



BİLİM-TEKNOLOJİ-YENİLİK EKOSİSTEMİ DERGİSİ

JOURNAL OF SCIENCE-TECHNOLOGY-INNOVATION ECOSYSTEM

E-ISSN : 2757-6140

Cilt | Volume : 5

Sayı | Issue : 2

Yıl | Year : 2024



JOURNAL OF SCIENCE-TECHNOLOGY-INNOVATION ECOSYSTEM
BİLİM-TEKNOLOJİ-YENİLİK EKOSİSTEMİ DERGİSİ

JSTIE 2024, 5(2) December

Bilim-Teknoloji-Yenilik Ekosistemi Dergisi (BİTYED) yılda İki kez (Haziran ve Aralık) yayınlanan uluslararası veri indeksleri tarafından taranan hakemli bir dergidir. Gönderilen makaleler ilk olarak editörler ve yazı kurulunca bilimsel anlatım ve yazım kuralları yönünden incelenir. Daha sonra uygun bulunan makaleler alanında bilimsel çalışmaları ile tanınmış iki ayrı hakeme gönderilir. Hakemlerin kararları doğrultusunda makale yayımlanıp yayımlanmaz kararı alınır.

Bilim-Teknoloji-Yenilik Ekosistemi Dergisi'nde yayınlanan makalelerde fikirler yalnızca yazar(lar)ına aittir. Dergi sahibini, yayıncıyı ve editörleri bağlamaz. Bu sayıda yer alan tüm çalışmalar başvuru anında ve yayın öncesi olmak üzere iki kez **iThenticate** uygulaması aracılığıyla benzerlik taramasından geçirilmiştir.



Journal of Science-Technology-Innovation Ecosystem (JSTIE) offers free, immediate, and unrestricted access to peer reviewed research and scholarly work. Users are allowed to read, download, copy, distributed, print, search, or link to the full texts of the articles, or use them for any other lawful purpose, without asking prior permission from the publisher or the author.



Articles published in the Journal of Science-Technology-Innovation Ecosystem are Open-Access, distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0) License. All rights to articles published in this journal are reserved and archived by the Journal of Science-Technology-Innovation Ecosystem, Çanakkale Onsekiz Mart University-TÜRKİYE.

Bu dergide yer alan makaleler 'Creative Commons Attribution (CC BY 4.0) Lisansı' ile lisanslanmıştır.

Bilim-Teknoloji-Yenilik Ekosistemi Dergisi (BİTYED)

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi
(ÇOBİLTUM)

Terzioğlu Kampüsü, 17100 – Çanakkale – TÜRKİYE
Telefon: +90 (286) 218 00 18 Dahili: 24006, Fax: +90(286) 218 19 48
Web: <http://bityed.dergi.comu.edu.tr> / E-mail: bityek@comu.edu.tr

ISSN: 2757-6140 (Online)

JOURNAL OF SCIENCE-TECHNOLOGY-INNOVATION ECOSYSTEM
BİLİM-TEKNOLOJİ-YENİLİK EKOSİSTEMİ DERGİSİ

Volume 5 • Issue 2 • Year 2024, December / Cilt 5 • Sayı 2 • Yıl 2024, Aralık

Sahibi / Owner

Prof. Dr. Ramazan Cüneyt ERENOĞLU
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Rektörü

Baş Editör / Editor-in-Chief

Dr. Öğr. Üyesi Fırat ALATÜRK
Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi

Editörler / Editors

Prof. Dr. Sermet KOYUNCU
Doç. Dr. Ayça AYDOĞDU EMİR
Doç. Dr. Emre ÖZELKAN
Dr. Öğr. Üyesi Fatih SEZER
Dr. Baboo ALİ
Dr. Savaş GÜRDAL

Onursal Editor / Honorary Editor

Prof. Dr. Ahmet GÖKKUŞ

Alan Editörleri / Subject Editors

Prof. Dr. Deniz Anıl ODABAŞI
Prof. Dr. Derya SÜRGİT
Prof. Dr. Mehmet Seçkin ADAY
Prof. Dr. Sibel MENTEŞE
Doç. Dr. Ali KARANFİL
Doç. Dr. Cemil TÖLÜ
Doç. Dr. Muhittin KARAMAN
Doç. Dr. Şahin KÖK
Dr. Öğr. Üyesi Abdul HADİ
Dr. Öğr. Üyesi Emin YAKAR
Dr. Öğr. Üyesi Enis ARSLAN
Dr. Öğr. Üyesi Gizem AKSU
Dr. Öğr. Üyesi M. Burak BÜYÜKCAN
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Ali GÜNDOĞDU
Dr. Öğr. Üyesi Melis İNALPULAT
Dr. Öğr. Üyesi Sefa AKSU
Dr. Uğur SARI

Uluslararası Editorler Kurulu / International Editorial Board

Prof. Dr. Cedomir RADOVIĆ - Institute for Animal Husbandry, Belgrade-Serbia

Prof. Dr. Daniele BRUNO - University of Insubria, Varese Italy

Prof. Dr. Marcela Andreato KOREN - Krizevci University of Applied Sciences, Croatia

Prof. Dr. Mariyana IVANOVA - University of Agribusiness and Rural Development, Bulgaria

Prof. Dr. Tatjana JELEN - Krizevci University of Applied Sciences, Croatia

Assoc. Prof. Dr. Haneef Ur REHMAN - University of Turbat (UoT) Kech Balochistan, Pakistan

Assist. Prof. Dr. Muhammad Sharif BUZDAR - Balochistan Agriculture College Quetta, Pakistan

Teknik Editörler / Technical Editors

Doç. Dr. Ali KARANFİL - Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Sefa AKSU - Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Dil Editörleri / Language Editors

Dr. Abdul HADİ

Dr. Baboo ALİ

Dr. Uğur SARI

Yazım Editörleri / Copy Editors

Doç. Dr. Şahin KÖK - Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Ali GÜNDOĞDU - Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

İstatistik Editörleri / Statistical Editors

Dr. Öğr. Üyesi Aykut OR - Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Zeynep GÖKKUŞ - Kastamonu Üniversitesi

Mizanpaj Editörleri / Layout Editors

Dr. Öğr. Üyesi Melis İNALPULAT - Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Ece COŞKUN - Doktora Öğrencisi - Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Hakan NAR - Doktora Öğrencisi - Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Yazı İşleri / Secretariat

Dr. Baboo ALİ

Zir. Yük. Müh. Hatice Simay SARI

Bilim Kurulu / Scientific Board

Prof. Dr. Ali KOÇ - Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Prof. Dr. Cem ÖZKAN - Ankara Üniversitesi
Prof. Dr. Dinçay KÖKSAL - Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
Prof. Dr. Hüseyin ÇAVUŞ - Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
Prof. Dr. İlhan ÇELİK - Samsun Üniversitesi
Prof. Dr. İskender TIRYAKI - Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
Prof. Dr. Kemal Melih TAŞKIN - Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
Prof. Dr. M. Kerim GÜLLAP - Atatürk Üniversitesi, Erzurum
Prof. Dr. Mustafa KIZILŞİMŞEK - Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi
Prof. Dr. Mustafa TAN - Atatürk Üniversitesi, Erzurum
Prof. Dr. Ramazan ÇAKMAKÇI - Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
Prof. Dr. Songül ÇAKMAKÇI - Atatürk Üniversitesi, Erzurum
Prof. Dr. Tolga BEKLER - Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
Doç. Dr. Alper SAĞLIK - Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
Doç. Dr. Erkan BİL - Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
Doç. Dr. Önder GÜRSOY - Sivas Cumhuriyet Üniversitesi
Doç. Dr. Sercan KARAV - Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
Doç. Dr. Uğur ŞİMŞEK - Iğdır Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Aliye Aslı SONSUZ - İstanbul Medipol Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Hülya HANOĞLU ORAL - Muş Alparslan Üniversitesi

Hakemler Kurulu / Reviewer' Committee

Prof. Dr. Barış KINACI - Ankara Gazi Üniversitesi
Prof. Dr. Emine Budaklı ÇARPICI - Bursa Uludağ Üniversitesi
Prof. Dr. Kubilay Kazım VURSAVUŞ - Çukurova Üniversitesi
Prof. Dr. Mehmet Kerim GÜLLAP - Atatürk Üniversitesi
Doç. Dr. Alpay BALKAN - Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi
Doç. Dr. Fadime ATEŞ - Manisa Bağcılık Araştırma Enstitüsü
Doç. Dr. Harun ÇOBAN - Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
Doç. Dr. Neslihan EKİNCİ - Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Dilvin İPEK - ÇOMÜ Ezine Meslek Yüksekokulu
Dr. Öğr. Üyesi Emre BIÇAKÇI - Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Mustafa ÇELİK - Aydın Adnan Menderes Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Oktay CANBAZ - Sivas Cumhuriyet Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Onur Sinan TÜRKMEN - Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
Dr. Hıdır SERKENDİZ - Postdoc. - Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi



JSTIE 2024, 5(2) December

The Journal of Science-Technology-Innovation Ecosystem is indexed by the following data indices. Bilim-Teknoloji-Yenilik Ekosistemi Dergisi aşağıdaki veri indeksleri tarafından taranmaktadır.



JSTIE 2024, 5(2) December

Certificates of Indexing / İndeks Sertifikaları


IP Indexing
Indexing Portal

CERTIFICATE FOR INDEXING (IPI Value 2023)

This Certificate is Awarded to

Journal of Science-Technology-Innovation Ecosystem

E-ISSN: 2757-6140

**Evaluation of the above journal for the year 2023
has been accepted and indexed in IP Indexing.**

IPI Value of the above journal for the year 2023

<u>2024-07-01</u> Date of Issue		<u>2025-06-30</u> Validity Date
--	---	--

IPI Value is valid for one year from the issuance of Certificate.


Evaluation Head

www.ipindexing.com

	<p>Certificate of Indexing</p> <p><i>This is to certify that</i></p> <p>Journal of Science-Technology-Innovation Ecosystem</p> <p>ISSN: 2757-6140</p> <p><i>is being indexed by Journament</i></p> <p>Indexing started on: April 15, 2024 Certificate issued on: December 17, 2024</p> <p>Verification link: https://journament.com/journal/32508</p>	
---	---	---

İÇİNDEKİLER / CONTENTS

Cardinal (<i>Vitis vinifera</i> L.) Üzüm Çeşidinde Taç Yönetimi Uygulamasının Omca Taç Mikroklimasına Etkilerinin Belirlenmesi	59-66
Determination of the Effects of Canopy Management Practices on the Grapevine Microclimate of Cardinal (<i>Vitis vinifera</i> L.) Grape Vines	
<i>Esra ŞAHİN, Harun ÇOBAN, Alper DARDENİZ, Çağlar KAYA, Sefer DEMİR, Berna AVCI, Tuğçe YANLIÇ</i>	
Tarım Kaynaklı Sorunlar ve Sürdürülebilir Bir Tarım İçin Çok Yıllık Yem Bitkilerinin Önemi: II. Yem Bitkilerinin Önemi	67-80
Problems Caused by Agriculture and the Importance of Perennial Forage Crops for Sustainable Agriculture: II. Importance of Forage Crops	
<i>Ahmet GÖKKUŞ</i>	
Farklı Yulaf (<i>Avena sativa</i> L.) Genotiplerinin Tane Verimi ve Yem Kalitesi Yönünden Değerlendirilmesi	81-89
Evaluation of Different Oat (<i>Avena sativa</i> L.) Genotypes for Grain Yield and Forage Quality	
<i>Turhan KAHRAMAN, Fırat ALATÜRK</i>	
Mısır Tanesinde Bulunan Yağ ve Karotenoid Miktarlarının Görüntü İşleme Tekniğiyle Tahmini	91-104
Estimation of Oil and Carotenoid Quantities in Maize Grain by Image Processing Technique	
<i>Ebru DÜZEN, Ferdi AKDOĞAN, Fatih KAHRIMAN, Cem Ömer EGESSEL</i>	
Çanakkale İlinin Farklı Ekolojilerinde Yetiştirilen Bozcaada Çavuşu (<i>Vitis vinifera</i> L.) Üzüm Çeşidinde Pomolojik Özelliklerin Saptanması	105-114
Determination of Pomological Characteristics of Bozcaada Çavuşu (<i>Vitis vinifera</i> L.) Grape Varieties Cultivated in Different Ecologies of Çanakkale Province	
<i>Serdar DİNÇKAL, Alper DARDENİZ</i>	
Investigation of Sodium Borohydride Synthesis from Anhydrous Borax: Impact of Stoichiometry and Alternative Reducing Agents	115-122
Susuz Borakstan Sodyum Borhidrür Sentezi: Stokiyometri ve Alternatif İndiregeyici Malzemelerin Etkisi	
<i>Kadir YILMAZ, Muzaffer YAŞAR</i>	
Analitik Hiyerarşi Süreci Yöntemi Kullanarak Çanakkale-Kepez Beldesi Sel ve Taşkın Risk Analizi	123-137
Flood Risk Analysis of Çanakkale-Kepez Town using Analytical Hierarchy Process Method	
<i>Emre ÖZELKAN, Esra EREN</i>	



Cardinal (*Vitis vinifera* L.) Üzüm Çeşidinde Taç Yönetimi Uygulamasının Omca Taç Mikroklimasına Etkilerinin Belirlenmesi

Esra Şahin , Harun Çoban , Alper Dardeniz¹ , Çağlar Kaya , Sefer Demir , Berna Avcı ,
Tuğçe Yanlıç

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Çanakkale, Türkiye

Makale Geçmişi

Geliş: 06/09/2024

Kabul: 10/10/2024

Yayınlama: 29/10/2024

Araştırma Makalesi

Öz: Bu araştırma, ‘ÇOMÜ Dardanos Yerleşkesi Ziraat Fakültesi Bitkisel Üretim Araştırma ve Uygulama Birimi’ ‘Sofralık Üzüm Çeşitleri Uygulama ve Araştırma Bağı’ndaki ‘Cardinal’ üzüm çeşidi üzerinde 2024 yılında yürütülmüştür. Araştırmada, kısa ve karışık kış budaması gerçekleştirilen omcalarda taç yönetimi uygulamasının omca taç mikroklimasına etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Elde edilen araştırma bulgularına göre; ‘Cardinal’ üzüm çeşidinde, budama ana etkisinin (BUAET) taç içi sıcaklığına ve taç içi bağıl neme etkisi istatistikî olarak önemli bulunmuştur. Karışık kış budamasında (KAKB) 34.79°C olan taç içi sıcaklığı kısa kış budamasında (KIKB) 35.13°C ile daha yüksek bir sonuç vermiştir. KAKB’nda %34.76 olan taç içi bağıl nem, KIKB’nda %34.04 ile daha düşük bir değer almıştır. Rüzgâr hızı açısından, KAKB ile KIKB arasında BUAET’nin herhangi önemli bir etkisi tespit edilememiştir. KAKB’nda 9560.2 lüks olarak belirlenen taç içi ışık şiddeti, KIKB’nda 10788.9 lüks olarak ölçülmüştür. Uygulama ana etkisinin (UYAET) sıcaklık, bağıl nem, rüzgâr hızı ve ışık şiddeti bakımından kontrol (KNT) ve taç yönetimi (TY) arasında istatistikî açıdan önemli farklılıklar meydana getirdiği belirlenmiştir. Buna göre omca taç içinde KNT’de 34.73°C olan sıcaklık, yapılan TY’nin ardından 35.19°C’ye yükselmiş ve bağıl nem ise %35.65’ten %33.15’e düşmüştür. Rüzgâr hızı 1.79 m sn⁻¹’den 2.47 m sn⁻¹’ye ve ışık şiddeti 7728.0 lüks’ten 12621.0 lüks değerine çıkmıştır. Bununla birlikte, salkım ve yaprak yüzey sıcaklığı değerleri de yapılan uygulamalardan istatistikî olarak etkilenmiştir. Sonuç olarak; incelenen omca taç içi mikroklima değerlerinin yapılan farklı uygulamalara göre istatistikî olarak önemli farklılıklar oluşturduğu, bu durumun da üzüm verimi, kalitesi, hastalıklar ve zararlı popülasyonu gibi birçok faktör ile birlikte değerlendirilmesinin bağıcılık açısından yararlı sonuçlar ortaya koyabileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Cardinal, *Vitis vinifera*, taç yönetimi, budama seviyesi, mikroklima

¹Correspondence (Sorumlu yazar): adardeniz@comu.edu.tr

Citation (Alıntı): Şahin, E., Çoban, H., Dardeniz, A., Kaya, Ç., Demir, S., Avcı, B., & Yanlıç, T. (2024). Cardinal (*Vitis vinifera* L.) üzüm çeşidinde taç yönetimi uygulamasının omca taç mikroklimasına etkilerinin belirlenmesi. Bilim-Teknoloji-Yenilik Ekosistemi Dergisi, 5(2), 59-66.

Determination of the Effects of Canopy Management Practices on the Grapevine Microclimate of Cardinal (*Vitis vinifera* L.) Grape Vines

Article History

Received: 06/09/2024

Accepted: 10/10/2024

Published: 29/10/2024

Research Article

Abstract: This research was carried out on ‘Cardinal’ grape variety in ‘ÇOMÜ Dardanos Campus Faculty of Agriculture Farming Crop Production and Research Unit’ ‘Table Grape Varieties Research and Application’ Vineyard in 2024. In the study, it was aimed to determine the effect of canopy management practice on the canopy microclimate in short and mixed winter pruning. According to the research findings, the main effect of pruning on in-canopy temperature and in-canopy relative humidity was found to be statistically significant in ‘Cardinal’ grape variety. In-crown temperature, which was 34.79°C in the mixed pruning (MP), gave a higher result with 35.13°C in the spur pruning (SP). In-crown relative humidity, which was 34.76% in MP, was lower with 34.04% in SP. In terms of wind speed, there was no significant effect of the main effect of pruning (MEP) between MP and SP. The light intensity in the canopy, which was determined as 9560.2 lux in MP, was measured as 10788.9 lux in SP. It was determined that the main effect of the treatment (MET) caused statistically significant differences between CNT (Control) and canopy management (CM) in terms of temperature, relative humidity, wind speed and light intensity. Accordingly, the temperature inside the crown of the tree increased from 34.73°C in the Control to 35.19°C after the CM and the relative humidity decreased from 35.65% to 33.15%. Wind speed increased from 1.79 m s⁻¹ to 2.47 m s⁻¹ and light intensity increased from 7728.0 lux to 12621.0 lux. In conclusion, it is observed that the different applications result in statistically significant differences in the microclimate values within the grapevine canopy. Evaluating this situation based on factors such as grape yield, quality, diseases, and pest populations could yield beneficial results for viticulture.

Keywords: Cardinal, *Vitis vinifera*, canopy management, pruning levels, microclimate

Giriş

İklimsel veriler, üzüm verim ve kalitesini belirleyen ve ticari başarıyı etkileyen önemli faktörlerdendir (Jones ve Davis, 2000). Üzüm kalitesini iyileştirmek ve taç yönetimi uygulamalarının etkilerini daha iyi anlamak için, iklim verileri ile üzüm olgunluk parametreleri arasındaki ilişkileri değerlendiren bilgilendirici araçlar giderek önem kazanmaktadır (Matese ve ark., 2014; Şahin ve ark., 2023). Üzüm kalitesinin belirlenmesinde en sık kullanılan meteorolojik veriler arasında sıcaklık ve ışık yoğunluğu parametreleri bulunmaktadır (Haselgrove ve ark., 2000; Spayd ve ark., 2002).

Bağcılıkta omcaların büyüme ve gelişimleri için yapılan farklı uygulamaların sıcaklığa olan etkisini belirlemek amacıyla yürütülen farklı araştırma bulgularında (Keller ve ark., 2015; Camargo ve ark., 2019), sıcaklığın üzüm verim ve kalitesinin yanı sıra meyvenin biyokimyasal özelliklerini de etkilediğini göstermektedir (Spayd ve ark., 2002; Molitor ve Keller, 2016).

Bağcılıkta mevcut meteoroloji istasyonlarından alınan verilerin kullanımı yaygın bir yöntem olsa da omca taç içi mikroklima özelliklerini bütünüyle yansıtmadığından, omca taç içinden ve sıra arasından gerçekleştirilen meteorolojik ölçümler bu tür araştırmalar için asıl hedefdir. Farklı taç yönetimi uygulamaları sonucunda, omcanın yaprak ve sürgün yoğunluğuna da bağlı olarak dış atmosferik havanın omca taç içine girişi neticesinde, uygulama öncesine kıyasla taç içi mikroklimasının önemli ölçüde değiştiği ortaya konulmuştur (Şahin ve ark., 2023).

Omca taç içi mikrokliması sıra yönü, bağın bakışı, sıra arası-sıra üzeri mesafesi, terbiye sistemi, kış budaması (ürün yükü) ve farklı taç yönetimi uygulamaları ile gölgeleme materyalleri gibi birçok faktör tarafından etkilenmektedir (Petrie ve ark., 2000a; Petrie ve ark., 2000b; Şahin ve ark., 2023). Bağcılıkta obur sürgün alma, yaprak alma, koltuk alma, uç-tepe alma gibi uygulamalar ile bunların kombinasyonları, bağcılıkta yaygın olarak gerçekleştirilen taç yönetimi uygulamalarındandır. Bu uygulamalar omca taç içi mikroklima

özelliklerinden olan sıcaklık, bağıl nem, ışık şiddeti ve rüzgâr hızı gibi mikroklimatik özellikleri (Blancquaert ve ark., 2019; Wang ve ark., 2019) ile şeker, organik asit, sekonder metabolitler gibi önemli üzüm olgunluk parametrelerini etkileyebilmektedir (Pastore ve ark., 2013; Song ve ark., 2015; Martínez-Lüscher ve ark., 2019; Torres ve ark., 2020). Aynı zamanda omcalarda taç yönetimi uygulamaları, salkım bölgesindeki sıcaklık ve ışık şiddetini artırması ve bağıl nem seviyesini düşürmesiyle bağdaki hastalık ve zararlı popülasyonlarını azaltabilmektedir.

Omca taç içi ışık şiddetinin artışı fizyolojik aktivitelerde, yazlık sürgünlerin gelişiminde, tane oluşumunda ve tane kalitesinin yükselmesinde önemli etkileri bulunmaktadır (Schubert ve ark., 1996; Haselgrove ve ark., 2000; Spayd ve ark., 2002; Bertamini ve Nedunchezian, 2003; Profio ve ark., 2011). Yaşlı ve fotosentetik aktivitesi düşük yapraklar ile daha genç ve fotosentetik aktivitesi daha yüksek olan yaprak oranının dengelenerek taç içi mikroklima koşullarının iyileştirilmesiyle, üzümde polifenolik ve uçucu bileşen konsantrasyonlarında artışlar görülebilmektedir (Candar ve ark., 2019).

Yalova İncisi üzüm çeşidinde kademeli taç yönetimi uygulamalarının, omca mikroklimasına etkilerinin belirlenmesi amacıyla yürütülen bir araştırmada, kontrolden taç yönetimi kademesine doğru sıcaklık değerlerinde rakamsal artışlar (31.56°C, 31.44°C, 31.66°C ve 31.71°C), oransal nem değerlerinde ise rakamsal azalışlar (%45.67, %45.19, %44.71 ve %44.28) kaydedilmiştir. Işık miktarı bakımından taç içinde en yüksek ışık miktarına ulaşılan uygulama ÜKA+SUA (üst koltuklar+sürgün uçlarının alınması) (7541 lüks) uygulaması olmuştur. Omcalarda taç yönetimi uygulamalarının kademeli olarak gerçekleştirilmesiyle, taç içindeki ışık miktarında önemli düzenli artışlar (5183 lüks, 5315 lüks, 5687 lüks ve 7541 lüks) meydana gelmiştir. Taç içindeki en düşük rüzgâr hızı KNT'de (1.39 m sn⁻¹), en yüksek rüzgâr hızı sırasıyla ÜKA+SUA (1.89 m sn⁻¹) ve ADYA+AKA (Alt dip yapraklar+alt koltukların alınması) (1.83 m sn⁻¹) uygulamalarında belirlenmiş, taç yönetimi uygulamalarının kademesine göre etkileri taç dışı mikroklimasına da rakamsal olarak olumlu yönde yansımıştır (Şahin ve ark., 2023).

Doğru zamanda ve doğru şekilde uygulanan taç yönetiminin faydalı etkiler göstereceği yapılan araştırmada işaret edilmektedir (Hunter, 1997). Taç yönetimi uygulamalarının taç içi mikroklimasına, üzüm kalitesine ve tane biyokimyasal özelliklerine önemli etkileri bulunmaktadır. Taç yönetimi uygulamaları, ilgili vejetasyon döneminde usule uygun şekilde yapılmadığında, verim ve kalite kayıpları meydana gelebilmektedir. Üzüm salkımlarının güneş ışığına doğrudan maruz kalmaları neticesinde tanelerde yüksek sıcaklık zararı ve güneş yanıklıkları görülmektedir. Bununla birlikte ekstrem yüksek sıcaklıklar ve aşırı ışık şiddetine sahip taç içi mikroklima, tanelerde olgunlaşmayı geciktirerek asitliği, fenolik bileşiklerin miktarını ve sentezini azaltabilmektedir (Spayd ve ark., 2002).

Bu araştırma, Cardinal (*Vitis vinifera* L.) üzüm çeşidinde taç yönetimi uygulamasının omca taç mikroklimasına etkilerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Yapılan bu araştırmada, 'ÇOMÜ Dardanos Yerleşkesi Ziraat Fakültesi Bitkisel Üretim Araştırma ve Uygulama Birimi'ndeki 'Sofralık Üzüm Çeşitleri Uygulama ve Araştırma Bağı'nda, 5BB Amerikan asma anacı üzerine aşılı, tek kollu sabit kordon terbiye sistemine sahip 21 yaşlı Cardinal üzüm çeşidi omcaları üzerinde, 2024 yılı vejetasyon döneminde yürütülmüştür. Çalışmanın türü, veri toplama araçları, geçerliliği ve güvenilirliği, veri toplama süreci, verilerin analizi, sınırlılıkları gibi çalışma ile ilgili yöntemsel konular bu ana başlık altında ele alınmalıdır.

Yöntem

Araştırmada, kısa ve karışık kış budaması gerçekleştirilen Cardinal üzüm çeşidi omcalarında taç yönetimi uygulamasının omca taç mikroklimasına etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda taç mikroklima ölçümleri, üzüm çeşidinin ben düşme döneminde (EL-35) ve günün 10:00-13:00 saatleri arasında, 2-3 göz üzerinden kısa ve 4-5 göz üzerinden karışık olarak budanmış omcalarda, taç yönetimi öncesinde ve taç yönetiminin hemen sonrasında yapılmıştır. Taç yönetimi olarak dip yaprak alma (2-3 adet), koltuk alma ve uç

alma işlemleri gerçekleştirilmiştir. Taç mikrokliması bakımından sıcaklık (°C), bağıl nem (%), rüzgâr hızı ($m\ sn^{-1}$), ışık şiddeti (lüks), salkım yüzey sıcaklığı (°C), ve yaprak yüzey sıcaklığı (°C), parametreleri incelemeye alınmıştır.

Sıcaklık (°C), bağıl nem (%) ve ışık şiddeti (lüks) ölçümleri; omca taç içinden ve birinci seviye sürgün bağlama telleri seviyesinin hemen altından gerçekleştirilmiştir. Rüzgâr hızı ($m\ sn^{-1}$) ölçümleri; omca ana kollarının baş, orta ve son kısımları baz alınarak, omcaların ikinci seviye sürgün bağlama telleri seviyesinin hemen üzerinden ölçülmüştür. Sıcaklık ve bağıl nem; Benetech marka BGM1361 model, ışık şiddeti; Victor marka 1010D model, rüzgâr hızı; Benetech marka GM8901 model, salkım ve yaprak yüzey sıcaklıkları ise; Ebro marka TFI250 model cihazlar yardımıyla yapılmıştır.

Araştırma, tesadüf parselleri deneme desenine göre her uygulama 10 tekerrürlü ve her tekerrürde 1'er omca olacak şekilde planlanmıştır. Elde edilen araştırma bulguları JMP®Pro 17.0.0 versiyonlu istatistik paket programında varyans analizi yapılmıştır. Varyans analizi sonucunda önemli farklılıklar LSD çoklu karşılaştırma testiyle $p<0.05$ düzeyinde değerlendirilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Kısa ve karışık budama uygulanmış olan Cardinal (*Vitis vinifera* L.) üzüm çeşidinde gerçekleştirilen taç yönetimi uygulamasının omca taç mikroklimasına etkilerinin belirlenmesi konusunda yürütülen bu araştırmadan elde edilmiş olan bulgular Çizelge 1., Çizelge 2. ve Çizelge 3.'te sunulmuştur.

Cardinal üzüm çeşidinde karışık kış budaması (KAKB) ve kısa kış budaması (KIKB) uygulamalarının taç içi sıcaklık (°C) parametresine etkisi önemli bulunmamakla birlikte, bu uygulamaların taç yönetiminden önceki değerleri (KNT) $34.68^{\circ}C$ ve $34.77^{\circ}C$ 'den, taç yönetiminin gerçekleştirilmesiyle birlikte bu değerler sırasıyla $34.89^{\circ}C$ ve $35.48^{\circ}C$ 'ye yükselerek rakamsal bir artış meydana getirmiştir. Bağıl nem (%) miktarına bakıldığında, KAKB ve KIKB uygulamalarında taç yönetiminden önceki değerler (KNT) %35.99 ve %35.30 iken, bu değerler taç yönetiminin ardından sırasıyla %33.53 ve %32.78'e düşmüştür. Genel olarak, taç yönetiminin gerçekleştirilmesiyle birlikte taç içi mikroklimasındaki sıcaklık değerleri çok hafif yükselirken, bağıl nem değerinde ise bir düşüş meydana gelmiştir. Üzerinde stomaların yer aldığı nem oluşturan yaprak ve yazlık sürgünlerin omcalar üzerinden uzaklaştırılmasıyla birlikte, omca taç içine dış sıcaklığın doğrudan nüfuz etme etkisi artmış, bağıl nem miktarında ise azalış söz konusu olmuştur. Elde edilmiş olan bu veriler Şahin vd. (2023)'nin Yalova İncisi üzüm çeşidinde sıcaklık ve bağıl nem yaz budamaları sonucunda değişim gösterdiği yönündeki bulgularıyla paralellik göstermektedir.

Çizelge 1. Cardinal üzüm çeşidinde farklı budama uygulamalarına ait taç içi mikroklima değerleri

Table 1. Canopy microclimate values for different pruning practices in Cardinal grape variety

Budama	Uygulama	Sıcaklık (°C)	Bağıl nem (%)	Rüzgâr hızı ($m\ sn^{-1}$)	Işık şiddeti (lüks)
KAKB	KNT	34.68	35.99	1.78 c	7665.0 b
	TY	34.89	33.53	2.72 a	11455.3 ab
KIKB	KNT	34.77	35.30	1.80 c	7791.0 b
	TY	35.48	32.78	2.21 b	13786.7 a
LSD (0.05)*		ÖD	ÖD	0.355	401.67
BUAET	KAKB	34.79 b	34.76 a	2.25	9560.2
	KIKB	35.13 a	34.04 b	2.01	10788.9
LSD (0.05)***		0.302	0.719	ÖD	ÖD
UYAET	KNT	34.73 b	35.65 a	1.79 b	7728.0 b
	TY	35.19 a	33.15 b	2.47 a	12621.0 a
LSD (0.05)****		0.302	0.719	0.251	284.03

KAKB: Karışık kış budaması, KIKB: Kısa kış budaması, KNT: Kontrol, TY: Taç yönetimi, BUAET: Budama ana etkisi, UYAET: Uygulama ana etkisi, LSD: Least Significant Difference.

Cardinal üzüm çeşidinde KAKB ve KIKB uygulamalarının taç içi rüzgâr hızı ($m\ sn^{-1}$) ve ışık şiddeti (lüks) parametrelerine etkisi istatistikî açıdan önemli bulunmuştur. En yüksek taç içi rüzgâr hızları taç yönetimi gerçekleştirilmiş KAKB ($2.72\ m\ sn^{-1}$) ile KIKB ($2.21\ m\ sn^{-1}$) uygulamalarında tespit edilirken, en düşük taç içi

rüzgâr hızlarını ise taç yönetiminden (KNT) önceki KAKB (1.78 m sn^{-1}) ve KIKB (1.80 m sn^{-1}) uygulamaları oluşturmuştur. En yüksek taç içi ışık şiddeti taç yönetimi gerçekleştirilmiş KIKB (13786.7 lüks) ve KAKB (11455.3) uygulamalarında tespit edilirken, en düşük taç içi ışık şiddetini ise taç yönetiminden önceki (KNT) KAKB (7665.0 lüks) ve KIKB (7791.0 lüks) uygulamaları vermiştir. Elde edilmiş olan bu veriler Şahin vd. (2023)'nin Yalova İncisi üzüm çeşidinde ışık şiddeti ve rüzgâr hızının yaz budamaları sonucunda değişim gösterdiği yönündeki bulgularıyla paralellik göstermektedir (Çizelge 1).

Cardinal üzüm çeşidinde, BUAET'nin taç içi sıcaklığına ve taç içi bağıl neme etkisi istatistikî olarak önemli bulunmuştur. KAKB'nda 34.79°C olan taç içi sıcaklığı KIKB'nda 35.13°C ile daha yüksek bir sonuç vermiştir. KAKB'nda %34.76 olan taç içi bağıl nem KIKB'nda %34.04 ile daha düşük bir değer almıştır. Kısa kış budamasında (KIKB), karışık kış budamasına (KAKB) kıyasla omcalardaki vejetatif aksamın daha az ve omca taç içinin daha fazla boşluklu olması dış hava sıcaklığının omca içerisine daha fazla nüfuz etmesine neden olmakta, buna karşılık bağıl nem miktarı ise daha düşük seyretmektedir (Çizelge 1).

Rüzgâr hızı açısından, KAKB ile KIKB arasında BUAET'nin herhangi önemli bir etkisi tespit edilememiştir. Ölçümlerin gerçekleştirildiği esnada, sıra aralarından ölçülen taç dışı ışık şiddeti 90000.0–95000.0 lüks aralığında değişmiştir. KAKB'nda 9560.2 lüks olarak belirlenen taç içi ışık şiddeti, KIKB'nda 10788.9 lüks olarak ölçülmüştür. Kısa kış budamasında (KIKB), karışık kış budamasına (KAKB) kıyasla omcalardaki vejetatif aksamın daha az ve omca taç içinin daha fazla boşluklu olması, omca taç içindeki ışık yoğunluğunun rakamsal artışına neden olmuştur (Çizelge 1).

Cardinal üzüm çeşidinde UYAET'nin sıcaklık, bağıl nem, rüzgâr hızı ve ışık şiddeti bakımından KNT ve TY arasında istatistikî açıdan önemli farklılıklar meydana getirdiği belirlenmiştir. Buna göre omca taç içinde KNT'de 34.73°C olan sıcaklık, yapılan taç yönetimi uygulamasının (TY) ardından 35.19°C 'ye yükselmiş ve bağıl nem ise %35.65'ten %33.15'e düşmüştür. Rüzgâr hızı 1.79 m sn^{-1} 'den 2.47 m sn^{-1} 'ye ve ışık şiddeti 7728.0 lüks'ten 12621.0 lüks değerine çıkmıştır (Çizelge 1).

Matese ve ark. (2014), omca taç içi ve taç dışı sıcaklık değerlerinin farklı kış budama tekniklerine bağlı olarak 0.6°C ile 1.5°C arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Bu literatür ile elde edilen araştırma sonuçları paralellik arz etmektedir. Friedel ve ark. (2015)'nin konuya ilişkin yapmış oldukları bir çalışmada, yaprak alınan omcalarda taç içi sıcaklık değerlerinin kontrole kıyasla yükseldiği belirlenmiştir. Bu literatür bildirişi ile elde edilen araştırma sonuçları arasında benzerlik bulunmaktadır. Candar ve ark. (2019), Merlot üzüm çeşidinde taç yönetimi uygulamalarının şiddeti arttırıldıkça taç içi sıcaklığının da arttığını bildirmişlerdir. Bu literatür bildirişi ile elde edilen sonuçlar arasında paralellik söz konusudur.

Anić ve ark. (2021)'nin Merlot üzüm çeşidinde taç iklimi üzerine yürütmüş oldukları bir çalışmada, yaprak alma uygulaması yapılmış omcaların taç içi sıcaklık değerlerinin kontrole kıyasla arttığı, oransal nem değerlerinin ise azaldığı belirlenmiştir. Taç içindeki rüzgâr hızının (hava sirkülasyonunun) artışıyla birlikte oransal nemin azaldığı yönündeki bu literatür bulguları, elde edilen araştırma sonuçlarıyla paralel bulunmuştur. Torres ve ark. (2021), Cabernet Sauvignon üzüm çeşidinde yaprak alma, sürgün seyreltme ve yaprak alma+sürgün seyreltme uygulamalarının taç içi iklimine etkilerini ortaya koymuşlardır. Kontrole kıyasla, taç yönetimi yapılan omcaların taç içi sıcaklık değerleri ile ışık yoğunluklarının artış gösterdiği ifade edilmiştir. Bu literatür ile elde edilen araştırma sonuçları uyum içerisindedir.

Cardinal üzüm çeşidinde KAKB ve KIKB uygulamalarının salkım yüzey sıcaklığı parametrelerine önemli bir etkisi bulunmamakla birlikte; bu uygulamaların KNT ve TY sonrasındaki SÜB sıcaklık değerleri 26.85°C 'den 28.03°C 'ye, 27.91°C 'den 28.86°C 'ye rakamsal olarak bir artış meydana getirmiştir. KNT ve TY sonrasındaki SOB sıcaklık değerleri 26.73°C 'ten 27.83°C 'ye, 28.04°C 'ten 28.07°C 'ye rakamsal olarak bir artış gerçekleştirmiştir. KNT ve TY sonrasındaki SUB sıcaklık değerleri ise 27.04°C 'ten 28.23°C 'e ve 27.86°C 'den 27.96°C 'ye yükselmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Cardinal üzüm çeşidinde farklı budama uygulamalarına ait salkım yüzey sıcaklığı değerleri.

Table 2. Cluster surface temperature values for different pruning practices in Cardinal grape variety.

Budama	Uygulama	Salkım yüzey sıcaklığı (°C)		
		SÜB	SOB	SUB
KAKB	KNT	26.85	26.73	27.04
	TY	28.03	27.83	28.23
KIKB	KNT	27.91	28.04	27.86
	TY	28.86	28.27	27.96
LSD (0.05)*		ÖD	ÖD	ÖD
BUAET	KAKB	27.44 b	27.28 b	27.64
	KIKB	28.38 a	28.15 a	27.91
LSD (0.05)***		0.654	0.571	ÖD
UYAET	KNT	27.38 b	27.38 b	27.45
	TY	28.45 a	28.05 a	28.10
LSD (0.05)****		0.654	0.571	ÖD

KAKB: Karışık kış budaması, KIKB: Kısa kış budaması, KNT: Kontrol, TY: Taç yönetimi, SÜB: Salkım üst bölgesi. SOB: Salkım orta bölgesi. SUB: Salkım uç bölgesi, BUAET: Budama ana etkisi, UYAET: Uygulama ana etkisi, LSD: Least Significant Difference.

Cardinal üzüm çeşidinde budama ana etkisi (BUAET) ve uygulama ana etkisinde (UYAET) salkım yüzey sıcaklığı parametrelerinde istatistikî açıdan önemli bir farklılık meydana geldiği belirlenmiştir. Yüzey sıcaklıkları BUAET'nde salkım üst bölgesinde (SÜB) KAKB'nda 27.44°C iken, KIKB'nda 28.38°C'ye, salkım orta bölgesinde (SOB) 27.28°C'den 28.15°C'ye ve salkım uç bölgesinde (SUB) 27.64°C'den 27.91°C'ye doğru yükselmiştir. Yüzey sıcaklıkları UYAET'nde KNT'de SÜB'nde 27.38°C iken, taç yönetimi uygulamasından (TY) sonra 28.45°C'ye, SOB'nde 27.38°C'den 28.05°C'ye, SUB'nde 27.45°C'den 28.10°C'ye yükselmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 3. Cardinal üzüm çeşidinde farklı budama uygulamalarına ait yaprak yüzey sıcaklığı değerleri

Table 3. Leaf surface temperature values for different pruning practices in Cardinal grape variety

Budama	Uygulama	Yaprak yüzey sıcaklığı (°C)		
		OBB	OOB	OSB
KAKB	KNT	27.39	26.46	25.64
	TY	27.56	27.90	28.66
KIKB	KNT	26.64	26.86	26.98
	TY	27.99	27.59	27.76
LSD (0.05)*		ÖD	ÖD	ÖD
BUAET	KAKB	27.47	27.18	27.15
	KIKB	27.31	27.23	27.37
LSD (0.05)***		ÖD	ÖD	ÖD
UYAET	KNT	27.01	26.66	26.31 b
	TY	27.77	27.74	28.21 a
LSD (0.05)****		ÖD	ÖD	1.685

KAKB: Karışık kış budaması, KIKB: Kısa kış budaması, KNT: Kontrol, TY: Taç yönetimi, OBB: Omca baş bölüm, OOB: Omca orta bölüm, OSB: Omca son bölüm, BUAET: Budama ana etkisi, UYAET: Uygulama ana etkisi, LSD: Least Significant Difference

Cardinal üzüm çeşidinde KAKB ve KIKB uygulamalarının yaprak yüzey sıcaklığı parametrelerine önemli bir etkisi bulunmamaktadır. KNT'de omca baş bölümde (OBB) 27.39°C'deyken TY'nden sonra 27.56°C'ye, 26.64°C'den 27.99°C'ye omca orta bölümde (OOB) 26.46°C'den 27.90°C'a, 26.86°C'den 27.59°C'ye omca son bölümde (OSB) 25.64°C'den 28.66°C'ye, 26.98°C'den 27.76°C'ye rakamsal olarak bir yükselme meydana gelmiştir (Çizelge 3).

Cardinal üzüm çeşidinde BUAET ve UYAET uygulamalarında istatistikî olarak önemli bir etki bulunmamaktadır. BUAET'nde KAKB'nda OBB'de 27.47°C'deyken KIKB'da 27.31°C'ye, OOB'de 27.18°C'den 27.23°C'ye, OSB'de 27.15°C'den 27.37°C'ye rakamsal olarak bir yükselme meydana gelmiştir. UYAET'nde KNT'de OBB'de 27.01°C'deyken TY sonrasında 27.77°C'ye, OOB'de 26.66°C'den 27.74°C'ye, OSB'de ise 26.31°C'den 28.21°C'ye yükselmiştir. İstatistikî olarak yükselme bir tek UYAET'nde OSB'de meydana gelmiştir (Çizelge 3).

Sonuç

Elde edilen araştırma bulgularına göre; Cardinal üzüm çeşidinde, BUAET'nin taç içi sıcaklığına ve taç içi bağıl neme etkisi istatistikî olarak önemli bulunmuştur. KAKB'nda 34.79°C olan taç içi sıcaklığı KIKB'nda 35.13°C ile daha yüksek bir sonuç vermiştir. KAKB'nda %34.76 olan taç içi bağıl nem KIKB'nda %34.04 ile daha düşük bir değer almıştır. Rüzgâr hızı açısından, KAKB ile KIKB arasında BUAET'nin herhangi önemli bir etkisi tespit edilememiştir. KAKB'nda 9560.2 lüks olarak belirlenen taç içi ışık şiddeti, KIKB'nda 10788.9 lüks olarak ölçülmüştür. UYAET'nin sıcaklık, bağıl nem, rüzgâr hızı ve ışık şiddeti bakımından KNT ve TY arasında istatistikî açıdan önemli farklılıklar meydana getirdiği belirlenmiştir. Buna göre omca taç içinde KNT'de 34.73°C olan sıcaklık, yapılan TY'nin ardından 35.19°C'ye yükselmiş ve bağıl nem ise %35.65'ten %33.15'e düşmüştür. Rüzgâr hızı 1.79 m sn⁻¹'den 2.47 m sn⁻¹'ye ve ışık şiddeti 7728.0 lüks'ten 12621.0 lüks değerine çıkmıştır. Bununla birlikte, salkım ve yaprak yüzey sıcaklığı değerleri de yapılan uygulamalardan istatistikî olarak etkilenmiştir.

Sonuç olarak; incelenen omca taç içi mikroklima değerlerinin yapılan farklı uygulamalara göre istatistikî olarak önemli farklılıklar oluşturduğu, bu durumun da üzüm verimi, kalitesi, hastalık ve zararlı popülasyonu gibi birçok faktör ile birlikte değerlendirilmesinin bağıcılık açısından yararlı sonuçlar ortaya koyabileceği düşünülmektedir.

Ek Bilgiler ve Beyanlar

Araştırmacıların Katkı Oranı: Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan etmektedirler.

Çıkar Çatışması Beyanı: Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedirler.

© Telif Hakkı: 2024 Şahin ve ark.



Bu çalışma Creative Commons CC-BY 4.0 Uluslararası Lisansı kapsamında lisanslanmıştır.

Kaynaklar

- Anić, M., Osrećak, M., Andabaka, Ž., Tomaz, I., Večenaj, Ž., Jelić, D., Kozina, B., Kontić J.K. ve Karoglan, M. (2021). The Effect of Leaf Removal on Canopy Microclimate, Vine Performance and Grape Phenolic Composition of Merlot (*Vitis vinifera* L.) Grapes in the Continental Part of Croatia. *Scientia Horticulturae*, 285: 110161.
- Bertamini, M., Nedunchezian, N. (2003). Photo Inhibition of Photosynthesis in Mature and Young Leaves of Grapevine (*Vitis vinifera* L.). *Plant Science*, 164 (4): 635-644.
- Blancaquaert, E.H., Oberholster, A., Ricardo-da-Silva, J.M., Deloire, A.J. (2019). Effects of Abiotic Factors on Phenolic Compounds in the Grape Nerry—A Review. *South African Journal of Enology and Viticulture*, 40 (1): 1-14.
- Camargo, A.C., Biasoto, A.C.T., Schwember, A.R., Granato, D., Rasera, G.B., Franchin, M., Shahidi, F. (2019). Should We Ban Total Phenolics and Antioxidant Screening Methods? The Link Between Antioxidant Potential and Activation of NF-Kb Using Phenolic Compounds from Grape By-Products. *Food Chemistry*, 290: 229-238.
- Candar, S., Korkutal, İ. ve Bahar, E. (2019). Effect of Canopy Microclimate on Merlot (*Vitis vinifera* L.) Grape Composition. *Applied Ecology and Environmental Research*, 17 (6): 15431-15446.
- Friedel, M., Stoll, M., Patz, C. D., Will, F. ve Dietrich, H. (2015). Impact of Light Exposure on Fruit Composition of White'riesling'grape Berries (*Vitis vinifera* L.). *Vitis—Journal of Grapevine Research*, 54 (3): 107-116.
- Haselgrove, L., Botting, D., Van Heeswijck, R., Hoj, P.B., Dry, P.R., Ford, C., Land, P.G.I. (2000). Canopy Microclimate and Berry Composition: The Effect of Bunch Exposure on the Phenolic Composition of *Vitis vinifera* L. cv. Shiraz Grape Berries. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 6 (2): 141-149.
- Hunter, J.J. (1997). Implications of Seasonal Canopy Management and Growth Compensation in Grapevine. *S., Afr. J., Enol. Vitic.*, 21 (2): 81-91.
- Jones, G.V., Davis, R.E. (2000). Climate Influences on Grapevine Phenology, Grape Composition, and Wine Production and Quality For Bordeaux, France. *American Journal of Enology and Viticulture*, 51 (3): 249-261.
- Keller, M., Zhang, Y.U.N., Shrestha, P.M., Biondi, M., Bondada, B.R. (2015). Sugar Demand of Ripening Grape Berries Leads to Recycling of Surplus Phloem Water Via The Xylem. *Plant, Cell Environment*, 38 (6): 1048-1059.

- Martínez-Lüscher, J., Brillante, L., Kurtural, S.K. (2019). Flavonol Profile Is A Reliable Indicator to Assess Canopy Architecture and the Exposure of Red Wine Grapes to Solar Radiation. *Frontiers in Plant Science*, 10 (10): 1-15.
- Matese, A., Crisci, A., Di Gennaro, S.F., Primicerio, J., Tomasi, D., Marcuzzo, P., Guidoni, S. (2014). Spatial Variability of Meteorological Conditions at Different Scales in Viticulture. *Agricultural and Forest Meteorology*, 189: 159-167.
- Molitor, D., Keller, M. (2016). Yield of Muller-Thurgau and Riesling Grapevines is Altered By Meteorological Conditions in the Current and Previous Growing Seasons. *OENO One*, 50 (4): 245-258.
- Pastore, C., Zenoni, S., Fasoli, M., Pezzotti, M., Torbielli, G.B., Filippetti, I. (2013). Selective Defoliation Affects Plant Growth, Fruit Transcriptional Ripening Program and Flavonoid Metabolism in Grapevine. *BMC Plant Biol.*, 13 (30): 1-16.
- Petrie, P.R., Trought, M.C.T., Howell, G.S. (2000). Influence of Leaf Ageing, Leaf Area and Crop Load on Photosynthesis, Stomatal Conductance and Senescence of Grapevine (*Vitis vinifera* L. cv. Pinot Noir) Leaves. *Vitis*, 39: 31-36.
- Petrie, PR, Trought, M.C.T., Howell, G.S. (2000). Growth and Dry Matter Partitioning of Pinot Noir (*Vitis vinifera* L.) in Relation to Leaf Area and Crop Load. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 6: 40-45.
- Profio, F., Reynolds, A.G., Kasimos, A. (2011). Canopy Management and Enzyme Impacts on Merlot, Cabernet Franc, and Cabernet Sauvignon. II. Wine Composition and Quality. *American Journal of Enology and Viticulture*, 62 (2): 152-168.
- Şahin, E., Dardeniz, A., Çoban, H., Kaya, Ç. (2023). Yalova İncisi (*Vitis vinifera* L.) Üzüm Çeşidinde Kademeli Taç Yönetimi Uygulamalarının Omca Mikroklimasına Etkilerinin Belirlenmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 10 (3): 591-597.
- Schubert, A., Restagno, M., Lovisolo, C. (1996). Net Photosynthesis of Grapevine Leaves of Different Age Exposed to High or Low Light Intensities. *Adv. Hort. Sci.*, 10: 163-166.
- Song, J.Q., Smart, R., Wang, H., Damberg, B., Sparrow, A., Qian, M.C. (2015). Effect of Grape Bunch Sunlight Exposure and UV Radiation on Phenolics and Volatile Composition of *Vitis vinifera* L. Cv. Pinot Noir Wine. *Food Chemistry*, 173: 424-431.
- Spayd, S.E., Tarara, J.M., Mee, D.L., Ferguson, J.C. (2002). Separation of Sunlight and Temperature Effects on the Composition of *Vitis vinifera* Cv. Merlot Berries. *American Journal of Enology and Viticulture*, 53 (3): 171-182.
- Torres, N., Martínez-Lüscher, J., Porte, E., Kurtural, S.K. (2020). Optimal Ranges and Thresholds of Grape Berry Solar Radiation for Flavonoid Biosynthesis in Warm Climates. *Frontiers in Plant Science*, 11 (931): 1-15.
- Torres, N., Martínez-Lüscher, J., Porte, E., Yu, R. ve Kurtural, S.K. (2021). Impacts of Leaf Removal and Shoot Thinning on Cumulative Daily Light Intensity and Thermal Time and Their Cascading Effects of Grapevine (*Vitis vinifera* L.) Berry and Wine Chemistry in Warm Climates. *Food Chemistry*, 343: 128447.
- Wang, X., De Bei, R., Fuentes, S., Collins, C. (2019). Influence of Canopy Management Practices on Canopy Architecture and Reproductive Performance of Semillon and Shiraz Grapevines in A Hot Climate. *Am. J. Enol. Vitic.*, 70 (4): 360-372.



