fidanlıkların bulunduğu fitocoğrafik bölgeler için yerel tür olma durumları değerlendirilmemiştir. Bu sınırlılık, her bir fidanlığa ait tür listelerinin açık veri olarak elde edilememesi ve yalnızca Türkiye geneli listeye ulaşılabilmesi nedeniyle ortaya çıkmıştır.

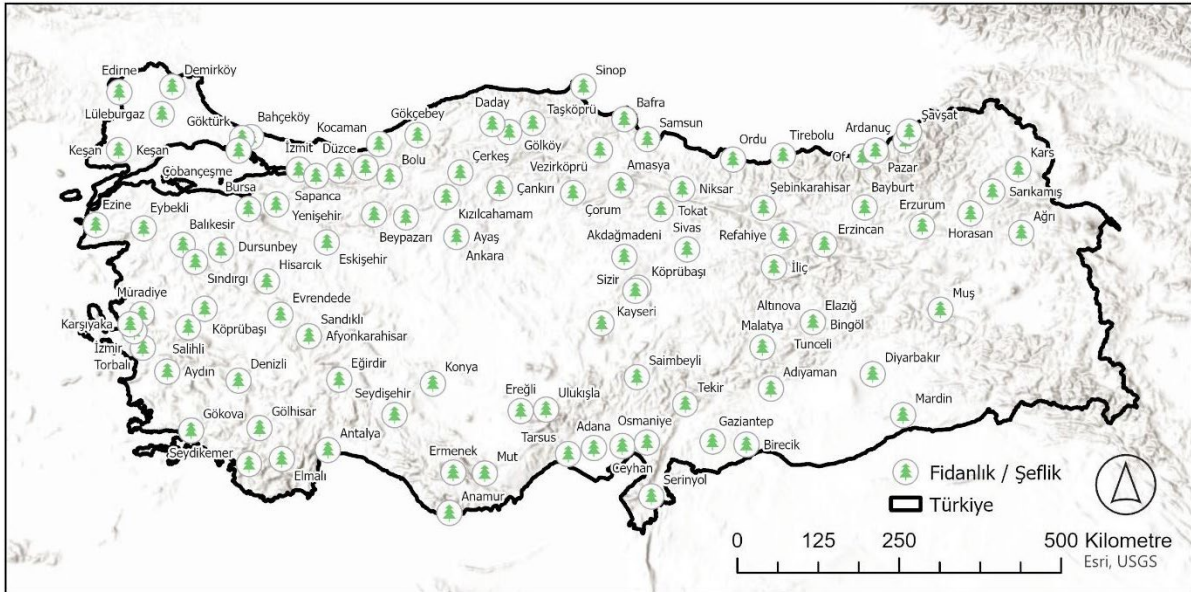
Materyal ve Yöntem

Bu çalışma, Türkiye genelindeki Orman Genel Müdürlüğü (OGM) bünyesindeki" olarak 30 Orman Bölge Müdürlüğü'ne ait 102 orman fidanlığını kapsamaktadır (Çizelge 1). Araştırmanın odak noktasını, bu fidanlıklarda yetiştirilen odunsu bitki taksonlarının çeşitliliği, büyüme formları ve biyocoğrafik statüleri (doğal ve egzotik) oluşturmaktadır.

Çizelge 1. Orman Bölge Müdürlükleri ve Bağlı Fidanlık Sayıları (OGM, 2023).

Orman Bölge Müdürlüğü	Bağlı Müdürlük Sayısı	Fidanlık/ Şeflik Sayısı
Adana	3	4
Amasya	6	7
Ankara	6	7
Antalya	2	2
Artvin	2	2
Balıkesir	3	3
Bolu	2	2
Bursa	1	2
Çanakkale	3	3
Denizli	2	2
Elazığ	6	7
Erzurum	6	7
Eskişehir	2	3
Giresun	2	3
Isparta	1	2
İstanbul	3	7
İzmir	3	4
Kahramanmaraş	3	3
Kastamonu	4	4
Kayseri	5	5
Konya	2	4
Kütahya	1	1
Mersin	3	3
Muğla	3	3
Sakarya	1	3
Şanlıurfa	4	4
Trabzon	3	3
Zonguldak	2	2

Araştırma için referans alınan bitki taksonlarının Latince ve Türkçe isimleri, OGM'nin kurumsal internet sitesindeki açık veri kaynaklarından elde edilmiştir (OGM, 2023). Ayrıca, fidanlıkların coğrafi konumları da aynı veri tabanından temin edilmiştir. Elde edilen adres bilgilerinin koordinat bilgileri elde edilerek coğrafi konum haritası hazırlanmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Orman fidanlıklarının Türkiye genelindeki dağılımı.

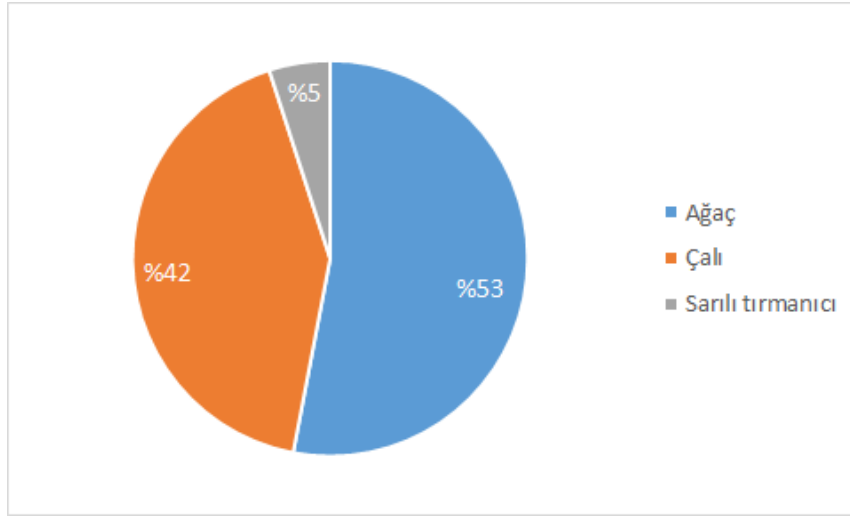
İlk olarak, OGM internet sitesinden temin edilen bitki listesi çalışmanın amacı ve kapsamı doğrultusunda düzenlenmiş ve sadece odunsu türler listeye dahil edilmiştir. Ayrıca cins düzeyinde bulunan kayıtlar da kapsam dışında tutulmuştur. Bu işlemlerin ardından, her bitkinin, aile bilgileri ve güncel tür isimleri kontrol edilmiş ve daha sonra biyocoğrafik statüleri (doğal ve egzotik) tespit edilmiştir. Çalışmada ele alınan bitki taksonlarının aile bilgileri, uluslararası bir botanik veri tabanı olan World Flora Online (WFO, 2023) kaynağından yararlanarak elde edilmiştir. Bu veri tabanı, bitkilerin taksonomik sınıflandırmasını uluslararası standartlara uygun olarak sunmakta olup, World Flora Online (WFO) projesi kapsamında küresel bitki çeşitliliği hakkında güvenilir ve güncel bilgi sağlamaktadır (Borsch ve ark., 2020).

Bununla birlikte, çalışmada kullanılan bitki listesi, OGM internet sitesinde sunulan veriler temel alınarak derlenmiş olup, türlerin doğruluğu veya geçerliliği tamamen OGM'nin sağladığı bilgilerle sınırlıdır.

Bulgular ve Tartışma

Orman Fidanlıklarındaki Bitki Taksonlarının Büyüme Formlarına İlişkin Bulgular ve Tartışma

Türkiye’deki orman fidanlıklarında bulunan odunsu bitki taksonlarının büyüme formlarına göre dağılımı Şekil 2’de verilmiştir. Elde edilen bulgular, fidanlıklardaki bitkilerin ağaç, çalı ve sarılıcı-tırmanıcı büyüme formlarına göre farklı oranlarda çeşitlilik gösterdiğini ortaya koymaktadır.



Şekil 2. Türkiye'deki orman fidanlıklarında bulunan odunsu bitki takson sayılarının büyüme formlarına göre dağılımı

Ağaç türleri, %53.2 oranıyla fidanlıklardaki en baskın büyüme formu olarak öne çıkarken, çalı türleri %41.8 ile ikinci sırada yer almıştır. Sarılcı-tırmanıcı türler ise yalnızca %5 oranında temsil edilerek fidanlıklardaki en az varlığa sahip büyüme formu olmuştur. Bu bulgular, Marmara Bölgesi'ndeki orman fidanlıklarında yer alan odunsu taksonları ele alan Yener ve Seyidoğlu Akdeniz (2019) çalışmasının sonuçlarıyla önemli ölçüde uyumludur. Söz konusu çalışmada, Marmara Bölgesi'ndeki fidanlıklarda üretilen bitkilerin %65.36'sının ağaç, %31.75'inin çalı ve sadece %3.27'sinin sarılcı-tırmanıcı büyüme formuna ait olduğu belirtilmiştir. Bu oranlar, Türkiye genelindeki eğilimlerle paralellik göstermektedir.

Orman Fidanlıklarındaki Bitki Taksonlarının Ailesi, Cins, Tür Özelliklerine İlişkin Bulgular ve Tartışma

Türkiye'deki orman fidanlıklarında bulunan bitki taksonlarının ailesi, cins ve tür düzeyindeki özellikleri ve bunların büyüme formlarındaki dağılımı analiz edilmiştir (Çizelge 2). Bulgular, fidanlıklarda belirli familyaların baskın olduğunu ve büyüme formlarına göre takson dağılımlarının çeşitlilik gösterdiğini ortaya koymaktadır. Analiz sonuçlarına göre, Cupressaceae familyası 101 takson ile en fazla tür çeşitliliğine sahip familya olarak öne çıkmıştır ve tüm üyeleri ağaçlardan oluşmaktadır. Rosaceae familyası, 74 takson ile ikinci sırada yer almış olup, çalı türlerinde yüksek bir çeşitliliğe sahiptir. Üçüncü sırada bulunan Pinaceae familyası, 50 takson ile sadece ağaç türlerini barındırmaktadır.

Çizelge 2. En fazla taksona sahip il 10 familyanın tür sayısı ve büyüme formuna göre dağılımı.

Cins adı	Büyüme formu			Takson sayısı	Toplam Takson Sayısına Oranı (%)
	Ağaç	Çalı	Sarıltı turmanıcı		
Cupressaceae	101	0	0	101	12.85
Rosaceae	33	41	0	74	9.41
Pinaceae	50	0	0	50	6.36
Fabaceae	30	9	4	43	5.47
Oleaceae	5	24	4	33	4.2
Sapindaceae	33	0	0	33	4.2
Berberidaceae	0	30	0	30	3.82
Fagaceae	28	0	0	28	3.56
Betulaceae	21	0	0	21	2.67
Ericaceae	1	19	0	20	2.54

Türkiye’deki orman fidanlıklarında bulunan bitki taksonlarının cins düzeyinde taksonomik çeşitliliği dikkat çekici bir yapı sergilemektedir. En fazla taksona sahip olan cinsler, büyüme formlarına göre dağılımlarıyla birlikte analiz edilmiş ve çeşitliliği en yüksek 10 cins belirlenmiştir. Çizelge 3’te, en fazla taksona sahip ilk 10 cins ve bu cinslerdeki taksonların büyüme formlarına göre dağılımı verilmiştir.

Çizelge 3. En fazla taksona sahip ilk 10 cinsin tür sayısı ve büyüme formuna göre dağılımı.

Cins adı	Büyüme formu			Takson sayısı	Toplam Takson Sayısına Oranı (%)
	Ağaç sayısı	Çalı sayısı	Sarıltı turmanıcı sayısı		
<i>Juniperus</i> spp.	36	0	0	36	4.58
<i>Acer</i> spp.	28	0	0	28	3.56
<i>Berberis</i> spp.	0	27	0	27	3.44
<i>Quercus</i> spp.	24	0	0	24	3.05
<i>Pinus</i> spp.	19	0	0	19	2.42
<i>Prunus</i> spp.	15	4	0	19	2.42
<i>Chamaecyparis</i> spp.	16	0	0	16	2.04
<i>Euonymus</i> spp.	0	15	0	15	1.91
<i>Grevillea</i> spp.	0	15	0	15	1.91
<i>Picea</i> spp.	14	0	0	14	1.78

Cins düzeyinde, *Juniperus* türleri 36 takson ile fidanlıklarda en fazla çeşitliliğe sahip cins olarak öne çıkmıştır. Bu türlerin tamamının ağaç formunda olduğu görülmüştür. *Acer* türleri, 28 takson ile ikinci sırada yer alırken, bu türler de tamamen ağaç formundadır. Üçüncü sırada bulunan *Berberis* türleri ise 27 takson ile yalnızca çalı formunda temsil edilmektedir. Takson çeşitliliği açısından dikkate değer bir diğer cins, 24 takson ile *Quercus* olup bu türlerin tamamı ağaç formundadır. Bunun yanı sıra, *Pinus* ve *Prunus* türleri, sırasıyla 19 ve 15 takson ile dengeli bir dağılım göstermektedir. *Chamaecyparis*, *Euonymus*, *Grevillea* ve *Picea* cinsleri 14-16 takson arasında çeşitlilik göstermiş, ancak daha sınırlı bir büyüme formu çeşitliliğine sahip olmuştur.

En fazla taksona sahip bu cinsler, toplam takson sayısının %36.57'sini oluşturarak fidanlıkların bitki çeşitliliğindeki önemli bir bölümü temsil etmektedir. Çalı formunda yoğunlaşan *Berberis* ve *Euonymus* gibi cinsler, özellikle peyzaj düzenlemelerinde sıklıkla tercih edilebilecek türler olarak dikkat çekmektedir.

Orman Fidanlıklarındaki Bitki Taksonlarının Biyocoğrafik Statülerine (Doğal/Egzotik) İlişkin Bulgular ve Tartışma

Türkiye'deki orman fidanlıklarında bulunan bitki taksonlarının biyocoğrafik statüleri incelendiğinde, egzotik türlerin doğal türlere kıyasla belirgin şekilde daha fazla olduğu gözlemlenmiştir. Çizelge 4, fidanlıklardaki türlerin biyocoğrafik statülerine ve büyüme formlarına göre dağılımını göstermektedir.

Çizelge 4. Orman Fidanlıklarında Bulunan Türlerin Büyüme Formları ve Çeşitlilik Oranları.

Büyüme formu	Doğal Tür Sayısı	Egzotik Tür Sayısı	Doğal Tür Oranı (%)	Egzotik Tür Oranı (%)
Ağaç	153	265	36.60	63.40
Çalı	84	245	25.53	74.47
Sarılcı tırmanıcı	2	37	5.13	94.87
Toplam	239	547	30.41	69.59

Bu bulgular, orman fidanlıklarında egzotik türlerin genel olarak daha fazla tercih edildiğini ve doğal türlerin oranının nispeten düşük olduğunu ortaya koymaktadır. Sarılcı-tırmanıcı türlerin büyük bir kısmının egzotik türlerden oluşması da dikkat çekici bulunmuştur.

Orman fidanlıklarında doğal bitki taksonlarının oranlarının düşük olması, ekolojik sürdürülebilirlik açısından ciddi bir endişe kaynağıdır. Türkiye genelinde, Orman Genel Müdürlüğü'ne (OGM) bağlı 102 orman fidanlığı, biyolojik çeşitliliğin korunması ve yaygınlaştırılması için önemli bir potansiyele sahiptir. Ancak, mevcut çalışmamızda bu fidanlıklarda yer alan türlerin yalnızca %30.41'inin doğal, %69.59'unun ise egzotik türlerden oluştuğu belirlenmiştir. Bu bulgular, Marmara Bölgesi orman fidanlıklarına odaklanan Yener ve Seyidoğlu Akdeniz (2019) çalışması ile paralellik göstermektedir. Söz konusu çalışmada, Marmara Bölgesi fidanlıklarında üretilen türlerin %46.19'unun doğal, %53.81'inin ise egzotik olduğu, özellikle İstanbul'daki fidanlıkların %58.14 oranında egzotik tür barındırdığı bildirilmiştir. Türkiye genelinde egzotik türlerin oranının 2024 itibarıyla %69.59'a yükselmesi, fidanlıklarda doğal türlerin oranının giderek azaldığını ve egzotik tür odaklı üretim yaklaşımının daha da güçlendiğini ortaya koymaktadır. Bu eğilim, Yener ve Seyidoğlu Akdeniz (2019) tarafından vurgulanan ekonomik ve estetik hedeflere dayalı üretim eğilimleri ile açıklanabileceği düşünülmektedir.

Bununla birlikte, egzotik türlerin baskınlığı ekonomik ve estetik hedeflere hizmet ediyor gibi görünse de, bu durumun ekolojik sürdürülebilirlik açısından ciddi riskler taşıdığı açıktır. Egzotik türlerin yaygın kullanımını teşvik eden üretim yaklaşımı, orta ve uzun vadede yerel ekosistemlerin sürdürülebilirliği üzerinde ciddi baskılar ile sonuçlanabilecektir. Genel olarak değerlendirdiğimizde, Türkiye'deki orman fidanlıklarının mevcut üretim eğilimleri, egzotik türlere yönelik artan bir ilgiyi açıkça ortaya koymaktadır. Bu durum, ekosistem dengesini

bozma riski taşıdığı gibi, yerel biyoçeşitliliği azaltarak ekolojik direnci zayıflatma riski de taşımaktadır. Sürdürülebilir peyzaj yönetimi hedefleriyle çelişen bu eğilim, özellikle yerel türlerin korunması ve ekolojik restorasyon stratejileri açısından yeniden değerlendirilmelidir. Örneğin, kurakçıl peyzaj düzenlemelerinde kullanılabilecek birçok doğal bitki türünün fidanlıklarda bulunmaması bu çelişkiyi daha da derinleştirmektedir. Çetin ve Mansuroğlu (2018)'in çalışmasında, peyzaj düzenlemelerinde kullanım potansiyeli olan Akdeniz Bölgesi'ne özgü 65 doğal bitki türünden 23'ünün, aralarında kamu ve özel sektör fidanlıklarının da bulunduğu bir değerlendirmede, üretiminin yapılmadığı tespit edilmiştir. Bu durum, yalnızca kamu fidanlıklarının değil, genel olarak sektördeki üretim stratejilerinin sürdürülebilirlik hedefleriyle uyumsuz olduğunu göstermektedir. Doğal türlerin üretimine yönelik herhangi bir girişimin olmaması, su tasarrufunun ve iklim değişikliği ile uyumlu peyzaj yaklaşımlarının önündeki önemli bir engel olarak belirtilmiştir. Bu durum, yerel biyolojik çeşitliliğin korunmasını ve yerel türlerin teşvik edilmesini stratejik bir öncelik haline getirmektedir.

Sarılıcı-tırmanıcı türler, Türkiye'deki orman fidanlıklarında egzotik türlerin en yüksek oranda temsil edildiği büyüme formu olarak dikkat çekmektedir. Mevcut çalışmada, bu gruptaki türlerin %94.87'sinin egzotik, yalnızca %5.13'ünün doğal olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3). Bu oran, sarılıcı-tırmanıcı türlerin yerel flora yerine yabancı türlerle ikame edildiğini ve bu eğilimin, diğer büyüme formlarına kıyasla çok daha belirgin olduğunu göstermektedir. Egzotik türlerin bu denli baskın olması, bu bitkilerin hızlı adaptasyon ve estetik özellikleri nedeniyle peyzaj projelerinde daha fazla tercih edildiğini düşündürmektedir. Bu türlerin peyzaj projelerinde estetik ve işlevsel roller üstlenme potansiyeli, önceki çalışmalarla da desteklenmiştir. Örneğin, Trabzon kenti üzerine yapılan bir çalışmada, sarılıcı-tırmanıcı bitkilerin beton yüzeylerin monotonluğunu azaltma ve görsel kaliteyi artırma konusundaki önemi vurgulanmıştır (Aksu ve Acar, 2010). Bartın kentinde yapılan başka bir çalışmada ise, bu türlerin yüzey kaplama, gölgeleme ve perdeleme gibi çok işlevli roller üstlenebileceği belirtilmiştir (Bekçi ve ark., 2015). Bununla birlikte, Türkiye florasında sarılıcı ve tırmanıcı olarak kullanılabilecek türler açısından da zengin bir durumun söz konusu olduğu unutulmamalıdır.

Doğal türlerin peyzaj düzenlemelerinde kullanım potansiyeline ilişkin önceki çalışmalar, bu türlerin günümüzdeki birçok problem ile mücadelede ekolojik açıdan avantajlarını ortaya koymaktadır. Örneğin, Konya, Karaman, Niğde ve Aksaray illerini kapsayan yarı kurak bölgelerde yapılan bir çalışmada (Güner, 2023), doğal ağaç ve çalı türünün kurakçıl peyzaj tasarımında estetik ve fonksiyonel değerler sunduğu belirlenmiştir. Bu doğal bitkilerin, düşük bakım ihtiyaçları, erozyon kontrolü ve hava kirliliğini azaltma gibi katkılarının yanı sıra, yarı kurak çevre koşullarına uyum sağlama kapasiteleri nedeniyle sürdürülebilir peyzaj uygulamalarında kullanılmaya uygun olduğu vurgulanmıştır (Güner, 2023). Benzer şekilde, Çetin ve Mansuroğlu (2018), Akdeniz bölgesindeki kurakçıl peyzaj uygulamalarında, doğal türlerin su tasarrufu sağlayan ve iklime dayanıklı peyzajlar için kritik önemde olduğu ifade edilmiştir. Bunun yanı sıra, Erzurum-Uzundere örneğinde (Yılmaz ve Yılmaz, 2009) olduğu gibi, ekstrem çevresel koşullara dayanıklı doğal türler, karayolu şev stabilizasyonu ve peyzaj onarımı gibi uygulamalarda başarılı bir şekilde kullanılabilmektedir. Doğal türlerin peyzaj düzenlemelerinde yalnızca ekolojik ve estetik değil, aynı zamanda kültürel bir role sahip olduğu da birçok çalışma tarafından vurgulanmıştır (Atabeyoğlu ve Bilge, 2019; Şahin ve ark., 2020; Tırnakçı ve Aklıbaşında, 2023) . Özellikle, doğal türlerin etnobotanik özellikleri, yerel geleneklerin ve biyolojik mirasın korunmasına olanak tanımaktadır

(Yener ve Ay Ak, 2021; Sarı ve Öztürk, 2023). Güneydoğu Bölgesi'ndeki etnobotanik amaçlı kullanılan doğal bitkilerin peyzaj düzenlemelerinde kullanım olanaklarını araştıran Tanfer ve ark. (2024) yaygın kullanılan 26 bitki için 17 farklı peyzaj düzenlemesinde kullanılabileceğini tespit etmiş ve bu türlerin hem ekolojik hem de kültürel değer taşıdığına dikkat çekmiştir. Bu bulgular, doğal türlerin peyzaj düzenlemelerinde ekolojik, estetik ve kültürel değerler sunma potansiyelini ortaya koyarken, sürdürülebilir ve yerel odaklı peyzaj yaklaşımlarının geliştirilmesi gerektiğine işaret etmektedir. Doğal türlerin teşvik edilmesine yönelik stratejik adımlar, yalnızca yerel biyolojik çeşitliliği korumakla kalmayacak, aynı zamanda iklim değişikliği ile mücadelede de kritik bir rol oynayacaktır.

Doğal türlerin kentsel peyzaj düzenlemelerinde kullanımı, ekolojik restorasyon çalışmaları için de kritik bir rol oynamaktadır. Yerel habitatlara uyum sağlamış doğal türler, kentsel ekosistemlerde biyolojik çeşitliliği destekleyerek ekolojik dengenin yeniden kurulmasına katkı sağlar (Wilde ve ark., 2015; Simpson ve ark., 2023). Ayrıca, doğal türlerin kullanımı, kentsel ısı adası etkisinin azaltılması, yağmur suyu yönetimi ve hava kalitesinin iyileştirilmesi gibi ekosistem hizmetlerini güçlendirmektedir (Milliken, 2018).

Bununla birlikte, doğal türlerin kentsel alanlarda kullanımı, yalnızca ekolojik faydalar sağlamakla kalmayıp, aynı zamanda yerel fauna için yaşam alanları sunarak ekolojik direnci artırır ve iklim değişikliğinin olumsuz etkilerini hafifletebilir (Timpane-Padgham ve ark., 2017; Singh ve ark., 2023). Bu bağlamda, doğal türlerin kentsel ekolojik restorasyon projelerinde stratejik olarak kullanılması, sürdürülebilir kentsel ekosistemlerin oluşturulması için önemli bir adımdır.

Sonuç

Türkiye'deki orman fidanlıkları, yalnızca ekonomik ve estetik hedeflere hizmet eden bir üretim yaklaşımından ziyade, ekolojik sürdürülebilirlik ve biyolojik çeşitliliği koruma sorumluluğunu önceliklendiren bir vizyon benimsemelidir. Bulgular, egzotik türlerin orman fidanlıklarında baskın olduğunu ve bu eğilimin doğal türlerin potansiyel faydalarını gölgede bıraktığını göstermektedir. Bu durum, yerel ekosistemlerin sürdürülebilirliği açısından önemli bir risk oluşturmaktadır. Yerel biyolojik çeşitliliği koruma ve sürdürülebilir peyzaj uygulamalarını destekleme hedefi doğrultusunda, doğal türlerin üretimine yönelik stratejik girişimlerin hayata geçirilmesi kritik bir önem arz etmektedir.

Bu çalışmanın temel bulguları, Türkiye genelindeki fidanlıkların bitki türü çeşitliliği ve egzotik türlerin yaygınlığı hakkında önemli veriler sunmaktadır. Ancak, türlerin üretim miktarları, ekonomik büyüklüğü veya bölgesel dağılımı gibi daha detaylı bilgilere ulaşamamıştır. Bu eksiklik, bulguların bağlamında yorumlanması açısından bir sınırlılık oluşturmaktadır. İlerleyen çalışmalarda bu sınırlılıkların giderilmesi, fidanlıkların sürdürülebilirlik potansiyelini daha kapsamlı bir şekilde değerlendirmek için gereklidir. Bu noktada, tüm kamu kurum ve kuruluşlarının açık veri kaynaklarıyla araştırmacılara destek sağlaması büyük önem taşımaktadır.

Sonuç olarak, bu çalışma, orman fidanlıklarının sürdürülebilirlik vizyonuna katkı sunmak için değerli bir temel sunmaktadır. Gelecekteki çalışmalar, Türkiye'nin sosyal ve ekonomik çeşitliliğini göz önünde

bulundurarak, doğal türlerin kullanımını artırmaya yönelik hem ulusal hem de yerel ölçekli politikalar geliştirmelidir. Bu tür politikalar, yalnızca biyolojik çeşitliliği korumakla kalmayacak, aynı zamanda yerel toplulukların kültürel mirasını teşvik ederek sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşılmasına katkıda bulunacaktır.

Teşekkür

Çalışmada kullanılan ham verilerin düzenlenmesinde destek veren Ezgi Çelik'e teşekkür ederiz. Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır. Bu çalışmanın hiçbir aşamasında, sonuçları etkileyebilecek şekilde herhangi bir kurum veya kişi ile çıkar ilişkisi içine girilmemiştir. Tüm yazarlar, araştırmanın tasarlanması, yürütülmesi, verilerin analizi ve yorumlanması ile makalenin yazımı ve gözden geçirilmesi süreçlerinde eşit düzeyde katkıda bulunmuşlardır.

Kaynakça

- Aksu, Ö.V. ve Acar, C. 2010. Kent içi istinat duvarlarının peyzaj mimarlığı açısından irdelenmesi: Trabzon kenti örneği. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 11(2): 1-11.
- Akyol, A. ve Tolunay, A. 2014. Sürdürülebilir orman yönetimi ölçüt ve göstergelerinin Türkiye için modellenmesi. *Turkish Journal of Forestry | Türkiye Ormancılık Dergisi*, 15(1): 21. <https://doi.org/10.18182/tjf.15028>
- Alam, H., Khattak, J.Z.K., Ppoyil, S.B.T., Kurup, S.S. and Ksiksi, T.S. 2017. Landscaping with native plants in the UAE: A review. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 29(10): 729-741.
- Aronson, M.F., La Sorte, F.A., Nilon, C.H., Katti, M., Goddard, M.A., Lepczyk, C.A. and Winter, M. 2014. A global analysis of the impacts of urbanization on bird and plant diversity reveals key anthropogenic drivers. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 281(1780): 20133330.
- Atabeyoğlu, Ö. ve Bilge, G. 2019. Corylus türlerinin peyzaj tasarım çalışmalarında kullanılabilirliği. *Akademik Ziraat Dergisi*, 8(Özel Sayı): 145-156.
- Avşar, G. ve Çelik, A. 2024. Peyzaj mimarlığı çalışmalarında doğal bitkilerin kullanımı konulu bir SWOT. *Uluslararası Peyzaj Mimarlığı Araştırmaları Dergisi (IJLAR)*, 8(3): 133-154.
- Bayraktar, S. 2013. Zekeriyaköy Vadisi biyotopları üzerine araştırmalar. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Bekçi, B., Dinçer, D. ve Bogenç, Ç. 2015. Kentsel peyzajda kullanılan Vitis vinifera'nın Bartın kent ölçeğinde değerlendirilmesi. *İnönü Üniversitesi Sanat ve Tasarım Dergisi*, 5(11): 39-47.

- Borsch, T., Berendsohn, W., Dalcin, E., Delmas, M., Demissew, S., Elliott, A., ... and Zamora, N. (2020). World Flora Online: Placing taxonomists at the heart of a definitive and comprehensive global resource on the world's plants. *Taxon*, 69(6), 1311-1341.
- Brzuszek, R., Harkess, R. and Kelly, L. 2010. Survey of master gardener use of native plants in the southeastern United States. *Horttechnology*, 20(2): 462-466. <https://doi.org/10.21273/horttech.20.2.462>
- Bucharova, A., Durka, W., Hölzel, N., Kollmann, J., Michalski, S., and Bossdorf, O. (2017). Are local plants the best for ecosystem restoration? It depends on how you analyze the data. *Ecology and evolution*, 7(24), 10683-10689.
- Bucharova, A., Lampei, C., Conrady, M., May, E., Matheja, J., Meyer, M., and Ott, D. (2022). Plant provenance affects pollinator network: Implications for ecological restoration. *Journal of Applied Ecology*, 59(2), 373-383.
- Çetin, N. ve Mansuroğlu, S. 2018. Akdeniz koşullarında kurakçıl peyzaj düzenlemelerinde kullanılabilecek bitki türlerinin belirlenmesi: Antalya/Konyaaltı örneği. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 55(1): 11-18.
- Çimen, Ş. ve Ulus, A. 2020. Türkiye Milli Botanik Bahçesi'nde bulunan bazı doğal bitki taksonlarının süs bitkisi kullanım potansiyelinin belirlenmesi. *Bursa Uludag Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 34(Özel Sayı): 269-290.
- Çoban, S., Yener, Ş.D. ve Bayraktar, S. 2021. Woody plant composition and diversity of urban green spaces in Istanbul, Turkey. *Plant Biosystems-An International Journal Dealing with All Aspects of Plant Biology*, 155(1): 83-91.
- Díaz-Sieffer, P., Ramm, A., Díaz-Forestier, J., León-Lobos, P., and Celis-Diez, J. 2023. Biotic homogenization in the availability of ornamental seeds of the native flora in chile. *Ornamental Horticulture*, 29(2), 181-199. <https://doi.org/10.1590/2447-536x.v29i2.2563>
- Gaertner, M., Wilson, J.R., Cadotte, M.W., MacIvor, J.S., Zenni, R.D. and Richardson, D.M. 2017. Non-native species in urban environments: Patterns, processes, impacts and challenges. *Biological Invasions*, 19: 3461-3469.
- Gray, E. and Heezik, Y. 2015. Exotic trees can sustain native birds in urban woodlands. *Urban Ecosystems*, 19(1): 315-329. <https://doi.org/10.1007/s11252-015-0493-1>
- Güner, C. 2023. İç Anadolu Bölgesi doğal florasına ait ağaç ve çalı türlerinin kurakçıl peyzajda kullanımı. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Konya.
- Hitchmough, J. 2011. Exotic plants and plantings in the sustainable, designed urban landscape. *Landscape and Urban Planning*, 100(4): 380-382. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2011.02.017>
- Kauth, P. and Pérez, H. 2011. Industry survey of the native wildflower market in Florida. *Horttechnology*, 21(6): 779-788. <https://doi.org/10.21273/horttech.21.6.779>
- Kurt, İ. 2015. Afyonkarahisar Orman Fidanlık Müdürlüğünde fidan üretim maliyetleri üzerine araştırmalar. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 15(3): 1-7.