TÜRKİYE CUMHURİYETİ'NİN
YÜZ BİRİNCİ YILI



Tarım Kaynaklı Sorunlar ve Sürdürülebilir Bir Tarım İçin Çok Yıllık Yem Bitkilerinin Önemi: II. Yem Bitkilerinin Önemi

Ahmet Gökkuş¹

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Çanakkale, Türkiye

Makale Geçmişi

Geliş: 17/06/2024

Kabul: 30/10/2024

Yayınlama: 04/11/2024

Derleme Makalesi

Öz: Tarım hem insanların temel ihtiyaçlarını karşıladığı önemli bir uğraş hem de gıda güvenliği ve çevre sorunlarının önemli bir sebebidir. Özellikle insanların en büyük gıda kaynağını oluşturan yoğun girdili tek ürün yetiştiriciliği (monokültür), sorunların da temelini teşkil etmektedir. Bu durumun üstesinden gelmek için değişik çevre dostu alternatif tarım sistemleri geliştirilmiş ve uygulamaya konulmuştur. Çevreyi korumaya yönelik sürdürülebilir bir tarımın tesisinde seçeneklerden biri, çok yıllık bitki yetiştiriciliğine yönelmektir. Çok yıllık türler bir yıllıklara göre toprağı ve suyu daha iyi korurlar, kimyasal kullanımını azaltırlar ve zaman içerisinde tarım topraklarının verim gücünü yükseltirler. Çok yıllık yem bitkileri ise bu yararlarına ek olarak çiftlik hayvanlarına nitelikli kaba yem sunmak suretiyle, bu yöndeki ihtiyacın giderilmesine katkı sağlarlar. Ülkemizde tarla alanlarının yaklaşık %40'ı hayvanlar için yem (ot ve tane) üretimine ayrılmış olmasına rağmen, nitelikli kaba yem üretiminde mevcut hayvan varlığının yem ihtiyacını karşılamakta yetersiz kalmaktadır. Çok yıllık yem bitkileri, (a) kısmen yıllık yem bitkilerinin yerine ikame edilmek, (b) nadas alanlarının azaltılmasında tercih edilmek, (c) örtü bitkisi olarak tarla ve bahçe alanlarında yer almak ve (ç) yapay mera tesis edilmek suretiyle tarımsal ekosistemlerde daha fazla yer bulabilecektir. Bunun sonucunda da tarım kaynaklı sorunların azaltılabilecek ya da ortadan kaldırılabilecektir.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilirlik, çok yıllık yem bitkileri, araya ekim, örtü bitkileri

Problems Caused by Agriculture and the Importance of Perennial Forage Crops for Sustainable Agriculture: II. Importance of Forage Crops

Article History

Received: 17/06/2024

Accepted: 30/10/2024

Published: 04/11/2024

Review Article

Abstract: Agriculture is both an important occupation in which people meet their basic needs and an important cause of food security and environmental problems. Especially, intensive monoculture, which constitutes people's largest food source, also forms the basis of the problems. To overcome this situation, various environmentally friendly alternative agricultural systems have been developed and put into practice. One option in establishing a sustainable agriculture to protect the environment is to turn to perennialization. Perennials protect soil and water better than annuals, reduce the use of chemicals and increase the fertility of agricultural soils over time. In addition to these benefits, perennial forage crops contribute to meeting the need in this regard by providing qualified forage to farm animals. Although approximately 40% of the field areas in Türkiye are allocated to the production of feed (grass and grain) for animals, there is still a significant inadequacy in the production

¹Correspondence (Sorumlu yazar): agokkus@yahoo.com

Citation (Alıntı): Gökkuş, A. (2024). Tarım kaynaklı sorunlar ve sürdürülebilir bir tarım için çok yıllık yem bitkilerinin önemi: II. Yem bitkilerinin önemi. Bilim-Teknoloji-Yenilik Ekosistemi Dergisi, 5(2), 67-80.

of qualified roughage. Perennial forage crops are used more in agricultural ecosystems by (a) partially replacing annual forage crops, (b) being preferred in reducing fallow areas, (c) being placed in field and garden areas as cover crops, and (d) establishing artificial pastures will be able to find a place. As a result, agricultural problems can be reduced or eliminated.

Keywords: Sustainability, perennial forage crops, intercropping, cover crops

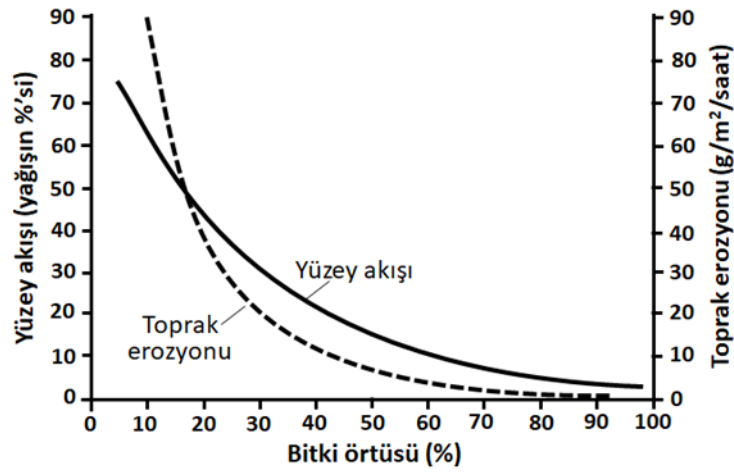
Giriş

Tarım bugün 8 milyarı aşan insan nüfusunu besleyen kadim bir faaliyettir. İnsanların kalori (gıda) ihtiyacının %99,9'u topraktan geldiği için (Pimentel ve Pimentel, 2008), yeterli gıda arzı verimli toprakların varlığına bağlıdır. Tarım yapılırken daha fazla yaşanabilir ve ekilebilir araziye ihtiyaç duyulur, bu da genellikle doğal ekosistemlerin dönüşümüne ve sonuçta bozulmalarına yol açar (Pert ve ark., 2013). Zira yeterli gıda temini için daha fazla ekim alanına ihtiyaç duyulduğu bu dönemde, sürdürülebilir tarım için kabul edilebilen en yüksek erozyon miktarından 10 ila 30 kat daha hızlı erozyon nedeniyle verimli topraklar kaybolmaktadır (Pimentel ve Pimentel, 2008). Çevredeki kaynakların kullanımı ister istemez ekosistem hizmetleri üzerinde daha çok baskı oluşturur ve çevrenin değişmesine sebep olur (Barron ve ark., 2013). Bu değişimin yarattığı sorunlar zaman zaman büyük boyutlara ulaşır ve tarımda üretimi sınırlandırıp ciddi üretim kayıplarına yol açabilir. Bu sorunları azaltmak ya da ortadan kaldırmak için araştırmacılar aşağıda belirtilen çeşitli yönetim seçenekleri sunmuşlardır (Teague, 2015): (a) sıra bitkileri ile birlikte örtü bitkilerinin kullanılması, (b) yıllık ekim sistemlerinin çeşitlendirmesi ve sisteme çok yıllık bitkiler ve yem bitkilerinin dönüşümlü olarak dahil edilmesi, (c) örtü bitkileri ile hayvan ve biyolojik gübreler gibi organik toprak iyileştirici maddelerinin kullanılması, (ç) azotlu gübre kullanımının azaltılması, baklagillerin ekiminin artırılması, kullanılan gübre tipinin değiştirilmesi (örneğin, kontrollü salınımlı ve nano-zenginleştirilmiş gübrelere geçiş) ve nitrifikasyon inhibitörlerinin kullanılması, (d) otlama yönetiminin iyileştirilmesi, marjinal ve bozulmuş ekim alanlarının daimi mera ve ormanlara dönüştürülmesi ve sulak alanların eski haline getirilmesi, (e) pullukla toprak işlemenin toprak işlemsiz ekime dönüştürülmesi ve zirai ilaç ve su uygulamalarının oran ve süresini en çok ihtiyaç duyulan zaman ve yere göre ayarlanması için hassas tarımın kullanılması ve (f) toprağın mikrobiyal sistemleri üzerinde daha az olumsuz etkiye sahip olacak ve mikoriza işlevini geliştirecek yeni canlı gübre formüllerinin oluşturulması, bu da potansiyel olarak daha az N ve P kaybına ve yeraltı suyunun daha az kirlenmesine neden olacaktır.

Bu derleme birbirini tamamlayan iki kısımdan oluşmuştur. Birinci kısımda sorunlar ele alınmış (Gökkuş, 2024), ikinci kısmı oluşturan bu makalede ise bu sorunların çözümüne yönelik olarak çok yıllık yem bitkilerinin önemi vurgulanmıştır.

Bitki Örtülerinin Koruyucu Etkileri

Bitkiler toprak üstü ve toprak altı organları ile toprak yüzeyinde koruyucu bir örtü oluştururlar. Böylelikle yağmur damlalarının kinetik enerjisini kırarak sıçratma erozyonunu önlerler, gövdeleri ile yüzey akışına geçen suyun hızını yavaşlatırlar ve yüzey erozyonunu azaltırlar (Altın ve ark., 2011a). Kök sistemi ile toprağı sabitler, güçlendirir ve aşınmaya karşı koyarlar. Kökler aynı zamanda su kanalları oluşturmak, toprak yapısını iyileştirmek, toprak direncini azaltmak ve makro gözenekler oluşturarak suyun girişini artırmak suretiyle erozyonu önlerler (Liu ve ark., 2015). Aynı şekilde rüzgârın aşındırıcı gücünü hafifleterek toprağın taşınmasının önüne geçerler. Bu sebeple toprak yüzeyinin bitki ile kaplı alanı arttıkça erozyon azalır (Zhou ve ark., 2008; Nunes, 2011; Wu ve ark., 2020) (Şekil 1), toprağın üretkenliği korunur, hatta iyileşir (Novara ve ark., 2018).



Şekil 1. Bitki örtüsünün kaplama derecesi ile yüzey akışı ve toprak erozyonu arasındaki ilişki.

Figure 1. Relationship between degree of vegetation cover and runoff and soil erosion (Nunes, 2011).

Toprağın ve verimliliğinin korunmasında bitki örtüsünün kapladığı alan yanında kaplı olduğu süre de önemlidir. Toprak işlemeli tarım alanlarında, özellikle yıllık üretimde, yüzeydeki koruyucu bitki örtüsü sık sık uzaklaştırılır ve topraklar belirli sürelerde çıplak kalır. Kara nadasta bu süre 15 aya kadar çıkabilir (Gökkuş ve ark., 2012) ve kara nadasin yer aldığı ekim nöbeti sisteminde toprak kalitesi bozulur ve verimliliği düşer (Akkaya, 2016). Hatta çıplak topraktaki N kaybı, yabancı otlu nadas tarlalarından olan N kaybindan bile %60 daha fazladır (Wortman, 2016). Bu sebeple toprak yüzeyinde sürekli örtü oluşturan doğal bitki örtüleri (mera, orman) tarım alanlarına göre erozyonun ve bunun sonucu besin elementi kaybının en az görüldüğü yerlerdir (Zhang ve ark., 2003). Tarım alanlarında çok yıllık bitkilerin yetiştirilmesi de doğal alanlara benzer şekilde toprak kayıplarını azaltmaktadır (Mosier ve ark., 2021). Toprak bozulmasını en aza indiren ve canlı bitki örtüsüyle kaplanan toprağın oranını ve kaplama süresini artıran bitkiler ve yönetim uygulamaları, toprağı aşındıran kuvvetlere karşı çok daha az aşınma eğiliminde olan bir yüzey oluşturdıkları için, toprak erozyonunu önemli ölçüde azaltırlar (Aase ve ark., 1976; Karlen ve Rice, 2015).

Çok Yıllık Bitkilerin Önemi

Tarımsal ekosistemlerde insanın gıda ve lif ihtiyacını karşılamak amacıyla yaygın olarak yetiştirilen yıllık bitkiler, üretim sürecinin gereği olarak toprak kayıplarını artırmakta ve toprakların kalitesini düşürmektedir. Tarımsal üretimin yıllık ekim sistemlerine dönüştürülmesi sonucunda, halen dünyanın ekilebilir arazi kaynaklarının yaklaşık 1/3'ü ciddi biçimde bozulmuştur (Pimentel ve ark., 1995). Aynı zamanda yıllık türler çok yıllıklara göre daha sığ ve daha seyrek köklendikleri için (Roumet ve ark., 2006), iklim değişimlerinden daha çok etkilenirler. İklim değişkenliğinin etkilerini hafifletmeye ve tarımdaki sorunları azaltmaya yönelik bir çözüm, tarım sisteminde çok yıllık türlerin ekim alanını artırmak olarak görülmektedir (Edwards ve ark., 2019; Ledo ve ark., 2020). Çok yıllık bitkiler daha uzun büyüme mevsimine ve daha fazla köklenme derinliğine sahip olduklarından, daha çok yağışı yakalar, bünyesinde tutar ve kullanırlar (Tilman ve ark., 2009).

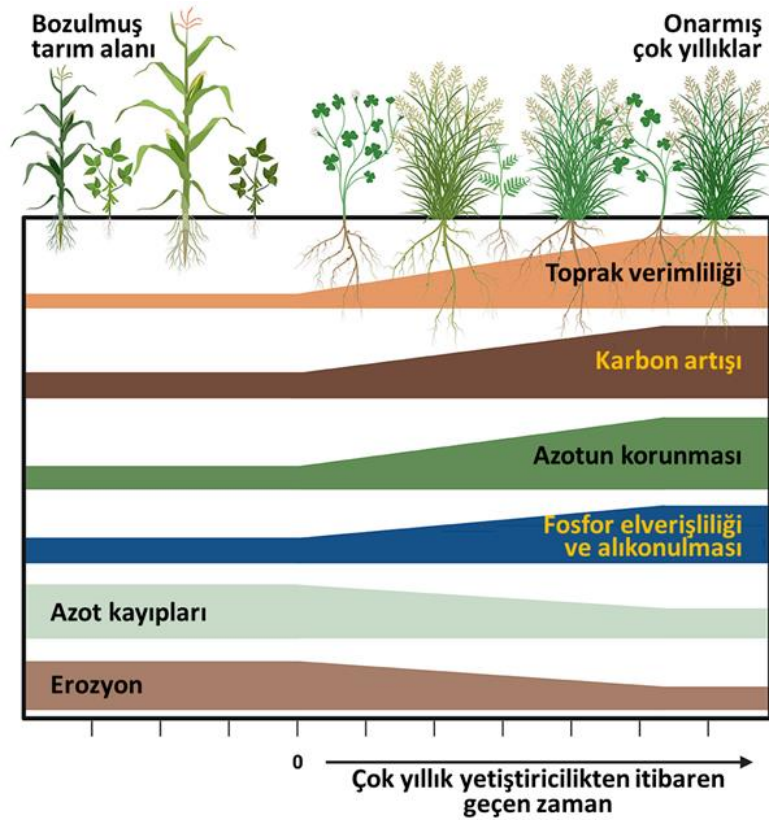
Tarım alanlarında yoğun girdi kullanımı ve akabinde tek ürün yetiştiriciliğinin öne çıkması, toprak ve besin elementlerinde kayıplar, üretim gücünün düşmesi, yağış sularından yeterince yararlanılamaması gibi toprak kalitesini bozan sonuçlara yol açmaktadır. Bu kalite kayıplarını telafi etmek için daha çok kimyasal (gübre, tarım ilacı) kullanımı da bozulma sürecini hızlandırıp besin elementlerinin tutulmasını ve geri dönüşümünü engellemektedir (Mosier ve ark., 2021). Bunların yanında iklimde yaşanan aşırılıklar (artan ısınma) ve dengesizlikler (yağış rejiminin değişimi) de toprak verimliliğini azaltmaktadır (Mondal, 2021; Shourie ve Singh, 2021). Bu sebeple çok yıllık ürünlere dönüş ile hem iklim değişimlerinin etkisi hafifletilebilir hem de bu değişime uyum sağlanabilir. Çok yıllık yetiştiricilik, aynı zamanda daha çeşitli ekolojik topluluklar ile daha fazla esnekliğe ve istikrara sahip olma eğilimindedir. Artan biyolojik çeşitlilik de tarımsal ekosistemlerin direncini ve kararlılığını artırır. Bu da gelecekte iklim kaynaklı beklenen kuraklık, sel, hastalık ve zararlı istilası gibi olumsuz durumlarda gıda üretiminin uzun süreli sürdürülebilirliği için dayanıklılık ve istikrar sağlayacaktır (Asbjornsen ve ark., 2013).

Ayrıca çok yıllık bitkilerin yetiştiriciliğinde daha az çiftlik ekipmanı kullanılır ve daha az gübre ve herbisit atılır (Glover ve ark., 2010). Bu durum üretim maliyetlerinin düşmesine ve enerji kullanımının azalmasına yardımcı olur.

Verim gücü azalmış ve gıda güvenliği zayıflamış tarım alanlarında, ürün çeşitliliğinin artırılması (FAO, 2011), hayvancılığın bitkisel üretim sistemi ile bütünleştirilmesi (Gliessman, 2015) ve çok yıllık örtü bitkilerinin yetiştiriciliğinin yaygınlaştırılması (Schlautman ve ark., 2021), bu alanların onarılmasında önemli bir potansiyele sahiptir. Bunun yanında çok yıllık bitki örtüsü sürdürülebilir üretim için gerekli olan çoklu ekosistem hizmetlerini yıllık bitkilere dayalı üretim sistemlerinden daha etkili bir şekilde sağlayabilir (Glover ve ark., 2010).

Çok yıllık bitkiler toprakta daha uzun süreli örtü oluşturduğu için toprak ile birlikte besin elementi ve canlı kayıplarını azaltmaktadır (Crews, 2005; Banik ve ark., 2020; López-Vicente ve ark., 2020; Chamberlain ve ark., 2022). Daha derine inen yoğun kök kütlesi ile toprağın daha derininde bulunan su ve besin elementlerinden yararlanırlar, ölen ve çürüyen kökleri ile toprağa daha çok organik madde bırakırlar ve topraktaki gözenekliliği artırır. Yağıştaki dalgalanmalardan daha az etkilenirler. Tarım ilacı ihtiyacını azaltır, su kalitesini iyileştirir ve suyun buharlaşma kayıplarını azaltırlar (Jørgensen ve Lærke, 2016). Bu sebeple hemen hemen tüm durumlarda çok yıllık bitki (gıda, yem) yetiştiriciliğine kayma anahtar konumdadır (Mosier ve ark., 2021). Buna karşılık insanların temel gıdasını ve kalori alımının yaklaşık %35'ini oluşturan buğday, çeltik ve mısır bir yıllıktır (Ross-Ibarra ve ark., 2007) ve arazi bozulmasının ana sorumlularıdır. Bu olumsuzlukları giderebilmek için başta buğday olmak üzere çok yıllık tahıl geliştirebilmek amacıyla çok sayıda ıslah ve yetiştiricilik çalışmaları yürütülmüştür (Scheinost ve ark., 2001; Van Tassel ve ark., 2017; Cui ve ark., 2018; Jennings, 2019; Soto-Gomez ve Pérez-Rodríguez, 2022). Yem bitkisi türleri içerisinde ise çok yıllıklar daha yaygındır.

Çok yıllık ürünlere dönüş besin elementi yönetiminin tüm önemli bileşenleri olan verimliliğin tesisi, toprakta C birikimi, N elverişliliği ve P tutulması dahil olmak üzere tarımda ekosistem hizmetlerini geliştirmek için birçok farklı sistemde uygulanabilmektedir (Şekil 2).



Şekil 2. Bozulmuş tarım alanlarının çok yıllık hale getirilmesi ile toprak verimliliğinin yenilenmesi sırasında tarımsal ve biyojeokimyasal süreçlerin değişimi (Mosier ve ark., 2021).

Figure 2. Change of agricultural and biogeochemical processes during the renewal of soil fertility by perennializing degraded agricultural lands.

Toprak verimliliğinin en önemli ölçüsü toprak organik maddesi (karbonu)'dir. Toprak organik maddesinin büyük bir kısmı köklerden gelir (Rasse ve ark., 2005). Yıllık bitkilerde kök kütlesi ve kök: gövde oranının az olması sebebiyle toprak karbonuna katkısı daha azdır. Oysa çok yıllıklar daha büyük kök kütlesi (Dietzel ve ark., 2017) ile toprakta daha çok organik madde biriktirme eğilimindedirler (Anderson-Teixeira ve ark., 2013). Örneğin, buğday yetiştirilen tarla alanlarına çok yıllık bitkilerin ikame edilmesi, toprakta daha çok C ve N birikimine vesile olmuştur (Glover ve ark., 2010). Başka bir çalışmada da yıllık ürünlerden çok yıllıklara geçişi kapsayan 20 yıllık bir dönemde, toprağın 0-30 cm'sinde organik C miktarı ortalama %20, 0-100 cm toprak profilinde ise toplam %10'luk bir artış kaydedilmiştir (Ledo ve ark., 2020).

Azot bitkiler için en çok gerekli olan, buna karşılık tarımsal ekosistemlerden en fazla uzaklaşan ve noksanlığında bitki büyümesini önemli ölçüde sınırlayan bir besin elementidir (Kacar, 1977; Müftüoğlu ve Demirer, 1998). Yoğun işlenen ve hasat edilen tarım alanlarında N kayıplarının yaygın olmasına rağmen (Bowles ve ark., 2018), çok yıllık bitkilerin yetiştirildiği sistemlerde daha az N kaybı yaşanmaktadır (Smith ve ark., 2013; Huddell, 2021). Yıllık bitkilerden kaynaklanan N kayıpları, çok yıllık ürünlerden olan kayıpların 30-50 kat daha fazlası olabilir (Randall ve Mulla, 2001). Çok yıllık bitkiler çeşitli nedenlerle azotu korumak için yüksek bir potansiyele sahiptir ve ayrıca gübre azotuna olan ihtiyaçlarını en aza indirebilecek yeni N edinme stratejilerine sahip olabilirler (Mosier ve ark., 2021). Bu bakımdan tarımsal ekosistemde N kazancı bakımından çok yıllık baklagil yem bitkilerinin (yonca, korunga, ak üçgül vb.) yetiştirilmesi isabetli bir seçenek olacaktır.

Tarımda bitki büyüme ve gelişmesi için temel bir besin elementi olan fosfor, azotun aksine toprakta hareketsizdir (Ibrahim ve ark., 2022) ve bu yüzden kayıplarının %50'den fazlası suyun yarattığı toprak erozyonu ile ilişkilidir (Alewell ve ark., 2020). Çok yıllık ürün yetiştiriciliğine geçiş ile toprak organik maddesinin artırılması, biyotanın (özellikle P çözen bakterilerin) zenginleştirilmesi ve toprak kayıplarının azalması ile P kayıpları da azaltılarak geri dönüşümü iyileştirilebilir.

Çok Yıllık Yem Bitkilerine Dönüşüm

İnsanlar fizyolojileri gereği hem bitkisel hem de hayvansal gıdaları birlikte tüketmelidir. Yaş, cinsiyet ve fizyolojik durumuna göre değişmekle birlikte, sağlıklı yetişkin bir insanın günlük protein ihtiyacı kg canlı ağırlık başına 0,8 gramdır (Wu, 2016) ve dünyada bu proteinin %57'sini bitkisel, kalanını da hayvansal proteinler oluşturmaktadır (Lonnie ve ark., 2018). Ancak hayvansal ürünlerin üretiminde bitkisel ürünlerden çok daha yüksek enerjiye gerek duyulur (Pimentel ve Pimentel, 2003; Pelletier ve ark., 2011) ve bu sebeple daha pahalıdır. Bundan dolayı insanların gelir düzeyi ile hayvansal ürün tüketimi arasında olumlu bir ilişki vardır (Şentürk, 2015). Dünyada insanların gelir düzeyi giderek artmakta ve bunun doğal sonucu olarak hayvansal ürünlere olan talep yükselmekte ve nüfusun çoğalması da bu talep artışını tetiklemektedir.

Hayvansal üretimin temelini kaba yemler oluşturmaktadır. Kaba yem bitkileri çiftlik hayvanlarının sağlıklı gelişimi için gerekli olan besinleri sağlamanın yanında, çok yıllık olanlar biyokütle temininde önemli rol oynayabilir ve aynı zamanda kötü yönetimden dolayı bozulan alanları iyileştirebilirler (Hatfield ve Kalscheur, 2020). Besleme değeri ve sindirilebilirliğinin yüksek olması hasebiyle tarla alanlarında yetiştirilen yem bitkileri çiftlik hayvanlarına nitelikli kaba yem sunan en önemli kaynaktır. Bu bitkiler ülkemiz çiftlik hayvanlarının toplam kaba yem ihtiyacının yaklaşık %20'sini karşılamaktadır (Hanoğlu Oral ve Gökkuş, 2021). Fiğ türleri, mısır, yem bezelyesi, tek yıllık çim ve serin iklim tahılları (özellikle yulaf ve tritikale) gibi yem bitkileri yıllık olup, ülkemizde önemli ekim alanı ve üretime sahiptirler. Çok yıllıkların başında ise yonca ve korunga gelmektedir. Türkiye İstatistik Kurumunun 2022 yılı verilerinden yararlanılarak yapılan hesaplama göre, toplam yem bitkileri ekim alanlarımızın yaklaşık %36'sı çok yıllıklardan meydana gelmektedir.

Çok yıllık yem bitkileri ve otlaklar genellikle yeşil yemin en sınırlayıcı olduğu zamanlarda hayvanlara yüksek proteinli yem sundukları ve aynı zamanda toprak verimliliğini geri kazandırdıkları için tarımsal ekosistemlerin iyileştirilmesinde büyük imkânlarla sahiptirler (Edwards ve ark., 2019). Çok yıllık yem bitkilerinin tarımsal ekosistemlerde yer alabileceği üç temel alan vardır: (a) tarla alanlarında planlı bir ekim nöbeti sistemi içerisinde yetiştirilmesi, (b) yapay mera tesisi ya da doğal meraların tohumlanması ve (c) tarla ve bahçe tarımında örtü bitkisi olarak yetiştirilmesi.

Tarla alanlarında yetiştirmek: Birim alandan yüksek gelir elde edilen sanayi bitkilerinin yetiştirildiği ve sebze tarımının yapıldığı alanlar dışında, ekim nöbetinde çok yıllık yem bitkilerine yer verilmesi mümkündür.

Karasal iklimin hakim olduğu kuru tarım bölgelerinde yağışa dayalı olarak korunga yetiştiriciliği dikkate değer bir potansiyele sahiptir. Aynı bölgelerde hem kuru hem de sulu tarımda yonca üretimi, tarım alanlarının çok yıllıklara dönüştürülmesindeki en önemli seçeneklerdir. Üstelik bu baklagil yem bitkileri ortak yaşadıkları rizobiya bakterileri aracılığı ile toprağa yüksek miktarda (6,5-20 kg/da) azot bağlayabilirler (Issah ve ark., 2020).

Korunga özellikle Orta ve Doğu Anadolu ile geçit bölgelerinin kıraç koşullarında kaba yem üretimi için tercih edilebilecek önemli çok yıllık baklagil yem bitkisidir (Açıkgöz, 2021). Yüksek besleme değerine sahiptir (Deniz ve ark., 2005; Açıkgöz, 2021) ve tohum hasadından sonra kalan kesi bile kıymetli bir kaba yemdir (Özdemir ve ark., 2023). Balarıları için de değerli balözü ve çiçektozu kaynağıdır (Özbek, 2011; Devenci ve ark., 2012). Buna karşılık korunga yetiştiriciliğinin önündeki en önemli engel kök kurtlarının varlığıdır (Büyükburç ve ark., 1987). Bu zararlılar ikinci yılda itibaren korungayı kurutmaya başlayarak, özellikle üçüncü yılda itibaren tesisin tamamen bozulmasına sebep olmaktadır.

Doğu Anadolu Bölgesinde sulu şartlarda ot üretimi amacıyla yonca ve çayır üçgülü ile domuz ayrığı, kılçıksız brom, kamışsı yumak, kırmızı yumak ve mavi ayrık karışımları ile bunların yalın ekimleri çok yıllık yem bitkileri ekiminin yaygınlaştırılmasında dikkate değer seçeneklerdir (Serin ve ark., 1998; Gökkuş ve ark., 1999). Sahil bölgelerinde ise yonca, ak üçgül, çayır üçgülü, çok yıllık çim, kamışsı yumak ve domuz ayrığı gibi çok yıllıklar tercih edilebilir.

Karasal iklimin hakim olduğu İç, Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinde daha yaygın olan nadas alanlarının azaltılmasında korunga ve yonca ekim nöbetine alınabilir. İç Anadolu'nun kıraç şartlarında yaygın olan "nadas-buğday" ekim nöbeti sistemine korunga (İlbaş, 2009), Doğu Anadolu'da ise yonca ve korunga dahil edilerek (Tosun ve Altın, 1981; Tosun ve ark., 1987), buğdayın tane verimi azaltılmadan toprağın kaplı olduğu süre uzatılabilir ve toprak kalitesi yükseltilebilir.

Yapay mera tesisi ve doğal meraların tohumlanması: Merada otlatmanın hayvanların beslenmesi, sağlığı ve refahını da kapsayan çok sayıda yararı vardır (Altın ve ark., 2011a). Çok yıllık bitkilerle oluşturulan yapay meralar, yılın daha uzun bir bölümünde yıllık meralara dayanan otlatma sistemlerine kıyasla genellikle daha üretken ve büyüme mevsiminin daha büyük bir bölümünde otlanabilir yem sunarlar. Doğru planlanması halinde, otlatma genellikle bitkilerin büyümesini teşvik ettiği için çok yıllık meraların üretimini (Semmartin ve Oesterheld, 1996; He ve ark., 2022), ot kalitesini (Pittarello ve ark., 2019) ve tür çeşitliliğini artırır (Pulungan ve ark., 2019). Bunun yanında çok yıllık meralarda yıllık olarak toprak işleme veya ot hasadı olmadığından ve özellikle üretilen otun yarısı veya daha çoğunun merada kalmasını gerektiren orta otlatma yoğunluğunda, otlatmadan sonra toprak üzerinde ve altında daha çok bitki kütlesi kalır (Altın ve ark., 2011b). Bu da toprağın ve verimliliğinin korunmasına yardımcı olur.

Doğal ve yarı doğal daimi meralarda besin elementi döngüsü, tarım alanlarına göre daha kapalıdır ve dolayısıyla sistemden besin kaybı daha azdır. Bu sebeple böyle meralara genelde kimyasal gübre verilmesine gerek duyulmaz. Otlayan hayvanlar tarafından meraya bırakılan dışkı ve idrar da önemli miktarda C, N, P gibi besin elementlerinin geri kazanılmasına yardımcı olur (Li ve ark., 2011; Shi ve ark., 2013; Yoshitake ve ark., 2014; Mosier ve ark., 2021). Yönetim ilkelerine uygun otlatılan meralarda toprakların kimyasal, fiziksel ve biyolojik özellikleri iyileşir, suyun toprağa girişi ve tutulma kapasitesi yükselir (Teague ve ark., 2011; Jiao ve ark., 2015; Milazzo ve ark., 2023). Toprak kalitesi bakımından da meralar ekilmiş ve nadasa bırakılmış tarlalardan daha üstün değere sahiptirler (Mulat ve ark., 2021). Ayrıca uygun şekilde yönetildikleri takdirde, küresel toprak organik karbonunun yaklaşık %10-30'unu depolayabildiği (Derner ve Schuman 2007) ve yılda atmosferden 180 milyon tona kadar CO₂ tutabildiği (Mgalula ve ark., 2021) için günümüzün önemli sorunu olarak görülen sera gazı salınımını da azaltabilirler. Meralarda toprak organik karbonu %4-5 gibi yüksek oranda bulunurken, işlenen tarım topraklarında %1-2 seviyelerinde, hatta kurak alanlarda %1'in altında olabilir (Laban ve ark., 2018).

Önemli bir karbon havuzu olan doğal meralar (McDermot ve Elavarthi, 2014), kurak iklimlerin bozkır örtülerinde ve engebeli alanlarda yaygındırlar (Altın ve ark., 2011a). Mera örtüleri esasen olumsuz şartlarda gelişirler ve bu koşullarda genellikle verimliliğini, biyolojik çeşitliliğini ve toprak sağlığını korumayı başarırlar (Anderson, 2005). Ancak uygun olmayan şartlar ağırlaşır ve süreklilik gösterirse, ciddi bozulma başlar ve bozulmanın da ana sebebinin otlatma (özellikle erken ve ağır otlatma) oluşturur (Gökkuş, 2020). Bu sebeple elverişsiz çevre faktörleri ve uygun olmayan kullanımlar Türkiye meralarının yaklaşık %85'inin çok iyi ve iyi

durum sınıfından uzaklaşmalarına sebep olmuştur (Avağ ve ark., 2012; Aydoğdu ve ark., 2020). Azalıcı bitki olarak nitelendirilen arzulan türlerini büyük ölçüde kaybetmiş meraların iyileştirilmesinde sadece otlatmayı kontrol etmek mümkün olmadığından (Tosun, 1968; Bakır, 1987), tohumlama önerilen en uygun ıslah yöntemidir (Altın ve ark., 2021). Tohumlamada kullanılacak çok yıllık yem bitkileri içerisinde baklagillerin ayrı bir yeri ve önemi vardır. Meraların baklagillerle tohumlanması toprakların hem azot miktarını hem de toprak organik karbonunu ve karbon tutulmasını önemli ölçüde artırmaktadır (Derner ve Schuman 2007). Bu da kaliteli bir toprağı ve sürdürülebilir bir üretimi mümkün kılar.

Türkiye’de meralar karasal iklimin hakim olduğu Doğu ve İç Anadolu Bölgelerinde yoğunlaşmıştır ve bu bölgelerde meralar toplam mera alanlarının %73’ünü oluşturmaktadır (Altın ve ark., 2011a). Doğu Anadolu’da yürütülen araştırmalarda, kıraç meraların tohumlanmasında karışıma alınacak çok yıllık yem bitkileri içerisinde yonca, korunga, otlak ayrığı, mavi ayrık ve kılçıksız brom türlerinin olması önerilmiştir (Tosun, 1968; Gökkuş, 1984; Altın ve ark., 2021). İç Anadolu Bölgesi meralarında yonca, korunga, kılçıksız brom, otlak ayrığı, mavi ayrık, kamışsı yumak ve çayırdüğmesi tavsiye edilen çok yıllık yem bitkileri içerisinde (Ünal, 1996; Geze, 2013). Karadeniz Bölgesinde, özellikle Samsun’da mera araştırmaları yürütülmüş ve bunların sonucunda tohumlamada yonca, korunga, ak üçgül, gazalboynuzu, kılçıksız brom, çok yıllık çim ve domuz ayrığı kullanılmış ve önerilmiştir (Aydın ve Uzun, 1999; Mut ve Ayan, 2011). Marmara Bölgesi meralarının tohumlanmasında yonca, korunga, gazalboynuzu, çok yıllık çim, domuz ayrığı ve kamışsı yumak önerilen türlerdir (Karahana, 1994; Özaslan Parlak ve ark., 2018; Alatürk ve Gökkuş, 2019). Çukurova’da gerek ot üretiminde gerekse mera ıslahında kamışsı yumak tavsiye edilmiştir (Çınar, 2012). Bunlar aynı zamanda Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından yürütülen Mera Islahı ve Yönetimi Projeleri kapsamında meraların tohumlanmasında kullanılan türlerdir.

Akdeniz kuşağının sığ ve fosforca fakir garig örtüleri gibi ekolojilerde çok yıllık otsu türlerle tohumlama çoğunlukla başarılı olmamaktadır (Gökkuş ve ark., 2014). Bu sebeple kurak bölgelerde verim gücünü kaybetmiş topraklara sahip meraların ıslahında derin kök sistemleri ile yerleşme başarısı gösteren ve hayvanlar için önemli kaba yem kaynağı olan çalı türlerinin dikimi önerilmektedir (El Aich, 1992; Le Houerou, 1998; Papanastasis ve ark., 1997, 2008; Chriyaa, 2009). Eğimli arazilerde teraslama ile birlikte çok yıllık tuz çalısı (*Atriplex canescens*)’nın dikimi yüzey akışını ve toprak erozyonunu kontrol etmede etkili yöntem olarak belirtilmiştir (Şahin ve Özcan, 2020). Ayrıca küresel ısınma, su kaynaklarının azalması ve bozulan doğal dengenin yeniden tesisi, marjinal alanların ve meraların kazanılması ve erozyon önlemede de bozkır otu (*Kochia prostrata*) çalısının kullanılabilirliği vurgulanmıştır (Acar ve Özköse, 2012). Üst toprak suyunun kaybolduğu kurak şartlarda derin kökler, toprak altındaki sudan faydalanmayı kolaylaştırdığı için (Li ve ark., 2022), derin köklenen çalı türleri kurak mevsimlerde yeşil kalabilmekte (Peguero-Pina ve ark., 2020) ve toprakların kimyasal ve fiziksel özelliklerini iyileştirmek suretiyle toprak verimliliğinin sürdürülmesine önemli katkılar sağlamaktadır (Parlak ve ark., 2012).

Örtü bitkisi olarak ekim: Az gelişen ve rekabetçi olmayan bitkiler ana bitkiye müdahale etmeden sürekli bitki örtüsü oluşturabilirler. Bunun için buğdaygiller önemli bir potansiyele sahiptir. Buğdaygillerin yoğun dallanan saçak kökleri toprak erozyonunu kontrol etme ve besin elementlerini bağlamada kazık köklerden daha başarılıdır. Çünkü her biri çok miktarda emici tüy içeren çok sayıdaki kök toprak parçacıklarına yapışır, su ve besinleri emerler (De Baets ve ark., 2006; Shit ve Maiti, 2012). Ayrıca fazla derine inmeyen yapıları ile de ana bitki ile rekabete girmezler. Bu bakımdan domuz ayrığı, çok yıllık çim, kamışsı yumak ve çayır salkımotu gibi çok yıllık buğdaygiller örtü bitkisi olarak ümit veren türlerdir.

Bu sistem ticari değeri yüksek mısır, pamuk, soya ve ayçiçeği gibi tarla bitkilerinde uygulanabildiği gibi meyve bahçelerinde alt örtü bitkisi olarak da ele alınabilir. Tarla bitkilerinde mısır tarımındaki bir örneği Schlautman ve ark. (2021) tarafından Şekil 3’de verilmiştir. Çok yıllık örtü bitkisi mısırın ekiminden önceki sonbahar veya ilkbaharda ekilmekte ve mısır ekim zamanında ise alan şeritler halinde işlenerek ekim yapılmaktadır. Sonbaharda mısır hasat edilir, ancak örtü bitkisi toprak yüzeyini kaplamaya devam eder. Çok yıllık serin iklim buğdaygilleri genelde yazın yüksek sıcaklıklarında durgunluğa girdikleri için (Malinowski ve Pinchak, 2015; Perera ve ark., 2019), mısır gibi yazlık bitkilere karşı rekabet güçleri de zayıflamış olur. Böylelikle toprak korunarak verimlilik kaybının önüne geçilir. Çok yıllık örtü bitkileri de uygun zamanlarda hasat edilerek ot üretimi gerçekleştirilir.



Şekil 3. Mısır tarımında çok yıllık örtü (yem) bitkisi sistemi uygulaması (Schlautman ve ark. (2021)'den değiştirilerek).

Figure 3. Application of perennial cover crop (forage) system in corn production.

Örtü bitkisi olarak çok yıllık yem bitkilerinin kullanımı bağ-bahçe tarımında da başvurulan bir uygulamadır. Özellikle çok yıllık türlerle oluşturulan örtü bitkisi yönetimi, toprak kalitesini iyileştirebilir, kaynak yönetimini geliştirebilir, meyve kalitesini olumlu etkiler, yabancı otları bastırabilir, faydalı böceklerin yaşam alanını ve böylece tozlaşmayı olumlu etkileyebilir. Örtü bitkileri aynı zamanda sürdürülebilir yönetim modellerinde toprağın ve verimliliğinin, suyun, organik maddenin ve biyolojik çeşitliliğin korunmasını destekler (Giacalone ve ark., 2021). Yine çok yıllık yem bitkileri ile oluşturulan alt örtü, toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini iyileştirip, besin kullanımını optimize eder ve bitkilerin dış besin kaynaklarına bağımlılığını azaltır (Scavo ve ark., 2022), toprak ve suyun korunmasına yardımcı olur (Tu ve ark., 2021). İdeal bir zemin örtüsü ile ağaç ve meyve büyümesine de destek olunur (Roper, 2005). Bu amaçla çoğunlukla çayır üçgülü, ak üçgül, kamışsı yumak ve kırmızı yumak gibi çok yıllık yem bitkileri kullanılmakta ve ağaçların aralarının otlatılması modern meyve bahçelerinde yaygın olarak uygulanmaktadır (Giacalone ve ark., 2021). Bunların yanında Roper (2005) tarafından elma bahçelerinde ağaçların arasına çok yıllık çim, çayır salkımotu, kılçiksız brom ve çayır kelpkuyruğundan oluşan çok yıllık buğdaygil yem bitkilerinin ekimi önerilmiştir. Sulu şartlarda meyve bahçelerinde, kuruda ise antepfıstığı, badem, zeytin ve bağ alanlarında ara ürün olarak yem bitkilerinin yetiştirilmesi erozyonu önlemenin yanında, nitelikli kaba yem ihtiyacının karşılanmasında da büyük öneme sahiptir (Gündoğan ve ark., 2010). Ancak bu tasarım iyi planlanmaz ise rekabetçi etkileşimlere ve verim kaybına yol açabilir. Buradaki amaç hem yetiştirme hem de yönetim yoluyla çok yıllık örtü (yem) bitkileri ve ürünler arasındaki tamamlayıcılığı en üst düzeye çıkarmaktır.

Dönüşümdeki Zorluklar

Dünyada giderek daha çok dikkat çeken ve bu yönde çok sayıda bilimsel çalışmaya konu olan çok yıllık yetiştirme sistemi, uygulama alanında da yer bulmaya başlamıştır. Ancak tek yıllık bitki yetiştiriciliğinin doğurduğu sorunların çözümü için çok yıllık yem bitkileri tarımına yönelmenin de bazı zorluklarının olacağı kuşkusuzdur. Hâlihazırda ülkemizde toprağı, dolayısıyla tarımsal ekosistemi korumaya yönelik olarak toprak üzerinde daha uzun süreli örtü oluşturan çok yıllık yem bitkilerinin yetiştiriciliği yeterli değildir. Elbette yeni bir sistemin önerilmesi ve uygulama alanında hayat bulabilmesi, bilgi ve farkındalık eksikliği, altyapı yetersizliği, alışkanlıklar, tarım sisteminin mevcut yapısı vb. gibi çok sayıda faktörün etkisine bağlı olduğundan sorunları da beraberine getirmektedir.

Türkiye’de nitelikli kaba yem üretimi ile çiftlik hayvanlarının ihtiyaçlarının karşılanmasında %40-65 arasında bir açıktan bahsedilmektedir (Gökkuş ve Hanoğlu Oral, 2022). Bunun yanında tarla alanlarında yem (ot + tane) üretimine ayrılan pay da %41,7 oranına ulaşmıştır (Gökkuş ve Coşkun, 2023). Bir tarafta kaba yem açığı, öte yanda yem üretimine ayrılan alanın artık genişletilemeyecek sınıra dayanmış olması, yeni çok yıllık yem bitkilerinin tarım sistemine dahil edilmesinin hem gerekliliğini hem de zorluğunu göstermektedir. Burada en uygun seçenek, yeni ekim alanları açmak yerine bir yıllık türlerin yerine mümkün olabildiği ölçüde çok yıllıkların ikame edilmesidir.

Çok yıllık türler yıllıklardan daha etkili bitki örtüsü sağlar, ancak uzun ömürlülerin yıllık ürün yetiştirme sistemlerine sokulması çoğunlukla uzun süreli arazi tahsisini gerektirir. Bu da çok yıllık sisteme dönüşümü zorlaştıracaktır.

Çok yıllık sistemin uygulanmasında uygun donanımlara gerek duyulabilir ve bunu bulmak en azından kısa vadede zor olabilir. Özellikle normal pulluğa göre daha dar sıra aralarını işleyen ve ardından ekim yapabilen kombine aletleri bulmak ve uygun fiyata almak kolay olmayacaktır.

Türkiye’de çiftçiler çoğunlukla bir yıllık ürün yetiştirme için toprak ve su kaynaklarına zarar verdiğinin, bunun da tarımsal üretimi azalttığı ve bu azalmayı telafi etmek için daha çok kimyasal kullanmak zorunda kaldığının farkında değildirler. Konunun önemi hem teknik eleman hem de üreticiler düzeyinde ele alınarak sistemin önemine dikkat çekilmelidir.


Ülkemizde tarım alanlarının terk edilmesi, tarımın genel sorunlarının başında gelmektedir. Örneğin, 1980 ile 2022 yılları arasından tarım alanları yaklaşık 28 milyon hektardan 23 milyon hektara düşmüştür (TÜİK, 2022). Bu durum köylerden daha büyük yerleşim merkezlerine olan göçler sonucu gerçekleşmiştir. Köyü (tarımı) terk eden gücü yerinde olan genç nüfustur. Bu nüfus kayması zorunlu olarak tarıma olan ilgiyi zayıflatmıştır. Zira yaşlı nüfusun %64,2’si tarım sektöründe çalışmaktadır (TÜİK, 2020) ve bu insanlar genelde mevcut konumlarını koruyarak, alışmış oldukları standartta yaşamının gayreti içerisindeyler. Çoğunlukla yeniliklere kapalıdır.

Sonuç

İnsanların çevreyi kullanarak temel ihtiyaçlarını karşıladıkları 12 bin yıllık geçmişe sahip en mühim ekonomik faaliyet olan tarım, aynı zamanda çevre sorunları da yaratan önemli kaynaklardan birisidir. Tarımsal verimliliğin yükselmesi ile birlikte çevrenin de önemli düzeyde bozulduğu araştırmacıların ortak kabulü haline gelmiştir (Ürkmez ve ark., 2024). Bu sebeple toprak ve suyun korunması ve çevre sorunlarına yol açan kimyasal kullanımının azaltılması, sürdürülebilir bir tarımsal yapı ile mümkündür. Bu amaçla azaltılmış toprak işleme veya sıfır sürüm, ekim nöbetinde baklagillere yer verilmesi vb. yöntemler arzulanan sonuçları verebilmektedir. Bunların yanında toprak yüzeyini koruyucu bitki örtüsünden yoksun bırakmayan ya da bitkisiz kalan süreyi kısaltan çok yıllık bitkilerin yetiştiriciliği de önemli bir tercih ve tedbirdir. Çok yıllık otsu türler toprağı koruma bakımından genellikle odunsu bitkilerden daha etkilidirler. Çok yıllık yem bitkileri ise toprağı koruma ve sürdürülebilir bir tarım için önemli olduğu gibi, hayvanlar için kıymetli olan ve halen yeterli üretimin sağlanamadığı nitelikli kaba yem üretiminin artırılmasına destek olmaktadır. Çok yıllık yem bitkilerinin tarım sistemi içerisindeki yetiştirildiği alanların artırılması ile mevcut kaba yem üretimi korunacağı, hatta başarılı uygulamalarla artırılacağı gibi, çevre kirliliği ve gıda güvenliği açısından da önemli gelişmeler sağlanmış olacaktır. Çok yıllık yetiştiriciliğe geçiş için mutlaka Tarım ve Orman Bakanlığının konunun önemini artıracak gerekli yayım faaliyetlerini yerine getirmeleri yanında, ekipman temini ve eksikliklerin karşılanması ile yetiştiricilere destek verilmesi, sistemin yerleşmesine büyük ölçüde fırsat verebilecektir.

Ek Bilgiler ve Beyanlar

Çıkar Çatışması Beyanı: Yazar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

 **Telif Hakkı:** 2024 Gökkuş



Bu çalışma Creative Commons CC-BY 4.0 Uluslararası Lisansı kapsamında lisanslanmıştır.

Kaynaklar

- Acar, R., Özköse, A. 2012. Importance of *Kochia prostrata* (L.) Schrad in arid and semi-arid regions for livestock feeds. CIHEAM Options Méditerranéennes: Série A. Séminaires Méditerranéens, n.102, pp. 375-379.
- Açıkgöz, E. 2021. Yem Bitkileri (I. Cilt). T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü, Ankara, 4489s.
- Akkaya, A. 2016. Kara nadas-buğday/arpa üretim sistemi yerine sürdürülebilir sistemler ikame edilmelidir. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Derg., 25(Özel sayı-1): 280-291.
- Alatürk, F., Gökkuş, A. 2019. Farklı ıslah yöntemlerinin hıdırellez kamçısı (*Asphodelus aestivus* Brot.)’nın oranı ile meranın verimi ve ot kalitesine etkileri. ÇOMÜ Ziraat Fak. Derg., 7(1): 109-117.
- Alewell, C., Ringeval, B., Ballabio, C., Robinson, D.A., Panagos, P., Borrelli, P. 2020. Global phosphorus shortage will be aggravated by soil erosion. Nature Communications, 11, 4546.

- Altın, M., Gökkuş, A., Koç, A. 2011a. Çayır Mera Yönetimi, Genel İlkeler (I. Cilt). TKB, TÜGEM, Çayır Mera Yem Bitkileri ve Havza Amenajmanı Daire Bşk., Ankara, 376s.
- Altın, M., Gökkuş, A., Koç, A. 2011b. Çayır Mera Yönetimi, Temel İlkeler (II. Cilt). TKB, TÜGEM, Çayır Mera Yem Bitkileri ve Havza Amenajmanı Daire Bşk., Ankara, 314s.
- Altın, M., Gökkuş, A., Koç, A. 2021. Çayır Mera Islahı (İkinci baskı). Palme Yayınevi, Ankara, 344s.
- Anderson, G.L. 2005. Range management. In; D. Hillel (Ed.), Encyclopedia of Soils in the Environment (pp. 360-365), Academic Press.
- Anderson-Teixeira, K.J., Masters, M.D., Black, C.K., Zeri, M., Hussain, M.Z., Bernacchi, C.J., DeLucia, E.H. 2013. Altered belowground carbon cycling following land-use change to perennial bioenergy crops. *Ecosystems*, 16: 508-520.
- Asbjornsen, H., Hernandez-Santana, V., Liebman, M., Bayala, J., Chen, J., Helmers, M., Ong, C.K., Schulte, L.A. 2013. Targeting perennial vegetation in agricultural landscapes for enhancing ecosystem services. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 29(2): 101-125.
- Avağ A., Koç, A., Kendir, H. 2012. Ulusal Mera Kullanım ve Yönetim Projesi Sonuç Raporu. TÜBİTAK Proje No: 106G017.
- Aydın, İ., Uzun, F. 1999. Ladik ilçesi Salur köyü merasında farklı ıslah metodlarının ot verimi ve botanik kompozisyon üzerine etkileri. *Türk Tarım ve Ormancılık Derg.*, 24: 301-307.
- Aydoğdu, M., Yıldız, H., Ünal, E., Özaydın, K.A., Dedeoğlu, F., Ataker, S., Kuz, V.Ö. 2020. Mera Varlığının ve Mera Durum Sınıflarının Belirlenmesi. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı TAGEM, Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enst. Proje Sonuç Raporu.
- Bakır, Ö. 1987. Çayır – Mera Amenajmanı. Ankara Üni. Ziraat Fak. Yay.: 992, Ders Kitabı: 292, Ankara, 362s.
- Banik, C., Bartel, C.A., Laird, D.A., Moore, K.J., Lenssen, A.W. 2020. Perennial cover crop influences on soil C and N and maize productivity. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 116: 135-150.
- Barron, J., Tharme, R.E., Herrero, M. 2013. Drivers and challenges for food security. In; E. Boelee (Ed.), *Managing Water and Agroecosystems for Food Security* (pp. 7-28), CAB Int.
- Black, A.L., Aase, J.K. 1988. The use of perennial herbaceous barriers for water conservation and the protection of soils and crops. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 22-23: 135-148.
- Bowles, T.M., Atallah, S.S., Campbell, E.E., Gaudin, A.C.M., Wieder, W.R., Grandy A.S. 2018. Addressing agricultural nitrogen losses in a changing climate. *Nature Sustainability*, 1: 399-408.
- Büyükburç, U., Açıkgöz, E., Ekiz, H., Karagüllü, N. 1987. Değişik Kökenli Kültür ve Yabani Korunga Türlerinin Tarımsal Özellikleri Üzerinde Araştırmalar. TÜBİTAK Tarım ve Ormancılık Araştırma Grubu, Proje No: KBTBAÜ-22, 27s.
- Chamberlain, L.A., Aguayo, T., Zerega, N.J.C., Dybzinski, R., Egerton-Warburton, L.M. 2022. Rapid improvement in soil health following the conversion of abandoned farm fields to annual or perennial agroecosystems. *Frontiers Sustainable Food Systems*, 6, 1010298.
- Chriyaa, A. 2009. The use of shrubs in livestock feeding in low rainfall areas. In; V. Willye (Ed.), *Land Use, Land Cover and Soil Science* (11p.). Vol. V, EOLSS.
- Çınar, S. 2012. Çukurova bölgesinde bazı kamışsı yumak (*Festuca arundinaceae* Schreb.) çeşit ve populasyonlarının verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. *GOÜ, Ziraat Fak. Derg.*, 29(1): 29-33.
- Crews, T.E. 2005. Perennial crops and endogenous nutrient supplies. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 20(1): 25-37.
- Cui, L., Ren, Y., Murray, T.D., Yan, W., Guo, Q., Niu, Y., Sun, Y., Li, H. 2018. Development of perennial wheat through hybridization between wheat and wheatgrasses: A review. *Engineering*, 4(4): 507-513.
- De Baets, S., Poesen, J., Gyssels, G., Knapen, A. 2006. Effects of grass roots on the erodibility of topsoils during concentrated flow. *Geomorphology*, 76(1-2): 54-67.
- Deniz, S., Akdeniz, H., Avcı, M., Kara, M.A. 2005. Farklı devrelerde biçilen korunganın verim potansiyeli ile sindirilebilirlik ve enerji düzeylerinin in vivo ve vitro yöntemlerle belirlenmesi. *Veteriner Bil. Derg.*, 21(3-4): 47-55.
- Derner, J.D., Schuman, G.E. 2007. Carbon sequestration and rangelands: A synthesis of land management and precipitation effects. *J. Soil and Water Conservation*, 62(2): 77-85.
- Deveci, M., Sıralı, R., Cımbırtoğlu, Ş. 2012. Korunga (*Onobrychis* sp.) yetiştiriciliğinin arıcılık açısından önemi. *Arıcılık Araştırma Derg.*, 4(8): 16-19.
- Dietzel, R., Liebman, M., Archontoulis, S. 2017. A deeper look at the relationship between root carbon pools and the vertical distribution of the soil carbon pool. *Soil*, 3: 139-152.
- Edwards, T., Howieson, J., Nutt, B., Yates, R., O'hara, G., van Wyk, B.E. 2019. A ley-farming system for marginal lands based upon a self-regenerating perennial pasture legume. *Agronomy for Sustainable Development*, 39, 13.
- El Aich, A. 1992. Fodder trees and shrubs in range and farming systems in North Africa. In; A. Speedy & P. Pugliese (Eds.), *Legume Trees and Other Fodder Trees as Protein Sources for Livestock*. FAO, Rome, M-23.

- FAO. 2011. Biodiversity for Food and Agriculture – Contributing to food security and sustainability in a changing world. Food and Agriculture Organization of the United Nations and the Platform for Agrobiodiversity Research, 66p.
- Geze, M. 2013. Yozgat Koşullarında Yapay Mera Tesisinde Kullanılabilecek Uygun Yem Bitkileri Karışımlarının Belirlenmesi (Yüksek Lisans Tezi). Bozok Üni. Fen Bilimleri Enst. Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yozgat, 61s.
- Giaccalone, G., Peano, C., Isocrono, D., Sottile, F. 2021. Are cover crops affecting the quality and sustainability of fruit production? *Agriculture*, 11(12): 1201.
- Gliessman, S.R. 2015. *Agroecology: The Ecology of Sustainable Food Systems* (3rd Ed.). CRC Press, 364p.
- Glover, J.D., Culman, S.W., DuPont, S.T., Broussard, W., Young, L., Mangan, M.E., Mai, J.G., Crews, T.E., DeHaan, L.R., Buckley, D.H., Ferris, H., Turner, R.E., Reynolds, H.L., Wyse, D.L. 2010. Harvested perennial grasslands provide ecological benchmarks for agricultural sustainability. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 137: 3-12.
- Gökkuş, A. 1984. Değişik Islah Yöntemleri Uygulanan Erzurum Tabii Meralarının Kuru Ot ve Ham Protein Verimleri ile Botanik Kompozisyonları Üzerinde Araştırmalar (Doktora Tezi). Atatürk Üni. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Bölümü, Erzurum.
- Gökkuş, A. 2020. A review on the factors causing deterioration of rangelands in Turkey. *Turkish J. Range and Forage Sci.*, 1(1): 28-34.
- Gökkuş, A. 2024. Tarım kaynaklı sorunlar ve sürdürülebilir bir tarım için çok yıllık yem bitkilerinin önemi: I. Sorunlar. *Bilim-Teknoloji-Yenilik Ekosistemi Derg.*, 5(1): 1-16.
- Gökkuş, A., Baytekin, H., Müftüoğlu, N.M., Özasan Parlak, A., Parlak, M., Tölu, C. 2014. Gökçeada'da Bodur Çalılı Meraların Yakma ve Mekanik Yollarla Islahı ile Yönetim İlkelerinin Belirlenmesi. TÜBİTAK Proje No: 110O260 Sonuç Raporu, 277s.
- Gökkuş, A., Coşkun, E. 2023. Geleceğin Türkiye'sinde doğal çayır ve meraların önemi. *Acta Natura et Scientia*, 4(1): 58-67.
- Gökkuş, A., Hanoğlu Oral, H. 2022. An Important Forage Source for Animals: Small Grain Pastures. *Acta Natura et Scientia*, 3(1): 1-14.
- Gökkuş, A., Kantar, F., Karadoğan, T., Koç, A. 2012. Tarla Bitkileri (3. Baskı). Atatürk Üni. Ziraat Fak. Ders Yay. No: 188, AÜZF Ofset Tesisi, Erzurum, 211s.
- Gökkuş, A., Koç, A., Serin, Y., Çomaklı, B., Tan, M., Kantar, F. 1999. Hay yield and nitrogen harvest in smooth brome grass mixtures with alfalfa and red clover in relation to nitrogen application. *European J. Agron.*, 10: 145-151.
- Gündoğan, R., Erol, A., Demirkıran, A.R., Sarıkoç, M. 2010. Türkiye'de ara ve ön ürün olarak yem bitkileri potansiyeli ve erozyon kontrolündeki önemi. Çölleşme ile Mücadele Sempozyumu, 17-18 Haziran 2010, Çorum, Tebliğler Kitabı, s. 552-561.
- Hanoğlu Oral, H., Gökkuş, A. 2021. Evaluation of total roughage production and its sufficiency for livestock in Turkey. *Iğdır Üni. Fen Bilimleri Enst. Derg.*, 11(3): 2423-2433.
- Hatfield, R.D., Kalscheur, K.F. 2020. Carbohydrate and protein nutritional chemistry of forages. In; K.J. Moore, M. Collins, C.J. Nelson & D.D. Redfearn (Eds.), *Forages - The Science of Grassland Agriculture* (7th ed. Vol. II) (pp. 595-607). Wiley Blackwell Publishing.
- He, M., Pan, Y., Zhou, G., Barry, K.E., Fu, Y., Zhou, X. 2022. Grazing and global change factors differentially affect biodiversity-ecosystem functioning relationships in grassland ecosystems. *Global Change Biology*, 28: 5492-5504.
- Huddell, A.M. 2021. Reactive Nitrogen Losses from Agricultural Frontiers (Doctorate Thesis). Columbia Univ. Graduate School of Arts and Sciences, 156p.
- Ibrahim, M., Iqbal, M., Tang, Y., Khan, S., Guan, D., Li, G. 2022. Phosphorus mobilization in plant-soil environments and inspired strategies for managing phosphorus: A review. *Agronomy*, 12(10): 2539.
- İlbaş, A.İ. 2009. *Organik Tarım – İlkeler ve Ulusal Mevzuat*. Eflatun Yayınevi, Ankara, 267s.
- Issah, G., Schoenau, J.J., Lardner, H.A., Knight, J.D. 2020. Nitrogen fixation and resource partitioning in alfalfa (*Medicago sativa* L.), cicer milkvetch (*Astragalus cicer* L.) and sainfoin (*Onobrychis viciifolia* Scop.) using ¹⁵N enrichment under controlled environment conditions. *Agronomy*, 10(9): 1438.
- Jennings, G. 2019. More to perennial cereals than yield. *SANTFA The Cutting Edge*, pp. 24-28.
- Jiao, T., Nie, Z., Zhao, G., Cao, W. 2015. Changes in soil physical, chemical, and biological characteristics of a temperate desert steppe under different grazing regimes in Northern China. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, doi: 10.1080/00103624.2015.1122801.
- Jørgensen, U., Lærke, P.E. 2016. Perennial grasses for sustainable European protein production. In; S. Barth, D. Murphy-Bokern, O. Kalinina, G. Taylor & M. Jones (Eds.), *Perennial Biomass Crops for a Resource-Constrained World* (pp. 33-41). Springer.
- Kacar, B. 1977. Bitki Besleme. Ankara Üni. Ziraat Fak. Yay.: 637, Ders Kitabı: 200, 317s.
- Karahan, A. 1994. Üstten Tohumlama Yöntemiyle Mera Islahı Üzerine Araştırmalar (Yüksek Lisans Tezi). Trakya Üni. Fen Bilimleri Enst., Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Tekirdağ.

- Karlen, D.L., Rice, C.W. 2015. Soil degradation: will humankind ever learn? *Sustainability*, 7: 12490-12501.
- Laban, P., Metternicht, G., Davies, J. 2018. *Soil Biodiversity and Soil Organic Carbon: Keeping Drylands Alive*. IUCN Global Drylands Initiative, Switzerland, 23p.
- Le Houerou, H.N. 1998. Environmental aspects of fodder trees and shrubs plantation in the Mediterranean Basin. *Fodder Shrubs: The Role in Mediterranean Arid and Semiarid Land Development and Environmental Course*, 28th Sept.-October 9th, Rabat, Morocco, 25p.
- Ledo, A., Smith, P., Zerihun, A., Whitaker, J., Vicente-Vicente, J.L., Qin, Z., McNamara, N.P., Zinn, Y.L., Llorente, M., Liebig, M., Kuhnert, M., Dondini, M., Don, A., Diaz-Pines, E., Datta, A., Bakka, H., Aguilera, E., Hillier, J. 2020. Changes in soil organic carbon under perennial crops. *Global Change Biology*, 26: 4158-4168.
- Li, B., Zhang, X., Morita, S., Sekiya, N., Araki, H., Gu, H., Han, J., Lu, Y., Liu, X. 2022. Are crop deep roots always beneficial for combating drought: A review of root structure and function, regulation and phenotyping. *Agricultural Water Management*, 271, 107781.
- Li, W., Huang, H., Zhang, Z., Wu, G. 2011. Effects of grazing on the soil properties and C and N storage in relation to biomass allocation in an alpine meadow. *J. Soil Sci. and Plant Nutrition*, 11(4): 27-39.
- Liu, B., Xie, G., Zhang, X., Zhao, Y., Yin, X., Cheng, C. 2015. Vegetation root system, soil erosion and ecohydrology system: A review. *Int. Forum on Energy, Environment Science and Materials (IFEESM 2015)*, 271-279.
- Lonnie, M., Hooker, E., Brunstrom, J.M., Corfe, B.M., Green, M.A., Watson, A.W., Williams, E.A., Stevenson, E.J., Penson, S., Johnstone, A.M. 2018. Protein for life: Review of optimal protein intake, sustainable dietary sources and the effect on appetite in ageing adults. *Nutrients*, 10(3): 360, 18p., doi: 10.3390/nu10030360.
- López-Vicente, M., Calvo-Seas, E., Álvarez, S., Cerdà, A. 2020. Effectiveness of cover crops to reduce loss of soil organic matter in a rainfed vineyard. *Land*, 9(7): 230, doi.org/10.3390/land9070230.
- Malinowski, D.P., Pinchak, W.E. 2015. Summer dormancy trait as a strategy to provide perennial cool-season grass forage alternatives in southern latitude environments affected by climate change. *Agronomy J.*, 107(4): 1227-1234.
- McDermot, C., Elavarthi, S. 2014. Rangelands as carbon sinks to mitigate climate change: A review. *J. Earth Science and Climate Change*, 5(8): 221.
- Mgalula, M.E., Wasonga, O.V., Hülsebusch, C., Richter, U., Hensel, O. 2021. Greenhouse gas emissions and carbon sink potential in Eastern Africa rangeland ecosystems: A review. *Pastoralism: Research, Policy and Practice*, 11, 19.
- Milazzo, F., Francksen, R.M., Abdalla, M., Enri, S.R., Zavattaro, L., Pittarello, M., Hejduk, S., Newell-Price, P., Schils, R.L.M., Smith, P., Vanwallegem, T. 2023. An overview of permanent grassland grazing management practices and the impacts on principal soil quality indicators. *Agronomy*, 13(5): 1366.
- Mondal, S. 2021. Impact of climate change on soil fertility. In; D.K. Choudhary, A. Mishra & A. Varma (Eds.), *Climate Change and the Microbiome, Sustenance of the Ecosphere* (pp. 551-569). Springer.
- Mosier, S., Córdova, S.C., Robertson, G.P. 2021. Restoring soil fertility on degraded lands to meet food, fuel, and climate security needs via perennialization. *Frontiers Sustainable Food Systems*, 5, 706142.
- Müftüoğlu, N.M., Demirel, T. 1998. Toprakta azot bilançosu. *Atatürk Üni. Ziraat Fak. Derg.*, 29(1): 175-185.
- Mulat, Y., Kibret, K., Bedadi, B., Mohammed, M. 2021. Soil quality evaluation under different land use types in Kersa sub-watershed, eastern Ethiopia. *Environmental Systems Research*, 10, 19.
- Mut, H., Ayan, İ. 2011. Farklı ıslah yöntemlerinin sürülüp terkedilen bir meranın botanik kompozisyonuna etkileri. *YYÜ Tarım Bil. Derg.*, 21(3): 174-189.
- Novara, A., Pisciotta, A., Minacapilli, M., Maltese, A., Capodici, F., Cerdà, A., Gristina, L. 2018. The impact of soil erosion on soil fertility and vine vigor – A multidisciplinary approach based on field, laboratory and remote sensing approaches. *Science of the Total Environment*, 622-623: 474-480.
- Nunes, A.N. 2011. Soil erosion under different land use and cover types in a marginal area of Portugal. In; D. Godone & S. Stanchi (Eds.), *Soil Erosion Studies* (pp. 59-86). IntechOpen.
- Özaslan Parlak, A., Gökkuş, A., Alaturk, F. 2018. Botanical composition, forage yield and quality under different improved Mediterranean rangeland. *Mediterranean Agric. Sci.*, 31(2): 141-147.
- Özbek, H. 2011. Korunga (*Onobrychis viciifolia* SCOP.): Önemli bir arı bitkisi. *Uludağ Arıcılık Derg.*, 11(2): 51-62.
- Özdemir, S., Çağan, E., Kökten, K., Uçar, R., Kutlu, M.A., Mokhtarzadeh, S., Ekmekçi, M. 2023. Korunga kesinin kaba yem kaynağı olarak öneminin incelenmesi. *ADYUTAYAM*, 11(1): 1-9.
- Papanastasis, V.P., Plats, P.D., Dini-Papanastasis, O. 1997. Productivity of deciduous woody species and fodder species in relation to air temperature and precipitation in a Mediterranean environment. *Agroforestry Syst.*, 37(2): 187-198.
- Papanastasis, V.P., Yiakoulaki, M.D., Decandia, M., Dini-Papanastasis, O. 2008. Integrating woody species into livestock feeding in the Mediterranean areas of Europe. *Animal Feed Sci. and Tech.*, 140(1-2): 1-17.
- Parlak, M., Gökkuş, A., Özaslan Parlak, A. 2012. Çanakkale meralarında bazı çalılıkların toprak özelliklerine etkileri. *Toprak Su Derg.*, 1(2): 88-98.

- Peguero-Pina, J.J., Vilagrosa, A., Alonso-Forn, D., Ferrio, J.P., Sancho-Knapik, D., Gil-Pelegrín, E. 2020. Living in drylands: Functional adaptations of trees and shrubs to cope with high temperatures and water scarcity. *Forests*, 11(10): 1028, doi.org/10.3390/f11101028.
- Pelletier, N., Audsley, E., Brodt, S., Garnett, T., Henriksson, P., Kendall, A., Kramer, K.J., Murphy, D., Nemecek, T., Troell, M. 2011. Energy intensity of agriculture and food systems. *The Annual Review of Environment and Resources*, 36: 223-246.
- Perera, R.S., Cullen, B.R., Eckard, R.J. 2019. Growth and physiological responses of temperate pasture species to consecutive heat and drought stresses. *Plants*, 8: 227.
- Pert, P.L., Boelee, E., Jarvis, D.I., Coates, D., Bindraban, P., Barron, J., Tharme, R.E., Herrero, M. 2013. Challenges to agroecosystem management. In; E. Boelee (Ed.), *Managing Water and Agroecosystems for Food Security* (pp. 42-52). CAB Int.
- Pimentel, D., Harvey, C., Resosudarmo, P., Sinclair, K., Kurz, D., McNair, M., Crist, S., Shpritz, L., Fitton, L., Saffouri, R., Blair, R. 1995. Environmental and economic costs of soil erosion and conservation benefits. *Science*, 267(5201) : 1117-1123.
- Pimentel, D., Pimentel, M. 2003. Sustainability of meat-based and plant-based diets and the environment. *The American J. Clinical Nutrition*, 78(3): 660S-663S.
- Pimentel, D., Pimentel, M.H. 2008. *Food, Energy, and Society* (3rd. Ed.). CRC Press, 380p.
- Pittarello, M., Probo, M., Perotti, E., Lonati, M., Lombardi, G., Enri, S.R. 2019. Grazing Management Plans improve pasture selection by cattle and forage quality in sub-alpine and alpine grasslands. *J. Mountain Sci.*, 16(9): 2126-2135.
- Pulungan, M.A., Suzuki, S., Gavina, M.K.A., Tubay, J.M., Ito, H., Nii, M., Ichinose, G., Okabe, T., Ishida, A., Shiyomi, M., Togashi, T., Yoshimura, J., Morita, S. 2019. Grazing enhances species diversity in grassland communities. *Scientific Reports*, 9: 11201.
- Randall, G.W., Mulla, D. 2001. Nitrate nitrogen in surface waters as influenced by climatic conditions and agricultural practices. *J. Environmental Quality*, 30(2): 337-344.
- Rasse, D.P., Rumpel, C., Dignac, M.F. 2005. Is soil carbon mostly root carbon? Mechanisms for a specific stabilization. *Plant and Soil*, 269: 341-356.
- Roper, T.R. 2005. *Orchard-Floor Management for Fruit Trees*. Univ. of Wisconsin Ext. Coop. Serv., A3562, 4p.
- Ross-Ibarra, J., Morrell, P.L., Gaut, B.S. 2007. Plant domestication, a unique opportunity to identify the genetic basis of adaptation. *PNAS*, 104(no. suppl. 1): 8641-8648. doi: 10.1073/pnas.0700643104.
- Roumet, C., Urcelay, C., Díaz, S. 2006. Suites of root traits differ between annual and perennial species growing in the field. *New Phytologist*, 170(2): 357-368.
- Şahin, U., Özcan, M. 2020. Effect of different soil conservation methods and planting with four-wing salt bush (*Atriplex canescens*) on soil erosion in a semi-arid region of Turkey. *BOSQUE*, 41(3): 253-260.
- Scavo, A., Fontanazza, S., Restuccia, A., Pesce, G.R., Abbate, C., Mauromicale, G. 2022. The role of cover crops in improving soil fertility and plant nutritional status in temperate climates. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 42: 93.
- Scheinost, P.L., Lammer, D.L., Cai, X., Murray, T.D., Jones, S.S. 2001. Perennial wheat: The development of a sustainable cropping system for the U.S., Pacific Northwest. *American J. Alternative Agric.*, 16(4): 147-151.
- Schlautman, B., Bartel, C., Diaz-Garcia, L., Fei, S., Flynn, S., Haramoto, E., Moore, K., Raman, D.R. 2021. Perennial groundcovers: an emerging technology for soil conservation and the sustainable intensification of agriculture. *Emerging Topics in Life Sciences*, 5: 337-347.
- Semmartin, M., Oesterheld, M. 1996. Effect of grazing pattern on primary productivity. *Oikos*, 75(3): 431-436.
- Şentürk, B. 2015. The relationship between animal-originated food demand and income growth in Turkey. *Atatürk Üni. Veteriner Bil. Derg.*, 10(1): 1-5.
- Serin, Y., Gökkuş, A., Tan, M., Koç, A., Çomaklı, B. 1998. Sun'î çayır tesisinde kullanılabilir uygun yembitkileri ve karışımlarının belirlenmesi. *Türk Tarım ve Orm. Derg.*, 22: 13-20.
- Shi, X.M., Li, X.G., Li, C.T., Zhao, Y., Shang, Z.H., Ma, Q. 2013. Grazing exclusion decreases soil organic C storage at an alpine grassland of the Qinghai-Tibetan Plateau. *Ecological Engineering*, 57: 183-187.
- Shit, P.K., Maiti, R. 2012. Effects of plant root density on the erodibility of lateritic topsoil by simulated flume experiment. *Int. J. Forest, Soil and Erosion*, 2(3): 137-142.
- Shourie, A., Singh, A. 2021. Impact of Climate Change on Soil Fertility. In; D.K. Choudhary, A. Mishra & A. Varma (Eds.), *Climate Change and the Microbiome, Sustenance of the Ecosystem* (pp. 49-62). Springer.
- Smith, C.M., David, M.B., Mitchell, C.A., Masters, M.D., Anderson-Teixeira, K.J., Bernacchi, C.J., Delucia, E.H. 2013. Reduced nitrogen losses after conversion of row crop agriculture to perennial biofuel crops. *J. Environmental Quality*, 42(1): 219-28.

- Soto-Gomez, D., Pérez-Rodríguez, P. 2022. Sustainable agriculture through perennial grains: Wheat, rice, maize, and other species. A review. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 325, 107747.
- Teague, W.R. 2015. Toward restoration of ecosystem function and livelihoods on grazed agroecosystems. *Crop Sci.*, 55(6): 2550–2556.
- Teague, W.R., Dowhower, S.L., Baker, S.A., Haile, N., Delaune, P.B., Conover, D.M. 2011. Grazing management impacts on vegetation, soil biota and soil chemical, physical and hydrological properties in tall grass prairie. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 141: 310-322.
- Tilman, D., Socolow, R., Foley, J.A., Hill, J., Larson, E., Lynd, L., Pacala, S., Reilly, J., Searchinger, T., Somerville, C., Williams, R. 2009. Beneficial biofuels - the food, energy, and environment trilemma. *Science*, 325: 270-271.
- Tosun, F. 1968. Doğu Anadolu Kıraç Meralarının İslahında Uygulanacak Teknik Metodların Tespiti Üzerinde Bir Araştırma. Atatürk Üni. Ziraat Fak. Zirai Araş. Enst. Araştırma Bülteni: 29, Erzurum, 29s.
- Tosun, F., Altın, M. 1981. Erzurum kıraç koşullarında ekim nöbeti denemeleri. Kuru Tarım Bölgelerinde Nadas Alanlarından Yararlanma Sempozyumu, 28-30.Eylül.1981, Ankara.
- Tosun, F., Altın, M., Akten, Ş., Akkaya, A., Serin, Y., Çelik, N. 1987. Erzurum kıraç şartlarında bazı ekim nöbeti sistemlerinin buğday verimine etkileri üzerinde bir araştırma. Türkiye Tahıl Sempozyumu, 6-9 Ekim 1987, Görükle, Bursa, s.123-135.
- Tu, A., Xie, S., Zheng, H., Li, H., Li, Y., Mo, M. 2021. Long-term effects of living grass mulching on soil and water conservation and fruit yield of citrus orchard in south China. *Agricultural Water Management*, 252: 106897.
- TÜİK. 2020. Nüfus istatistikleri. Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara.
- TÜİK. 2022. Tarım istatistikleri. Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara.
- Ünal, S. 1996. Orta Anadolu'da bazı çayır ve mera ıslah ve amenajman çalışmaları. Tarla Bitkileri Merkez Araş. Enst. Derg., 5(2): 11-23.
- Ürkmez, İ., Sevim, A., Çatık, A. 2024. The relationship between agriculture and carbon dioxide emission in Türkiye: A non-linear evidence. *Tekirdağ Ziraat Fak. Derg.*, 21(1): 94-110.
- Van Tassel, D.L., Albrecht, K.A., Bever, J.D., Boe, A.A., Brandvain, Y., Crews, T.E., Gansberger, M., Gerstberger, P., González-Paleo, L., Hulke, B.S., Kane, N.C., Johnson, P.J., Pestsova, E.G., Picasso Risso, V.D., Prasifka, J.R., Ravetta, D.A., Schlautman, B., Sheaffer, C.C., Smith, K.P., Speranza, P.R., Turner, M.K., Vilela, A.E., von Gehren, P., Wever, C. 2017. Accelerating silphium domestication: an opportunity to develop new crop ideotypes and breeding strategies informed by multiple disciplines. *Crop Science*, 57(3): 1274-1284.
- Wortman, S.E. 2016. Weedy fallow as an alternative strategy for reducing nitrogen loss from annual cropping systems. *Agronomy for Sustainable Development*, 36: 61.
- Wu, G. 2016. Dietary protein intake and human health. *Food & Function*, doi: 10.1039/C5FO01530H.
- Wu, G., Liu, Y., Cui, Z., Liu, Y., Shi, Z., Yin, R., Kardol, P. 2020. Trade-off between vegetation type, soil erosion control and surface water in global semi-arid regions: A meta-analysis. *J. Applied Ecology*, 57(5): 875-885.
- Yoshitake, S., Soutome, H., Koizumi, H. 2014. Deposition and decomposition of cattle dung and its impact on soil properties and plant growth in a cool-temperate pasture. *Ecological Research*, 29: 673-684.
- Zhang, Y., Liu, B., Zhang, Q., Xie, Y. 2003. Effect of different vegetation types on soil erosion by water. *Acta Botanica Sinica*, 45(10): 1204-1209.
- Zhou, P., Luukkanen, O., Tokola, T., Nieminen, J. 2008. Effect of vegetation cover on soil erosion in a mountainous watershed. *CATENA*, 75(3): 319-325.



TÜRKİYE CUMHURİYETİ'NİN
YÜZ BİRİNCİ YILI



Farklı Yulaf (*Avena sativa* L.) Genotiplerinin Tane Verimi ve Yem Kalitesi Yönünden Değerlendirilmesi

Turhan Kahraman¹ , Fırat Alatürk²

¹Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Edirne, Türkiye

²Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Çanakkale, Türkiye

Makale Geçmişi

Geliş: 25/06/2024

Kabul: 02/11/2024

Yayınlama: 10/11/2024

Araştırma Makalesi

Öz: Bu çalışma farklı yulaf genotiplerinin tane verimi ile bazı yem kalite özellikleri incelenerek hayvan beslemesi için bölgeye uygun genotiplerin belirlenmesi amacıyla 2018-19 ve 2019-20 yetiştirme sezonlarında Edirne'de yürütülmüştür. Yirmi yulaf genotipinin kullanıldığı denemede, 5 standart çeşit (Kırklar, Kahraman, Küçükyağla, Yeniçeri ve Sebat) yer almıştır. Deneme Tesadüf Blokları Deneme Desenine göre üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Araştırmada genotiplerinin tane verimi (TV), bitki boyu (BB) ile bazı yem kalite özelliklerinden asit deterjan lif (ADF), nötral deterjan lif (NDF), ham protein (HP) ve nişasta miktarı (NM) değerleri incelenmiştir. Yılın ADF üzerine etkisi istatistiksel anlamda önemli olmazken, diğer tüm özellikler üzerinde genotip, yıl ve genotip x yıl etkisi istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur. Çalışma sonucuna göre ADF ile NDF arasında ($r=0.8887^{**}$) pozitif ve önemli bir ilişki belirlenirken, NM ile ADF ($r=-0.7787^{**}$) ve NDF arasında ($r=-0.9465^{**}$) ise negatif ve önemli bir ilişki belirlenmiştir. İki yıl ortalamasına göre genotiplerinin TV; 642.2-941.9 (861.4) kg da⁻¹, BB; 98.5-130.3 (115.1) cm, ADF; %13.4-22.2 (16.3), NDF; %24.0-3.9 (30.1), HP; %10.6-13.1 (12.1) ve NM; %39.6-52.3 (45.1) arasında değişim göstermiştir. Tane verimi yönünden iki yıl ortalamasına göre 11 (941.9 kg da⁻¹), 3 (926.2 kg da⁻¹) ve 7 (917.4 kg da⁻¹) nolu genotiplerden en yüksek verim alınmıştır. İncelenen kalite özellikleri yönünden 3, 15, 6 ve 7 nolu hatlar en kaliteli genotipler olarak belirlenmiştir. Tane verimi ve yem kalitesi yönünden Küçükyağla çeşidi ile 3, 7 ve 6 nolu genotiplerinin bölge için en uygun olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yulaf, *Avena sativa*, tane verimi, protein, nişasta, ADF

Evaluation of Different Oat (*Avena sativa* L.) Genotypes for Grain Yield and Forage Quality

Abstract: This study was carried out in Edirne during the 2018-19 and 2019-20 growing seasons in order to determine the genotypes suitable for the region for animal feeding by examining the grain yield and some feed quality characteristics of different oat genotypes. The research was established according to the "Randomized Complete Block Design" with three replications. Twenty oat genotypes were used in the experiment and 5 standard varieties (Kırklar, Kahraman, Küçükyağla, Yeniçeri and Sebat) were included. Grain yield (GY), plant height (PL) and some forage quality traits such as acid detergent fiber (ADF), neutral detergent fiber (NDF), crude protein (CP) and starch content (SC) values of the

Article History

Received: 25/06/2024

Accepted: 02/11/2024

Published: 10/11/2024

Research Article

¹Correspondence (Sorumlu yazar): turhan.kahraman@tarim.gov.tr

Citation (Alıntı): Kahraman, T., & Alatürk, F. (2024). Farklı yulaf (*Avena sativa* L.) genotiplerinin tane verimi ve yem kalitesi yönünden değerlendirilmesi. Bilim-Teknoloji-Yenilik Ekosistemi Dergisi, 5(2), 81-89.

genotypes were investigated. While the year effect of genotypes was not statistically significant, genotype, year, genotype x year interaction was found statistically significant in terms of all other characteristics. According to the results of the study, a positive and significant correlation was determined between ADF and NDF ($r=0.8887^{**}$), while a negative and significant correlation was determined between SC and ADF ($r=-0.7787^{**}$) and NDF ($r=-0.9465^{**}$). According to two-year average of oat genotypes ranged between GY; 642.2-941.9 (861.4) kg da-1, PH; 98.5-130.3 (115.1) cm, ADF; 13.4-22.2 (16.3)%, NDF; 24.0-35.9 (30.1)%, CP; 10.6-13.1 (12.1)% and SC; 39.6-52.3 (45.1)%. In terms of grain yield, the highest yield was obtained from genotypes 11 (941.9 kg da-1), 3 (926.2 kg da-1) and 7 (917.4 kg da-1). The genotypes 3, 15, 6 and 7 were determined as highest quality genotypes. Küçükyağla variety and genotypes 3, 7 and 6 were determined to be the most suitable for the region in terms of grain yield and feed quality.

Keywords: Oat, *Avena sativa*, grain yield, protein, starch, ADF

Giriş

Yulaf (*Avena sativa* L.)'in en geniş kullanılma alanı hayvan beslemesidir. Ayrıca insan beslenmesinde kullanılan bir tahıl bitkisidir (Buerstmayr, 2007). Yulaf sapsarı daha yumuşak, yaprağı daha bol olduğundan, organik ve mineral maddelerce buğday ve arpa samanından zengindir. Yulaf hayvan yemi olarak tane, yeşil ot, silaj, saman ve fiğ-yem bezelyesi gibi baklagillerin karışımlarında destek bitkisi olarak kullanılır. Tahıllar arasında evcil hayvanların beslenmesinde protein oranı ve kalitesi bakımından en iyi olarak bilinen yulaf aynı zamanda en yüksek yağ içeriğine sahiptir. Yulaf tanesindeki karbonhidrat, yağ, protein, lif, mineral madde ve vitamin oranı yüksektir. Bu durum yulafın besleme değerini ve lezzetini arttırmakta ve hayvanlar tarafından sevilerek yenmesini sağlamaktadır (Kün, 1988). Yulaf protein içeriğinin yüksek olması nedeniyle çiftlik hayvanlarının beslenmesinde de önemli bir bitkidir (Wood, 2001). Hayvan beslenmesinde kullanılan yulaf bitkisinin insanlar için protein, β -glukan ve çözülebilir lif oranının yüksek, yağ oranının ise düşük olmasının aksine maksimum enerji sağlaması için protein ve yağ oranının yüksek, β -glukan oranının ise düşük olması istenmektedir (Peterson ve ark., 2005).

NDF hayvanların yem alımına doğrudan etkili olduğundan, yemde NDF oranı düştükçe hayvanın yem alımı artar (Van Soest ve ark., 1991). NDF içerisinde çözünebilir maddeler çoğunlukla nişasta, şeker, ham protein ve yağdan meydana gelmekte olup %98 oranında sindirilebilir haldedir. Ancak NDF miktarı artıkça NDF içerisinde yer alan çözünebilir maddeler düşer. Yemlerin türüne ve olgunlaşma derecesine göre NDF içerikleri değişiklik gösterir (Karabulut ve Canbolat, 2005). NDF oranı kuru madde bazında %25-32 arasında olduğu zaman, optimum düzeyde verim elde edilebilmektedir (Tekce ve Gül, 2014). Yemin sindirilebilirliği ve hayvanın enerji alımı hakkında fikir vermektedir. Yüksek içerikli yemlerin sindirilebilirliği ve enerji değeri düşüktür (Kutlu, 2008). Yulaf, diğer tahıl türleri ile kıyaslandığında serin, yağışlı bölgeler ve daha düşük verimli topraklar gibi marjinal alanlarda kolayca yetiştirilmektedir (Hoffmann, 1995). Tahıllar içerisinde soğuklara en hassas olan yulaf kışlık ve yazlık olarak ekilmektedir. Kışı sert geçen yerlerde yazlık ekilirken ılıman bölgelerde ise kışlık olarak ekilmektedir. Toprak konusunda seçici olmayan yulaf verimsiz toprakların değerlendirilmesi için çok iyi bir alternatif bitkidir. Yulafın hayvan beslenmesi yönünden süt verimini artırdığı ve hazmı kolaylaştırıcı etkisinin olduğu bilinmektedir. Tanelerindeki avenin (prolamin) proteinlerinin varlığı genç hayvanların gelişmesinde önemli rol oynamaktadır. Yulafta yeşil ot üretimlerinde uzun boylu, tanelik üretimlerde ise daha çok kısa boylu ve sağlam sapsarı genotipler tercih edilmektedir. Bitki boyu ne kadar uzun olursa yeşil ve kuru ot verimleri de o kadar yüksek olmaktadır. Bitki boyu uzunluğu yanında sap kalınlığı ve yaprak miktarı da yeşil ot, kuru ot ve saman verimleri üzerindeki etkisi yüksektir. Fazla uzun boylu genotipler yatmaya meyilli olup tohumluk üretimlerinde yatmadan dolayı verim kayıpları ve üretimlerde büyük sorunlara neden olmaktadır. Kalın, sağlam sapsarı ve uzun boylu genotiplerin saman verimi yüksek olmasına rağmen geliştirilecek çeşitlerin orta uzun boylu ve yatmaya dayanıklı olması arzu edilmektedir. Türkiye'de tane yulaf ekilişi 1991 yılında 132.000 ha olurken bu yıldan sonra ekiliş alanı artarak 2008 yılında 158.500 ha ulaşmış, daha sonra ise azalarak 2011 yılında 85.863 ha alana kadar gerilemiştir. Bu yıldan sonra ise ekilişler bir miktar artarak 2022 yılında 137.655 ha alana yükselirken üretim miktarı ise 365.000 tona ulaşmıştır. Türkiye'de 2022 yılında 1.376.551 da alanda tanelik, 3.607.194 da

alandaki yeşil otluk toplamda ise 4.983.745 da alanda yulaf ekilişi gerçekleştirilmiştir (TÜİK, 2023). Türkiye’de 27 yulaf çeşidi (Faikbey, Seydişehir, Sebat, Yeniçeri, Sarı, Fetih, Kırklar, Kahraman, Haskara, Albatros, Bc Marta, Diriliş, Arslanbey, Küçükyayla, Kehlibar, Kayı, Kupa, Halkalı, Kazan, Katmerli, Manas, Somun Yıldızı, Yazır, Avar, Kınalı, Kaymaklı ve Elmas) tanelik, 1 yulaf çeşidi ise yeşil otluk olarak tescil ettirilmiştir (Anonim, 2024). Türkiye hayvan sayısı yönünden dünyada küçümsenmeyecek bir potansiyeli vardır. Hayvansal her türlü üretimin artırılması için üretici açısından ucuz, her zaman kolay temin edilebilen ve istenilen miktarda bulunabilen yem kaynakları gereklidir. Bu artışın sağlanmasında yulaf önemli bir alternatif bitkidir. Bu amaçla çalışmada; Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından geliştirilen yulaf genotiplerinin (15 hat ve 5 çeşit) tane verimi, bitki boyu ile bazı kalite özellikleri incelenerek hayvan beslemesi için bölgeye uygun yüksek verimli ve kaliteli genotiplerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsünde 2018-2019 ve 2019-2020 üretim sezonlarında yürütülen bu çalışmada 5 standart yulaf çeşidi (Kırklar, Kahraman, Küçükyayla, Yeniçeri ve Sebat) ile ıslah çalışmaları sonucu geliştirilen 15 yulaf hattı kullanılmıştır. Denemede yer alan materyalin listesi aşağıda verilmiştir (Çizelge 1). Deneme, Tesadüf Blokları Deneme Desenine göre üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Deneme ilk yıl 19 Ekim 2018 tarihinde, ikinci yıl ise 22 Ekim 2019 tarihinde ekilmiştir. Denemelerin ekimi m²'ye 500 adet tohum olacak şekilde 7 m x 1m = 7 m² parsellere 6 sıralı özel ekim mibzeriyle yapılmıştır. Ekimle birlikte dekara 4 kg N da-1 ve 4 kg P da-1 kompoze (20-20-0) gübre olarak, kardeşlenme döneminde 7 kg N da-1 Üre (%46) olarak ve sapa kalkma döneminde ise 5 kg N da-1 Amonyum Nitrat (%26) olarak uygulanmıştır. Hasat öncesi parsellerin her iki kenarından 0,5 m kesilerek parseller 6mx1m=6 m² alan üzerinden değerlendirilmiştir.

Çizelge 1. Denemede kullanılan materyal listesi

Table 1. List of materials used in experiment

G.No	Çeşit veya Pedigri	G.No	Çeşit veya Pedigri	G.No	Çeşit veya Pedigri
1	Küçükyayla (st)	8	IL 3555-0BD-0T-5T-0T	15	TEY 023-0T-0T-3T-0T
2	Kırklar (st)	9	FL0557-0BD-0T-0T-3T-0T	16	TEY 027-0T-0T-6T-0T
3	LA09088SBS-0BD-0BD-0T-5T-0T	10	Yeniçeri (st)	17	Sebat (st)
4	LA09092SBS-0BD-0BD-0T-13T-0T	11	TEY 008-0T-0T-5T-0T	18	TEY 029-0T-0T-10T-0T
5	Kahraman (st)	12	TEY 013-0T-0T-2T-0T	19	TEY 029-0T-0T-11T-0T
6	LA09088SBS-0BD-0BD-0T-16T-0T	13	TEY 014-0T-0T-14T-0T	20	FL04154-0BD-0T-0T-5T-0T-4T-0T
7	LA09092SBS-0BD-0BD-0T-5T-0T	14	TEY 022-0T-0T-2T-0T		

Denemelerin yürütüldüğü yıllara ait iklim verileri verilmiştir (Çizelge 2). Birinci yıl yetiştirme sezonunda 539,2 mm, ikinci yılda ise 419,3 mm yağış düşmüştür. Bölgede Nisan ve Mayıs aylarındaki yağış miktarı ve dağılımı yulafta tane verimi üzerinde daha çok etkili olmaktadır. Mayıs sonu Haziran başında bitkiler fizyolojik olum, 10-20 Haziran arası tam olum dönemine girmektedir. Haziran ayındaki yağışların verim üzerine etkisinin çok az olmaktadır. İlk yılın yağış miktarı ve yağışlı gün sayısı ikinci yıldan daha fazla olmuştur. İlk yıldaki yağış miktarı ve yağışlı gün sayısının fazla olmasından dolayı yulaf genotiplerinin tane verimleri de ikinci yıldan daha yüksek olmuştur.

Araştırmada bitki materyali olarak birinci ve ikinci yılda 60’ar toplam 120 adet örnek kullanılmış ve bu örneklerden spektral verilerin alınması için yaklaşık olarak 100-150 g örnek 0,5 mm elek çaplı laboratuvar tipi değirmende (Fritsch, pulverisette 14, Almanya) öğütülmüştür. Öğütülen örnekler NIR cihazında (Spectrastar 2400D, Unity Scientific, USA) okutulmuştur. Örneklerden spektrum alma işlemleri InfostarTM (Unity Scientific, Amerika) yazılımı kullanılmıştır. Araştırmada ham protein, NDF, ADF ve nişasta oranları Spectrastar 2400D, Unity Scientific, USA marka NIR cihazıyla tespit edilmiştir. Bitkisel özelliklerden bitki boyu, toprak yüzeyinden salkımın en üst başakçığının uç kısmı ölçülmüştür. Parsellere göre alınan tane verimleri dekara kilogram olarak hesaplanmıştır. Çalışma neticesinde elde edilen bulgular JMP (5) istatistik paket programı yardımıyla varyans analizi yapılmıştır. Varyans analizi sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli çıkan faktör ortalamaları LSD testi ile karşılaştırılmıştır (Kalaycı, 2005).

Çizelge 2. Edirne iline ait 2018-19 ve 2019-20 yetiştirme sezonlarının bazı iklim değerleri**Table 2.** Some climatic values of Edirne in 2018-2019 and 2019-2020 growing seasons

Aylar	İl	Aylık Toplam Yağış (mm)	Yağışlı Gün Sayısı	Aylık Nisbi Nem (%)	Sıcaklık °C		Ortalama
					En düşük	En yüksek	
Eylül	Edirne 2018	15.8	6	60.2	6.4	35.8	20.9
	Edirne 2019	12.2	4	58.5	7.2	34.7	21.7
Ekim	Edirne 2018	32.6	7	74.2	1.6	24.8	15.7
	Edirne 2019	24.6	5	70.3	6.0	32.4	16.5
Kasım	Edirne 2018	208.8	12	81.8	-2.9	23.2	9.8
	Edirne 2019	41.2	14	78.5	2.8	25.9	14.0
Aralık	Edirne 2018	16.8	14	86.7	-4.5	16.5	3.9
	Edirne 2019	26.2	7	79.2	-1.9	19.9	6.9
Ocak	Edirne 2019	82.4	15	85.7	-9.4	16.1	4.1
	Edirne 2020	9.4	2	73.1	-6.3	17.9	3.5
Şubat	Edirne 2019	18.2	5	76.5	-5.5	16.8	5.6
	Edirne 2020	32.6	7	70.7	-4.7	20.5	7.4
Mart	Edirne 2019	7.6	5	68.6	-1.9	23.2	9.8
	Edirne 2020	39.3	7	69.6	-3.0	23.7	10.5
Nisan	Edirne 2019	60.4	13	72.8	-0.3	25.8	12.4
	Edirne 2020	98.2	8	63.3	0.9	27.5	12.3
Mayıs	Edirne 2019	63.4	15	75.1	3.8	32.2	18.2
	Edirne 2020	87.2	13	68.0	6.8	32.6	18.4
Haziran	Edirne 2019	33.2	10	64.8	19.8	36.2	24.5
	Edirne 2020	48.4	12	68.2	11.6	37.4	22.7
Toplam	Edirne 2019	539.2	102	74.6	-9.4	36.2	12.5
Ortalama	Edirne 2020	419.3	79	70.1	-6.3	37.4	13.2

* Veriler Edirne Meteoroloji Müdürlüğünden alınmıştır

* Values were taken from Edirne Meteorology Directorate

Bulgular ve Tartışma

Genotiplerin tane verimi, bitki boyu, protein oranı, nişasta miktarı, ADF ve NDF değerleri ait birleştirilmiş varyans analizleri görülmektedir (Çizelge 3, Çizelge 4). Varyans analiz sonuçlarına göre genotiplerin ADF yönünden yıllar arasındaki fark istatistiki olarak önemsiz bulunurken, hektolitre ağırlığı ve NDF yönünden yıllar arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur. İncelenen diğer özelliklerin genotip, yıl ve genotip x yıl etkisi istatistiki anlamda önemli bulunmuştur.

Çizelge 3. Yulaf genotiplerinin tane verimi (TV), bitki boyu (BB) ve protein oranı (PO) birleştirilmiş varyans analizlerinin ortalama kareleri**Table 3.** Mean square from the combined analysis of variance for grain yield, plant height and crude protein content (PC) of oat genotypes

Varyasyon Kaynağı	SD	TV		BB		PO	
		KO	P	KO	P	KO	P
Yıl (Y)	1	5.32**	<.0001	17 184.1**	<.0001	203.70**	<.0001
Tekerrür [Yıl]	4	199 682	0.2829	64.03	0.0960	0.57	0.0891
Genotip (G)	19	1 029 855**	<.0001	422.13**	<.0001	3.55**	<.0001
Y x G	19	643 328**	<.0001	101.22**	0.0001	1.63**	<.0001
Hata	76	155 240		31.26		0.27	
Total	119	820 186.3		250.10		2.73	

*: p<0.05, **: p<0.01 düzeyinde önemlidir, *: p<0.05, **: p<0.01 significant

Çizelge 4. Yulaf genotiplerinin nişasta miktarı, asit deterjan lif ve nötral deterjan lif birleştirilmiş varyans analizlerinin ortalama kareleri**Table 4.** Mean square from combined analysis of variance for starch content, acid detergent and neutral detergent fiber of oat genotypes

Varyasyon Kaynağı	SD	NM		ADF		NDF	
		KO	P	KO	P	KO	P
Yıl (Y)	1	1 181.1**	0.0074	1.77	0.6313	322.40*	0.0101
Tekerrür [Yıl]	4	47.04	<.0001	6.58	0.0235	15.34	0.0302
Genotip (G)	19	69.11**	<.0001	35.05**	<.0001	59.37**	<.0001
Y x G	19	50.65**	<.0001	20.39**	<.0001	53.82**	<.0001
Hata	76	5.72		2.19		5.41	
Total	119	34.28		10.49		24.76	

*: p<0.05, **: p<0.01 düzeyinde önemlidir, *: p<0.05, **: p<0.01 significant

Genotiplerin tane verimi, bitki boyu ve protein oranına ait veriler Çizelge 5'te verilmiştir. Genotiplerin tane verimleri 1. yıl 781.0-1119.2 (972.4) kg da-1, 2. yıl 454.6-831.9 (750.4) kg da-1, iki yıl ortalamasına göre 642.2-941.9 (861.4) kg da-1 arasında değişim göstermiştir. Araştırmanın 1. yılında 3 (1119,2 kg da-1) nolu genotipte en yüksek verime ulaşırken bunu 11 (1114,8 kg da-1) ve 6 (1056,9 kg da-1) nolu genotipler izlemiştir. En düşük tane verimi 12 (781,0 kg da-1) nolu genotipten alınmıştır. İkinci yıl en yüksek tane verimini Sebat (831,9 kg da-1) çeşidinden elde edilirken bunu 20 (823,8 kg da-1) ve 16 (822,7 kg da-1) nolu genotipler izlemiştir. En düşük tane verimi 19 (454,6 kg da-1) nolu genotipten elde edilmiştir. Genotiplerin birinci yıldaki tane verimleri ikinci yıldan daha yüksek olmuştur. İki yıl ortalamasına göre en yüksek tane verimi 11 (941,9 kg da-1), 3 (926,2 kg da-1) ve 7 (917,4 kg da-1) nolu genotiplerden elde edilmiştir. En düşük tane verimi 19 (642,2 kg da-1) nolu genotip ve Kırklar (773,1 kg da-1) çeşidinden elde edilmiştir.

Çalışmaya benzer şekilde tane verimi yönünden genotipler arasındaki farkların önemli olduğunu belirtmişlerdir (Sarı ve ark., 2012; Topkara, 2019; Kahraman ve ark., 2017; 2019; 2021). Tane verimi yönünden Mut ve ark. (2011), Erbaş ve Mut (2013), Şahin ve ark. (2019)'nın sonuçları farklılık göstermiştir. Denemede kullanılan genotip ve deneme şartlarının farklı olmasından dolayı verimler arasında benzerlik olmamıştır.

Çizelge 5. Yulaf genotiplerinin tane verimi, bitki boyu ve protein oranı değerleri ve gruplar

Table 5. Mean performance and LSD ranks of oat genotypes for grain yield (GY), plant height (PH) and crude protein content (CP)

G. No	Tane Verimi (kg/da)			Bitki Boyu (cm)			Protein Oranı (%)		
	2018-19	2019-20	2018-20	2018-19	2019-20	2018-20	2018-19	2019-20	2018-20
11	1114.8±42.1 ab	768.9±17.4 a-d	941.9±191.6 a	123.3±1.5 ef	101.0±5.2 c-f	112.2±12.7 f-1	12.9±0.64 g-1	11.6±0.12 a-c	12.2±0.80 b-d
3	1119.2±16.8 a	733.2±64.8 b-d	926.2±215.6 ab	118.3±9.1 fg	98.3±4.5 d-f	108.3±12.7 h-j	15.4±0.40 a	10.8±0.31 d-h	13.1±2.53 a
7	1051.1±52.9 a-d	783.8±36.2 a-d	917.4±151.9 a-c	134.7±2.1 bc	102.0±3.6 c-f	118.3±18.1 d-f	12.7±0.13 h-j	11.0±0.88 c-f	11.8±1.05 de
8	1021.3±30.2 a-e	808.3±49.4 a-c	914.8±122.3 a-c	146.3±3.5 a	106.0±4.4 b-e	126.2±22.4 a-c	12.9±0.24 f-1	9.7±0.42 jk	11.3±1.78 e-g
9	1018.7±77.9 a-e	803.0±58.2 a-c	910.8±133.2 a-c	112.3±0.6 gh	92.7±5.0 f	102.5±11.2 jk	11.9±0.20 jk	10.3±0.84 f-j	11.1±1.00 f-h
1	989.2±55.7 c-f	810.9±46.0 a-c	900.0±107.8 a-d	111.7±4.2 h	96.0±7.2 ef	103.8±10.1 jk	13.1±0.21 f-h	11.3±0.78 a-e	12.2±1.13 cd
6	1056.9±117.7 a-c	741.7±55.3 a-d	899.3±191.2 a-d	118.3±3.5 fg	96.0±5.2 ef	107.2±12.9 ij	14.1±0.16 b-e	12.0±0.26 ab	13.0±1.17 a
16	971.1±74.2 c-g	822.7±14.9 ab	896.9±94.3 a-d	104.7±4.7 ı	92.3±2.1 f	98.5±7.50 k	13.7±0.54 c-g	10.0±0.48 i-k	11.8±2.09 de
4	987.2±142.0 c-f	785.1±43.9 a-c	886.1±145.3 a-e	129.7±3.5 b-e	110.3±4.9 a-c	120.0±11.3 c-e	14.5±0.68 a-c	11.0±0.64 c-g	12.7±2.03 a-c
13	984.1±27.6 c-g	781.6±13.0 a-d	882.8±112.6 a-e	124.7±2.1 ef	104.7±1.5 b-e	114.7±11.1 e-h	14.6±0.19 ab	11.2±0.63 b-e	12.9±1.94 a
20	930.4±90.6 d-h	823.8±32.6 ab	877.1±84.4 a-e	135.3±4.7 b	117.7±13.3 a	126.5±13.2 ab	12.1±1.09 i-k	10.1±0.52 h-k	11.1±1.32 gh
5	991.2±64.5 c-f	754.3±132.0 a-d	872.8±159.6 a-e	124.0±5.2 ef	108.3±3.5 a-d	116.2±9.5 e-g	14.3±1.38 b-d	11.3±0.17 a-e	12.8±1.89 ab
15	992.3±21.9 b-f	735.8±34.7 b-d	864.1±142.9 b-e	129.3±2.5 b-e	108.7±5.7 a-d	119.0±12.0 de	14.2±0.08 b-d	11.9±0.27 ab	13.1±1.25 a
17	862.2±163.5 g-ı	831.9±70.0 a	847.0±113.7 c-f	132.3±2.9 b-d	105.0±10.6 b-e	118.7±16.5 de	13.1±0.01 e-h	10.2±0.11 g-k	11.7±1.61 d-f
10	895.7±30.7 f-ı	793.1±31.5 a-c	844.4±62.7 c-f	126.0±6.0 de	96.3±9.3 ef	111.2±17.7 g-ı	12.0±0.16 i-k	10.2±0.10 g-k	11.1±1.02 f-h
18	978.2±34.6 c-g	692.2±30.8 d	835.2±159.3 d-f	127.0±3.6 de	104.7±3.1 b-e	115.8±12.6 e-g	13.2±0.96 e-h	12.0±0.19 a	12.6±0.88 a-c
14	912.7±50.8 e-h	721.5±94.1 cd	817.1±124.7 ef	147.0±5.3 a	113.7±4.6 ab	130.3±18.8 a	13.8±0.55 b-f	11.5±0.29 a-d	12.7±1.32 a-c
12	781.0±62.7 ı	776.5±52.2 a-d	778.8±51.7 f	145.3±1.2 a	101.7±2.5 c-f	123.5±24.0 b-d	11.6±0.55 k	9.5±0.53 k	10.6±1.26 h
2	960.9±33.0 c-g	585.3±48.9 e	773.1±209.1 f	123.3±3.5 ef	99.7±4.7 c-f	111.5±13.5 g-ı	13.4±0.52 d-h	10.6±0.09 e-ı	12.0±1.59 d
19	829.8±86.4 hı	454.6±58.3 f	642.2±215.8 g	128.3±2.1 c-e	108.3±17.1 a-d	118.3±15.4 d-f	14.6±0.72 a-c	9.8±0.38 ı-k	12.2±2.68 cd
Yıl O.	972.4±104.9 a	750.4±99.5 b	861.4±150.9	127.1±11.6 a	103.2±8.9 b	115.1±15.8	13.4±1.14 a	10.8±0.87 b	12.1±1.65
LSD	122.7	92.3	75.5	6.43	11.38	6.43	0.93	0.79	0.60
CV (%)	7.63	7.44	7.62	3.06	6.67	4.86	4.19	4.41	4.30
Yıl		37.8 Ö ^x			4.06 Ö			0.38 Ö	
G.x Yıl		106.8 Ö			9.09 Ö			0.85 Ö	

*Aynı harfli olanlar birbirinden farklı değildir

*Means marked with the same letter are no different from each other.