- Levine, J., Vilà, M., D'Antonio, C., Dukes, J., Grigulis, K. and Lavorel, S. 2003. Mechanisms underlying the impacts of exotic plant invasions. *Proceedings of the Royal Society B Biological Sciences*, 270(1517): 775-781. <https://doi.org/10.1098/rspb.2003.2327>
- Liu, X., Li, C., Zhao, X., and Zhu, T. 2024. Arid urban green areas reimagined: transforming landscapes with native plants for a sustainable future in aksu, northwest china. *Sustainability*, 16(4), 1546. <https://doi.org/10.3390/su16041546>
- MacDougall, A.S. and Turkington, R. 2005. Are invasive species the drivers or passengers of change in degraded ecosystems? *Ecology*, 86(1): 42-55.
- Milliken, S. 2018. Ecosystem services in urban environments. In *Nature-based strategies for urban and building sustainability*, Ed.: Butterworth-Heinemann, pp: 17-27.
- OGM 2023. Türkiye Cumhuriyeti Tarım ve Orman Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü. <http://www.ogm.gov.tr> (Erişim tarihi: 11.09.2023).
- Rand, T. and Louda, S. 2004. Exotic weed invasion increases the susceptibility of native plants to attack by a biocontrol herbivore. *Ecology*, 85(6): 1548-1554. <https://doi.org/10.1890/03-3067>
- Ricordi, A.H., Kaufman, A.J., Cox, L.J., Criley, R. and Cheah, K.T. 2014. Opportunities and barriers for using native plant material by landscape architects. *Landscape Journal*, 33(2): 127-139.
- Salisbury, A., Armitage, J., Bostock, H., Perry, J., Tatchell, M. and Thompson, K. 2015. Editor's choice: enhancing gardens as habitats for flower-visiting aerial insects (pollinators): should we plant native or exotic species? *Journal of Applied Ecology*, 52(5): 1156-1164. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12499>
- Sarı, D. ve Öztürk, Z. 2023. Etnobotanik Kullanımı Olan Bazı Doğal Bitkilerin Peyzaj Değerleri: Maçka (Trabzon) Örneği. *Turkish Journal of Forest Science*, 7(2): 189-209.
- Selim, C. ve Atabey, S. 2020. Kentsel yol ağaçlandırmalarının sağladığı faydaların belirlenmesi: Antalya Atatürk Bulvarı örneği. *Bursa Uludag Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 34(Özel Sayı): 235-248.
- Sert, E.B., Tokgöz, G. ve Yolcu, N. 2020. İskenderun (Hatay) kenti ev bahçelerinde kullanılan bitkisel materyalin peyzaj mimarlığı çalışmaları açısından sağlayabileceği katkılar. *Bursa Uludag Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 34(Özel Sayı): 71-86.
- Shafique, M. 2023. Impact of time scale on plantation pattern: an approach to access tree diversity changes in urban parks. *The Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 60(03), 345-356. <https://doi.org/10.21162/pakjas/23.35>
- Simpson, C., Coldren, C., Coman, I. A., Cooper-Norris, C., and Perry, G. 2023. Urban Vegetation: Anthropogenic Influences, Public Perceptions, and Wildlife Implications. In *Urban Horticulture-Sustainable Gardening in Cities*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.1001155>
- Singh, G., Kumar, S., Chaudhary, K., and Sharma, G. (2023). Anthropogenic Noise Affects the Bird Song Frequency and Behavioral Response: A Review. In *Birds-Conservation, Research and Ecology*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.1001351>

- Staab, M., Pereira-Peixoto, M.H. and Klein, A.M. 2020. Exotic garden plants partly substitute for native plants as resources for pollinators when native plants become seasonally scarce. *Oecologia*, 194(3): 465-480.
- Şahan, C. ve Kaya, İ. 2021. Türkiye ve Avrupa ülkeleri orman yangınlarının bazı değişkenler açısından değerlendirilmesi. *Odü Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi (Odüsobiad)*. <https://doi.org/10.48146/odusobiad.1013462>
- Şahin, E.K., Bekar, M. and Güneröğlu, N. 2020. Usage opportunities of the Turkish hazelnut (*Corylus colurna* L.) in landscape architecture.
- Tanfer, M. ve Yener, Ş.D. 2020. İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Orman Fakültesi Kampüs Florası Üzerine Bir Araştırma. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 22(3): 726-737.
- Tanfer, M., Yener, Ş.D. ve Bayraktar, S. 2024. Kültürel Peyzajlarda Etnobotanik Değeri Olan Bitkilerin Potansiyel Kullanım Alanları: Güneydoğu Anadolu Bölgesi, Türkiye. *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7(2): 512-532.
- Tırnakçı, A. ve Aklıbaşında, M. 2023. Doğal bitki türlerinin kentsel alanlardaki bitkisel tasarımlarda kullanımı. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 24(1): 167-177.
- Timpane-Padgham, B. L., Beechie, T., and Klinger, T. 2017. A systematic review of ecological attributes that confer resilience to climate change in environmental restoration. *PLoS One*, 12(3), e0173812.
- Vidal-Couto, D., Brito, C., Andrade, I., Cerqueira, A., Reis, I., Tomasini, S., ... and Mielke, M. (2023). Tree species used in urban forestry in brazil: a scientometric review. *Rodriguésia*, 74. <https://doi.org/10.1590/2175-7860202374047>
- WFO, 2023. World Flora Online, <http://www.worldfloraonline.org/>, (Erişim tarihi: 11.09.2023).
- Wilde, H., Gandhi, K. and Colson, G. 2015. State of the science and challenges of breeding landscape plants with ecological function. *Horticulture Research*, 2(1). <https://doi.org/10.1038/hortres.2014.69>
- Yener, Ş.D. ve Ak, B.A. 2021. Doğu Anadolu Bölgesi'nin etnobotanik kullanımı olan bazı bitkilerin peyzaj düzenlemelerinde kullanım olanakları. *Eurasian Journal of Forest Science*, 9(3): 92-106.
- Yener, Ş.D. and Akdeniz, N.S. 2019. Inventory and qualitative evaluations of woody plants in forest nurseries of Marmara Region. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 21(3): 613-623.
- Yılmaz, H. ve Yılmaz, H. 2009. Karayolu Şevlerinde Doğal Olarak Yetişen Odunsu Bitkilerin Kullanım Alanlarının İrdelenmesi: Erzurum-Uzundere Örneği. *Turkish Journal of Forestry*, 10(1): 101-111.
- Zakardjian, M., Geslin, B., Mitran, V., Franquet, É. and Jourdan, H. 2020. Effects of urbanization on plant–pollinator interactions in the tropics: an experimental approach using exotic plants. *Insects*, 11(11): 773. <https://doi.org/10.3390/insects11110773>
- Zhang, H., Nizamani, M., Guo, L., Cui, J., Cubino, J., Hughes, A., ... and Wang, H. (2024). Interplay of socio-economic and environmental factors in shaping urban plant biodiversity: a comprehensive analysis. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 12. <https://doi.org/10.3389/fevo.2024.1344343>
- Ziter, C. 2016. The biodiversity–ecosystem service relationship in urban areas: a quantitative review. *Oikos*, 125(6): 761-768.



Arazi Toplulaştırması Üzerine Akademik Yaklaşımlar:

Türkiye’de Lisansüstü Tezlerin İçerik Analizi^A

Müge KİRMİKİL^{1*}, Cansu HAYAT²

Öz: Bu çalışma, Türkiye’de 1973-2024 yılları arasında yazılmış arazi toplulaştırması konulu lisansüstü tezleri analiz ederek, akademik gelişimi, araştırma eğilimlerini ve uygulama süreçlerindeki değişimleri ortaya koymayı amaçlamaktadır. YÖK Ulusal Tez Merkezi’nden elde edilen verilere dayanarak toplam 136 lisansüstü tez (27 doktora, 109 yüksek lisans) istatistiksel yöntemlerle incelenmiş, tezler erişim durumu, yıllara, üniversitelere, ana bilim dallarına, ele alınan konulara ve çalışılan bölgelere göre kategorize edilmiştir. Araştırma bulguları, tezlerin büyük çoğunluğunun Ziraat Mühendisliği (%71.32) ve Harita Mühendisliği (%22.05) alanlarında yoğunlaştığını göstermektedir. Bölgesel dağılım açısından en fazla akademik çalışma İç Anadolu Bölgesi’nde (%32.85) gerçekleştirilirken, Güneydoğu (%4.38) ve Doğu Anadolu (%8.03) Bölgeleri’nde araştırmaların sınırlı kaldığı görülmüştür. Üniversiteler bazında Selçuk Üniversitesi, en fazla tez üreten kurum olarak öne çıkmaktadır. Araştırmaların büyük ölçüde teknik konulara odaklandığı, ancak sosyal, ekonomik ve çevresel etkilerin daha az çalışıldığı belirlenmiştir. Özellikle toplulaştırma süreçlerinin kırsal kalkınma üzerindeki etkileri, çiftçilerin süreç hakkındaki algıları ve sürdürülebilirlik boyutları üzerine yapılan çalışmaların yetersiz olduğu görülmektedir. Sonuçlar, arazi toplulaştırması üzerine yapılacak gelecekteki araştırmalarda disiplinler arası yaklaşımların artırılması ve bölgesel eşitsizliklerin giderilmesi gerektiğine işaret etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Akademik eğilimler, arazi toplulaştırması, içerik analizi, lisansüstü tez.

^A Yapılan bu çalışma etik kurul onayı gerektirmemektedir. Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır.

^{*} **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** ¹ Müge KİRMİKİL, Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Bursa, Türkiye, muge@uludag.edu.tr, [OrcID 0000-0002-6832-7742](https://orcid.org/0000-0002-6832-7742)

² Yüksek Lisans Öğrencisi, Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa, Türkiye, 502429008@ogr.uludag.edu.tr, [OrcID 0009-0002-4379-1714](https://orcid.org/0009-0002-4379-1714)

Academic Approaches to Land Consolidation: A Content Analysis of Postgraduate Theses in Türkiye

Abstract: This study aims to analyze postgraduate theses on land consolidation in Türkiye between 1973 and 2024 to examine academic development, research trends, and changes in implementation processes. Based on data obtained from the Council of Higher Education (YÖK) National Thesis Center, a total of 136 postgraduate theses (27 doctoral and 109 master's) were analyzed using statistical methods. The theses were categorized based on their accessibility, distribution over the years, universities, academic disciplines, research topics, and study regions. The findings indicate that the majority of these theses are concentrated in the fields of Agricultural Engineering (71.32%) and Geomatics Engineering (22.05%). In terms of regional distribution, most studies were conducted in the Central Anatolia Region (32.85%), whereas academic interest remained limited in the Southeastern (4.38%) and Eastern Anatolia (8.03%) Regions. Among universities, Selçuk University stands out as the most productive institution in this field. The results also show that most studies focus on technical aspects, while social, economic, and environmental impacts remain underexplored. In particular, research on the effects of land consolidation on rural development, farmers' perceptions of the process, and sustainability aspects is insufficient. These findings highlight the need for more interdisciplinary approaches and efforts to address regional disparities in future research on land consolidation.

Keywords: Academic trends, land consolidation, content analysis, postgraduate theses.

Giriş

Arazi toplulaştırması, tarımın ekonomik verimliliğini engelleyen, toprak koruma ve sulama önlemlerini zorlaştıran, dağılmış ve şekli bozulmuş parsellerin bir araya getirilmesiyle çiftçi ailesinin yaşam standartlarını iyileştirecek teknik, ekonomik ve sosyal önlemlerin uygulanması sürecidir (Aasmæ ve Maasikamæ, 2014; Bahar ve Kirmikil, 2021; Kirmikil ve Küçük, 2024; Lök ve Değirmenci, 2019; Van Dijk, 2003, 2007; Yağanoğlu ve ark., 2018). Arazi toplulaştırması, yalnızca tarımsal üretkenliği artırmakla kalmaz, aynı zamanda kırsal alanlardaki altyapı problemlerini çözerek, çiftçilerin ekonomik ve sosyal koşullarını iyileştirir. Toprak düzenlemeleri sayesinde daha verimli su kullanımı sağlanır (Arslan ve ark., 2024), sulama sistemlerinin etkinliği artar ve doğal kaynakların korunmasına yönelik önlemler güçlenir. Ayrıca, küçük ve parçalı arazilerin birleşmesi, tarımsal mekanizasyonun kullanımını artırarak iş gücü verimliliğini yükseltir (Kuzu ve Değirmenci, 2020). Sosyal açıdan ise, arazi toplulaştırması, köy yerleşimlerinde altyapı gelişimini destekler ve kırsal nüfusun daha iyi yaşam koşullarına sahip olmasına katkıda bulunur (Duan ve ark., 2021; Ertunç ve Janus, 2021; Guo ve Wang, 2023; Janus ve Ertunç, 2023; Zhou ve ark., 2019). Bununla birlikte, arazi toplulaştırması sürecinin başarısı, sadece teknik düzenlemelerle sınırlı kalmaz; sosyal, çevresel ve ekonomik faktörlerin de etkili bir şekilde yönetilmesi gerekmektedir (Akkaya Aslan ve ark., 2018; Esen, 2019; İyisöz Bulut ve Unakıtan, 2023). Türkiye'de arazi toplulaştırması uygulamaları, farklı bölgelerdeki yerel koşullar ve ihtiyaçlar doğrultusunda

çeşitlenmekte olup, bu alanda yapılmış akademik çalışmalar da sürecin gelişimi hakkında önemli bilgiler sunmaktadır (Boztoprak ve ark., 2016).

Akademik araştırmalar, bilgi üretiminin ve teknolojik ilerlemenin en temel taşlarından biridir ve bu yönüyle , insanlık ve çevre ile uyumlu sürdürülebilir kalkınma süreçlerinde kritik bir rol oynamaktadır. (Bezen ve Balan, 2019; Sağır ve Memiş Sağır, 2019; Uluyol ve ark., 2020). Bu çalışmalar, yalnızca mevcut bilgiyi derinleştirmekle kalmaz, aynı zamanda yenilikçi çözümler üreterek toplumsal ve ekonomik dönüşüm süreçlerine de katkı sağlar. Ayrıca, bir disiplinin zaman içindeki gelişimini, araştırma eğilimlerini ve metodolojik değişimlerini ortaya koyarak, bilimsel bilgi birikiminin yönünü belirlemede önemli bir rol oynar (Bayraktutan ve Uçak, 2014). Belirli bir alandaki yazılı çalışmaların düzenli aralıklarla incelenmesi, bilimsel gelişimi anlamayı kolaylaştırırken, hangi konulara daha fazla yoğunlaşıldığını ve hangi alanların ihmal edildiğini belirlemeye de yardımcı olur. Bu tür analizler, disiplinin gelişim dinamiklerini ortaya koymakla kalmaz, aynı zamanda gelecekteki araştırmalara rehberlik ederek araştırma boşluklarını belirler ve bilimsel bilginin daha etkili bir şekilde üretilmesine katkı sağlar (Christou ve ark., 2024; Karunarathna ve ark., 2024). Özellikle disiplinler arası etkileşimin arttığı günümüzde, akademik birikimin sistematik olarak değerlendirilmesi hem teorik hem de uygulamalı araştırmaların şekillenmesine yardımcı olmaktadır. Araştırma boşluklarını tespit etmek ve disiplinler arası etkileşimi artırmak için yapılan çalışmalar büyük önem taşımaktadır. Araştırma boşluğu, bir alanda henüz yanıtlanmamış bir soru veya çözülmemiş bir problem olarak tanımlanırken, bu boşlukların belirlenmesi yeni araştırma alanlarının ortaya çıkmasını sağlar (Miles, 2017). Sistematik literatür taramaları ve harita incelemeleri gibi yöntemler, araştırma boşluklarını belirlemek ve bilimsel çalışmalardaki eğilimleri anlamak için etkili araçlar olarak kullanılmaktadır. Bu tür yöntemler, mevcut literatürü kapsamlı bir şekilde inceleyerek hangi alanların daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyduğunu ve hangi konuların akademik ilgiyi üzerine çektiğini ortaya koyar (Popenoe ve ark., 2021; Rammal, 2023). Sonuç olarak, yazılı akademik çalışmaların düzenli ve sistematik bir şekilde değerlendirilmesi, bilimsel gelişimi anlamak, araştırma boşluklarını belirlemek ve disiplinler arası etkileşimi güçlendirmek açısından kritik bir öneme sahiptir.

Bu çalışma, Türkiye’de 1973-2024 yılları arasında yayımlanmış arazi toplulaştırması konulu yüksek lisans ve doktora tezlerini analiz ederek, alanın akademik gelişimini, araştırma eğilimlerini ve metodolojik yaklaşımlarını değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Lisansüstü tezlerin incelenmesi, arazi toplulaştırmasına yönelik akademik ilginin yoğunluğunu, çalışmaların odaklandığı temaları ve kullanılan yöntemleri belirlemek açısından büyük önem taşımaktadır. Aynı zamanda bu analiz, araştırma boşluklarını tespit ederek gelecekteki çalışmalara yön vermek, uygulamalarda karşılaşılan sorunları belirleyerek çözüm önerileri sunmak ve alandaki bilimsel gelişim sürecine katkıda bulunmak amacıyla gerçekleştirilmiştir.

Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada, Türkiye’de Arazi Toplulaştırması konusunda gerçekleştirilen akademik çalışmaların gelişim sürecini analiz etmek amacıyla betimsel araştırma yöntemi kullanılmıştır. Betimsel araştırmalar, belirli bir konuya ilişkin mevcut durumu ortaya koyarak eğilimleri ve değişimleri anlamayı sağlar. Bu doğrultuda, çalışmada içerik analizi tekniği uygulanmış ve Türkiye’de arazi toplulaştırması alanında hazırlanan lisansüstü

tezlerin sistematik değerlendirmesi yapılmıştır. Yapılan bu çalışmada etik kurul onayı gerektirmemektedir. Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır.

Çalışmanın materyalini, Yükseköğretim Kurulu (YÖK) Ulusal Tez Merkezi veri tabanında kayıtlı, 1973-2024 yılları arasında tamamlanmış 136 lisansüstü tez (27 doktora, 109 yüksek lisans) oluşturmaktadır. Tezler, araştırma konularına, yıllara, üniversitelere, ana bilim dallarına ve çalışılan bölgelere göre sınıflandırılmış ve analiz edilmiştir.

Järvelin ve Vakkari (1990, 1993)'nin geliştirdiği içerik analizi yöntemini esas alan bu çalışma, akademik çalışmaların sistematik bir çerçevede incelenmesine olanak tanıyarak, araştırma eğilimlerinin belirlenmesi ve bilimsel bilgi birikiminin değerlendirilmesini amaçlamaktadır. Tezlerin kapsamlı bir şekilde analiz edilmesi, alandaki metodolojik yaklaşımların, odaklanılan konuların ve araştırma boşluklarının belirlenmesine katkı sağlamaktadır.

Verilerin Toplanması

Bu çalışmada, Türkiye’de Arazi Toplulaştırması konusunda gerçekleştirilen akademik çalışmaların gelişim sürecini incelemek amacıyla Yükseköğretim Kurulu (YÖK) Ulusal Tez Merkezi veri tabanında yer alan lisansüstü tezler analiz edilmiştir. 1973-2024 yılları arasında tamamlanmış ve veri tabanında kayıtlı olan 136 lisansüstü tez (27 doktora, 109 yüksek lisans) araştırma kapsamına alınarak bilgisayar ortamına aktarılmıştır.

Tezler, yayımlandıkları yıllar, akademik alanlardaki yoğunlaşma, araştırma konuları ve bölgesel dağılımları açısından belirli kriterlere göre sınıflandırılmış ve sistematik bir tablo haline getirilmiştir. Çalışmada kullanılan anahtar kelimeler doğrultusunda ilgili tezler belirlenmiş, erişime açık olanların tam metinleri detaylı bir şekilde analiz edilmiştir. Erişim kısıtlı olan tezler ise özet bilgiler temelinde değerlendirilerek analiz sürecine dahil edilmiştir.

Verilerin Analizi

Elde edilen veriler nitel araştırma yöntemlerinden içerik analizi tekniği kullanılarak değerlendirilmiştir. İçerik analizi, büyük ölçekli metin verilerini sistematik bir şekilde inceleyerek temalar, eğilimler ve metodolojik yaklaşımlar hakkında çıkarımlar yapmayı sağlayan bir yöntemdir (Krippendorff, 2022). Aynı zamanda, bilimsel alanlardaki gelişmeleri takip etmek ve akademik üretimdeki boşlukları belirlemek için sıklıkla tercih edilen bir analiz yöntemidir (Bengtsson, 2016; Vaismoradi ve ark., 2013).

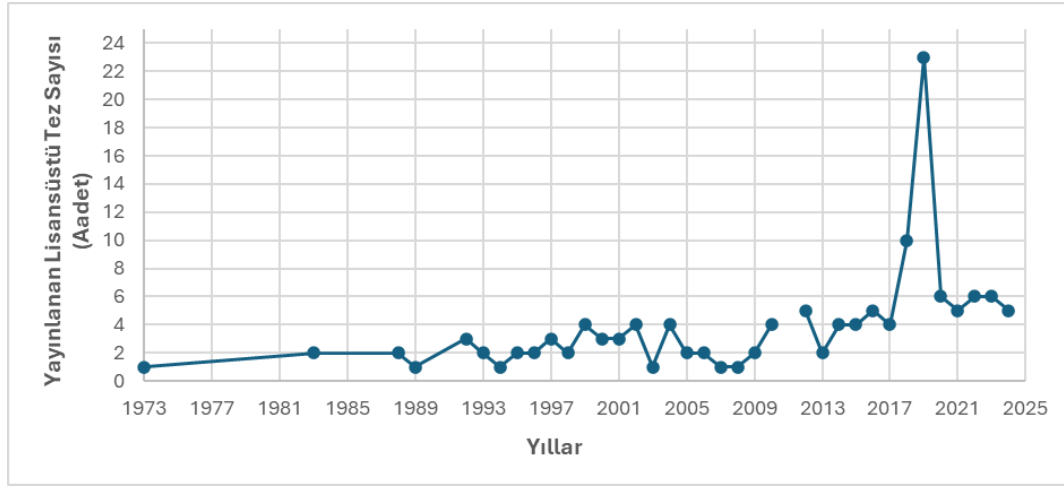
Bu doğrultuda, araştırma kapsamında incelenen tezler yayımlandıkları yıllar, bağlı oldukları üniversiteler, ana bilim dalları, ele alınan konular ve çalışılan bölgeler açısından kategorize edilmiştir. Verilerin değerlendirilmesi sürecinde frekans analizi ve yüzdelik dağılım yöntemleri kullanılmış, sonuçlar tablolar ve grafiklerle görselleştirilerek akademik eğilimler belirlenmiştir. İçerik analizinde, belgelerin sistematik bir biçimde

incelenmesi amacıyla örnekleme, kodlama, sınıflandırma ve tematik analiz süreçleri uygulanmıştır (Elo ve Kynga's, 2007; Nowell ve ark., 2017). Bu yöntem, arazi toplulaştırması alanındaki akademik çalışmaların eğilimlerini ortaya koyarak hem mevcut literatürü değerlendirmek hem de gelecekteki araştırmalara yön vermek açısından önemli bir çerçeve sunmaktadır.

Bulgular ve Tartışma

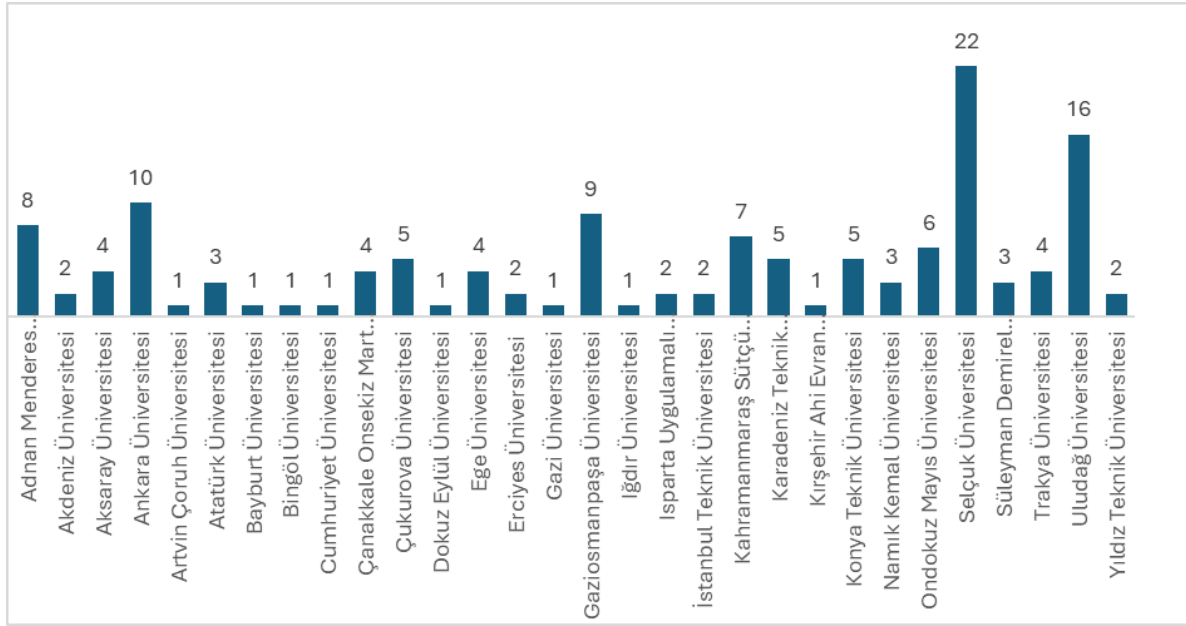
Ülkemizde 1973-2024 yılları arasında arazi toplulaştırması alanında, YÖK Ulusal Tez Merkezi'nin resmî web sitesinde toplam 136 adet tez yayınlanmıştır. Bunların 27 tanesi (%19.85) doktora tezi, 109 tanesi ise (%80.14) yüksek lisans tezidir. Toplam 136 adet tezin 109 tanesi (%80.1) açık erişimde olup, 27 tanesine (%19.9) erişim kısıtlıdır.

Şekil 1, 1973-2024 yılları arasında Türkiye’de arazi toplulaştırması alanında yayınlanan lisansüstü tezlerin yıllara göre dağılımını göstermektedir. İncelenen verilere göre, 2019 yılının 23 tezi (%16.78) ile en fazla yayın yapılan yıl olduğu görülmektedir. 2018 yılı ise 10 tezi (%7.29) ile ikinci sırada yer almakta olup, 2020, 2022 ve 2023 yıllarının her birinde ise 6 tezi (%4.37) yayınlanmıştır. Bu bulgular, arazi toplulaştırması üzerine yapılan araştırmaların belirli yıllarda daha yoğun bir şekilde arttığını ve özellikle 2019 yılında önemli bir artış yaşandığını göstermektedir.



Şekil 1. Yayınlanan Lisansüstü Tezlerin Yıllara Göre Dağılımı

Şekil 2’de ise, yayınlanan lisansüstü tezlerin üniversitelere göre dağılımını göstermektedir. Çalışmada analiz edilen toplam 136 adet tezin, 30 farklı devlet üniversitesinde yürütüldüğü tespit edilmiştir. Lisansüstü tezlerin önemli bir kısmı, sırasıyla Selçuk Üniversitesi (%16.17), Uludağ Üniversitesi (%11.76) ve Ankara Üniversitesi (%7.35) tarafından gerçekleştirilmiştir. Herhangi bir özel üniversitede, arazi toplulaştırması konusu ile ilgili çalışma yapılmamıştır.

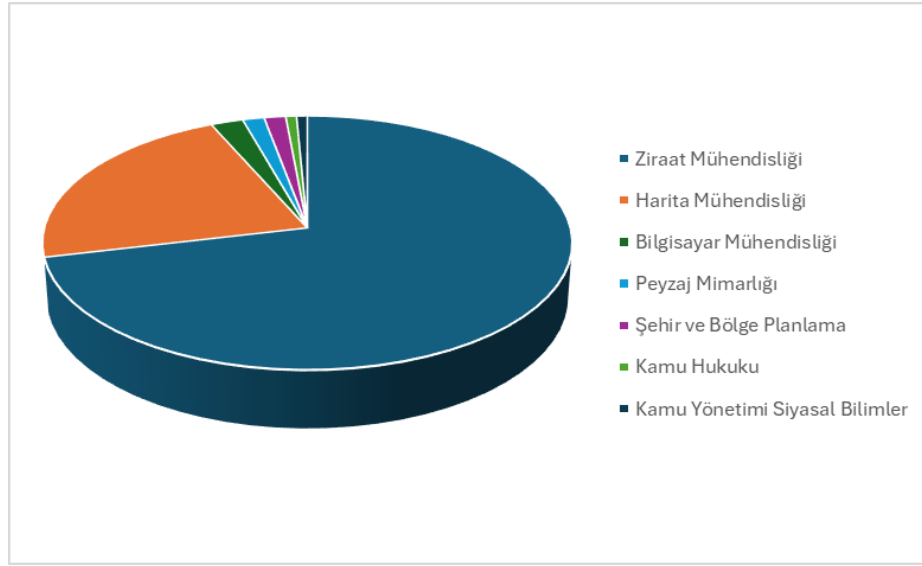


Şekil 2. Yayınlanan lisansüstü tezlerin üniversitelere göre dağılımı

Çizelge 1, Türkiye’deki çeşitli üniversitelerde, arazi toplulaştırması alanında yayınlanan doktora ve yüksek lisans çalışmalarının bağlı oldukları anabilim dallarının sayısal dağılımını ve oranlarını detaylı bir biçimde göstermektedir. Yayınlanan lisansüstü tezlerin bağlı oldukları ana bilim dallarının dağılım oranları ise Şekil 3’de verilmiştir. Türkiye’de arazi toplulaştırması üzerine yayınlanan lisansüstü tezlerin ana bilim dallarına göre dağılımına bakıldığında, en büyük yoğunluğun Ziraat Mühendisliği ana bilim dalında olduğu gözlemlenmiştir (97 tez, %71.32). Bu alanı sırasıyla Harita Mühendisliği (30 tez, %22.05), Bilgisayar Mühendisliği (3 tez, %2.20), Peyzaj Mimarlığı (2 tez, %1.47), Şehir ve Bölge Planlama (2 tez, %1.47), Kamu Hukuku (1 tez, %0.73) ve Kamu Yönetimi-Siyasal Bilimler (1 tez, %0.73) izlemektedir. Bu dağılım, arazi toplulaştırması konusundaki akademik üretimin ağırlıklı olarak Ziraat ve Harita Mühendisliği ana bilim dallarında yoğunlaştığını göstermektedir.