Öx: Önemli, Öx: significant

Genotiplerin bitki boyu 1. yıl 104.7-147.0 (127.1) cm, 2. yıl 92.3-117.7 (103.2) cm, iki yıl ortalamasına göre ise 98.5-130.3 (115.1) cm arasında belirlenmiştir. İki yılın ortalamasına göre en uzun bitki boyuna 14 (130,3 cm) ve 20 (126,5 cm) nolu genotiplerde ulaşılırken en kısa bitki boyuna 16 (98,5 cm) ve 9 (102,5 cm) nolu genotiplerde ulaşılmıştır. Genotiplerin birinci yıldaki bitki boyları ikinci yıldan yaklaşık %23 daha uzun olmuştur.

Bitki boyları yönünden elde edilen sonuçlar, İnan ve ark. (2005), Kara ve ark. (2007), Sarı ve İmamoğlu (2011), Dumlupınar ve ark. (2013)'nın bulgularıyla benzerlik gösterirken, Mut ve ark. (2011), Erbaş ve Mut (2013), Naneli ve Sakin (2017) ve Kahraman ve ark. (2021)'nin çalışma sonuçları farklılık göstermiştir.

Hayvan yemi olarak kullanılacak yulafalarda protein yüksek olması istenmektedir. Genotiplerin ham protein değerleri 1. yıl %11,6-15.4 (13.4), 2. yıl %9,5-12.0 (10.8), iki yıl ortalamasına göre ise %10,6-13.1 (12.1) arasında belirlenmiştir. Genotiplerin birinci yıldaki protein oranı ikinci yıldan oldukça yüksek olmuştur. İki yıl ortalamasına göre en yüksek protein oranına 3 (%13,1), 15 (%13,1) ve 6 (%13,0) nolu genotiplerde ulaşılırken en

düşük protein oranına ise 12 (%10,6) ve 20 (%11,1) nolu genotipler ile Yeniçeri (%11,1) çeşidinde ulaşılmıştır. Protein oranı yönünden elde edilen sonuçlar Sarı ve ark. (2012), Yıldız ve ark. (2012), Erbaş ve Mut (2013), Çiçek (2019), Demir ve ark. (2022), Hamzaoğlu ve ark. (2023) 'nın bulgularıyla benzer olurken Şahin ve ark. (2017; 2019), Kahraman ve ark. (2017; 2019)'nın çalışması farklı olmuştur. Kahraman ve ark. (2017;2019) yıllarında yaptıkları çalışmada yulafalarda kavuzlar soyulduktan sonra undaki protein miktarını belirlediklerinden dolayı protein oranları daha yüksek olmuştur. Diğer farklılıkların ise denemelerin farklı genotip ve iklim şartlarında yürütülmesinden kaynaklanmıştır.

Çizelge 6. Yulaf genotiplerinin nişasta miktarı, asit detarjan lif ve nötral detarjan lif değerleri ve gruplar

Table 6. Mean performance and LSD ranks of oat genotypes for starch content, acid detergent fiber and neutral detergent fiber

G. No	Nişasta Miktarı (%)			ADF (%)			NDF (%)		
	2018-19	2019-20	2018-20	2018-19	2019-20	2018-20	2018-19	2019-20	2018-20
1	42.0±3.04 d-f	50.3±2.95 a-c	46.2±5.27 d-f	14.0±2.18 f-h	13.8±1.60 h	13.9±1.71 h	31.8±3.21 e-g	25.4±2.75 h-j	28.6±4.39 g-i
2	40.2±4.32 e-h	50.3±2.38 a-c	45.2±6.31 e-g	17.6±3.09 de	15.0±1.73 f-h	16.3±2.65 ef	32.9±4.44 d-f	26.7±1.78 e-j	29.8±4.55 e-h
3	55.9±3.44 a	48.6±1.48 a-e	52.3±4.67 a	12.2±0.23 h	15.1±1.50 f-h	13.6±1.85 h	21.4±0.98 k	26.5±2.13 e-j	24.0±3.16 k
4	48.1±3.33 b	50.2±3.38 a-c	49.1±3.22 bc	13.7±1.88 f-h	14.2±1.33 gh	13.9±1.48 h	25.9±3.37 j	29.2±1.83 b-g	27.5±3.05 h-j
5	43.0±4.56 c-e	46.6±2.24 d-g	44.8±3.78 e-h	15.2±1.46 ef	16.6±0.31 c-g	15.9±1.22 e-g	32.1±4.81 ef	29.3±3.44 b-f	30.7±4.04 d-g
6	46.8±2.82 bc	49.7±2.18 a-d	48.3±1.14 b-d	12.8±1.56 f-h	14.0±0.63 h	13.4±1.24 h	27.7±2.49 g-j	26.1±2.61 f-j	26.9±2.44 ij
7	40.9±2.80 e-g	47.4±4.77 c-f	44.1±4.99 e-ı	13.4±1.86 f-h	15.8±0.45 e-h	14.6±1.76 f-h	25.6±2.78 j	27.9±4.20 d-j	26.8±3.42 ij
8	36.5±0.11 g-ı	47.9±2.00 b-f	42.2±6.36 h-ı	20.7±0.96 bc	17.3±3.50 b-f	19.0±2.93 bc	37.7±0.56 a-c	28.8±1.28 b-h	33.3±4.98 a-d
9	41.8±2.20 d-f	48.1±2.92 a-e	44.9±4.15 e-h	14.8±1.54 fg	18.3±3.02 a-d	16.5±2.87 de	30.3±2.41 f-ı	29.6±2.82 b-e	29.9±2.39 e-h
10	48.2±3.36 b	51.4±1.83 a	49.8±2.98 ab	13.8±1.02 f-h	14.2±1.84 gh	14.0±1.35 h	27.0±2.12 h-j	28.7±0.68 c-ı	27.8±1.69 h-j
11	36.1±4.10 hı	50.9±0.62 ab	43.5±8.55 f-j	20.5±0.92 bc	14.3±0.07 gh	17.4±3.42 c-e	38.7±1.40 ab	25.8±1.53 g-j	32.2±7.17 b-e
12	32.3±3.82 ı	50.8±0.72 a-c	41.6±10.4 ı-ı	20.5±2.15 bc	15.7±1.17 e-h	18.1±3.02 cd	41.5±3.49 a	25.8±2.56 g-j	33.6±8.99 a-c
13	38.4±2.55 f-h	47.5±0.72 b-f	42.9±5.27 g-k	18.7±1.26 cd	16.2±0.07 d-h	17.5±1.61 c-e	35.2±2.27 b-e	30.2±0.11 b-d	32.7±3.08 b-d
14	39.1±3.39 e-h	41.9±0.39 h	40.5±2.64 kl	13.0±2.91 f-h	18.7±0.17 a-c	15.9±3.63 e-g	30.3±4.29 f-ı	34.3±0.38 a	32.3±3.49 b-e
15	48.9±2.42 b	50.1±1.02 a-c	49.5±1.80 b	14.4±0.96 f-h	14.2±0.61 gh	14.3±0.73 gh	27.0±1.85 h-j	24.7±1.86 j	25.9±2.09 jk
16	39.9±5.07 e-h	48.1±0.34 a-e	44.0±5.53 e-ı	18.9±1.05 cd	17.4±1.22 b-f	18.2±1.30 cd	33.7±1.56 c-f	29.4±2.00 b-f	31.6±2.83 c-f
17	42.5±2.05 c-f	50.8±1.73 a-c	46.6±4.84 c-e	14.3±0.80 f-h	14.2±0.97 gh	14.3±0.80 gh	30.9±1.20 f-h	25.3±1.63 ij	28.1±3.34 g-j
18	38.7±4.00 e-h	43.9±0.70 gh	41.3±3.84 j-ı	22.7±1.95 ab	17.9±0.92 b-e	20.3±2.95 b	36.5±2.93 b-d	32.0±2.29 a-c	34.3±3.41 ab
19	46.0±1.39 b-d	44.5±0.16 f-h	45.2±1.20 e-g	12.5±0.91 gh	20.6±0.70 a	16.5±4.48 de	26.4±0.38 ij	32.2±0.77 ab	29.3±3.25 f-ı
20	33.7±4.47 ı	45.4±1.56 e-g	39.6±7.08 ı	24.5±0.90 a	19.8±1.45 ab	22.2±2.82 a	41.4±1.11 a	30.4±1.21 b-d	35.9±6.09 a
Yıl Ort.	41.9±6.28 b	48.2±3.11 a	45.1±5.86	16.4±3.94	16.2±2.37	16.3±3.24	31.7±5.89 a	28.4±3.13 b	30.1±4.98
LSD	4.41	3.44	2.75	2.43	2.47	1.70	4.21	3.45	2.68
CV (%)	6.36	4.32	5.31	8.95	9.25	9.09	8.03	7.34	7.74
Yıl		3.48 Ö ^x			1.30 ÖD ^y			1.99 Ö	
G.x Yıl		3.90 Ö			2.41 Ö			3.79 Ö	

*Aynı harfli olanlar birbirinden farklı değildir

*Means marked with the same letter are no different from each other.

Öx: Önemli, ÖDy: Önemli değil, Öx: significant, ÖDy: no significant

Genotiplerin nişasta, ADF ve NDF değerleri ile ilgili veriler Çizelge 6'da verilmiştir. Nişasta bitkilerde bulunan temel sindirilebilir karbonhidrattır ve insan ile hayvan beslenmesinde önemli bir enerji kaynağıdır. Hayvan beslenmede ADF ve NDF değerlerinin düşük olması istenmektedir. Genotiplerin nişasta miktarı 1. yılda %32.3-55.9 (41.9), 2. yılda %41.9-51.4 (48.2), iki yıl ortalamasına göre ise %39.6-52.3 (45.1) arasında belirlenmiştir. Genotiplerin nişasta miktarında yıllar arasında ve genotip x yıl interaksyonu istatistik olarak önemli bulunmuş, ikinci yıldaki nişasta miktarı birinci yıldan oldukça yüksek olmuştur. Nişasta miktarı yüksek olan genotiplerin ADF ve NDF değerleri düşük olmuştur. İki yıl ortalamasına göre en yüksek nişasta miktarına 3 (%52.3), Yeniçeri (%49.8) ve 15 (%49.5) nolu genotipte ulaşıırken en düşük nişasta miktarına ise 20 (%39.6) ve 14 (%40.5) nolu genotiplerde ulaşılmıştır.

Nişasta miktarı yönünden elde edilen sonuçlar Sarı ve ark. (2012), Yıldız ve ark. (2012), Mut ve ark. (2017; 2018), Çiçek (2019) ve Topkara (2019)'nın bulgularıyla benzer olurken, Mut ve ark. (2016), Kahraman ve ark. (2017; 2019)'nın çalışma sonuçları farklı olmuştur. Kahraman ve ark. (2017;2019) yulafalarda kavuzlar soyulduktan sonra yaptıkları 2017 yılındaki nişasta miktarını %47.7-61.2 (54.5), 2019 yılında ise %51.3-62.8 (56.9) olarak belirlerken, Mut ve ark. (2016) kavuzsuz yulafaları kullandığından çalışmada üç lokasyon ortalamasına göre genotiplerin nişasta miktarını %57.5-60.2 arasında belirlemişlerdir.

Genotiplerin ADF değerleri ilk yıl %12.2-24.5 (16.4), 2. yıl %13.8-20.6 (16.2), iki yıl ortalamasına göre ise %13.4-22.2 (16.3) arasında değişim göstermiştir. Genotiplerin ADF değerinde yıllar arasındaki fark önemli bulunmazken, genotip x yıl interaksyonu istatistik olarak önemli bulunmuştur. ADF ve NDF değerleri arasında

pozitif ve önemli bir ilişki belirlenmiştir. ADF ve NDF değerleri yüksek olan genotiplerin NM düşük olmuştur. İki yıl ortalamasına göre en yüksek ADF değerine 20 (%22.2), 18 (%20.3) ve 8 (%19.0) nolu genotiplerde ulaşılrken en düşük ADF değerine ise 6 (%13.4) ve 3 (%13.6) nolu genotiplerde ulaşılmıştır.

ADF sonuçlarımız Mut ve ark. (2017; 2018), Şahin ve ark. (2017; 2019), Mut ve ark. (2017; 2018), Sönmez ve Karaduman (2020), Demir ve ark. (2022) ve Hamzaoğlu ve ark. (2023)'nın bulgularıyla benzerlik göstermiştir.

Genotiplerin NDF değerleri ilk yıl %21.4-41.5 (31.7), 2. yıl %24.7-34.3 (28.4), iki yıl ortalamasına göre ise %24.0-35.9 (30.1) arasında değişim göstermiştir. Genotiplerin NDF değerinde yıllar arasında ve genotip x yıl interaksyonu istatistiki olarak önemli olmuştur. İkinci yıldaki NDF değerleri birinci yıldan düşük olmuştur. İki yıl ortalamasına göre en yüksek NDF değerine 20 (%35.9), 18 (%34.3) ve 12 (%33.6) nolu genotiplerde ulaşılrken en düşük NDF değerine ise 3 (%24.0) ve 15(%25,9) nolu genotiplerde ulaşılmıştır. NDF değeri düşük genotiplerin kaba yem kalitesi daha iyi olduğundan 3,15, 6 ve 7 nolu genotipler yem kalitesi iyi genotipler olarak öne çıkmıştır.

NDF sonuçları Mut ve ark. (2017; 2018;), Şahin ve ark. (2017; 2019;), Mut ve ark. (2017; 2018), Sönmez ve Karaduman (2020), Demir ve ark. (2022) ve Hamzaoğlu ve ark. (2023)'nın bulgularıyla benzerlik göstermiştir.

Sonuç

Yapılan çalışma sonucunda birinci yılda genotiplerin tane verimi, bitki boyu, protein oranı ve NDF değerleri daha yüksek olurken, ikinci yılda ise 1000 tane ağırlığı ve nişasta miktarı yüksek olmuştur. Hektolitre ağırlığı ve ADF yönünden genotipler arasında fazla farklılıklar olmamıştır.

Genotiplerin birinci yıldaki tane verimleri ikinci yıldan yaklaşık %30 üzerinde olmuştur. İki yıl ortalamasına göre tane verimi yönünden 11 (941.9 kg da-1), 3 (926.2 kg da-1) ve 7 (917.4 kg da-1) nolu hatlar en yüksek tane verimi ile öne çıkarken, 19 (642.2 kg da-1) nolu genotip ile Kırklar (773.1 kg da-1) çeşidi en düşük genotipler olarak öne çıkmıştır. Yürütülen bu araştırma sonucunda Küçükyayla çeşidi ile 3, 7 ve 6 nolu genotipler tane verimi ve kalitesi açısından bölge için en uygun olarak belirlenmiştir.

Ek Bilgiler ve Beyanlar

Araştırmacıların Katkı Oranı: Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

Çıkar Çatışması Beyanı: Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

CC Telif Hakkı: 2024 Kahraman ve Alatürk



Bu çalışma Creative Commons CC-BY 4.0 Uluslararası Lisansı kapsamında lisanslanmıştır.

Kaynaklar

- Anonim, (2024). Milli Çeşitler Listesi. Tescilli Çeşitler Listesi. <http://www.tsm.gov.tr> (Alıntı tarihi 10 Şubat 2024)
- Anonymous, (2005). The Ankom 200 Fiber Analyzer. Procedures for NDF, ADF and ADL analyses
- Anonymous, (2009). Approved methodologies. www.leco.com/resources/approved_methods.
- Buerstmayr, H., Krenn, N., Stephan, U., Grausgruber, H., Zechner, E. (2007). Agronomic performance and quality of oat (*Avena sativa* L.) genotypes of worldwide origin produced under central european growing conditions. *Field Crops Research*, 101(3): 341-351.
- Çiçek, N. (2019). Aydın ekolojik koşullarında farklı yulaf (*Avena sativa* L.) genotiplerinin verim ve kalite bakımından karşılaştırılması. [Yüksek Lisans Tezi, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü].
- Demir, B., Şahin, M., Hamzaoğlu, S., Aydoğan, S., Akçacık, A.G., Sait, Ç., Gür, S. (2022). Kuru ve Sulu Koşullarda Yetiştirilen Yulaf Genotiplerinin Bazı Kalite Parametrelerinin İncelenmesi. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 11(3): 19-29.
- Dumlupınar, Z., Maral, H., Yıldırım, M., Gezginç, H., Dokuyucu, T., Akkaya, A. (2013). Bazı Ümitvar Yulaf Hatlarının Tarımsal Özellikler Bakımından Değerlendirilmesi. *Türkiye 10. Tarla Bitkileri Kongresi 10-13 Eylül Selçuk Üni. Ziraat Fakültesi, Konya*, s. 511-516.
- Elgün, A., Türker, S., Bilgiçli, N. (2001). Tahıl ve Ürünlerinde Analitik Kalite Kontrolü. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği. Konya Ticaret Borsası Yayın No:2 Konya
- Erbaş, D.Ö., Mut, Z. (2013). Saf Hat Yulaf Genotiplerinin Tarımsal ve Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. *Türkiye 10. Tarla Bitkileri Kongresi 10-13 Eylül Selçuk Üni. Ziraat Fakültesi, Konya*, s. 160-168.

- Hamzaoglu, S., Şahin, M., Akçacık, A. G., Aydoğan, S., Demir, B., Güçbilmez, Ç. M., Gür, S., Çeri, S. (2023). Farklı Lokasyonlarda Yetiştirilen Yulaf (*Avena sativa* spp.) Genotiplerinde Kalite Özelliklerinin Karşılaştırılması. Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi. Wheat Studies, 12(1): 15-24.
- Hoffmann, L.A. (1995). World production and use of oats. In: Welch. R.W., (ed.). The Oat Crop-Production and Utilization. Chapman and Hall. London. pp. 34-61.
- İnan, A.S., Özbaş, M.O., Çağırğan, M.İ. (2005). İnsan beslenmesinde kullanılan yulaf hatlarının tarımsal ve kalite özellikleri bakımından değerlendirilmesi. Türkiye VI. Tarla Bitkileri Kongresi. Cilt II: 1153-1155. 5-6 Eylül 2005. Antalya.
- Kahraman, T., Kurt, C., Subaşı, A.S., Özderen, T., Yıldız, Ö., Büyükkileci, C., Sanal, T. (2017). Trakya-Marmara Bölgesinde İnsan Beslenmesine Uygun Yulaf Genotiplerinin Belirlenmesi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 26 (Özel sayı): 105-111.
- Kahraman, T., Subaşı, A. S., Yıldız, Ö., Büyükkileci, C., Sanal, T. (2019). Trakya-Marmara Bölgesinde Yulaf (*Avena sativa* L.) Genotiplerinin Tane Verimi ve Bazı Kalite Özellikleri Yönünden Değerlendirilmesi. Türkiye 13. Ulusal, 1. Uluslararası Tarla Bitkileri Kongresi Kongre Özet Kitabı. 1-4 Kasım 2019, Antalya.
- Kahraman, T., Avcı, R., Yıldırım, M. (2021). Yulaf (*Avena sativa* L.) Genotiplerinin Tane Verimi. Verim Komponentleri ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi, 24(5):1003-1010.
- Kalaycı, M. (2005). Örneklerle Jump Kullanımı ve Tarımsal Araştırma İçin Varyans Analiz Modelleri. Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Yayın No:21, Eskişehir.
- Kara, R., Dumlupınar, Z., Hışır, Y., Dokuyucu, T., Akkaya, A. (2007). Kahramanmaraş Koşullarında Yulaf Çeşitlerinin Tane Verimi ve Verim Unsurları Bakımından Değerlendirilmesi. Türkiye VII. Tarla Bitkileri Kongresi. 25-27 Haziran 2007, Erzurum, s. 121-125.
- Karabulut, A., Canbolat, Ö. (2005). Yem değerlendirme ve analiz yöntemleri. Uludağ Üniversitesi Yayınları. Yayın, 2.05. 048.0424, Bursa.
- Kutlu, H.R. (2008). Yem değerlendirme ve analiz yöntemleri. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü. Ders notu. Z.M. 208. Adana.
- Kün, E. (1988). Serin İklim Tahılları. Ankara Üni. Zir. Fak. Yayınları, No 1032, Ankara.
- Mut, Z., Akay, H., Sezer, İ., Gülümser, A., Öner, F., Erbaşı, Ö.D. (2011). Farklı Orijinli Yulaf (*Avena sativa* l.) Genotiplerinin Samsun Ekolojik Koşullarında Tarımsal ve Bazı Kalite Özelliklerinin Tespiti. 9. Tarla Bitkileri Kongresi 12-15 Eylül 2011 Bursa. Tahıllar ve Yemelik Tane Baklagiller Cilt I, Sayfa; 88-93.
- Mut, Z., Erbaş Köse, Ö. D., Akay, H. (2016). Kavuzsuz yulaf çeşitlerinin tane verimi ve bazı kalite özellikleri. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 31(1): 96-105.
- Mut, Z., Erbaş Köse, Ö. D., Akay, H. (2017). Farklı yulaf (*Avena sativa* L.) çeşitlerinin kimyasal kalite özellikleri. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 27(3): 347-356.
- Mut, Z., Akay, H., Doğanay, Ö., Köse, E. (2018). Grain yield, quality traits and grain yield stability of local oat cultivars. Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 18(1): 269-281.
- Naneli, İ., Sakin, M.A. (2017). Bazı Yulaf Çeşitlerinin (*Avena sativa* L.) Farklı Lokasyonlarda Verim ve Kalite Parametrelerinin Belirlenmesi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 26 (Özel Sayı):37-44. Peterson, D.M., Wesenberg, D.M., Burrup, D.E., Erickson, C.A. (2005). Relationships among agronomic traits and grain composition in oat genotypes grown in different environments. Crop Science, 45(4): 1249-1255.
- Sarı, N., İmamoğlu, A. (2011). Menemen Ekolojik Koşullarına Uygun Yulaf Hatlarının Belirlenmesi. Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi, 21(1): 6-25.
- Sarı, N., İmamoğlu, A., Yıldız, Ö. (2012). Menemen Ekolojik Koşullarında Bazı Ümitvar Yulaf Hatlarının Verim ve Kalite Özellikleri. Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi, 22(1):18-32.
- Sönmez, A. C., Karaduman, Y. (2020). Yerel Yulaf (*Avena sativa* L.) Genotiplerinin Eskişehir Koşullarında Tane Verimi ve Bazı Kalite Özellikleri. Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology, 8(8): 1697-1704.
- Şahin, M., Akçacık, A.G., Aydoğan, S., Hamzaoglu, S., Çeri, S., Demir, B. (2017). Yulaf (*Avena sativa* spp.) Tanesinde Bazı Fiziksel Özellikler ve Besin Bileşenlerinin Tespiti. Bahri Dağdaş Hayvancılık Araştırma Dergisi. Journal of Bahri Dagdas Animal Research, 6(1): 23-28.
- Şahin, M., Çeri, S., Akçacık, A.G., Aydoğan, S., Hamzaoglu, S., Çeri, S., Demir, B. (2019). Kışlık yulaf (*Avena sativa* spp.) genotiplerinin verim ve teknolojik özellikleri arasındaki ilişkilerin incelenmesi. Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi, 8(1): 34-42.
- Tekce, E., Gül, M. (2014). Ruminant beslemede NDF ve ADF'nin önemi. Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi, 9(1): 63-73.

- Topkara, A. 2019. Yulaf Çeşit ve Genotiplerinin Ordu İli Ekolojik Koşullarında Verim, Verim Öğeleri ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. [Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi].
- TÜİK. (2023). İstatistikler-Tarım-İstatistiksel Tablolar. <http://www.tuik.gov.tr>. (Alıntı tarihi 24 Mart 2023)
- Wood, M. (2001). New oats and barleys, ready for breakfast, brewery or bran. *Agricultural Research*, 49 (8): 18-19.
- Van Dyke, N.J., Anderson, P.M. (2000). Interpreting a forage analysis. Alabama cooperative extension. Circular ANR-890.
- Van Soest, P. J., Robertson, J. B., Lewis, B. A. (1991). Method for dietary fiber, neutral detergent fiber and nostarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.*,74, 3583-3597.
- Yıldız, O., Sarı, N., Büyükkileci, C., İmamoğlu, A. (2012). Evaluation of advanced oat lines in Aegean Region in terms of constituents affecting biscuit quality. 23RD International Scientific-Experts Congress on Agriculture and Food Industry. September 27-29, 144.



TÜRKİYE CUMHURİYETİ'NİN
YÜZ BİRİNCİ YILI



Mısır Tanesinde Bulunan Yağ ve Karotenoid Miktarlarının Görüntü İşleme Tekniğiyle Tahmini

Ebru Düzen¹ , Ferdi Akdoğan² , Fatih Kahrıman³ , Cem Ömer Egesel^{1*}

¹ Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Tarımsal Biyoteknoloji ABD, Çanakkale, Türkiye

² Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Türkiye

³ Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Çanakkale, Türkiye

Öz: Mısır tohumlarının bileşenlerinden olan yağ ve karotenoid içeriğine yönelik ıslah çalışmalarında örneklerin analizi için kullanılan kimyasal yöntemler zahmetli ve pahalı işlemlerdir. Bu nedenle örnek tarama ve karakterizasyon amacıyla kullanılacak farklı tekniklere ihtiyaç duyulmaktadır. Tarımın hemen her alanında yaygınlaşmaya başlayan görüntü işleme teknikleri bu bağlamda önemli fırsatlar sunmaktadır. Bu çalışma, mısır tohumlarında yağ ve karotenoid içeriklerinin görüntü işlemeyle dayalı yaklaşımlar kullanılarak tahminlenmesindeki başarı durumunu incelemek amacıyla yürütülmüştür. On beş farklı genotipten 3 tekrarlamalı dijital görüntüler alınmış, aynı örneklerde referans metotlarla yağ ve karotenoid içerikleri 10 tekrarlamalı olarak belirlenmiştir. Dijital görüntülerden bu çalışmaya özel olarak tasarlanan algoritma ile renk değeri ve embriyo alanı/oranına ilişkin sonuçlar çıkarılmıştır. Alınan dijital görüntülerdeki temel renk uzayı olan RGB uzayından HSV, Lab, XYZ uzaylarına ait veriler de elde edilmiştir. Referans analiz sonuçları yağ ve karotenoid için ayrı ayrı bağımlı değişken olarak atanmış ve diğer değişkenler tahminleyici olarak kullanılmak suretiyle rassal orman tekniğinden yararlanılarak tahmin modelleri geliştirilmiştir. Örneklerin yağ ve karotenoid bakımından değişimi tek yönlü varyans analizi ile değerlendirilmiştir. Yağ oranına ilişkin tahmin modelinin R^2 değeri 0,8975, karotenoidinki ise 0,9617 olarak tespit edilmiştir. Oluşturulan modellerde renk değeri hariç diğer değişkenlerin tahmin amaçlı kullanılabilmesi görülmüştür. Sonuçlar, incelen görüntü işleme yöntemlerinin mısır örneklerinin yağ ve karotenoid içeriğinin taranmasında ve karakterizasyonunda kullanılabilmesini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Regresyon modeli, renk uzayı, rassal orman

Estimation of Oil and Carotenoid Quantities in Maize Grain by Image Processing Technique

Abstract: Chemical methods used for the analysis of samples in breeding studies for oil and carotenoid content, components of maize seeds, are laborious and expensive procedures. Therefore, there is a need for different techniques that can be used for sample screening and characterization. Image processing techniques, which have become widespread in almost every field of agriculture, offer important opportunities in this context. This study was conducted to examine the success of estimating oil and carotenoid contents in maize seeds using image

* Correspondence (Sorumlu yazar): cegesel@comu.edu.tr

Citation (Alıntı): Düzen, E., Akdoğan, F., Kahrıman, F., & Egesel, C. Ö. (2024). Mısır tanesinde bulunan yağ ve karotenoid miktarlarının görüntü işleme tekniğiyle tahmini. Bilim-Teknoloji-Yenilik Ekosistemi Dergisi, 5(2), 91-104.

Article History

Received: 25/10/2024

Accepted: 21/11/2024

Published: 22/11/2024

Research Article

processing-based approaches. Digital images were taken from fifteen different genotypes in 3 replicates and oil and carotenoid contents were determined using 10 replicates in the same samples using reference methods. Color value and embryo area/ratio were extracted from the digital images with the algorithm designed specifically for this study. Data on HSV, Lab, XYZ spaces were also obtained from RGB space, the basic color space in the images. The results of the reference analysis were assigned as dependent variables for oil and carotenoid ratios separately and prediction models were developed using random forest technique with other variables as predictors. The variation of samples in terms of oil and carotenoids was evaluated by one-way ANOVA. The R^2 value of the prediction model for oil ratio was 0.8975 and that of carotenoid was 0.9617. It was seen that other variables except color value could be used for prediction purposes in the models created. The results showed that image processing methods can be used for screening and characterization of oil and carotenoid content of maize samples.

Keywords: Regression model, color space, random forest

Giriş

Mısır (*Zea mays* L.) tahıllar içerisinde başta nişasta olmak üzere protein ve yağ kaynağı olarak kullanılan bir bitki türüdür. Mısır tanesinin majör bileşenlerinden biri olan yağ, beslenmede mutlak gerekli unsurlardandır (Damude ve Kinney, 2008). Mısır tohumu, yağlı tohumlar arasında sınıflandırılmasa da yemeklik yağ üretimi arasında önde gelen bitki türlerinden biridir. Mısır tanesindeki yağ oranı kolayca manipüle edilebilen bir değişken olup yüksek yağlı mısır çeşitleri özellikle kanatlı besleme gibi alanlarda tercih edilmektedirler (Dado, 1999). Gıda veya yem olarak kullanılacak mısır tanesine değer katan diğer bir bileşen ise karotenoidlerdir. Esasen sarı ve turuncu renk pigmentleri olan bu bileşikler antioksidan özelliği taşımaları ve A vitamininin öncü maddesi olmaları sebebiyle bitki ıslahçıların ilgi gösterdiği özellikler arasında yerlerini almışlardır (Egesel ve ark., 2003; Niaz ve ark., 2023). Mısırdaki yağ içeriği ve karotenoidler günümüzde de dikkat çeken ve ıslahta üzerinde çalışılan konular arasındadır (Chandler ve ark., 2012; Kandianis ve ark., 2013; Kahrıman ve ark., 2015).

Mısır ıslah programları kapsamında karotenoid ve yağ oranının artırılmasına yönelik çalışmalar; tarla denemeleri, laboratuvar analizleri ve istatistiksel değerlendirmeler gibi birçok aşamadan geçer ve seleksiyon aşamasında yapılan fenotipik analizler önemli miktarda iş gücü, zaman ve maddi kaynak gerektirir. İlerleyen teknoloji ve disiplinler arası çalışmalar sayesinde, bitki ıslahı programları iş gücü ve maliyet açısından daha verimli hale getirilmektedir. Bitkisel içeriklerin etkili bir şekilde analizini sağlayacak yöntemlerin geliştirilmesi bilim dünyasında hatırı sayılır bir çalışma alanı durumundadır (McGorin, 2009; Zolotov, 2020). Bu bağlamda, tarım sektöründe sıkça kullanılmaya başlanan görüntü işleme teknikleri, araziden veya tane bazında alınan görüntülerden hastalık ve yabancı ot tespiti, kalite kontrolü, sınıflandırma, çeşit analizi ve bazı bileşenlerin içerik tahmini gibi birçok alanda uygulanmaktadır (Yang ve ark., 2000; Weinstock ve ark., 2006; Al-Hiary ve ark., 2011; Sabancı ve ark., 2012; Masoumi, 2013; Farhood ve ark., 2022). Bu teknikler, materyalin zarar görmeden analiz edilmesine olanak tanıyarak, kimyasal analizlere gerek kalmadan hızlı ve etkili fenotipik değerlendirme yapılmasını sağlar. Bu şekilde analiz edilen materyalin tekrar tohumluk olarak kullanılabilme imkanı bitki ıslahı ve seleksiyon çalışmaları için önemli bir avantajdır.

Mısır tanesinin hacimsel olarak %10 kadarını teşkil eden embriyo, yağ içeriğinin yaklaşık %85'ini taşımaktadır (Li ve ark., 2022). Embriyo büyüklüğü ile yağ miktarı arasında var olduğu bilinen ilişki (Yang ve ark., 2012) sayesinde görüntü işleme yoluyla embriyo büyüklüğünün hesaplanması ve akabinde tanedeki yağ oranının tahmin edilmesi mümkün olabilir. Görüntü işleme veya renk analizlerine dayalı olarak mısırdaki tane yapısına yönelik çeşitli çalışmalar yürütülmüştür. Effendi ve ark. (2019) görüntü işleme teknolojisini mısır tohumlarını renk ve tekstür bakımından inceleyip genel ürün kalitesine karar verme amaçlı kullanmışlardır. Zhao ve ark. (2020) mısır tohumlarında endosperm kısmını görüntü işleme tekniği ile kantitatif olarak analiz eden bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Benzer bir yaklaşım embriyonun kantifikasyonu için de kullanılabilir ve indirekt olarak yağ oranının tahmini ile ilişkilendirilebilir. Fakat söz konusu çalışma tohuma fiziki olarak müdahaleyi gerektirdiği için tekrar kullanım imkanı mevcut değildir.

Tarımsal ürünlerin değerlendirilmesinde görüntü işlemeye dayalı karar destek modelleri önemli alternatifler sunabilir. Farklı tarımsal ürünlerde karotenoid içeriğinin görüntü işlemeye dayalı yöntemler ile

tespitini konu edinen çeşitli çalışmalar mevcuttur. Bu kapsamda kassava (de Carvalho ve ark., 2022), yeşil ve kırmızı yapraklı sebzeler (Agarwal ve ark., 2024), kabak (Itle ve Kabelka, 2009), yumurta (Thepparak ve ark., 2024) ve portakal (Galal ve ark., 2022) gibi farklı ürünlerde görüntü analizine dayalı renk ya da pigment analizlerinin ele alındığı araştırmalar vardır. Karotenoidlerin renk pigmenti olması farklı miktarlarda karotenoid içeren mısır tohumlarının renklerine göre gözle görülebilir bir ayırım yapılmasına imkân tanımaktadır. Mısırdaki görüntü işleme birçok farklı çalışmaya konu olsa da görüntü analizi ile mısır tohumlarında karotenoid miktarı tahminine yönelik literatür oldukça kısıtlıdır. Mısır bitkisinde görüntü analizi ile yağ miktarı hesaplanmış olmasına karşın görüntü analizi ile embriyo alanı hesaplanarak yağ miktarının tahmini üzerine bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bunun yanı sıra, görüntü işlemeyle ilgili mevcut olan önceki çalışmalarda genel olarak doğrusal modelleme yöntemleri ve yalnızca tek ya da sınırlı sayıda renk uzayının kullanıldığı görülmektedir. Bu konuda makine öğrenmesi temelli ve doğrusal olmayan modelleme yaklaşımlarının daha başarı ve detaylı sonuçlar verebileceği düşünülmektedir. Bu amaca yönelik çalışmaların geliştirilmesi ile tarımsal ürünlerde fenotipik özelliklerin belirlenmesi, kalite kriterlerine göre materyallerin daha hızlı ve kolay bir şekilde ayırımının yapılması ve yeni çeşitlerin geliştirilmesi sağlanabilir.

Bu çalışmanın amacı, farklı genotiplere ait mısır tohumlarında yağ ve karotenoid içeriklerinin görüntü işleme tekniği ile tahminleme olanaklarının araştırılmasıdır. Bu amaçla; RGB kameradan alınan dijital görüntüler yardımıyla tohumda renk değeri ve embriyo alanını belirleyebilen algoritmalar geliştirilmiş, farklı renk uzaylarına ait kanal verileri incelenmiş, bu işlemlerden edilen veriler ve laboratuvar analizleri kullanılarak renk değeri-karotenoid ve yağ miktarı-embriyo alanı arasındaki ilişkiler tespit edilmiş, elde edilen sonuçlar doğrultusunda ise karotenoid ve yağ miktarları makine öğrenmesi algoritmalarından olan rassal orman tekniğine dayalı tahmin modelleri geliştirilmiştir.

Materyal ve Yöntem

Bitkisel Materyal

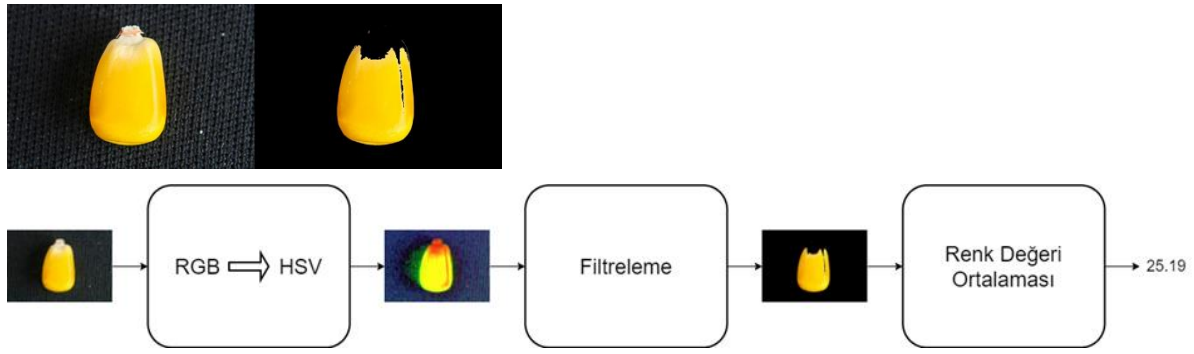
Bu çalışmada Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü'nden temin edilen yerel mısır çeşitlerine ait tohumlar kullanılmıştır. Çalışma tane rengi bakımından ve tohum iriliklerine göre farklılık gösteren 15 mısır genotipinde kimyasal analizler 10 tekerrürlü olarak yapılmıştır.

Mısır Tohumlarından Dijital Görüntülerin Elde Edilmesi

Tohum örneklerinden dijital görüntülerin elde edilmesinde RGB (Canon EOS 2000D) kamera kullanılmıştır. RGB kameranın kendisine ait ışık sensörü olmadığı için bu kameralara özel kapalı bir kutu tasarlanarak çekimler 4 adet Samsung 1.06 W Led ışık altında 682 Lux ışık şiddetinde gerçekleştirilmiştir. Yapılan deneme çekimleri sonrasında alınan görüntüler MATLAB ve Python programlarında analiz edilmiş ve RGB kamera için uygun görüntü alma yüksekliği 30 cm olarak belirlenmiştir. Bu mesafeden her genotipe ait 5'li tohum grupları halinde 3 tekerrürlü olarak dijital veriler toplanmıştır.

Dijital Görüntülerden Renk Değeri ve Renk Uzaylarına İlişkin Verilerin Elde Edilmesi

Kullanılan mısır tohumları geniş bir renk skalası oluşturması için farklı renklerde seçilmiştir. Seçilen örnekler ile çalışmak için bir görüntü işleme algoritması tasarlanarak bu algoritma sayesinde alınan görüntüden arka planı ve gürültü sinyallerini atarak tohuma ait renk değeri elde edilmiştir (Şekil 1). Farklı algoritmalar denenmiş, Canny edge detection ve Kovalevsky gibi metotlar bazı genotiplerde başarılı sonuçlar vermiş ancak, genel olarak en başarılı sonuç "Masking and Thresholding" yöntemiyle elde edilmiştir (Rahman ve İslam, 2013).



Şekil 1. Görüntüye uygulanan işlemlerin blok diyagramı
Figure 1. Block diagram of operations applied to the image

Oluşturulan algoritmada HSV renk uzayında çalışılmıştır. Öncelikle görüntü algoritma vasıtası ile RGB renk uzayında okunmuş, sonrasında ise piksel değerleri HSV renk değerine dönüştürülmüştür. Daha sonrasında bu alınan değerler filtrelenerek sarı tonlarına ait alt ve üst sınırlar hesaplanmıştır. Görüntüdeki tüm pikseller tek tek kontrol edilerek alt ve üst sınırlar dışında kalan değerler sıfırlanmıştır. Bu işlem sonucu elde edilen görüntüde sıfır olmayan piksellerin hue değeri toplamı piksel sayısına bölünerek görüntünün ortalama hue değeri tespit edilmiştir. Algoritmanın temel çalışmasını gösteren pseudocode aşağıda verilmiştir (Şekil 2).

Algorithm 1 Renk Değeri Analizi

```

1: function FINDCOLORVALUE(I)
2:   I - Girdi mısır tohumu görüntüsü                                     ▷ Ön İşleme
3:   [M, N] = shape(I)
4:
5:   RGB → HSV dönüşümü                                               ▷ Arka Plan Elenmesi
6:    $y_0$  ve  $y_1$  sarı rengine ait alt ve üst sınırlar
7:   for bütün pikseller do
8:     if HSV <  $y_0$  or HSV >  $y_1$  then
9:       HSV = 0
10:    end if
11:  end for
12:  for sıfır olmayan piksel ( $p[H, S, V]$ ) do
13:    toplam =  $p[H]$ 
14:  end for
15:  Ortalama renk değeri  $f$  olmak üzere toplam sıfır olmayan piksel sayısı  $c$  için
16:   $f = \text{toplam} / c$ 
17:  Normalize between 0 and 1
18:   $f = f / 255$ 
19: end function
  
```

Şekil 2. Renk değerinin belirlenmesinde kullanılan algoritmanın pseudocode gösterimi

Figure 2. Pseudocode representation of the algorithm used to determine the color value

Renk değeri hesaplamasının yanı sıra tahmin modellerinde kullanılmak üzere RGB renk uzayından diğer renk uzaylarına dönüşüm işlemleri yapılarak her örneğin dijital görüntüsünden renk uzayı verileri elde edilmiştir. Bu kapsamda RGB görüntülerden XYZ, Lab, ve HSV (Light, saturation, value) renk uzaylarına ilişkin verilerin çıkarma işlemi R programında colorspace paketi kullanılarak gerçekleştirilmiştir (R Core Team, 2021). Bu veriler de yine model oluşturma aşamasında kullanılmak üzere kayıt altına alınmıştır.

Dijital Görüntülerden Embriyo Alanı ve Embriyo Oranının Belirlenmesi

Embriyo alanının belirlenmesi için ayrı bir algoritma oluşturulmuştur. Bu algoritma vasıtasıyla görüntü

üzerinde embriyo ile endosperm arasındaki renk ve gradyan farkı kullanılarak sınırlar belirlenmiştir. Embriyo sınırları içinde kalan piksel sayısı alan olarak hesaplanmıştır. Her ne kadar görüntü alımları esnasında sabit şartlar uygulanmaya dikkat edilmiş olsa da hata payını düşürmek için görüntüye normalleşme işlemleri uygulanmış, Erosion ve Dilation gibi klasik görüntü işleme yöntemleri, sınırların netleştirilmesinde kullanılmıştır. Aşağıdaki verilen denklemler aracılığı ile her bir piksele ait büyüklükler hesaplanarak bu büyüklük bir eşik değeri ile kıyaslanmıştır. Eşik değerinin üstündeki pikseller sınır dışı olarak belirlenmiştir. Bu eşik değeri belirlenirken 0 ile 255 arasında ortalama bir değer alınmış ve sonrasında istenen bölgenin durumuna gelene dek denenmiştir. Embriyo alanının tamamen ayrıldığı noktada bu eşik değeri kaydedilmiştir. Eşik değeri genotip ve çevresel faktörlere bağımlı olduğundan belirli bir formülasyona tabi değildir ve el ile ayarlanmıştır. Belirlenen eşik değerine göre sınır değerinin üzerindeki/altındaki piksel sayısı o bölgenin büyüklüğü olarak kabul edilmiştir. Algoritmanın pseudocode ile gösterimi ve algoritma çıktısı Şekil 3 ve Şekil 4’de verilmiştir.

$$G_x = |p_{(x+1,y)} - p_{(x-1,y)}|$$

$$G_y = |p_{(x,y+1)} - p_{(x,y-1)}|$$

$$G = \sqrt{G_x^2 + G_y^2}$$

Algorithm 2 Embriyo Büyüklüğü Analizi

```

function FINDAREA(I)
2:   I - Girdi mısır tohumu görüntüsü                                     ▷ Ön İşleme

   RGB → Grayscale dönüşümü

4:                                     ▷ Gradient Hesaplama
    $h_x = [-1, 0, 1]$ 
    $h_y = [-1, 0, 1]^T$ 
6:    $g_x = I * h_x$  (Filtreleme)
    $g_y = I * h_y$  (Filtreleme)
8:    $G[i, j] = \sqrt{g_x(i, j)^2 + g_y(i, j)^2}$                                      ▷ Sınırları Belirleme

10:  Eşik değeri T ve sınır pikselleri P için
   for her bir piksel p do
12:   if  $G > T$  then
        $P = p_{x,y}$ 
14:   end if
   end for                                     ▷ Sınırlanan Bölgenin Bulunması

16:  for sınırlayıcı pikseller P do
       en yakın P değerlerini birleştir
18:  end for

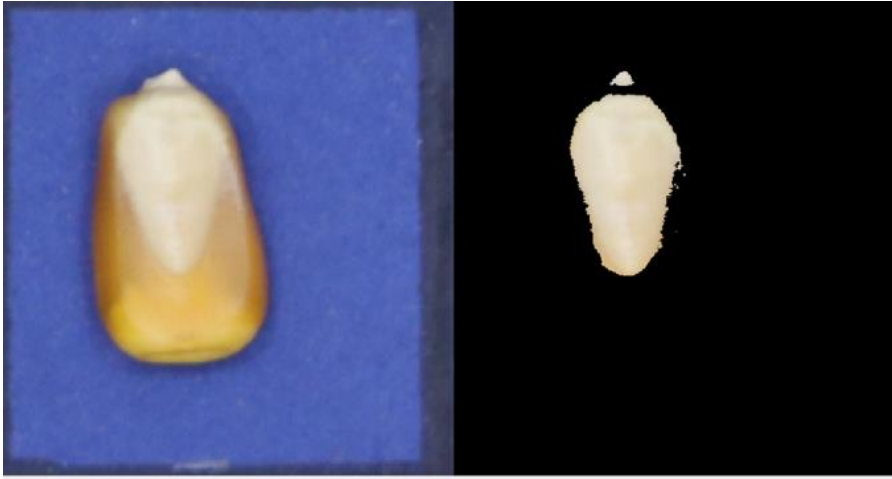
   Sınırlanan bölge A için
20:  for bütün pikseller p do
       if  $p \subseteq A$  then count++
22:  end if
   end for
24: end function

```

Şekil 3. Embriyo alan analizi için kullanılan algoritmanın pseudocode gösterimi

Figure 3. Pseudocode representation of the algorithm used for the embryo area analysis

Şekil 4’de sunulan algoritma ile belirlenen embriyo alanı ve ilgili örneğe ait toplam alan (tohum görüntüsünün piksel sayısı) kullanılarak embriyo oranı belirlenmiştir. Bu hesaplama excel programında gerçekleştirilmiş ve veri analizi aşamasında kullanılmak üzere örnek kodlarına göre eşleştirilerek kayıt altına alınmıştır.



Şekil 4. Solda ilk alınan fotoğraf ve sağda algoritma çıktısı
Figure 4. The first photo taken of a seed (left), and the algorithm output (right)

Yağ Ekstraksiyonu ve Karotenoid Analizi

Çalışmada embriyo alanı-yağ miktarı arasındaki ilişkiyi belirlemek için tohumlarda yağ ekstraksiyonu yapılmıştır. Bunun için her tekerrürde bulunan 5 gr mısır tohumu öğütülerek selüloz kartuşlara konmuştur. Sonrasında kartuşlar 30 mL hacimli ekstraktörlere aktarılmış ve üzerlerine 120 mL hekzan eklenerek soxhlet cihazında 6 saat boyunca bekletilmiş ve hekzan evaporatör cihazıyla uçurularak yağ miktarı tespit edilmiştir (AOAC, 2002).

Her tekerrür için elde edilen yağ örneklerinden 50 µL alınmış, 10 mL hekzan ilave edilerek 20 saniye boyunca vortexlenmiştir. Bu aşamanın ardından 3 mL yağ-hekzan karışımı kuvarz küvet içerisine alınarak 450 nm dalga boyunda UV-Spektrofotometre cihazında absorbans değerleri tespit edilmiştir. Karotenoid değerlerinin hesaplanması için ise Rodriguez-Amaya ve Kimura, (2004) yöntemine göre aşağıdaki formülden yararlanılmıştır (Ordu ve Egesel, 2019).

$$\text{Toplam Karotenoid} = \frac{\text{Absorbans Değeri} \times 25 \times 10^4}{2500 \times \text{Örnek ağırlığı}}$$

İstatistik Analizler

Elde edilen veriler R paket programında (R Core Team, 2021) analiz edilmiştir. Hedef değişkenler (yağ ve karotenoid içeriği) ile ilişkili olduğu öngörülen bazı özelliklerdeki (embriyo alanı, embriyo pixel sayısı, renk değeri ve hue değeri) genotiplere göre farklar tesadüf parselleri deneme deseni uygun varyans analiz modeline göre değerlendirilmiş ve ortalamalar arasında farklar asgari önemli fark (LSD) testi ile karşılaştırılmıştır.

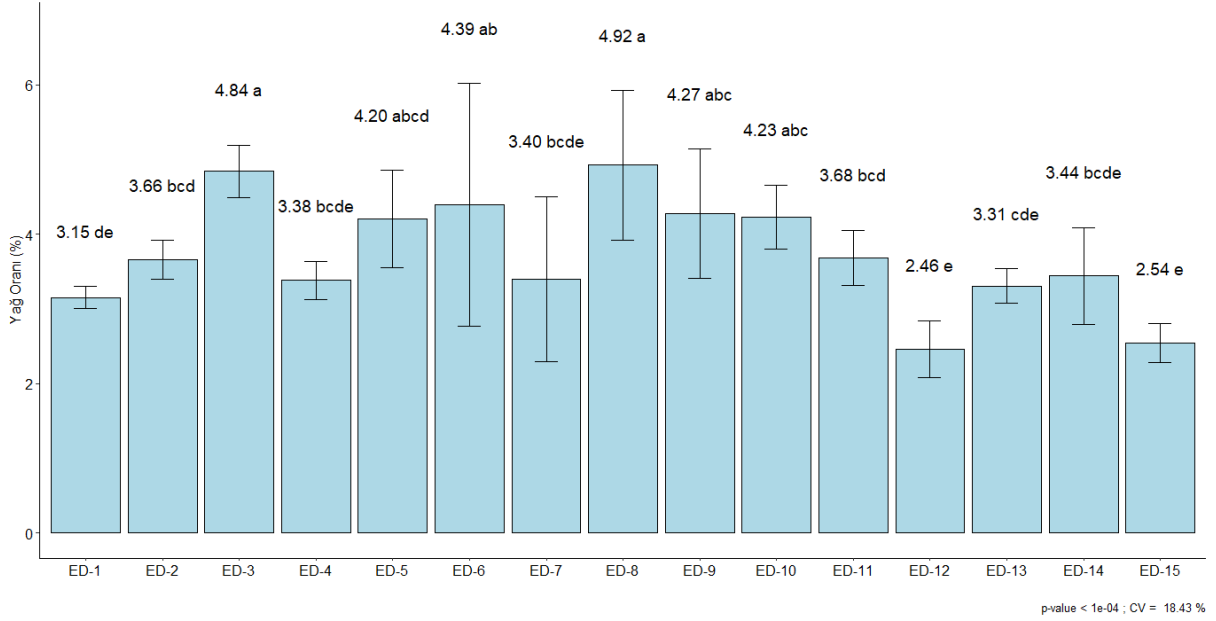
Yukarıda detayları açıklanan embriyo alanı hesaplamaları ve renk uzayına ait veriler tahminleyici olarak kullanılmak suretiyle yağ ve karotenoid içeriği için tahmin modelleri oluşturulmuştur. Modelleme tekniği olarak rassal orman yönteminden yararlanılmış ve bu işlem rattle paketi (Williams, 2011) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Modellerin tahmin doğruluğu model tahmini ile referans analizler arasındaki R^2 ve korelasyon katsayıları ile değerlendirilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

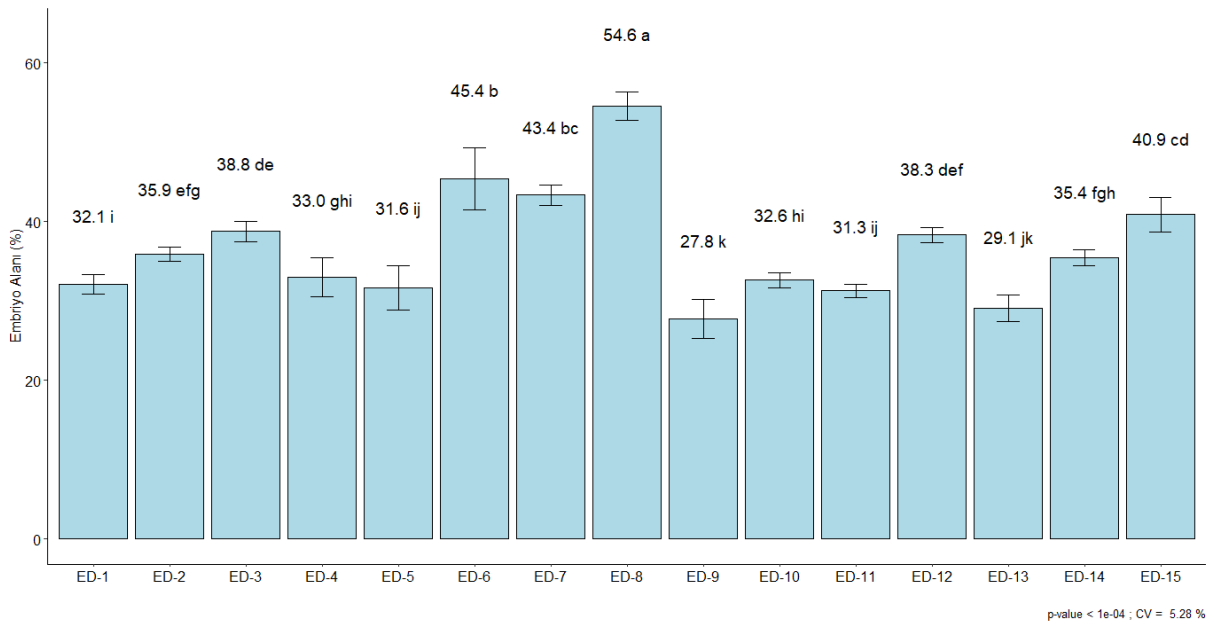
Yağ oranı

Kullanılan genotiplerin yağ oranı ortalamaları Şekil 5'te sunulmuştur. Değerler %2,46 ile %4,92 arasında değişim göstermiş ve en yüksek yağ içeriği ED-8 ve ED-3 kodlu genotiplerde gözlenmiştir. Embriyo alanına ilişkin piksel sayıları ve embriyo oranına ilişkin sonuçlar tohum iriliği ve embriyo büyüklüğünün iki boyutlu dijital görüntüleme sonuçlarına dayalı olarak değerlendirilmesine imkân sağlamıştır. Embriyo oranları %27,8 ile %54,6 arasında değişim göstermiştir (Şekil 6). Embriyo alanına ilişkin piksel sayısı değerleri 11916 (ED-1) ile

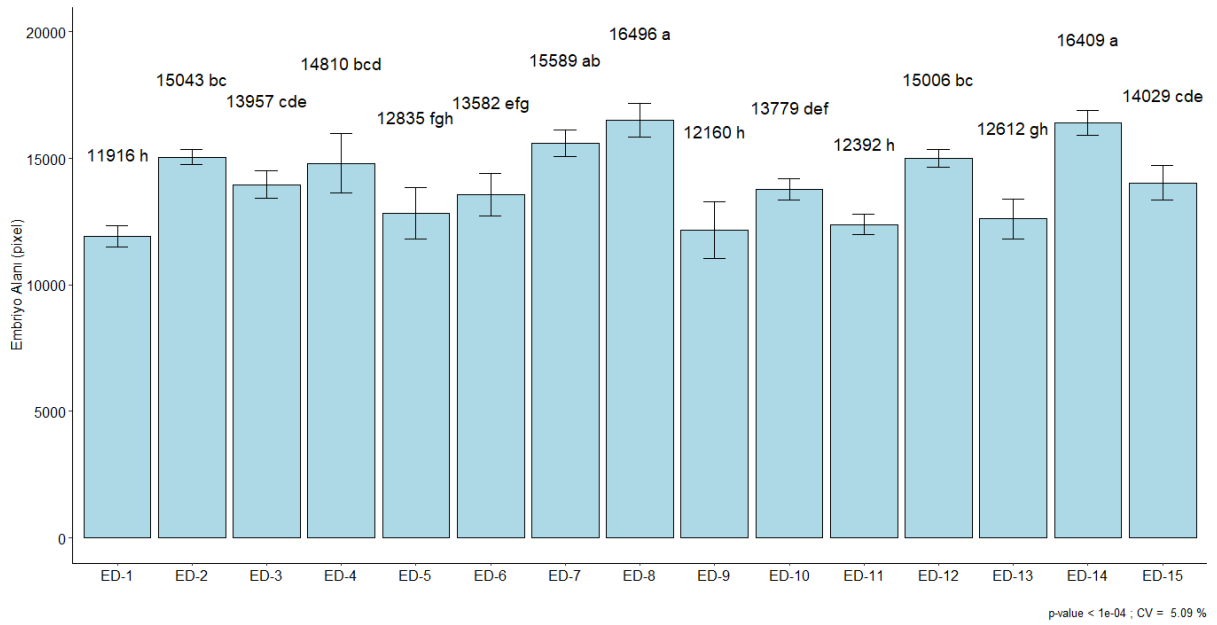
16496 piksel (ED-8) arasında değişim göstermiştir (Şekil 7). Embriyo oranı hesaplaması ile ED-8 kodlu genotipin tohum iriliğine göre büyük embriyolu bir genotip olduğu söylenebilir. Tüm genotipler dikkate alındığında, piksel sayısı ve embriyo oranına ilişkin genotip sıralamasının örtüşmediği görülmektedir. Bu durum tohum iriliğine göre embriyo alanının farklılık göstermesinden kaynaklanmış olabilir.



Şekil 5. Kullanılan mısır genotiplerine ait yağ oranı ortalamaları
Figure 5. Oil ratio means of the maize genotypes used



Şekil 6. Kullanılan mısır genotiplerine ait embriyo alanı ortalamaları
Figure 6. Embryo area means of the maize genotypes used

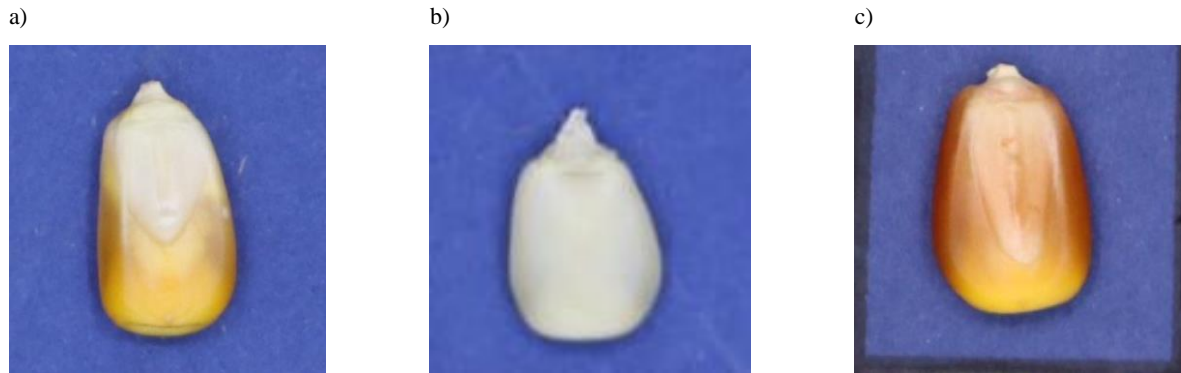


Şekil 7. Kullanılan mısır genotiplerine ait embriyo piksel sayısı ortalamaları

Figure 7. Pixel number means of the maize genotypes used

Mısır tohumunda dijital görüntülerden embriyo alanının tespitine yönelik kritik konunun, görüntüsü alınan tohumun rengi ve embriyo bölgesindeki renk olduğu görülmüştür. Normal mısır genotiplerinde embriyo bölgesinde beyazımsı bir renk hakimdir (Şekil 8

a). Dolayısıyla beyaz renkli tohumlarda (ED-8 gibi) embriyo alanı dijital görüntü analizlerine dayalı olarak tespit edildiğinde, olduğundan daha büyükmüş gibi değerlendirilebilmektedir (Şekil 8b). Şayet embriyo bölgesinde perikarp katmanı renklenme gösteriyorsa (Şekil 8c) bu durumda embriyo alanı olduğundan daha küçük olarak hesaplanabilmektedir.



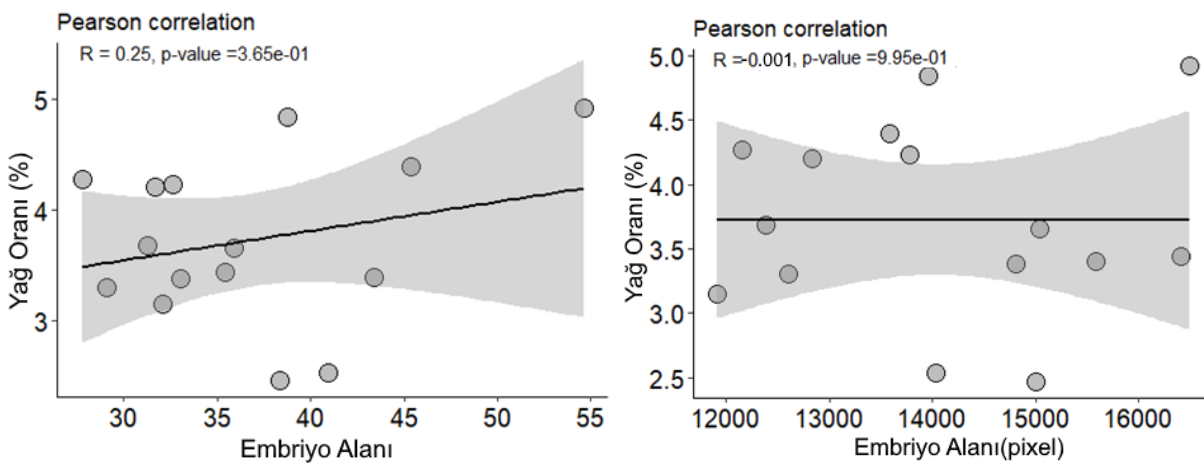
Şekil 8. Embriyo alanının dijital görüntülerde sorun yaşanabilecek örnekler

Figure 8. Seed types that may be misleading in digital images of the embryo area

Embriyo alanı ve embriyo piksel sayısının yağ oranı ile ilişkisini gösteren korelasyon grafikleri Şekil 9'da gösterilmiştir. Görüntü işleme ile elde edilen embriyo alanı ile yağ oranı arasında pozitif yönde bir korelasyon ($r=0,25$) saptanırken, embriyo piksel sayısı ile yağ oranı arasında herhangi bir korelasyon olmadığı ($r=-0,001$) görülmüştür. Bu durum RGB görüntülerinden çıkarılan embriyo piksel sayısından ziyade, tohum iriliğinin de göz önünde bulundurulduğu embriyo oranı hesaplamalarının daha etkili olabileceğini göstermiştir.

Aynı genotipe ait tohumların embriyo alanlarının değişkenlik göstermesi veya embriyonun endosperm ile aynı/yakın renkte olması, görüntü analizlerinde hata payını yükselten faktörlerdendir. Birbirinden farklı genotiplerdeki şekilsel çeşitlilikler tek bir modelin başarılı olmamasına sebep olabilir. Örneğin mısır tohumunda bazı renk pigmentleri perikarpta depolanmaktadır ve bu durum analiz sonuçlarına etki edebilmektedir. Bu çalışmada embriyo bölgesine ait piksel sayısı ile yağ oranı arasında doğrusal bir ilişki saptanmazken, embriyo

oranı ve yağ oranı arasında zayıf bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Cogdill ve ark. (2006) hiperspektral görüntü işleme yöntemleri ile tohumda yağ miktarını belirlemeye çalışmış ancak sonuçlardaki başarılı oranı sınırlı kalmıştır. Anılan çalışmada embriyonun hacmi de hesaplanmaya çalışılsa da tohumun kompleks yapısı sebebiyle ölçümler alınamamış ve bu sebep ile bir sonuca varılamamıştır. RGB görüntüleme multispektral ve hiperspektral görüntülemeyle kıyaslandığında yalnızca 3 banda ait veri sağlamaktadır (Tian ve Hu, 2022). Ayrıca, RGB görüntülemenin daha çok yüzeysel özelliklerin tespit edilmesine uygun olduğu ve iç yapıyla ilgili özelliklerin değerlendirilmesine uygun olmadığı da vurgulanmaktadır (Jiang ve ark., 2024). Fakat bizim çalışmamızda olduğu gibi biyokimyasal bileşenlerin ilişkili olduğu görsel farklılıklar (embriyo alan-yağ oranı, sarı ve turuncu renklenme-karotenoid içeriği) RGB görüntülemenin dolaylı olarak bu gibi biyokimyasal bileşenlerin tespitinde kullanılma imkanını doğurmaktadır. Her ne kadar embriyo alanı ile yağ içeriği ilişkili olsa da, RGB görüntüleme sonucunda elde edilen alan 2 boyutlu yüzeysel bir görüntüye dayalıdır ve embriyonun tohum içindeki derinliği hakkında bilgi sunmamaktadır. Buna rağmen, çalışmamızda RGB görüntülemeye dayalı embriyo oranı ile yağ oranı arasında kabul edilebilir bir ilişkinin ($r=0,25$) olduğu söylenebilir.

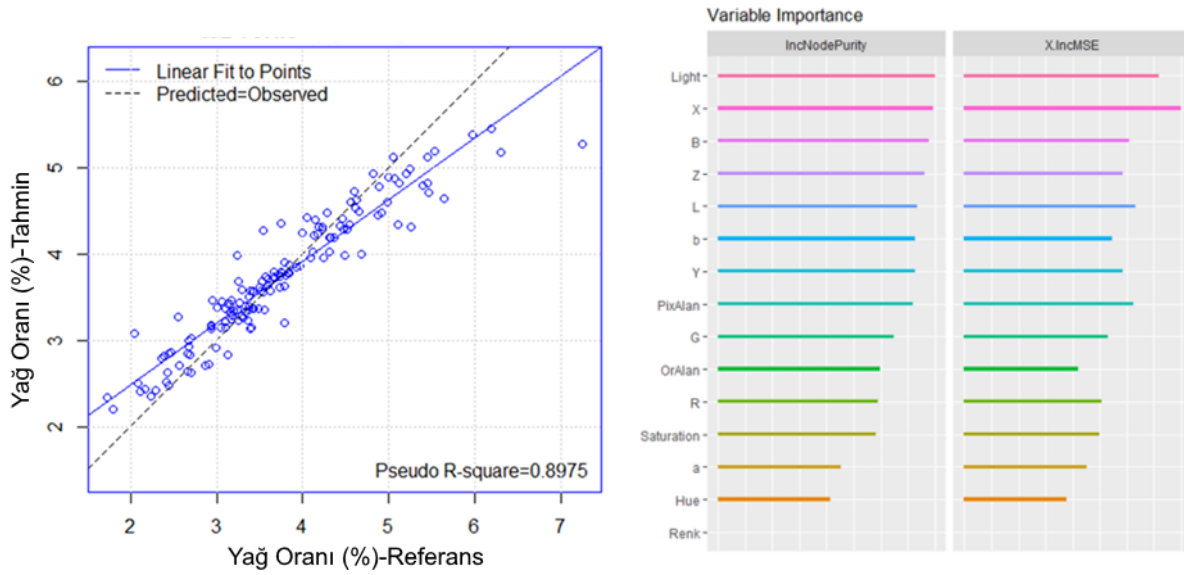


Şekil 9. Yağ oranı ile embriyo alanı ve embriyo piksel sayısı arasındaki korelasyon grafikleri

Figure 9. Correlation graphics between oil ratio and embryo pixel number

Renk uzaylarına ait kanal verileri ile görüntü işlemeye dayalı hesaplamalar kullanılarak yağ oranının belirlenip belirlenemeyeceğine yönelik rassal orman modeline ait sonuçlar Şekil 10'da gösterilmiştir. Çalışmada girdi değişkeni olarak kullanılan 15 değişken içerisinde “renk değeri” (grafiklerde kısaca “Renk” olarak verilmiştir) hariç diğer tüm değişkenlerin yağ oranını tahminlemede önemli değişkenler olabileceği saptanmıştır.

Oluşturulan modelin eğitim seti için determinasyon katsayısı 0,8975 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuç modelde tanımlanan girdi değişkenlerini kullanarak yağ oranının belli bir başarı ile tespit edilebileceğini göstermiştir.

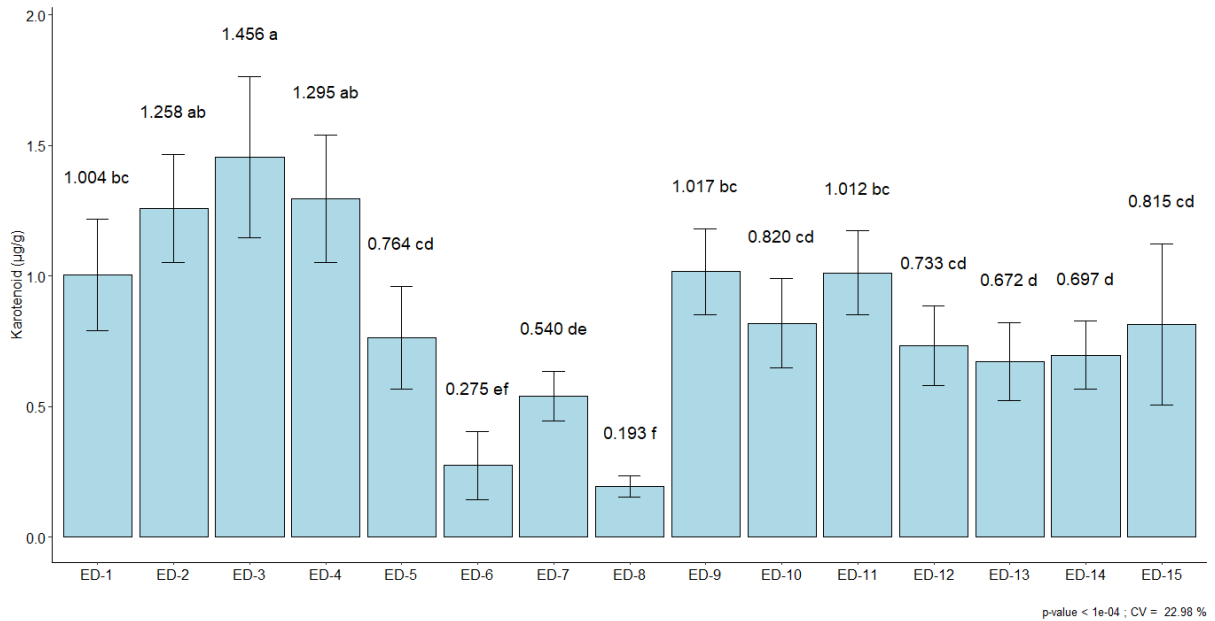


Şekil 10. Yağ oranı için oluşturulan rassal orman modelinde tahminlenen ve referans değerler arasındaki bağlantıyı gösteren grafik (solda) modelde girdi değişkenlere ait etki değerleri

Figure 10. The relation between the predicted and reference values in the random forest model created for oil ratio (left), and the effect values of the input variables in the model (right)

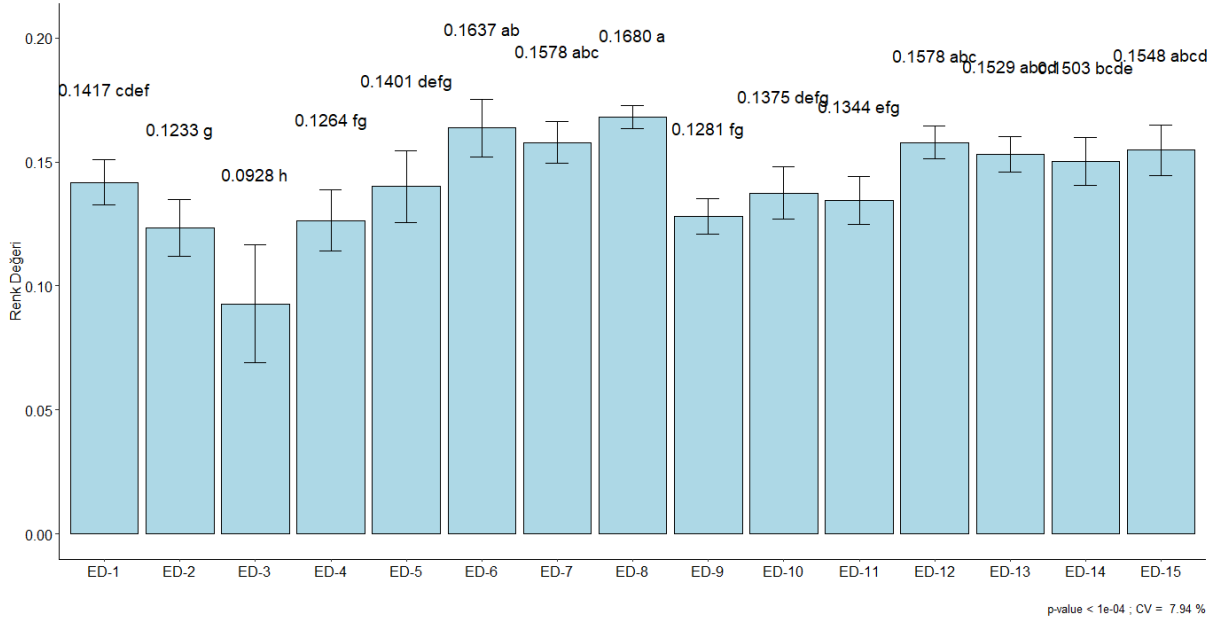
Karotenoid İçeriği

Kullanılan genotiplerin karotenoid içeriği ortalamaları Şekil 11’de gösterilmiştir. Örneklerin karotenoid içerikleri 0,193 $\mu\text{g/g}$ ile 1,456 $\mu\text{g/g}$ arasında bulunmuştur. Beyaz renkli ED-6 ve ED-8 kodlu genotipler beklediği gibi en düşük karotenoid içeriğine sahip olmuştur. Çalışmada hesaplanan renk değeri ortalamaları 0,0928 (ED-3) ile 0,1637 (ED-6) arasında, hue değerleri ise 29,21 ile 52,9 arasında bulunmuştur. Renk değeri yüksek genotipler ile hue değeri yüksek genotiplerin benzerlik gösterdiği görülmektedir (Şekil 12 ve 13).

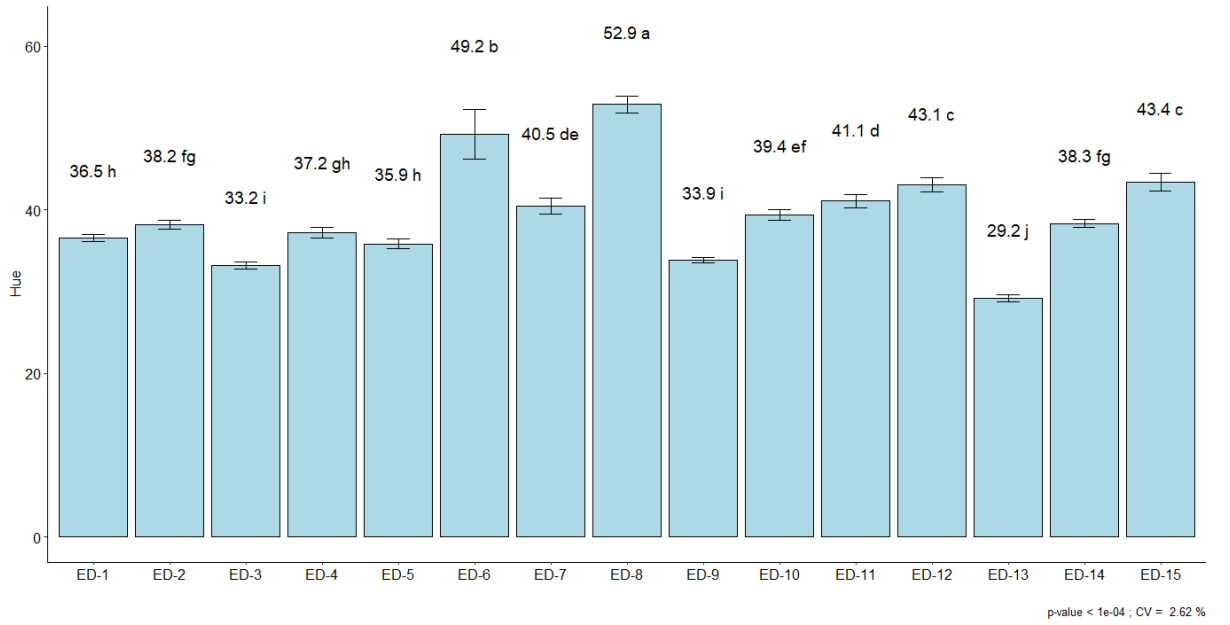


Şekil 11. Kullanılan mısır genotiplerine ait karotenoid içeriği ortalamaları

Figure 11. Carotenoid content means of the maize genotypes used

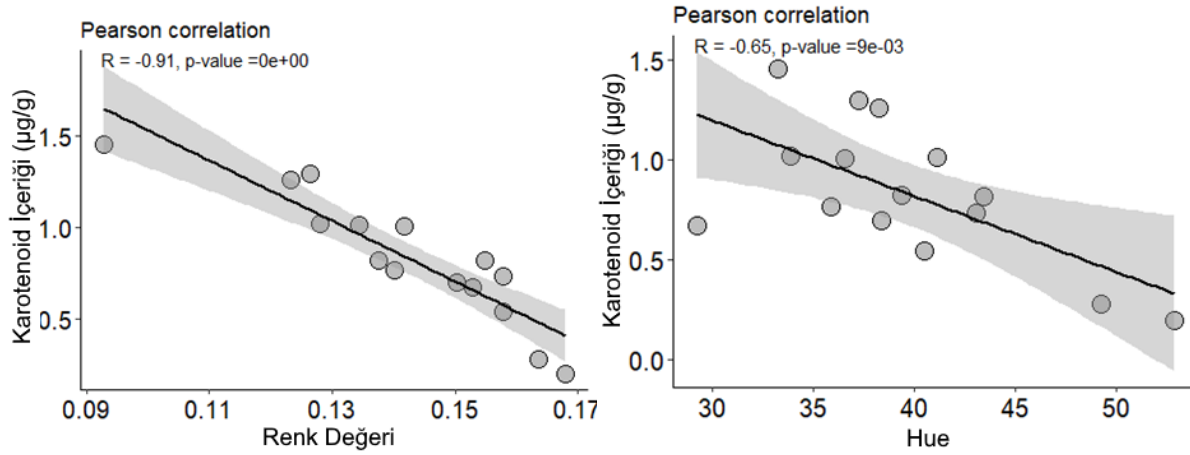


Şekil 12. Kullanılan mısır genotiplerine ait renk değeri ortalamaları
Figure 12. Color value means of the maize genotypes used



Şekil 13. Kullanılan mısır genotiplerine ait hue değeri ortalamaları
Figure 13. Hue value means of the maize genotypes used

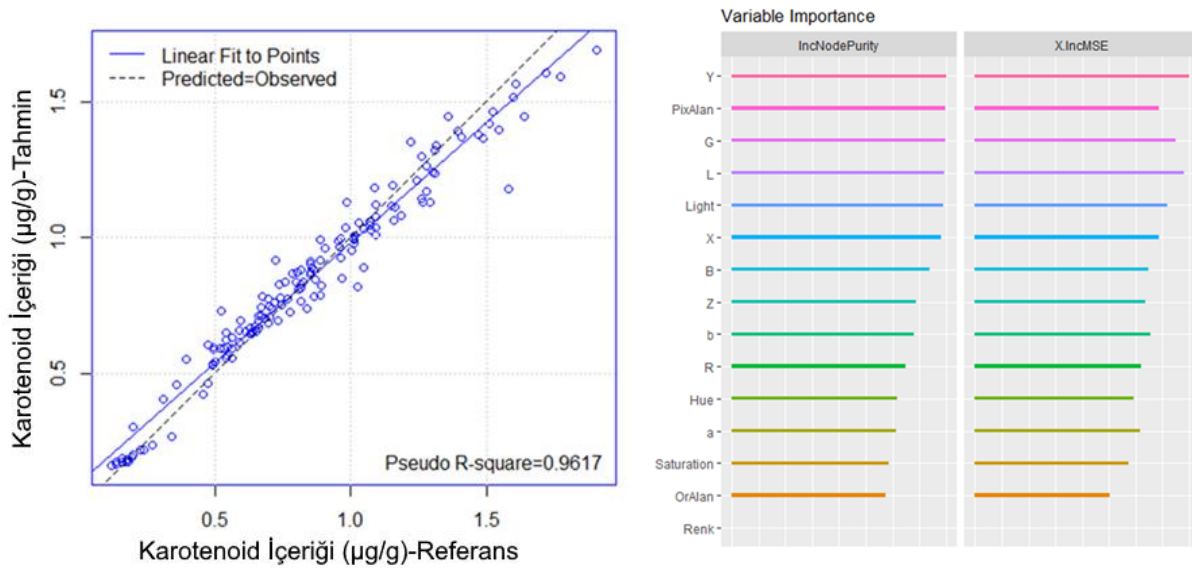
Renk ve hue değerleri ile karotenoid içeriği arasındaki ilişkileri gösteren grafikler Şekil 14'te gösterilmiştir. Hem renk ($r=-0,90^{**}$) hem de hue değeri ($r=-0,65^{**}$) ile karotenoid içeriği arasında negatif yönde korelasyon saptanmıştır. Her iki özellikle karotenoid içeriğinin negatif yönde korelasyona sahip olması, renk ve hue hesaplamalarının tohum rengindeki açıklığa bağlı olarak yükseldiğine işaret etmektedir. Nitekim ED-6 ve ED-8 kodlu beyaz tohumlu genotiplerin yüksek renk ve hue değerine sahip olması da bu durumu doğrulamaktadır.



Şekil 14. Karotenoid ile renk değeri ve Hue sayısı arasındaki korelasyon grafikleri

Figure 14. The correlation of carotenoid content with color and hue values

Karotenoid içeriğinin görüntü analizlerine dayalı belirlenmesi amacıyla oluşturulan rassal orman modeline ait tahmin grafiği ve etkili değişkenler Şekil 15'te sunulmuştur. Karotenoid tahmin modelinin R^2 değeri 0,9617 olarak hesaplanmış ve pozitif yönde doğrusal bir ilişki göstermiştir (Şekil 15a). Renk ve hue değerleri karotenoid içeriği ile negatif yönlü ilişkide olmasına rağmen, diğer renk uzaylarına ait veriler tahmin modeline dahil edildiğinde renk ve hue değişkenlerinin modele etkisinin zayıf olduğu ortaya çıkmıştır. Karotenoid değerinin belirlenmesine yönelik oluşturulan modelde öne çıkan değişkenler piksel alanı ile Y, G, L renk uzayı kanallarıdır (Şekil 15b).



Şekil 15. Karotenoid içeriği için oluşturulan rassal orman modelinde tahminlenen ve referans değerler arasındaki bağlantı (a) ve modelde girdi değişkenlere ait etki değerleri (b)

Figure 15. The relation between the predicted and reference values in the random forest model created for carotenoid content (left), and the effect values of the input variables in the model (right)

Sonuç

Yapılan çalışmada farklı genotiplere ait mısır tohumlarında yağ ve karotenoid içerikleri referans analizlerle tespit edilmiştir. Görüntü işleme tekniği ile elde edilen renk değerleri, embriyo alanı ve piksel sayıları ile hedef değişkenler (yağ ve karotenoid içerikleri) arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Bu hedef değişkenlerin, diğer renk uzayı verileri de kullanılarak görüntü işlemeye dayalı teknikler yardımıyla tahminlenmesine yönelik modeller oluşturulmuştur.

Korelasyon testi sonuçları yağ oranı ile embriyo piksel sayısı arasında doğrusal bir ilişki olmadığını, buna

karşın embriyo oranı ile yağ oranı arasında düşük bir korelasyon ($r=0,25$) olduğunu ortaya koymuştur. RGB görüntülemeye dayalı yağ oranı tahminlenmesinde embriyo oranının daha etkili bir şekilde kullanılabileceği anlaşılmıştır. Karotenoid içeriği ile ilişkilendirilen renk değeri ($r=-0,91$) ve hue değerlerinin ($r=-0,65$) her ikisinin de bu değişken ile negatif yönde korelasyona sahip olduğu görülmüştür.

Yağ oranını tahminlemek amacıyla oluşturulan rassal orman modelinde tahminleyici değişken olarak kullanılan 15 değişkenden renk değeri dışında kalan 14 tanesinin model başarısına etki ettiği görülmüş ve modelin yüksek doğrulukla ($R^2=0,8975$) tahmin sunduğu tespit edilmiştir. Karotenoid oranını tahminlemeye yönelik oluşturulan modelin ise determinasyon katsayısının $R^2=0,9617$ olduğu ve yine renk değeri haricinde kalan 14 değişkenin model başarısına etki ettiği görülmüştür.


Bu çalışmanın sonuçları, görüntü işleme tekniklerinin yağ ve karotenoid içeriğine yönelik mısır ıslahı çalışmalarında bir araç olarak kullanılabileceğini göstermiştir. Bununla birlikte, ileriki araştırmalarda tek tohum düzeyinde tespiti yönelik örnekleme, analiz ve modelleme çalışmalarının yapılması, farklı modelleme tekniklerinin kullanılması gibi yaklaşımlarla söz konusu yöntemin etkinliğinin artırılması mümkün olabilir.

Ek Bilgiler ve Beyanlar

Teşekkür: Bu makale Ebru DÜZEN'in Yüksek Lisans tezinden üretilmiş olup ilgili tez çalışması Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir (Proje No: FYL-2020-3450).

Araştırmacıların Katkı Oranı: Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

Çıkar Çatışması Beyanı: Çalışma kapsamında herhangi bir kurum veya kişi ile çıkar çatışması bulunmamaktadır.

 **Telif Hakkı:** 2024 Düzen ve ark.



Bu çalışma Creative Commons CC-BY 4.0 Uluslararası Lisansı kapsamında lisanslanmıştır.

Kaynaklar

- Al-Hiary, H., Bani-Ahmad, S., Reyalat, M., Braik, M., Alrahamneh, Z. 2011. Fast and accurate detection and classification of plant diseases. *International Journal of Computer Applications*, 17(1): 31-38.
- AOAC. 2002. Fat Content. In: *Official Methods of Analysis, Method 960.39, 17th Edition*, Association Official Analytical Chemists, Gaithersburg.
- Chandler, K., Lipka, A. E., Owens, B. F., Li, H., Buckler, E. S., Rocheford, T., Gore, M. A. 2012. Genetic analysis of visually scored orange kernel color in maize, *Crop Science*, 53(1): 189-200.
- Cogdill, R. P., Hurburgh, C. R., Rippke, G. R., Bajic, S. J., Jones, R. W., McClelland, J. F., Liu, J. 2006. Single-kernel maize analysis by near-infrared hyperspectral imaging, *Transactions of the ASAE*, 47(1): 311.
- Dado, R. G. 1999. Nutritional benefits of speciality corn grain hybrids in dairy diets, *Journal of Animal Science*, Volume 77, Issue suppl_2, pp 197-207, https://doi.org/10.2527/1999.77suppl_2197x
- Damude, H. G., Kinney, A. J. 2008. Enhancing plant seed oils for human nutrition. *Plant physiology*, 147(3): 962-968. <https://doi.org/10.1104/pp.108.121681>
- Effendi, M., Jannah, M., Effendi, U. 2019. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 230 012066. *International Conference on Green Agro-industry and Bioeconomy 18-20 September 2018, Universitas Brawijaya, East Java Indonesia*.
- Egesel, C. Ö., Wong, J., Lambert, R., Rocheford, T. 2003. Combining ability of maize inbreds for carotenoids and tocopherols. *Crop Science*, 43(3): 818-823.
- Farhood, H., Bakhshayeshi, I., Pooshideh, M., Rezvani, N., Beheshti, A. 2022. Recent advances of image processing techniques in agriculture. in *Artificial Intelligence and Data Science in Environmental Sensing*, London, U.K.: Academic, pp. 129-153, <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-90508-4.00007-1>.
- Jiang, Y., Tan, Y., Ji, F., Su, D., Wang, S., Zhang, L., Zhou, Q. 2024. CFIHL: a variety of chlorophyll a fluorescence transient image dataset of hydroponic lettuce. *Frontiers in Plant Science*, 15, 1414324.
- Kahrıman, F., Egesel, C. Ö., Dönmez, N. İ., Bay, S. 2015. Mısırdaki Karotenoid İçeriğinin NIRs (Yakın Kızıl Ötesi Spektroskopisi) ile Tespiti, 11. Tarla Bitkileri Kongresi, Çanakkale, Türkiye, 7-10.

- Kandianis, C. B., Stevens, R., Liu, W., Palacios, N., Montgomery, K., Pixley, K., Rocheford, T. 2013. Genetic architecture controlling variation in grain carotenoid composition and concentrations in two maize populations, *Theoretical and Applied Genetics*, 126(11): 2879-2895.
- Li, X., Wang, M., Zhang, R., Fang, H., Fu, X., Yang, X., Li, J. 2022. Genetic architecture of embryo size and related traits in maize. *The Crop Journal*, 10(1): 204-215, <https://doi.org/10.1016/j.cj.2021.03.007>.
- McGorin, R. J. 2009. One Hundred Years of Progress in Food Analysis, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(18): 8076-8088, doi: 10.1021/jf900189s.
- Mansouri, A., Mirzabe, A. H., Raufi, A. 2017. Physical properties and mathematical modeling of melon (*Cucumis melo* L.) seeds and kernels. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 16(3): 218-226.
- Niaz, M., Zhang, B., Zhang, Y. et al. 2023. Genetic and molecular basis of carotenoid metabolism in cereals. *Theoretical and Applied Genetics*, 136, 63, <https://doi.org/10.1007/s00122-023-04336-8>
- Ordu, O., Egesel, C. Ö. 2019. Mısır Ununda Karotenoid Analizi İçin Farklı Ekstraksiyon Yöntemlerinin Karşılaştırılması. *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 5(1): 87-98, <https://doi.org/10.28979/comufbed.548587>
- R Core Team. 2021. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. <https://www.R-project.org>
- Rahman, M. H., Islam, M. R. 2013. Segmentation of color image using adaptive thresholding and masking with watershed algorithm. *International Conference on Informatics, Electronics and Vision (ICIEV)*, Dhaka, Bangladesh, pp. 1-6, doi: 10.1109/ICIEV.2013.6572557.
- Rodriguez-Amaya, D. B., Kimura, M. 2004. *HarvestPlus handbook for carotenoid analysis*. Washington: International Food Policy Research Institute (IFPRI).
- Sabancı, K., Aydın, C., Ünlerşen, M. F. 2012. Görüntü işleme ve yapay sinir ağları yardımıyla patates sınıflandırma parametrelerinin belirlenmesi. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 2(2 Sp: A): 59-62.
- Tian, S., Xu, H. 2022. Nondestructive methods for the quality assessment of fruits and vegetables considering their physical and biological variability. *Food Engineering Reviews*, 14(3): 380-407.
- Weinstock, B. A., Janni, J., Hagen, L., Wright, S. 2006. Prediction of oil and oleic acid concentrations in individual corn (*Zea mays* L.) kernels using near-infrared reflectance hyperspectral imaging and multivariate analysis. *Applied Spectroscopy*, 60(1): 9-16.
- Williams, G. J. 2011. *Data Mining with Rattle and R: The art of excavating data for knowledge discovery*, series Use R! Springer.
- Yang, X., Ma, H., Zhang, P., Yan, J., Guo, Y., Song, T., Li, J. 2012. Characterization of QTL for oil content in maize kernel. *TAG. Theoretical and applied genetics. Theoretische und angewandte Genetik*, 125(6): 1169-1179, <https://doi.org/10.1007/s00122-012-1903-x>.
- Yang, C. C., Prasher, S. O., Landry, J. A., DiTommaso, A. 2000. Application of artificial neural networks in image recognition and classification of crop and weeds. *Canadian Agricultural Engineering*, 42(3): 147-152.
- Zhao, L., Cai, C., Wei, C. 2020. An image processing method for investigating the morphology of cereal endosperm cells. *Biotechnic & Histochemistry*, 95(4): 249-261.
- Zolotov, Y. A. 2020. Evolution of Chemical Analysis Methods. *Her. Russ. Acad. Sci.*, 90: 56-62. <https://doi.org/10.1134/S1019331620010220>



TÜRKİYE CUMHURİYETİ'NİN
YÜZ BİRİNCİ YILI



Çanakkale İlinin Farklı Ekolojilerinde Yetiştirilen Bozcaada Çavuşu (*Vitis vinifera* L.) Üzüm Çeşidinde Pomolojik Özelliklerin Saptanması

Serdar Dinçkal¹, Alper Dardeniz^{2*}

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Bahçe Bitkileri ABD, Çanakkale, Türkiye

²Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Çanakkale, Türkiye

Makale Geçmişi

Geliş: 12/11/2024

Kabul: 15/12/2024

Yayınlama: 17/12/2024

Araştırma Makalesi

Öz: Bu araştırma, Çanakkale ilinin farklı ekolojilerinde yetiştirilen 'Bozcaada Çavuşu' üzüm çeşidinde pomolojik özelliklerin saptanması amacıyla, 2023 yılı vejetasyon döneminde yürütülmüştür. Araştırmada, Çanakkale ili Bozcaada ilçesinde farklı mevkilerdeki 4 adet ve Bayramiç ilçesi Çavuşlu köyünde farklı mevkilerdeki 2 adet 'Bozcaada Çavuşu' üzüm çeşidi bağından salkım örnekleri alınmıştır. Araştırma, tesadüf parselleri deneme deseninde 3 tekerrürlü olarak planlanmış ve her tekerrürde 3'er adet omcaya yer verilmiştir. Bozcaada 1; en uzun boylu, en sık, en ağır salkımların elde edildiği, salkımlardaki toplam tane ve normal tane sayısının ile çekirdek sayısının en fazla olduğu, en kısa tane en, boy ve ağırlığı ile en düşük pH'a sahip bağ olmuştur. Bozcaada 2; en az partenokarpik taneye ve en yüksek SÇKM ve pH'a sahip bağ olarak belirlenmiştir. Bozcaada 3; en dar, en hafif, en az normal tane sayısına sahip gevşek yapılı ve en olgun salkımların elde edildiği bağ olmuştur. Bayramiç 1; en geniş salkımların, en fazla partenokarpik ve toplam kalın kabuklu tanenin alındığı, en düşük SÇKM ile olgunluk indisinin elde edildiği ve en parlak ve yeşil renkli tanelerin alındığı bağ olmuştur. Bayramiç 2; en kısa salkımların, en enli, uzun ve en ağır tanelerin elde edildiği bağ olarak tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Bozcaada Çavuşu, *Vitis vinifera* L., kalite, verim, mezoiklim.

Determination of Pomological Characteristics of Bozcaada Çavuşu (*Vitis vinifera* L.) Grape Varieties Cultivated in Different Ecologies of Çanakkale Province

Abstract: This research was carried out in 2023 vegetation period in order to determine the pomological traits in 'Bozcaada Çavuşu' grape variety grown in different ecologies of Çanakkale province. In the research, cluster samples were taken from 4 vineyards at different locations in Bozcaada district of Çanakkale province and 2 'Bozcaada Çavuşu' vineyards at different locations in Çavuşlu village of Bayramiç district. The research was planned as a completely randomized design with 3 replications and 3 vines were included in each replication. Bozcaada 1; It was the vineyard with the longest, thickest, heaviest clusters, the highest total number of berries and normal berries and the highest number of seeds in the clusters, the shortest berry width, length and weight, and the lowest pH. Bozcaada 2; was determined as the vineyard with the least parthenocarpic berries and the highest TSS and pH. Bozcaada 3; was the vineyard with the narrowest, lightest, loosest structure with the least normal berry number and the most mature clusters. Bayramiç 1; was the vineyard from which the widest clusters, the most parthenocarpic and total thick-shelled berries were taken, the lowest TSS and maturity index were obtained, and the brightest and greenest colored berries were taken. Bayramiç 2 was determined as the vineyard where the shortest clusters and the widest, longest and heaviest berries were obtained.

Keywords: Bozcaada Çavuşu, *Vitis vinifera*, quality, yield, mesoclimate.

* Correspondence (Sorumlu yazar): adardeniz@comu.edu.tr

Citation (Alıntı): Dinçkal, S., & Dardeniz, A. (2024). Çanakkale ilinin farklı ekolojilerinde yetiştirilen Bozcaada Çavuşu (*Vitis vinifera* L.) üzüm çeşidinde pomolojik özelliklerin saptanması. Bilim-Teknoloji-Yenilik Ekosistemi Dergisi, 5(2), 105-114.

Giriş

Bağcılık için yerkürenin en elverişli iklim kuşağı üzerinde olan ülkemiz, asma (*Vitis vinifera* L.)'nın anavatanı ve en önemli gen merkezlerinden biridir. Bu nedenle oldukça zengin bir çeşit ve tip potansiyeline sahiptir (Doğan, 1996). Çanakkale, Türkiye'nin kuzeybatısında yer alan Balkan Yarımadası'nın Doğu Trakya topraklarına bir kıstakla bağlanmış Gelibolu Yarımadası ile Anadolu'nun batı uzantısı olan Biga Yarımadası üzerinde yani, Avrupa ve Asya kıtalarında toprakları bulunan bir ilimizdir. 25° 35' ve 27° 45' doğu boylamları ile 39° 40' ve 40° 45' kuzey enlemleri arasındadır. Çanakkale yöresi, Marmara ve Kuzey Ege denizi kıyısında, bulunduğu ekoloji itibarıyla bağcılığa elverişli oluşu ile eskiden beri bağ alanlarının bulunduğu ve üzüm yetiştiriciliği yapılan bir bölgedir (Dardeniz ve ark., 2001).

Çanakkale'de bağcılığın en az 3.500–4.000 yıllık bir geçmişi bulunmaktadır. İl genelinde tespit edilen çeşitli sikkeler, antik lahit ve heykelcikler üzerinde üzümle ilgili motif ve kabartmalara rastlanılmaktadır. (Dardeniz ve ark., 2001). Çanakkale'de bağcılığın izlerine Troia ve Gökçeada'da yapılan arkeolojik kazılarda ulaşılmıştır. Hisarlık mevkiinde (Troia) yapılan arkeolojik araştırmalarda toplu külecikler halinde üzüm çekirdeklerine rastlanması, yaşayan insanların şıra yapmalarına yorumlanmıştır (Dardeniz ve Şahin, 2023). Gökçeada'daki 'Yenibademli Höyüğü'nde asma çekirdekleri bulunmuş ve bunların da kültür asması (*Vitis vinifera* L.) özelliği gösterdiği belirlenmiştir (Dönmez, 2002). Böylece, Gökçeada'da tarih öncesi zamanlarda bağcılık yapıldığı anlaşılmaktadır.

Çanakkale ilinin önemli bağcılık yörelerini Kazdağı bağcılık yöresi (Bayramiç, Ezine, Ayvacık ve Yenice ilçeleri), Bozcaada bağcılık yöresi, Gelibolu Yarımadası bağcılık yöresi (Gelibolu ve Eceabat ilçeleri), Erenköy–Çanakkale bağcılık yöresi (merkez ilçe), Lâpseki bağcılık yöresi (Umurbey beldesi ve Lâpseki ilçesi), Gökçeada bağcılık yöresi ve diğer bağcılık yöreleri olmak üzere toplamda yedi farklı bölgeye ayırmak mümkündür (Dardeniz ve Şahin, 2023).

Ancak Çanakkale, 1995 yılında ülkemiz toplam bağ alanlarının %1.28'ini oluşturmaktayken, bu oran 2004 yılı itibarıyla %1.24'e inmiş (Eren, 2015), 2023 yılı itibarıyla ise %1.03'a düşmüştür (Anonim, 2023). Çanakkale İl Tarım ve Orman Müdürlüğü Koordinasyon ve Tarımsal Veriler Şube Müdürlüğü'nün 2023 yılı kapsayan ve TUİK'e gönderilen verilerine göre; Çanakkale sofralık üzüm üretiminde Türkiye'de 19. sırada yer almaktadır. Sofralık üzümde Türkiye'deki üretim alanlarının %0.91'i Çanakkale yer almakta ve toplam üretimin %1.10'luk kısmı Çanakkale ilinden karşılanmaktadır. Sofralık üretimde 1.021 kg dekar⁻¹ verim elde edilmekte olup, bu verim değeri Türkiye ortalamasının üzerindedir. Çanakkale endüstriyel amaçlı üzüm üretiminde ise Türkiye'de 4. sırada yer almaktadır. Bu sektörde Türkiye'deki üretim alanlarının %5.34'ü Çanakkale ilinde bulunmakta, toplam üretimin %8.78'lik kısmı Çanakkale'den karşılanmaktadır. Şaraplık üretimde 872 kg dekar⁻¹ verim elde edilmekte olup, bu değer de Türkiye ortalamasının üzerinde bir verim değeridir. Türkiye genelinde sofralık üzüm üretimi yapılan alanlar şaraplık üzüm üretim alanlarına kıyasla yaklaşık 3 kat fazlayken, Çanakkale ilinde şaraplık üretim sahası sofralık üzüm üretim sahasının yaklaşık 2 katı kadardır (Anonim, 2023).

'Çavuş' üzüm çeşidi özellikle Bozcaada–Çanakkale, Marmara Bölgesi (Adapazarı, Avşa Adaları, Gebze, İstanbul, Marmara, Tekirdağ ve Yalova), İç Anadolu Bölgesi (Tokat ve Konya), İç Batı Karadeniz (Karabük ve Safranbolu) ile Ege Bölgesi (İzmir ve Manisa) başta olmak üzere, ülkemizin hemen her yerinde yetiştirilmekte olan pazar değeri yüksek, standart sofralık bir üzüm çeşididir (Tangolar ve ark., 1996; Altındişli ve ark., 1997; Anonim, 1997; Uslu ve Samancı, 1997; Kiracı ve ark., 2002; Dardeniz, 2002). Bu çeşit önceden beri Marmara, Karadeniz ve İç Anadolu Bölgeleri için önerilmekte olan bir üzüm çeşididir (Fidan, 1985). Fakat en yoğun şekilde Bozcaada'da yetiştirildiğinden, en çok 'Bozcaada Çavuşu' üzüm çeşidi olarak tanınmaktadır (Uslu ve Samancı, 1997; Dardeniz, 2013). Bozcaada'yla adeta özdeşleşmiş olan 'Bozcaada Çavuşu' üzüm çeşidi, 1980'li yıllarda Bozcaada, Bayramiç, Gelibolu, Gökçeada, Eceabat, Merkez ve Lâpseki ilçelerinin neredeyse tamamında uzun yıllar yetiştirilmesine rağmen son 15 yıllık dönemde üretimden çekilerek, ismini veren Bozcaada ilçemizde ve az miktarda da Bayramiç ilçemizde üretimine halen devam edilmektedir (Dardeniz ve Şahin, 2023; Anonim, 2024a).