Çizelge 1. Yayınlanan lisansüstü tezlerin üniversite ve anabilim dallarına göre dağılımı

Üniversite	Anabilim Dalı	Doktora		Yüksek Lisans		Toplam	
		Yayın (Adet)	Oran (%)	Yayın (Adet)	Oran (%)	Yayın (Adet)	Oran (%)
Adnan Menderes Üniversitesi	Ziraat Mühendisliği	1	3.70	7	6.42	8	5.88
Akdeniz Üniversitesi	Ziraat Mühendisliği	1	3.70	1	0.91	2	1.47
Aksaray Üniversitesi	Harita Mühendisliği			4	3.66	4	2.94
Ankara Üniversitesi	Ziraat Mühendisliği	2	7.40	6	5.50	8	5.88
	Şehir ve Bölge Planlama			1	0.91	1	0.74
	Kamu Yönetimi-Siyasal Bilimler			1	0.91	1	0.74
Artvin Çoruh Üniversitesi	Harita Mühendisliği			1	0.91	1	0.74
Atatürk Üniversitesi	Ziraat Mühendisliği	2	7.40	1	0.91	3	2.21
Bayburt Üniversitesi	Ziraat Mühendisliği			1	0.91	1	0.74
Bingöl Üniversitesi	Ziraat Mühendisliği			1	0.91	1	0.74
Cumhuriyet Üniversitesi	Ziraat Mühendisliği			1	0.91	1	0.74
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi	Ziraat Mühendisliği			4	3.66	4	2.94
Çukurova Üniversitesi	Peyzaj Mimarlığı			1	0.91	1	0.74
	Ziraat Mühendisliği	3	11.11	1	0.91	4	2.94
Dokuz Eylül Üniversitesi	Kamu Hukuku			1	0.91	1	0.74
Ege Üniversitesi	Ziraat Mühendisliği	1	3.70	3	2.75	4	2.94
Erciyes Üniversitesi	Harita Mühendisliği			2	1.83	2	1.47
Gazi Üniversitesi	Şehir ve Bölge P.			1	0.91	1	0.74
Gaziosmanpaşa Üniversitesi	Ziraat Mühendisliği	1	3.70	7	6.42	8	5.88
	Harita Mühendisliği			1	0.91	1	0.74
Iğdır Üniversitesi	Ziraat Mühendisliği			1	0.91	1	0.74
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi	Ziraat Mühendisliği			2	1.83	2	1.47
İstanbul Teknik Üniversitesi	Harita Mühendisliği			2	1.83	2	1.47
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi	Ziraat Mühendisliği	1	3.70	6	5.5	7	5.15
Karadeniz Teknik Üniversitesi	Harita Mühendisliği	1	3.70	4	3.66	5	3.68
Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi	Ziraat Mühendisliği			1	0.91	1	0.74
Konya Teknik Üniversitesi	Harita Mühendisliği	2	7.40	2	1.83	4	2.94
	Bilgisayar Mühendisliği			1	0.91	1	0.74
Namık Kemal Üniversitesi	Ziraat Mühendisliği	2	7.40	1	0.91	3	2.21
Ondokuz Mayıs Üniversitesi	Ziraat Mühendisliği			3	2.75	3	2.21
	Harita Mühendisliği			3	2.75	3	2.21
Selçuk Üniversitesi	Ziraat Mühendisliği	3	11.11	11	10.09	14	10.29
	Harita Mühendisliği	2	7.40	4	3.66	6	4.41
	Bilgisayar Mühendisliği	1	3.70	1	0.91	2	1.47
Süleyman Demirel Üniversitesi	Ziraat Mühendisliği			2	1.83	2	1.47
	Peyzaj Mimarlığı			1	0.91	1	0.74
Trakya Üniversitesi	Ziraat Mühendisliği	1	3.70	3	2.75	4	2.94
Uludağ Üniversitesi	Ziraat Mühendisliği	3	11.11	13	11.92	16	11.76
Yıldız Teknik Üniversitesi	Harita Mühendisliği			2	1.83	2	1.47
Toplam		27	19.85	109	80.14	136	100.00



Şekil 3. Yayınlanan lisansüstü tezlerin anabilim dallarına göre dağılımı

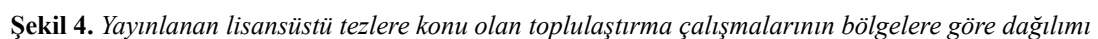
Çizelge 2, arazi toplulaştırması konusuyla ilgili yayımlanan lisansüstü tezlerde ele alınan araştırma konularının dağılımını göstermektedir. Analiz sonuçlarına göre, arazi toplulaştırması üzerine toplam 17 farklı konuda çalışma gerçekleştirilmiştir. En fazla incelenen konular sırasıyla; (1) *Arazi parçalılığı ve toplulaştırma çalışmalarının parsel sayısına etkisi* (%64.71), (2) *Arazi toplulaştırmasının ortalama parsel büyüklüğüne etkisi* (%50.74) ve (3) *Arazi toplulaştırması çalışmalarında parsel şekil analizi* (%41.18) olmuştur. Buna karşılık, en az çalışılan konular ise (1) *Arazi toplulaştırma çalışmalarında kullanılacak yeni yöntemlerin geliştirilmesi* (%5.15), (2) *Arazi toplulaştırmasının çevresel etkileri ve kamulaştırmaya etkisi* (%8.09) ve (3) *Arazi toplulaştırmada dağıtım çalışmaları* (%10.29) olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, arazi toplulaştırması alanında bazı konuların yoğun şekilde araştırıldığını, ancak özellikle yöntem geliştirme ve çevresel etkiler gibi kritik alanların görece daha az incelendiğini ortaya koymaktadır.

Çizelge 2. Yayınlanan lisansüstü tezlerde incelenen konuya göre dağılım

No	Yazar	Tez Türü	Genel Bilgi	AT Çalışmalarının Sonuçları	Bilgisayar Programlama - Model Geliştirme	Yöntem Geliştirme	Arazi Değerlendirme . Toprak Analizi	Arazi Topraklaştırmaya Projelerinin Etkileri ve Kabulü	Ekonomik Analiz	Tarımsal Sulama	CBS - Uzaktan Algılama	Arazi Parçalılığı - Parsel Sayısı	Ortalama Parsel Büyüklüğü	Parsel Şekli Analizi	Hisseliik - Mülkiyet Durumu	Çiftçi Anket Sonuçları ve Analizi	Çevresel Etkiler-Kamulaştırma	Dağıtım Çalışmaları	Tarımsal Altyapı
1	Rüştü Boyacıoğlu	Dr.																	
2	Suat Şenol	Dr.																	
3	Nihat Akyol	Dr.																	
4	Musa Avcı	Dr.																	
5	Recep Gündoğan	Dr.																	
6	Kemal Sulhi Gündoğdu	Dr.																	
7	Gürsel Küsek	Dr.																	
8	Erol Özkan	Dr.																	
9	Yusuf Çelik	Dr.																	
10	Yusuf Uçar	Dr.																	
11	Şerife Tülin Akkaya Aslan	Dr.																	
12	Salih Akkaya	Dr.																	
13	Yasemin Kuşlu	Dr.																	
14	Gülçin Altıntaş	Dr.																	
15	Müge Kirmikil	Dr.																	
16	Betül Göçmen Dinçbilek	Dr.																	
17	Turgut Ayten	Dr.																	
18	Hüseyin Haklı	Dr.																	
19	Ela Ertunç	Dr.																	
20	İlker Karaönder	Dr.																	
21	Ahmet Tezcan	Dr.																	
22	Safiye Pınar Tunali	Dr.																	
23	Birsen Önder	Dr.																	
24	Fırat Arslan	Dr.																	
25	Şenol Özdemir	Dr.																	
26	Hasan Çağla	Dr.																	
27	Ramazan Yoldaş Satılmış	Dr.																	
28	Gürsel Küsek	YL																	
29	Mustafa Yılmaz	YL																	
30	Kadir Saltalı	YL																	
31	Nurullah Kahvecioğlu	YL																	
32	Hatice Zeybek	YL																	
33	Serhat Büyükdere	YL																	
34	Şeref Çoban	YL																	
35	Sedat Doğan	YL																	
36	Özgür Gör	YL																	
37	Aziz Şişman	YL																	
38	Şerife Tülin Akkaya	YL																	
39	Füsün Eryiğit	YL																	
40	Alper Medetoğlu	YL																	
41	E. Işıl Emrahoğlu	YL																	
42	Filiz Bahadır	YL																	
43	Sevilay Almus	YL																	
44	Şükrü Kaleli	YL																	
45	Yaşar İnceyol	YL																	
46	Ahmet Erdoğan	YL																	
47	Mehmet Şahin	YL																	
48	Gülşay Ünal	YL																	
49	Özlen Uzun	YL																	
50	Müge Köseoğlu	YL																	
51	Derya Uçar	YL																	
52	Fatih İşcan	YL																	

53	Ayla Önal	YL
54	Betül Göçmen	YL
55	Selma Durukan	YL
56	Atakan Sert	YL
57	Özlem Eser	YL
58	Oğuz Bursalı	YL
59	Nevra Küzeci	YL
60	Nurullah Kızılok	YL
61	Tamer Köse	YL
62	Tahsin Boztoprak	YL
63	Kadir Ekinci	YL
64	Arzu Özer	YL
65	Esra Sönmez yıldız	YL
66	Filiz Kara	YL
67	İsmail Doğukan Manav bşı	YL
68	Musa Kır	YL
69	Onur İtir	YL
70	Merve Temel	YL
71	Gülay Ünal Akyüre k	YL
72	Celalettin Bilgin	YL
73	Bilge Keskin	YL
74	Hülya Tuşat	YL
75	Taylan Kı nalı	YL
76	Emrah İl deniz	YL
77	Mehmet Orman cı	YL
78	Samet Baş e ğ me z	YL
79	Muşa Nehir Sö zen	YL
80	Ayşe Nur Ba ş ar	YL
81	Mehmet Aydın	YL
82	Pınar Bo z	YL
83	Feruzan Ş en ol	YL
84	Rengin Ton ç er	YL
85	Mustafa Devrim Ak yar	YL
86	Ece Kahramano ğ lu	YL
87	Elif Yıldırım	YL
88	Osman Mes ci	YL
89	Hüse yin Ero ğ lu	YL
90	Metin Ak den iz	YL
91	Ş ifa Öz san	YL
92	Ramazan Yolda ş Satılmış	YL
93	Ş imal İl Gör ğ ün	YL
94	Ömer Ac ar	YL
95	Mehmet Murat Uş un	YL
96	Emine Lö k	YL
97	Ömer Cebeci	YL
98	Hamza Kuzu	YL
99	Tu ğ ba Ere nc i	YL
100	Melike Sayın Kaya	YL
101	Berivan Sevna Yılmaz	YL
102	Kayahan Ate ş	YL
103	Hüsamet tin Dö ner	YL
104	Serta ş Ero ğ lu	YL
105	Ferhat Baydar	YL
106	Beste Kö ken	YL
107	Mehmet Demiras lan	YL
108	Buket Ayten	YL
109	Ali Esen	YL
110	Enise Kılı ç Seyyar	YL
111	Sevgi Kesici Bahar	YL
112	Murat Altun su	YL
113	Zeynep Orta ç ay	YL
114	Din ç er Din ç	YL
115	Elife Uyanık	YL
116	Bedriye Eskici	YL
117	Kübra Yıldırım	YL
118	Metin Türk	YL

Şekil 4, Türkiye’de arazi toplulaştırması konusuyla ilgili yayımlanan lisansüstü tezlerin çalışılan bölgelere göre dağılımını göstermektedir. Veriler, arazi toplulaştırma çalışmalarının hangi coğrafi bölgelerde yoğunlaştığını ortaya koyarken, aynı zamanda bu bölgelerdeki toplulaştırma faaliyetlerinin yaygınlık düzeyiyle doğrudan ilişkilendirilmektedir. Analiz sonuçlarına göre, en fazla akademik çalışmaya konu olan bölge İç Anadolu Bölgesi olup, toplam 45 tez (%32.85) bu bölgede gerçekleştirilmiştir. Bu bölge Türkiye’de ilk arazi toplulaştırma projesinin yapılmış olması nedeniyle özel bir duruma sahiptir. Ayrıca, bölge geniş tarım arazilerine sahiptir ve bu nedenle oldukça yüksek bir tarımsal üretim potansiyeline sahip olan bölgede arazi toplulaştırma projeleri uzun yıllardır uygulanmaktadır. Bu özellikleri nedeniyle bölge sık sık arazi toplulaştırmayla ilgili akademik çalışmalara konu edinilmektedir. İç Anadolu’yu sırasıyla Marmara Bölgesi (27 tez, %19.71), Karadeniz Bölgesi (17 tez, %12.41), Ege Bölgesi (16 tez, %11.68), Akdeniz Bölgesi (15 tez, %10.95), Doğu Anadolu Bölgesi (11 tez, %8.03) ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi (6 tez, %4.38) takip etmektedir. Bu dağılım, arazi toplulaştırma faaliyetlerinin daha çok geniş tarım arazilerinin bulunduğu ve mülkiyet yapısının parçalı olduğu bölgelerde yoğunlaştığını göstermektedir. Ayrıca, nispeten daha az araştırma yapılan Güneydoğu ve Doğu Anadolu bölgeleri gibi alanlarda arazi toplulaştırma süreçlerinin bilimsel olarak daha fazla incelenmesine ihtiyaç duyulduğu da görülmektedir.



Bölgesel dağılım analizi, Türkiye'de arazi toplulaştırması üzerine yapılan akademik çalışmaların belirli coğrafi bölgelerde yoğunlaştığını göstermektedir. İç Anadolu Bölgesi en fazla akademik çalışmaya konu olurken, Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri'nde araştırmaların sınırlı olduğu görülmektedir. Bu durum, toplulaştırma süreçlerine yönelik akademik ilginin bölgesel farklılıklar gösterdiğini ortaya koymaktadır.

Sonuçlar

Bu çalışmada, 1973-2024 yılları arasında Türkiye'de arazi toplulaştırması konulu lisansüstü tezlerin içerik analizi gerçekleştirilmiştir. Çalışmada incelenen 136 tez, akademik eğilimler, disiplinler arası dağılım, konu başlıkları ve bölgesel odaklanmalar açısından değerlendirilmiştir. Araştırma sonuçları, tezlerin büyük çoğunluğunun Ziraat Mühendisliği ve Harita Mühendisliği alanlarında yoğunlaştığını, ancak sosyal, ekonomik ve çevresel etkiler gibi konuların nispeten daha az çalışıldığını göstermektedir. İç Anadolu Bölgesi en fazla akademik çalışmaya konu olurken, Güneydoğu ve Doğu Anadolu Bölgeleri'nde bu alandaki akademik ilginin düşük olduğu görülmektedir. Bu durum, toplulaştırma süreçlerinin bilimsel boyutta daha kapsamlı bir şekilde ele alınması gerektiğini ortaya koymaktadır.

Arazi toplulaştırması üzerine yapılan akademik çalışmaların büyük bir kısmı İç Anadolu Bölgesi'nde gerçekleştirilmiştir. Bu bölgeyi Marmara ve Karadeniz Bölgeleri takip etmektedir. Buna karşın, Güneydoğu ve Doğu Anadolu Bölgeleri'nde konuyla ilgili sınırlı sayıda akademik çalışma yapılmış olması, bu bölgelerdeki toplulaştırma süreçlerinin daha fazla incelenmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Çalışmaların üniversitelere göre dağılımı incelendiğinde, en fazla tez üreten kurumların Selçuk Üniversitesi, Uludağ Üniversitesi ve Ankara Üniversitesi olduğu tespit edilmiştir. Özel üniversitelerde ise arazi toplulaştırması ile ilgili herhangi bir akademik çalışmanın yapılmamış olması, konunun akademik çeşitlilik açısından kısıtlı bir çevrede ele alındığını göstermektedir.

Araştırma konularına bakıldığında, tezlerin büyük bir kısmının arazi parçalılığı, toplulaştırma süreçlerinin parsel büyüklüğüne etkisi ve parsel şekil analizi gibi teknik konulara odaklandığı belirlenmiştir. Buna karşılık, toplulaştırma süreçlerinin sosyal, ekonomik ve çevresel etkileri, çiftçi algıları ve toplulaştırma yöntemlerinin geliştirilmesi gibi konuların görece daha az çalışıldığı tespit edilmiştir. Akademik üretimin yıllara göre dağılımı incelendiğinde, belirli dönemlerde çalışmaların yoğunlaştığı ve özellikle 2019 yılının en fazla yayın yapılan yıl olduğu görülmektedir.

Arazi toplulaştırması konusundaki akademik çalışmaların daha kapsamlı bir yapıya kavuşması için disiplinler arası araştırmaların teşvik edilmesi gerekmektedir. Teknik analizlerin ötesinde, toplulaştırmanın sosyal ve ekonomik etkilerini ele alan çalışmalar artırılmalıdır. Özellikle toplulaştırma projelerinin kırsal kalkınmaya etkileri, çiftçilerin süreç hakkındaki algıları ve çevresel sürdürülebilirlik boyutlarının detaylı şekilde incelenmesi gerekmektedir.

Güneydoğu ve Doğu Anadolu Bölgeleri'nde toplulaştırma üzerine yapılan akademik çalışmaların sayısının artırılması, bölgesel farklılıkların daha iyi anlaşılmasına ve bölgeye özgü çözüm önerilerinin geliştirilmesine

katkı sağlayacaktır. Ayrıca, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), uzaktan algılama ve yapay zeka gibi teknolojilerin arazi toplulaştırma süreçlerinde kullanımına yönelik daha fazla akademik çalışma yapılması gerekmektedir. Bu teknolojilerin süreci hızlandırma ve maliyetleri düşürme potansiyeli göz önünde bulundurulduğunda, konunun akademik boyutta daha fazla ele alınması önemli görülmektedir.

Devlet üniversitelerinin bu alandaki öncülüğüne ek olarak, özel üniversitelerde de arazi toplulaştırması konusunda akademik çalışmaların teşvik edilmesi, konunun daha geniş bir akademik perspektifle ele alınmasına katkı sağlayacaktır. Akademik eğilimlerin düzenli olarak analiz edilmesi ve araştırma boşluklarının belirlenerek yeni çalışma alanlarının teşvik edilmesi, gelecekteki araştırmalar için yol gösterici olacaktır. Özellikle toplulaştırma projelerinin sosyo-ekonomik etkilerini değerlendiren çalışmaların artırılması, uygulamaların başarısını artırarak daha sürdürülebilir ve verimli arazi yönetim politikalarının oluşturulmasına yardımcı olacaktır.

Bu çalışma, Türkiye’de arazi toplulaştırması üzerine yapılan akademik araştırmaların mevcut durumunu ortaya koyarak, gelecekteki çalışmalar için bir yol haritası sunmaktadır. Arazi toplulaştırmasının yalnızca teknik bir süreç olarak ele alınmaması, disiplinler arası yaklaşımların teşvik edilmesi ve bölgesel farklılıkların daha detaylı incelenmesi, bilimsel üretimin gelişmesine ve toplulaştırma politikalarının daha etkin hale getirilmesine katkı sağlayacaktır. Bu bağlamda, arazi toplulaştırma süreçlerinin daha verimli ve sürdürülebilir hale gelmesi için teknolojik yeniliklerin entegrasyonu büyük önem taşımaktadır. Arazi toplulaştırma süreçlerine dijitalleşme ve akıllı tarım teknolojilerinin entegrasyonu, verimliliği artırabilir ve çevresel etkileri daha iyi izlememizi sağlayabilir. Akıllı sulama sistemleri, sensörler ve IoT cihazları gibi teknolojilerin kullanımı, arazi kullanımını optimize edebilir ve daha sürdürülebilir tarım uygulamalarına olanak tanıyabilir. Bu alandaki daha fazla araştırma, teknolojilerin toplulaştırma süreçlerine nasıl katkı sunduğunu derinlemesine inceleyerek daha verimli yöntemler geliştirilmesine yardımcı olacaktır.

Kadın çiftçilerin arazi toplulaştırma projelerindeki yerinin yeterince ele alınmadığı görülmektedir. Özellikle kırsal alanlarda kadınların toprak mülkiyeti sınırlı olsa da, toplulaştırma süreçlerinde onların rolünün artırılması, projelerin daha kapsayıcı ve sosyal açıdan adil olmasına olanak sağlayabilir. Bu alanda yapılacak çalışmalar, kadınların süreçlerdeki etkisini anlamak ve toplulaştırmanın toplumsal cinsiyet eşitliğiyle nasıl uyumlu hale getirilebileceğini araştırmak açısından önemlidir.

Arazi toplulaştırmasının kırsal yerleşim alanlarındaki göç dinamikleri üzerindeki etkisi de üzerinde durulması gereken bir konudur. Kırsal alanda yapılan toplulaştırma projelerinin, özellikle genç çiftçilerin toprakla olan bağlarını güçlendirip güçlendirmede araştırılmalıdır. Bu tür projeler, göçü engelleme potansiyeline sahip olabilir ve genç nüfusun kırsalda kalmasını sağlayacak stratejiler geliştirebilir.

Toplulaştırma projelerinin ekosistem hizmetleri üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesi, sürdürülebilir arazi kullanımı için büyük önem taşır. Arazi toplulaştırmasının, biyolojik çeşitliliği koruma ve ekosistem hizmetlerini iyileştirme üzerine nasıl bir etkisi olduğunu araştırmak, doğal kaynakların korunmasına yönelik daha etkili politikaların geliştirilmesine yardımcı olabilir. Bu konuda yapılacak araştırmalar, çevresel sürdürülebilirliği artırmaya yönelik yeni yollar açabilir.

Son olarak, küresel iklim değişikliği bağlamında arazi toplulaştırmasının nasıl bir rol oynayabileceği de önemli bir araştırma alanıdır. İklim değişikliği, tarım üzerinde çeşitli etkiler yaratmaktadır ve toplulaştırma süreçlerinin bu değişikliklere adaptasyon sağlamada nasıl kullanılabileceği araştırılmalıdır. Arazi toplulaştırmasının iklim değişikliğiyle mücadelede bir araç olarak kullanılması, çiftçilerin daha dirençli hale gelmesini sağlayabilir ve sürdürülebilir tarım politikalarının geliştirilmesine katkı sunabilir.

Teşekkür

Yapılan bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir. Makale, araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır. Bu makaleyi hazırlayan yazarlar, araştırmaya eşit oranda katkı sağlamıştır ve yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Kaynakça

- Aasmäe, K. and Maasikamäe, S. 2014. Internal fragmentation of agricultural parcels. *Research for Rural Development*, 2: 278-282.
- Akkaya Aslan, T., Kirmikil, M., Gündoğdu, K., and Arici, I. 2018. Reallocation model for land consolidation based on landowners' requests. *Land Use Policy*, 70: 463-470 <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.11.028>.
- Arslan, F., Sawassi, A., Derardja, B., Değirmenci, D. and Lamaddalena, N. 2024. The effects of land consolidation projects on pressurized irrigation system design and the cost: A case study from Türkiye, *Ecology & Hydrobiology* 24 (3): 608-616
- Bahar, S.K., and Kirmikil, M. 2021. The evaluation of agricultural landowner inputs before and after land consolidation: The Kesik Village example. *Land Use Policy*, 109. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2021.105605>.
- Bayraktutan, Y. ve Uçak, S. 2014. Ekolojik İktisat ve Kalkınmanın Sürdürülebilirliği. *Akademik Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi (AKAD)*, 3(4): 17-36.
- Bengtsson, M. 2016. How to plan and perform a qualitative study using content analysis. *NursingPlus Open*, 2: 8-14, <https://doi.org/10.1016/j.npls.2016.01.001>.
- Bezen, Z.Y. ve Balan, F. 2019. Bilgi Üretim Süreçlerinde Teknolojinin Rolü ve Gelişme Bölgelerinin Sorunlarına Yönelik Çözüm Önerileri: Türkiye Örneği. *Girişimcilik ve Kalkınma Dergisi*, 14(2): 121-131.
- Boztoprak, T., Demir, O. ve Çoruhlu, Y.E. 2016. Türkiye’de Arazi Toplulaştırması Üzerine Yapılmış Akademik Çalışmaların Analizi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Doğa Bilimleri Dergisi*, 18(4): 91 – 101, <https://doi.org/10.18016/ksujns.74837>.

- Christou, E., Parmaxi, A. ve Zaphiris, P. 2024. A systematic exploration of scoping and mapping literature reviews. *Universal Access in the Information Society*. <https://doi.org/10.1007/s10209-024-01120-3>
- Duan, J., Ren, C., Wang, S., Zhang, X., Reis, S., Xu, J. and Gu, B. 2021. Consolidation of agricultural land can contribute to agricultural sustainability in China. *Nature Food*, 2(12). <https://doi.org/10.1038/s43016-021-00415-5>.
- Elo, S. and Kynga's, H. 2007. The qualitative content analysis process. *Journal of Advanced Nursing. JAN Research Methodology*, 62(1): 107–115.
- Ertunç, E. ve Janus, J. 2021. Arazi Toplulaştırma Projelerinin Arazi Parçalanma Değişimine Etkisi: Türkiye ve Polonya Örneği. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 8(1): 226-234, <https://doi.org/10.30910/turkjans.775227>.
- Esen, A. 2019. Arazi toplulaştırma proje başarı kriterleri üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Türkiye.
- Guo, Y. and Wang, J. 2023. Land Consolidation in Rural China: Historical Stages, Typical Modes, and Improvement Paths. *Land*, 12(2). <https://doi.org/10.3390/land12020491>.
- İyisöz Bulut, E. ve Unakıtan, G. 2023. Arazi Toplulaştırma Uygulamalarında Çiftçi Algılarının Belirlenmesi: Tekirdağ Malkara Yörük Köyü Örneği. *Balkan Sosyal Bilimler Dergisi*, 12(24): 14-21, <https://doi.org/10.55589/bsbd.1400201>.
- Janus, J. and Ertunç, E. 2023. Impact of land consolidation on agricultural decarbonization: Estimation of changes in carbon dioxide emissions due to farm transport. *Science of the Total Environment*, 873. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.162391>.
- Järvelin, K. and Vakkari, P. 1990. Content analysis of research articles in library and information science. *Library and Information Science Research*, 12(4): 395-421.
- Järvelin, K. and Vakkari, P. 1993. The evolution of library and information science 1965-1985: A content analysis of journal articles. *Information Processing and Management*, 29(1): 129-144, [https://doi.org/10.1016/0306-4573\(93\)90028-C](https://doi.org/10.1016/0306-4573(93)90028-C).
- Karunarathna, I., Bandara, S., Jayawardana, A., De Alvis, K., Gunasena, P., Hapuarachchi, T., Ekanayake, U., Rajapaksha, S., Gunawardana, K., Aluthge, P. and Gunathilake, S. 2024. Creating Value through Literature Reviews: Techniques for Identifying Research Gaps. Uva Wellassa University, <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.15126.77124>.
- Kirmikil, M. ve Küçük, M. 2024. Arazi Toplulaştırma Projelerinde Mülakat Tercihlerine Göre Dağıtımın İncelenmesi: Kilis Elbeyli Örneği. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 38(1): 1–11.
- Krippendorff, K. 2022. Content Analysis: An Introduction to Its Methodology. In Content Analysis: An Introduction to Its Methodology. SAGE Publications, Inc. Thousand Oaks. 77p, <https://doi.org/10.4135/9781071878781>.

- Kuzu, H. ve Değirmenci, H. 2020. Arazi toplulaştırma projelerinin tarımsal mekanizasyon işletmeciliğine etkisi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi* 23 (3): 655-662.
- Lök, E. ve Değirmenci, H. 2019. Arazi toplulaştırma projelerinde arazi parçalılık analizi: Niğde ili Hasaköy ve Bağlama köyleri örneği. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi* 22 (5): 744-750
- Miles, D.A. 2017. Research methods and strategies workshop: A taxonomy of research gaps: Identifying and defining the seven research gaps. *Journal of Research Methods and Strategies*, 1(1): 1-15.
- Nowell, L.S., Norris, J.M., White, D. E. and Moules, N. J. 2017. Thematic Analysis: Striving to Meet the Trustworthiness Criteria. *International Journal of Qualitative Methods*, 16(1): 1-13 <https://doi.org/10.1177/1609406917733847>.
- Popenoe, R., Langius-Eklöf, A., Stenwall, E. and Jervaeus, A. 2021. A practical guide to data analysis in general literature reviews. *Nordic Journal of Nursing Research*, 41(4): 175-186 <https://doi.org/10.1177/2057158521991949>.
- Rammal, H. G. 2023. Systematic Literature Reviews: Steps and Practical Tips. Rana, S., Singh, J. and Kathuria, S. (Ed.), In Review of Management Literature (Vol. 2), Emerald Publishing Limited, Leeds, pp:27-35 <https://doi.org/10.1108/S2754-586520230000002002>.
- Sağır, A. ve Memiş Sağır, P. 2019. Bilginin Dijitalleşmesi Bağlamında Akademik Üretim Mekanizmalarının Dönüşümü: Matbaadan Dijital Ortama Dergi Yayıncılığı. *Journal of Economy Culture and Society*, 59(1): 121-141, <https://doi.org/10.26650/jecs416318>.
- Uluyol, I Ç., Kurupınar, A., Yıldırım, A., Efendioğlu, A., Arpalık, A., Babacan, G., Dadlı, G., Akçayır, İ., Başaran, M., Coşkun Turan, R., Güleşir, T., Özkubat, U. ve Alsaati, Z. 2020. Akademik Araştırmalarda Teknoloji Kullanımı (Ç. Uluyol, Ed.). Nobel Akademik Yayıncılık, 290s.
- Vaismoradi, M., Turunen, H. ve Bondas, B. 2013. Content analysis and thematic analysis: Implications for conducting a qualitative descriptive study. *Nursing and Health Sciences*, 15: 398-405.
- Van Dijk, T. 2003. Dealing with Central European land fragmentation. A critical assessment on the use of Western European instruments, Dissertation, Delft University of Technology, Eburon Academic Publishers: 210p.
- Van Dijk, T. 2007. Complications for traditional land consolidation in Central Europe. *Geoforum*, 38(3): 505-511, <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2006.11.010>.
- Yağanoğlu, A.V., Fayrap, A. ve Yanık, R. 2018. Sulama Projelerinde Arazi Toplulaştırmasının Gerekliği: Daphan Sulaması Örneği. *Bursa Uludag Üniv. Ziraat Fak. Derg.* 32(2): 55-67.
- Zhou, Y., Guo, L. and Liu, Y. 2019. Land consolidation boosting poverty alleviation in China: Theory and practice. *Land Use Policy*, 82: 339-348, <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.12.024>.



Determination of Temporal Changes in Bursa Land Cover/Use with CORINE Data and Landscape Metrics^A

Merve KÜÇÜK^{1*}, Şerife Tülin AKKAYA ASLAN²

Abstract: Land cover/use constantly changes due to various factors worldwide. This uncontrolled, sudden, and unconscious change can negatively affect land and water resources. In order to develop sustainable use of land and water resources and policies, it is necessary to evaluate the changes in current land cover/use, determine the causes of the change, and monitor and control possible changes. The use of remote sensing and geographic information systems methods allows for the rapid and easy detection of land cover/use changes in large areas and, therefore, the easy detection and monitoring of the changes that occur. This study aims to examine the changes in land cover/use in Bursa province in the 28 years between 1990-2018 using CORINE data. CORINE is land cover/use data based on land cover/use classification with remote sensing, geographic information systems technologies, and computer-aided visual interpretation methods. According to the research results, artificial regions are rapidly increasing throughout Bursa. The increase in artificial areas in Bursa province has been revealed to affect other land cover/use classes, primarily agricultural, forest, and semi-natural regions. When the data for 1990 and 2018 were examined, it was concluded that artificial areas increased by 2.21% throughout Bursa, agricultural areas decreased by 0.85%, forests and natural areas decreased by 1.52%, wetlands increased by 0.15% and there was no proportional change in water bodies. Some landscape metrics were used to express and interpret land cover/use class changes numerically. In the obtained results, the changes in class patch numbers and mean patch sizes indicate fragmentation in land cover/use classes when evaluated together

^A This study was produced from the master's thesis titled "Analysis of land cover/use change in Bursa province using CORINE data". This study does not require approval from the ethics committee. The article has been prepared in accordance with research and publication ethics.

^{*} **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** ¹ Merve KÜÇÜK, Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Bursa, Türkiye, mervekucuk@uludag.edu.tr, [OrcID 0000-0003-3397-2474](https://orcid.org/0000-0003-3397-2474)

² Şerife Tülin Akkaya Aslan, Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Bursa, Türkiye, akkaya@uludag.edu.tr, [OrcID 0000-0001-5129-8642](https://orcid.org/0000-0001-5129-8642)

with the results of other landscape metrics. The analysis of land cover/use with landscape metrics allows an understanding of land change from a broad perspective.

Keywords: Bursa, CORINE, land cover/use, landscape metrics, Türkiye.