Bozcaada ve Bayramiç ilçelerinin farklı mevkileri, farklı coğrafi özellikleri nedeniyle hem toprak özellikleri ve iklim değerleri bakımından oldukça değişkenlik gösterebilmektedir. Dolayısıyla, bu farklı mevkilerde yetiştirilmekte olan 'Bozcaada Çavuşu' üzüm çeşidinin pomolojik özelliklerinin de oldukça farklılık göstermesi muhtemel bir durumdur (Eren, 2015).

Son yıllarda, Bozcaada ve Bayramiç gibi daha dar alanlardaki yetiştiricilikte ‘terroir’ kavramı öne çıkmaktadır. Terroir, mevcut bağ plantasyonu ile onu doğal çevresindeki topoğrafik–coğrafik (bakı, eğim, enlem–boylam ve toprak tekstürü–strüktürü vb.) ve iklimsel özellikleri (güneşlenme, yağış, EST, bulutluluk, rüzgâr yönü–şiddeti ve oransal nem vb.) hep birlikte tanımlamak için kullanılan ve daha kısa mesafelerdeki bağ–toprak–iklim ilişkisi kavramlarını öne çıkartan Fransızca bir terimdir. Terroir kavramına göre; bütün şartlar optimum olduğunda, en kaliteli üzümlerin hasadı ancak bu şekilde gerçekleştirilebilir (Bahar ve ark., 2010).

Bu araştırma, Çanakkale ilinin farklı ekolojilerinde yetiştirilen Bozcaada Çavuşu (*Vitis vinifera* L.) üzüm çeşidinde pomolojik özelliklerin saptanması amacıyla, 2023 yılı vejetasyon döneminde yürütülmüştür.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Bu araştırma, 2023 yılı vejetasyon döneminde Çanakkale ili Bozcaada ve Bayramiç ilçelerinin farklı ekolojilerinde yetiştirilen, farklı mevkilerdeki Bozcaada Çavuşu üzüm çeşidi bağlarında yürütülmüştür. Bozcaada ilçesinin Hacı Musa (Bozcaada 1), Sarayağa Bayırı (Bozcaada 2), Sulubahçe (Bozcaada 3) ve Başağa (Bozcaada 4) olmak üzere 4 farklı mevkiindeki ve Bayramiç ilçesinin Çavuşlu köyünün Güney (Bayramiç 1) ve Madentepe (Bayramiç 2) olmak üzere 2 farklı mevkiindeki Bozcaada Çavuşu üzüm çeşidi omcaları araştırma materyali olarak kullanılmıştır. Araştırmanın yürütüldüğü bütün bağlardaki Bozcaada Çavuşu üzüm çeşidi omcaları 50 yaş civarında olup, *Rupestis du lot* (*Vitis rupestris*) Amerikan asma anacı üzerine aşılı, alçak–orta yüksek gövdeli goble terbiye sistemine sahip omcalardır. Bozcaada 1, Bozcaada 2, Bozcaada 3 ve Bozcaada 4’teki Bozcaada Çavuşu üzüm çeşidi bağları, sırasıyla Kuntra (Karasakız), Karalahna ve Vasilaki tozlayıcı üzüm çeşitleriyle karışık olarak tesis edilmiş olan bağlardır. Bayamiç 1’deki Bozcaada Çavuşu üzüm çeşidi bağı sırasıyla Alphonse Lavallée, Trakya İlkeren ve Cardinal tozlayıcı üzüm çeşitleriyle, Bayramiç 2’deki Bozcaada Çavuşu üzüm çeşidi bağı ise sırasıyla Kuntra (Karasakız) ve Sıdalan tozlayıcı üzüm çeşitleriyle karışık olarak tesis edilmiştir.

Orta erkenci sofralık bir üzüm çeşidi olan Bozcaada Çavuşu’nun taneleri kehribar sarısı, oval şekilli ve iri (6 g) olup, 1–3 adet çekirdek bulundurmaktadır. Taneleri çeşide özgü aromalı, çok sulu ve ince kabukludur. Salkımları çok iri (450–500 g), kanatlı konik ve seyrek yapıdadır. Morfolojik erdişi fizyolojik dişi çiçek yapısına sahip olması nedeniyle bağ tesisinde mutlaka tozlayıcı (babalık, dölleyici) üzüm çeşidine yer verilmektedir. Bozcaada’da tozlayıcı çeşit olarak 2/4 veya 2/6 oranlarında Kuntra (Karasakız) ile Vasilâki tozlayıcı çeşitleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Kuntra; kısa budanan, orta mevsimde olgunlaşan şaraplık–şıralık bir çeşit olup, taneleri kırmızımsı mor renkli, yuvarlak şekilli, iri (3 g), 1–3 adet çekirdeklidir. Salkımları kanatlı konik, iri (330 g) ve sık yapıdadır (Şahin ve Dardeniz, 2022). Kısa budanan, orta mevsimde olgunlaşan beyaz şaraplık–şıralık bir çeşit olan Vasilâki, kahverengi benekli (kınalı) sarı renkli, yuvarlak şekilli, orta iri (2.5 g) taneli ve 1–3 adet çekirdekli bir üzüm çeşididir. Salkımları silindirik, küçük orta irilikte (200 g) ve salkım sıklığı bakımından sık yapıdadır (Çelik, 2006; Dardeniz ve ark., 2011).

Yöntem

Araştırmanın yürütüldüğü farklı ilçe ve mevkilerde yer alan bağlardaki üzümlerin hasadı; Bozcaada ilçesinde 14 Ağustos 2023, Bayramiç ilçesinde ise 15 Ağustos 2023 tarihinde gerçekleştirilmiştir. Bozcaada ilçesinde araştırma yapılan bağlardan Bozcaada 1; Cumhuriyet Mahallesi, Hacı Musa mevkiinde bulunmakta ve adanın kuzeyinde yer almakta olup, rakımı 52 m ve denize uzaklığı 590 m’dir. Bozcaada 2; Cumhuriyet Mahallesi, Sarayağa mevkiinde bulunmakta ve adanın orta kısmında yer almakta olup, rakımı 44 m ve denize uzaklığı 2.107 m’dir. Bozcaada 3; Cumhuriyet Mahallesi, Sulubahçe mevkiinde bulunmakta ve adanın güneyinde yer almakta olup, rakımı 44 m ve denize uzaklığı 950 m’dir. Bozcaada 4; Cumhuriyet Mahallesi, Başağa mevkiinde bulunmakta ve adanın orta kısmında yer almakta olup, rakımı 48 m ve denize uzaklığı 1.630 m’dir. Bayramiç 1; Çavuşlu köyü Güney mevkiinde bulunmakta olup, rakımı 300 m ve Bayramiç Barajı’na uzaklığı 2.800 m’dir. Bayramiç 2; Çavuşlu köyü Madentepe mevkiinde bulunmakta olup, rakımı 300 m ve Bayramiç Barajı’na uzaklığı 3.400 m’dir.

Araştırmanın yürütüldüğü farklı ilçe ve mevkilerde bulunan bağlardaki omcaların tamamı kurak şartlar altında yetiştirilmekte olup, kış budaması, gübreleme, dip açma, toprak işleme, hastalık ve zararlılarla mücadele ile yaz budaması gibi farklı kültürel uygulamalar tekniğine uygun olarak yapılmıştır.

İl Tarım ve Orman Müdürlüğü'ne ait, Çanakkale ili Bozcaada ilçesinde bulunan Tahmin ve Erken Uyarı İstasyonu'ndan iklim verileri alınmıştır. Aylık ortalama sıcaklık verileri: Nisan; 13.92°C, Mayıs; 17.11°C, Haziran; 21.73°C, Temmuz; 26.15°C ve Ağustos; 25.60°C'dir. Maksimum sıcaklık verileri: Nisan; 18.54°C, Mayıs; 21.78°C, Haziran; 27.02°C, Temmuz; 32.47°C ve Ağustos; 31.53°C'dir. Minimum sıcaklık verileri: Nisan; 9.74°C, Mayıs; 13.17°C, Haziran; 17.08°C, Temmuz; 19.96°C ve Ağustos; 20.97°C'dir. Ortalama nispi nem değerleri: Nisan; %75.38, Mayıs; %73.39, Haziran; %71.37, Temmuz; %60.38 ve Ağustos; %65.89'dur. Toplam yağış miktarı: Nisan; 42.40 mm, Mayıs; 18.40 mm, Haziran; 17.60 mm olup, Temmuz ve Ağustos aylarında bölgede yağış meydana gelmemiştir (Anonim, 2024a).

İl Tarım ve Orman Müdürlüğü'ne ait, Çanakkale ili Bayramiç ilçesinin Serhat köyüne yakın konumda bulunan Tahmin ve Erken Uyarı İstasyonu'ndan iklim verileri alınmıştır. Aylık ortalama sıcaklık verileri: Nisan; 12.24°C, Mayıs; 15.66°C, Haziran; 20.67°C, Temmuz; 25.88°C ve Ağustos; 25.57°C'dir. Maksimum sıcaklık verileri: Nisan; 17.26°C, Mayıs; 20.95°C, Haziran; 26.73°C, Temmuz; 32.85°C ve Ağustos; 32.02°C'dir. Minimum sıcaklık verileri: Nisan; 7.37°C, Mayıs; 10.38°C, Haziran; 13.86°C, Temmuz; 17.46°C ve Ağustos; 18.86°C'dir. Ortalama nispi nem değerleri: Nisan; %72.31, Mayıs; %76.29, Haziran; %69.05, Temmuz; %48.68 ve Ağustos; %48.68'dir. Toplam yağış miktarı: Nisan; 83.40 mm, Mayıs; 57.20 mm, Haziran; 45.60 mm, Temmuz; 31.00 mm, Ağustos; 0.200 mm'dir (Anonim, 2024b).

Hasat sonrası parametrelerin incelenebilmesi amacıyla her bir omcadan alınan 3'er adet salkım örneği, PVC torbalar içerisine konularak 'ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Pomoloji Laboratuvarı'na getirilmiştir. Araştırmada salkım eni (cm salkım⁻¹), salkım boyu (cm salkım⁻¹), salkım sıklığı (1-9), salkım ağırlığı (g salkım⁻¹), partenokarpik tane sayısı (adet salkım⁻¹), normal tane sayısı (adet salkım⁻¹), toplam tane sayısı (adet salkım⁻¹), tane eni (mm tane⁻¹), tane boyu (mm tane⁻¹), tane ağırlığı (g tane⁻¹), kabuk kalınlığı (mm tane⁻¹), çekirdek sayısı (adet tane⁻¹), L, Chroma, Hue, suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) (%), pH, asitlik (%) ve olgunluk indisi (SÇKM asitlik⁻¹) parametreleri incelemeye alınmıştır.

Araştırma, tesadüf parselleri deneme deseninde 3 tekerrürlü olarak kurulmuş ve her tekerrürde 3'er adet omcaya yer verilmiştir. Elde edilen bulgular; 'The SAS System' istatistik paket programı kapsamında varyans analizi ile belirlenmiş, uygulamalara ait ortalama değerler ise LSD (0.05) çoklu karşılaştırma testine göre değerlendirilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Çanakkale ili Bozcaada ve Bayramiç ilçelerinde 2023 yıllarında yürütülen bu araştırmadan elde edilen bulgular; Çizelge 1, Çizelge 2, Çizelge 3, Çizelge 4 ve Çizelge 5'te sunulmuştur.

Bozcaada Çavuşu üzüm çeşidinde farklı yöre ve mevkilerin salkım eni üzerine etkileri istatistikî olarak önemli bulunmuştur. Buna göre; en geniş salkımlar Bozcaada 1 (11.53 cm salkım⁻¹) ve Bayramiç 1'den (11.34 cm salkım⁻¹) elde edilirken, en dar salkım eni Bozcaada 3'ten (9.33 cm salkım⁻¹) alınmış, sırasıyla Bozcaada 2 (11.11 cm salkım⁻¹), Bozcaada 4 (10.81 cm salkım⁻¹) ve Bayramiç 2 (10.50 cm salkım⁻¹) yöre ve mevkileri ara grubu oluşturmuştur. Bozcaada Çavuşu üzüm çeşidinde farklı yöre ve mevkilerin salkım boyu üzerine etkileri istatistikî olarak önemli bulunmuştur. En uzun salkımlar Bozcaada 1'den (19.06 cm salkım⁻¹) elde edilirken, en kısa salkım boyu Bayramiç 2'den (13.88 cm salkım⁻¹) alınmış, sırasıyla Bozcaada 4 (17.31 cm salkım⁻¹), Bozcaada 3 (16.72 cm salkım⁻¹), Bayramiç 1 (15.34 cm salkım⁻¹) ve Bozcaada 2 (14.54 cm salkım⁻¹) yöre ve mevkileri farklı ara grupları meydana getirmiştir. Bozcaada Çavuşu üzüm çeşidinde farklı yöre ve mevkilerin salkım sıklığı üzerine etkileri istatistikî olarak önemli bulunmuştur. En sık salkımlar Bozcaada 1'den (7.06) elde edilirken, en gevşek salkımlar Bozcaada 3 (5.33) ve Bayramiç 2'den (5.46) alınmış, sırasıyla Bayramiç 1 (6.03), Bozcaada 2 (6.18) ve Bozcaada 4 (6.22) yöre ve mevkileri ara grubu oluşturmuştur. Bozcaada Çavuşu üzüm çeşidinde farklı yöre ve mevkilerin salkım ağırlığı üzerine etkileri istatistikî olarak önemli bulunmuştur. En ağır salkımlar Bozcaada 1'den (336.0 g salkım⁻¹) elde edilirken, en hafif salkımlar Bozcaada 3'den (169.6 g salkım⁻¹) alınmış, sırasıyla Bayramiç 1 (265.7 g salkım⁻¹), Bozcaada 4 (251.6 g salkım⁻¹), Bozcaada 2 (243.1 g salkım⁻¹) ve Bayramiç 2 (179.6 g salkım⁻¹) yöre ve mevkileri farklı ara grupları teşkil etmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Bozcaada Çavuşu üzüm çeşidinde salkıma ait değerler**Table 1.** Values of cluster in Bozcaada Çavuşu grape variety

Mevkiler	Salkım eni (cm salkım ⁻¹)	Salkım boyu (cm salkım ⁻¹)	Salkım sıklığı (1-9)	Salkım ağırlığı (g salkım ⁻¹)
Bayramiç 1	11.34 a	15.34 bcd	6.03 ab	265.7 ab
Bayramiç 2	10.50 ab	13.88 d	5.46 b	179.6 cd
Bozcaada 1	11.53 a	19.06 a	7.06 a	336.0 a
Bozcaada 2	11.11 ab	14.54 cd	6.18 ab	243.1 bcd
Bozcaada 3	9.33 b	16.72 abc	5.33 b	169.6 d
Bozcaada 4	10.81 ab	17.31 ab	6.22 ab	251.6 bc
LSD (0.05)*	1.813	2.417	1.043	75.27

LSD: Least Significant Different. *(0.05): 0.05 düzeyinde önemli.

Eren (2015)'in 2012 ve 2013 yıllarında Bozcaada Çavuşu üzerine yaptığı bir araştırmada, Bozcaada ilçesinin Ova, Çayır ve Sulubahçe mevkilerinde bulunan bağlardan alınan salkımların analizlerinde en hafif salkımların Sulubahçe mevkiindeki (190 g) bağdan elde edildiği belirtilmiştir. Yaptığımız araştırmada da, en hafif salkımların alındığı Sulubahçe mevkiinde bulunan Bozcaada 3 bağından elde edilen değer (169.6 g salkım⁻¹), önceki literatür bulgularıyla paralellik göstermektedir.

Şahin (2020)'in 2018 ve 2019 yıllarında, tozlayıcı (babalık) çeşitlerin Bozcaada Çavuşu üzüm çeşidinin verim ve kalitesine etkileri üzerine yaptığı bir araştırmada, Bozcaada ilçesinin Papazbahçe mevkiinde bulunan bağlardan alınan salkımlar incelemeye alınmıştır. Buna göre; Kuntra üzüm çeşidiyle tozlanan omcalardan alınan salkımların iki yıllık ortalama ağırlığı 280.2 g salkım⁻¹ olarak belirlenmiştir. Yürütülmüş olan bu araştırmada da, sınır mevki olan Başağa mevkiinde yer alan Bozcaada 4 bağında 251.6 g salkım⁻¹ olarak belirlenen salkım ağırlığı değeri, önceki literatür bulgularıyla benzerlik arz etmektedir.

Çizelge 2. Bozcaada Çavuşu üzüm çeşidinde tane sayılarına ait değerler**Table 2.** Values of berry numbers in Bozcaada Çavuşu grape variety

Bölgeler	Partenokarpik tane sayısı (adet salkım ⁻¹)	Normal tane sayısı (adet salkım ⁻¹)	Toplam tane sayısı (adet salkım ⁻¹)
Bayramiç 1	72.67 a	32.78 bc	105.45 a
Bayramiç 2	43.13 bc	23.42 c	66.54 b
Bozcaada 1	47.72 b	63.28 a	111.00 a
Bozcaada 2	20.50 c	38.26 b	58.77 b
Bozcaada 3	23.11 c	25.50 c	48.61 b
Bozcaada 4	41.00 bc	25.11 c	66.11 b
LSD (0.05)*	23.43	12.25	21.87

LSD: Least Significant Different. *(0.05): 0.05 düzeyinde önemli.

Bozcaada Çavuşu üzüm çeşidinde farklı yöre ve mevkilerin partenokarpik tane sayısı üzerine etkileri istatistikî olarak önemli bulunmuştur. Bulgulara göre; salkımlarda en fazla partenokarpik tane Bayramiç 1'den (72.67 adet salkım⁻¹) elde edilirken, salkımlarda en az partenokarpik tane Bozcaada 2 (20.50 adet salkım⁻¹) ve başka bir gurubu oluşturan Bozcaada 3'ten (23.11 adet salkım⁻¹) alınmıştır. Sırasıyla Bozcaada 1 (47.72 adet salkım⁻¹), Bayramiç 2 (43.13 adet salkım⁻¹) ve Bozcaada 4 (41.00 adet salkım⁻¹) yöre ve mevkileri farklı ara grupları meydana getirmiştir. Bozcaada Çavuşu üzüm çeşidinde farklı yöre ve mevkilerin normal tane sayısı üzerine etkileri istatistikî anlamda önemli bulunmuştur. Salkımlarda en fazla normal tane Bozcaada 1'den (63.28 adet salkım⁻¹) elde edilirken, en az normal tane sırasıyla Bayramiç 2 (23.42 adet salkım⁻¹), Bozcaada 4 (25.11 adet salkım⁻¹) ve Bozcaada 3'ten (25.50 adet salkım⁻¹) alınmış, Bozcaada 2 (38.26 adet salkım⁻¹) diğer bir farklı grubu oluşturmuş, Bayramiç 1 (32.78 adet salkım⁻¹) farklı ara grubu meydana getirmiştir. Bozcaada Çavuşu üzüm

çeşidinde farklı yöre ve mevkilerin salkımlardaki toplam tane sayısı üzerine etkileri istatistikî olarak önemli bulunmuştur. Buna göre; toplam tane sayısı en yüksek olan salkımlar Bozcaada 1'den (111.00 adet salkım⁻¹) ve Bayramiç 1'den (105.45 adet salkım⁻¹) elde edilirken, toplam tane sayısı en düşük olan salkımlar sırasıyla Bozcaada 3 (48.61 adet salkım⁻¹), Bozcaada 2 (58.77 adet salkım⁻¹), Bozcaada 4 (66.11 adet salkım⁻¹) ve Bayramiç 2 (66.54 adet salkım⁻¹) yöre ve mevkilerinden elde edilmiştir (Çizelge 2).

Eren (2015)'in 2012 ve 2013 yıllarında Bozcaada Çavuşu üzerine yürütmüş olduğu bir araştırmada, Bozcaada ilçesinin Ova, Çayır ve Sulubahçe mevkilerinde bulunan bağlardan alınan salkımlardan en az taneli olan Sulubahçe mevkiindeki bağda tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, elde edilmiş olan araştırma bulgularıyla uyum içerisindedir.

Şahin (2020)'in 2018 ve 2019 yıllarında, tozlayıcı (babalık) çeşitlerin Bozcaada Çavuşu üzüm çeşidinin verim ve kalitesine etkileri üzerine yaptığı bir araştırmada, Bozcaada ilçesinin Papazbahçe mevkiinde bulunan bağlardan alınan salkımlar incelemeye alınmıştır. Kuntra üzüm çeşidiyle tozlanan omcalardan alınan salkımlardaki partenokarpik tane sayısı, iki yıllık ortalama bulgulara göre 40.36 adet salkım⁻¹ olarak belirlenmiştir. Yürütülmüş olan bu araştırmada, sınır mevki olan Başağa mevkiinde bulunan Bozcaada 4 bağından olarak elde edilen partenokarpik tane sayısı değerleri (41.00 adet salkım⁻¹), Şahin (2020)'in bulgularıyla paralellik göstermektedir.

Çizelge 3. Bozcaada Çavuşu üzüm çeşidinde taneye ait değerler

Table 3. Values of berry in Bozcaada Çavuşu grape variety

Bölgeler	Tane eni (mm tane ⁻¹)	Tane boyu (mm tane ⁻¹)	Tane ağırlığı (g tane ⁻¹)	Kabuk kalınlığı (mm tane ⁻¹)
Bayramiç 1	18.42 a	19.78 ab	5.27 ab	0.147 a
Bayramiç 2	18.46 a	21.01 a	6.12 a	0.108 b
Bozcaada 1	15.83 c	17.17 c	3.71 c	0.112 b
Bozcaada 2	17.83 ab	19.63 ab	5.38 ab	0.096 b
Bozcaada 3	16.27 c	18.17 bc	4.62 bc	0.098 b
Bozcaada 4	16.60 bc	18.60 bc	4.95 b	0.096 b
LSD (0.05)*	1.259	1.766	0.978	0.023

LSD: Least Significant Different. *(0.05): 0.05 düzeyinde önemli.

Bozcaada Çavuşu üzüm çeşidinde farklı yöre ve mevkilerin tane eni ve tane boyu üzerine etkileri istatistikî olarak önemli bulunmuştur. En geniş taneler sırasıyla Bayramiç 2 (18.46 mm tane⁻¹) ve Bayramiç 1'den (18.42 mm tane⁻¹) elde edilirken, en dar taneler Bozcaada 1 (15.83 mm tane⁻¹) ve Bozcaada 3'ten (16.27 mm tane⁻¹) alınmış, sırasıyla Bozcaada 4 (16.60 mm tane⁻¹) ve Bozcaada 2 (17.83 mm tane⁻¹) yöre ve mevkileri farklı ara grupları teşkil etmiştir. En uzun taneler Bayramiç 2'den (21.01 mm tane⁻¹), en kısa taneler Bozcaada 1'den (17.17 mm tane⁻¹) alınmış, sırasıyla Bozcaada 3 (18.17 mm tane⁻¹), Bozcaada 4 (18.60 mm tane⁻¹), Bozcaada 2 (19.63 mm tane⁻¹) ve Bayramiç 1 (19.78 mm tane⁻¹) yöre ve mevkileri farklı ara grupları meydana getirmiştir. Bozcaada Çavuşu üzüm çeşidinde farklı yöre ve mevkilerin tane ağırlığı ve kabuk kalınlığı üzerine etkileri istatistikî olarak önemli bulunmuştur. En ağır taneler Bayramiç 2'den (6.12 g tane⁻¹) elde edilirken, en hafif taneler Bozcaada 1'den (3.71 g tane⁻¹) alınmış, sırasıyla Bozcaada 3 (4.62 g tane⁻¹), Bozcaada 4 (4.95 g tane⁻¹), Bayramiç 1 (5.27 g tane⁻¹) ve Bozcaada 2 (5.38 g tane⁻¹) yöre ve mevkileri farklı ara grupları oluşturmuştur. En kalın kabuklu taneler Bayramiç 1'den (0.147 mm tane⁻¹) elde edilirken, en ince kabuklu taneler sırasıyla Bozcaada 4 (0.096 mm tane⁻¹), Bozcaada 2 (0.096 mm tane⁻¹), Bozcaada 3 (0.098 mm tane⁻¹), Bayramiç 2 (0.108 mm tane⁻¹) ve Bozcaada 1 (0.112 mm tane⁻¹) yöre ve mevkilerinden alınmıştır (Çizelge 3). Bozcaada'ya deniz üzerinden gelen nemli rüzgârlar nisbi rutubeti arttırarak, özellikle Bozcaada Çavuşu üzüm çeşidinin daha ince bir kabuk yapısı oluşturmasına neden olmakta ve kalitesini arttırmaktadır. Bozcaada'da aylara göre nispi nem ortalaması %70'in altına düşmemekte, gece ve gündüz Çanakale merkez ilçeye kıyasla %10 daha yüksek seyretmektedir (Dardeniz, 2002). Özellikle Bozcaada 2, Bozcaada 3 ve Bozcaada 4'teki kabuk kalınlıklarının düşük olmasının, Bozcaada'nın yüksek oransal neminden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Eren (2015)'in 2012 ve 2013 yıllarında Bozcaada Çavuşu üzerine yaptığı bir araştırmada, Bozcaada ilçesinin Ova, Çayır ve Sulubahçe mevkilerinde bulunan bağlardan alınan örneklerde, Sulubahçe mevkiindeki bağdan en hafif üzüm taneleri elde edilmiştir. Yürütülmüş olan bu araştırmada, en hafif üzüm taneleri Sulubahçe mevkiindeki Bozcaada 3 bağından elde edilmiş olup, bulgularımız Eren (2015)'in elde etmiş olduğu bulgularla uyum halindedir.

Şahin (2020)'in 2018 ve 2019 yıllarında, tozlayıcı (babalık) çeşitlerin Bozcaada Çavuşu üzüm çeşidinin verim ve kalitesine etkileri üzerine yaptığı bir araştırmada, Bozcaada ilçesinin Papazbahçe mevkiindeki bağda Vasilaki üzüm çeşidiyle tozlanan omcalardan alınan salkımlardaki tanesi ağırlığı, iki yılın ortalaması olarak 5.78 g tane⁻¹ olarak belirlenmiştir. Yürütülmüş olan bu araştırmada, sınır mevki olan Başağa mevkiinde bulunan Bozcaada 4 bağından 4.95 g tane⁻¹ olarak elde edilen üzüm tanesi ağırlığı değerleri, Şahin (2020)'in bulgularıyla kısmen paralellik göstermiştir.

Bozcaada Çavuşu üzüm çeşidinde farklı yöre ve mevkilerin çekirdek sayısı üzerine etkileri istatistikî olarak önemli bulunmuştur. Buna göre; en çekirdekli taneler Bozcaada 1'den (2.38 adet tane⁻¹) elde edilirken, en az çekirdekli taneler sırasıyla Bozcaada 4 (1.26 adet tane⁻¹), Bozcaada 2 (1.41 adet tane⁻¹), Bayramiç 2 (1.49 adet tane⁻¹), Bozcaada 3 (1.61 adet tane⁻¹) ve Bayramiç 1'den (1.63 adet tane⁻¹) alınmıştır. Bozcaada Çavuşu çeşidinin tanelerinde farklı yöre ve mevkilerin tane kabuk rengi parametreleri üzerine etkileri istatistikî olarak önemli bulunmuştur. Buna göre; parlaklığı ifade eden L* değeri 33.70–34.61, Chroma değeri 11.00–13.74 ve Hue değeri 106.40–118.02 arasında değişmiştir. En parlak taneler Bayramiç 1'den (34.61) elde edilirken, en mat taneler Bozcaada 2'den (33.28) belirlenmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 4. Bozcaada Çavuşu üzüm çeşidinde çekirdek sayısı ve tane kabuk rengine ait değerler

Table 4. Values of seed number and berry skin color in Bozcaada Çavuşu grape variety

Bölgeler	Çekirdek sayısı (adet tane ⁻¹)	L*	C (Chroma)	H (Hue)
Bayramiç 1	1.63 b	34.61 a	13.74 a	118.02 a
Bayramiç 2	1.49 b	34.09 ab	13.34 a	117.81 a
Bozcaada 1	2.38 a	33.68 ab	13.03 a	111.29 b
Bozcaada 2	1.41 b	33.28 b	11.37 b	109.96 bc
Bozcaada 3	1.61 b	33.75 ab	11.00 b	106.40 c
Bozcaada 4	1.26 b	33.70 ab	11.21 b	110.70 b
LSD (0.05)*	0.467	1.229	1.457	3.621

LSD: Least Significant Different. *(0.05): 0.05 düzeyinde önemli.

Renk canlılığı en yüksek taneler sırasıyla Bayramiç 1 (13.74), Bayramiç 2 (13.34) ve Bozcaada 1'de (13.03), renk canlılığı en düşük taneler sırasıyla Bozcaada 3 (11.00), Bozcaada 4 (11.21) ve Bozcaada 2'de (11.37) saptanmıştır. Renk tonunu ifade eden Hue değerine bakıldığında, yeşil rengin daha çok hakim olduğu taneler sırasıyla Bayramiç 1 (1118.02) ve Bayramiç 2'de (117.81), kehribar sarısının hakim olduğu taneler ise Bozcaada 3'de (106.40) tespit edilmiştir. Sırasıyla Bozcaada 2 (109.96), Bozcaada 4 (110.70) ve Bozcaada 1 (111.29) farklı ara gruplarda yer alarak, yeşilimsi–sarımtırak taneler meydana getirmiştir (Çizelge 4).

Eren (2015)'in 2012 ve 2013 yıllarında Bozcaada Çavuşu üzerine yaptığı bir araştırmada, Bozcaada ilçesinin Ova, Çayır ve Sulubahçe mevkilerinde bulunan bağlardan alınan tanelerin çekirdek sayıları istatistikî olarak önemli bulunmamıştır. Yürütülen bu araştırmada ise çekirdek sayısında istatistikî açıdan önemli bir farklılık olduğu tespit edilmiş olup, bu araştırma ile literatür bulguları bu yönüyle benzerlik taşımamıştır.

Şahin (2020)'in 2018 ve 2019 yıllarında, tozlayıcı (babalık) çeşitlerin Bozcaada Çavuşu üzüm çeşidinin verim ve kalitesine etkileri üzerine yaptığı bir araştırmada, Bozcaada ilçesinin Papazbahçe mevkiinde bulunan Kuntra üzüm çeşidiyle tozlanan omcalardan alınan tanelerindeki çekirdek sayısı, iki yılın ortalaması şeklinde 1.367 adet tane⁻¹ olarak belirlenmiştir. Yürütülmüş olan bu araştırmada, sınır mevki olan Başağa mevkiinde bulunan Bozcaada 4 bağından 1.26 adet tane⁻¹ olarak elde edilen tanelerdeki çekirdek sayısı değerleri, Şahin (2020)'in bulgularıyla paralellik göstermiştir.

Çizelge 5. Bozcaada Çavuşu üzüm çeşidinde tane olgunluğuna ait değerler**Table 5.** Values of berry maturity in Bozcaada Çavuşu grape variety

Bölgeler	SÇKM (%)	pH	Asitlik (%)	Olgunluk indisi (%SÇKM %asitlik ⁻¹)
Bayramiç 1	14.63 d	3.45 bc	0.723 a	21.02 b
Bayramiç 2	15.98 cd	3.36 cd	0.786 a	21.58 b
Bozcaada 1	15.73 cd	3.25 d	0.750 a	21.06 b
Bozcaada 2	18.62 a	3.70 a	0.448 b	42.44 a
Bozcaada 3	17.97 ab	3.50 b	0.432 b	43.55 a
Bozcaada 4	17.07 bc	3.57 ab	0.444 b	38.56 a
LSD (0.05)*	1.429	0.134	0.125	6.976

LSD: Least Significant Different. *(0.05): 0.05 düzeyinde önemli.

Bozcaada Çavuşu üzüm çeşidinde farklı yöre ve mevkilerin SÇKM, pH, asitlik ve olgunluk indisi üzerine etkileri istatistikî olarak önemli bulunmuştur. En yüksek SÇKM (%) Bozcaada 2'den (%18.62) elde edilirken, en düşük SÇKM Bayramiç 1'den (%14.63) alınmış, sırasıyla Bozcaada 1 (%15.73), Bayramiç 2 (%15.98), Bozcaada 4 (%17.07) ve Bozcaada 3 (%17.97) yöre ve mevkileri farklı ara grupları oluşturmuştur. En yüksek pH Bozcaada 2'den (3.70) elde edilirken, en düşük pH Bozcaada 1'den (3.25) alınmış, sırasıyla Bayramiç 2 (3.36), Bayramiç 1 (3.45), Bozcaada 3 (3.50) ve Bozcaada 4 (3.57) yöre ve mevkileri farklı ara grupları oluşturmuştur. En yüksek asitlik değeri Bayramiç 2 (%0.786), Bozcaada 1 (%0.750), Bayramiç 1'den (%0.723) elde edilirken, en düşük asitlik değeri sırasıyla Bozcaada 3 (%0.432), Bozcaada 4 (%0.444) ve Bozcaada 2'den (%0.448) alınmıştır. En olgun taneler sırasıyla Bozcaada 3 (43.55), Bozcaada 2 (42.44) ve Bozcaada 4'te (38.56), daha düşük olgunluğa sahip taneler ise sırasıyla Bayramiç 1 (21.02), Bozcaada 1 (21.06) ve Bayramiç 2'te (21.58) tespit edilmiştir (Çizelge 5).

Eren (2015)'in 2012 ve 2013 yıllarında Bozcaada Çavuşu üzerine yaptığı bir çalışmada, Bozcaada ilçesinin Ova, Çayır ve Sulubahçe mevkilerindeki bağlar arasında en düşük asitlik ve en yüksek olgunluk indisi değerlerinin Sulubahçe mevkiindeki bağdan elde edildiği bildirilmiştir. Yürütülmüş olan bu çalışmada da, Sulubahçe mevkiindeki Bozcaada 3 bağından elde edilen %asitlik ve olgunluk indisi değerleriyle Eren (2015)'in bulguları arasında benzerlik saptanmıştır.

Şahin (2020)'in 2018 ve 2019 yıllarında, tozlayıcı (babalık) çeşitlerin Bozcaada Çavuşu üzüm çeşidinin verim ve kalitesine etkileri üzerine yaptığı bir çalışmada, Bozcaada ilçesinin Papazbahçe mevkiinde bulunan Kuntra üzüm çeşidiyle tozlanan omcalardan alınan salkımların olgunluk indisi (%SÇKM %asitlik⁻¹) iki yılın ortalaması şeklinde 27.64 olarak tespit edilirken, Vasilaki üzüm çeşidiyle tozlanan omcalardan alınan salkımların olgunluk indisi iki yılın ortalaması şeklinde 31.42 olarak belirlenmiştir. Yürütülmüş olan bu çalışmada, sınır mevki olan Başağa mevkiinde bulunan Bozcaada 4 bağından alınan salkımlar üzerine yapılan analizlerde olgunluk indisi 38.56 olarak saptanmıştır. Bu çalışmadan elde edilmiş olan bu değer, Şahin (2020)'in bulgularından daha yüksek olması yönüyle farklılık arz etmiştir.

Sonuç

Araştırmanın yürütülmüş olduğu Çanakkale ilinin iki farklı ilçesi ve altı farklı üzüm bağından 2023 yılı vejetasyon periyodunda elde edilmiş olan bulgular, pomolojik parametrelerin tamamına yakınında farklılık arz etmiştir. Kültürel uygulamaların birbirine yakın şekilde yapıldığı belirlenen bağlardaki farklılıklar, bölge ve mevkilerden kaynaklı olan rüzgâr, sıcaklık, yağış, ışıklenme, bağıl nem, toprak özellikleri, toprak sıcaklığı, büyük su kütlelerine (deniz ve göl vb.) uzaklık, rakım ve vejetasyon süresi vb. gibi farklı iklimsel ve topografik kriterlerdir. Yürütülmüş olan bu çalışmada, farklı bölge ve mevkilerdeki bağların bazı parametreler bakımından öne çıktığı veya geri planda kaldığı belirlenmiştir.

Bozcaada 1; en uzun boylu, en sık, en ağır salkımların elde edildiği, salkımlardaki toplam tane ve normal tane sayısının ile çekirdek sayısının en fazla olduğu, en kısa tane en, boy ve ağırlığı ile en düşük pH'a sahip bağ olmuştur. Bozcaada 2; en az partenokarpik taneye ve en yüksek SÇKM ve pH'a sahip bağ olarak belirlenmiştir.

Bozcaada 3; en dar, en hafif, en az normal tane sayısına sahip gevşek yapılı ve en olgun salkımların elde edildiği bağ olmuştur. Bayramiç 1; en geniş salkımların, en fazla partenokarpik ve toplam kalın kabuklu tanenin alındığı, en düşük SÇKM ile olgunluk indisinin elde edildiği ve en parlak ve yeşil renkli tanelerin alındığı bağ olmuştur. Bayramiç 2; en kısa salkımların, en enli, uzun ve en ağır tanelerin elde edildiği bağ olarak tespit edilmiştir.

Bozcaada ve Bayramiç ilçelerinde incelenen bağlar arasındaki değişimler, Bozcaada Çavuşu üzüm çeşidinin salkım ve tane özellikleriyle birlikte, renk ve olgunluk üzerinde bariz farklılıkların meydana gelmesine neden olmuştur. Bu durumun, Bozcaada Çavuşu üzüm çeşidinde hasat periyodunun genişletilmesiyle birlikte yeni pazarlama stratejilerinin oluşturulabilmesi açısından önem arz edeceği düşünülmektedir.

Ek Bilgiler ve Beyanlar

Teşekkür: Bu araştırma makalesi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'nde yüksek lisansını yapmakta olan Serdar Dinçkal'ın tezinin bir bölümünden derlenerek hazırlanmıştır.

Araştırmacıların Katkı Oranı: Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan etmektedirler.

Çıkar Çatışması Beyanı: Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedirler.

CC Telif Hakkı: 2024 Dinçkal ve Dardeniz



Bu çalışma Creative Commons CC-BY 4.0 Uluslararası Lisansı kapsamında lisanslanmıştır.

Kaynaklar

- Altındışli, A., Kara, S., Çoban, H., İlter, E. (1997). Erkençi sofralık olarak hasat edilen Yuvarlak Çekirdeksiz tuzümelerde bazı olgunluk durumlarının belirlenmesi üzerinde bir araştırma. Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu Bildirileri, 61–66, Yalova.
- Anonim. (1997). T.C. Standart Üzüm Çeşitleri Kataloğu. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü, 88 s. Ankara.
- Anonim. (2023). Çanakkale İl Tarım ve Orman Müdürlüğü Koordinasyon ve Tarımsal Veriler Şube Müdürlüğü İstatistiki verileri. (Erişim tarihi: 12.12.2023).
- Anonim. (2024a). Çanakkale İl Tarım ve Orman Müdürlüğü Koordinasyon ve Tarımsal Veriler Şube Müdürlüğünün TUIK için hazırlanan İstatistiki verileri. (Erişim tarihi: 9.11.2024).
- Anonim. (2024b). Çanakkale İli Bozcaada İlçesi İklim Verileri. (Erişim tarihi: 9.11.2024).
- Bahar, E., Korkutal, İ., Boz, Y. (2010). Tekirdağ İli Şarköy İlçesi'nin terroir açısından değerlendirilmesi. Şarköy Değerleri Sempozyumu, 4: 156–177.
- Çelik, H. (2006). Üzüm Çeşit Kataloğu. Sunfidan A.Ş. Mesleki Kitaplar Serisi 3, 165 s. Ankara.
- Dardeniz, A. (2002). Bozcaada bağıcılığının mevcut durumu, sorunları ve bağıcılığın geliştirilmesine yönelik öneriler. Türk-Koop Ekin., 20: 77–84.
- Dardeniz, A. (2013). Çanakkale ili bağıcılığı ve son gelişmeler. ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 1 (1): 107–110.
- Dardeniz, A., Kaynaş, K., Ateş, F. (2001). Çanakkale bağıcılığının mevcut durumu, sorunları ve çözüm önerileri. BAHÇE. 30 (1–2): 25–35.
- Dardeniz, A., Şahin, E. (2023). Geçmişten Günümüze Çanakkale Bağıcılığı. Çanakkale'nin Stratejik Sektörü Tarım–1. Özgür Yayınları, 15–94. DOI: <https://doi.org/10.58830/ozgur.pub321>.
- Dardeniz, A., Şeker, M., Yancar, A., Gökbayrak, Z., Bahar, E., Kahraman, K.A. (2011). Çanakkale'de Bozcaada Çavuşu üzüm çeşidi yetiştiriciliği ve karşılaşılan sorunlar. Uluslararası Katılımlı I. Ali Numan Kıraç Tarım Kongresi ve Fuarı, 2567–2582. 27–30 Nisan 2011. Eskişehir, Türkiye.
- Doğan, A. (1996). Aşılı asma fidanı üretiminde İBA (Indol Butirik Asit) NAA (Naftalen Asetik Asit) ve plastik malç uygulamalarının fidan randıman ve kalitesine etkileri üzerine bir araştırma. Doktora Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Dönmez, E.O. (2002). Arkeobotanik çalışmaların ışığında tarih öncesi Anadolu'da asma. Türkiye V. Bağıcılık ve Şarapçılık Sempozyumu. 22–30. 5–9 Ekim, Nevşehir.
- Eren, R. (2015). Farklı mevkilerin Bozcaada Çavuşu üzüm çeşidinin kalite özellikleri üzerine etkileri. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. (Yüksek Lisans Tezi). 63 s.
- Fidan, Y. (1985). Özel Bağıcılık. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 930, Ders Kitabı No: 401. Ankara.

- Kiracı, M.A., Bayraktar, H., Usta, K., Özışık, S., Günil, K. (2002). Bozcaada Çavuşu, Kozak Beyazı, Karasakız ve Amasya Beyazı üzüm çeşitlerinde klon seleksiyonu çalışmaları. Türkiye V. Bağcılık ve Şarapçılık Sempozyumu, 97–102 s. 5–9 Ekim 2002. Nevşehir.
- Şahin, E. (2020). Bozcaada Çavuşu üzüm çeşidinin Bozcaada'daki mevcut tozlayıcı çeşitleri ile bazı muhtemel tozlayıcı çeşitlerin polen canlılığı ve çimlenme oranlarının belirlenmesi. ÇOMÜ Lisansüstü Eğitim Enstitüsü. (Yüksek Lisans Tezi). 91 s.
- Şahin, E., Dardeniz, A. (2022). Tozlayıcı olarak Kuntra (Karasakız) ve Vasilâki üzüm çeşitlerinin kullanıldığı Bozcaada Çavuşu (*Vitis vinifera* L.) üzüm çeşidinde verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 19 (4): 724–736.
- Tangolar, S., Ergenoğlu, F., Gök, S. (1996). Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Araştırma Bağı Üzüm Çeşitleri Kataloğu. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Ofset Atölyesi, 94 s. Adana.
- Uslu, İ., Samancı, H. (1997). Marmara Bölgesi üzüm çeşitlerinde klon seleksiyonu çalışmaları. Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü. Bilimsel Araştırma ve İncelemeler, Yayın No: 95. 23–31 s. Yalova.



TÜRKİYE CUMHURİYETİ'NİN
YÜZ BİRİNCİ YILI



Investigation of Sodium Borohydride Synthesis from Anhydrous Borax: Impact of Stoichiometry and Alternative Reducing Agents

Kadir Yılmaz^{1,2} , Muzaffer Yaşar²

¹Çanakkale Onsekiz Mart University, Energy Resources Application and Research Center, Çanakkale, Türkiye

²Istanbul University-Cerrahpaşa, Department of Chemical Engineering, Avcılar, İstanbul, Türkiye

Article History

Received: 03/12/2024

Accepted: 19/12/2024

Published: 20/12/2024

Research Article

Abstract: The production of sodium borohydride from anhydrous borax using aluminum and sodium hydroxide as reactants was investigated in a bomb-type batch reactor under hydrogen atmosphere. The study evaluated the effects of stoichiometric ratios and the addition of calcium carbide on yield and product composition. Experiments without calcium carbide, employing 100% molar excess of aluminum and sodium hydroxide, increased the yield from 11.31% to 13.28%. However, incorporating calcium carbide redirected the reaction mechanism, leading to the formation of complex phase structures. Structural characterization using FT-IR and XRD confirmed the consistency of products from Experiments 1 and 2 with reference NaBH₄. In contrast, products from Experiments 3, 4 and 5 showed significant deviations, with no NaBH₄-specific peaks observed. These findings underscore the importance of stoichiometric optimization and particle size reduction (<150 μm) for improving reaction efficiency. Future studies should focus on refining process parameters and understanding the role of alternative reducing agent.

Keywords: Sodium borohydride, anhydrous borax, calcium carbide

Susuz Borakstan Sodyum Borhidrür Sentezi: Stokiyometri ve Alternatif İndirgeyici Malzemelerin Etkisi

Öz: Susuz borakstan, alüminyum ve sodyum hidroksit kullanılarak sodyum borhidrür üretimi, hidrojen atmosferinde çalışan bomba tipi kesikli bir reaktörde incelenmiştir. Çalışmada, stokiyometrik oranların ve kalsiyum karbür ilavesinin verim ve ürün kompozisyonu üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Kalsiyum karbür kullanılmayan deneylerde, molce %100 fazla alüminyum ve sodyum hidroksit kullanımı reaksiyon verimini %11.31' den %13.28' e çıkarmıştır. Ancak, kalsiyum karbür ilavesi reaksiyon mekanizmasını değiştirerek, kompleks faz yapılarının oluşumuna yol açmıştır. FT-IR ve XRD ile yapılan yapısal karakterizasyon, 1 ve 2 numaralı deneylerde elde edilen ürünlerin referans NaBH₄ ile uyumlu olduğunu doğrulamıştır. Buna karşın, 3, 4 ve 5 numaralı deneylerin ürünleri, NaBH₄'e özgü piklerin gözlemlenmediği önemli farklılıklar göstermiştir. Bu bulgular, reaksiyon verimliliğinin artırılmasında stokiyometrik optimizasyonun ve tanecik boyutunun küçültülmesinin (<150 μm) önemini vurgulamaktadır. Gelecek çalışmalar, proses parametrelerinin iyileştirilmesine ve alternatif indirgeme ajanlarının rolünün anlaşılmasına odaklanmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Sodyum borhidrür, susuz boraks, kalsiyum karbür

✉ Correspondence (Sorumlu yazar): yasar@iuc.edu.tr

Citation (Alıntı): Yılmaz, K., & Yaşar, M. (2024). Investigation of sodium borohydride synthesis from anhydrous borax: impact of stoichiometry and alternative reducing agents. Journal of Science-Technology-Innovation Ecosystem, 5(2), 115-122.

Introduction

The increasing demand for sustainable and clean energy sources has intensified research into hydrogen-based energy systems. Among various hydrogen storage materials, sodium borohydride (NaBH_4) stands out due to its high hydrogen content, chemical stability and ability to generate hydrogen efficiently through hydrolysis. (Demirci & Miele, 2009; Santos & Sequeira, 2011; Amendola et al., 2000). This unique reaction, which produces hydrogen gas and sodium metaborate, offers a safe and clean method for hydrogen generation under moderate conditions, making NaBH_4 an appealing candidate for portable and stationary energy applications (Kojima et al., 2002; Brack et al., 2015). Moreover, in hydrogen fuel cells, it contributes to systems that yield water as the sole by-product, aligning with global goals for eco-friendly energy solutions (Marrero-Alfonso et al., 2007; Kong et al., 2009).

Despite its clear advantages, the widespread adoption of NaBH_4 has been significantly limited by challenges in its production and regeneration. The traditional Brown-Schlesinger process, widely used for industrial synthesis, requires high temperatures, pressures and costly raw materials such as sodium hydride (Schlesinger et al., 1953). This method is energy-intensive, complex and results in the formation of various by-products. Meanwhile, the Bayer process, which employs borates and metallic sodium in high-pressure hydrogen environments, offers a direct route to NaBH_4 but presents its own set of difficulties, including by-product management and operational risks (Demirci, 2015; Demirci et al., 2017).

Researchers have directed significant efforts toward overcoming these challenges, focusing heavily on improving the hydrolysis process of NaBH_4 to optimize hydrogen generation (Amendola et al., 2000; Demirci & Miele, 2009; Santos & Sequeira, 2011). However, a significant gap exists in research dedicated to regenerating NaBH_4 from its hydrolysis by-products. Efforts to address this gap have led to the development of three primary methods for NaBH_4 production: thermochemical, mechano-chemical and electrochemical approaches. Thermochemical methods, relying on high-temperature reactions, have demonstrated high yields, particularly when magnesium hydride is used as a reducing agent (Kojima et al., 2002; Nunes et al., 2021). However, these methods are energy-intensive and costly. Mechano-chemical techniques, such as ball milling, present an environmentally friendly alternative by utilizing mechanical energy to drive reactions (Kong et al., 2009; Çakanyıldırım & Gürü, 2011). While these methods avoid the need for high temperatures, they often require extended processing times, limiting their industrial scalability (Marrero-Alfonso et al., 2007). Electrochemical regeneration, a newer approach, offers a cleaner and potentially more efficient pathway for NaBH_4 synthesis. Recent studies have demonstrated its feasibility, though challenges such as competing side reactions and low efficiencies continue to hinder its widespread application (Nunes et al., 2021).

An area of significant interest in NaBH_4 production and regeneration is the choice of reducing agents. Studies have highlighted the impact of different reducing materials on yield, efficiency and cost. Magnesium hydride (MgH_2) is frequently used due to its high reactivity, but its expense has driven research into alternatives like magnesium, aluminum and silicon-based compounds (Eom et al., 2013; Figen & Piskin, 2013; Ou et al., 2013). On the other hand, silicon-based reducing agents, while less reactive, offer a more cost-effective solution, particularly in mechano-chemical processes. The incorporation of alloying elements such as nickel with magnesium has also been shown to enhance reaction kinetics and improve yield by facilitating hydrogen dissociation (Nunes et al., 2021). Additionally, the use of hydrated borates in regeneration processes has gained traction, as studies have demonstrated that these materials can achieve comparable yields to their anhydrous counterparts while avoiding the energy-intensive dehydration step (Marrero-Alfonso et al., 2007). The choice of reducing agents thus remains a critical factor in optimizing NaBH_4 production, balancing cost, efficiency and environmental considerations.

Sodium borohydride holds great potential as a hydrogen carrier, but its full integration into energy systems depends on overcoming the economic and technical challenges associated with its production and regeneration. Continued innovation in the use of reducing agents, coupled with advancements in process efficiency and scalability, will be key to unlocking the widespread adoption of NaBH_4 in the hydrogen economy. By addressing these challenges, NaBH_4 can become a cornerstone of sustainable energy technologies, contributing to a cleaner and more sustainable future.

Recent studies have explored various pathways to optimize NaBH₄ synthesis, focusing on reducing agent selection, reaction mechanisms and process conditions. The use of alternative reducing agents, such as magnesium has shown potential in improving reaction efficiency and reducing costs. Additionally, advancements in mechanochemical and thermochemical synthesis techniques have opened new avenues for enhancing the feasibility of NaBH₄ production. However, the role of stoichiometric ratios, reaction pathways and alternative reactants in maximizing yield and minimizing by-products remains underexplored.

This study aims to address these gaps by investigating the production of NaBH₄ from anhydrous borax using aluminum and sodium hydroxide as key reactants in a bomb-type batch reactor. The effects of stoichiometric variations, particularly the use of molar excess aluminum and sodium hydroxide, are examined to optimize the reaction yield. Furthermore, the impact of incorporating calcium carbide as an additional reducing agent is evaluated to understand its influence on the reaction mechanism and product composition. Structural characterization using X-ray diffraction (XRD) and Fourier-transform infrared (FT-IR) spectroscopy provides insights into the phases and functional groups of the synthesized products.

Materials and Methods

Materials

Na₂B₄O₇·10H₂O (borax decahydrate) was obtained from Bandırma Eti Bor Tesisleri and used as the primary boron source in the experiments. Aluminum (Al, ≥99%) was purchased from Sigma-Aldrich, while high-purity SiO₂ (70–230 mesh) was also sourced from Sigma-Aldrich. NaOH (sodium hydroxide, ≥99%) was procured from Merck. Sodium metaborate tetrahydrate (NaBO₂·4H₂O, ≥99%) was obtained from Sigma-Aldrich. Ethanol (C₂H₅OH, ≥99.9%) was supplied by Isolab Chemicals. Sodium borohydride (NaBH₄, reference material, ≥99.9%) was sourced from AFG Scientific. Other reagents included H₂SO₄ (sulfuric acid, 95–98%) from Merck, KIO₃ (potassium iodate, ≥99.9%) from Merck, Na₂S₂O₃ (sodium thiosulfate, ≥99.9%) from AFG Scientific and KI (potassium iodide, ≥99.9%) from Merck. Starch used in titration procedures was purchased from Merck. Calcium carbide (CaC₂) was obtained from Ankaizen Mühendislik.