Bursa Arazi Örtüsü/Kullanımındaki Zamansal Değişimlerin CORINE Verileri ve Peyzaj Metrikleri ile Belirlenmesi

Öz: Tüm dünyada arazi örtüsü/kullanımı çeşitli faktörlerin etkisi altında sürekli olarak değişmektedir. Bu değişimin kontrolsüz, ani ve bilinçsiz olarak meydana gelmesi toprak ve su kaynakları üzerinde olumsuz sonuçlara neden olabilmektedir. Arazi ve su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımı ve politikaların geliştirilebilmesi için mevcut arazi örtüsü/kullanımındaki değişikliklerin değerlendirilmesi, değişimin nedenlerinin belirlenmesi ve olası değişikliklerin izlenerek kontrol altına alınması gerekmektedir. Uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri yöntemlerinin kullanılması, geniş alanlardaki arazi örtüsü/kullanım değişikliklerinin hızlı ve kolay bir şekilde tespit edilmesine ve dolayısıyla meydana gelen değişikliklerin kolaylıkla tespit edilip izlenebilmesine olanak sağlamaktadır. Bu çalışma, CORINE verilerini kullanarak Bursa ilindeki arazi örtüsü/kullanımındaki değişiklikleri 1990-2018 yılları arası 28 yıllık dönemde incelemeyi amaçlamaktadır. CORINE, uzaktan algılama, coğrafi bilgi sistemleri teknolojileri ve bilgisayar destekli görsel yorumlama yöntemiyle arazi örtüsü/kullanım sınıflandırmasına dayalı olarak üretilen arazi örtüsü/kullanım verileridir. Araştırma sonuçlarına göre, Bursa genelinde yapay bölgelerin hızla arttığı sonucuna ulaşılmıştır. Bursa ilinde yapay bölgelerdeki artışın tarım alanları, orman alanları ve yarı doğal alanlar başta olmak üzere diğer arazi örtüsü/kullanım sınıflarını etkilediği ortaya konmuştur. 1990 ve 2018 yılı verileri incelendiğinde Bursa genelinde yapay alanların %2,21 oranında arttığı, tarım alanlarının %0,85 oranında azaldığı, orman ve doğal alanların %1,52 oranında azaldığı, sulak alanların %0,15 oranında arttığı, su kütlelerinde ise oransal bir değişim olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Arazi örtüsü/kullanımı sınıflarında meydana gelen değişiklikleri sayısal olarak ifade etmek ve yorumlamak için bazı peyzaj metriklerinden yararlanılmıştır. Elde edilen sonuçlarda sınıf leke sayıları ve ortalama leke büyüklüklerindeki değişimler, diğer peyzaj metrikleri sonuçlarıyla birlikte değerlendirildiğinde arazi örtüsü/kullanımı sınıflarındaki parçalanmayı işaret etmektedir. Arazi örtüsü/kullanımının peyzaj metrikleri ile analizi geniş bir bakış açısıyla arazi değişimini anlamaya imkân sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Bursa, CORINE, arazi örtüsü/kullanımı, peyzaj metrikleri, Türkiye.

Introduction

Land cover/use (LC/LU) is in a constant state of change due to both natural and human factors (Altürk et al., 2019). Uncontrolled/unconscious modifications in land cover/use can cause irreversible negative results in the lands (Yiğit, 2018). For this reason, lands should be used according to their potential, and their usage patterns should be planned (Gülersoy, 2013). Detection of temporal changes in land is the basis of effective and sustainable land management (Sarı and Özşahin, 2016).

The ability to transfer lands to future generations without degradation depends on detecting land changes, determining change trends, and planning them correctly (Bayar and Karabacak, 2017). Since it is impossible to follow up the land cover/use changes that occurred in the past quickly and up-to-date from a technical perspective, it has yet to be possible to prevent rapid and uncontrolled changes in land cover/use (Kara and Karatepe, 2012). Today, remote sensing (RS) and geographic information systems (GIS) are using determining changes in land cover/land use. The combined use of RS and GIS provides excellent convenience in determining current land cover/uses and temporal-spatial changes (Turan et al., 2021). Analyzing land use changes over the years using Geographic Information Systems and remote sensing techniques offers advantages such as access to multi-year data, quicker study execution, and cost and time savings (Özsoy, 2021). Temporal data should be kept regularly to assess the changes in land cover/use (Bayar and Karabacak, 2017). CORINE (Coordination of Information on the Environment) data is important in determining the temporal changes in land cover/use over time.

In addition to evaluating the area change in land cover use, how the change occurred should also be examined. It is also necessary to evaluate how the change is located, whether it increases in a fragmented or isolated structure, etc. The evaluation of the change that has occurred in LC/LU with landscape metrics allows for a more comprehensive interpretation of the effects of the changes and the development of suggestions. (Kesgin Atak, 2020)

The study aims to determine the changes in the cover/use of Bursa province by using CORINE 1990-2000-2006-2012-2018 years data, analyze the change with landscape metrics, and reveal the reasons for the change.

Material and Methods

Description of the Study Area

Bursa province was selected as the study area. Bursa is located in the northwest of Turkey and southeast of the Sea of Marmara, between 40 degrees longitude and 28-30 degrees latitude (Bursa Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü, 2023). Surrounded by the provinces of Yalova, Kocaeli, Sakarya, Bilecik, Kütahya, and Balıkesir and having a 135 km coastline to the Marmara Sea, Bursa province has 17 districts (Anonymous, 2023a). According to 2022 data, Bursa is the fourth most populous province in our country and the fifth most migrant-receiving province between provinces (TÜİK, 2023). In the early 1960s, Bursa was selected as the first

Organized Industrial Zone in our country, and this situation led to the establishment of rapid urbanization due to population migration. Bursa province has an essential share in our country's agricultural production with its climate and soil conditions. In addition to agricultural production, the development of agriculture-based industry increases the importance of agriculture in Bursa (Turhan et al., 2013). Bursa, where much of the province's area is covered with forests, is also rich in natural vegetation. Bursa is an important province in terms of surface and groundwater resources and wetlands.

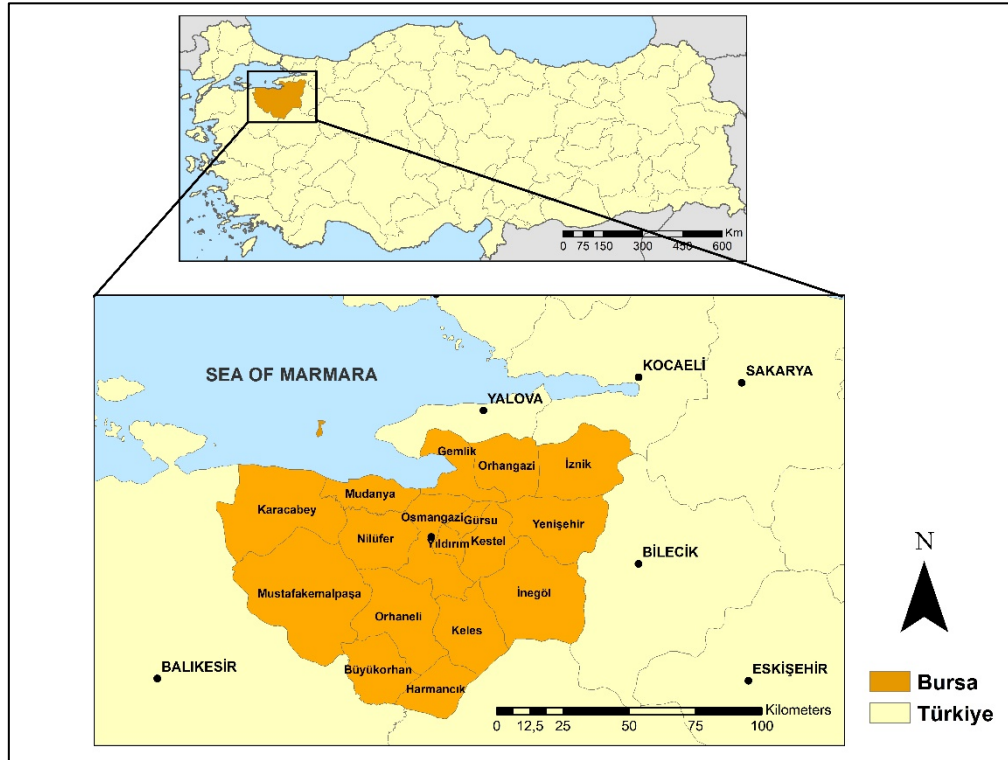


Figure 1: Study area map

Data and Method

CORINE data and ArcGIS programs were used to process the data. CORINE is land cover/use data produced by computer-aided visual interpretation from satellite images according to the land cover classification determined by the European Environment Agency. It allows changes in land cover/use to be easily defined and monitored regularly (Anonymous, 2022). In the first step of the study, CORINE land cover/use classification data for the years 1990, 2000, 2006, 2012, and 2018 were downloaded in vector format from the Copernicus (Copernicus, 2023) website. Then, Türkiye country and province border data were downloaded from the General Directorate of Mapping website (Anonymous, 2023b). After the download process, CORINE data were cut according to the borders of our country using the “clip” command in the ArcGIS program, Bursa land cover/use data were created, and the necessary projection transformation was made. Using the “dissolve” command, CORINE Level 1 land cover/use data for Bursa were obtained, and tables and maps were created. CORINE LC/LU classification consists of 5 basic classes at the first level: artificial surfaces, agricultural areas, forest and semi-natural areas,

wetlands, and water bodies (Anonymous, 2022). In addition to examining the LC/LU class areas, evaluating the fragmentation and changes that occur in the classes is also important. Therefore, class-level landscape metrics were analyzed using the “Patch Analyst” add-on in the ArcMap 10.8v program. The satellite images in the study were obtained using the Google Earth Pro.

Table 1. Landscape metrics used in the study (Cengiz and Günaydın, 2021; Yeşil and Güzel, 2021; Eren and Taşlı, 2023)

Landscape Metrics	Description
Number of Patches	It is the total number of patches belonging to a class.
Mean Patch Size	It is the value obtained by dividing a class area by the number of patches.
Total Edge	It is the total edge length of the patch belonging to a class.
Edge Density	It is the value obtained by dividing the total side length by the total landscape area.
Mean Perimeter-Area Ratio	It is the ratio of the patch shape compared to the patch size. An increase in the patch size while the patch shape is constant causes the mean perimeter-area ratio value to decrease.
Mean Patch Edge	The mean amount of edges per patch.
Mean Shape Index	The mean shape index value deviating from 1 indicates that the patches are not regular in shape.

Results and Discussion

Artificial Surfaces

The areal and proportional distribution of artificial surfaces by year is given in Table 2. It was found that there was a 2.21% increase of 23 939.53 ha in artificial areas in the change that occurred between 1990 and 2018. The area of the artificial regions, which was 16 979.11 ha in 1990, increased to 40 918.64 ha in 2018. In this case, the area of artificial areas in 2018 was more than twice the area in 1990.

Table 2. Analysis of artificial surfaces change

1990		2000		2006		2012		2018		Relative Change %
ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	
16 979.11	1.57	27 345.28	2.53	33 193.73	3.07	37 825.42	3.50	40 918.64	3.78	140.99

In the last 28 years, it has been observed that the number of patches has continuously increased along with the increase in the area of the artificial regions class. The increase in the number of patches, which gives the number of patches forming the class, indicates fragmentation (Doygun, 2017). When the mean patch size is examined, it is seen that a continuous increase has occurred. In this case, the change in the number of patches and the mean size can be interpreted as the artificial regions tending to grow by fragmentation. It has been determined that the total edge and edge density values, which indicate a tendency for fragmentation, approximately doubled. In addition, the mean patch edge values have also increased. While the shape is constant

in the mean perimeter area ratio value, an increase in the patch size will cause a decrease in the perimeter-area ratio. The mean patch size has increased during the 28 years. With this increase, it is observed that the mean perimeter area value has also increased, which can be interpreted as the patch shapes are not regular. The mean shape index value greater than 1 indicates that the patches do not have a regular round or square shape. The more shape irregularities indicate that the central area of the patch is not developed (Tağıl et al., 2016). When Table 3 is examined, it is seen that the mean shape index values also increased over time. However, unlike other classes, the class with the lowest mean shape index value is artificial regions. Artificial surface maps for 1990 and 2018 are given in Figure 2. The increase in artificial areas is seen in the maps.

Table 3. Analysis of artificial surfaces change with landscape metrics

	Number of Patches	Mean Patch Size	Total Edge	Edge Density	Mean Perimeter-Area Ratio	Mean Patch Edge	Mean Shape Index
1990	204	83.23	913 060.22	0.84	79.65	4 475.79	1.51
2000	235	116.36	1 232 746.49	1.14	78.68	5 245.73	1.54
2006	262	126.69	1 482 717.53	1.37	81.16	5 659.23	1.57
2012	298	126.93	1 670 932.78	1.54	121.66	5 607.16	1.59
2018	304	134.60	1 822 890.37	1.69	124.16	5 996.35	1.62

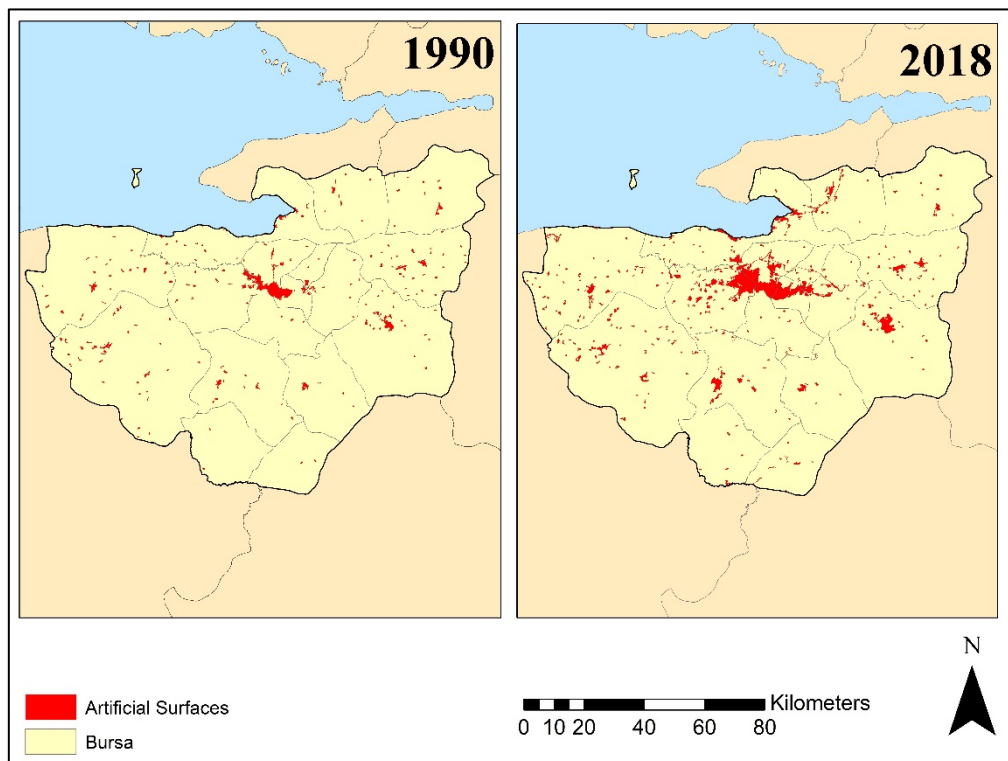


Figure 2: 1990 and 2018 artificial surface maps

When the changes in artificial areas were evaluated on a district basis, it was determined that the most significant change occurred in the Nilüfer district. It was determined that the artificial areas class area, which was 1 278.89 ha in Nilüfer district in 1990, reached 7 394.41 ha in 2018. Changes in artificial surfaces in Bursa were examined in detail through satellite images presented in Figure 3. Satellite images show that artificial surfaces rapidly expand from the city center to the periphery. The expansion of artificial surface areas affects other land cover/use classes.

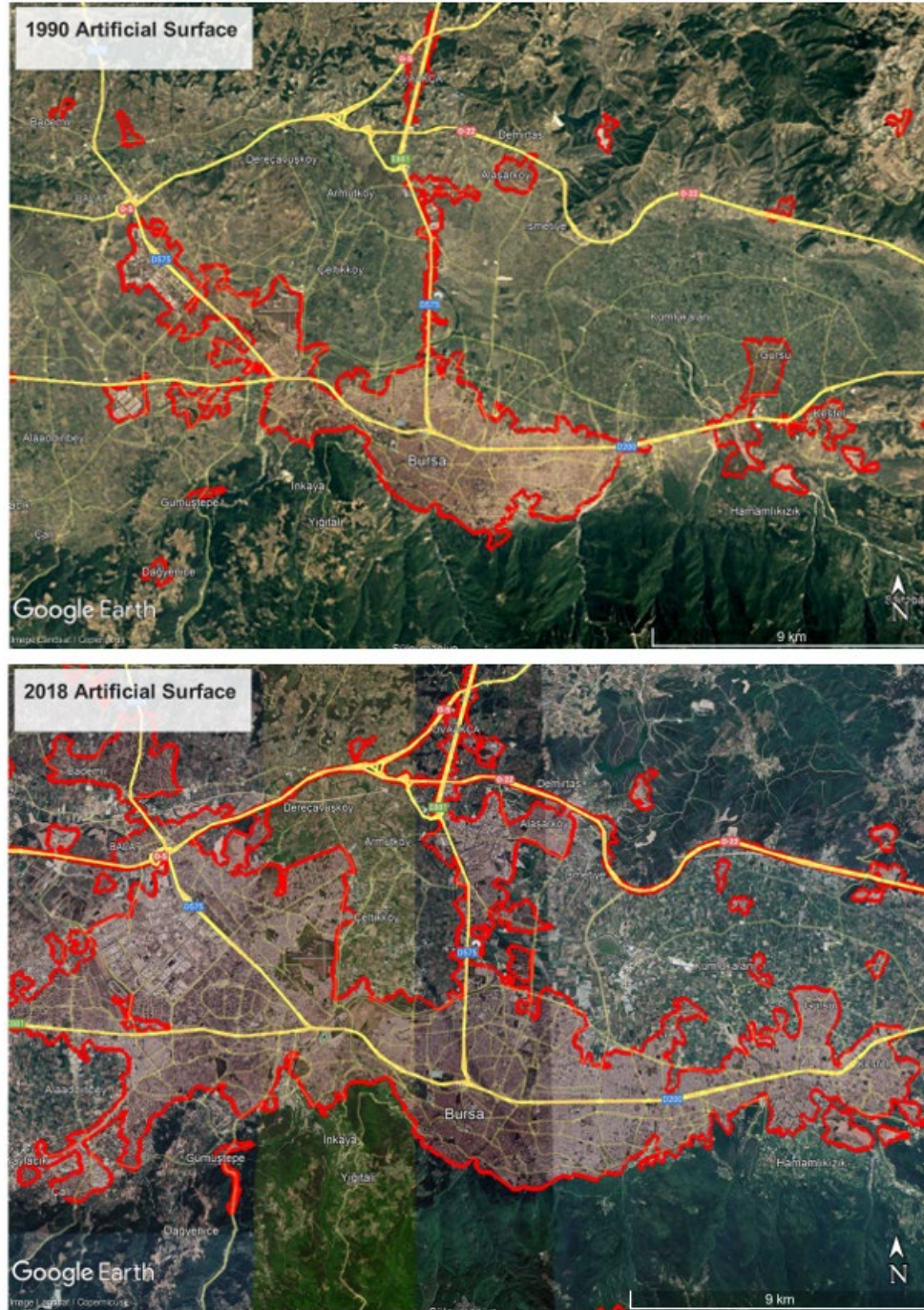


Figure 3: 1990-2018 Satellite images of artificial surfaces

Agricultural Areas

Agricultural areas, which are very important for our country and Bursa province, have decreased by 0.85% in the province in 28 years. Agricultural areas, which had an area of 489 738.53 ha in 1990, declined to 480 551.25 ha in 2018. Despite the changes over the years, it maintains its feature of being the class with the largest area in Bursa after semi-natural forests and regions (Table 4).

Table 4. Analysis of agricultural areas change

1990		2000		2006		2012		2018		Relative Change %
ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	
489 738.53	45.28	480 820.27	44.45	479 061.42	44.29	482 496.35	44.61	480 551.25	44.43	-1.91

When the class areas of 1990 and 2018 are compared (Table 4), it is seen that the class area has decreased. However, the number of patches has continuously increased (Table 5). When evaluated in terms of fragmentation, it is seen that the number of patches, an important metric, is the highest in the agricultural areas class compared to other courses. While the mean patch sizes are pretty large compared to other classes, these values have continuously decreased. In the last 28 years, the number of patches has continually increased, and the mean patch sizes have continuously decreased. It has also been observed that there has been a continuous increase in the total edge and edge density values. The high edge density can be interpreted as the class being more fragmented (Yiğit, 2018). The edge density values are approximately 8 times the artificial zones class. It was found that the mean perimeter area ratio value in agricultural areas first decreased, showed a sudden increase in 2006, and then decreased again. There was no great change in the mean shape index value, although there was a decrease and an increase. The mean shape index shows that the patches belonging to the classes do not have a regular round or square shape. When all the changes are evaluated together, it can be interpreted that agricultural areas tend to become fragmented and smaller. Agricultural area maps for 1990 and 2018 are given in Figure 4.

Table 5. Analysis of agricultural areas change with landscape metrics

	Number of Patches	Mean Patch Size	Total Edge	Edge Density	Mean Perimeter-Area Ratio	Mean Patch Edge	Mean Shape Index
1990	312	1 569.67	9 679 262.88	8.95	98.13	31 023.28	2.23
2000	321	1 497.88	9 853 902.86	9.11	97.19	30 697.52	2.26
2006	363	1 319.73	10 535 484.03	9.74	257.95	29 023.37	2.26
2012	365	1 321.91	10 575 128.49	9.78	160.21	28 972.95	2.23
2018	375	1 281.47	10 610 185.59	9.81	158.14	28 293.83	2.24

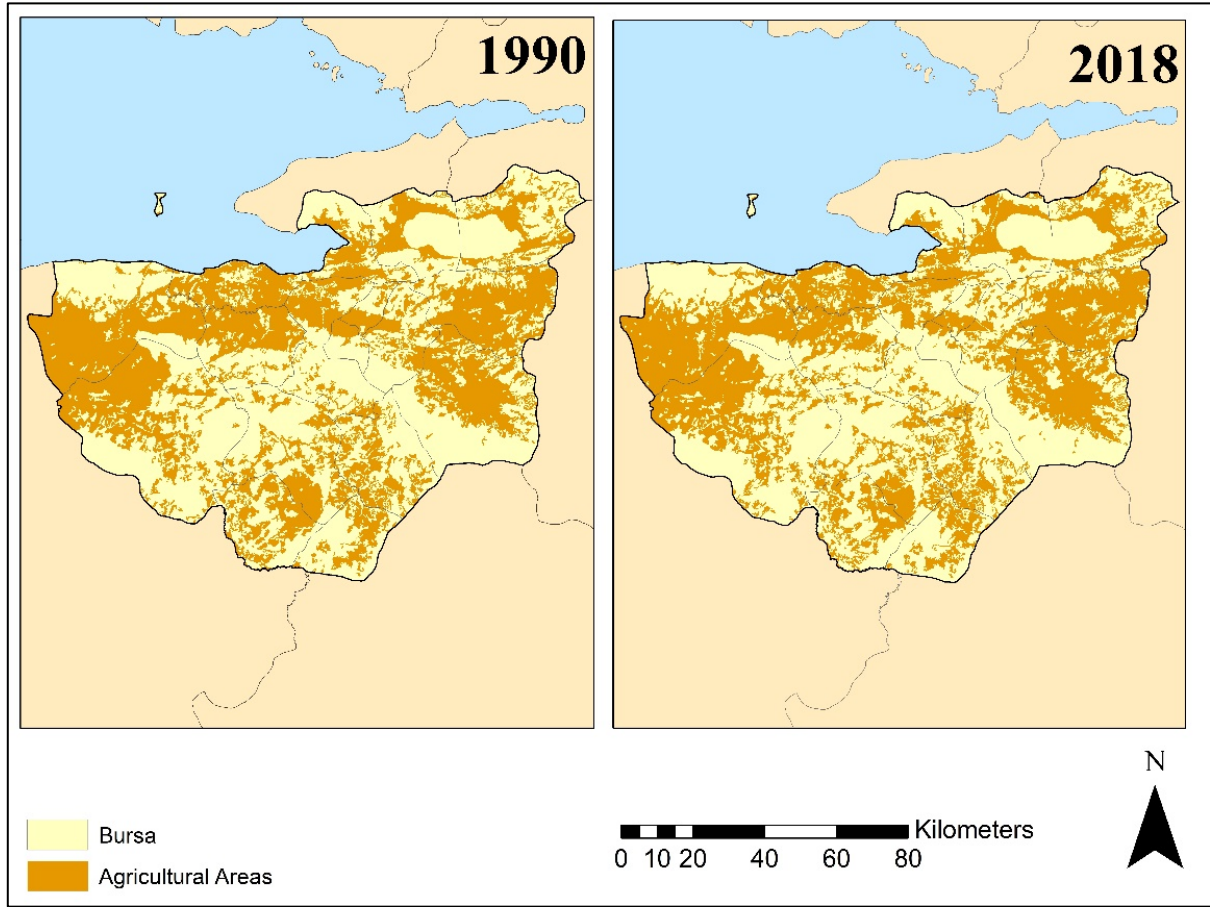


Figure 4: 1990 and 2018 agricultural areas maps

When the changes in agricultural areas were evaluated on a district basis, it was determined that the biggest change occurred in the Nilüfer district. It was determined that the agricultural areas class area, which had an area of 30 009.34 ha in 1990, decreased to 24 737.85 ha in 2018. The changes that occur are given in Figure 5 with satellite images.

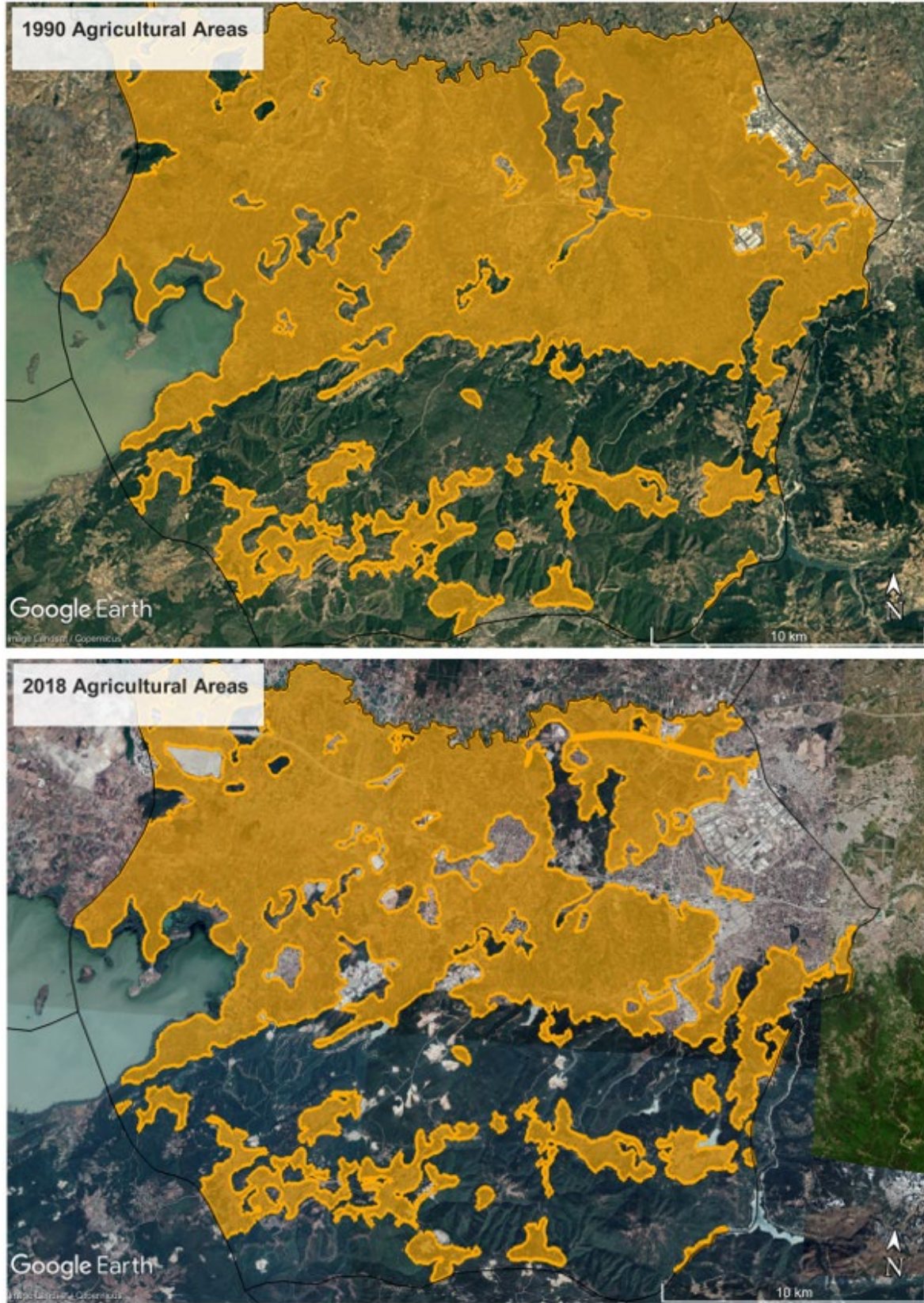


Figure 5: 1990-2018 Satellite images of agricultural areas in Nilüfer district

Forest and Seminatural Areas

According to the data obtained, the largest land class in Bursa province is forest and semi-natural areas. Despite the changes in LC/LU classes over the years and the decrease in forest and semi-natural areas, it is seen that the forest and semi-natural areas class maintains its areal superiority compared to other land classes. Forest and the semi-natural regions constituted 47.02% of Bursa in 2018 (Table 6).

Table 6. Analysis of forest and seminatural areas change

1990		2000		2006		2012		2018		Relative Change %
ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	
525 015.57	48.54	523 348.96	48.38	519 476.06	48.03	509 972.71	47.15	508 589.72	47.02	-3.13

When evaluated in terms of landscape metrics, the changes in agricultural areas and forest and semi-natural area classes are similar (Table 7). It is seen that the forest and semi-natural areas class area is decreasing. However, the number of patches is continuously increasing. Although the mean patch sizes are pretty large compared to other classes, these values have continually reduced. In the 28 years, the number of patches continuously increased, and the mean patch sizes decreased. In addition, it has been observed that there has been a continuous increase in the total edge and edge density values. The edge density values are approximately 8 times the artificial surface class. Although there was a slight decrease and increase in the average shape index value over time, there was no significant change. The obtained value of the mean shape index indicates that the patches belonging to the forest and semi-natural class do not have a regular round or square shape. When all the changes are evaluated together, it can be commented that agricultural areas tend to fragment and shrink. The maps of the 1990 and 2018 forest semi-natural areas are given in Figure 6.