Methods

Borax decahydrate (Na₂B₄O₇·10H₂O) was subjected to calcination to remove the crystalline water in its structure. The calcination temperature and duration were determined based on the thermogravimetric analysis (TGA) data presented in Figure 1 and prior studies in the literature (Gençaslan & Karaduman, 2016; Li et al., 2003). Accordingly, borax decahydrate was calcined at 630°C for 4 hours. The calcined product was then stored in airtight containers within a desiccator to prevent moisture uptake.

The particle size reduction of solid reactants is crucial for increasing surface area, preventing agglomeration and enhancing reaction efficiency. The grinding process for the solid reactants was conducted using a vibration ball mill located at the Çanakkale Onsekiz Mart University Science and Technology Application and Research Center. The ground solid materials were then sieved using a shaking sieve device, also located at the same facility, to ensure a uniform particle size of ≤150 microns. The sieved powders were subsequently stored in airtight containers to preserve their properties and prevent contamination.

A laboratory-scale stainless steel bomb-type reactor with an internal diameter of 200 cm³ was utilized for sodium borohydride production experiments. The reactor was heated using a high-temperature crucible furnace system, capable of operating up to 1000°C, with the reactor's lower section fully submerged within the furnace chamber to ensure uniform thermal distribution.

The sodium borohydride production experiments were conducted using the system schematically illustrated in Figure 2. The system included the following components: (1) a high-purity hydrogen cylinder serving as the gas source, (2) a high-pressure-resistant gas delivery line for the safe transfer of hydrogen, (3) a high-pressure-resistant needle valve for precise gas flow control, (4) a manometer to monitor the internal gas pressure of the reactor, (5) a thermocouple for measuring the temperature within the system, (6) a temperature control unit for accurate thermal regulation, (7) a crucible-type heating unit to provide the required thermal energy, (8) a bomb-type stainless steel batch reactor capable of withstanding high pressures and temperatures and (9) a custom-designed hydrogen regulator to facilitate the controlled inlet and outlet of hydrogen gas at high pressures.

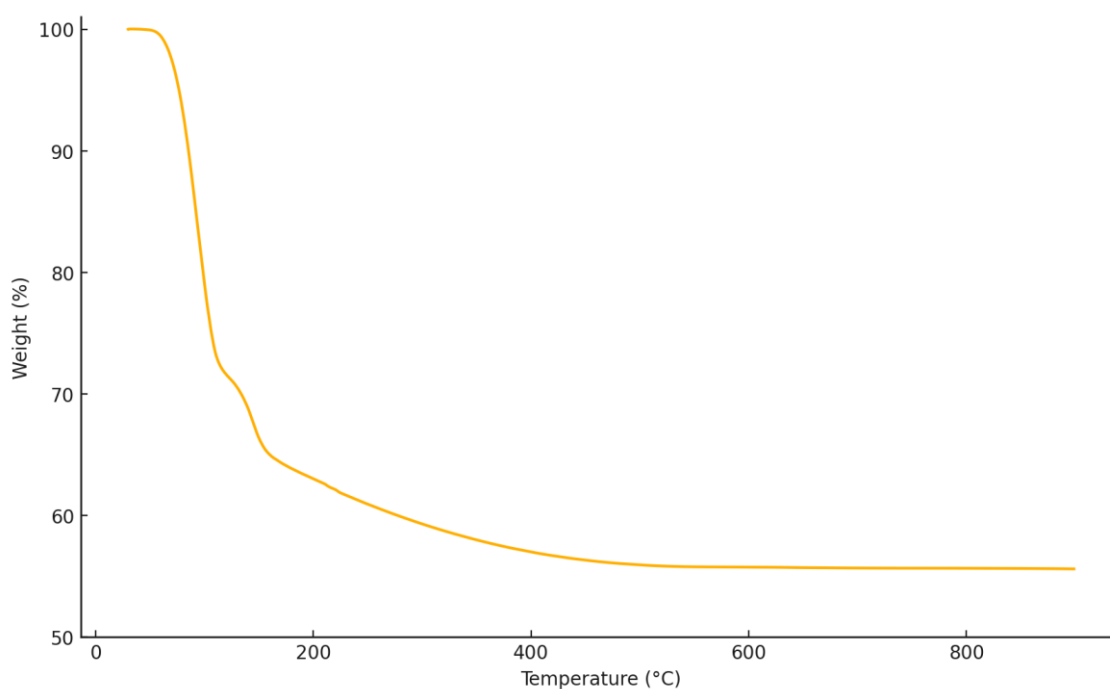


Figure 1. Result of Thermogravimetric Analysis (TGA) of Borax Decahydrate

The study investigated how the stoichiometric ratios of aluminum (Al) as the reducing agent, sodium hydroxide (NaOH) as the sodium source and the addition of calcium carbide (CaC_2) as an extra reducing agent affected the yield of sodium borohydride. The amounts of the reactants used in the reaction were given in Table 1. The reactants were thoroughly mixed before being transferred into the reactor. To prevent any oxygenation reactions during the process, the reactor was degassed for several times using nitrogen gas. Following this, hydrogen was introduced into the reactor with 20 bar initial pressure. The reactor was then positioned in the furnace. It was subsequently heated to 450°C and maintained at this temperature for 4 hours.

The proposed reaction mechanism for the formation of sodium borohydride from anhydrous borax can be expressed through Equation 1 (Alibeyli et al., 2008; Alibeyli et al., 2011);



Table 1. Experimental Conditions for Sodium Borohydride Production

Experiment No	Temperature (°C)	Initial H ₂ Pressure (bar)	Duration (hours)	Chemicals Used (g)
1	450	20	4	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$: 5.00 ; Al: 4.04 ; NaOH: 1.99 ; SiO_2 : 1.50
2	450	20	4	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$: 5.00 ; Al: 8.08 ; NaOH: 3.98 ; SiO_2 : 1.50
3	450	20	4	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$: 5.00 ; Al: 4.04 ; NaOH: 1.99 ; SiO_2 : 1.50 ; CaC_2 : 1.59
4	450	20	4	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$: 5.00 ; Al: 8.08 ; NaOH: 3.98 ; SiO_2 : 1.50 ; CaC_2 : 1.59
5	450	20	4	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$: 5.00 ; Al: 8.08 ; NaOH: 3.98 ; SiO_2 : 1.50 ; CaC_2 : 3.18

The sodium borohydride (SBH) produced was isolated from the solid reaction mixture using ethyl alcohol as the extraction medium. The solvent was then removed under vacuum at 50°C , leaving the solid SBH, which was subsequently separated.

The iodometric method is the most widely used volumetric or titrimetric technique for analyzing borohydride ions (Lytle et al., 1952). In this study, the quantity of borohydride produced was measured using

iodometric titration, conducted at room temperature and under atmospheric pressure. X-Ray Diffraction (XRD) was used for the qualitative characterization of the products. XRD patterns were recorded at room temperature by using PANalytical Empyrean diffractometer with Cu-K α radiation ($\lambda = 1.54060 \text{ \AA}$). The 2θ scan range was from 5.0064° to 79.9904° with a step size of 0.013° and a scan speed of 0.026° per second. The generator was operated at 40 mA and 45 kV. The functional groups within the samples were identified using an Agilent Technologies Cary 630 FT-IR spectrometer, with measurements performed in the range of $4000\text{-}650 \text{ cm}^{-1}$.

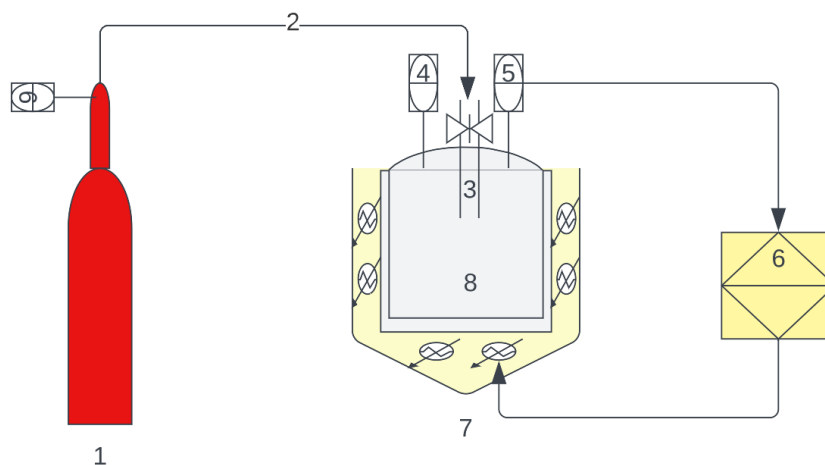


Figure 2. System Scheme for Sodium Borohydride Production

Results and Discussion

The sodium borohydride production process, utilizing anhydrous borax ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$) as the boron source, aluminum metal as the reducing agent and sodium hydroxide as the sodium source, was conducted in a bomb-type batch reactor operating under a hydrogen atmosphere. The reactor was operated at 450°C , with an initial H_2 pressure of 20 atm and a reaction time of 4 hours. The study was extended under the same conditions, adding different amounts of calcium carbide as the reducing agent. The experimental results showed that the conversion rate of anhydrous borax to sodium borohydride was 11.31% in Exp. No 1 and 13.28% in Exp. No 2, where an excess of aluminum and sodium hydroxide (100% molar excess) was used. Additionally, the effects of incorporating various amounts of calcium carbide into the sodium borohydride synthesis reaction conditions were investigated (Exp. No 3, 4 and 5). The results suggest that calcium carbide redirects the reaction mechanism away from sodium borohydride production towards a different reaction pathway. However, the full extent and nature of this effect and interaction could not be fully determined.

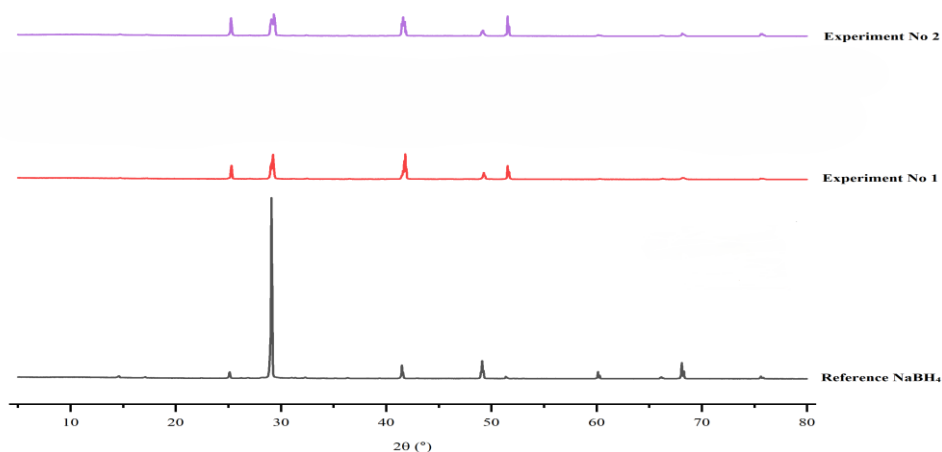


Figure 3. Comparative XRD Diagrams of Products from Experiment No 1 and 2

Sodium borohydride (NaBH_4) obtained from the solid products of Experiments 1 and 2 was extracted using ethanol. Following this extraction process, X-ray diffraction (XRD) analysis was performed on the resulting samples. Based on the XRD results, the crystal structure was found to be fully consistent with sodium borohydride (PDF: 00-078-0544) (Figure 3). Comparative analysis of the XRD patterns of the sodium borohydride samples revealed that the characteristic peaks occurred at similar diffraction angles. Additionally, the main products obtained after extraction were white in color and exhibited the distinctive odor of sodium borohydride. These findings confirm that the compounds obtained are indeed sodium borohydride.

The solid products obtained from Experiments 3, 4 and 5, conducted using varying amounts of calcium carbide starting from anhydrous borax, were analyzed via X-ray diffraction (XRD). Based on the XRD results, multiple peaks with diffraction angles different from sodium borohydride were observed (Figure 4). It is hypothesized that a complex phase structure formed as a result of the combination of various compounds during the reaction. The XRD analysis, supported by database searches from the instrument's library, identified potential phases in the products, including unreacted aluminum (PDF: 00-089-2837), calcium hydroxide (PDF: 00-084-1263), sodium borate (PDF: 00-022-1344) and boron carbide (PDF: 00-075-0424). The resulting products were white in color and the characteristic odor of sodium borohydride was not detected. These findings indicate that the reaction mechanisms in these experiments diverted from the path leading to sodium borohydride formation.

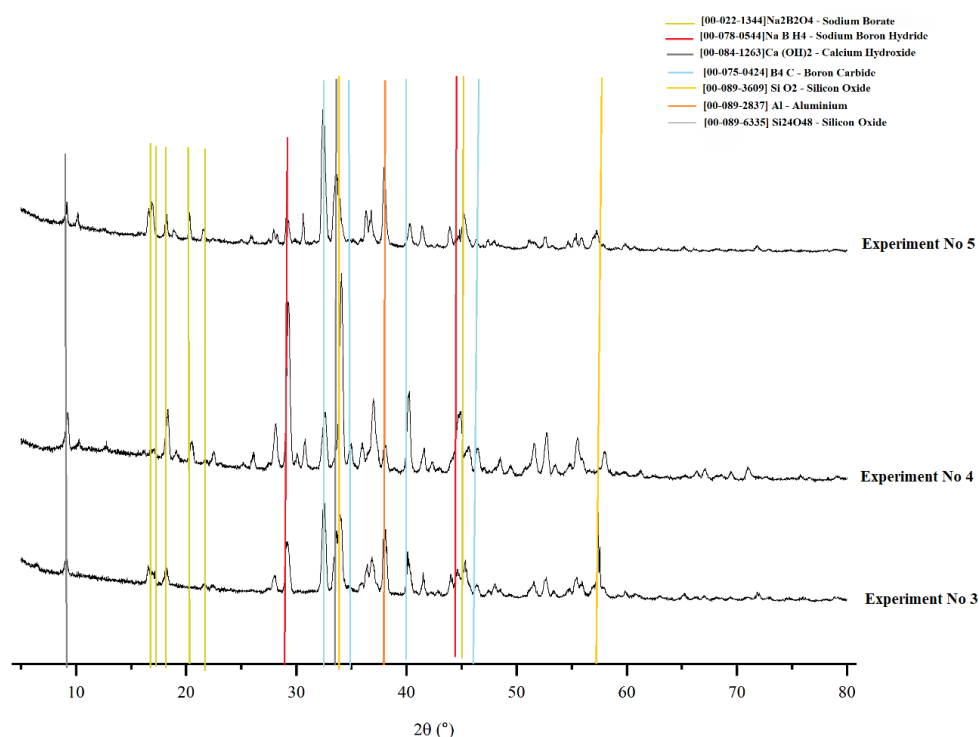


Figure 4. Comparative XRD Diagrams of Products from Experiment No 3, 4 and 5

The functional group structure of the primary product obtained after the separation process from the solid products of Experiments 1, 2, 3, 4 and 5 was analyzed using Fourier Transform Infrared (FT-IR) spectroscopy in the wavenumber range of $4000\text{--}650\text{ cm}^{-1}$. As shown in Figure 5, the FT-IR spectrum for the products of Experiments 1 and 2 revealed vibrational frequencies corresponding to O-H bonds in the $3600\text{--}3465\text{ cm}^{-1}$ range, B-H bonds in the $2270\text{--}2200\text{ cm}^{-1}$ range, B=O bonds in the $1618\text{--}1440\text{ cm}^{-1}$ range and B-O bonds in the $1100\text{--}1050\text{ cm}^{-1}$ range. These results confirm that the obtained compound is consistent with the reference structure of sodium borohydride (NaBH_4). In contrast, the FT-IR spectra of the solid products from Experiments 3, 4 and 5 exhibited peaks significantly different from the reference NaBH_4 . This indicates that the reaction conditions in these experiments led to the formation of compounds with structures distinct from sodium borohydride.

Alibeyli et al. (2011) stated that synthesis conditions significantly affect the yield of NaBH_4 but do not influence its purity. However, their study did not investigate the effect of the stoichiometric ratios of reactants. In

this study, it has been demonstrated that using an excess of NaOH (100% molar excess) and Al (100% molar excess) in the reaction medium is more effective in enhancing the yield.

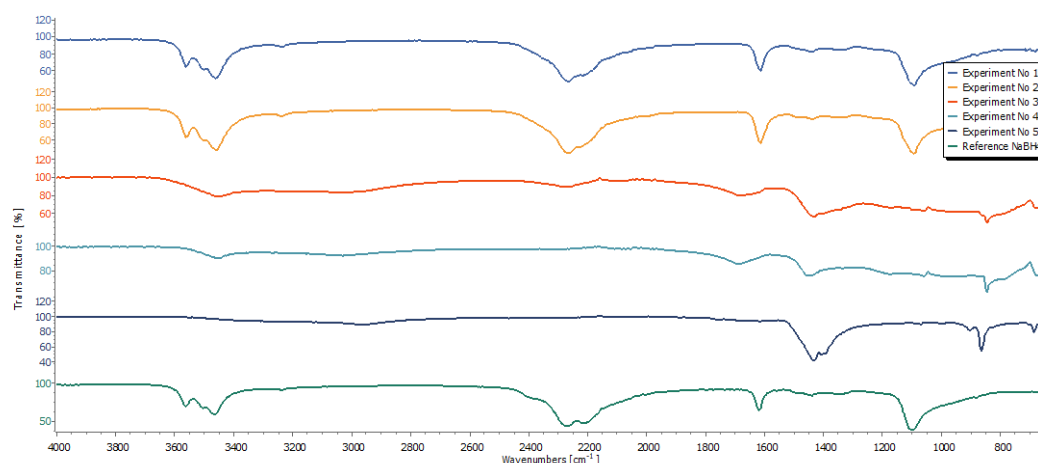


Figure 5. Comparative FT-IR Spectrums of Products from Experiment No 1, 2, 3, 4 and 5

In the study conducted by Gençaslan and Karaduman (2016), the production of sodium borohydride was investigated using $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ and NaBO_2 . Experiments were carried out in a 45 mL stainless steel vibratory ball mill reactor. A magnesium (Mg)-based method was selected for sodium borohydride production. The experiments were conducted at a temperature of 412°C , an initial hydrogen pressure of 29 atm, a vibration frequency of 10 Hz (600 rpm) and a reaction time of 150 minutes. The yield of sodium borohydride obtained using anhydrous borax was 17.1%, while the yield obtained using sodium metaborate was 17.9%. It was stated that these low yields were due to the reduced contact surface area between Mg and H^- (protid) as a result of the large particle size of the Mg metal ($175\ \mu\text{m}$). It is well-known that the particle size of reactants is crucial in solid-solid reactions, as it significantly affects the contact surface area. Similarly, in this study, one potential reason for the lower conversion rates compared to the literature could be the inability to reduce the particle size below $150\ \mu\text{m}$. This highlights the importance of particle size optimization to improve reaction efficiency in such systems.

Conclusion

This study demonstrated the production of sodium borohydride (NaBH_4) using anhydrous borax as a boron source in a bomb-type batch reactor. It was found that utilizing 100% molar excess of aluminum and sodium hydroxide significantly improved the yield of NaBH_4 , increasing conversion rates from 11.31% to 13.28% in experiments without calcium carbide. Conversely, experiments involving calcium carbide showed a shift in the reaction mechanism, resulting in complex phase structures and compounds such as unreacted aluminum, calcium hydroxide and sodium borate, which diverted from NaBH_4 formation. FT-IR and XRD analyses confirmed the structural consistency of the products from Experiments 1 and 2 with reference NaBH_4 , while products from Experiments 3, 4 and 5 exhibited significant deviations. These findings highlight the critical role of stoichiometric ratios and the choice of reducing agents in optimizing NaBH_4 synthesis. However, the limited particle size reduction ($<150\ \mu\text{m}$) of the reactants likely hindered reaction efficiency, emphasizing the need for further process optimization.


Future research should explore the impact of finer particle sizes, alternative reducing agents and continuous reaction setups to enhance yield and scalability. Additionally, understanding the role of calcium carbide in altering reaction pathways could pave the way for novel compound syntheses in boron chemistry.

Additional Information and Declarations

Acknowledgements: This study was produced as a result of Kadir Yılmaz's doctoral thesis titled "Direct Sodium Boron Hydride Producing from Borax and Determination of Process Parameters". This study was supported by the Istanbul University-Cerrahpaşa Scientific Research Projects Executive Secretariat under project number FDK-2016-21175.

Authors' Contributions: The authors declare that they have contributed equally to this article.

Conflict of Interests: The authors declare that there are no conflicts of interest among them.

 **Copyright:** 2024 Yılmaz and Yaşar



This work is licensed under a Creative Commons Attribution CC-BY 4.0 International License.

References

- Alibeyli, R., Arslan, S., & Özdemir, E. (2011). Single stage production and hydrolysis of sodium borohydride. *International Journal of Hydrogen Energy*, 36(17), 11451–11456. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2010.12.111>
- Alibeyli, R., Guliyev, S., & Ahmedov, İ. (2008). Borakstan tek aşamalı sodyum bor hidrür üretimi süreci. Türk Patent ve Marka Kurumu, 2008/00589.
- Amendola, S. C., Sharp-Goldman, S. L., Janjua, M., Kelly, M. T., Petillo, P. J., & Binder, M. (2000). An ultrasafe hydrogen generator: Aqueous, alkaline borohydride solutions and Ru catalyst. *Journal of Power Sources*, 85(2), 186–189. [https://doi.org/10.1016/S0378-7753\(99\)00301-8](https://doi.org/10.1016/S0378-7753(99)00301-8)
- Brack, P., Dann, S. E., & Wijayantha, K. G. (2015). Heterogeneous and homogeneous catalysts for hydrogen generation from sodium borohydride. *Energy Science & Engineering*, 3(3), 174–188. <https://doi.org/10.1002/ese3.67>
- Çakanyıldırım, Ç., & Gürü, M. (2011). The production of NaBH₄ from its elements by mechano-chemical reaction and usage in hydrogen recycle. *Energy Sources, Part A: Recovery*, 33(20), 1912–1920. <https://doi.org/10.1080/15567030903503175>
- Demirci, U. B., & Miele, P. (2009). Sodium tetrahydroborate as energy/hydrogen carrier: Its history and future. *Comptes Rendus Chimie*, 12(9), 943–950. <https://doi.org/10.1016/j.crci.2008.08.002>
- Eom, K., Cho, E., Kim, M., Oh, S., Nam, S.-W., & Kwon, H. (2013). Thermochemical production of sodium borohydride from sodium metaborate in a scaled-up reactor. *International Journal of Hydrogen Energy*, 38(7), 2804–2809. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2012.12.053>
- Figen, A. K., & Piskin, S. (2013). Microwave-assisted green chemistry approach of sodium metaborate dihydrate (NaBO₂·2H₂O) synthesis and use as raw material for sodium borohydride (NaBH₄) thermochemical production. *International Journal of Hydrogen Energy*, 38(8), 3702–3709. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2013.01.003>
- Gençaslan, A., & Karaduman, A. (2016). Titreşim karıştırılmalı bilyeli değirmende sodyum borhidrür üretiminde borat kaynağı olarak susuz boraks ve sodyum metaboratın karşılaştırılması. *Journal of Boron*, 1(2), 96–103.
- Kojima, Y., Suzuki, K.-I., & Fukumoto, K. (2002). Hydrogen generation using sodium borohydride solution and metal catalyst. *International Journal of Hydrogen Energy*, 27(10), 1029–1034. [https://doi.org/10.1016/S0360-3199\(02\)00014-9](https://doi.org/10.1016/S0360-3199(02)00014-9)
- Kong, L., Cui, X., Jin, H., Wu, J., Du, H., & Xiong, T. (2009). Mechanochemical synthesis of sodium borohydride by recycling sodium metaborate. *Energy & Fuels*, 23(12), 619–627. <https://doi.org/10.1021/ef900619y>
- Lytte, D. A., Jensen, E. H., & Struck, W. A. (1952). A simple volumetric assay for sodium borohydride. *Analytical Chemistry*, 24(11), 843–844.
- Marrero-Alfonso, E. Y., Gray, J. R., Davis, T. A., & Matthews, M. A. (2007). Minimizing water utilization in hydrolysis of sodium borohydride: Role of sodium metaborate hydrates. *International Journal of Hydrogen Energy*, 32(19), 4723–4730. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2007.08.014>
- Nunes, H. X., Silva, D. L., Rangel, C. M., & Pinto, A. M. F. R. (2021). Rehydrogenation of sodium borates to close the NaBH₄-H₂ cycle: A review. *Energies*, 14(12), 3567. <https://doi.org/10.3390/en14123567>
- Ou, T., Giuliano, A., Panizza, M., Barbucci, A., & Cerisola, G. (2013). Thermochemical recycling of hydrolyzed NaBH₄. Part I: In-situ and ex-situ evaluations. *International Journal of Hydrogen Energy*, 38(35), 15269–15274. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2013.09.058>
- Santos, D. M. F., & Sequeira, C. A. C. (2011). Sodium borohydride as a fuel for the future. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(8), 3980–4001. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.07.018>
- Schlesinger, H. I., Brown, H. C., & Finholt, A. E. (1953). The preparation of sodium borohydride by the high-temperature reaction of sodium hydride with borate esters. *Journal of the American Chemical Society*, 75(1), 205–209. <https://doi.org/10.1021/ja01097a054>



TÜRKİYE CUMHURİYETİ'NİN
YÜZ BİRİNCİ YILI



Analitik Hiyerarşi Süreci Yöntemi Kullanarak Çanakkale-Kepez Beldesi Sel ve Taşkın Risk Analizi

Emre Özelkan^{1,2}, Esra Eren³

¹Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale, Türkiye

²Doğal Afetlerin Risk Yönetimi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale, Türkiye

³Pezyaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale Türkiye

Öz: Hidrometeorolojik kökenli doğal afetlerden olan taşkınlar, en çok görülen, can ve mal kaybına neden olan afetlerdendir. Afet riskini azaltmak ve hazırlıklı olmak için taşkın riskinin ortaya koyulması gereklidir. Bu çalışmada son yıllarda ani ve aşırı yağışlar nedeniyle sıklıkla sel ve taşkınlar yaşanan Çanakkale ili Merkez ilçesine bağlı Kepez Beldesi'nin taşkın riski haritası, literatürde sıklıkla kullanılan, çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan analitik hiyerarşi süreci yöntemi ile coğrafi bilgi sistemleri ortamında üretilmiştir. Taşkın riski haritasının üretilmesinde literatürde yaygın olarak kullanıldığı tespit edilen 8 kriter (eğim, yükseklik, bakı, yağış, akarsuya uzaklık, arazi örtüsü/kullanımı, jeoloji ve büyük toprak grupları) kullanılmıştır. Çalışma alanının %10'unun (138 ha) çok yüksek taşkın riski barındırdığı ve bu alanların çoğunlukla kıyı bölgesi ve tarım alanları olduğu tespit edilmiştir. Son dönemlerde taşkınlardan sıklıkla etkilenen Kepez Deresi ve çevresi orta-yüksek derecede riskli bulunmuştur. 2023 ve 2024 yıllarında yaşanan sel ve taşkın olayları bu çalışma kapsamında üretilen taşkın riski haritasındaki yüksek riskli olarak belirlenen alanlarda meydana gelmiştir. Sel ve taşkın olaylarının yaşanma sıklığı iklim değişikliğinin etkisiyle giderek artmaktadır. Bu durum yapılmış tüm planların yeni ve gelecek iklim koşullarına göre güncellenmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır. Bu bağlamda çalışmada üretilen taşkın riski haritası şehir ve bölge planlama, afet ve risk yönetme, zarar azaltma planları ve doğal kaynak yönetimi gibi alanlarda fayda sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Taşkın, risk, AHS, CBS, Kepez/Çanakkale

Flood Risk Analysis of Çanakkale-Kepez Town using Analytical Hierarchy Process Method

Abstract: Floods, which are natural disasters of hydrometeorological origin, are one of the most common disasters causing loss of life and property. To reduce the risk of disaster and to be prepared, it is necessary to reveal the flood risk. In this study, the flood risk map of Kepez Township of the Çanakkale Province was produced in geographical information systems environment with the analytical hierarchy process method. In the production of the flood risk map, 8 criteria (slope, elevation, aspect, precipitation, distance to the river, land cover/use, geology and large soil groups) were used. It was determined that 10% of the study area (138 ha) has a very high flood risk and these areas are mostly coastal and agricultural areas. In 2023 and 2024, floods occurred in the areas identified as high risk in the flood risk map produced within the scope of this study. The frequency of floods is gradually increasing with the effect of climate change. In this context, the flood risk map produced in this study will be useful in areas such as urban and regional planning, disaster and risk management, mitigation plans and natural resource management.

Keywords: Flood, risk, AHP, GIS, Kepez/Çanakkale

Makale Geçmişi

Geliş: 04/11/2024

Kabul: 23/12/2024

Yayınlama: 25/12/2024

Araştırma Makalesi

Article History

Received: 04/11/2024

Accepted: 23/12/2024

Published: 25/12/2024

Research Article

✉ Correspondence (Sorumlu yazar): esraa.eeren@gmail.com

Citation (Alıntı): Özelkan, E. & Eren, E. (2024). Analitik hiyerarşi süreci yöntemi kullanarak Çanakkale-Kepez beldesi sel ve taşkın risk analizi. Bilim-Teknoloji-Yenilik Ekosistemi Dergisi, 5(2), 123-137.

Giriş

Normal hayatı durma noktasına getiren, toplumlar üzerinde fiziksel, ekonomik ve sosyal kayıplara neden olan ve toplumun baş etme kapasitesini aşan olaylara afet denir (AFAD, 2014). Afetler jeofiziksel, klimatolojik, meteorolojik veya hidrolojik olaylar gibi doğa kaynaklı veya ulaşım kazaları, endüstriyel kazalar, savaşlar ve göç gibi beşerî kaynaklı olarak meydana gelirler (EM-DAT, 2024). Doğa kaynaklı afetler yavaş ve ani gelişen afetler olarak ikiye ayrılır (Bekler vd., 2022). Deprem, sel, taşkın ve erozyon ani gelişen; kuraklık ve çölleşme ise yavaş gelişen afetlerdendir. Ancak, afetin gerçekleşme hızı ne olursa olsun insan yaşamı üzerinde yıkıcı etkileri olur. Bu nedenle beklenen olaylara hazırlıklı olmak afetlerle mücadele etme kapasitesini artırmaktadır. Yine bu nedenle de afete maruz kalma durumunda kayıpla sonuçlanma potansiyeli olan olumsuz olayların meydana gelme olasılığı, diğer bir deyişle afet riski hesaplanır (Bekler vd., 2022). Risk, zarara uğrama tehlikesi olarak tanımlanır (TDK, 2024). Bir alanda afet riskinden söz etmek için tehlikelere karşı zarar görülebilirlik durumu bilinmelidir. Baş edebilme kapasitesinin tam tersi olan zarar görülebilirlik kavramı, maruziyet ve savunmasızlığın çarpımı şeklinde ifade edilir (Yavuz, 2013).

Afet riskinin belirlenmesi afet yönetimi açısından oldukça önemlidir. Afet yönetimi zarar azaltma, hazırlık, müdahale ve iyileştirme olmak üzere dört aşamadan oluşur (Khan ve ark., 2008). Afet öncesi durumu kapsayan zarar azaltma ve hazırlık aşamalarına risk yönetimi, afet sonrası durumu kapsayan müdahale ve iyileştirme aşamalarına ise kriz yönetimi denir (Şahin, 2019). Tüm dünyada hazırlıksız yakalanan afetlerden sonra çok büyük kayıplar yaşanması sonucunda risk yönetiminin kriz yönetiminden daha elzem olduğu anlaşılmıştır. Risk yönetimi aşamasında toplumun bilinçlendirilmesi, farkındalık seviyesinin artırılması, riskin belirlenmesi ve buna yönelik planlamanın yapılması gibi faaliyetler yer alır.

Sel ve taşkınlar hidrometeorolojik kökenli doğal afetlerdendir. Literatürde sel ve taşkın terimleri sıklıkla birbirinin yerine kullanılsa da oluş biçimleri ve nedenleri arasındaki farklılıklardan dolayı birbirinden ayrı iki terimdir. Ancak çoğu zaman dilimize yerleşen teknik terimleri değiştirmemek adına sel ve taşkın terimlerini eş anlamlı kullanarak aralarında kesin bir ayırım yapmamak uygun görülmektedir (Parlak, 2006). Sel, türlü nedenlerden dolayı bir eğim doğrultusunda akış hızının arttığı ve kontrolünün olmadığı, yüksek taşıma enerjisine ve etki gücüne sahip su kütleleri hareketlerine denmektedir (İzbirdir, 1992; Özdemir ve Yolcu, 2024). Taşkın ise su kütlelerinin, akarsu debisinin ve yükünün artması ile akarsu seviyesinin yıllık ortalama seviyesinin çok üstüne çıkması sonucunda akarsuyun yatağından taşma durumudur (Ağralıoğlu, 2007). Seller daha çok yukarı ve yan derelerde ani olarak meydana gelen ve fazla miktarda materyal taşıyan yüksek su akışlarını, taşkınlar ise daha çok vadi tabanlarında ve aşağı havzalarda meydana gelen ve daha küçük boyutlu materyal taşıyan yüksek su akışlarını ifade eder (Saral ve Musaoğlu, 2011). Bunun yanında çalı, dal, kütük gibi doğal malzemelerin yanı sıra insan kaynaklı kirleticilerin de su yolunda bulunması ve bunların arasının taş ve çamurla dolması sonucu su yolları tıkanabilir (Atabey, 2022). Tıkanan su yolları bir sel afeti sırasında taşkın oluşumuna neden olur. Bu durumda sel ve taşkınlar yalnızca hidrolojik kökenli olayların etkisi ile değil aynı zamanda doğal ve insan kaynaklı kirleticilerin etkisi ile de oluşabilir.

Afetlerin Epidemiyolojisi üzerine Araştırma Merkezi (CRED)'nin uluslararası afet veri tabanına göre 2023 yılında tüm dünyada görülen doğal afetler arasında sayıca en fazla sel ve taşkın afeti meydana gelmiştir (CRED, 2024). Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD)'na göre Türkiye'de 2023 yılında meydana gelen doğal afetlerin en fazlasını (%39) su baskınları oluşturmaktadır (AFAD, 2023). Deprem, fırtına, sel ve taşkınlar ölüm oranlarının ve afetten etkilenen kişi sayısının en yüksek olduğu afetlerdir (EM-DAT, 2024). Sel ve taşkınlar can kaybının yanı sıra mal kaybının yani ekonomik kayıpların da fazla olduğu afetlerdendir (Korkanç ve Korkanç, 2006).

Sel ve taşkın riskini en aza indirebilmek için, afet riskinin belirlenmesi, afet öncesi hazırlık ve planların yapılması ve afet sırasında acil müdahale planlarının oluşturulması gereklidir. Riskin belirlenmesinde birden çok kriter bir arada değerlendirilir. Bu kriterlerin seçiminde çalışma alanının konumu, büyüklüğü, alanın özelliği ve verinin erişilebilirliği gibi durumlar etkili olur. Sel ve taşkın riskinin modellenmesinde; fazla akışı tahliye eden doğal topografya, yağışın mekânsal ve zamansal dağılımı, yağmur suyunu tutan ve suyun tutulmasına izin veren toprak geçirgenliğiyle ilgili toprak tipi gibi veriler doğal çevre, insan yerleşimlerinin doğal drenaj hatlarını etkileyerek doğal drenajı bozması, kentsel bitki örtüsü ve su gibi parametrelerin yer aldığı arazi kullanımı ve örtüsü, nüfus yoğunluğu, yol ağları gibi veriler ise kentleşme ya da yapıli çevre başlığı altında toplanabilir (Sarmah

ve ark., 2020).

Sel ve taşkınların meydana gelmesinde başlıca etkili olan doğal çevre kriterlerinden biri yağıştır. Yağış rejimi bölgesel iklim, basınç değişimleri gibi faktörlere bağlı olarak değişkenlik gösterir (Kabenge ve ark., 2017; Zelenakova ve ark., 2018). İklim değişikliği sebebiyle artan ekstrem hava olaylarından biri olan ani ve aşırı yağışlar da taşkınların yaşanma sıklığını artıran etkenlerdendir (Hirabayashi ve ark., 2013; Ünal ve ark., 2022). Topografik kriterlerden biri olan eğim, sel ve taşkın oluşumunda suyun akışı ve birikmesine açısından kritik kriterlerden biridir. Fazla eğimli alanlarda suyun toprak tarafından emilmesi az eğimli alanlara göre daha düşüktür (Ünal ve ark., 2022). Özellikle bitki örtüsünün az olduğu alanlarda toprak tarafından daha az emilen su, akışa katılır ve suyun akış hızı ile taşıdığı sediment miktarını artırır. Eğimin en az olduğu düz ve düze yakın alanlar suyun biriktiği yerler olduğu için taşkın açısından en kırılgan alanlardır (Akın ve Karaca, 2021; Özdemir, 1978). Bir alanın güneşi alış yönü olan bakı, yağışın buharlaşma ve terleme miktarı üzerinde etkili olur (Görcelioğlu, 2003). Bakı kriterinin sel ve taşkın açısından riskinin incelenmesinde havzanın topografik yapısına bağlı olarak farklı yamaçların aldığı yağış miktarı göz ardı edilmemelidir (Avcı ve Sunkar, 2015). Ülkemizin coğrafi konumu nedeniyle kuzeye bakan yamaçlar güneye bakan yamaçlara göre toplamda daha fazla yağış alır (Ocak ve Bahadır, 2020). Bakı açısından düz ve düze yakın alanlar ise yağmur sularının ve eriyen kar sularının birikmesi nedeniyle taşkın açısından riskli alanlardandır. Toprak, yağışın emiliminde, depolanmasında ve akışa geçmesinde belirleyici bir kriterdir. Farklı nedenlerle oluşan topraklar, iklim, bitki örtüsü, topografya, ana madde ve zaman gibi faktörlere bağlı olarak farklı karakterler gösterirler. Toprakların oluşum süreçlerine göre sınıflandırılmasında en küçük birim olan büyük toprak grupları, toprakları yerinde veya taşınarak oluşmuş genç topraklar olarak ikiye ayırır (Saral, 2010). Topraklar, hidrolojik özelliklerine göre sınıflandırılması ise toprağın geçirgenliği ve gözenekliliği hakkında bilgi verir ve bu sayede sel taşkın riski açısından riskinin belirlenmesinde kullanılır (Öztürk, 2009).

Doğal çevrenin yanında yapılı çevrenin özellikleri de suyun toprağa sızmasını etkileyen kriterlerin başında gelir. Kentsel alanlarda taş, beton, asfalt gibi suyun toprağa sızmasını engelleyen malzemelerin çevresindeki doğal alanlara göre daha fazla olması ve yetersiz altyapının bulunması bu alanlardaki kırılganlığı artırır (Feng ve ark., 2021). Orman alanlarındaki ağaçların kökleri toprakta kanallar açarak suyun bu boşluklarda birikmesine ve yer altı sularına karışmasına olanak sağlar ve bu durum sel ve taşkın riskini düşürür; ancak tarım alanlarında bu durum farklıdır; tarım bitkilerinin kökleri zayıf ve kısa olduğu için aynı etkiyi göstermez dolayısıyla sel ve taşkın riskini artırır (Revell ve ark., 2022). Bu gibi nedenlerden dolayı arazi kullanımı ve örtüsü haritaları sel ve taşkın riski belirlenmesinde önemli verilerden biridir. Sel ve taşkınlardan en fazla etkilenecek alanlar suyun halihazırda yolu olan akarsu alanlarına yakın yerlerdir. Bu nedenle sel ve taşkın riski belirlenmesinde akarsulara uzaklık kriteri değerlendirmeye alınmalıdır (Hoque ve ark., 2019; Romdani ve ark., 2018).

Bu kriterlerin birbirine göre önem derecelerinin belirlenmesi ve bu değerlere göre bir arada değerlendirilmesi ile ilgili afete özel risk belirlenir. Riskin belirlenmesi için birden çok kriterin bir arada değerlendirilmesine olanak sağlayan çok kriterli karar verme yöntemleri kullanılır (Shikhteymour ve ark., 2023). Bunlardan ağırlıklı toplama yöntemi, ağırlıklı çarpma yöntemi, VIKOR, TOPSIS, ELECTRE gibi yöntemler kriterler arasındaki ilişkiyi matematiksel olarak değerlendirirken, analitik hiyerarşi süreci (AHS) veya analitik ağ süreci gibi yöntemler ise kriterler arasındaki ilişkiyi insan görüşlerini de dikkate alarak kriterler arasındaki subjektif uzaklığın ölçülmesine olanak sağlar (Çelikbilek ve Özdemir, 2018; Mendoza ve ark., 1999; Saaty, 1980; Yücel ve Ulutaş, 2009). Son olarak riskin alansal dağılımını göstermek ve yorumlamak için coğrafi bilgi sistemleri (CBS) ortamında risk haritaları oluşturulur.

Literatürde AHS yöntemiyle sel ve taşkın riskinin belirlendiği birçok çalışma bulunmaktadır (Aksoy, 2023; Belazreg ve ark., 2024; Danumah ve ark., 2016; Ertan ve ark., 2021; Kittipongvises ve ark., 2020; Köroğlu ve Akıncı, 2023; Luu ve ark., 2018; Nsangou ve ark., 2022; Ocak ve Bahadır, 2020; Sütünç ve Yavuz, 2022; Taş ve Yanık, 2022; Tokgözlü ve Özkan, 2018). Ouma ve Tateishi (2014) yaptıkları çalışmada, Kenya'nın Eldoret bölgesinde AHS yöntemiyle CBS ortamında taşkın duyarlılık haritası oluşturmuşlardır. Oluşturdukları risk haritasından kentsel risk haritası elde etmişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre tutarlılık endeksini 0.09 olarak ve çok yüksek riskli alanlarda %8'den az hata payı elde ederek önerdikleri yaklaşımın yüksek düzeyde güvenilir olduğunu ortaya koymuşlardır. Bitek (2023) yaptığı tez çalışmasında, Edirne Oğulpaşa Deresi Havzası'nın taşkın risk analizini AHS yöntemiyle CBS ortamında gerçekleştirmiştir. Oluşturulan taşkın risk haritasını afet envanteri ile karşılaştırdığında daha önce yaşanan afet alanları ile yüksek riskli alanların uyuştugu tespit edilmiştir. Ertan

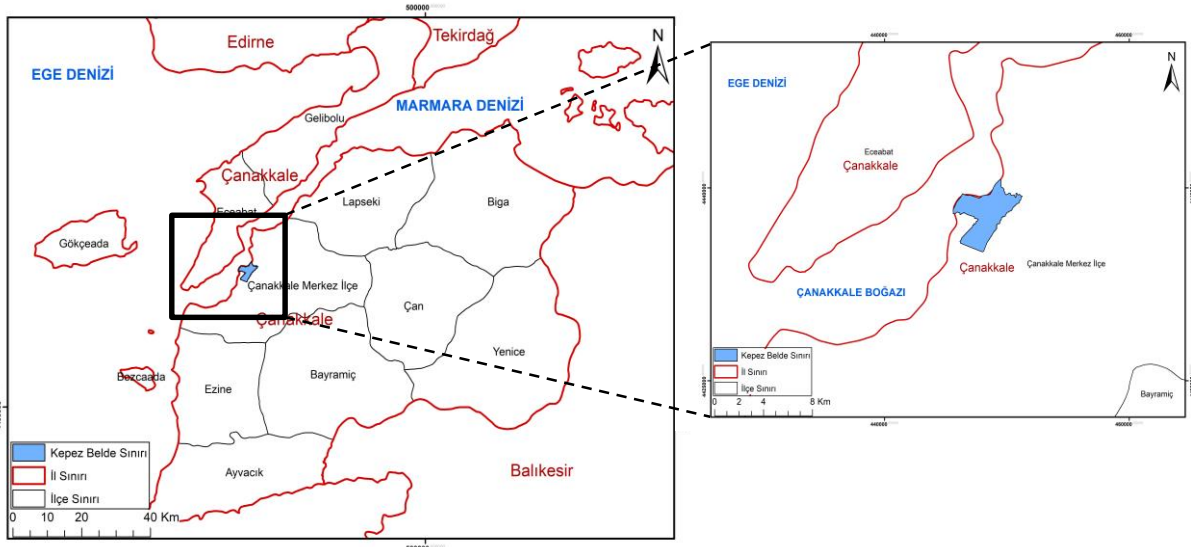
(2022) yaptığı tez çalışmasında, AHS yöntemi ile CBS ortamında Çanakkale Karamenderes Havzasının sel ve taşkın duyarlılık haritalarını oluşturmuştur. Çalışmada alanın yağış rejimi, litolojik ve topografik özelliklerinin sel ve taşkın riskini artırması üzerindeki önemi ortaya konmuştur.

Bu çalışmada son yıllarda ani ve aşırı yağışlar nedeniyle sıklıkla sel ve taşkınlar yaşanan Çanakkale ilinin Merkez ilçesine bağlı Kepez Beldesi çalışma alanı olarak seçilmiştir. Bu çalışma ile iklim değişikliği ve tarım ve orman alanlarının tahribatı ve orman yangınları gibi nedenlerle oluşan arazi örtüsü değişikliğiyle yaşanan sel ve taşkınların arttığı bir yerleşim alanındaki riskin belirlenmesi ve riskin azaltılmasına yönelik öneriler getirilmesi amaçlanmaktadır. Kepez Beldesi'nin sel ve taşkın riski eğim, bakı, yükseklik, yağış, akarsuya uzaklık, arazi örtüsü/kullanımı, jeoloji ve büyük toprak grupları olmak üzere 8 kriter kullanılarak AHS yöntemiyle CBS ortamında belirlenmiştir. Elde edilen bulgular doğrultusunda, geçmiş olaylar incelenmiş, mevcut durum ortaya konulmuş ve öneriler getirilmiştir.

Veri ve Yöntem

Çalışma Alanı

Araştırma kapsamında çalışma alanı olarak Çanakkale ilinin Merkez ilçesine bağlı Kepez beldesi seçilmiştir. Kepez beldesi Çanakkale kent merkezinin güneyinde, merkeze 4 km uzaklıkta İzmir yolu üzerinde ve Çanakkale Boğazı'nın kıyısında bulunmaktadır (Şekil 1). Çalışma alanı coğrafi olarak $40^{\circ} 5' 59.0064''$ kuzey enlemleri ile $26^{\circ} 23' 48.0012''$ doğu boylamları arasında yer almaktadır. Çalışma alanının yüzölçümü 1360 hektardır. Adrese Dayalı Nüfus Kayıt verilerine göre Kepez'in 2023 yılı nüfusu 36264 kişidir (TÜİK, 2024). Kepez beldesinin Boğazkent, Cumhuriyet ve Hamidiye olmak üzere 3 adet mahallesi bulunmaktadır.



Şekil 1. Çalışma alanı konum haritası

Figure 1. Study area location map

Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM)'nün 1929-2023 yılları arasında kaydedilen ölçüm verilerine göre Çanakkale'nin merkezinde ortalama hava sıcaklığı 15.2°C , ortalama güneşlenme süresi 7.2 saat, ortalama yağışlı gün sayısı 84.2 gün ve aylık toplam yağış miktarı ortalaması 625.3 mm 'dir (MGM, 2024).

Yerleşim yerinin güneyinden geçen kuzeybatı-güneydoğu yönlü olarak gelişmiş Kepez Deresi çalışma alanındaki tek akarsudur. Kepez Deresi, Kepez Çayı Havzası içinde bulunan, kaynağından 13.8 km direkt mesafede 25.9 km uzunluğundadır. Kuzeyindeki Sarıçay ve güneyindeki Karamenderes Çayı havzalarına göre oldukça küçük olan Kepez Çayı havzası 95.56 km^2 'lik bir alana sahiptir. Havza doğu yönünde yükseltisi artan, plato düzlüklerinde su bölümü üzerinde 400 metreyi aşan yükseltilere sahiptir. Plato düzlükleri batıya ve havza tabanına doğru hafifçe eğimlidir (Erginal ve ark., 2002). Çalışma alanı havzanın tabanında, Kepez Deresi ve kollarının getirmiş olduğu kum, kil ve çakıl boyutlarındaki unsurlardan oluşan alüvyal taban düzlüğünde yer almaktadır.

Çalışma alanının yağış bakımından zengin olmasa da giderek daha sık tekrarlanan ani ve şiddetli yağışlar nedeniyle yıkıcı sel ve taşkınlar yaşanmaktadır. Kepez Deresi'nde yaşanan taşkınlardan sonra Kepez Limanına yakın bölgedeki yollar ile köprüler kullanılamaz hale gelmektedir (AA, 2023). Kepez Deresi'nin denizle buluştuğu noktada yer alan balıkçı barınağı taşkınlar sonrası oldukça zarar görmüştür (Şekil 2.). Barınakta bulunan teknelerin su alması taşkınlar sonrası görülen maddi hasarları artırmaktadır. Kepez deresinin içinden geçtiği Kalabalıklı köyünde yaşanan sel ve taşkınlardan sonra yerleşim alanları, yollar ve köprüler zarara uğramaktadır (Çanakkale Haber, 2023).



Şekil 2. 4 Aralık 2023 tarihli taşkın sonra Kepez Deresi
Figure 2. Kepez Stream after flood on 4 December 2023
 Kaynak/Source: (Alyanak, 2023)

Çalışmada Kullanılan Veriler

Meteorolojik Veriler: Çalışma alanı sınırı içinde meteoroloji istasyonu bulunmamaktadır. Çalışma alanındaki yağış dağılımını belirlemek için alana en yakın olan Eceabat Milli Parkı, Çanakkale, Ezine/Çamlıca Köyü Orman Sahası ve Çanakkale/Kirazlı Beldesi olmak üzere 4 adet meteoroloji istasyonuna ait toplam yağış (mm) verileri T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden (MGM) temin edilmiştir. Yağış dağılım haritasını oluşturmak için deterministik bir mekânsal enterpolasyon yöntemi olan Ters Uzaklık Ağırlıklandırma (Inverse Distance Weighting (IDW)) yöntemi kullanılmıştır (Hartkamp vd., 1999) ve uygulama CBS ortamında gerçekleştirilmiştir.

Topografik Veriler: Amerika Birleşik Devletleri Jeoloji Araştırmaları Kurumu (United States Geological Survey (USGS)) tarafından olarak sunulan, 15 m mekânsal çözünürlüğe sahip Mekik Radarı Topografi Misyonu (SRTM) Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) verilerinden çalışma alanının topografik (eğim, baki, yükseklik) haritaları oluşturulmuştur. Ayrıca SYM verisi kullanılarak alanın hidrolojik havza modellenmesi yapılmıştır ve su drenaj ağı çıkarılmıştır. Alandaki önemli akarsu yolları belirlenerek akarsuya yakınlık analizi için tampon (buffer) analizi yapılmıştır. Tüm topografik ve hidrolojik veri üretimi CBS ortamında gerçekleştirilmiştir.

Arazi Kullanımı/Örtüsü Verisi: AKÖ verisi, Avrupa Çevre Ajansı tarafından yürütülen CORINE (Coordination of Information on the Environment) projesi kapsamında üretilen Çanakkale iline ait kent atlası verisinden elde edilmiştir (Copernicus, 2023).

Jeolojik Veriler: Toprak özelliklerinin sel-taşkın açısından riskinin belirlenmesi için toprak sınıflandırmasının en küçük birimi olan büyük toprak grupları ve toprağın hidrolojik özelliklerine göre sınıflandırılmasına göre toprağın geçirgenliği ve gözenekliliği hakkında bilgi veren litoloji verileri kullanılmıştır. Bu veriler Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü tarafından paylaşılan jeoloji haritalarının CBS ortamında sayısallaştırılması ile elde edilmiştir.