Table 7. Analysis of forest and seminatural areas change with landscape metrics

	Number of Patches	Mean Patch Size	Total Edge	Edge Density	Mean Perimeter- Area Ratio	Mean Patch Edge	Mean Shape Index
1990	282	1 861.76	9 152 281.18	8.46	688.56	32 454.90	2.10
2000	282	1 855.85	9 175 703.90	8.48	688.94	32 537.96	2.07
2006	361	1 438.99	9 734 182.54	9.00	1 299.47	26 964.49	2.07
2012	370	1 378.30	9 829 533.27	9.09	350.30	26 566.31	2.09
2018	373	1 363.51	9 841 466.68	9.10	348.76	26 384.63	2.09

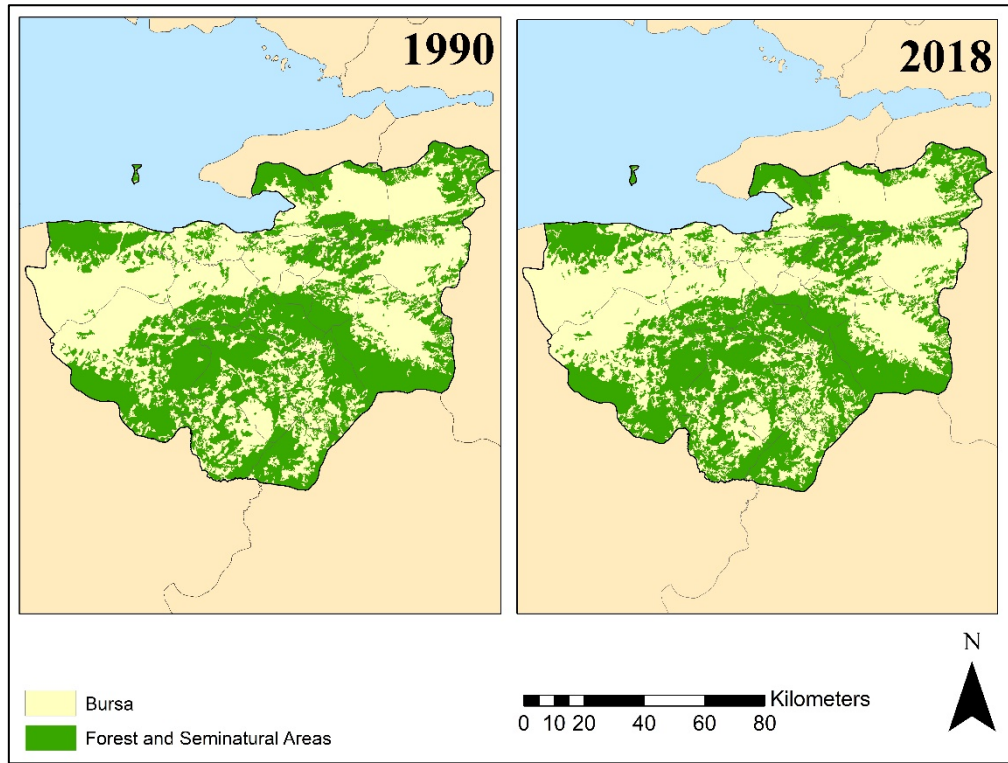


Figure 6: 1990 and 2018 forest and seminatural areas maps

Since forest and semi-natural lands class was evaluated on a district basis, it was determined that the most change occurred in the Iznik district. It was determined that the forest and semi-natural lands class area, which had an area of 35 222.06 ha in 1990, decreased to 31 222.79 ha in 2018. It was determined that with this decrease in the forest and semi-natural land class, there was an increase in agricultural areas at the same rate. The changes in forest and semi-natural areas that occur are given in Figure 7 with satellite images.

Studies examining land cover/use changes in other provinces in the Marmara Region reveal similar results to the decrease in forest and semi-natural areas detected in Bursa province (Çoban and Uzun, 2023; Kurt and Duman, 2016; Sarı and Özşahin, 2016). In their study in Bilecik province, Çoban and Uzun (2023) stated that the majority of the changes in land cover/use in the 28-year period were in the form of the conversion of forest-semi-natural areas into agricultural areas. In their study in Sakarya province, Kurt and Duman (2016) stated that one of the most important land cover changes in the last 10-15 years was the expansion of settlement areas by occupying agricultural areas and the invasion of agricultural areas into forest areas.

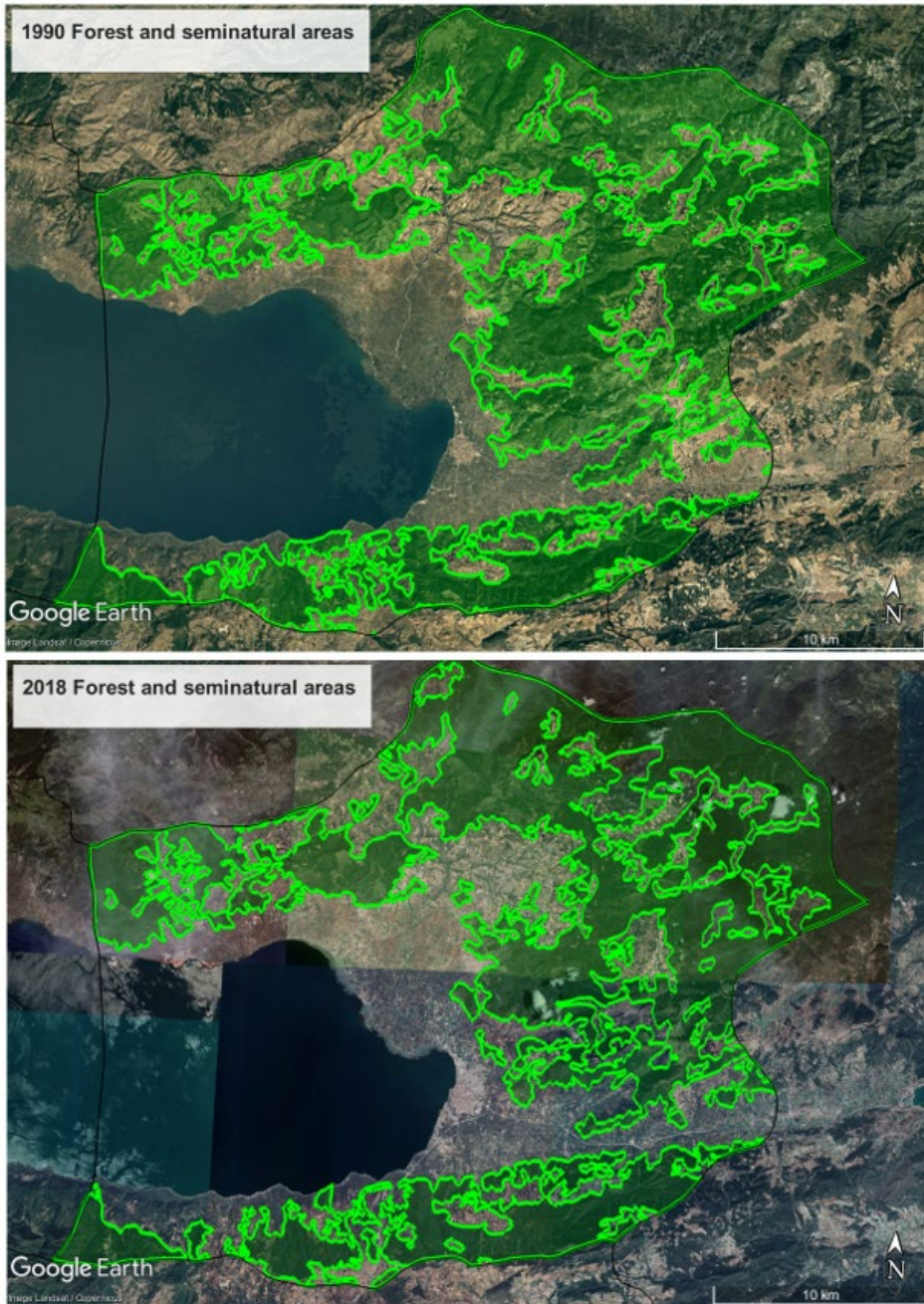


Figure 7: 1990-2018 Satellite images of forest and seminatural areas in İznik district

Wetlands

While wetlands had a share of 0.38% in Bursa in 1990, this rate increased to 0.53% in 2000, and an increase of 0.15% was found. It is seen that there was no significant area change between 2000 and 2018 (Table 8).

Table 8. Analysis of wetlands change

1990		2000		2006		2012		2018		Relative Change %
ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	
4 075.00	0.38	5 730.53	0.53	5 642.62	0.52	5 701.08	0.53	5 701.08	0.53	39.90

Among Bursa LC/LU classes, wetlands are the class with the least area. In addition, the wetlands class has the least number of patches compared to other courses, and it is seen that the number of patches has decreased over time (Table 9). It is seen that the landscape metric values of the wetlands class in 2012 and 2018 are the same. Although the number of patches gradually decreased, the mean patch size values increased. There was an increase in the total edge and edge density values in 2000, and then the values declined, and no significant change occurred. The increase in these values may be the increase in the class area in the wetlands class in 2000. The mean patch edge value, which was 8 355.87 ha in 1990, approximately doubled in 2018 and reached 16 018.33 ha. It was determined that the mean perimeter area ratio decreased and then increased, and the mean shape index continuously increased.

When the land cover/use maps of Bursa province are examined in Figure 8, it can be said that most of the change in the wetland class occurred around Uluabat Lake. The findings obtained reveal that the change occurred largely between the wetland and water mass classes. It can be said that the decrease in water masses and the increase in wetlands are related to the decrease or shallowing of the lake water. In the study conducted by Kuşçu (2024), it was determined that Lake Uluabat lost a total area of 12.60 km² (6%) between 1987-2023.

Table 9. Analysis of wetlands change with landscape metrics

	Number of Patches	Mean Patch Size	Total Edge	Edge Density	Mean Perimeter-Area Ratio	Mean Patch Edge	Mean Shape Index
1990	27	150.93	225 608.50	0.21	91.87	8 355.87	2.21
2000	20	286.53	259 437.85	0.24	90.41	12 971.89	2.39
2006	16	352.66	237 925.37	0.22	87.99	14 870.34	2.42
2012	15	380.07	240 274.92	0.22	89.30	16 018.33	2.52
2018	15	380.07	240 274.92	0.22	89.30	16 018.33	2.52

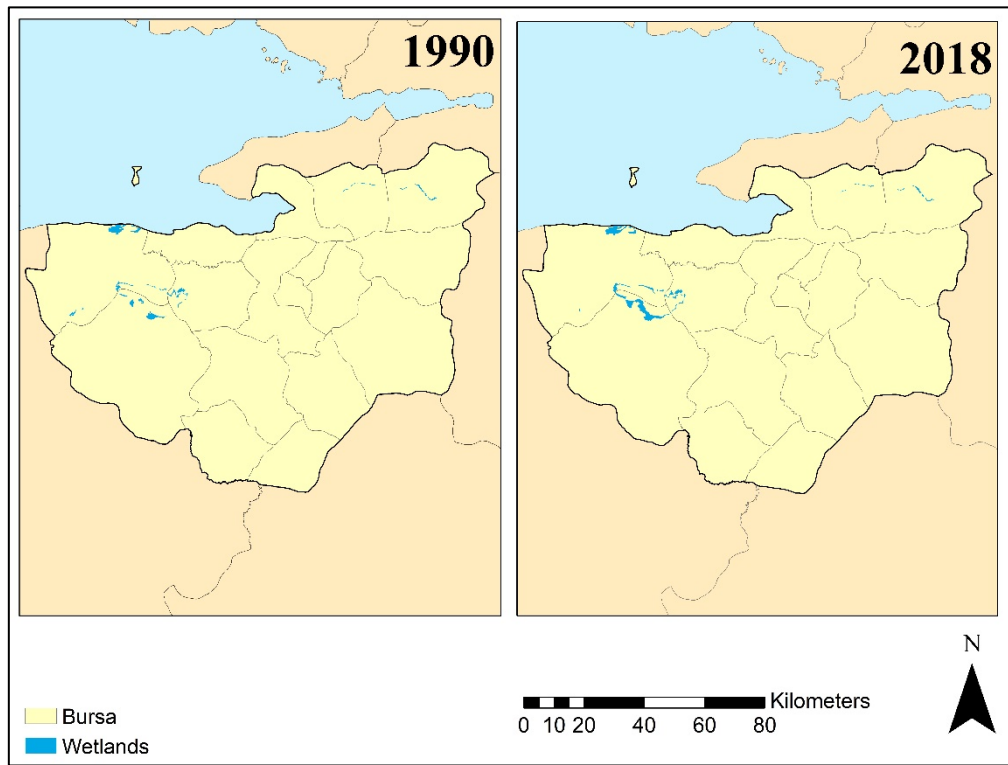


Figure 8: 1990 and 2018 wetlands maps

Water Bodies

When the data for 1990 and 2018 were compared, it was observed that there was no significant area change in water bodies (Table 10).

Table 10. Analysis of water bodies change

1990		2000		2006		2012		2018		Relative Change %
ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	
45 848.08	4.24	44 411.25	4.11	44 282.47	4.09	45 660.73	4.22	45 895.60	4.24	0.10

The water bodies class covers an area of 4.24% in Bursa. Although there were minor areal changes in the class area between 1990 and 2018, the class area of Bursa province between 1990 and 2018 did not change. However, when examined with landscape metrics, it is seen that there has been a continuous increase in the number of patches. However, the mean patch size has also decreased continuously. This situation can be shown as a sign of fragmentation. There have been increases in the total edge, edge density, mean perimeter area ratio, mean patch edge, and mean shape index values. Since this class also includes the waterways class, the edge metrics and shape index values may be high (Table 11). The map of water bodies is given in Figure 9.

Table 11. Analysis of water bodies change with landscape metrics

	Number of Patches	Mean Patch Size	Total Edge	Edge Density	Mean Perimeter-Area Ratio	Mean Patch Edge	Mean Shape Index
1990	111	413.05	477 594.86	0.44	6 361.72	4 302.66	2.72
2000	122	364.03	498 251.21	0.46	6 190.66	4 084.03	2.63
2006	123	360.02	495 160.68	0.46	6 717.01	4 025.70	2.67
2012	133	343.31	590 654.78	0.55	10 809.54	4 441.01	2.78
2018	136	337.47	611 341.79	0.57	10 573.37	4 495.16	2.76

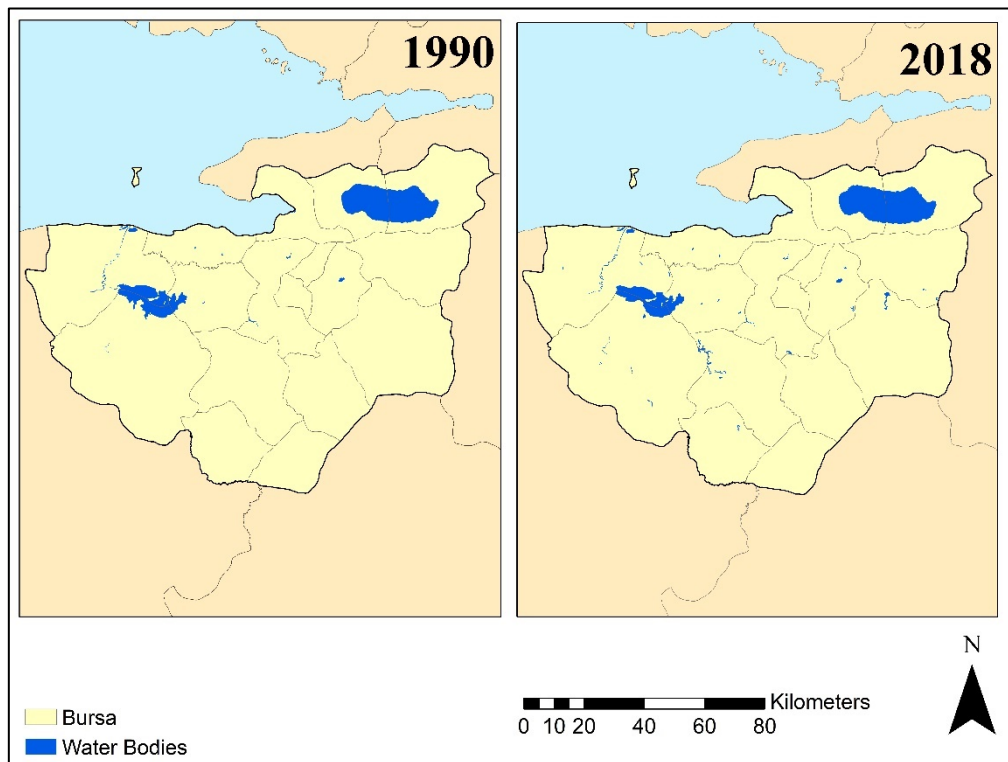


Figure 9: 1990 and 2018 water bodies maps

Conclusion

Sustainable use of our limited natural resources, such as land and water, depends on correct and planned management. Research on land cover/use reveals the temporal process of class area change and creates a prediction for future change processes by examining the direction of change. In addition to area change, the number of patches, sizes, and shapes of land classes may also change in temporal. The analysis made with landscape metrics and the evaluation of fragmentation elements together is critical in predicting the direction of change and taking precautions against problems.

The limited spatial and temporal resolution of CORINE data may limit the determination of changes occurring in very small areas, and the long update intervals the monitoring of sudden changes. However, CORINE data offers significant advantages in determining environmental changes in large areas with its standardized structure. These data allow for identification and regular monitoring of changes in land cover and use.

Using CORINE data and landscape metrics to determine change is easy and fast. It would be more beneficial to develop CORINE data, re-evaluate the current situation as new data are released in 6-year periods, and support detailed data collection studies in the regions where the studies are analyzed. The findings show that the rapid development of the artificial regions class causes pressure on other class areas. The unplanned growth of the class of the artificial region continues, indicating that other land classes around the city and district center may be negatively affected.

Each of the LC/LU classes has a different value for our country; their changes should be followed carefully, and the lands should be evaluated by their potential. Detailed and regular planning studies should be carried out throughout our country. Considering these perspectives, assessing the change in LC/LU is essential. The study emphasizes the importance of evaluating the areas of class with landscape metrics on LC/LU change issues. Examining the changes with landscape metrics will be extremely useful in revealing the whole situation in detail.

Acknowledgments

This study was produced from a master's thesis written by the first author under the supervision of the second author. The article has been prepared in accordance with research and publication ethics. This study does not require approval from the ethics committee. There was no conflict of interest between the authors. The authors have contributed equally and have read and approved the final article.

References

- Altürk, B. 2017. Arazi Kullanım/Arazi Örtüsü Değişikliğinin ve Su Kaynaklarına Etkisinin Belirlenmesi: Ergene Havzası Örneği. *Doktora Tezi*, Namık Kemal Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, 183.
- Anonymous. 2022. Tarım ve Orman Bakanlığı, Corine Projesi. Retrieved 06.10.2022 from <https://corine.tarimorman.gov.tr/corineportal/kapsam.html>
- Anonymous. 2023a. T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı, bursa İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü, Bursa ili genel bilgiler, Coğrafya. Retrieved 25.07.2023 from <https://bursa.ktb.gov.tr/TR-70229/cografya.html>
- Anonymous. 2023b. Milli Savunma Bakanlığı, Harita Genel Müdürlüğü, Türkiye Mülki İdare Sınırları. Retrieved 14.08.2023 from <https://www.harita.gov.tr/urun/turkiye-mulki-idare-sinirlari/232>

- Bursa Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü. 2023. Bursa İli 2022 Yılı Çevre Durum Raporu, Bursa. https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/bursa_-cdr2022-20230914130940.pdf
- Bayar, R., ve Karabacak, K. 2017. Ankara ili arazi örtüsü değişimi (2000-2012). *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 15(1): 59-76. https://doi.org/10.1501/Cogbil_0000000181
- Copernicus. 2023. Land Monitoring Service, Corine Land Cover. Retrieved 08.08.2023 from <https://land.copernicus.eu/pan-european>
- Cengiz, S., ve Günaydın, A. S. 2021. Peyzaj Metrikleri Kullanılarak Kentlerin Mekânsal Özelliklerinin Ölçülmesi; Malatya Kenti. *İnönü Üniversitesi Sanat ve Tasarım Dergisi*, 11(24): 1-16. <https://doi.org/10.16950/iujad.1036458>
- Çoban, G., ve Uzun, O. 2023. Arazi Örtüsü/Alan Kullanımı Değişiminin Ekosistem Hizmetleri Bağlamında Değerlendirilmesi: Bilecik İli Örneği. *Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Ormancılık Dergisi*, 19(2): 62-83.
- Doygun, N. 2017. Tarımsal Alan Kullanım Değişimlerinin Bazı Peyzaj Metrikleri ile İncelenmesi: Kahramanmaraş Örneği. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, 20(3): 270-275. <https://doi.org/10.18016/ksudobil.281535>
- Eren, B., ve Cengiz Taşlı, T. 2023. Peyzaj Yapısındaki Zamansal/Mekânsal Değişimin Metrik Analizi ile Değerlendirilmesi: Çanakkale Kent Merkezi. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 11(1): 204-222. <https://doi.org/10.29130/dubited.1085024>
- Gülersoy, A. E. 2013. Farklı Uzaktan Algılama Teknikleri Kullanılarak Arazi Örtüsü/Kullanımında Meydana Gelen Değişimlerin İncelenmesi: Manisa Merkez İlçesi Örneği (1986-2010). *Electronic Turkish Studies*, 8(8): 1915-1934. <http://dx.doi.org/10.7827/TurkishStudies.5232>
- Kara, F., ve Karatepe, A. 2012. Uzaktan Algılama Teknolojileri ile Beykoz İlçesi(1986-2011) Arazi Kullanımı Değişim Analizi. *Marmara Coğrafya Dergisi*, (25): 378-389
- Kesgin Atak, B. (2020). Kentsel peyzaj yapısındaki değişimlerin peyzaj metrikleri ile analizi, İzmir örneği. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 57(1): 119-128. <https://doi.org/10.20289/zfdergi.619664>
- Kurt, S., ve Duman, E. 2016. Sakarya İli'nde Kentsel Gelişim Sürecinin Arazi Kullanımı ve Jeomorfolojik Birimler Üzerindeki Etkisinin Zamansal Değişimi. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 34: 268-282.
- Kuşcu, İ. 2024. Uluabat Gölü (Bursa) alansal değişim analizi (1987-2023). *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 10(2): 87-93.
- Özsoy, G. 2021. Uludağ Milli Parkında çok yıllık arazi kullanım/örtü değişiminin CBS içinde analizi. *Bursa Uludag Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 35(1): 119-144.
- Sarı, H., ve Özşahin, E. 2016. CORINE Sistemine Göre Tekirdağ İlının AKAÖ (Arazi Kullanımı/Arazi Örtüsü) Özelliklerinin Analizi/Analysis of LULC (Land use/Land cover) Characteristics of Tekirdag Province based on the CORINE System. *Alinteri Journal of Agriculture Science*, 30(1): 13-26.
- Tağıl, Ş., Görmüş, S., ve Cengiz, S. 2016. Denizli'de Kentsel Yayılma, Peyzaj Deseni ve Ekolojik Süreç İlişkisi, 6. Uzaktan Algılama-CBS Sempozyumu (UZAL-CBS 2016): 5-7.

- Turan, İ. D., Dengiz, O. ve Kaya, N. S. 2021. Arazi örtüsü/arazi kullanım değişimlerinin farklı zamanlı landsat uydu görüntüleri ile belirlenmesi: Çarşamba Delta Ovası örneği. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9(1): 141-152. <https://doi.org/10.33202/comuagri.857787>
- Turhan, Ş., Vural, H., ve Erdal, B. 2013. Bursa tarımının sosyo-ekonomik yapısının analizi. *Bursa Uludag Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 27(1): 27–38.
- TÜİK. 2023. Türkiye İstatistik Kurumu, Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi Sonuçları, 2022. Retrieved 27.12.2023 from https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Adrese-Dayali-Nufus-Kayit-Sistemi_Sonuclari-2022-49685
- Yeşil, P., ve Güzel, M. 2021. Ordu ili arazi örtüsü/alan kullanımı değişiminin (1990-2018) CORINE verileri kullanılarak değerlendirilmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 25(3): 492-498. <https://doi.org/10.19113/sdufenbed.809991>
- Yiğit, Ş. 2018. Peyzaj Metrikleri Kullanılarak Hatay-Samandağ Bölgesi Peyzaj Değişimlerinin Değerlendirilmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.



Gıda Sanayinde Kullanılan Bazı Bitkisel Yağların Gıda Güvenliği ve Sağlık Etkilerine Bir Bakış^A

İrem Nur ŞAHİN^{1*}

Öz: Bitkisel yağlar, insan beslenmesinde önemli bir role sahiptir ve birçok fizyolojik işleve katkı sağlarlar. Türkiye, çeşitli yağlı tohumlu bitkilerin üretimi için uygun iklimi ve bitki örtüsüyle önemli bir potansiyele sahiptir. Ayçiçeği, pamuk, yerbıstığı, soya gibi bitkilerin yanı sıra ülkemizde yağ üretimi için kullanılan diğer bitkiler de bulunmaktadır. Ancak, gıda endüstrisinde kullanılan bitkisel yağların depolanması, işlenmesi ve taşınması gibi işlemler sırasında gıda güvenliği riskleri ortaya çıkabilmektedir. Bu riskler, uygun depolama ve işleme koşullarının sağlanmaması, patojen mikroorganizma ve kimyasal kalıntı analizlerinin yapılamaması gibi nedenlerle artmaktadır. Gıda güvenliğini sağlamak ve tehlikeleri önlemek için eksikliklerin giderilmesi, uygun eğitimlerin verilmesi ve daha kapsamlı yasal düzenlemelerin yapılması gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Bitkisel yağ, gıda güvenliği, gıda sanayi, sağlık.

A Review of Food Safety and Health Effects of Some Vegetable Oils Used in the Food Industry^A

Abstract: Vegetable oils have an important role in human nutrition and contribute to many physiological functions. Turkey has significant potential for the production of various oilseed plants due to its suitable climate and vegetation. In addition to plants such as sunflower, cotton, peanut, soybean, there are other plants used for oil production in our country. However, food safety risks may arise during the storage, processing and

^A Yapılan bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir. Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır.

^{*} **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** ¹ İrem Nur ŞAHİN, İstanbul Beykent Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, İstanbul, Türkiye. nursahin@beykent.edu.tr, [OrcID 0000-0002-5446-9467](https://orcid.org/0000-0002-5446-9467)

Atıf/Citation: Şahin, İN. 2025 Gıda Sanayinde Kullanılan Bazı Bitkisel Yağların Gıda Güvenliği ve Sağlık Etkilerine Bir Bakış. *Bursa Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 39(1), 239-254. <https://doi.org/10.20479/bursauludagziraat.1562699>

transportation of vegetable oils used in the food industry. These risks increase due to the lack of proper storage and processing conditions, pathogenic microorganisms and chemical residue analysis.

To ensure food safety and prevent hazards, deficiencies must be addressed, appropriate training must be provided, and more comprehensive legal regulations must be implemented.

Keywords: Vegetable oil, food safety, food industry, health.

Giriş

Yağlar, insan beslenmesinin önemli bir parçası olmanın yanı sıra birçok fizyolojik işlevi olan makro besin öğeleridir (Akoh, 2002). Türk Gıda Kodeksi Bitki Adı ile Anılan Yağlar Tebliği’nde bitkisel yağlar, “Sadece bitkisel kaynaklardan elde edilen, temel olarak yağ asitleri gliseridlerinden oluşan, doğal yapısı gereği az miktarda fosfatidler gibi diğer lipidleri, sabunlaşmayan bileşenleri ve serbest yağ asitlerini içerebilen yağlar” şeklinde tanımlanmaktadır (Anonim, 2012a).

Dünya genelinde yağ üretimi amacıyla kullanılan bitkisel yağlar arasında soya, ayçiçeği, pamuk, kolza, yer fıstığı, susam, aspir, hintyağı, haşhaş, keten, kenevir, jojoba, mısır özü, zeytin, palm (meyve ve çekirdek) ve Hindistan cevizi öne çıkmaktadır. Türkiye’de ise iklim çeşitliliği ve bitki örtüsünün sunduğu avantajlar sayesinde ayçiçeği, zeytin, haşhaş, susam, kolza, pamuk, soya, yer fıstığı, mısır ve aspir gibi yağlı tohumlu bitkiler yetiştirilmektedir (Onat ve ark., 2017). Bu bitkiler arasında en geniş ekim alanına ve üretim miktarına sahip olan ayçiçeği, yer fıstığı ve soya, gıda sektöründe en çok tercih edilenlerdir. Pamuk, kolza ve aspir ise bunları takip etmektedir (Yılmaz ve ark., 2021).

Yağlı tohumlu bitkiler, doğrudan tüketildikleri gibi yağ elde etmek amacıyla da kullanılır. Son yıllarda organik besinlere olan talep arttığından, yağlı tohumlu bitkilere olan talep de artmıştır. Talebi karşılamak için üretimin artırılması konusunda çalışmalar yapılmalıdır (Sezgin ve ark., 2017).

Bitkisel yağ sektöründe toplam tohum işleme kapasitesi (ayçiçeği, pamuk, soya) 4 milyon ton düzeyinde bulunmaktadır. Ayrıca, 4 milyon ton kapasiteli rafinasyon yağ sanayinde 81 adet faal, 19 adet gayri faal olmak üzere toplam 100 tesis mevcut olup bu tesislerin kurulu kapasite kullanım oranı %55-60 civarındadır (TAGEM, 2021).

Bitkisel yağlar gıda sanayinde yemeklik, salata, kızartma yağları, sıvı ve katı shorteningler, sürülebilir yağlar ve fırıncılık ürünleri gibi alanlarda tercih edilmektedir. Hamurlarda yumuşaklık ve gevreklik sağlamak, kremalarda, kurabiyelerde, kek ve ekmek hamurlarında hava kabarcıklarını tutarak yapıyı hafifletmek, kızartmalarda ısı transferini sağlamak, mayonez ve soslarda temel bileşeni oluşturmak, yemeklere lezzet ve parlaklık sağlamak gibi fonksiyonları vardır (Baysal, 2020). Bu derleme gıda sanayinde kullanılan bazı bitkisel yağların gıda güvenliği ve sağlık etkilerini değerlendirmek amacıyla ele alınmıştır.

Yağların Temel Özellikleri ve Gıda Güvenliği Riskleri

Gıda endüstrisinde kullanılan yağların, ürünlerin lezzetini, doku özelliklerini ve besin değerini belirlemede önemli rolleri bulunmaktadır. Farklı bitkilerden üretilen yağlar fiziksel ve kimyasal özellikleri sebebiyle farklı amaçlar doğrultusunda kullanılmaktadır. Bitkisel yağlar, hayvansal yağlar, hidrojenasyon sürecinden geçmiş yağlar gibi farklı türlerdeki yağların, ürünlerin tat, kalite ve raf ömrü üzerinde önemli etkileri bulunmaktadır. Aşağıdaki tabloda (Tablo 1) gıda endüstrisinde sık kullanılan yağların yağ asidi kompozisyonlarına ve kullanım alanlarına yer verilmiştir (Kim, 2010; Türetkan, 2012; Kara, 2015; Mba ve ark., 2015; Kurt ve ark., 2017).

Tablo 1. Bitkisel yağların yağ asidi kompozisyonu (Kim, 2010; Türetkan, 2012; Kara, 2015; Mba, Dumont ve Ngadi, 2015; Kurt ve ark., 2017)

Bitkisel yağlar	İçerik	%	Kullanım alanları
Ayçiçek yağı	Palmitik asit (C16:0)	8.01	Yüksek linoleik asit içeren ayçiçek yağı genellikle gıda endüstrisinde margarin üretiminde ve yemeklik yağ olarak kullanılırken, yüksek oleik asit içeren ayçiçek yağı genellikle kozmetik endüstrisinde ve biyoyakıt üretiminde karışım olarak kullanılabilir.
	Oleik asit (C18:1)	18.37	
	Linoleik asit (C18:2)	68.13	
	Toplam doymuş yağ asidi	13.30	
	Tekli doymamış yağ asidi	18.56	
	Çoklu doymamış yağ asidi	68.15	
Mısır yağı	Palmitik asit (C16:0)	8.0-16.0	Genellikle kızartmalarda kullanılır. Soğuk veya sıcak tüketilen yemeklerde, salatalarda margarin ve mayonez üretiminde, bazı sosların içine tat vermesi amacıyla kullanılabilir.
	Oleik asit (C18:1)	19.0-50.0	
	Linoleik asit (C18:2)	34.0-62.0	
	Toplam doymuş yağ asidi	13.0	
	Tekli doymamış yağ asidi	24.0	
	Çoklu doymamış yağ asidi	59.0	
Fındık yağı	Palmitik asit (C16:0)	9.5	Çerez olarak kavrulmuş, beyazlatılmış, kıyılmış, un ve püre halinde çikolata, bisküvi, şekerleme sanayisinde, tatlı, pasta, dondurma yapımı ile yemek ve salatalarda kullanılabilir.
	Oleik asit (C18:1)	75.5	
	Linoleik asit (C18:2)	10.0	
	Toplam doymuş yağ asidi	13.8	
	Tekli doymamış yağ asidi	82.0	
	Çoklu doymamış yağ asidi	10.0	
Palm yağı	Palmitik asit (C16:0)	40.0-48.0	Unlu mamüller, dondurulmuş gıdalar, işlenmiş gıdalar, şekerleme yağları, margarinler, sürülebilir yağlar, çikolata, bisküvi, cips gibi birçok atıştırmalık üründe kullanılabilir.
	Oleik asit (C18:1)	36.0-44.0	
	Linoleik asit (C18:2)	6.5-12.0	
	Toplam doymuş yağ asidi	49.9-54.7	
	Tekli doymamış yağ asidi	37.1-39.2	
	Çoklu doymamış yağ asidi	8.1-10.5	
Aspir yağı	Palmitik asit (C16:0)	4.36-9.63	Margarin üretiminde çeşitli hidrojene yağlarla karıştırılarak, pastacılık ve kek ürünlerinde şorteninglerin bir bileşeni olarak kullanılabilir.
	Oleik asit (C18:1)	5.1-12.4	
	Linoleik asit (C18:2)	73.6-88.5	
	Toplam doymuş yağ asidi	9.0	
	Tekli doymamış yağ asidi	12.0	
	Çoklu doymamış yağ asidi	75.0	

Bitkisel yağların gıda güvenliği açısından insan tüketimine uygun hale gelebilmesi için bazı işlemlerden geçmesi gerekmektedir. İnsan tüketimine uygun olmayan serbest yağ asitleri, yapışkan maddeler, renk maddeleri, vakslar ve aldehit-ketonların temizlenmesi için rafinasyon işlemi uygulanmaktadır. Bitkisel yağların tüketilmesi için mutlaka rafinasyon sürecinden geçmesi gerekir. (Taşan ve ark., 2011). Bitkisel yağların rafinasyonu, kimyasal ve fiziksel yöntemlerle gerçekleştirilir. Kimyasal rafinasyon, yapışkan maddelerin uzaklaştırılması (degumming), asitliğin düşürülmesi (nötralizasyon), renk açma (bleaching) ve koku giderme (deodorizasyon) gibi aşamalardan oluşur. Fiziksel rafinasyon ise öncelikle yapışkan maddelerin uzaklaştırılması, renk açma ve ardından asitliğin düşürülmesi ile kokunun giderilmesi adımlarından oluşmaktadır (Türetkan, 2012).

Ayçiçek yağı

Ayçiçek yağı, (*Helianthus annuus L.*) ayçiçeği bitkisinin tohumlarından elde edilen bir yağ türüdür ve ayçiçeği Türkiye'de en yaygın yetiştirilen yağlı tohumdur (Aydın ve ark., 2021). Ayçiçek yağları, yüksek linoleik, yüksek oleik veya orta oleik yağ asidi içerikleriyle farklı çeşitlerde bulunabilir. Yüksek linoleik asit içeren türler genellikle gıda endüstrisinde margarin üretiminde ve yemeklik yağ olarak kullanılırken, yüksek oleik asit içeren türler genellikle kozmetik endüstrisinde ve biyoyakıt üretiminde karışım olarak kullanılır (FAOSTAT, 2021).

Ayçiçek yağı, hem kimyasal bileşimi hem de üretim süreci açısından gıda güvenliği risklerine karşı hassasiyet göstermektedir. Özellikle, tüketicilerin gıda güvenliği açısından güvenilir ürünlere yönelmesiyle birlikte, soğuk pres yöntemiyle elde edilen ayçiçek yağı gibi değerli yağların kullanımı yaygınlaşmıştır. Ancak, soğuk pres yağlar oksidasyona karşı daha duyarlı olup, depolama koşulları kalite stabilitesini korumada kritik bir rol oynamaktadır. Isıl işlem ve ışık altında gerçekleşen oksidasyon süreci, yağın peroksit değeri ve konjuge dien düzeyinde değişikliklere yol açarak kalite kaybına neden olabilmektedir. Yapılan araştırmalar, oksidasyon sürecinin ilerlemesiyle farklı uçucu oksidasyon ürünlerinin oluştuğunu ve ışık maruziyetinin bu süreci hızlandırdığını göstermektedir (Kıralan, 2017; Romanić, 2020; Gürdil ve ark., 2020). Bu nedenle, bitkisel yağların güvenliğinin sağlanması için uygun sıcaklık, nem ve ışık koşullarında depolanması büyük önem taşımakta olup, düzenli kontrollerle bu koşulların sağlandığından emin olunmalıdır.

Bitkisel yağların gıda güvenliği açısından karşı karşıya olduğu önemli risklerden biri de mikotoksin varlığıdır. Yağların rafinasyon işlemi sırasında hammaddede bulunan zararlı mikotoksinlerin tamamen ortadan kalkmadığı, ancak seviyelerinin azaldığı bilinmektedir. Özellikle aflatoksin oluşumu, yağ endüstrisinde kullanılan yağlı tohumlar açısından yüksek risk teşkil etmektedir. Depolama koşulları, mikotoksin üretimini doğrudan etkileyen faktörler arasında yer almakta olup, sıcaklık, nem düzeyi, oksijen varlığı ve gaz kompozisyonu gibi unsurlar bu süreci belirlemektedir. Sıcak ve nemli ortamlarda depolama, *Aspergillus flavus*, *A. parasiticus*, *A. niger* ve *Rhizopus* spp. gibi küf türlerinin gelişimini artırarak aflatoksin oluşumuna neden olabilmektedir (Moss, 1998). Aflatoksinler, yalnızca kalite ve ekonomik kayıplara yol açmakla kalmayıp, aynı zamanda insan sağlığı açısından ciddi riskler oluşturabilmektedir (Özçakmak, 2007). Bu nedenle, mikotoksin

kontaminasyonunu önlemek için uygun depolama ve işleme yöntemlerinin uygulanması büyük önem taşımaktadır.

Yapılan bir çalışmada piyasada bulunan rafine ayçiçek yağı örneklerinin %32'sinde aflatoksin varlığı tespit edilmiştir (Var ve Tekin, 2023). Piyasaya sürülen bu yağlardaki aflatoksin düzeyi düşük de olsa gıda güvenilirliği açısından risk taşıdığı düşünülmektedir. Bu kontamine bitkisel yağların tüketimi günlük toplam aflatoksin alımına önemli ölçüde katkıda bulunabilir ve halk sağlığı için tehlike oluşturabilmektedir.

Mısır yağı

Mısır yağı, mısır bitkisi (*Zea mays L.*) tanelerinin embriyolarından elde edilen bir yağ türüdür. Türkiye'de mısır yağı tüketimi ayçiçeği yağı ve zeytinyağından sonra gelmekte olup son yıllardaki artan talebe bağlı olarak toplam sıvı yağ pazarının yaklaşık %12-14'lük bir payını oluşturmaktadır (Aksoy, 2015).

Mısırın yan ürünü olarak mısır yağı, nişasta ve glukoz şurubu üretimi sırasında elde edilir. Mısır yağı, gıda endüstrisinde geniş bir kullanım alanına sahip olup birçok ürünün üretiminde rol oynamaktadır. Mutfakta kızartma, pişirme ve salata sosu hazırlama gibi çeşitli alanlarda kullanılmaktadır. Gıda endüstrisinde cips, kraker gibi atıştırılabilir ürünlerde, pasta, kek, kurabiye gibi unlu mamullerde, dondurulmuş yiyeceklerde, paketlenmiş yiyeceklerde ve konservelelerde bulunabilir.

Diğer yağ türlerinde olduğu gibi bu yağlardaki aflatoksin varlığını araştıran bir çalışmada 44 rafine mısır özü yağı incelenmiş ve yağların 28'inde (%63.63) aflatoksin varlığı tespit edilmiştir (Var ve Tekin, 2023).

Fındık yağı

Fındık yağı, fındık meyvelerinden (*Corylus avellana*, *Corylus maxima* ve *Corylus colbina*) elde edilen bir yağ türüdür. Türkiye, dünyanın önde gelen fındık üretici ülkelerinden biridir. Son zamanlarda üretimde azalma olmasına rağmen %63.50'lik bir payla halen ilk sırada yer almaktadır (FAO, 2023). Türkiye ve dünyada çerez olarak tüketilen fındığın yaklaşık %90'ı kavrulmuş, beyazlatılmış, kıyılmış, un ve püre halinde kullanılmaktadır. Fındık, çikolata, bisküvi, şekerleme sanayisinde, tatlılar, pastalar, dondurmaların yapımında ve yemeklerde ve salatalarda kullanılmaktadır (Bilgin, 2005). Ayrıca, fındık ham yağı rafine edilerek yemeklik yağ olarak kullanılmakta ve fındık küspesi yem sanayisinde ham madde olarak değerlendirilmektedir. Bu şekilde fındığın farklı bileşenleri ve yan ürünleri farklı endüstrilerde kullanılmaktadır, bu da fındığın ekonomik değerini artırmaktadır (Çetintaş, 2005).

Ancak, fındık yağı üretimi sırasında karşılaşılan en önemli gıda güvenliği risklerinden biri aflatoksin kontaminasyonudur. Yağlı tohumların işlenmesinde kullanılan işlemler, aflatoksinlerin mümkün olduğunca uzaklaştırılmasını sağlamalıdır. Aflatoksin seviyesi, ham madde kalitesi ve rafinasyon teknolojisi gibi faktörlere bağlı olarak ham yağda değişiklik gösterebilir. Aflatoksinler genellikle rafinasyon işleminden sonra tespit

edilmez ancak ham yağda ve ekstraksiyon işlemi sırasındaki aşamalarda görülme riski vardır. Fındık yağı işleme aşamalarında mikotoksin kontaminasyonu hakkında yapılan bir çalışmada, ham yağda 0.94 ng g^{-1} , ekstraksiyon çıkışında 0.61 ng g^{-1} ve nötralizasyon, ağartma, deodorizasyon ve rafinasyon işlemleri çıkışında ise $<0.15 \text{ ng g}^{-1}$ düzeylerinde AFB1 (aflatoksin B1) varlığı tespit edilmiştir (Çetintaş, 2005).

Palm yağı

Palm yağı, *Elaeis guineensis* adlı palmye ağacının meyvesinden elde edilen bitkisel bir yağ çeşididir. Palm yağı üretiminde Endonezya ve Malezya, dünyanın en büyük üreticisi konumundadır ve küresel palm yağı arzının %85'ten fazlasını karşılamaktadır (Absalome ve ark., 2020). Tüketim miktarı arttıkça, palm yağına olan talep de artmaktadır ve bu nedenle üretimin 2050 yılına kadar 240 milyon tona ulaşması beklenmektedir (Sehgal ve Sharma, 2021).

Yarı katı halde olan bu yağ uzun raf ömrüne sahip olup, yüksek oranda (%50) doymuş yağ asitleri içermektedir (Macit ve Şanlıer, 2014). Yemeklik yağ endüstrisinde, hidrojenasyon, interesterifikasyon ve fraksiyonlama gibi çeşitli modifikasyon teknikleri yaygın bir şekilde kullanılır. Triasilgliseridlerin fraksiyonlanması, palm yağı kullanımını artırmak için en sık tercih edilen modifikasyon yaklaşımıdır. Bu fraksiyonlama işlemi, sıvı ve katı yağların daha fazla kullanışlılık sağlaması ve yenilebilir ve yenilebilir olmayan uygulamalarda kullanılabilmesi amacıyla gerçekleştirilir (Zhang ve ark., 2021). Rafine palm yağı genellikle sıvı olein (POI) fraksiyonu ve katı stearin (PS) fraksiyonu olarak ayrıştırılır. Olein fraksiyonu daha iyi soğuk stabiliteye sahipken, stearin fraksiyonu daha iyi erime özelliklerine sahiptir (Hishamuddin ve ark., 2020).

Rafine palm yağı ve palm oleini genellikle pişirme yağı olarak kullanılırken, palm stearini stabil β' polimorfik formu nedeniyle kızartma yağı olarak tercih edilir. Rafine palm yağı ve palm oleini, yüksek oleik asit ve doğal antioksidanlar içerdiği için yüksek oksidatif stabiliteye sahip ideal bir pişirme ve kızartma yağlarıdır. Rafine palm yağı, endüstriyel kızartmalarda en yüksek stabiliteye sahip yağ olarak bilinir ve bu nedenle pişirme, ızgara ve kızartma yağı olarak tercih edilir. Doymuş yağ asidi tüketimiyle ilişkilendirilen sağlık endişelerine rağmen, palm yağı geniş bir kullanım alanına sahiptir. Dengeli doymuş yağ asidi ve doymamış yağ asidi içeriği, yüksek duman noktası, düşük serbest yağ asidi içeriği, düşük köpürme ve kararma oranı ile besleyici bir yağ asidi bileşimine sahip olması, palm yağının popüler kılmaktadır (Dian ve ark., 2017).

Rafine palm yağı, gıda endüstrisinde çeşitli ürünlerde yaygın olarak kullanılır. Bu ürünlere örnek olarak unlu mamüller, dondurulmuş gıdalar, işlenmiş gıdalar, şekerleme yağları, margarinler, sürülebilir yağlar, çikolata, bisküvi, cips gibi birçok atıştırmalık ürün ve daha fazlası gösterilebilir. Palm yağı, bu ürünlerde kullanım kolaylığı, stabilitesi ve besleyici bileşimi nedeniyle gıda endüstrisinde büyük bir öneme sahiptir (Gonzalez-Diaz ve ark., 2021).

Palm yağının doğal olan kırmızı renginin değişmesi ve kötü kokusundan arındırılması için yüksek sıcaklıklarda rafine edilmesi gerekmektedir. Ancak, bu rafinasyon aşamaları sırasında palm yağı besin içeriğinin önemli bir kısmını kaybeder ve bazı zararlı maddelerin oluşumuyla toksik bir hale gelir (Binaglia ve ark., 2016).

Avrupa Gıda Güvenliği Kurumu (EFSA), palm yağının özellikle 200°C'den yüksek sıcaklıklarda rafine edildiğinde diğer bitkisel yağlara göre daha fazla kanserojen madde oluşturduğunu belirtmiştir (EFSA, 2016).

Palm yağı, rafinasyon işlemleriyle farklı türevler elde edilmektedir. Ancak, özellikle deodorizasyon (kötü kokudan arındırma) işlemi için 220-240°C ve deasidifikasyon işlemi için 250-270°C gibi yüksek sıcaklıklar kullanıldığında, palm yağındaki besin öğeleri kaybolmaktadır (Kuhlmann, 2011). Bir çalışmada, kırmızı palm yağında E vitamini içeriği 519-531 mg L⁻¹ ve karoten içeriği 481 mg L⁻¹ olarak değerlendirilmiştir. Ancak endüstride kullanılan palm yağında, yapılan işlemlere bağlı olarak bu miktarların daha düşük olduğu gözlemlenmektedir (Etsuo, 2014). Yüksek sıcaklıkların uygulanması ile hidroliz ve oksidatif parçalanma gibi kimyasal reaksiyonlar tetiklenmektedir. Bu reaksiyonlar sonucunda oluşan glisidil yağ asidi esterleri (GE), 3-monokloropropan-1,2-diol (3-MCPD), 2-MCPD ve akrilamid, palm yağının toksisitesinde rol oynayan ana bileşenlerdir. Palm yağı, GE ve 3-MCPD kontaminantlarını en yüksek düzeyde içeren yağ olarak bilinmektedir. Bu kontaminantlar bakımından birçok yağ türünden daha fazla GE ve 3-MCPD içerdiği gözlemlenmiştir (Elmas ve Bayizit, 2021).

Palm yağında yüksek ısıya maruziyet sonucu oluşan toksik bir bileşen olan akrilamid de küçük ve basit bir yapıya sahip olmasına rağmen yüksek düzeyde reaktif bir bileşendir. (Arusoğlu, 2015). Akrilamid oluşumu, kullanılan yağların bileşiminden etkilenebilir. Bir çalışmada, kızartma işleminde kullanılan yağların akrilamid oluşumuna etkisi incelenmiştir. Bu çalışmada, 180°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda tavuk ürünlerinin soya ve domuz yağına göre palm yağıyla kızartılması durumunda, akrilamid oluşumunun daha yüksek düzeyde olduğu ve bu durumun, palm yağındaki yüksek düzeydeki oleik asitten kaynaklanabileceği söylenmiştir. Ancak, kızartma işleminde tavuk yerine patates kullanıldığında, en yüksek akrilamid düzeyinin domuz yağında görüldüğü ve palm yağının akrilamid düzeyinin en düşük olduğu tespit edilmiştir (Chuang ve ark., 2006). Palm yağının akrolein emisyonuna etkisini araştıran başka bir çalışmada, kıyas yapabilmek için ayçiçeği yağı ve zeytinyağına yer verilmiştir. Genel olarak, sıcaklık düzeyi arttıkça akrolein oluşumunun daha yüksek olduğu görülmüş ve palm yağının ayçiçeği yağı ve zeytinyağına göre daha güvenilir olduğu ispat edilmiştir (Aras ve ark., 2017). Sonuç olarak, palm yağının akrilamid ve akrolein oluşumuna etkisinin sıcaklık düzeyi ve kızartılan ürünlerin türüyle yakından ilişkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Tüm kızartma yağlarında gıda güvenliğinin sağlanmasında güncel mevzuat gereklilikleri takip edilmeli ve uygulanmalıdır. Yüksek ısı gerektiren kızartma işlemleri için ülkemizde 'Kızartmada Kullanılmakta Olan Katı ve Sıvı Yağlar İçin Özel Hijyen Kuralları Yönetmeliği'nde kızartma yağının sıcaklığının ≤180 °C, polar madde düzeyinin ≤%25 ve asit sayısının ≤2.5 mg KOH g⁻¹ yağ olması limit olarak belirtilmiştir (Anonim, 2012b). Gıda sanayinde ve toplu tüketim yapan kurumlarda kızartma yağlarının kalitesi ve uygunluğu gıda güvenliği sistemi kapsamında izlenmeli ve kayıt altına alınmalıdır.

Aspir yağı

Aspir yağı, *Carthamus tinctorius* L. bitkisinin tohumlarından elde edilen bir yağ türüdür. Aspir bitkisi dünya genelinde Hindistan, Kazakistan, Meksika, ABD ve Arjantin gibi 60'tan fazla ülkede yetiştirilmektedir. Ana üretim bölgeleri ise Amerika ve Asya'dır ve bu bölgeler toplam üretimin %93'ünü oluşturmaktadır (FAOSTAT, 2021). Aspir yağının fizikokimyasal özellikleri ve yağ asidi bileşimi, yetiştirme koşulları ve aspir bitkisinin türüne bağlı olarak değişebilmektedir. Aspir yağı, α -tokoferol açısından zengin olan bitkisel yağlardan biridir ve yüksek E vitamini aktivitesine sahiptir (Khalid ve ark., 2017).

Karabaş (2013) tarafından yapılan bir çalışmada, Remzibey türüne ait aspir tohumlarından elde edilen ham yağda maksimum %30.0 yağ oranı elde edilmiştir. Ham aspir yağının yağ asidi kompozisyonu araştırıldığında, %33.98 oleik asit içeriğine sahip olduğu ve oleik asit açısından zengin bir aspir çeşidi olduğu görülmektedir (Khalid ve ark., 2017).

Aspir yağı, 1966 yılından bu yana yemeklik yağ olarak kullanılmaktadır. Yüksek doymamış yağ asidi içeriği ve kalitesinden dolayı kullanım alanı gün geçtikçe yaygınlaşmaktadır. Günümüzde aspir yağı, margarin üretiminde çeşitli hidrojene yağlarla karıştırılarak kullanılmakta ve pastacılık ve kek ürünlerinde şorteninglerin bir bileşeni olarak tercih edilmektedir. Aynı zamanda, doğal aroması nedeniyle farklı çeşnilerde ve kurutulmuş meyvelerde de kullanımı bulunmaktadır (Khalid ve ark., 2017).

Bitkisel Yağların Sağlık Üzerine Etkileri

Makro besin ögesi olan yağlar; yiyeceğin tat, koku, aroma vermesi ve yiyeceğin kalitesine katkı sağlaması ile önemli bir diyet bileşenidir. Son yıllarda doymamış yağ asitleri içeriği ve bunların sağlığa olan etkileri nedeniyle bitkisel yağlara yönelim artmıştır.

Yapılan bir çalışmada, ayçiçeğinin zengin E vitamini içeriği nedeniyle önemli bir antioksidan olduğu belirtilmiştir. Bu yağın yüksek E vitamini içeriği sayesinde kolesterol dengelenmekte, yüksek tansiyon düşmekte, kalp ve cilt hastalıkları riski azalmakta ve bağırsak, mesane ve prostat kanserine karşı koruyucu bir etki sağlanmaktadır. Ayçiçeği yağının yüksek selenyum içeriği, meme kanserini önlemede rol oynayabilir (Babcock, 2018). Ayrıca, tiroid fonksiyonlarını düzenlemeye, DNA hasarını gidermeye ve kan şekeri seviyelerini dengelemeye yardımcı olabilir (Al-Shamma ve ark., 2010).

Fakat ayçiçek yağının olumlu etkileri olduğu kadar kullanım durumuna bağlı olarak olumsuz etkileri de görülmektedir. Pişirme yöntemlerinden biri olan kızartma işleminde yapılan yanlış uygulamalar sonucunda sağlığı bozacak riskler açığa çıkabilir. Kızartma işlemi sırasında kullanılan yağlar, tekrar tekrar kullanıldığında kimyasal yapıları bozulmakta ve insan sağlığı için zararlı bileşikler oluşabilmektedir. Özellikle, birkaç kez kullanılan yağlar kanser, kalp-damar hastalıkları gibi sağlık sorunlarıyla ilişkilendirilmektedir. Kullanılmış yağlar, bekleme sürecinde polimerizasyona uğradığından tekrar kullanılmamalı ve güvenli bir şekilde atık yağ olarak değerlendirilmelidir. Araştırmalar, kızartma yağlarında toplam polar madde oranının %25'i aşması

durumunda kanserojen etki riskinin arttığını göstermektedir. Bu nedenle, kızartmalık yağlar yalnızca sağlık açısından değil, aynı zamanda çevresel etkileri bakımından da kontrol altına alınmalı ve uygun yöntemlerle bertaraf edilmelidir (Anonim, 2012b).

Mısır yağı tüketimiyle ilişkili olarak yapılan klinik çalışmalar, bu yağdaki yüksek fitosterol konsantrasyonu ile ilişkili olarak total serum kolesterol seviyelerinde azalma olduğunu göstermektedir. Ayrıca, mısır yağındaki yüksek orandaki γ -tokoferolün, DNA hasarı, kan basıncı, trombosit agregasyonu ve diyabet gibi durumlara karşı koruyucu etkisi olduğunu gösteren araştırmalar bulunmaktadır (Ghazani ve Marangoni, 2016). LDL kolesterol seviyesini azaltmak için doymuş yağ asitleri (SFA) içeren yağ türlerinin yerine çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) içeren yağ türleri tercih edilmelidir. Sağlıklı beslenme için günlük enerjinin en az %1-2'sinin linoleik asitten sağlanması önerilmektedir (TÜBER, 2022). Bir çalışmada, günlük yağ tüketiminin yarısının bitkisel yağlardan oluştuğu bir beslenme modelinde, doymuş yağ oranının artırılmasının kan serumundaki kolesterol seviyesini %30'a kadar yükseltebileceği gösterilmiştir. Mısır yağı gibi doymamış yağ asitlerini içeren sıvı yağlar, kızartma gibi pişirme yöntemlerinde uzun süre kullanıldıklarında oksidatif tepkimelere yatkın olabilirler. Bu nedenle, sağlık açısından olumsuz etkileri minimize etmek için bu tür yağların uzun süreli kızartmalarda kullanılması önerilmez (Kayahan, 2002). Günümüzde yüksek miktar ve kalitede ürün almak için üretilen transgenik ürünlerin (GDO) başında soya, pamuk, mısır ve kanola gelmektedir. Küresel çapta ekilen mısırların %29'u transgeniktir ve üretim gittikçe artmaktadır. Genetiği değiştirilmiş bu ürünlerin kullanımının insan sağlığı üzerinde birçok olumsuz etkisi olduğu görülmüştür. Alerjiler bu etkilerin başında gelmekte olup onu toksik etkiler, antibiyotiklere direnç ve kanser riski takip etmektedir. Bu bağlamda bu mısırlardan üretilen mısır yağlarında da genetiği değiştirilmiş organizmalardaki sağlık riskleri söz konusu olabileceği göz önünde bulundurulmalıdır (Dinçoğlu, 2016).

Fındık yağı, içerdiği özel yağ asitleri kompozisyonu nedeniyle önemli bir gıdadır. Özellikle zengin tekli doymamış yağ asitleri ve düşük doymuş yağ asitleri içermesi, kan lipid seviyelerinin kontrolünde önemli bir rol oynamaktadır. Bu özelliği sayesinde fındık yağı, kronik kalp hastalıklarının önlenmesinde etkili olabilmektedir. Tekli doymamış yağ asitlerince zengin bir beslenme, kan basıncının ve toplam kolesterol seviyesinin azalmasına katkıda bulunabilir. Bu durum sonucunda da kan trigliserit seviyesi azalmakta ve bu da insan sağlığına olumlu etkiler sağlamaktadır (Turhan, 2011). Fındık yağının bu özellikleri, sağlıklı bir beslenme planının bir parçası olarak kullanılması durumunda, kalp sağlığının korunmasına ve kardiyovasküler hastalıkların riskinin azaltılmasına yardımcı olabilir.

Palm yağının insan sağlığı üzerindeki etkilerini değerlendirmek amacıyla yapılan araştırmalar, palm yağının özellikle kardiyovasküler hastalıklarla ilişkili olduğunu göstermektedir. Bazı çalışmalarda, palm yağı tüketiminin diğer bitkisel yağlara kıyasla doymuş yağ içeriği nedeniyle LDL-kolesterol seviyelerini daha fazla artırdığı iddia edilmiştir. Ayrıca, artan palm yağı tüketiminin iskemik kalp hastalığına bağlı ölüm riskiyle ilişkili olduğu da belirtilmiştir (Marangoni ve ark., 2017; Gesteiro ve ark., 2018). Bununla birlikte, yapılan bir meta-analizde palm yağı tüketiminin LDL-kolesterol üzerinde önemli bir etkisi olmadığı bildirilmiştir (Wang ve ark., 2019).

Ekolojik açıdan bakıldığında, palm yağı üretimi palmye ağaçlarının tahrip edilmesine ve dolayısıyla yağmur ormanlarının ve biyolojik çeşitliliğin azalmasına neden olabileceği düşünülmektedir. Bu konuda Avrupa,

Amerika ve Endonezya hükümetleri, Sürdürülebilir Yuvarlak Masa Toplantıları (RSPO) düzenleyerek önlemler almaya çalışmaktadır. Bu toplantılar, palm yağı üretiminin sürdürülebilirliğini sağlarken ekolojik sistemlere zarar vermemeyi hedeflemektedir. RSPO'nun temel amaçları arasında güvenilir küresel standartlar geliştirmek, uygulamak, doğrulamak ve bu standartları düzenli olarak gözden geçirmek yer almaktadır (RSPO, 2021).

Aspir yağının sağlık açısından birçok faydalı etkisi olduğu özellikle dejeneratif hastalıklarla ilişkili kemik ve eklem sağlığını olumlu yönde etkilediği gözlemlenmiştir. Aspir tohumu ve yağının, cilt sağlığını iyileştirdiği, kas kasılmalarını kontrol ettiği, kilo vermede yardımcı olduğu, saç uzamasını desteklediği, adet öncesi sendromun (PMS) başlangıcını yönettiği ve bağışıklık sistemini güçlendirdiği ifade edilmektedir (Zhou ve ark., 2014). Ayrıca, aspir yağı potansiyel bir biyoaktif gıda bileşeni olarak kabul edilir ve sağlık takviyeleri, kozmetik ürünler, ilaçlar, içecekler, gıda ürünleri ve yem takviyeleri gibi çeşitli alanlarda kullanılabilir. Aspir yağı, yüksek besin değeri ve birçok biyolojik aktiviteye sahiptir. Fonksiyonel gıdaların geliştirilmesi veya ilaç dağıtımı için doğal bir araç olarak kullanılabilen aspir yağı, biyolojik lipofilik bileşiklerin stabilizasyonu ve depolanması konusunda önemli bir rol oynayabilir. Örneğin, morina karaciğer yağındaki çoklu doymamış yağ asitlerinin oksidatif stabilitesini artırmak için aspir yağı içinde kapsüllenmesi kullanılabilir. Aspir yağı emülsiyonları, besin takviyesi açısından iyi bir kaynak olabilir. Bu takviyeler, metabolizma hızını artırma özelliğine sahiptir ve sağlıklı kilo programlarında linoleik yağ asidi içeren diyetlere destek sağlar (Fischer ve ark., 2014).

Bitkisel Yağlarda Taklit ve Tağşiş Sorunu

Tağşiş, gıda maddelerinin ve gıda ile temasta bulunan madde ve malzemelerin, mevzuata veya izin verilen özelliklerine aykırı olarak üretilmesi olarak tanımlanmaktadır. Temel gıda maddesi olan yağlar, taklit ve tağşiş açısından istismar edilebilecek gıda türlerindendir. Yüksek maliyete sahip yağlara düşük maliyetli yağların karıştırılması ile yapılan tağşiş önemli bir gıda güvenliği sorunudur. Bu işlemin sağlıksız koşullarda yapılması ya da tüketim için uygun olmayan bitkisel yağ karışımlarının yapılması insan sağlığını olumsuz yönde etkileyebilmektedir (Yadav, 2018).

Yağların saflığını değerlendirmek için yapılan çalışmalarda, belirli sınır değerlerinin üzerinde olan yağlarda tağşiş yapıldığı tespit edilmektedir. Ülkemizde kullanımı oldukça yaygın yağ çeşitlerinden biri olan zeytinyağı, fiyatının yüksek olmasından dolayı %25'lik oranla en yaygın tağşiş yapılan gıda maddelerinin başında gelmektedir. Bu yüksek fiyattan dolayı özellikle üretici ülkelerde zeytinyağının diğer ucuz yağlarla karıştırılması ile tağşiş gerçekleştirilmektedir (Eryılmaz, 2020). Zeytinyağlarında tağşiş kimyasal analizlerinde kusursuz olup tat kısmında sorun oluşan sızma zeytinyağlarının naturel sızma zeytinyağı olarak adlandırılması, rafine zeytinyağı ile sızma zeytinyağının karıştırılması, zeytinyağının pirina yağı ile karıştırılması ve bitkisel yağların zeytinyağı ile karıştırılması şeklinde görülmektedir. Benzer durumların birçok ülkede yaşandığı da rapor edilmiştir. Mısır ve ayçiçeği yağlarının uluslararası piyasada daha yüksek fiyatları olduğundan, bu yağlara kanola, soya ve pamuk yağı gibi daha ucuz yağlar karıştırılmaktadır. Bu durum, az gelişmiş ülkelerde ciddi bir endişe kaynağı haline gelmiştir (Muthukumar ve ark., 2021). 2017 yılında, Ukrayna'da üreticilerin ayçiçek

yağını tavuk yağı ile karıştırdığı iddiasından sonra Ukrayna Güvenlik Servisi piyasadaki ayçiçek yağlarını denetlemiş ve yağlarda tağşiş yapıldığı tespit edilmiştir (Aparicio ve ark., 2018). Ülkemizde yapılan bir çalışmada ise piyasada bulunan bitkisel yağlardaki taklit-tağşiş düzeyi araştırılmış ve 625 bitkisel yağ ürününde tağşiş olduğu belirlenmiştir. UV’de özgül soğurma, yağ asitleri kompozisyonu, sterol kompozisyonu, trans yağ asitleri çoğunlukla zeytinyağı ürünlerinde tespit edilmiştir (Yalım ve Yayla, 2023).