Yöntem

Bu çalışmada risk haritasının oluşturulmasında kullanılan kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesi için çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan AHS yöntemi kullanılmıştır. AHS ilk olarak 1968 yılında Myers ve Alpert tarafından ortaya atılmış ve daha sonra 1977 yılında Thomas L. Saaty tarafından geliştirilmiş (Armacost ve Hosseini, 1994). AHS, karar alırken bir birey ya da grup fikirlerini de dikkate alarak, nitel ve nicel değişkenleri bir arada değerlendirmeye olanak verdiği için yorumlayıcı yaklaşımı, pratik ve kolay uygulaması ile birçok karar

verme alanında kullanılabilir (Tanrıverdi, 2019; Ertan ve ark., 2021). AHS uygulanmasında takip edilen aşamalar aşağıdaki gibidir:

- Adım 1; Problemin tanımlanması,
- Adım 2; Kriter ve alternatiflerin belirlenmesi,
- Adım 3; Hiyerarşik yapının oluşturulması,
- Adım 4; İkili karşılaştırmaların gerçekleştirilmesi (Çizelge 1.),

Çizelge 1. İkili karşılaştırma ölçeği

Table 1. Pairwise comparison scale

Önem Yoğunluğu	Tanım
1	Kriterler eşit derecede öneme sahip
3	Birinci kriter ikinci kritere göre biraz daha (orta derece) önemli
5	Birinci kriter ikinci kritere göre fazla önemli (kesinlikle daha önemli)
7	Birinci kriter ikinci kritere göre çok daha fazla önemli
9	Birinci kriter ikinci kritere göre aşırı derecede fazla önemli
2, 4, 6, 8	Ara değerler

Kaynak/Source: (Saaty, 1980)

- Adım 5; İkili karşılaştırmada matrislerin normalizasyonu,
- Adım 6; Öncelik vektörlerinin hesaplanması,
- Adım 7; Tutarlılık testleri,

Tutarlılık testleri aşamasında amaç karar vericinin ikili karşılaştırma matrisini oluştururken tutarlı olup olmadığının belirlenmesidir. Hesaplama sonucu 0.10'dan küçük ise karşılaştırma matrisi tutarlıdır (Dağdeviren ve ark., 2004). Tutarlılık hesaplamaları için Denklem 1 uygulanır (Shi ve Zhou, 2009).

$$Tutarlılık Oranı = \frac{Tutarlılık İndeksi}{Rastgele İndeksi} \quad (1)$$

Rastgele indeks değeri kriter sayısına göre değişmektedir ve değerleri Çizelge 2'de gösterilmektedir. Rastgele indeks, Saaty (1980) tarafından hazırlanmış olan rastgele tutarsızlık indeksleri tablosundan karşılaştırılan eleman sayısına (n) göre bulunur.

Çizelge 2. n=1...15 eleman için rastgele tutarsızlık indeksleri

Table 2. Random inconsistency indices for n=1...15 elements

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0	0	0.58	0.9	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	1.53	1.56	1.57	1.59

Kaynak/Source: (Saaty, 1980)

- Adım 8; Karar matrisinin oluşturulması,
- Adım 9; Nihai öncelik vektörlerinin (kriter ağırlıklarının) hesaplanmasıdır (Çelikkalek ve Özdemir, 2018).

Bulgular

Bu çalışmada Çanakkale ilinin Merkez ilçesine bağlı Kepez Beldesi'nin sel-taşkın riski analiz edilmiştir. AHS yöntemiyle CBS ortamında riskin belirlenmesinde eğim, bakı, yükseklik, yağış, akarsuya uzaklık, arazi örtüsü/kullanımı, litoloji ve büyük toprak grupları olmak üzere 8 kriter kullanılmıştır. Elde edilen bulgular doğrultusunda, geçmiş olaylar incelenmiş, mevcut durum ortaya konulmuş ve öneriler getirilmiştir.

Analitik Hiyerarşi Süreci

Bu çalışmada, Çanakkale ili Kepez beldesinin taşkın riski haritası AHS yöntemiyle CBS ortamında üretilmiştir. Taşkın riskinin belirlenmesinde kullanılan kriterler ve bu kriterlerin ağırlıkları literatürdeki çalışmalara kullanılarak belirlenmiştir. Çalışma alanının coğrafi koşulları dikkate alınarak ilgili literatüre dayalı olarak taşkın riski haritalarının üretilmesinde sıklıkla kullanılan 8 kriter belirlenmiştir. Bu kriterler; eğim, yükseklik, bakı, yağış, akarsuya uzaklık, arazi örtüsü/kullanımı, jeoloji ve büyük toprak gruplarıdır.

Çizelge 3. Kriter önem derecelerinin belirlenmesi için oluşturulan ikili karşılaştırma matrisi

Table 3. Pairwise comparison matrix for determining the importance of the criteria

	Eğim	Bakı	Yükseklik	Yağış	Akarsuya Uzaklık	AKÖ	Litoloji	BTG
Eğim	1	5	1/2	1/6	1/4	4	3	3
Bakı	1/5	1	1/5	1/9	1/7	1/3	1/4	1/4
Yükseklik	2	5	1	1/3	1/3	4	3	3
Yağış	6	9	3	1	3	8	7	5
Akarsuya Yakınlık	4	7	3	1/3	1	6	5	5
AKÖ	1/4	3	1/4	1/8	1/6	1	1/2	1/2
Litoloji	1/3	4	1/3	1/7	1/5	2	1	1
BTG	1/3	4	1/3	1/5	1/5	2	1	1

Çizelge 4. Risk haritasının üretilmesinde kullanılan kriterler ve ağırlıkları

Table 4. Criteria and weights used in the generation of the risk map

Kriter	Eğim	Bakı	Yükseklik	Yağış	Akarsuya Uzaklık	AKÖ	Jeoloji	BTG
Kriter Ağırlığı	0.103	0.022	0.130	0.234	0.361	0.037	0.055	0.058

Çizelge 5. Çalışmada kullanılan kriterler, alt kriterler ve puanları

Table 5. Criteria, sub-criteria and scores used in the study

KRİTERLER	ALT KRİTERLER	PUAN
EĞİM (%)	0-3	5
	3-10	2
	10-25	2
	25-50	1
	>50	1
BAKI	Düz	5
	G	5
	GD, GB	4
	D, B	3
	K, KD, KB	2
YÜKSEKLİK (m)	0-50	5
	50-100	2
	10-150	2
	150-200	1
	>200	1
YAĞIŞ (mm)	<100	1
AKARSUYA UZAKLIK (m)	0-75	5
	75-150	4
	150-225	3
	225-300	2
	>300	1
ARAZİ ÖRTÜSÜ/KULLANIMI (AKÖ)	Sulak Alanlar	5
	Yerleşim Alanları	2
	Doğal çayırliklar/ Seyrek Bitki Alanları	3
	Tarım (ekili) Alanları	3
	Orman Alanları	1
JEOLOJİ	Sedimanter (tortul)	4
	Konsolide Olmayan ve Yarı Konsolide	2
BÜYÜK TOPRAK GRUPLARI (BTG)	Alüvyal	4
	Rendzinalar	3
	Kahverengi Orman Toprağı	1

Belirlenen kriterlerin birbirine göre önem dereceleri belirlenerek ikili karşılaştırma matrisi oluşturulmuş (Çizelge 3.) ve Çizelge 4'te yer alan kriter ağırlıkları belirlenmiştir. Tutarlılık oranının 0.10'dan küçük olması üzerine (0.07) hesaplanan ağırlıkların çalışmada kullanılması uygun bulunmuştur. Çizelge 5'te gösterilen kriterlere ait alt kriterler ve alt kriterlere ait puanlar ilgili literatürdeki çalışmalara göre belirlenmiştir (Aksoy, 2023; Arabameri ve ark., 2019; Belazreg ve ark., 2024; Bitek, 2023; Danumah ve ark., 2016; Ertan ve ark., 2021; Kittipongvises ve ark., 2020; Köroğlu ve Akıncı, 2023; Luu ve ark., 2018; Nsangou ve ark., 2022; Ocak ve Bahadır, 2020; Ouma ve Tateishi, 2014; Ozelkan ve ark., 2011; Sütünç ve Yavuz, 2022; Taş ve Yanık, 2022; Tokgözlü ve Özkan, 2018; Ünal ve ark., 2022). Son olarak CBS yazılımında ağırlıklı çakıştırma (weighted overlay) yöntemi kullanılarak çalışma alanının taşkın risk haritası üretilmiştir. Taşkın riski haritalarının üretilmesinde her bir kritere ait alt kriterlerin puanları toplanmış ve ağırlıklarına göre etkisi belirlenmiştir. Grid (raster) verilerden oluşan kriterlere ait her bir piksel bu hesaplama göre 1'den 5'e kadar bir puan almıştır. Bu çalışma için taşkın riski açısından 1 en düşük, 5 ise en yüksek riski temsil etmektedir.

Kriterlerin Değerlendirilmesi

Eğim: Çalışma alanının ortalama eğimi %6,3 olmakla birlikte alanda görülen eğim %0 ile %82,4 arasında değişmektedir (Şekil 3a.). Alanın %2,2'si 5. dereceden riskli %0-3 arasında, %62,1'i 2. dereceden riskli %3-25 arasında, %35,7'si 1. dereceden riskli olan %25-82,4 arasında bir eğime sahiptir. Çalışma alanı eğim açısından ortalama 2. dereceden riske sahiptir. Çalışma alanındaki en düşük eğim alanın batı ve kuzeybatısındaki kıyı şeridinde ve Kepez Deresi ile çevresinde görülmektedir. Kepez beldesi için kıyıdan kuzeydoğuya doğru gittikçe artan bir eğim bulunmaktadır. Kalabalık köyü genel olarak düşük eğime (%0-10) sahiptir. Çınarlı köyünde eğim güneye doğru artmakta ve %40'ın üzerine çıkmaktadır.

Baki: Çalışma alanının %9'u sel-taşkın açısından en riskli olan düz ve güney yönlerinden güneş alma açısına sahiptir (Şekil 3b.). Alanın %18,9'u, güneydoğu ve güneybatı yönüne bakan, 4. derece risk taşıyan bir bakıya sahiptir. Alanın %24,1'i, doğu ve batı yönlü, 3. dereceden risk taşıyan bakıya sahiptir. Son olarak alanın %48'i, kuzey, kuzeydoğu ve kuzeybatı yönlü, 2. dereceden risk taşıyan bakıya sahiptir. Kepez merkez yerleşiminin Cumhuriyet ve Boğazkent Mahalleleri (kuzeydoğusundaki kıyı ve iç kesimleri) en fazla 2. dereceden riskli olan kuzey, kuzeydoğu ve kuzeybatı yönlerine bakan alanlarda kurulmuştur. Kepez beldesinin en yeni mahallesi olan Hamidiye Mahallesi ise 5. dereceden riskli güney yönüne bakan alanlarda kurulmuştur.

Yükseklik: Çalışma alanının yüksekliği 0 m ile 208 m arasında değişmektedir (Şekil 3c.). Alanın %69,9'u 5. dereceden riskli olan 0-50 m yüksekliğe, %30'u 2. dereceden riskli olan 50-200 m yüksekliğe, %0,04'ü 1. dereceden riskli olan 200 metreden fazla yüksekliğe sahip alanlardan oluşmaktadır. Kepez Deresinin çevresi ve yerleşim alanlarının büyük bir kısmı düşük yüksekliğe sahip olduğu için sel-taşkın açısından yüksek risklidir.

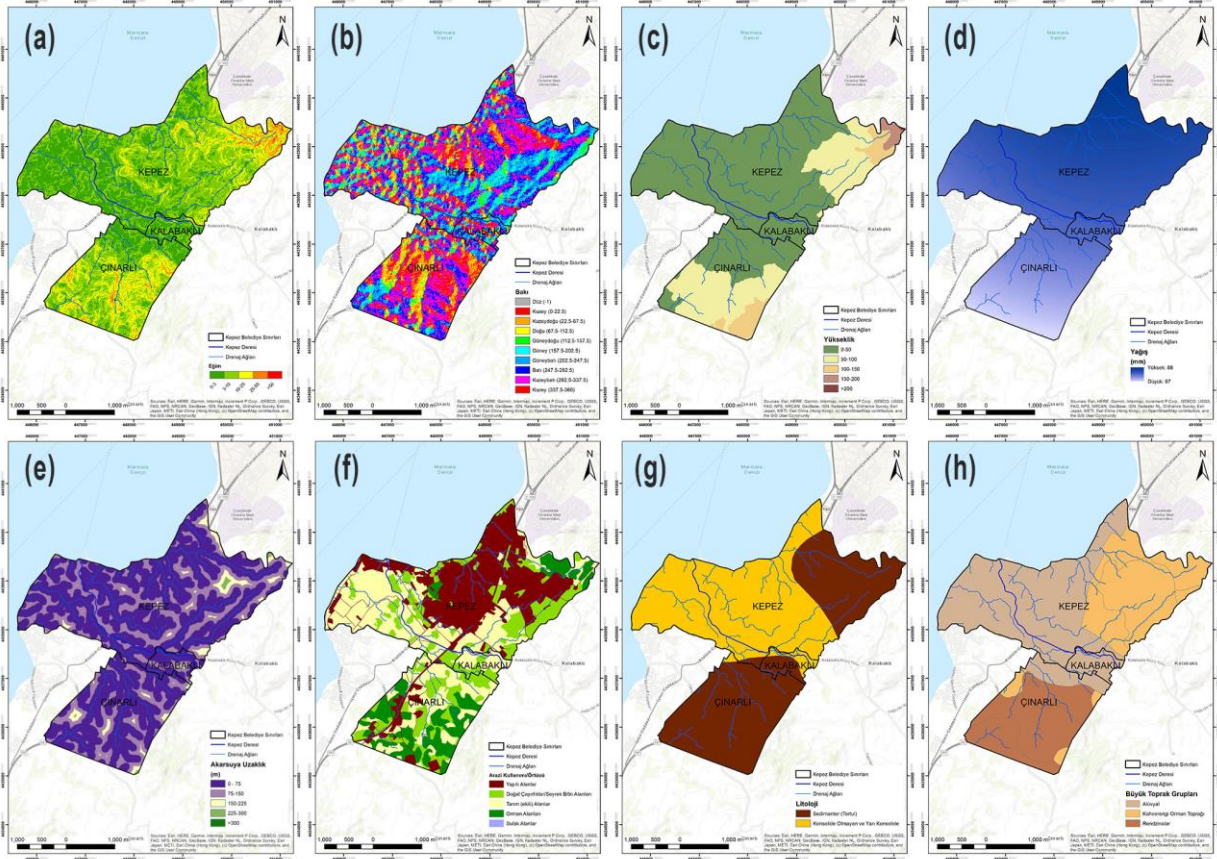
Yağış: Alandaki yağışın dağılımı 87-88 mm arasında değişiklik göstermektedir (Şekil 3d.). Bu değer sel-taşkın riski açısından düşük riskli yağışı ifade ettiğinden alanın %100'ü 1. dereceden riskli olarak bulunmuştur. Yağış açısından risk güneyden kuzeye gittikçe artmaktadır.

Akarsuya Uzaklık: Çalışma alanının %38,8'i, 5. dereceden riskli olan 0-75 m, %29,2'si, 4. dereceden riskli olan 75-150 m, %18,6'sı 3. dereceden riskli olan 150-225 m, %9,8'i, 2. dereceden riskli olan 225-300 m ve %3,7'si 1. dereceden riskli olan akarsuya 300 m'den daha uzak alanlardan oluşmaktadır (Şekil 3e.). Drenaj ağları alanın tamamında bulunduğu için akarsuya uzaklık açısından riskli alanlar da alanın tamamında bulunmaktadır.

Arazi Kullanımı/Örtüsü: Alanın %0,3'ü 5. dereceden riskli olan sulak alanlar, %54,3'ü 3. dereceden riskli olan doğal çayırliklar ve ekili tarım alanları, %33'ü 2. dereceden riskli olan yerleşim alanları, %12,5'i 1. dereceden riskli olan orman alanları ile kaplıdır (Şekil 3f.).

Litoloji: Çalışma alanının %50,6'sı 5. dereceden riskli olan sedimanter (tortul) topraklardan, %49,4'ü 2. dereceden riskli konsolide olmayan ve yarı konsolide olan topraklardan oluşmaktadır (Şekil 3g.). Kepez merkez yerleşiminin tamamına yakını 2. Dereceden riskli litolojik birimlerden oluşmaktadır.

Büyük Toprak Grupları: Alanın %47,3'ü 5. dereceden riskli olan alüvyal zeminden, %23,3'ü 3. dereceden riskli rendzinalardan, %29,3'ü 1. Dereceden riskli kahverengi orman toprağından oluşmaktadır (Şekil 3h.). Kepez Deresi ve çevresindeki tarım alanları alüvyal zemin ile kaplıdır. Kepez yerleşimi alüvyal zemin üzerine kurulmuştur ancak gelişme yönü olan Hamidiye Mahallesi (alanın doğusu) kahverengi orman toprakları üzerinde yapılaşmaya devam etmektedir.

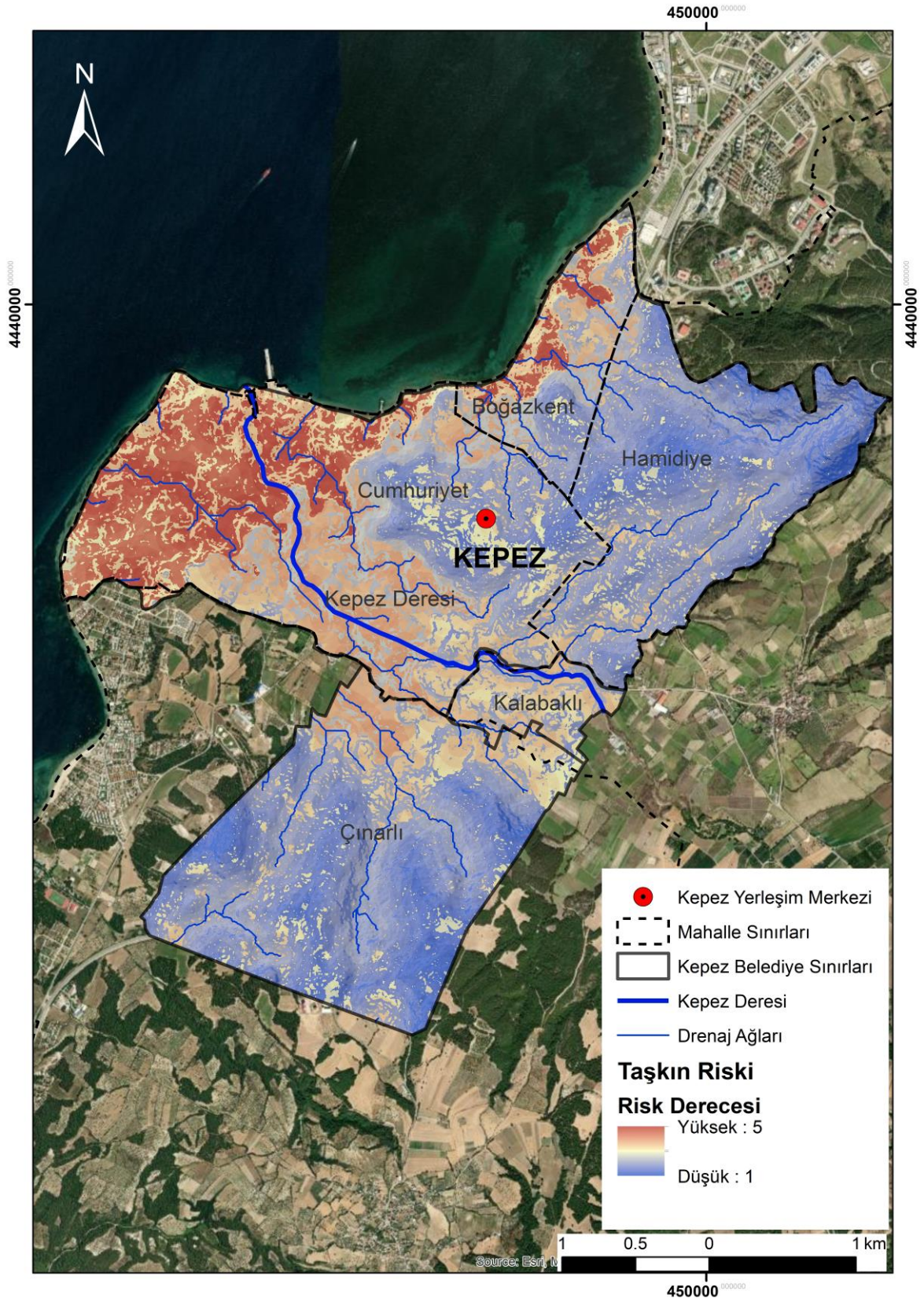


Şekil 3. Taşkın risk değerlendirmesinde kullanılan kriter haritaları
Figure 3. Criteria maps used in flood risk assessment

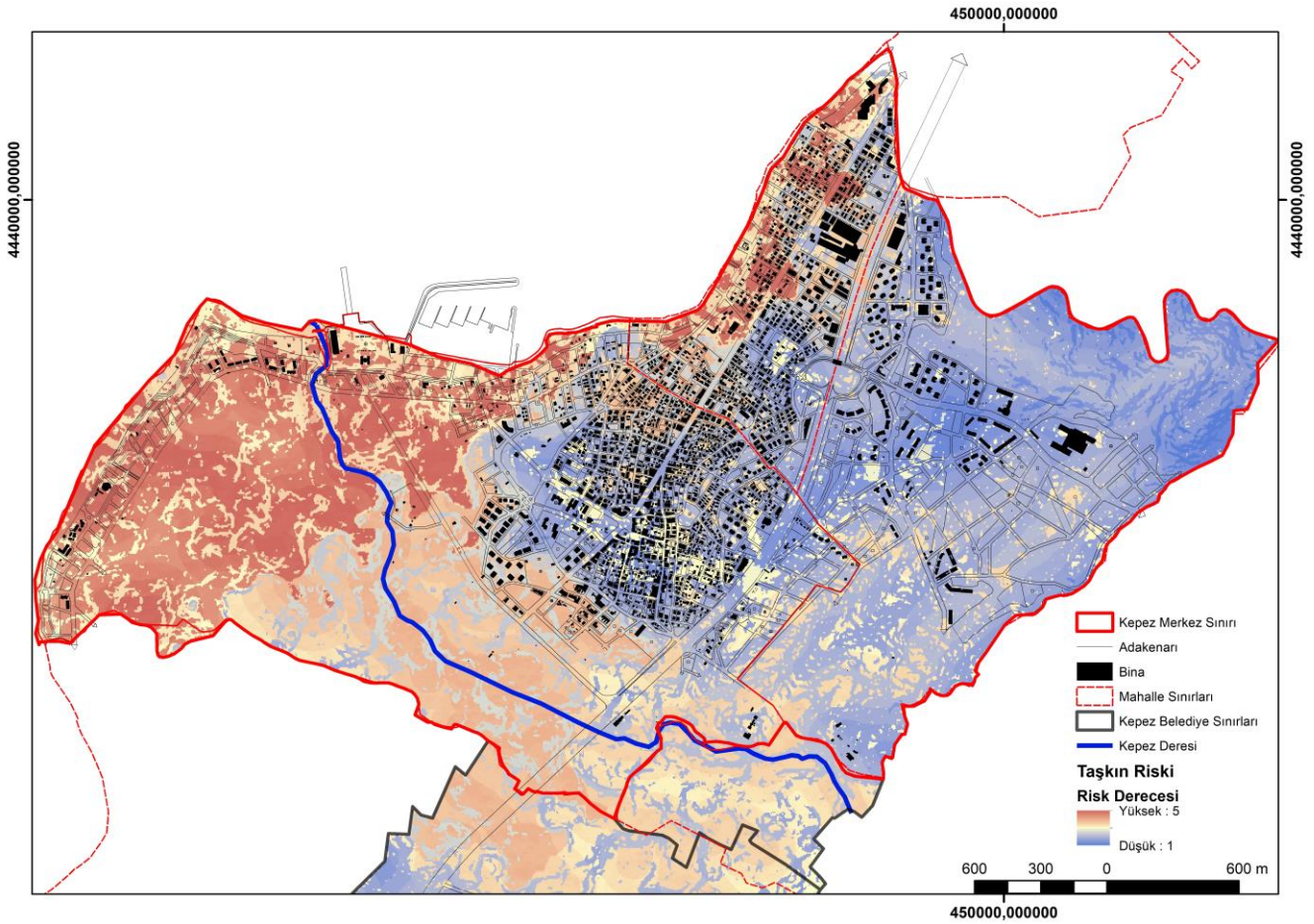
Sel ve Taşkın Risk Analizi

Çalışma alanının yüzölçümü 1359 hektardır. Bu alanın; %36'sı (491 ha) 2. dereceden, %28'i (381 ha) 3. dereceden, %26'sı (349 ha) 4. dereceden, %10'u (138 ha) 5. dereceden taşkın açısından riskli bulunmuştur (Şekil 4.). Eğimin en düşük olduğu, alüvyal taban düzlüğünde bulunan kıyı alanları ve tarım alanları taşkın açısından riskli bölgeler olarak belirlenmiştir. Kepez deresi ve çevresi orta-yüksek derecede riskli alanlar olarak belirlenmiştir. Beldenin en eski yerleşimi olan Cumhuriyet Mahallesinde kıyı alanları taşkın açısından yüksek riskli iken doğuya doğru gittikçe risk düşmektedir. Cumhuriyet Mahallesinde eğim doğudan kıyıya doğru gittikçe azalır ve drenaj ağını oluşturan kollar kıyılarda birleşir. Ayrıca mahallenin tamamı taşkın açısından yüksek riskli olan alüvyal zemin üzerine kurulmuştur. Cumhuriyet Mahallesinin güney ve güneybatısından geçen Kepez deresi ve kollarının çevresi taşkın riskinin en yüksek olduğu yerlerdendir. Beldenin kuzeyinde bulunan Boğazkent Mahallesinin kıyı kesimleri de yine taşkın riskinin en yüksek olduğu alanlardır. Mahallenin kıyısında bulunan yerleşim alanları, çalışma alanının kuzeydoğusunda bulunan yüksek tepelerden gelen drenaj ağlarının birleştiği, 0-3° eğime ve 0-50 m yüksekliğe sahip, alüvyal zeminde bulunması nedeniyle yüksek riskli alanlar arasındadır. Beldenin en yeni yerleşme yeri ve gelişme yönü olan Hamidiye Mahallesi taşkın riskinin en düşük olduğu mahalledir. Hamidiye Mahallesi 10-25° eğime, 50-100 m arasında yüksekliğe sahiptir. Mahallenin büyük bir bölümü taşkın açısından düşük riskli olan kahverengi orman toprakları üzerine kurulmuştur.

Kepez merkez yerleşiminde bulunan binalar sel-taşkın riski açısından incelenmiştir (Şekil 5). Kepez Beldesindeki binaların %27'si 2. dereceden, %40'ı 3. dereceden, %25'i 4. dereceden, %8'i 5. dereceden sel-taşkın riskli alanda bulunmaktadır. Kıyıya yakın bölgede yer alan binaların büyük bir kısmı 5. dereceden riskli alanda bulunmaktadır.



Şekil 4. Kepez beldesi taşkın riski haritası
 Figure 4. Flood risk map of Kepez town



Şekil 5. Yerleşim alanı taşkın risk haritası
Figure 5. Flood risk map of settlement area

Tartışma

Bu bölümde çalışmada elde edilen bulgular ve risk haritası Kepez Beldesi'nde geçmişte yaşanan sel ve taşkınlar ile ilişkilendirilmiştir. Ayrıca afet yönetimi bakımından yaşananlar, karşılaşılan zorluklar ve sorunlar bölge özelinde ele alınmıştır. Sonunda ise tüm ulaşılan bulgular ışığında sel ve taşkın afeti yönetimi için öneriler ortaya konulmuştur.

3 Kasım 2023, 4 Aralık 2023, 12 Aralık 2023 ve 9 Ocak 2024 yılında yaşanan sel ve taşkın olayları bu çalışma kapsamında üretilen taşkın riski haritasındaki yüksek riskli olarak belirlenen alanlarda meydana gelmiştir (7 Deniz, 2023; AA, 2023; DHA, 2023; Esen, 2024). Kepez Deresi ve çevresinde yaşanan bu sel ve taşkınlarda yalnızca doğal çevre kriterleri değil beşerî kriterler de etkili olmuştur. Ormansızlaşma ve geçirimsiz yüzeylerin artması sel ve taşkın riskini artıran beşerî kriterlerin başında gelir. Ayrıca derelerin ıslahı, bakımı ve temizlenmesi konularında planlı uygulamalara ihtiyaç duyulur. Bir akarsuyun yatağından taşması, etrafındaki düz ve çukur alanlar, eğer varsa yerleşim alanlarına yayılması sonucunda doğal ve yapılı çevreye zarar verebilir. 11 Ağustos 2021 tarihinde Kastamonu ilinin Bozkurt ilçesi ve Sinop ilinin Ayancık ilçesinde yaşanan sel ve taşkın afetinde sel ile taşınan tomruk, ağaç, dal parçaları gibi malzemeler selin akışını engelleyerek suyun taşmasına neden olmuş ve tomruklar birer koçbaşı gibi binalara vurarak yapısal hasarlar vermişlerdir (Atabey, 2022). Bu gibi zararların önlenmesi amacıyla birçok gelişmiş ülkede taşkın erken uyarı ve tahmin sistemleri, set ve fırtına bariyerleri gibi yapısal mühendislik çalışmaları, nehirlerin doğal akışının restorasyonu gibi çalışma ve uygulamalar geliştirilmektedir (Gupta ve Dixit, 2022).

Bu çalışmada sel ve taşkın riskinin belirlenmesi temel amaçtır. Bunun yanında riski artıran unsurları belirlemek ve bunlara yönelik öneriler getirmek de çalışmanın alt amaçlarındandır. Çalışma alanı için bu unsurların başında derelerin ıslahı, temizlenmesi ve bakımı konusunda kurumlar arası iş birliği konusunda yaşanan eksiklikler gelmektedir. Bu nedenle bir alandaki sel ve taşkın riskini azaltmaya yönelik uygulamalarda kurumlara ve topluma düşen görev ve sorumluluklar ilgili yönetmelikler ve genelgeler kapsamında irdelenmiştir.

Dere yataklarıyla ilgili tüm uygulamalarda, derelerin yatağını daraltacak, akış rejimini bozacak herhangi bir faaliyette bulunulmaması, inşaat aşamasında oluşan atıkların dere yataklarında depolanmaması, derelerin üzerinin kesinlikle kapatılmaması, yüzeysel ve yamaçlardan gelecek suların drenajıyla ilgili tedbirlerin alınması gerektiği Resmi Gazetede yayımlanan yönetmeliklerde yer alan hükümlerdir (26284 sayılı Dere Yatakları ve Taşkınlar ile İlgili Başbakanlık Genelgesi, 2006; 27499 sayılı Akarsu ve Dere Yataklarının İslahı ile İlgili 2010/5 Sayılı Başbakanlık Genelgesi, 2010; 30763 sayılı Taşkın ve Rüşubat Kontrolü Yönetmeliği, 2019). Devlet Su İşleri çalışma alanında yapılacak planlamalarda bu hükümlere uyulması gerektiği konusunda kurum görüşü vermektedir (Konsept Planlama, 2023). Yerel yönetim ve halkın da Kepez Deresi'ndeki taşkınlarla ve sineklerle mücadele kapsamında derenin ıslahı konusunda Devlet Su İşleri'nden istekleri bulunmaktadır (Akşen, 2024). Sel ve taşkın riskinin en aza indirilmesi ve afetle mücadele kapsamında kamu kurumları, yerel yönetimler ve toplumun ayrı görevleri bulunmaktadır. Doğal bitki örtüsünün korunması, akarsu yataklarına setler veya göletler yapılması, dere yataklarının yerleşime açılmaması, akarsu yatakların kirletilmemesi, temizlenmesi, genişletilmesi, erken uyarı sistemlerinin oluşturulması, sel ve taşkın anında yapılması gerekenler konusunda bilinçlendirme çalışmaları gibi görevler bunlardan bazılarıdır.

Akarsu ve dere yataklarında taşkın kontrolü kapsamında ıslah edilecek alanların belirlenmesi ve ıslah programı oluşturulması Devlet Su İşleri'nin, bu programın onaylanması Çevre ve Orman Bakanlığının, programın uygulanması Devlet Su İşlerinin sorumluluğunda ve ıslah programının uygulanması sırasında gerekli malzeme, iş makinesi, personel temini il valiliklerinin koordinasyonunda ilgili kamu kurum ve kuruluşlarının iş birliği ile yürütülmesi gerekmektedir (27499 sayılı Akarsu ve Dere Yataklarının İslahı ile İlgili 2010/5 Sayılı Başbakanlık Genelgesi, 2010). Dere yataklarının temizlenmesi, üzerinin kapatılmaması ilgili belediyelerin sorumluluğundadır. Dere yatakları, doldurma ve kurutma suretiyle elde edilen araziler devletin hüküm ve tasarrufu altındadır. Bunun yanında belediyeler tarafından hazırlanan nazım ve uygulama imar planlarında dere yatağına müdahaleler söz konusudur. Devlet Su İşleri tarafından belirlenen taşkın koruma bandı içinde kalan alanların planlanması ilgili belediyelerin sorumluluğu altındadır. Bir imar planı sürecinin hazırlanması, onaylanması ve uygulanması ise Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, belediyeler ve ilgili kamu kurum ve kuruluşların sorumluluğundadır. Taşkın riski bulunan parsellerdeki mimari projelerde iskân edilen katın taban kotu ile bina, otopark giriş-çıkış kotu, esas dere kret kotu Devlet ve Su İşleri veya Su ve Kanalizasyon İdaresinin görüşüne uygun olarak yapılması gerekmektedir (Kirmencioğlu, 2015). Bu durum göstermektedir ki sel ve taşkın riskinin azaltılması ve kentle ilgili afet azaltma, hazırlık ve yönetim planlamalarında ilgili kamu kurum ve kuruluşlarının bütünlük çalışmaları gerekmektedir.

Sonuç

Bu çalışmada Kepez Beldesi için; eğim, yükseklik, bakı, yağış, akarsuya uzaklık, arazi örtüsü/kullanımı, jeoloji ve büyük toprak grupları olmak üzere 8 kriterin AHS yöntemi kullanılarak ağırlıkları belirlenmiş ve CBS ortamında ağırlıklı çakıştırma yöntemiyle üst üste bindirilmesiyle taşkın risk haritası oluşturulmuştur. Taşkın risk haritasının üretilmesinde kullanılan kriterlere ait alt kriterler 1 ila 5 arasında düşük riskten yüksek riske doğru literatürden faydalanılarak puanlandırılmıştır. Taşkın riski haritasına göre çalışma alanının %10'u (138 ha) çok yüksek riskli bulunmuştur. Kıyı bölgesi ve tarım alanları taşkın riskinin en yüksek olduğu alanlardır. Kepez Deresi ve çevresi taşkın açısından orta-yüksek derecede riskli bulunmuştur. Bu çalışmanın çıktıları özellikle sel-taşkın afet yönetiminin hazırlıklı olma safhasında etkin bir şekilde kullanılabilir.

Bu çalışma kapsamında sel ve taşkın riskinin belirlenmesinde beşerî kriterlerden yalnızca AKÖ verisi dahil edilmiştir. Ancak alanda yaşanan sel ve taşkınların nedenleri irdelendiğinde özellikle çevre kirliliği gibi beşerî kriterlerin riski artıran önemli unsurlardan olduğu belirlenmiştir. Ayrıca alandaki sel ve taşkın afetleri tarihi süreçte irdelendiğinde son yıllarda yaşanan afetlerin sayısında ciddi artışlar gözlemlenmiştir. Bu nedenle sonraki çalışmalarda sel ve taşkın riskinin belirlenmesinde çeşitli beşerî kriterlerin değerlendirilmesi ve riskin zamansal değişiminin belirlenmesi faydalı olacaktır.

Hidrometeorolojik kökenli doğal afetlerden olan sel ve taşkın olaylarının yaşanma sıklığı iklim değişikliğinin etkisiyle giderek artmaktadır. Ani ve şiddetli yağışlar, mevcut altyapının yetersiz kalması ve plansız yerleşme gibi nedenlerle yaşanan sel ve taşkınlar çevresel ve maddi zararlara neden olmaktadır. Bu bağlamda çalışmada üretilen taşkın riski haritası afet ve risk yönetme, zarar azaltma planları ve doğal kaynak yönetimi gibi alanlarda fayda sağlayacaktır.

Ek Bilgiler ve Beyanlar

Teşekkür: Bu çalışma, Çanakkale İli Merkez İlçesine bağlı Kepez Belediyesi tarafından "Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Yöntemleri ile Kepez (Çanakkale) Beldesi Sel-Taşkın Risk Analizi" isimli proje kapsamında desteklenmiştir. Desteklerinden dolayı Kepez Belediyesine teşekkür ederiz.

Araştırmacıların Katkı Oranı: Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan etmektedirler.

Çıkar Çatışması Beyanı: Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

CC Telif Hakkı: 2024 Özelkan ve Eren



Bu çalışma Creative Commons CC-BY 4.0 Uluslararası Lisansı kapsamında lisanslanmıştır.

Kaynaklar

- 7 Deniz. (2023, 12 16). Kepez Deresi taşıtı, balıkçı tekneleri sular altında kaldı. 10 16, 2024 tarihinde <https://www.7deniz.net/kepez-deresi-tasti-balikci-tekneleri-sular-altinda-kaldi> adresinden alındı
- AA. (2023, 12 23). Çanakkale'de sağanak nedeniyle debisi yükselen Kepez Deresi taşıtı. 10 16, 2024 tarihinde Dik Gazete: <https://www.dikgazete.com/haber/canakkalede-saganak-nedeniyle-debisi-yukselen-kepez-deresi-tasti-864882.html> adresinden alındı
- AFAD. (2023). Afet İstatistikleri. 10 10, 2024 tarihinde AFAD: <https://www.afad.gov.tr/afet-istatistikleri> adresinden alındı
- Ağralıoğlu, N., 2007. Baraj Planlama ve Tasarımı; Su Vakfı Yayınları, 73.
- AFAD (2014): Açıklamalı Afet Yönetimi Terimleri Sözlüğü. 11 12, 2024 tarihinde <https://www.afad.gov.tr/aciklamali-afet-yonetimi-terimleri-sozlugu>. Adresinden alındı
- Akın, G., & Karaca, Ö. (2021). Çerçi ve Murt Deresi (Fethiye-Muğla) taşkın duyarlılık alanlarının CBS ile çok kriterli karar verme analizi kullanılarak haritalanması. *Yerbilimleri*, 42(1), 121-143.
- Aksoy, H. (2023). Flood Risk Analysis with AHP and the Role of Forests in Natural Flood Management: A Case Study from the North of Türkiye. *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*, 23(3), 282-297.
- Akşen, D. (2024, 05 03). Kepez Deresi taşkınları meclis gündemine geldi. 10 16, 2024 tarihinde Ton TV: <https://www.tontv.com.tr/haber-kepez-deresi-tasxinlari-meclis-gundemine-geldi-14859> adresinden alındı
- Alyanak, Ç. M. (2023, 12 04). Çanakkale'de sağanak nedeniyle debisi yükselen Kepez Deresi taşıtı. 10 16, 2024 tarihinde Anadolu Ajansı: <https://www.aa.com.tr/tr/gundem/canakkalede-saganak-nedeniyle-debisi-yukselen-kepez-deresi-tasti/3072599> adresinden alındı
- Arabameri, A., Rezaei, K., Cerdà, A., Conoscenti, C., & Kalantari, Z. (2019). A comparison of statistical methods and multi-criteria decision making to map flood hazard susceptibility in Northern Iran. *Science of the Total Environment*, 660, 443-458.
- Armocost, R. L., & Hosseini, J. C. (1994). Identification of determinant attributes using the analytic hierarchy process. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 22, 383-392.
- Atabey, E. (2022, 06 26). Sel ve Su Taşkınları. 10 22, 2024 tarihinde Temiz Mekan: <https://www.temizmekan.com/sel-ve-su-tasxinlari/> adresinden alındı
- Avcı, V., & Sunkar, M. (2015). Giresun'da Sel ve Taşkın Oluşumuna Neden Olan Aksu Çayı ve Batlama Deresi Havzalarının Morfometrik Analizleri. *Coğrafya Dergisi*, (30), 91-119.
- Bekler, T., Cifci, S., Bekler, F. N., & Demirci, A. (2022). Canakkale Settlement Risk Reduction Studies and Evaluation of Disaster Awareness. *Turk. J. Earthq. Res*, 4(1), 73-97.
- Belazreg, N. E. H., Hasbaia, M., Şen, Z., & Ferhati, A. (2024). Flood risk mapping using multi-criteria analysis (MCA) through AHP method case of El-Ham wadi watershed of Hodna basin (Algeria). *Natural Hazards*, 120(2), 1023-1039.
- Bitek, D. (2023). Edirne Oğulpaşa deresi havzasının coğrafi bilgi sistemleri yöntemleri taşkın risk analizi (Master's thesis, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi).
- CRED. (2024). Disaster Year In Review 2023. EM-DAT. 10 10, 2024 tarihinde <https://files.emdat.be/2024/04/CredCrunch74.pdf> adresinden alındı
- Çanakkale Haber. (2023, 12 17). Barışkan; "Kepez Deresi'ndeki taşkınlar Kepezlilerin kaderi olmamalı". 10 16, 2024 tarihinde <https://www.canakkalehaber.com/bariskan-kepez-deresi-ndeki-tasxinlar-kepezlilerin-kaderi-olmamali/46350/> adresinden alındı
- Çelikbilek, Y., & Özdemir, M. (2018). Çok kriterli karar verme yöntemleri. Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.

- Dağdeviren, M., Akay, D., & Kurt, M. (2004). İş Değerlendirme Sürecinde Analitik Hiyerarşi Prosesi ve Uygulaması. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 19(2).
- Danumah, J. H., Odai, S. N., Saley, B. M., Szarzynski, J., Thiel, M., Kwaku, A., ... & Akpa, L. Y. (2016). Flood risk assessment and mapping in Abidjan district using multi-criteria analysis (AHP) model and geoinformation techniques, (cote d'ivoire). *Geoenvironmental Disasters*, 3, 1-13.
- DHA. (2023, 11 13). Kepez Deresi Taştı. 16 10, 2024 tarihinde Çanakkale Manşet: <https://www.canakkalemanset.com/haber/32709-kepez-deresi-tasti> adresinden alındı
- EM-DAT. (2024). The International Disaster Database. 10 10, 2024 tarihinde EM-DAT: <https://www.emdat.be/> adresinden alındı
- Ertan, A., Özelkan, E., & Karaman, M. (2021). Analitik Hiyerarşi Süreci Kullanılarak Coğrafi Bilgi Sistemleri Ortamında Sel ve Taşkın Alanlarının Belirlenmesi: Çanakkale Karamenderes Havzası Örneği. *Journal of Research in Atmospheric Science*, 3(2).
- Erginal, A., Öztürk, B., & Cürebal, İ. (2002). Kepez Deresi havzasının jeomorfolojik özelliklerinin morfometrik açıdan incelenmesi. *Türk Coğrafya Dergisi*, (39), 23-43.
- Esen, H. (2024, 09 01). Kepez Deresi yine taştı. 10 16, 2024 tarihinde Ton TV: <https://www.tontv.com.tr/haber-kepez-deresi-yine-tasti-9611> adresinden alındı
- Feng, B., Zhang, Y., & Bourke, R. (2021). Urbanization impacts on flood risks based on urban growth data and coupled flood models. *Natural Hazards*, 106(1), 613-627.
- Görcelioğlu E., (2003), Sel ve çığ kontrolü, İ.Ü. Yayınları, İstanbul
- Gupta, L., & Dixit, J. (2022). A GIS-based flood risk mapping of Assam, India, using the MCDA-AHP approach at the regional and administrative level. *Geocarto International*, 37(26), 11867-11899.
- Hirabayashi, Y., Mahendran, R., Koirala, S., Konoshima, L., Yamazaki, D., Watanabe, S., ... & Kanae, S. (2013). Global flood risk under climate change. *Nature climate change*, 3(9), 816-821.
- Hoque, M. A. A., Tasfia, S., Ahmed, N., & Pradhan, B. (2019). Assessing spatial flood vulnerability at Kalapara Upazila in Bangladesh using an analytic hierarchy process. *Sensors*, 19(6), 1302.
- İzbrak, R., 1992, Coğrafya Terimleri Sözlüğü. Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları, Öğretmen Kitapları Dizisi: 157, İstanbul
- Kabenge, M., Elaru, J., Wang, H., & Li, F. (2017). Characterizing flood hazard risk in data-scarce areas, using a remote sensing and GIS-based flood hazard index. *Natural hazards*, 89, 1369-1387.
- Khan, H., Vasilescu, L. G., & Khan, A. (2008). Disaster management cycle-a theoretical approach. *Journal of Management and Marketing*, 6(1), 43-50.
- Kirmencioğlu, B. (2015). Türkiye'de dere yataklarına müdahalelerin taşkınlar üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesi. Uzmanlık Tezi, Orman ve Su İşleri Bakanlığı.
- Kittipongvises, S., Phetrak, A., Rattanapun, P., Brundiars, K., Buizer, J. L., & Melnick, R. (2020). AHP-GIS analysis for flood hazard assessment of the communities nearby the world heritage site on Ayutthaya Island, Thailand. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 48, 101612.
- Konsept Planlama. (2023). Çanakkale İli Merkez İlçesi Kepez Beldesi H16C14D ve H16C19A Paftaları 1/5000 Ölçekli Nazım İmar Planı Değişikliği Açıklama Raporu. Çanakkale.
- Korkanç, S. Y., & Korkanç, M. (2006). Sel ve Taşkınların İnsan Hayatı Üzerindeki Etkileri. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 8(9), 42-50.
- Koroğlu, 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.
- Luu, C., Von Meding, J., & Kanjanabootra, S. (2018). Assessing flood hazard using flood marks and analytic hierarchy process approach: a case study for the 2013 flood event in Quang Nam, Vietnam. *Natural Hazards*, 90, 1031-1050.
- Mendoza, G. A., Macoun, P., Prabhu, R., Sukadri, D., Purnomo, H., & Hartanto, H. (1999). Guidelines for applying multi-criteria analysis to the assessment of criteria and indicators. The criteria and indicators toolbox series No. 9. Center for International Forestry Research (CIFOR), Jakarta, Indonesia.
- MGM. (2024). Resmi İklim İstatistikleri. 10 16, 2024 tarihinde <https://www.mgm.gov.tr/> adresinden alındı
- Nsangou, D., Kpoumié, A., Mfonka, Z., Ngouh, A. N., Fossi, D. H., Jourdan, C., ... & Ngoupayou, J. R. N. (2022). Urban flood susceptibility modelling using AHP and GIS approach: case of the Mfoundi watershed at Yaoundé in the South-Cameroon plateau. *Scientific African*, 15, e01043.
- Ocak, F., & Bahadır, M. (2020). Örnek Taşkın Risk Modeli Oluşturulması ve Ünye Şehrindeki Derelere Ait Taşkın Risk Analizleri. *Journal of Academic Social Science Studies*, 13(80).
- Ouma, Y. O., & Tateishi, R. (2014). Urban flood vulnerability and risk mapping using integrated multi-parametric AHP and GIS: methodological overview and case study assessment. *Water*, 6(6), 1515-1545.

- Ozelkan, E., Avci, Z. D. U., & Karaman, M. (2011, May). Investigation on Draining of the Lake Amik and the Related Environmental Changes, by Using Remote Sensing Technology. In Remote Sensing and Geoinformation not only for Scientific Cooperation. Proceedings of the 31st EARSeL Symposium Prague (Vol. 30, pp. 20-29).
- Özdemir, H. (1978). Uygulamalı taşkın hidrolojisi. DSİ Basım ve Foto-Film İşletme Müdürlüğü Matbaası, Ankara.
- Özdemir, Z., & Yolcu, M. Ö. (2024). İklim Değişikliğinin ve Kentleşmenin Etkilerini Akarsu Kıyısı Yerleşim Alanlarında Sel Felaketi Üzerinden Tartışmak. Doğal Afetler ve Çevre Dergisi, 10(2), 314-333.
- Öztürk, D. (2009). CBS tabanlı çok ölçütlü karar analizi yöntemleri ile sel ve taşkın duyarlılığının belirlenmesi: Güney Marmara havzası örneği.
- Parlak, M., 2006. Sedimentin Taşkınlara Etkisi ve Kontrolü, 1.Ulusal Taşkın Sempozyumu, Mayıs 2006, sf 187-197.
- Resmî Gazete. (2006, Eylül 9). Dere Yatakları ve Taşkınlar ile İlgili Başbakanlık Genelgesi (Sayı: 26284). <https://www.resmigazete.gov.tr>
- Resmî Gazete. (2010 Şubat 20). Akarsu ve Dere Yataklarının Islahı ile İlgili 2010/5 Sayılı Başbakanlık Genelgesi (Sayı: 27499). <https://www.resmigazete.gov.tr>
- Resmî Gazete. (2019 Mayıs 3). Taşkın ve Rüşubat Kontrolü Yönetmeliği (Sayı:30763). <https://www.resmigazete.gov.tr>
- Revell, N., Lashford, C., Rubinato, M., & Blackett, M. (2022). The Impact of Tree Planting on Infiltration Dependent on Tree Proximity and Maturity at a Clay Site in Warwickshire, England. Water, 14(6), 892.
- Romdani, R. P., Tamamadin, M., Susandi, A., Pratama, A., & Wijaya, A. R. (2018, June). Development of flash flood hazard map in bima City (NTB) using analytical hierarchy process. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 166, No. 1, p. 012035). IOP Publishing.
- Saaty, T. (1980, November). The analytic hierarchy process (AHP) for decision making. In Kobe, Japan (Vol. 1, p. 69).
- Saral, A. (2010). Çok Kriterli Karar Verme ve Bilgi Difüzyonu Yöntemleri Yardımıyla, Taşkın Risk Analizi Yazılımının Gerçekleştirilmesi.
- Saral, A., & Musaoğlu, N. (2011). Çok kriterli karar verme ve bilgi difüzyonu yöntemleri ile taşkın risk analizi. TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 13. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 18-22.
- Sarmah, T., Das, S., Narendr, A., & Aithal, B. H. (2020). Assessing human vulnerability to urban flood hazard using the analytic hierarchy process and geographic information system. International Journal of Disaster Risk Reduction, 50, 101659.
- Shi, J., & Zhou, S. (2009). Quality control and improvement for multistage systems: A survey. IIE transactions, 41(9), 744-753.
- Shikhteymour, S. R., Borji, M., Bagheri-Gavkosh, M., Azimi, E., & Collins, T. W. (2023). A novel approach for assessing flood risk with machine learning and multi-criteria decision-making methods. Applied geography, 158, 103035.
- Sütüncü, H. S., & Yavuz, V. S. (2022). Taşkın Risk Alanlarının Analitik Hiyerarşi Süreci Kullanılarak Mikro-Havza Ölçeğinde Değerlendirilmesi. İDEALKENT, 13(37), 1667-1690.
- Şahin, Ş. (2019). Türkiye’de afet yönetimi ve 2023 hedefleri. Türk Deprem Araştırma Dergisi, 1(2), 180-196.
- Tanriverdi, M. (2019). Coğrafi bilgi sistemleri (CBS) tabanlı çok ölçütlü karar analizi ile şanlıurfa il merkezi'nin taşkın alanlarının belirlenmesi/Determination of flood areas of Şanlıurfa provincial center by multi-criteria decision analysis based on geographic information systems (GIS) (Doctoral dissertation).
- Taş, M. A., & Yanık, M. E. (2022). Analitik Hiyerarşi Süreci (Ahs) Metodu ile Behzat Deresi (Tokat) Havzası Taşkın Risk Analizi. Erzincan Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 15(2), 185-199.
- TDK. (2024). Türk Dil Kurumu Sözlükleri. 17 12, 2024 tarihinde <https://sozluk.gov.tr/> adresinden alındı
- Tokgözlü, A., & Özkan, E. (2018). Taşkın risk haritalarında AHP yönteminin uygulanması: Aksu Çayı Havzası örneği. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi, (44), 151-176.
- Turoğlu, H. (2005). Bartın'da Sel ve Taşkınlar: Sebepler, Etkiler, Önleme ve Zarar Azaltma Önerileri. Çantay Kitabevi.
- TÜİK. (2024, 10 16). Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi. 10 16, 2024 tarihinde <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?locale=tr> adresinden alındı
- Ünal, A., Çamcı, K. G., & Tonyaloğlu, E. E. (2022). Çok Kriterli Karar Analizi ile Doğal Afetlerde Haritalama: Aydın İli Sel-Taşkın Riski Örneği. Ulusa: Uluslararası Çalışmalar Dergisi, 6(2), 136-150.
- Yavuz, K. B. (2013). Deprem duyarlı planlamada coğrafi bilgi sistemleri odaklı çok kriterli karar verme yöntemlerinin uygulanması: Yalova kent merkezi örneği (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Yücel, M., & Ulutaş, A. (2009). Çok Kriterli Karar Yöntemlerinden Electre Yöntemiyle Malatya’da Bir Kargo Firması İçin Yer Seçimi. Sosyal Ekonomik Araştırmalar Dergisi, 9(17), 327-344.
- Zeleňáková, M., Dobos, E., Kováčová, L., Vágo, J., Abu-Hashim, M., Fijko, R., & Purcz, P. (2018). Flood vulnerability assessment of Bodva cross-border river basin. Acta montanistica slovacica, 23(1), 53-61.