Gıdalarda gerçekleşen taklit ve tağşişin tespiti ve önlenmesi, tüketici sağlığının korunması (alerjik, kanserojen, gıda kaynaklı hastalıklar), sektör verimliliği, haksız rekabetin engellenmesi, ürün kalitesi, ülke imajı ve ekonominin korunması açısından son derece kritiktir. Bu sebeple, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından yürütülen resmi kontrollerle, gıda ürünlerindeki taklit ve tağşişlerin tespit edilerek kamuoyuna duyurulması, tüketiciler aracılığıyla firmalar üzerinde bir denetim mekanizması oluşturulmasını amaçlamaktadır (Anonim, 2012b).

Bitkisel yağlarda tağşişin tespiti için yaygın olarak kullanılan analiz yöntemleri arasında yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC), gaz kromatografisi-kütle spektrometrisi (GC-MS), endüktif olarak eşleşmiş plazma optik emisyon spektroskopisi (ICP-OES) bulunmaktadır. Bu temel analiz tekniklerinin yanı sıra, Lazer kaynaklı floresan, Raman spektroskopisi, Fourier dönüşümlü infrared spektroskopisi (FTIR-ATR), iyon hareketlilik spektrometresi (IMS) gibi metodlar da tağşişin belirlenmesinde kullanılmaktadır. Arslan ve ark. (2019), ayçiçeği, fındık, soya ve üzüm yağları ile siyah kimyon yağının karıştırıldığı bir çalışmada, FTIR spektrometresi ve eşzamanlı floresan spektrometresi kullanılarak analizler gerçekleştirmiştir. Kemometrik modellerin değerlendirildiği bu çalışmada, floresan spektrometresinin yağ karışımlarını ayırmada FTIR spektrometresine göre daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır (Arslan ve ark., 2019). Kou ve ark. (2018), 31 farklı bitkisel yağda kullanılmış kızartma yağının tespiti amacıyla FTIR spektrometresi kullanarak bir analiz gerçekleştirmiştir. Çalışmada, %1.5’e kadar kullanılmış kızartma yağının eklenmesinin tespit edilebildiği belirtilmiştir. FTIR tekniğinin kemometrik analizle birleştirildiğinde, yemeklik yağ karışımlarını tespit etmek için faydalı bir yöntem olduğu vurgulanmıştır (Kou ve ark., 2018). Zeytinyağlarında polisiklik aromatik hidrokarbonların (PAH) varlığını araştıran bir çalışmada ise HPLC/GC/MS yöntemi ile analiz yapılmış ve 16 ticari zeytinyağında 3-7 halkalı PAH varlığı tespit edilmiştir (Ekner ve ark., 2022). Gıda tağşişi konusu halk sağlığı ve gıda güvenliği için önemli bir sorun olmakla birlikte tespit yöntemleri ve sıkı denetimlerle kontrol altına alınması gerekmektedir.

Sonuç

Bitkisel yağlar uzun yıllardır var olan, tüketim tercihleri dönem dönem değişen ve gıda sanayisinde sık kullanılan yemeklik yağ türleridir. Gıda endüstrisinde kullanımları sırasında gerçekleşen kimyasal ve fiziksel olaylara bağlı olarak gıda güvenliği tehlikeye düşebilmektedir. Yağlara uygun koşullarda depolama, işleme, saklama ve taşıma gibi işlemlerin uygulanamaması, yağların kimyasal özelliklerine zarar vermekte ve böylece gıda güvenliği açısından çeşitli risklere yol açabilmektedir. Bu riskleri değerlendirmek için patojen mikroorganizma ve kimyasal kalıntı analizlerinin yapılamaması ayrıca yasal düzenleme ve denetimlerdeki

eksiklikler gıda güvenliğini riske atmaktadır. Besinlerin uygun şekilde muhafazası konusunda gerekli eğitimlerin uzmanlar tarafından verilmesi ve uygulamaya konulması gıda güvenliğini sağlamak için önemli bir adımdır. Bu konulardaki eksikliklerin giderilmesi ve daha ciddi düzenlenmelerin yapılması ile gıda güvenliği tehlikelerinin önüne geçilmelidir.

Teşekkür

Yapılan bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir. Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır. Herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Kaynakça

- Absalome, M. A., Massara, C. C., Alexandre, A. A., Gervais, K., Chantal, G. G. A., Ferdinand, D., and Jean-Paul, C. 2020. Biochemical properties, nutritional values, health benefits and sustainability of palm oil. *Biochimie*, 178: 81-95.
- Akoh, C. C. 2002. Structured lipids Food lipids, 894–925. CRC Press
- Aksoy, S. 2015. Kimyasal rafinasyonun mısır yağının bazı element içerikleri ile bazı kalite özelliklerine etkileri, Yüksek lisans tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı.
- Al-Shamma, L., Bu-risha, R., Al-Shamma, N. and Batol, K. 2010. Effect of some sunflower (*Helianthus annuus* L) genotypes oil on some pathogenic bacterial species. *Iraqi Journal of Science*, 51(4): 565-570.
- Anonim. 2012a. Türk Gıda Kodeksi Bitki Adı ile Anılan Yağlar Tebliği, Tebliğ No: 2012/29, Resmî Gazete: 12.04.2012/28262.
- Anonim. 2012b. Kızartmada Kullanılmakta Olan Katı ve Sıvı Yağlar İçin Özel Hijyen Kuralları Yönetmeliği, Resmî Gazete: 12.05.2012/28290.
- Aparicio, R., Gonzalez, D.L.G. and Aparicio-Ruiz, R. 2018. A guide to food authenticity issues and analytical solutions -Vegetable oils. in Food Integrity Handbook) (20) (359– 382). Editors: Morin JF, Lees M. <https://doi.org/10.32741/fihb>, electronic version 978- 2-9566303-1-9.
- Aras, D., Cakar, Z., Ozkavukcu, S., Can, A. and Cinar, O. 2017. In vivo acrylamide exposure may cause severe toxicity to mouse oocytes through its metabolite glycidamide. *PLoS One*, 12(2): 1-11.
- Arslan, F. N., Akin, G., Karuk Elmas, Ş. N., Yilmaz, I., Janssen, H. G. and Kenar, A. 2019. Rapid detection of authenticity and adulteration of cold pressed black cumin seed oil: A comparative study of ATR– FTIR spectroscopy and synchronous fluorescence with multivariate data analysis. *Food Control*, 98: 323–332. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2018.11.055>
- Arusoğlu, G. 2015. Acrylamide formation and its effects on human health. *Academic Food Journal*, 13(1):61-71.

- Aydın Can, B., Tomar, O. ve Yılmaz, A. M. 2021. Türkiye ve Avrupa Birliği'nde Ayçiçek Yağının Gıda Güvencesi ve Kendine Yeterlilik Açısından Değerlendirilmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 2021(1): 640-654. DOI: 10.31590/ejosat.1022089
- Babcock, J. 2018. Sunflower Seeds: Benefits, Nutrition & Recipes. Retrieved April 06, 2018, from <https://draxe.com/sunflower-seeds/>
- Baysal, A. 2020. Beslenme (15 B.). Ankara: Hatiboğlu Yayınevi.
- Bilgin, Ö. 2005. Alabalık yemlerinde soya küspesi yerine fındık küspesinin kullanılabilme olanakları.
- Binaglia, M., Cruz, C. D., Elzer, B., MacKay, K., Ramos Bordajandi, L. and Reich, H. 2016. In: Gianluca Rossi, ed. Chemicals in Food Overview of Selected Data Collection. 1st ed. Italy, Parma: EFSA Journal: 2016. p.40.
- Chuang, W. H., Chiu, C.P., Chen, B.H. 2006. Analysis and formation of acrylamide in French fries and chicken legs during frying. *J Food Biochem*, 30(5): 497-507.
- Çetintaş, G. 2005. Fındık yağı işleme aşamalarında kalite kriterlerinde ve aflatoksin konsantrasyonunda olan değişimler, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Blm Dalı.
- Dian, N. L. H. M., Hamid, R. A., Kanagaratnam, S., Isa, W. A., Hassim, N. A. M., Ismail, N. H. and Sahri, M. M. 2017. Palm oil and palm kernel oil: Versatile ingredients for food applications. *Journal of Oil Palm Research*, 29(4): 487-511.
- Dinçoğlu, A. H. 2016. Genetiği değiştirilmiş organizmalar ve gıda güvenliği. *Türkiye Klinikleri Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Dergisi*, 2(3): 56-63.
- EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM). 2016. Risks for human health related to the presence of 3- and 2-monochloropropanediol (MCPD), and their fatty acid esters, and glycidyl fatty acid esters in food. *European Food Safety Authority Journal*, 14(5): 4426-85
- Ekner, H., Dreij, K. and Sadiktsis, I. 2022. Determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in commercial olive oils by HPLC/GC/MS—Occurrence, composition and sources. *Food Control*, 132: 108528.
- Elmas, A. ve Bayazit, A. A. 2021. Palm yağında 3-MCPD ve glisidol esterleri oluşumuna proses şartlarının etkisi. *Bursa Uludag Üniv. Ziraat Fak. Derg.* 35(2): 333-354.
- Eryılmaz, A., 2020. Geçmişten Günümüze Zeytin ve Zeytinyağı: Dünya-Akdeniz-Türkiye. Marta Matbaa Sistemleri, s.163, İstanbul. ISBN 978-605-031-578-3.
- Etsuo, N. 2014. Role of vitamin E as a lipid-soluble peroxy radical scavenger: in vitro and in vivo evidence. *Free Radic Biol Med*, 66(1): 3- 12.
- FAO, 2023. Crops and livestock products, <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> (Erişim tarihi: 25.04.2024)
- FAOSTAT. 2021. Retrieved on June 05, 2023, from <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>
- Fischer, J. J., Nykiforuk, C. L., Chen, X., Shen, Y., Zaplachinski, S., Murray, E. W and Boothe, J. G. 2014. Delayed oxidation of polyunsaturated fatty acids encapsulated in safflower (*Carthamus tinctorius*) Oil Bodies. *International Journal of Engineering Science and Innovation Technologies*, 3: 512e522.

- Gesteiro, E., J. Galera-Gordo, and M. Gonzalez-Gross. 2018. Palm oil and cardiovascular health: Considerations to evaluate the literature critically. *Nutricion Hospitalaria* 35 (5): 1229–42. doi: 10.20960/nh.1970.
- Ghazani, S. M. and Marangoni, A. G. 2016. Healthy Fats and Oils. İçinde: Reference Module in Food Science. Elsevier.
- Gonzalez-Diaz, A., Pataquiva-Mateus, A. and Garcia-Nunez, J.A. 2021. Recovery of palm phytonutrients as a potential market for the by-products generated by palm oil mills and refineries—A review. *Food Biosci.* 41: 100916–100933
- Gürdil, G. A. K., Kabutey, A., Selvi, K. Ç., Hrabě, P., Herák, D. and Fraňková, A. 2020. Investigation of heating and freezing pretreatments on mechanical, chemical and spectral properties of bulk sunflower seeds and oil. *Processes*, 8(4): 411.
- Hishamuddin, E., Nagy, Z.K. and Stapley, A.G. 2020. Thermodynamic analysis of the isothermal fractionation of palm oil using a novel method for entrainment correction. *J. Food Eng.* 273: 109806
- Kara, Z., (2015), Bildircin rasyonlarına katılan farklı yağ kaynaklarının besi performansı, karkas ve bazı kan parametreleri ile oksidatif durum üzerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı.
- Karabaş, H. 2013. Ülkemiz Islahçı Çeşitlerinden Remzibey-05 Aspir (*Carthamus Tinctorius L.*) Tohumlarından Üretilen Biyodizelin Yakıt Özelliklerinin İncelenmesi, *Bursa Uludag Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 27,(1): 9-17.
- Kayahan, M. 2002. Yağ tüketimi ve sağlık. *Gıda Mühendisliği Dergisi.* 12: 39-47.
- Khalid, N., Khan, R.S., Hussain, M.I., Farooq, M., Ahmad, A. and Ahmed, I. 2017. A comprehensive characterisation of safflower oil for its potential applications as a bioactive food ingredient-A review. *Trends in Food Science and Technology*, 66: 176-186.
- Kıralan, S. S. ve Kıralan, M. 2017. Soğuk Pres Ayçiçeği Yağının Farklı Depolama Koşullarındaki Oksidatif Stabilitesi. *Akademik Gıda*, 15 (2): 155-162. DOI: 10.24323/akademik-gida.333672
- Kim, J., Kim, D.N., Lee, S.H., Yoo, S.H. and Lee, S. 2010. Correlation of fatty acid composition of vegetable oils with rheological behaviour and oil uptake. *Food Chemistry*, 118: 398–402.
- Kou, Y., Li, Q., Liu, X., Zhang, R. and Yu, X. 2018. Efficient Detection of Edible Oils Adulterated with Used Frying Oils through PE-film-based FTIR Spectroscopy Combined with DA and PLS. *Journal of Oleo Science*, 1–7. <https://doi.org/10.5650/jos.ess18029>
- Kuhlmann, J. 2011. Determination of bound 2,3- epoxy-1-propanol (glycidol) and bound monochloropropanediol (MCPD) in refined oils. *Eur J Lipid Sci Technol*, 113(3): 335- 44.
- Kurt, O., Çelik, N., Hacıkamiloğlu, M. S., Özyılmaz, T. ve Şenel A. A. 2017. Bazı aspir (*Carthamus tinctorius L.*) hatlarının ham yağ oranları ve yağ asidi kompozisyonunun belirlenmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 20 (Özel Sayı): 206-210.
- Macit, S. and Şanlıer, N. 2014. Palm oil and health. *Journal of Tourism and Gastronomy Studies*, 2(1): 13-20.

- Marangoni, F., C. Galli, A. Ghiselli, G. Lercker, C. La Vecchia, C. Maffei, C. Agostoni, D. Ballardini, O. Brignoli, P. and Faggiano. 2017. Palm oil and human health. Meeting report of NFI: Nutrition Foundation of Italy symposium. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 68(6): 643–55. doi: 10.1080/09637486.2016.1278431.
- Mba, O.I., Dumont, M. and Ngadi, M. 2015. Palm oil: Processing, characterization and utilization in the food industry – A review. *Food Bioscience*, 1: 26-45
- Moss, M.O. 1998. Recent studies of mycotoxins. Symposium series (Society for Applied Microbiology), 1467-4734.
- Muthukumar, R., Kapoor, A., Balasubramanian, S., Vaishampayan, V. and Gabhane, M. 2021. Detection of adulteration in sunflower oil using paper-based microfluidic lab-on-a-chip devices. *Materials Today: Proceedings*, 34: 496-501.
- Onat, B., Arıoğlu, H., Güllüoğlu, L., Kurt, C. ve Bakal, H. 2017. Dünya ve Türkiye’de yağlı tohum ve ham yağ üretimine bir bakış. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, 20: 149-153.
- Özçakmak, S. ve Dervişoğlu, M. 2007. Fındıkta aflatoksin oluşumuna etkili faktörler, Avrupa Birliği’nin limit değerleriyle ilgili düzenlemeleri ve Türk fındığının ihracatına Etkileri, *Gıda*, 32 (1): 33- 40.
- Romanić, R., Lužaić, T., and Grgić, K. 2020. Examining the possibility of improving the properties of sunflower oil in order to obtain a better medium for the process of frying food. *In Proceedings*, 70(1): 104.
- Roundtable on Sustainable Palm Oil. 2012. <https://rspo.org/> (Erişim tarihi: 2023, Haziran 10).
- Sehgal, S. ve Sharma, V. 2021. Palm/Palm Kernel (*Elaeis Guineensis*). In: Oilseeds: Health Attributes and Food Applications. *Springer, Singapore*, pp. 145–161.
- Sezgin, M., Tezcan, H., Şahin, M., Arslan, Y., Subaşı, İ., Demir, İ. ve Koç, H. 2017. Bazı Peleminir (*Cephalaria syriaca L.*) Çeşitlerinin Türkiye’nin Farklı Ekolojik Koşullarında Verim ve Kalite Değerlerinin Belirlenmesi. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, 20: 192-195.
- TAGEM 2024. Bitkisel Yağlar Sektör Politika Belgesi 2020-2024.
- Taşan, M., Geçgel, Ü. and Demirci, M. 2011. Effects of storage and industrial oilseed extraction methods on the some quality and stability characteristics of crude sunflower oil (*Helianthus annuus L.*), *Grasas Aceites*, 4: 389-398.
- Turhan, S. 2011. Türk fındık yağlarının trigliserit yapılarının belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı.
- Türkiye Beslenme Rehberi (TÜBER) 2022. Sağlık Bakanlığı, Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü, Sağlık Bakanlığı Yayın No:1031, Ankara.
- Türetkan, G., (2012), Ham mısır yağından enzimatik yöntemle fosfolipitlerin giderilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı.
- Var, I. and Tekin, A. 2023. Investigation of the presence of aflatoxin in sunflower and corn oils offered for consumption in the market. *GIDA*, 48 (6): 1304-1317 doi: 10.15237/ gida.GD23126

- Wang, F., D. Zhao, Y. Yang, and L. Zhang. 2019. Effect of palm oil consumption on plasma lipid concentrations related to cardiovascular disease: A systematic review and meta-analysis. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 28 (3): 495–506. doi: 10.6133/apjcn. 201909_28(3).0009
- Yadav, S. 2018. Edible oil adulterations: Current issues, detection techniques, and health hazards. *International Journal of Chemical Studies*, 6(2): 1393–1397. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.27614.745> 64
- Yalım Kaya, S. ve Yayla, F. 2023. Resmi Verilere Göre Türkiye’de Taklit ve Tağşiş Yapılan Yiyecek ve İçecekler (According to Official Data of Adulteration and Counterfeit Made in Turkey Food & Beverage). *Journal of Tourism and Gastronomy Studies*, 8(4): 3108–3128. <https://doi.org/10.21325/jotags.2020.754>
- Yılmaz, A., Yılmaz, H., Arslan, Y., Çiftçi, V. ve Baloch, F. 2021. Ülkemizde alternatif yağ bitkilerinin durumu. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (22): 93-100.ano
- Zhang, Z., Ye, J., Lee, W. J., Akoh, C. C., Li, A. and Wang, Y. 2021. Modification of palm-based oil blend via interesterification: Physicochemical properties, crystallization behaviors and oxidative stabilities. *Food Chemistry*, 347: 129070.
- Zhou, X., Tang, L., Xu, Y., Zhou, G. and Wang, Z. 2014. Towards a better understanding of medicinal uses of *Carthamus tinctorius L.* in traditional Chinese medicine: a phytochemical and pharmacological review. *Journal of ethnopharmacology*, 151(1): 27-43.



BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ

Journal of Agricultural Faculty of Bursa Uludağ University

Görükle Kampüsü 16059 Bursa/Türkiye

e-ISSN 2651-4044

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

<http://www.uludag.edu.tr/ziraatdergi>

Amaç

Tarım ve yaşam bilimleri ile ilgili alanlardaki araştırma ve derlemelerin Türkçe ve İngilizce dillerinde yayımlanarak bilginin ulusal ve uluslararası düzeyde paylaşımı amaçlanmaktadır.

Kapsam

Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi eski adıyla Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi Haziran ve Aralık olmak üzere yılda iki sayı olarak basılan hakemli, akademik, bilimsel, uluslararası bir dergidir. Dergi; bahçe bitkileri, bitki koruma, biyoenerji, biyosistem mühendisliği, doğal kaynaklar, genetik, gıda mühendisliği, gıda bilimi ve teknolojisi, peyzaj mimarlığı, süs bitkileri, su ürünleri ve balıkçılık, süt teknolojisi, tarım ekonomisi, tarım makinaları, tarımsal biyoteknoloji, tarımsal yapılar ve sulama, tarla bitkileri, toprak bilimi ve bitki besleme, topraksız yetiştiricilik ve zootekni gibi tüm ziraat alanları ile ilgili özgün araştırma makalelerini ve sınırlı sayıda derlemeleri kabul etmektedir. Sunulan makaleler özgün olmalı ve Türkçe ya da İngilizce yazılmalıdır. Sunulan makaleler başka hiçbir yerde yayımlanmamış olmalıdır. Ancak, bir kongre ya da sempozyumda sadece özeti yayımlanan makaleler dergiye sunulabilir.

Yayın Politikası

Dergiye Türkçe ve İngilizce araştırma makaleleri ve sınırlı sayıda derleme makaleleri kabul edilmektedir. Makale başvuruları DergiPark sistemi (<https://dergipark.org.tr/tr/pub/bursauludagziraat>) üzerinden sorumlu yazar tarafından yapılmalıdır. Dergiye yayımlanması talebi ile gönderilen makalelerin diğer dergilerde yayımlanmamış ve/veya yayımlanması amacıyla gönderilmemiş olması gerekmektedir. Makale başvurusunda; Tam metin makale, Tam metin makalenin taratıldığını gösteren benzerlik raporu (Ithenticate) (% 20'nin altında olmalıdır), eser başvuru formu, Telif hakkı devir formu, çıkar çatışması, yazarlık katkı beyan formu, Etik kurul onay raporu vb. elektronik formatta Dergipark sistemine <http://dergipark.org.tr/login> adresinden kayıt olunarak yüklenmesi gerekmektedir. Makalenin dergide basılabilmesi için her hangi bir ücret talebi yoktur. Yayımlanan makalelerin tüm hakları Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisine aittir. Makalenin bilimsel sorumlulukları yazarlarına aittir. Yazarlara telif ücreti ödenmez. Bir yazarın aynı sayıda ilk isim olarak en fazla iki makalesine yer verilir. Dergimizde yayımlanan makalelerin bir kısmı veya tamamı dergimiz kaynak gösterilmeden kullanılamaz.

Dergiye gönderilen makalelerde; konu ile ilgili olarak derginin daha önceki sayılarında yayımlanan en az bir yayına atıf yapılması önem arz etmektedir.

Değerlendirme Süreci

Yayımlanması için gönderilen eser, yayın ilkeleri doğrultusunda önce sekreteryaya daha sonrasında editör tarafından ön incelemeye alınır. Editör, dergide yayımlanabilecek nitelikte bulmadığı makaleleri hakemlere

göndermeden yazara/yazarlara iade kararı verme hakkına sahiptir. Ayrıca yazım kurallarına uymayan veya anlatım dili yetersiz olan makaleler, düzeltilmek üzere yazara/yazarlara iade edilir. Değerlendirmeye alınan makaleler, incelenmek üzere en az 2 hakeme gönderilir. Değerlendirmede çift yönlü kör hakemlik uygulaması esastır. Hakem değerlendirmesinden geçen makalelere ait düzeltmeler, düzeltme raporu ile birlikte en kısa sürede sisteme yüklenmelidir. Editör, hakem raporlarını ve/veya istenilen düzeltmelerin yeterli olup olmamasını dikkate alarak makalenin yayımlanıp yayımlanmamasına yönelik nihai karar vericidir. Makalenin yayımlanmasından önce makalede sayfa düzeni yapılarak son kontrol için yazarına gönderilir. Yazar makalenin son kontrolünü yaptıktan sonra basım öncesi düzeltme istek ve onay formunu imzalayarak sisteme yükler. Kontrolün düzgün yapılmaması sonucunda oluşabilecek baskı hataları yazarların sorumluluğundadır. Makalenin değerlendirme süreci yaklaşık 3-4 ay kadar sürmektedir. Sürecin süresi; hakem değerlendirmelerine, yazarların hakemlere verdikleri cevaplara ve cevaplama süreleri ile hakemlerin düzeltmeleri yeniden görme isteklerine göre değişiklik gösterebilmektedir. İşlemi tamamlanan eserler kabul tarihi dikkate alınarak derginin yayınlanacak sayısında bulunması gereken makale limitleri dahilinde yayımlanır.

Alıntılanma Yüzdesi

Dergiye başvurusu yapılan makalelerin, hakemlik sürecine alınmadan önce intihal programı ile (iThenticate Plagiarism Detection Software) (<http://www.ithenticate.com>) taratılmış olması gerekmektedir. Tarama sonucunda Kaynaklar bölümü haricinde, benzerlik oranı %20 ve aşağı değeri taşıyan makaleler başvuruya kabul edilmektedir. Makale başvurusu ile beraber iThenticate raporunun da sisteme yüklenmesi süreç için gereklidir. Sisteme yüklenecek raporun tüm sorumluluğu yazarına aittir. Yapılacak kontrollerde raporlarda uyumsuzluk görülmesi ve kriterlere uymaması durumunda makale yazarına iade edilecektir.

Yayın Etiği İlkeleri

Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi'nde uygulanan yayım süreçleri, bilginin tarafsız ve saygın bir şekilde gelişimine ve dağıtımına temel teşkil etmektedir. Bu doğrultuda uygulanan süreçler, yazarların ve yazarları destekleyen kurumların çalışmalarının kalitesine doğrudan yansımaktadır. Hakemli çalışmalar bilimsel yöntemi somutlaştıran ve destekleyen çalışmalardır. Bu noktada sürecin bütün paydaşlarının (yazarlar, okuyucular ve araştırmacılar, yayıncı, hakemler ve editörler) etik ilkelere yönelik standartlara uyması önem taşımaktadır. Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, tüm paydaşların yayın etiği kapsamında aşağıda belirtilen etik sorumlulukları taşımasını beklemektedir.

Aşağıda yer alan etik görev ve sorumluluklar, açık erişim olarak Committee on Publication Ethics (COPE) tarafından yayınlanan rehberler ve politikalar ile YÖK bilimsel araştırma ve yayın etiği yönergesi dikkate alınarak hazırlanmıştır.

Hakemli dergide yayın ilkeleri ile ilgili tüm taraflardan (yazar, dergi editörü, hakem ve yayımcı kuruluşlar) beklenen genel etik davranışlar ve sorumluluklara ilişkin tanımlamalar aşağıda belirtilmektedir.

Yazar(lar)ın Sorumlulukları

Kaynakça listesi eksiksiz olmalıdır.

İntihal ve sahte veriye yer verilmemelidir.

Aynı araştırmanın birden fazla dergide yayımlanmasına teşebbüs edilmemeli,

Bilim araştırma ve yayın etiğine uymalıdır.

Tüm yazarların araştırmaya katkısı bulunmalıdır.

Makalede geçen tüm veriler gerçek ve orijinal olmalıdır.

Tüm yazarlar hatalı makalenin geri çekilmesini ve hataların düzeltilmesini sağlamak zorundadır.

Bilim araştırma ve yayın etiğine aykırı eylemler şunlardır:

- a) İntihal: Başkalarının fikirlerini, metotlarını, verilerini, uygulamalarını, yazılarını, şekillerini veya eserlerini sahiplerine bilimsel kurallara uygun biçimde atıf yapmadan kısmen veya tamamen kendi eseriymiş gibi sunmak,
- b) Sahtecilik: Araştırmaya dayanmayan veriler üretmek, sunulan veya yayınlanan eseri gerçek olmayan verilere dayandırarak düzenlemek veya değiştirmek, bunları rapor etmek veya yayımlamak, yapılmamış bir araştırmayı yapılmış gibi göstermek,
- c) Çarpıtma: Araştırma kayıtları ve elde edilen verileri tahrif etmek, araştırmada kullanılmayan yöntem, cihaz ve materyalleri kullanılmış gibi göstermek, ilgili teori veya varsayımlara uydurmak için veriler ve/veya sonuçlarla oynamak, destek alınan kişi ve kuruluşların çıkarları doğrultusunda araştırma sonuçlarını tahrif etmek veya şekillendirmek,
- ç) Tekrar yayım: Bir araştırmanın aynı sonuçlarını içeren birden fazla eseri ayrı eserler olarak sunmak,
- d) Dilimleme: Bir araştırmanın sonuçlarını araştırmanın bütünlüğünü bozacak şekilde, uygun olmayan biçimde parçalara ayırarak ve birbirine atıf yapmadan çok sayıda yayın yaparak ayrı eserler olarak sunmak,
- e) Haksız yazarlık: Aktif katkısı olmayan kişileri yazarlar arasına dâhil etmek, aktif katkısı olan kişileri yazarlar arasına dâhil etmemek, yazar sıralamasını gerekçesiz ve uygun olmayan bir biçimde değiştirmek, aktif katkısı olanların isimlerini yayım sırasında veya sonraki baskılarda eserden çıkarmak, aktif katkısı olmadığı halde nüfuzunu kullanarak ismini yazarlar arasına dâhil ettirmek,
- f) Diğer etik ihlali türleri: Destek alınarak yürütülen araştırmaların yayınlarında destek veren kişi, kurum veya kuruluşlar ile onların araştırmadaki katkılarını açık bir biçimde belirtmemek, insan ve hayvanlar üzerinde yapılan araştırmalarda etik kurallara uymamak, yayınlarında hasta haklarına saygı göstermemek, hakem olarak incelemek üzere görevlendirildiği bir eserde yer alan bilgileri yayınlanmadan önce başkalarıyla paylaşmak, bilimsel araştırma için sağlanan veya ayrılan kaynakları, mekânları, imkânları ve cihazları amaç dışı kullanmak, tamamen dayanaksız, yersiz ve kasıtlı etik ihlali suçlamasında bulunmak (YÖK Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi, Madde 8).

Hakemlerin Sorumlulukları

Hakemlik süreci, bilimsel akademik yayıncılığın başarısında önemli bir konumda bulunmaktadır. Hakemler bu sürecin sağlıklı yürütülebilmesi ve iyileştirilmesine gayret göstermelidir.

Hakemler araştırmayla, yazarlarla ve/veya araştırma fon sağlayıcılar ile çıkar çatışması/çakışması içerisinde olmamalıdır.

Değerlendirmeleri tarafsız olmalıdır.

Değerlendirilen makaleler hakem tarafından gizli tutulmalıdır.

Editörün Sorumlulukları

Editörler bir makaleyi kabul etmek ya da reddetmek için tüm sorumluluğa ve yetkiye sahiptir.

Editörler kabul ettiği ya da reddettiği makaleler ile ilgili çıkar çatışması/çakışması içerisinde olmamalıdır.

Sadece alana katkı sağlayacak makaleler kabul edilmelidir.

Hakemlerin ismini değerlendirme tamamlanana kadar saklı tutmalıdır.

Makalenin yayımlanmasından sonra herhangi bir araştırmacı tarafından bilimsel hata tespit edildiğinde ilgili düzeltme/düzeltilmelerin yayımlanmasını ya da geri çekilmesini desteklemelidir.

Yayımcının Sorumlulukları

Yayıncılık etiğinin yayın kurulu tarafından izlenmesi/korunması,

Akademik kaydın bütünlüğünü korumak,

Etik standartlardan ödün vermemek,

Gerektiğinde düzeltmeleri, açıklamaları ve özürleri yayımlamak,

Okuyucunun dergide yayımlanan bir makalede önemli bir bilimsel hata ya da intihal, yinelenen makaleler gibi konularda herhangi bir uyarısı olduğu zaman zfdergisi@uludag.edu.tr adresine mail atarak editör kuruluna bildirebilir. Derginin bilimsel ve teknik yönden gelişmesi için bir fırsat olacağı bilinci ile, yapacağınız uyarılar/eleştiriler, editör kurulu tarafından memnuniyetle karşılanarak hızlı ve yapıcı bir şekilde iyileştirmelerimiz gerçekleştirilmektedir.

Etik Kurul Onayı

Yazarlar yayımlatmak istedikleri makale ile ilgili olarak gerekli olan etik kurul onayını aldıkları kurumu ve onay numarasını **Materyal ve Yöntem** bölümünde mutlaka belirtmelidirler. Yayın kurulu gerekli gördüğünde “Etik Kurul Onay Belgesini” ayrıca isteyebilir. Makalenin etik kurul onayı gerektirip gerektirmediği aşağıda bildirilen kısımdan yazarlar ve alan editörleri tarafından mutlaka sorgulanması gerekmektedir.

Etik Kurul izni gerektiren araştırmalar aşağıdaki gibidir.

- Anket, mülakat, odak grup çalışması, gözlem, deney, görüşme teknikleri kullanılarak katılımcılardan veri toplanmasını gerektiren nitel ya da nicel yaklaşımlarla yürütülen her türlü araştırmalar
- İnsan ve hayvanların (materyal/veriler dahil) deneysel ya da diğer bilimsel amaçlarla kullanılması,
- İnsanlar üzerinde yapılan klinik araştırmalar,
- Hayvanlar üzerinde yapılan araştırmalar,
- Kişisel verilerin korunması kanunu gereğince retrospektif çalışmalar,

Ayrıca;

- Olgu sunumlarında “Aydınlatılmış onam formu”nun alındığının belirtilmesi,
- Başkalarına ait ölçek, anket, fotoğrafların kullanımı için sahiplerinden izin alınması ve belirtilmesi,
- Kullanılan fikir ve sanat eserleri için telif hakları düzenlemelerine uyulduğunun belirtilmesi.

Makale Yazım Kuralları

TR Dizin kriterleri gereği dergimize gönderilecek olan makalelerin mutlaka aşağıda belirtilen hususlara uyması gerekmektedir.

Tüm bilim dallarında yapılan ve etik kurul kararı gerektiren klinik ve deneysel insan ve hayvanlar üzerindeki

alışmalar için ayrı ayrı etik kurul onayı alınmış olmalı, **bu onay makalede belirtilmeli ve belgelendirilmelidir.**

Makalelerde Araştırma ve Yayın Etiğine uyulduğuna dair ifadeye yer verilmelidir. Etik kurul izni gerektiren çalışmalarda, izinle ilgili bilgiler (kurul adı, tarih ve sayı no) yöntem bölümünde ve ayrıca makale ilk/son sayfasında yer verilmelidir.

Kullanılan fikir ve sanat eserleri için telif hakları düzenlemelerine riayet edilmesi gerekmektedir.

Makale sonunda; Araştırmacıların Katkı Oranı beyanı, varsa Destek ve Teşekkür Beyanı, atışma Beyanı verilmesi gerekmektedir.

Makaleler; Ana Başlık, Öz, İngilizce Başlık, Abstract, Giriş, Materyal ve Yöntem, Bulgular ve Tartışma (ayrı olabilir) Sonuç, Teşekkür veya Bilgi Notu (Gerekli ise) ile Kaynaklar bölümlerinden oluşmalıdır.

Makale içinde metin A4 (210 x 297 mm) formunda beyaz kağıda, Microsoft Word formatında, üst ve alttan, 2 cm; sağ ve soldan 2.5 cm boşluk bırakılarak 1.5 satır aralığı ile 10 punto Times New Roman yazı karakterinde yazılmalı ve metin iki yandan hizalanmış olmalıdır.

Ana Başlık haricinde tüm bölüm başlıkları sadece ilk harfleri büyük olacak şekilde küçük harflerle, koyulaştırılmış, 12 punto yazı karakterinde, sola yaslı ve üstten birer boşluk kalacak şekilde yerleştirilecektir. Ana başlıklardan sonra metin ile arasında birer satır boşluk bırakılmalı. İlk paragrafta paragraf başı kullanılmamalı izleyen paragraflara ise 0.5 cm içerden başlayarak devam edilmelidir.

Türkçe hazırlanan tam metinlerde web sayfası Türkçe dilinde; İngilizce hazırlanan tam metinlerde ise web sayfasının İngilizce dilinde görüntülenerek yazım kurallarının takip edilmesi gereklidir

Aşağıdaki yazım kurallarına uygun hazırlanmış olan makale 25 sayfayı aşmamalıdır. Makalenin hazırlanması aşamasının örnek makale üzerinden yapılması gereklidir. **Örnek makale Word formatı**

Ana Başlık: 14 punto, koyulaştırılmış (bold) olarak ve başlıktaki her kelimenin ilk harfi büyük olacak şekilde 1.5 satır aralığı ile yazılmalı ve sayfaya ortalanmalıdır. Başlığın bittiği en son karakterine yayın bir tezden ya da bir projeden yapılmış ise üssel atfı verilmeli ve sayfa sonunda dip not olarak eklenmelidir. Başlık 20 kelimeyi aşmamalıdır.

Yazar Adları: Yazarların açık adları unvan belirtilmeden adlarının ilk harfi büyük, soyadların tümü büyük harf olacak şekilde koyulaştırılmış, başlıktan sonra bir satır boşluk bırakılarak ve sayfaya ortalanarak 12 punto yazılmalıdır. Soyadların bittiği en son karakter üzerine üssel olarak rakam ile yazar adresine atıfta bulunulmalı ve sayfa sonunda dip not olarak eklenmelidir.

Yazarlara ilişkin dipnot olarak verilen bilgilerde sırasıyla öncelikle sorumlu yazara ait bilgiler (adres bilgileri, e-posta ve OrcID) “Sorumlu yazar/Corresponding author” ifadesi ile yer almalıdır. Alt satırında sorumlu yazar dışında kalan yazarların makaledeki üssel atfı sıralamalarına göre adres bilgileri, e-posta ve OrcID bilgilerine yer verilmelidir.

Bir sonraki alt satırda ise makaleye yapılacak atfı bilgilerine; “(Atfı/Citation)” ifadesi ile yazarların Soyadı ve Adının ilk harfi, Makalenin yılı, Makalenin Başlığı, Derginin Adı, Cilt, Sayı, sayfa numarası şeklinde yer verilmelidir.

Öz: Yazar adlarının ardından iki satır boşluk bırakılarak, 10 punto olarak yazılmalı ve 300 kelimeyi geçmemelidir. Paragrafın bitiminde bir satır boşluk bırakılarak anahtar kelimeler 10 punto olacak şekilde alfabetik sıra ile yazılmalı, sayısı 6’yı aşmamalıdır.

İngilizce Başlık: Anahtar kelimeleri takiben iki satır boşluk kalacak şekilde 12 punto koyulaştırılmış olarak sayfayı ortalayacak şekilde makalenin İngilizce başlığı konulmalıdır.

Abstract: İngilizce başlığın ardından bir satır boşluğu bırakılarak 10 punto olarak yazılmalıdır. Paragrafın bitiminde bir satır boşluk bırakılarak 10 punto olacak şekilde Keywords yazılmalı sayısı 6'yı aşmamalıdır.

Makalenin İngilizce olması durumunda Sıralama İngilizce başlık, yazar adları, Abstract, Türkçe başlık, Öz sırasını izlemelidir.

Giriş: Bu bölümde çalışmanın bilimsel hipotezi açıklanmalı, konu ile ilgili yapılmış diğer araştırmalar hakkında bilgiler verilmelidir. Çalışmanın amacı açıkça bu bölümde belirtilmelidir. Giriş bölümü ve metinler “Keywords”den bir satır boşluk bırakılarak 10 punto olacak şekilde yazılmalıdır.

Materyal ve Yöntem: Bu bölümde çalışmada kullanılan tüm materyaller, analitik ve istatistiksel yöntemler açıklanmalıdır.

Bulgular ve Tartışma: Bu bölümde elde edilen bulgular verilmeli, gerekirse şekil ve çizelgelerle desteklenerek açıklanmalıdır. Daha önceki literatür dikkate alınarak elde edilen veriler tartışılmalıdır. Şekil ve Çizelgelere mutlaka metin içerisinde atıfta bulunulmalıdır. Çizelge ve Şekiller atıftan sonra gelecek en uygun yere konulmalıdır.

Sonuç: Elde edilen sonuçların bilime ve uygulamaya katkısı önerilerle birlikte vurgulanmalıdır.

Teşekkür (Bilgi Notu): Çalışmaya katkısı olan kişiler, araştırmacıların katkı oranı, varsa Destek ve Teşekkür beyanı, çatışma beyanı, fon, bağışlar vb. makalenin bu bölümünde belirtilmelidir.

Şekiller ve Çizelgeler: Tüm şekil ve çizelgeler numara verilmiş şekilde, makalenin içinde bulunmalıdırlar. Şekil, çizelge ve resimlerin numaralandırması ise Şekil 1, Şekil 2. vb. şeklinde 10 punto ile koyulaştırılarak verilmelidir. Şekil açıklamalarının ardından bir boşluk bırakılarak paragraflar arasında bir boşluk kalacak şekilde ana metin yazılmalıdır. Metin içerisinde yer alan çizelgelerde çizelge numaraları Çizelge 1, Çizelge 2. şeklinde çizelgenin üzerine yazılmalı açıklamaları ise koyulaştırılmamış şekilde olmalı ve çizelge üst sınırı ile açıklama yazısı arasında boşluk bırakılmamalıdır. Şekiller en az 300 dpi çözünürlükte olmalıdır.

Tüm makalelerde **SI (International System of Units)** ölçü birimleri ve ondalık kesir olarak nokta kullanılmalıdır (1,25 yerine 1.25 gibi). Birimlerde “ / ” kullanılmamalı ve birimler arasında bir boşluk verilmelidir (4 m/s yerine 4 m s⁻¹, 5 kg N ha⁻¹ gibi).

Formüller numaralandırılmalı ve formül numarası formülün yanına sağa dayalı olarak parantez içinde gösterilmelidir. Formüller 10 punto olacak şekilde ana karakterler ve değişkenler italik, rakamlar ve matematiksel ifadeler düz olarak verilmelidir. Metin içerisinde atıf yapılacaksa “Eşitlik 1” şeklinde verilmelidir (ilişkin model, Eşitlik 1’de verilmiştir).

Kaynakça: Makale içindeki tüm atıflar, yazar soyadına göre alfabetik sıra ile kaynakça bölümünde verilmelidir. Makale içindeki atıflarda “yazar, yıl” sistemi kullanılmalıdır, Smith (2007), cümle sonunda ise (Smith, 2007). İki yazarlı ise Smith ve Cash (2007). Üç ve daha fazla yazarlı ise “ilk yazar ve ark.” (Smith ve ark., 2007) şeklinde belirtilmelidir.

Kaynakçada bildirilen atıflar ilk yazarın soyadına göre alfabetik sıra ile yazılmalıdır. İki ya da daha fazla yazarlı atıflarda yazarlar Türkçe kaynaklarda “ve” İngilizce kaynaklarda “and” ile ayrılmalıdır. Ör.1: Şeker, M., Yücel, Z. ve Nurdan, E. 2004. Ör.2: Smith, M., Hill, Z. and Nelson E. 2000.

Aynı yazarın aynı yıla ait makalelerini kaynakça bölümünde gösterirken a, b, c, vs. harfleri yılın sonuna eklenerek gösterilmelidir.

Atıflar kaynakçada alıntılanan kaynağa göre **Harvard referans sistemi** çerçevesinde aşağıdaki gibi gösterilmeli, karakter büyüklüğü olarak 10 punto kullanılmalıdır.

Makaleler:

Soyadı, Adının ilk harfi. ve Soyadı, Adının ilk harfi. Yayın yılı. Makale başlığı. Yayınlandığı Dergi (italik), Cilt(Sayı): Başlangıç ve bitiş sayfası. Şeklinde olmalı

Buragohain, P., Sreedeeep, S., Lin, P., Ni, J. and Garg, A. 2019. Influence of soil variability on single and competitive interaction of ammonium and potassium: experimental study on seven different soils. *Journal of Soils and Sediments*, 19(1): 186-197.

Ferraro, A. and Scremin-Dias, E. 2018. Structural features of species of Asteraceae that arouse discussions about adaptation to seasonally dry environments of the Neotropics. *Acta Botanica Brasiliica*, 32(1): 113-127.

Kitap:

Soyadı, Adının ilk harfi. ve Soyadı, Adının ilk harfi. Yayın yılı. Kitabın başlığı(italik). Yayınlayan, Şehir veya Ülke, Sayfa Sayısı. Şeklinde olmalıdır.

Gardner, F.P., Pearce, R.B. and Mitchell, R.L. 2017. Physiology of crop plants (No. Ed. 2). Scientific Publishers, Jodhpur, India. 327p.

Ensminger, M.E., Oldfield, J.E. and Heinemann, W.W. 1990. *Feeds and nutrition digest: formerly, Feeds and nutrition—abridged*, The Ensminger Publishing Company, Clovis, CA (1990), 110p.

Kitabın bir bölümü:

Soyadı, Adının ilk harfi. ve Soyadı, Adının ilk harfi. Yayın yılı. Bölümün başlığı: Kitabın başlığı, Editör(ler): Editör(ler)in soyadı, ilk ad(lar)ının baş harf(ler)i., Yayınlayan, Şehir veya Ülke, Bölümün başlangıç ve bitiş sayfası. Şeklinde olmalıdır.

Primmer, C. 2006. Genetic characterization of populations and its use in conservation decision-making in fish: *The role of biotechnology in exploring and protecting agricultural genetic resources*, Ed.: Ruane, J., Sonnino, A., FAO, Rome, Italy, pp: 97-104.

Bildiri kitabı:

Soyadı, Adının ilk harfi. ve Soyadı, Adının ilk harfi. Yayın Yılı. Bildirinin başlığı. Kongre, sempozyum vb'nin adı, varsa tarihi, Yapıldığı yer, yapıldığı il, sayfası. Şeklinde olmalıdır.

Susurluk, A., S. Hollmer, U.K. Mehta, R. Han, E. Tarasco, O. Triggian, A. Peters and R.-U. Ehlers. 2003. Molecular identification of entomopathogenic nematodes from Turkey, India, China, Italy, Norway, Albania and Germany by PCR-RFLP. 9th European Meeting of the IOBC/WPRS Working Group, 23-29 May 2003, Schloss Salza, Germany, p:101-103.

Tez: Soyadı, Adının ilk harfi., Yıl, Tezin başlığı, Tezin çeşidi, Üniversite ve Bölüm adı. Şeklinde olmalıdır.

Scheffe, H. 1973. Symptotic Theory of Sequential Fixed- Width Confidence Intervals. Unpublished Ph.D. dissertation, Florida State University, Dept. of Statistics.

Yazarı belirtilmeyen kurum yayınları:

Anonim 2005. Tarımsal Yapı. T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enst. Yayın No: 1579, Ankara.
<http://www.agri.ankara.edu.tr/tarimbilimleri> (Erişim tarihi: 12.07.2005).

İnternet:

TÜBİTAK 2008. Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu, Türkiye Veri Servisi.
<http://www.tubitak.gov.tr/tubives> (Erişim tarihi: 11.05.2008).

Makale başvurusunda sisteme yüklenecek belgeler;

- (1) Tam metin makale (Yazar isimleri dahil ve yazar isimleri çıkarılmış olarak 2 ayrı dosya şeklinde hazırlanıp yüklenmelidir)
- (2) Tam metin makalenin taratıldığını gösteren benzerlik raporu (Ithenticate, intihal.net) (% 20'nin altında olmalıdır).
- (3) Etik Kurul Karar Beyanı Formu
- (4) Ön yazı yerine Eser Başvuru Formu
- (5) Telif Hakkı Devir Formu
- (6) Yazar Katkı Formu
- (7) Çıkar Çatışması Beyan Formu

Belgelerin tamamı ıslak imza ile imzalanarak ve taranarak elektronik formatta DergiPark sistemine <https://dergipark.org.tr/tr/login> adresinden kayıt olunarak başvuru sırasında yüklenmesi gereklidir



BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ

Journal of Agricultural Faculty of Bursa Uludag University

Görükle Kampüsü 16059 Bursa/Türkiye

e-ISSN 2651-4044

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

<http://www.uludag.edu.tr/ziraatdergi>

Aim

It is aimed to publish the research and reviews in the fields of agriculture and life sciences in Turkish and English, and to share the knowledge at national and international level.

Scope

Journal of Agricultural Faculty of Bursa Uludag University, formerly known as Journal of Agricultural Faculty of Uludag University, is a **refereed, academic, scientific, international journal** published twice a year, in June and December. Garden plants, plant protection, bioenergy, bio system engineering, genetics, natural resources, food science and technology, animal husbandry, landscape architecture, ornamental plants, aquaculture, agricultural economics, agricultural machinery, agricultural biotechnology, agricultural structures and irrigation, field crops, soil science and plant nutrition, soilless culture, are the general topics of the journal. Research articles are primarily included in the journal and a limited number of reviews are accepted. Articles submitted must be original and written in Turkish or English. The submitted articles should be unpublished elsewhere. The submitted articles should not be published anywhere else. However, abstract only articles previously published in a congress or symposium may be submitted as full text.

Publication Policy

Turkish and English research articles and a limited number of review articles are accepted to the journal. Manuscript submissions should be made from the DergiPark system (<https://dergipark.org.tr/tr/pub/bursauludagziraat>) by the corresponding author. The submitted articles should be neither published nor be under consideration elsewhere. During the submission process, besides. In article applications; Full text article, similarity report (Ithenticate) showing that the full text article has been scanned (must be below 20%), work application form, copyright transfer form, conflict of interest, authorship contribution declaration form, Ethics committee approval report etc. must be uploaded to the Dergipark system in electronic format by registering at <http://dergipark.org.tr/login>. There is no charge for the article to be published in the journal. All rights of the published articles belong to the Journal of Agricultural Faculty of Bursa Uludag University. Authors are responsible for the scientific content of the article to be published. No royalty is paid to the authors. Only two manuscripts of the same first author are allowed to be published in the same issue. Articles cannot be published or presented somewhere else without our journal permission. Some or all of the articles cannot be used without cited to our journal.

In the articles to be published in our journal; **it is important to refer to at least one publication** published in the previous issues of the journal.

Evaluation Process

The submitted manuscript for publication is taken into consideration by the editor in accordance with the principles of publication. In case of finding not qualified to publish it in the journal, the editor has the right to make a decision to return the articles to the author / authors without sending to the referees. Papers should be written with fluent English without any grammatical and typographical errors. Manuscripts with any of those errors will be rejected and sent to the authors for corrections before submission and review. The journal uses double-blind system for peer-review; both reviewers and authors' identities remain anonymous. The paper will be peer-reviewed at least by two reviewers and one editor from the journal. The authors should upload the corrected manuscript with correction form and answers to the reviewers' comments immediately after receiving the comments. The Editor is the ultimate decision-maker for the publication of the manuscript, taking into account the referee reports and / or the adequacy of the requested corrections. Before the publication of the manuscript, the manuscript is edited and sent to the author for the final check. After the final check of the article, the author signs the request for pre-printing by signing the request and confirmation form. Print errors as a result of incorrect control are the responsibility of the authors. The evaluation process of the article takes approximately 3-4 months. The duration of the process; It may vary according to the referee evaluations, the responses of the authors to the referees and the response time and the referees' request to see the corrections again. The completed works are published within the article limits that should be in the issue of the journal, considering the date of acceptance.

Plagiarism Percentage

Articles that have been submitted to the journal must have been scanned with the plagiarism program (iThenticate Plagiarism Detection Software) (<http://www.ithenticate.com>) before being included in the review process. As a result of the screening, except for the References section, articles with a similarity rate of 20% and below are accepted to the application. It is necessary to upload the iThenticate report to the system along with the article application for the evaluation process. All responsibility of the report to be uploaded to the system belongs to the author. In case of inconsistency in the reports and in case of non-compliance with the criteria, the article will be returned to the author.

Ethical Guidelines

The publication process at **Journal of Agricultural Faculty of Bursa Uludag University** is the basis of the improvement and dissemination of information objectively and respectfully. Therefore, the procedures in this process improve the quality of the studies. Peer-reviewed studies are the ones that support and materialize the scientific method. At this point, it is of utmost importance that all parties included in the publication process (authors, readers and researchers, publisher, reviewers and editors) comply with the standards of ethical considerations. **Journal of Agricultural Faculty of Bursa Uludag University** expects all parties to hold the following ethical responsibilities.

The following ethical duties and responsibilities are written in the light of the guide and policies made by Committee on Publication Ethics (COPE) and directives of YÖK on scientific research and publication ethics. The general ethical behaviors and responsibilities that are expected from all parties (authors, journal editors, referees and publishers) regarding the principles of publication in the peer-reviewed journal are stated below.

Author's responsibilities:

The references list should be complete;

No plagiarism, no fraudulent data is allowed;

It is forbidden to publish same research in more than one journal;

Authors obliged to participate in peer review process;

All authors have significantly contributed to the research;

Statement that all data in article are real and authentic;

All authors are obliged to provide retractions or corrections of mistakes,

Authors should ensure that any studies involving human or animal subjects conform to national, local and institutional laws and requirements.

The actions against science research and publication ethics include;

a) **Plagiarism:** Presenting others' ideas, methods, data, applications, writings, figures or works as if they were their own works, partly or completely, without referring to the scientific rules.

b) **Fraud:** to produce data that is not based on research, to organize or modify the work submitted or published on the basis of unreal data, to report or to publish them, to make a research that has not been done.

c) **Distorting:** Dealing with the records of research and the data obtained, showing the unused methods, devices and materials used in the research, playing with data and / or results to fit the relevant theory or assumptions, or falsifying or shaping the results of the research in the interests of the people and organizations supported.

d) **Slicing:** Presenting the results of a research as separate works by disrupting the uniqueness of the research, by dissecting it inappropriately and making a large number of publications without reference to each other.

e) **Unfair writer:** To include people who do not have active contribution among the authors, not to include the people who have active contribution among the writers, to change the ranking of the authors without any justification and in an inappropriate way, to remove the names of those who have active contributions from the work during publication or in later editions, and to use their influence even if there is no active contribution.

f) **Other types of ethical violations:** Not expressing the contributions of the persons, institutions or organizations that support them in the research, and their contributions in the research,

Not to obey the ethical rules in human and animal research, to respect the rights of patients in their publications,

To share the information contained in a work that he is commissioned to examine as an arbitrator with others,

To use the sources, facilities and devices provided for scientific research out of their use purposes.

To blame for a completely irrelevant, unwarranted and intentional violation of ethics (YÖK Scientific Research and Publication Ethics Directive, Article 8).

Peer review/responsibility for the reviewers:

To contribute to the decision-making process, and to assist in improving the quality of the published paper by reviewing the manuscript objectively.

Reviewers should have no conflict of interest with respect to the research, the authors and/or the research funders;

Judgments should be objective;

Reviewed articles should be treated confidentially.

Editorial responsibilities:

Editors have complete responsibility and authority to reject/accept an article;

Editors should have no conflict of interest with respect to articles they reject/accept;

Only accept a paper when reasonably certain;

Preserve anonymity of reviewers.

No plagiarism, no fraudulent data.

When errors are found, promote publication of correction or retraction;

To act in a balanced, objective and fair way while carrying out their expected duties, without discrimination on grounds of gender, sexual orientation, religious or political beliefs, ethnic or geographical origin of the authors.

Duties of the Publisher

Monitoring/safeguarding publishing ethics by editorial board;

Guidelines for retracting articles;

Maintain the integrity of the academic record;

Preclude business needs from compromising intellectual and ethical standards;

Always be willing to publish corrections, clarifications, retractions, and apologies when needed.

In an article published in the journal, the reader can send an e-mail to zfdergisi@uludag.edu.tr when he has any warnings about important scientific error or plagiarism, recurring articles. With the awareness that the journal will be an opportunity for the scientific and technical development of the journal, your warnings / criticisms are welcomed by the editorial board and our improvements are made quickly and constructively.

Journal of Agricultural Faculty of Bursa Uludag University is committed to ensuring that commercial revenue has no impact or influence on editorial decisions. In addition, **Journal of Agricultural Faculty of Bursa Uludag University** will assist in communications with other journals and/or publishers where this is useful to editors. Finally, we are working closely with other publishers and industry associations to set standards for best practices on ethical matters, errors, and retractions—and are prepared to provide specialized legal review and counsel if necessary.

Ethics Committee Approval

Authors should indicate the name of institute approves the necessary ethical commission report and the serial number of the approval in the **Material and Methods** section. If necessary, editorial board may also request the official document of the ethical commission report. Whether the article requires approval from the ethical committee should be questioned by the authors and editors from the section below.

Researches requiring the Ethics Committee's permission are as follows

- Any research carried out with qualitative or quantitative approaches that require data collection from participants using survey, interview, focus group work, observation, experiment, interview techniques.
- Use of humans and animals (including material / data) for experimental or other scientific purposes.
- Clinical researches on humans.
- Researches on animals.
- Retrospective studies in accordance with the law of protection of personal data.

Also;

- In the case reports, it is stated that the “informed consent form” was taken,
- Obtaining and specifying the permission of the owners for the use of scales, surveys and photographs belonging to others,
- Stating that the copyright regulations are complied with for the ideas and works of art used.

Article Writing Rules

In accordance with TR Index criteria, the articles to be sent to our journal must absolutely comply with the following points.

Ethics committee approval must be obtained separately for clinical and experimental studies on humans and animals that are conducted in all disciplines and require ethical committee decision, **this approval must be stated and documented in the article.**

Articles should include a statement that the Research and Publication Ethics are complied with.

In studies requiring ethics committee approval, information about the permission (name of the board, date and number) should be included in the method section and also on the first / last page of the article.

It is necessary to comply with copyright regulations for the intellectual and artistic works used.

At the end of the article; Researchers' Contribution Rate statement, Support and Appreciation Statement if available, Conflict Statement must be submitted.

Articles should be composed of such sections; Main Title, Abstract, main title in Turkish, Abstract in Turkish, Introduction, Material and Method, Results and Discussion (may be separate), Conclusion, Acknowledgment or Information Note (if necessary) and Resources.

Manuscript should be written in white paper A4 (210 x 297 mm) form, in 10 point, **Times New Roman** font with 1.5 line space with the margins of 2 cm from top and 2 cm from bottom, 2.5 cm from right and left and justified. The file type/format of the manuscript must be in the Microsoft Word format.

All headings, except for the main Title, should be written in small letters except the first letters, bold in 12-font, left-justified and a blank space at the top. After the headings, one line should be left between the headings and the text. The first paragraph should be started at the left-justified and the following paragraphs should be started from 0.5 cm inside.

The manuscript prepared in accordance with the following rules should not exceed 25 pages.

During the preparation of the article, writing process must be done based on the sample article. Authors can use the manuscript template from here. Word document.

Main Title: Title must be typewritten in **bold 14-point** font Times New Roman, centred, with 1.5 line space and title case. If manuscript is prepared from a thesis or a project, it should be referenced by using a superscript number at the last character of title and should be added as a footnote at the end of the page. **Title should not exceed 20 words.**

Name(s) of the author(s): The first letters of the name(s) of the author(s) without a title should be capital in **12-point** font Times New Roman, centered, with one line space with the title. Address(es) of the author(s) should be indicated with a superscript(s) number(s) and added as a footnote at the end of the page.

In the information given as a footnote to the authors, firstly, the information of the corresponding author (address information, e-mail and orcid) should be included with the statement "Corresponding author / sorumlu yazar". The sub-line should include address information, e-mail and OrcID information of the authors other than the corresponding author in the order.

In the next sub-line, citation information of the article should be given with the statement "Atıf / Citation". This information should include the surnames and the first letter of the authors, the year of the article, title of the article, Journal Name, Volume, Number, page number.

Abstract: Abstract should be written with two line space between author(s) reference(s) in **10-point font Times New Roman** and must not exceed **300** words. Below the abstract **“keywords”** should be written with one line space in **10-point font Times New Roman** and must not exceed **6**.

Turkish Title: Turkish title should be written with two line space between key words, in **bold 12-point font Times New Roman**, centered.

Abstract (in Turkish): Abstract (in Turkish) should be written with two line space between author(s) reference(s) in **12-point font Times New Roman**. Below the abstract Keywords (Anahtar Kelimeler) should be written with one line space in **10-point font Times New Roman**.

Introduction: In this section, the problem should be explained and information about previous studies and publications should be given. The purpose of the study should be clearly stated in this section. The introduction section should be written below key words with **10-point font** one line space.

Materials and Methods: All materials, analytical and statistical methods should be explained in this section.

Results and Discussion: The findings obtained in this section should be given and, if necessary, supported by figures and tables. The obtained data from the research should be discussed according to the results of previous literatures. Figures and tables must be cited in the text. Tables and Figures should be placed in the most appropriate place after the referral.

Conclusion: The contribution of the results to science and practice should be emphasized with the suggestions.

Acknowledgments (Information Note): The person who contributed to the study, fund and donations should be mentioned in this part of the article.

Figures and photographs: All Figures and photographs should be numbered, and adjusted by taking into consideration page margins. The description of the figures should be written in **10-point font Times New Roman** under the figures. Enumerating of figures and photographs should be in format of **Figure 1, Figure 2** etc. in **10-point font Times New Roman bold**. Main text should be written in **10-point font Times New Roman** with one line space between figure descriptions. Enumerating of tables should be in format of **Table 1, Table 2** etc. in **10-point font Times New Roman bold**. Table description should be written in normal font with no space between table and description. Figures should be at least 300 dpi resolution.

SI (International System of Units) units of measure and decimal point must be used in all manuscripts. (Ex.1.25 not 1,25). While giving the units, “4g/kg” should not be used. The right description should be as “4 g kg⁻¹” and a space should be given between units.

The formulas should be numbered and the formula number should be shown in brackets to the right next to the formula. The main characters and variables should be in italics, figures and mathematical expressions should be

given in plain form as 10-point. If a citation is to be made in the text, it should be given as it “Equality 1” (related model, Equality 1).

References: Citations and references should be listed as described below and all citations and references should be in alphabetical order.

Citations in the text should be indicated using “author, year” format; Smith (2007), moreover, (Smith, 2007) if it is placed at the end of the sentence. For two authors, they are indicated as Smith and Cash (2007). Where three or more authors exist for a cited reference, the citation should be formatted as “first author et al. year”; Smith et al. (2007).

References should be listed in alphabetical order according to the last name of the first author. Use “and” in listing two or more than two authors. Example: Smith, M., Hill, Z. and Nelson E. 2000.

In the references section, the same author's articles in the same year, should be indicated as adding the letters a, b, c, etc. to the end of the year.

Citations and references should be written in 10-point font Times New Roman, and the quoted sources should be shown as indicated below according to Harvard reference system.

Journal:

Buragohain, P., Sreedeeep, S., Lin, P., Ni, J. and Garg, A. 2019. Influence of soil variability on single and competitive interaction of ammonium and potassium: experimental study on seven different soils. *Journal of Soils and Sediments*, 19(1):186-197.

Ferraro, A. and Scremin-Dias, E., 2018. Structural features of species of Asteraceae that arouse discussions about adaptation to seasonally dry environments of the Neotropics. *Acta Botanica Brasilica*, 32(1): 113-127.

Book:

Gardner, F.P., Pearce, R.B. and Mitchell, R.L. 2017. *Physiology of crop plants* (No. Ed. 2). Scientific Publishers.

Ensminger, M.E., Oldfield, J.E. and Heinemann, W.W. 1990. *Feeds and nutrition digest: formerly, Feeds and nutrition—abridged*, The Ensminger Publishing Company, Clovis, CA (1990), 110p.

Book Chapter:

Primmer, C. 2006. Genetic characterization of populations and its use in conservation decision-making in fish: The role of biotechnology in exploring and protecting agricultural genetic resources, Ed.: Ruane, J., Sonnino, A., FAO, Rome, Italy, pp: 97-104.

Proceedings:

Susurluk, A., S. Hollmer, U.K. Mehta, R. Han, E. Tarasco, O. Triggian, A. Peters and R.-U. Ehlers. 2003. Molecular identification of entomopathogenic nematodes from Turkey, India, China, Italy, Norway, Albania and Germany by PCR-RFLP. *9th European Meeting of the IOBC/WPRS Working Group*, p:101-103, 23-29 May 2003, Schloss Salzau, Germany.

Thesis:

Scheffe, H. 1973. Symptotic Theory of Sequential Fixed- Width Confidence Intervals. Unpublished Ph.D. dissertation, Florida State University, Dept. of Statistics.

Anonymous:

Anonymous 2005. Tarımsal Yapı. T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enst. Yayın No: 1579, Ankara.
<http://www.agri.ankara.edu.tr/tarimbilimleri> (Date of access: 11.05.2008).

Internet:

TÜBİTAK 2008. Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu, Türkiye Veri Servisi.
<http://www.tubitak.gov.tr/tubives> (Date of access: 11.05.2008).

Documents to be uploaded to the system for article application:

- (1) Full text manuscript (It should be prepared and uploaded as 2 separate files, with and without author names).
- (2) Similarity report showing that the full text article has been scanned (Ithenticate, intihal.net) (must be below 20%).
- (3) Ethics Committee Decision Declaration Form
- (4) Article Application Form
- (5) Copyright Release Form
- (6) Authors Contribution Form
- (7) Conflict of Interest Declaration Form

All documents must be signed with wet signatures and scanned and uploaded electronically to the DergiPark system at <https://dergipark.org.tr/tr/login> during the application.